

Klimaschutzziel und –strategie München 2050

Endbericht

Freiburg, Juli 2017

Autorinnen und Autoren

Tanja Kenkmann

Dr. Tilman Hesse

Dr. Friederike Hülsmann

Christof Timpe

Öko-Institut e.V.

Klaus Hoppe

Klaus Hoppe Consulting

Unter Mitarbeit von

Ruth Blanck, Veit Bürger, Anna Friedrich, Anja Sachs, Christian Winger

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71

79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173

79100 Freiburg

Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7

10179 Berlin

Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95

64295 Darmstadt

Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de

www.oeko.de

Projektpartner:

Klaus Hoppe Consulting

Flaunserstraße 11

79102 Freiburg

Telefon +49 761 68 199 091

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	11
1. Einführung	16
1.1. Klimapolitischer Rahmen	16
1.2. Inhalte des Fachgutachtens	17
2. Bestandsaufnahme der derzeitigen Klimaschutzmaßnahmen in München	18
2.1. Vorgehen	18
2.2. Handlungsfeld Strom- und Wärmeverbrauch Privater Haushalte	19
2.3. Handlungsfeld Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	20
2.4. Handlungsfeld Landeshauptstadt München als Energieverbraucher und Konsument	21
2.5. Handlungsfeld Verkehr und Mobilität	22
2.6. Handlungsfeld Energieumwandlung und –verteilung	23
2.7. Handlungsfeld Stadtentwicklung, Bauleitplanung, Landschaftsplanung	25
2.8. Handlungsfeld Konsum und Umweltbildung	26
2.9. Weitere und handlungsfeldübergreifende Maßnahmen der LH München	26
3. Aktueller Stand und Entwicklung des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen seit 1990	28
3.1. Vorgehen	28
3.2. Ergebnisse	31
4. Klimaschutzbeitrag des aktuellen Klimaschutzinstrumentariums bis zum Jahr 2030	38
4.1. Vorgehen	38
4.2. Ergebnisse – Einordnung bis 2030	39
5. Szenarien für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in München 2014 bis 2050	42
5.1. Methodik der Szenariorechnungen	42
5.2. Rahmendaten	45
5.3. Sektor Private Haushalte	46
5.3.1. Methodik und Annahmen	46
5.3.2. Ergebnisse	52
5.4. Sektor Gewerbe Handel Dienstleistungen (GHD)	71

5.4.1.	Methodik und Annahmen	71
5.4.2.	Ergebnisse	73
5.4.3.	Exkurs: Die Landeshauptstadt München als Energieverbraucher	82
5.5.	Sektor Industrie	83
5.5.1.	Methodik und Annahmen	83
5.5.2.	Ergebnisse	85
5.6.	Sektor Verkehr und Mobilität	92
5.6.1.	Methodik und Annahmen	92
5.6.2.	Ergebnisse	100
5.7.	Sektor Energieumwandlung	109
5.7.1.	Methodik und Annahmen	109
5.7.2.	Ergebnisse	112
5.7.3.	Exkurs: Territorialbilanz für die Stromversorgung und Ausbauoffensive EE-Strom der SWM	119
5.8.	Vergleich der Ergebnisse der Szenarien	124
5.8.1.	Endenergieverbrauch	124
5.8.2.	Primärenergieverbrauch	131
5.8.3.	Exkurs: Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft	136
5.8.4.	Treibhausgas-Emissionen	138
6.	Vorschlag für ein Klimaschutzziel für die Landeshauptstadt München	148
6.1.	Vorschlag und Herleitung	148
6.2.	Exkurs: Bedeutung des „1,5°-Ziels“ für München	151
6.3.	Exkurs: Einschätzung des bisherigen Emissionsziels für 2030	155
7.	Grundsätze einer gesamtstädtischen Klimaschutzstrategie zur Erreichung der vorgeschlagenen Ziele bis 2050	155
7.1.	Sektor Private Haushalte	155
7.1.1.	Ausgangslage	155
7.1.2.	Kommunale Handlungsstrategie	157
7.1.3.	Kommunale Umsetzungspfade	159
7.1.4.	CO ₂ -Vermeidungskosten	160
7.2.	Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie	160
7.2.1.	Ausgangslage	160
7.2.2.	Kommunale Handlungsstrategie	162
7.2.3.	Kommunale Umsetzungspfade	164
7.2.4.	CO ₂ -Vermeidungskosten	165

7.3.	Sektor Verkehr und Mobilität	166
7.3.1.	Ausgangslage	166
7.3.2.	Kommunale Handlungsstrategien	166
7.3.3.	Kommunale Umsetzungspfade	167
7.3.4.	CO ₂ -Vermeidungskosten	168
7.4.	Sektor Energieumwandlung	168
7.4.1.	Ausgangslage	168
7.4.2.	Kommunale Handlungsstrategien	169
7.4.3.	Kommunale Umsetzungspfade	170
7.5.	Sektor Konsum der privaten Haushalte	170
7.5.1.	Ausgangslage	170
7.5.2.	Kommunale Handlungsstrategien	171
7.5.3.	Kommunale Umsetzungspfade	171
8.	Empfehlungen für Maßnahmenpakete im Rahmen einer gesamtstädtischen Klimaschutzstrategie bis 2030	172
8.1.	Vorbemerkungen	172
8.2.	Kommunale Handlungsstrategien	172
8.3.	Empfehlungen zum IHKM-Prozess und zur Weiterentwicklung der städtischen Klimaschutzstrukturen	173
8.4.	Übergreifende Maßnahmen	177
8.5.	Energieverbrauch Privater Haushalte	188
8.6.	Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	213
8.7.	LH München als Energieverbraucher	224
8.8.	Verkehr und Mobilität	228
8.9.	Energieumwandlung und –verteilung	246
8.10.	Handlungsfeld Stadtentwicklung - hier: Neubaubereich und Bauleitplanung	263
8.11.	Handlungsfelder Konsum und Umweltbildung Privater Haushalte	271
9.	Strategischer Ausblick	275
11.	Abkürzungsverzeichnis	283
12.	Anhang	286
12.1.	Anhang 1: Überprüfung des Fernwärme-Emissionsfaktors für München und ergänzende Berechnung des Primärenergiefaktors der Münchner Fernwärme	286
12.2.	Anhang 2: CO ₂ -Monitoring mit ECORegion: Plausibilisierung und Möglichkeiten zur Verbesserung	290

12.3.	Anhang 3: Methodik der Anrechnung der THG-Einspar-Wirkungen - Ergebnisse des Arbeitspaketes 4.2 des Fachgutachtens	296
12.4.	Anhang 4: Ergebnistabellen der Szenariorechnung zur Entwicklung der direkten CO ₂ -Emissionen	299
12.5.	Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme - strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie der in München wirkenden Maßnahmen des Landes Bayern und des Bundes	307

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Definition zentraler Begrifflichkeiten im Fachgutachten	18
Abbildung 3-1:	Endenergieverbrauch nach Sektoren 1990 und 2014 im Vergleich	33
Abbildung 3-2:	CO ₂ - und Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren 1990 und 2014 im Vergleich	34
Abbildung 3-3:	Energieflussdiagramm der LH München für das Jahr 2014, alle Angaben in GWh/a	36
Abbildung 4-1:	Verlauf der absoluten Emissionsreduktion bis 2030 bei fortgeschriebenem Klimaschutzinstrumentarium (links CO ₂ , rechts CO ₂ e, in Tonnen)	39
Abbildung 4-2:	Verlauf der Pro-Kopf Emissionsreduktion bis 2030 bei fortgeschriebenem Klimaschutzinstrumentarium (links CO ₂ , rechts CO ₂ e, in Tonnen)	40
Abbildung 4-3:	Entwicklung der Pro-Kopf-Emissionen von 1990 bis 2014, Abschätzung bis 2030 und mögliche Ziele bis 2050	41
Abbildung 5-1:	Berechnete Szenarien für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in München bis zum Jahr 2050	43
Abbildung 5-2:	Entwicklung der Emissionen unterteilt nach nicht-energiebedingten (prozess-bedingte) und energiebedingten Emissionen in den bundesweiten Klimaschutzszenarien	44
Abbildung 5-3:	Bevölkerungsentwicklung in München bis 2050	45
Abbildung 5-4:	Entwicklung des BIP pro Einwohner bis 2050 in Mrd. EURO	46
Abbildung 5-5:	Entwicklung der Wohnfläche pro Einwohner und pro Haushalt	47
Abbildung 5-6:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario	53
Abbildung 5-7:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario	54
Abbildung 5-8:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat	55
Abbildung 5-9:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat	56
Abbildung 5-10:	Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München	58
Abbildung 5-11:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München	59
Abbildung 5-12:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Raumwärme: Referenzszenario	61
Abbildung 5-13:	Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaschutz moderat	62
Abbildung 5-14:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaneutrales München	64
Abbildung 5-15:	Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Referenzszenario	65

Abbildung 5-16:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaschutz moderat	66
Abbildung 5-17:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaneutrales München	68
Abbildung 5-18:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Referenzszenario	69
Abbildung 5-19:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaschutz moderat	70
Abbildung 5-20:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaneutrales München	71
Abbildung 5-21:	Entwicklung der Bevölkerung und der Erwerbstätigen in München; bis 2014 statistische Daten, danach Fortschreibung	73
Abbildung 5-22:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario	74
Abbildung 5-23:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario	75
Abbildung 5-24:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat	77
Abbildung 5-25:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat	78
Abbildung 5-26:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München	80
Abbildung 5-27:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München	81
Abbildung 5-28:	Notwendige Entwicklung bei Endenergieverbrauch und Emissionen der LH München zur Erreichung der Szenarioziele	83
Abbildung 5-29:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Referenzszenario	86
Abbildung 5-30:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Referenzszenario	87
Abbildung 5-31:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat	88
Abbildung 5-32:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat	89
Abbildung 5-33:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München	90
Abbildung 5-34:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München	91
Abbildung 5-35:	Wegebezogener Modal Split der Münchner Bevölkerung, Basisjahr 2014	93
Abbildung 5-36:	Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr, Referenzszenario	95
Abbildung 5-37:	Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr nach Kraftstoffart, Referenzszenario	95

Abbildung 5-38:	Entwicklung der Verkehrsleistung des Güterverkehrs und des BIP, Referenzszenario	96
Abbildung 5-39:	Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr, Szenario Klimaschutz moderat	97
Abbildung 5-40:	Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr, Szenario klimaneutrales München	98
Abbildung 5-41:	Verkehrsleistung im Personenverkehr nach Kraftstoffart, Klimaschutzszenarien	98
Abbildung 5-42:	Verkehrsleistung im Güterverkehr, Klimaschutzszenarien	99
Abbildung 5-43:	Verkehrsleistung im Güterverkehr nach Kraftstoffart, Klimaschutzszenarien	100
Abbildung 5-44:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Referenzszenario	101
Abbildung 5-45:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr: Referenzszenario	102
Abbildung 5-46:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat	103
Abbildung 5-47:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat	104
Abbildung 5-48:	Entwicklung Endenergieverbrauch Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München	106
Abbildung 5-49:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München	108
Abbildung 5-50:	Lokale Fernwärmeerzeugung im Szenario Referenz	113
Abbildung 5-51:	Lokale Fernwärmeerzeugung im Szenario Klimaschutz moderat	115
Abbildung 5-52:	Lokale Fernwärmeerzeugung im Szenario Klimaneutrales München	117
Abbildung 5-53:	Lokale Stromerzeugung im Referenzszenario	120
Abbildung 5-54:	Lokale Stromerzeugung im Szenario Klimaschutz moderat	120
Abbildung 5-55:	Lokale Stromerzeugung im Szenario Klimaneutrales München	121
Abbildung 5-56:	THG-Emissionsfaktoren für den Territorialmix Strom und Fernwärme	123
Abbildung 5-57:	Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Jahr 2050 im Vergleich der Szenarien	125
Abbildung 5-58:	Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario	126
Abbildung 5-59:	Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	128
Abbildung 5-60:	Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München	130
Abbildung 5-61:	Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario	132
Abbildung 5-62:	Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	134
Abbildung 5-63:	Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München	135
Abbildung 5-64:	Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern im Jahr 2050 im Vergleich der Szenarien	138

Abbildung 5-65:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Referenzszenario	139
Abbildung 5-66:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	141
Abbildung 5-67:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaneutrales München	143
Abbildung 5-68:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Referenzszenario	145
Abbildung 5-69:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaschutz moderat	146
Abbildung 5-70:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaneutrales München	147
Abbildung 6-1:	Emissionsbudget für die Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 2 Grad (links) und auf maximal 1,5 Grad (rechts) mit 66 % Wahrscheinlichkeit	152
Abbildung 6-2:	1,5°-Ziel: Verbleibendes Emissionsbudget für München	154
Abbildung 6-3:	2°-Ziel: Verbleibendes Emissionsbudget für München	154
Abbildung 7-1:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Branchen in München, Stand 2014	161
Abbildung 7-2:	Kommunale Handlungsstrategien und Umsetzungspfade im Handlungsfeld Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und GHD	162
Abbildung 8-1:	Kommunale Handlungsstrategien der Stadt München im Klimaschutz	173
Abbildung 12-1:	Anteile der Energieträger am Energieverbrauch der Sektoren Haushalte, GHD und Industrie in München und Deutschland im Jahr 2012 im Vergleich	291

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Verwendete Datengrundlage und Kennziffern für die Ermittlung der sektorspezifischen Energieverbräuche	29
Tabelle 3-2:	Verwendete Emissionsfaktoren	30
Tabelle 3-3:	Verwendete direkte CO ₂ -Emissionsfaktoren im Sektor Verkehr	31
Tabelle 3-4:	Entwicklung des Verbrauchs leitungsgebundener Energieträger in München, temperaturbereinigt	31
Tabelle 3-5:	Endenergieverbrauch nach Sektoren 1990 und 2014 im Vergleich	33
Tabelle 3-6:	Entwicklung der CO ₂ - und der Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren zwischen 1990 und 2014	34
Tabelle 3-7:	Pro-Kopf-Emissionen CO ₂ und THG 1990 und 2014 im Vergleich	35
Tabelle 3-8:	Primär- und Endenergieverbrauch in der LH München im Jahr 2014, ohne Fernwärme	37
Tabelle 3-9:	Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen zur Fernwärme- und Stromerzeugung im Jahr 2014	37
Tabelle 3-10:	Lokale Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien in München im Jahr 2014	37
Tabelle 4-1:	Entwicklung der CO ₂ - und Treibhausgas-Emissionen in der LH München	40
Tabelle 5-1:	Entwicklung der Emissionen unterteilt nach nicht-energiebedingten und energiebedingten Emissionen in den bundesweiten Klimaschutzszenarien	43
Tabelle 5-2:	Bevölkerungsentwicklung in München bis 2050	45
Tabelle 5-3:	Wohnfläche im Jahr 2012 nach Gebäudetyp und Baualtersklasse	48
Tabelle 5-4:	Durchschnittlichen Endenergieverbräuche in Neubauten in kWh/(m ² *a) bezogen auf die Wohnfläche (ungefähre KfW-Effizienzhausstandards mit Bezug auf EnEV 2009 in Klammern)	49
Tabelle 5-5:	Sanierungsraten	49
Tabelle 5-6:	Angestrebter Endenergieverbrauch nach der Sanierung (Sanierungstiefe)	50
Tabelle 5-7:	Sanierungswirkung	50
Tabelle 5-8:	Spezifischer Warmwasserverbrauch in privaten Haushalten	51
Tabelle 5-9:	Spezifischer jährlicher Energieverbrauch je Geräteklasse und Jahr in kWh im Referenzszenario	52
Tabelle 5-10:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario	53
Tabelle 5-11:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario	54
Tabelle 5-12:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat	56
Tabelle 5-13:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat	57

Tabelle 5-14:	Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München	58
Tabelle 5-15:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München	60
Tabelle 5-16:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Raumwärme: Referenzszenario	61
Tabelle 5-17:	Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaschutz moderat	63
Tabelle 5-18:	Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaneutrales München	64
Tabelle 5-19:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Referenzszenario	66
Tabelle 5-20:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaschutz moderat	67
Tabelle 5-21:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaneutrales München	68
Tabelle 5-22:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Referenzszenario	69
Tabelle 5-23:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaschutz moderat	70
Tabelle 5-24:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaneutrales München	71
Tabelle 5-25:	Effizienzindizes Sektor GHD: Reduktion der spezifischen Verbräuche	73
Tabelle 5-26:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario	75
Tabelle 5-27:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario	76
Tabelle 5-28:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat	78
Tabelle 5-29:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat	79
Tabelle 5-30:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München	81
Tabelle 5-31:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München	82
Tabelle 5-32:	Sektor Industrie: wesentliche Stellschrauben für die Szenariorechnung	85
Tabelle 5-33:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Referenzszenario	86
Tabelle 5-34:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Referenzszenario	87
Tabelle 5-35:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat	88
Tabelle 5-36:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat	89

Tabelle 5-37:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München	90
Tabelle 5-38:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München	91
Tabelle 5-39:	Verkehrsleistung im Personenverkehr, Stand 2014	93
Tabelle 5-40:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Referenzszenario	101
Tabelle 5-41:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr: Referenzszenario	102
Tabelle 5-42:	Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat	104
Tabelle 5-43:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat	105
Tabelle 5-44:	Entwicklung Endenergieverbrauch Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München	107
Tabelle 5-45:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München	108
Tabelle 5-46:	Lokale Fernwärme- und Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz im Szenario Referenz	112
Tabelle 5-47:	Klimarelevante Emissionen der lokalen Fernwärme- und Stromerzeugung im Referenzszenario	113
Tabelle 5-48:	Lokale Fernwärme- und Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz im Szenario Klimaschutz moderat	114
Tabelle 5-49:	Klimarelevante Emissionen der lokalen Fernwärme- und Stromerzeugung im Szenario Klimaschutz moderat	115
Tabelle 5-50:	Lokale Fernwärme- und Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz im Szenario Klimaneutrales München	116
Tabelle 5-51:	Klimarelevante Emissionen der lokalen Fernwärme- und Stromerzeugung im Szenario Klimaneutrales München	118
Tabelle 5-52:	Resultierende Emissionsfaktoren in den Szenarien	118
Tabelle 5-53:	Resultierende Emissionsfaktoren Strom in den Szenarien bei Anwendung des territorialen Strommixes	122
Tabelle 5-54:	Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario	127
Tabelle 5-55:	Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	129
Tabelle 5-56:	Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München	131
Tabelle 5-57:	Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario	133
Tabelle 5-58:	Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	134
Tabelle 5-59:	Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München	135
Tabelle 5-60:	Ergebnisse der Klimaschutzszenarien (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) auf Bundesebene und für München im Vergleich	137

Tabelle 5-61:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Referenzszenario	140
Tabelle 5-62:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	142
Tabelle 5-63:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaneutrales München	144
Tabelle 5-64:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Referenzszenario	145
Tabelle 5-65:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaschutz moderat	146
Tabelle 5-66:	Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaneutrales München	147
Tabelle 6-1:	Vorschlag für ein Klimaziel für die Landeshauptstadt München und für sektorspezifische Klimaziele	150
Tabelle 6-2:	Mit dem vorgeschlagenen Klimaziel korrespondierende Endenergieverbräuche (sektorspezifisch und gesamt)	150
Tabelle 6-5:	Verbleibendes CO ₂ -Budget für die Landeshauptstadt München bei Berücksichtigung des Klimazieles der Staatengemeinschaft	153
Tabelle 6-6:	Verbleibendes CO ₂ -Budget für die Landeshauptstadt München - Daten für die Berechnung	153
Tabelle 7-1:	Verteilung der Wohngebäude und Wohnungen in der LH München im Jahr 2011	156
Tabelle 8-1:	Übersicht über die bisherigen Klimaschutzprogramme innerhalb der Integrierten Handlungsprogramme Klimaschutz der LH München (aus sustainable 2014)	174
Tabelle 8-2:	Übersicht über die sektor- und handlungsfeldübergreifenden Maßnahmen	177
Tabelle 8-3:	Übersicht über die Maßnahmen im Sektor Private Haushalte	189
Tabelle 8-4:	Maßnahmenvorschläge im Sektor Private Haushalte mit adressierten Umsetzungspfaden	190
Tabelle 8-5:	Übersicht über die Maßnahmen im Sektor GHD und Industrie	213
Tabelle 8-6:	Maßnahmenvorschläge im Sektor GHD mit adressierten Umsetzungspfaden	214
Tabelle 8-7:	Übersicht über die Maßnahmen im Handlungsfeld LH München als Energieverbraucher	224
Tabelle 8-8:	Übersicht über die Maßnahmen im Sektor Verkehr und Mobilität	229
Tabelle 8-9:	Maßnahmenvorschläge im Sektor Verkehr mit adressierten Umsetzungspfaden	229
Tabelle 8-10:	Übersicht über die Maßnahmen im Sektor Energieumwandlung und -verteilung	246
Tabelle 8-11:	Maßnahmenvorschläge im Sektor Energieumwandlung mit adressierten Umsetzungspfaden	247
Tabelle 8-12:	Energiekonzepte – Betrachtungsgegenstände und Handlungsansätze	263
Tabelle 8-13:	Übersicht über Maßnahmen im Handlungsfeld Stadtentwicklung	264

Tabelle 8-14:	Maßnahmenideen und –vorschläge in den Handlungsfeldern Ernährung / Konsum, sektorübergreifende Suffizienz / Verhalten sowie Bildung	272
Tabelle 12-1:	Auszug aus ECORegion Ergebnistabelle „Energieverbrauch Gebäude/ Infrastruktur“, Angaben in MWh/a	291
Tabelle 12-2:	Korrektur der Bilanz für den stationären Energieverbrauch (d.h. ohne Verkehr) nach ECORegion für das Jahr 2014, nicht temperaturbereinigt	293
Tabelle 12-3:	Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren	295
Tabelle 12-4:	Übersicht der wichtigsten IHKM Maßnahmen bei denen eine Verringerung der Wirksamkeit hinsichtlich ihrer CO ₂ -Minderungswirkung vorgenommen wurde	298
Tabelle 12-5:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario	299
Tabelle 12-6:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat	299
Tabelle 12-7:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München	300
Tabelle 12-8:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario	300
Tabelle 12-9:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat	301
Tabelle 12-10:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München	301
Tabelle 12-11:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Industrie: Referenzszenario	302
Tabelle 12-12:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat	302
Tabelle 12-13:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München	303
Tabelle 12-14:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Verkehr: Referenzszenario	303
Tabelle 12-15:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat	304
Tabelle 12-16:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen im Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München	304
Tabelle 12-17:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen gesamt: Referenzszenario	305
Tabelle 12-18:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen gesamt: Szenario Klimaschutz moderat	306
Tabelle 12-19:	Entwicklung CO ₂ -Emissionen gesamt: Szenario Klimaneutrales München	307

1. Einführung

1.1. Klimapolitischer Rahmen

Mit den Beschlüssen der UN-Klimakonferenz in Paris (*United Nations Framework Convention on Climate Change, 21st Conference of the Parties*, kurz COP21) hat sich die internationale Gemeinschaft darauf geeinigt, die globale Temperaturerhöhung auf einen Wert „weit unter 2 Grad“ zu begrenzen. Die genauen Auswirkungen auf das Emissionsbudget Deutschlands, die sich aus den COP21-Beschlüssen ergeben, können an dieser Stelle nicht quantifiziert werden, jedoch ist es unstrittig, dass nur die ambitioniertesten Klimaschutzpolitiken und Emissionsminderungen einen wirksamen Beitrag für die Erreichung der COP21-Ziele leisten können (Agora Energiewende 2016, Höhne et al. 2016). Höhne et al. (2016) beschreibt, dass als Folge der COP21-Beschlüsse die gesamten Emissionen in Deutschland bereits vor dem Jahr 2035 auf null gesenkt werden müssen. Eigene Abschätzungen kommen zu dem Ergebnis, dass Deutschland nur noch bis zum Jahr 2020 die jährliche Menge an CO₂ des Jahres 2014 emittieren kann, danach wäre das Budget erschöpft. Die ambitioniertesten Emissionsszenarien, die bisher für Deutschland gerechnet wurden, beschreiben eine Entwicklung, die zu einer Minderung der Emissionen um 95 % bis zum Jahr 2050 führen. Diese Entwicklung wäre nicht ausreichend, um die Beschlüsse der UN-Klimakonferenz in Paris aus dem Jahr 2015 umzusetzen.

In Deutschland ist die Klimaerwärmung bereits deutlich wahrzunehmen: so waren 23 der insgesamt 25 Jahre seit 1991 zu warm, d.h., die mittlere Jahrestemperatur lag über dem langjährigen Mittel. Seit 1881 hat sich Deutschland bereits um insgesamt 1,4 Grad erwärmt (Kirsche 2016).

In München wurde bereits im Jahr 2008 ein gesamtstädtisches Klimaschutzziel mit dem Zeithorizont 2030 verabschiedet mit dem folgenden Inhalt:

- Reduzierung der pro-Kopf-CO₂-Emissionen um 50 % bis zum Jahr 2030 gegenüber dem Bezugsjahr 1990 sowie
- Reduzierung der pro-Kopf-CO₂-Emissionen um 10 % alle fünf Jahre

Basis für die Zieldefinition waren die Klimaschutzziele des Klima-Bündnis e.V.

Zur Unterstützung der Erreichung dieses Emissionsminderungsziels wurde das Integrierte Handlungsprogramm Klimaschutz München (IHKM) ebenfalls im Jahr 2008 mit entsprechenden Organisationsstrukturen innerhalb der Verwaltung geschaffen. Viele der sogenannten low hanging fruit wurden in den vergangenen Jahren bereits geerntet. Für die Erreichung ambitionierter Klimaschutzziele, die mit dem nationalen Emissionsminderungsziel bis zu -95 % bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 oder dem globalen 1,5°-Ziel kompatibel sind, sind jedoch weit größere Anstrengungen als bisher erforderlich. Dies gilt auch für die Stadt München. Letztendlich geht es um die Umgestaltung der Gesellschaft und des gesamten Energiesystems. Ohne radikale Änderungen in allen Gesellschafts- und Lebensbereichen werden ambitionierte Klimaziele nicht erreichbar sein.

Die Landeshauptstadt München muss als Vorbild und Vorreiter voran gehen, wenn es um die Erreichung der Klimaziele und um die Minderung der Auswirkungen der Erderwärmung geht. Sie muss durch ihre Politik eine Aufbruchsstimmung für neue Ziele und Aktivitäten erzeugen, muss Initiator, Motivator und Multiplikator sein. Dabei müssen die Klimaschutzbemühungen auf eine breite gesellschaftliche Basis gegründet werden, gesellschaftliche Akzeptanz ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung. Jedem Akteur muss klar sein, dass Klimaschutz nicht kostenlos zu haben ist. Viele Maßnahmen haben zudem positive Effekte auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt und auch die Folgekosten des Klimawandels müssen in die Betrachtung einbezogen werden.

1.2. Inhalte des Fachgutachtens

Das nun vorliegende Fachgutachten gibt einen weiten Überblick über verschiedenste Aspekte der städtischen Klimaschutzaktivitäten und entwickelt diese weiter.

Im Rahmen einer Bestandsaufnahme der bisherigen Klimaschutzpolitik wird eine umfassende Übersicht des in der LH München wirksamen Klimaschutzinstrumentariums erarbeitet. Strategien, Pläne und Maßnahmen gesamtstädtischer Akteure werden eruiert, hinsichtlich der Art des Instrumentes, der angesprochenen Zielgruppe, des Umsetzungsstandes und der adressierten kommunalen Umsetzungspfade (vgl. Abbildung 1-1) kategorisiert. Sofern vorhanden, werden Informationen zur Wirkung und zu den Kosten ergänzt. Ergebnis ist eine umfassende, sektor- bzw. handlungsfeldspezifische Übersicht von in der LH München wirkenden Klimaschutzmaßnahmen, die Instrumente auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene einschließt. Darüber hinaus wurde ein Energieflussdiagramm erarbeitet, welches die Energieversorgungsstruktur in München darstellt.

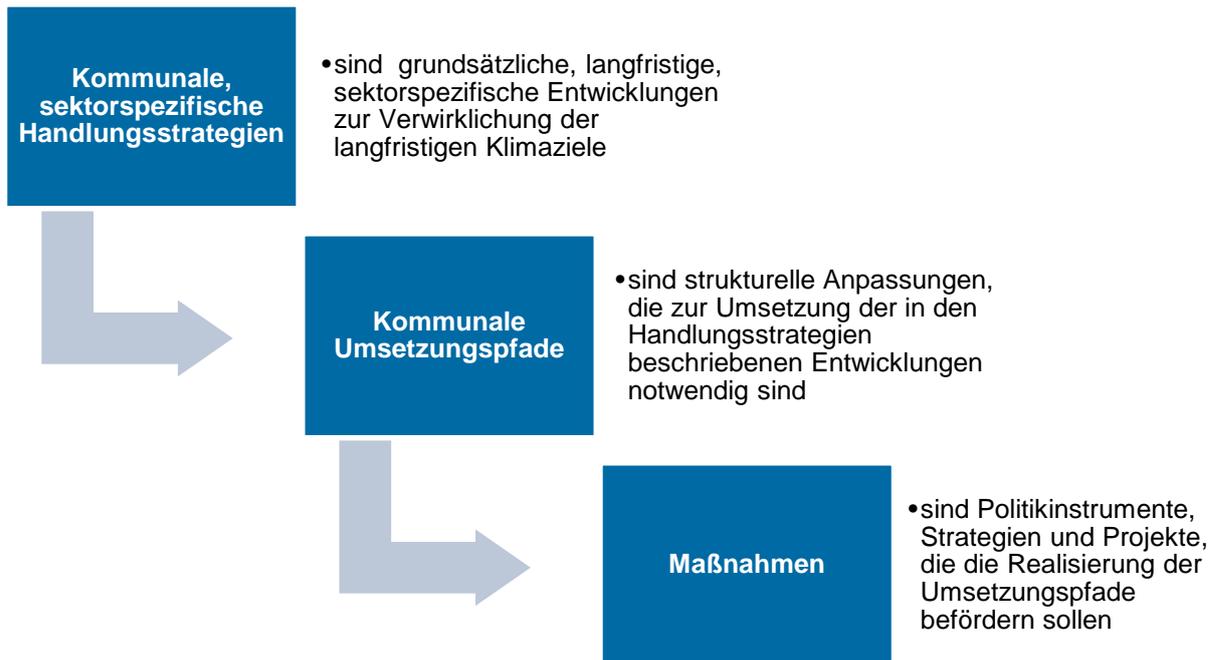
Ein weiterer wesentlicher Inhalt des Fachgutachtens ist die Prüfung und Verbesserung der Datengrundlage und einzelner Aspekte der Methodik der städtischen Treibhausgas-Bilanzierung mit dem derzeit eingesetzten Bilanzierungstool ECOSPEED Region. Hier werden umsetzbare Vorschläge zur Verbesserung erarbeitet. Zudem werden die derzeit für die Bilanzierung verwendeten Fernwärmeemissionsfaktoren überprüft und ergänzend der Primärenergiefaktor der Münchner Fernwärme berechnet. Zusätzlich wird die Methodik der Anrechnung der Treibhausgas-Einsparwirkung der jeweiligen Klimaschutzprogramme einer Prüfung unterzogen. Die Ergebnisse zu den Arbeiten zur Bilanzierungsmethodik sind im Anhang des Gutachtens zu finden.

Die Bewertung der aktuellen Klimaschutzaktivitäten der LH München, verbunden mit einer Einschätzung zur Erreichbarkeit des derzeit geltenden Minderungsziels bis zum Jahr 2030, ist ein weiterer Schwerpunkt des Fachgutachtens.

Wesentlicher Output des Gutachtens ist die Berechnung von Szenarien für die Entwicklung von Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen vom Münchner Stadtgebiet unter unterschiedlichen klimapolitischen Ambitionsgraden. Ergebnis ist ein umfangreiches Tabellenwerk zu den unter verschiedenen Voraussetzungen zu erwartenden Entwicklungen in den verschiedenen Energieverbrauchssektoren der Gesamtstadt. Aus diesen Ergebnissen sind Handlungsoptionen und -erforderlichkeiten sowie Zielbilder für eine Klimaschutzentwicklung ableitbar. Darauf und auf den bisherigen Ergebnissen des Gutachtens aufbauend wird der Vorschlag eines Klimaschutzziels für die LH München erarbeitet und begründet.

Es werden Grundsätze einer gesamtstädtischen Klimaschutzstrategie zur Erreichung der vorgeschlagenen Ziele sowie begründete Maßnahmenvorschläge erarbeitet und dargestellt, die zum Erreichen eines ambitionierten Klimaschutzziels erforderlich sind. Zur Erarbeitung und Abstimmung der Maßnahmenvorschläge wurden zwei umfassende Beteiligungsveranstaltungen für regionale Stakeholder durchgeführt. Abschließend wird zusammenfassend ein strategischer Ausblick für die Fortführung der Klimaschutzpolitik der LH München gegeben. Die Erstellung eines detaillierten integrierten kommunalen Klimaschutzkonzeptes mit einer umfassenden Beteiligung der (Fach)Öffentlichkeit war nicht Gegenstand des Fachgutachtens.

Abbildung 1-1: Definition zentraler Begrifflichkeiten im Fachgutachten



2. Bestandsaufnahme der derzeitigen Klimaschutzmaßnahmen in München

2.1. Vorgehen

Das Ziel dieses Arbeitspaketes war es, das in der Stadt München vorhandene bzw. in München wirkende Klimaschutzinstrumentarium zu erfassen und strukturiert darzustellen. Ein besonderer Schwerpunkt wurde dabei auf Projekte und Maßnahmen in der Gesamtstadt, d.h. der Akteure, die nicht dem direkten Einfluss des Stadtrats und der Stadtverwaltung unterliegen, gelegt.

Es wurde eine umfassende Online-Recherche zu Maßnahmen gesamtstädtischer Akteure, wie Verbände und Vereine, Kammern u.a. sowie Interviews mit lokalen Akteuren und Stakeholdern durchgeführt, um Aktivitäten und Maßnahmen außerhalb der Stadtverwaltung zu identifizieren. Politikinstrumente und Maßnahmen des Landes Bayern und des Bundes wurden ebenfalls über die Auswertung entsprechender Dokumente (z.B. Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz und Klimaschutzaktionsprogramm der Bundesregierung) und Internet-Recherchen zusammengestellt. Darüber hinaus wurden zahlreiche Dokumente der Landeshauptstadt München (LH München, LHM) ausgewertet, um Maßnahmen der Stadtverwaltung zu erfassen. Insbesondere Maßnahmen aus dem Klimaschutzprogramm 2015 des Integrierten Handlungsprogramms Klimaschutz München (IHKM) sowie aus dem Erweiterten Klimaschutzprogramm (EKSP), sowie andere Programme und Vorhaben wurden in die Bestandsaufnahme integriert.

Die Strategien, Maßnahmen und Projekte wurden folgenden Handlungsfeldern zugeordnet:

- Strom- und Wärmeverbrauch Privater Haushalte,
- Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD),
- Landeshauptstadt München als Energieverbraucher und Konsument,
- Verkehr und Mobilität,

- Energieumwandlung und –verteilung,
- Stadtentwicklung, Bauleitplanung und Landschaftsplanung und
- Konsum und Umweltbildung.

Das letztgenannte Handlungsfeld fasst Maßnahmen zusammen, die den indirekten Energieverbrauch privater Haushalte, zum Beispiel durch Konsum und Ernährung, adressieren, sowie handlungsfeldübergreifende Maßnahmen, die auf ein nachhaltiges Verhalten abzielen und damit der Umwelt- bzw. Bewusstseinsbildung zuzuordnen sind. Die genannten Handlungsfelder sind nahezu kompatibel mit den Handlungsfeldern, die im Klimaschutzprogramm 2015 des IHKM verwendet wurden. Dies sind (1) Wohngebäudesanierung/Neubau, (2) Stadtentwicklung, Bauleitplanung, Landschaftsplanung, (3) Mobilität und Verkehr, (4) Energieeffizienz im Gewerbe, (5) Energiebereitstellung und -verteilung, (6) Energiemanagement bei stadteigenen Gebäuden und der elektrischen Verkehrsinfrastruktur, (7) Beschaffung, Dienstfahrzeuge, Dienstreisen, (8) Bewusstseinsbildung (Landeshauptstadt München 2014).

Nicht in allen Fällen ist eine eindeutige Zuordnung der Maßnahmen zu den genannten Handlungsfeldern möglich, in diesem Fall wurde die Maßnahme der am besten passenden Kategorie zugeordnet. Darüber hinaus gibt es Maßnahmen, die sich keinem der definierten Handlungsfelder zuordnen lassen oder die handlungsfeldübergreifend sind. Diese wurden unter der Überschrift „Weitere Maßnahmen“ zusammengefasst. Zu jeder Maßnahme wurden Informationen zu den Umsetzungsakteuren, dem Umfang, den Adressaten bzw. der Zielgruppe, dem Umsetzungsstand, den ausgelösten jährlichen CO₂-Minderungen, sowie zur Art des Instrumentes erfasst, sofern diese Daten vorlagen. Alle Maßnahmen sind nach den Akteuren, die die Maßnahme bzw. das Politikinstrument implementiert haben, sortiert¹.

Das Ergebnis ist eine strukturierte Übersicht über die in der LH München wirkenden Klimaschutzmaßnahmen, die aufgrund der Vielzahl der Akteure jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann. Jede Maßnahme, die in der Bestandsaufnahme erfasst wurde, wurde zudem dahingehend bewertet, welche kommunalen Umsetzungspfade durch sie adressiert werden. Diese strukturierte Übersicht der erfassten Maßnahmen findet sich etwas vereinfacht in Anhang 5, Kapitel 0 des Fachgutachtens, sowie ergänzt um weitere Bewertungskriterien und Informationen in einem separaten Dokument außerhalb des Endberichts. Im Folgenden werden nur die wesentlichen Erkenntnisse aus der Bestandsaufnahme zusammenfassend dargestellt, für einen vollständigen Überblick vgl. Anhang 5 (Kapitel 0).

2.2. Handlungsfeld Strom- und Wärmeverbrauch Privater Haushalte

(Fällt unter die IHKM-Handlungsfelder 1 und 8.)

Im Sektor Private Haushalte wurden knapp 50 Maßnahmen identifiziert. Die städtischen Akteure (LHM und Beteiligungsgesellschaften) sind überwiegend mit Informations- und Beratungsangeboten aktiv, insgesamt sind dies 23 von 29 Angeboten. Im Wesentlichen handelt es sich um Maßnahmen im Rahmen des IHKM sowie des EKSP. Das Bauzentrum München ist als Träger einer Vielzahl von Maßnahmen hervorzuheben. Steuerungsinstrumente der LH München sind z.B. die finanzielle Förderung des „Münchner Gebäudestandards“ im Förderprogramm Energieeinsparung (FES), die Festlegungen im „ökologischen Kriterienkatalog“ beim Verkauf städtischer Grund-

¹ Stadt, Land, Bund, Wirtschaft, Nichtregierungsorganisation (NGO)

stücke und die Festlegungen der Gebäudestandards aus dem Wohnungsbauprogramm „Wohnen in München V“ (WiM V).

Für das Förderprogramm Energieeinsparung (FES) stehen derzeit ca. 14 Mio. € jährlich zur Verfügung, mit denen eine Reihe unterschiedlicher Maßnahmen gefördert werden. Zahlenmäßig mit Abstand am stärksten vertreten ist die Förderung thermischer Solaranlagen, mit jeweils über einem Drittel der Anträge (letzte Evaluierung 2011/2012). Betrachtet man jedoch die Förderung nach ihrem finanziellen Umfang, so ist die wesentlichste Maßnahme die Förderung zur Einhaltung des „Münchner Standards“ im geförderten Wohnungsbau.

Die Wirtschaft, mit Ausnahme der Handwerkskammer und einiger Beteiligungsgesellschaften der Stadt München, und das Land Bayern treten in diesem Sektor nicht als wesentliche Anbieter eines klimapolitischen Instrumentariums auf. Das 10.000-Häuser-Programm hat aufgrund des relativ geringen Umfangs eine nur geringe Wirkung in München.

Auf Bundesebene sind die wesentlichsten Instrumente die KfW-Förderprogramme, die EnEV, das EEWärmeG sowie die NAPE-Sofortmaßnahmen, die (nahezu) ausschließlich Gebäudeeigentümer adressieren.

Durch den Stromsparcheck für einkommensschwache Haushalte des Bundes sowie die Energieberatung für Haushalte mit geringem Einkommen der SWM und für Haushalte mit Energieschulden des Sozialreferats werden Geringverdiener gezielt angesprochen.

Insgesamt werden, mit Ausnahme der Geringverdiener, durch die städtischen Maßnahmen spezifische Zielgruppen derzeit kaum angesprochen². Die Adressaten der Maßnahmen sind in der Regel „Gebäudeeigentümer“ und „Bauherren“, und damit recht allgemein definiert. Suffizienz und verhaltensbezogene Maßnahmen im Sektor Wohnen werden derzeit vor allem im Stromsparcheck adressiert.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld Gebäude und Wohnen“ in Anhang 5.

2.3. Handlungsfeld Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 4.)

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wurden 21 Maßnahmen der LH München identifiziert, inklusive der Maßnahmen, die die Handwerkerschaft adressieren und im Handlungsfeld 1 enthalten sind. Ohnehin-Maßnahmen städtischer Eigenbetriebe, wie zum Beispiel die Durchführung dringend notwendiger Sanierungen, die nicht über das IHKM finanziert werden, wurden nicht mitgezählt. Im Handlungsfeld 4 des aktuellen IHKM sind verschiedene Förderprogramme, über die Beratungs- und Planungszuschüsse für verschiedene Maßnahmen beantragt werden können, enthalten. Die bedeutendste Maßnahme im Handlungsfeld 4 ist die „Freiwillige Selbstverpflichtung im Gewerbe“ (Maßnahme 4.4.4), mit Abstand gefolgt von der Intensivierung und Weiterführung von ÖkoProfit (Maßnahme 4.5.1).

² „Spezifische Zielgruppen“ können sein: unterschiedliche Eigentumsformen bei Wohngebäuden (z.B. Eigentümer, Wohneigentümergeinschaften, Mieter), unterschiedliche Gebäudetypen (z.B. Ein- und Zweifamilien-, Reihen- oder Mehrfamilienhäuser), Bevölkerung in unterschiedlichen Lebensphasen (z.B. Rentner, Familien), unterschiedliche Baualtersklassen bei Wohngebäuden (z.B. Gebäude verschiedener Bauwellen wie Nachkriegszeit, 70-80'er Jahre), Zielgruppen nach Regionen (z.B. Gebäudeeigentümer bestimmter Stadtteile, Quartiere).

Seitens der Wirtschaft selbst gibt es ebenfalls Maßnahmen, die den Klimaschutzmaßnahmen zugerechnet werden können. Hervorzuheben ist das LEEN-Netzwerk, sowie die (deutschlandweiten) Angebote des Verbandes der Wirtschaft für Emissionshandel und Klimaschutz e.V., einer Tochter der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e.V. mit Sitz in München, die hauptsächlich kostenpflichtige Veranstaltungen und Informationen anbietet.

Eine Recherche bei ausgewählten großen Unternehmen in München, darunter alle DAX-Unternehmen, hat ergeben, dass jedes der untersuchten Unternehmen auf seiner Webseite Strategien, Konzepte und Berichte zum Thema Klimaschutz im Unternehmen, gemäß dem gesetzlichen Standard bis hin zu Nachhaltigkeitsberichten, veröffentlicht. Daraus kann geschlossen werden, dass in den großen Unternehmen die Themen Klimaschutz und Energieeffizienz bereits mitgedacht und adressiert werden. Die veröffentlichten Berichte und Statements sind durchweg positiv, können jedoch im Detail nicht nachvollzogen werden, da dafür notwendige Kennziffern nicht veröffentlicht werden.

Nichtregierungsorganisationen (NGO) adressieren den Bereich der Unternehmen bisher kaum. Eine innovative und gleichzeitig witzige Ausnahme stellen die „Club-Mobs“ der NGO rehab republic e.V. dar. Über die sozialen Netzwerke werden Jugendliche aufgefordert, an einem Abend einen bestimmten Club zu besuchen und dort über das Thema Energieeffizienz informiert. Die Einnahmen dieses Abends werden nach Aussage von rehab republic vom Club dann für Energieeffizienzmaßnahmen eingesetzt; außerdem werden Workshops für Clubs angeboten.

Das Land Bayern agiert im Bereich Klimaschutz in der Wirtschaft als Fördermittelgeber, auch für die Energieforschung, sowie im Rahmen des Umweltpaktes Bayern zwischen Bayerischer Staatsregierung und Bayerischer Wirtschaft.

Der Hauptakteur im Sektor Wirtschaft ist jedoch der Bund, der derzeit etwa 30 Klimaschutzinstrumente geplant hat oder umsetzt. Darunter sind allein 19 Sofortmaßnahmen des Nationalen Aktionsplans Energieeffizienz. Die Maßnahmen reichen von Förderprogrammen (KfW und BAFA), über Kampagnen und Beratungsprojekte bis hin zu ordnungsrechtlichen Instrumenten wie das Energiedienstleistungsgesetz.

Branchenspezifische Angebote sind im Maßnahmenportfolio bisher als geplante Maßnahme des Bundes für „Branchenspezifische Effizienzkampagnen“ enthalten. Ansonsten werden bisher ausschließlich Unternehmen allgemein oder bestimmter Größen angesprochen. Hier eröffnet sich somit eine Handlungsoption auf kommunaler Ebene. Die kommunalen Umsetzungspfade sind durch die vorhandenen Maßnahmen nahezu alle mit mehr als zehn geplanten oder in Umsetzung befindlichen Maßnahmen adressiert, mit Ausnahme der Umsetzungspfade energieeffiziente Beschaffung, Dienstreisen und Fuhrparks sowie Motivation der Mitarbeiter zu umwelt- und klimafreundlichem Verhalten.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld Wirtschaft“ in Anhang 5.

2.4. Handlungsfeld Landeshauptstadt München als Energieverbraucher und Konsument

(Fällt unter die IHKM-Handlungsfelder 6 und 7.)

In den Handlungsfeldern 6 und 7 sind im aktuellen IHKM 26 Maßnahmen enthalten. Hervorzuheben sind die im IHKM 2015 neuen Maßnahmen zur Erstellung eines Leitfadens Nachhaltige Beschaffung (7.2.5), sowie die fortgesetzte Förderung der Fifty / Fifty-Projekte (6.9.3). Die hier zu-

sammengefassten Maßnahmen adressieren sowohl den direkten Energieverbrauch als auch den Konsum, zum Beispiel durch die nachhaltige Beschaffung.

Damit hat die Landeshauptstadt München bereits erste Schritte unternommen, um eine, Emissionsminderung in der Verwaltung, insbesondere auch innerhalb des Fuhrparks, zu erreichen. Die Weiterentwicklung und Erweiterung, sowie insbesondere die konsequente und vollständige Umsetzung der Maßnahmen stellen hier eine wichtige Aufgabe dar.

Das Sonderprogramm „Energieeffiziente Gebäudehülle und Heizungssanierungen“ für städtische Liegenschaften ist die Maßnahme im IHKM 2015 mit dem größten finanziellen Umfang. Für dieses Programm sollen zwischen 2015 und 2017 70,8 Mio. EUR aus dem IHKM ausgegeben werden.

Bedeutendstes Klimaschutzprogramm auf Bundesebene ist die Kommunalrichtlinie im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des BMUB, über die zahlreiche Fördermöglichkeiten für Kommunen bestehen. Zum Beispiel werden investive Maßnahmen zur Umstellung von Innen- und Außenbeleuchtung auf effiziente LED-Leuchten gefördert. Diese Fördermöglichkeiten wurden von der LH München bereits mehrfach in Anspruch genommen.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld LHM als Energieverbraucher“ in Anhang 5.

2.5. Handlungsfeld Verkehr und Mobilität

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 3.)

Klimaschutz im Verkehr zeichnet sich vor allem durch die Verlagerung des Verkehrs auf umweltfreundliche Verkehrsträger, Verkehrsvermeidung und die verträgliche Gestaltung des Verkehrs sowie technologiebasierte Strategien aus. Im Verkehrsbereich wurden in München rund 70 Maßnahmen und Projekte zum Klimaschutz³ in den letzten Jahren initiiert. Der Hauptakteur ist dabei die Stadt München gefolgt von den Verkehrsbetrieben und Organisationen, Verbänden und Vereinen wie GreenCity e.V., ADFC, und dem VCD⁴. Die MVG (Münchner Verkehrsgesellschaft) und der MVV (Münchner Verkehrs- und Tarifverbund) adressieren vor allem Klimaschutzaktivitäten im ÖPNV, zur Vernetzung der Verkehrsmittel, aber auch zum Radverkehr. Zudem ist die Stadt München und Akteure wie GreenCity e.V. mit Kampagnen und Informationsbereitstellung zur Bewusstseinsbildung vorwiegend in den Bereichen Fuß- und Radverkehr sehr aktiv. Im Bereich des Mobilitätsmanagements sowie bei Maßnahmen zum ÖPNV finden viele Maßnahmen seitens der Stadt München in Kooperation mit der MVG statt. Weitere Akteure sind Anbieter von Mobilitätsdienstleistungen wie beispielsweise Carsharing, wobei Klimaschutz nicht die primäre Motivation der Aktivitäten ist. Dennoch können sie unter geeigneten Rahmenbedingungen wie z.B. bei Kooperationen zwischen Wohnungsbaugesellschaften und Sharing Konzepten zum Klimaschutz beitragen.

Schwerpunkte der Maßnahmen stellen Aktivitäten zur Informationsbereitstellung und Bewusstseinsbildung dar. Zudem werden alternative und effizientere Technologie und einige überwiegend kleinere Infrastrukturprojekte gefördert. Ordnungspolitische und marktbasierende Instrumente kommen hingegen kaum zum Einsatz.

Der Großteil der städtischen Maßnahmen ist Bestandteil der Klimaschutzprogramme 2010, 2013 und 2015 im IHKM sowie der Fortschreibung 5 und 6 des Luftreinhalteplans für München. Darüber hinaus wurde das IHFEM (Integrierte Handlungsprogramm zur Förderung der Elektromobilität)

³ In dieser Summe sind die zahlreichen Einzelmaßnahmen von Organisationen als Maßnahmenbündel enthalten.

⁴ Verkehrsclub Deutschland e.V.

2015 initiiert, welches im Rahmen eines umfassenden Maßnahmenpakets zur Elektromobilität die Anschaffung von gewerblich genutzten Pedelecs, Lastenpedelecs sowie Leichtfahrzeugen und zwei- und dreirädrigen Elektrofahrzeugen fördert (LHM 2015) .

Die Bestandsanalyse zeigt, dass in München viele verschiedene Aktivitäten im Verkehr mit dem Ziel der Verkehrsverlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsmittel und der Diffusion energieeffizienter Technologien stattfinden. Diese adressieren die für München identifizierten Handlungsstrategien und kommunalen Umsetzungspfade unterschiedlich stark. Beispielsweise werden im Bereich des Wirtschaftsverkehrs nur wenige nicht technische Maßnahmen umgesetzt, während auf der technischen Seite mit dem IHFEM ein umfangreiches Handlungsprogramm entwickelt wurde.

Zudem gibt es viele einzelne Projekte im Bereich des Verkehrsverhaltens. Eine integrierte Betrachtung und Entwicklung von Maßnahmen, um Synergien und Lücken zu identifizieren, findet beispielsweise mit dem Arbeitskreis Radverkehr statt, ist jedoch noch stärker zu verfolgen, um ambitionierte Klimaschutzziele zu erreichen. Dies ist vor allem für das Zusammenspiel zwischen Mobilitätsmanagement und Infrastrukturmaßnahmen relevant. Die sehr effektiven zielgruppenspezifischen Maßnahmen zur Information und Bewusstseinschaffung können Mobilitätsverhalten nur weitreichend verändern, wenn die infrastrukturellen Voraussetzungen im ÖPNV, Radverkehr und bei der Nahmobilität gegeben sind. Hier gibt es großen Nachholbedarf, der sich mit zunehmender Bevölkerungsentwicklung in München verschärfen wird. Der ÖPNV hat beispielsweise bereits in den morgendlichen und abendlichen Spitzenstunden seine Kapazitätsgrenze erreicht. Neben dem Binnenverkehr ist davon auch massiv der Pendlerverkehr betroffen. Hier könnten auch Fahrrad und Pedelec eine Alternative werden, wenn entsprechende Fahrradwege und Erleichterungen für die Nutzung und das Abstellen geschaffen werden. Ansätze lassen sich hierbei z. B. bei der Planung und dem Bau vom Fahrradschnellweg von Pasing in die Innenstadt finden. In diesem Zusammenhang ist eine enge Kooperation zwischen der Stadt München und den Umland-Gemeinden für die Planung und Umsetzung von wirkungsvollen Maßnahmen wesentlich. Eine zunehmende Herausforderung wird dabei die begrenzte Fläche im Straßenraum darstellen und die Frage, wie diese zwischen den Verkehrsträgern aufzuteilen ist.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld Verkehr / Mobilität“ in Anhang 5.

2.6. Handlungsfeld Energieumwandlung und –verteilung

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 5.)

Im IHKM 2015 sind im Handlungsfeld 5 drei umfassende Maßnahmen der SWM und insgesamt fünf kleine Maßnahmen anderer Akteure aufgeführt. Allein die SWM-Maßnahme „Ausbauoffensive Erneuerbare Energien“ leistet über 85 % der in diesem Handlungsfeld insgesamt erwarteten kumulativen CO₂-Einsparung. Die Maßnahmen der anderen Akteure leisten zusammen einen Anteil von 2 % der erwarteten kumulativen CO₂-Einsparung dieses Handlungsfelds. Dies unterstreicht die hohe Bedeutung, welche die Aktivitäten der SWM im Bereich der Energieumwandlung und -verteilung für die Treibhausgas-Minderung in München haben. Auch die Verluste, die bei der Energieumwandlung und bei der Verteilung entstehen, sollten so weit wie möglich minimiert werden.

Die SWM planen im Rahmen der „Ausbauoffensive Erneuerbare Energien“, bis zum Jahr 2025 so viel Strom aus erneuerbaren Energien in SWM-eigenen Anlagen zu erzeugen wie in der LH München insgesamt verbraucht wird. Seit dem Start der Ausbauoffensive im Jahr 2008 haben die SWM umfassende Investitionen in erneuerbare Kraftwerke getätigt. Zwar soll hierbei regionalen Projekten grundsätzlich Vorrang eingeräumt werden, aber aufgrund der begrenzten regionalen Potenziale und der deutlich besseren Wirtschaftlichkeit von Projekten in anderen Teilen Deutsch-

lands und Europas liegt der Schwerpunkt der erzielten Stromerzeugung außerhalb des Münchner Umlands. Nach Informationen der SWM wurde Mitte des Jahres 2015 ein wichtiger Zwischenschritt erreicht, indem die SWM-eigenen EE-Kraftwerke so viel Strom ins Netz einspeisten, wie alle Münchner Haushalte zusammen mit U-Bahn, Straßenbahn und Elektromobilität an Strom benötigen. Aus energiewirtschaftlichen Gründen ist es nicht möglich, diesen Strom auch vollständig zur tatsächlichen Versorgung der Stadt einzusetzen. Zudem wird ein Großteil des Stroms der Ausbau-offensive weit außerhalb des Territoriums der LH München erzeugt und kann daher aufgrund der in diesem Gutachten gewählten Methodik für die Klimabilanz nicht quantitativ, sondern nur nachrichtlich berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 5.7.1). In den kommenden Jahren wollen die SWM ihre Investitionen fortführen, um das gesetzte Ziel bis 2025 zu erreichen.

Eine weitere wichtige Planung der SWM ist die Vision, die Fernwärme-Erzeugung bis zum Jahr 2040 komplett auf erneuerbare Energien umzustellen. Hierbei soll insbesondere die tiefe Geothermie genutzt werden, die im Münchner Raum ausreichend zur Verfügung steht. Aktuell sind zwei Geothermie-Anlagen in Sauerlach und Riem in Betrieb, bei einer dritten Anlage in Freiham konnten die Bohrungsarbeiten abgeschlossen werden.⁵ Mit der Einspeisung von geothermaler Wärme ins Wärmenetz wird bei dieser Anlage ab Herbst 2016 gerechnet. Nach Angaben der SWM könnte etwa alle zwei Jahre eine weitere Geothermie-Anlage in Betrieb gehen.

Eine Voraussetzung für die vollständige Ablösung der bisherigen Fernwärme-Erzeugung durch Geothermie ist die Umstellung des noch verbliebenen Dampfnetzes in der Münchner Innenstadt auf Heißwasser. Zudem ist es erforderlich, die Vorlauftemperatur im Fernwärmenetz generell abzusenken. Dies erlaubt eine effiziente Einbindung erneuerbarer Energien und verringert die Wärmeverluste. Nach Angaben der SWM soll die Dampfnetz-Umstellung in einigen Jahren wieder aufgenommen und zeitlich koordiniert mit dem geplanten schrittweisen Ausbau der Geothermie realisiert werden. Die Zeitplanung muss technische Rahmenbedingungen, die vertretbar erscheinenden Beeinträchtigungen durch Straßenbauarbeiten und die bestehenden vertraglichen Vereinbarungen mit den Dampfkunden berücksichtigen. Zudem verfolgen die SWM eine Strategie, weitere Fernwärme-Kunden durch Verdichtung im Fernwärmegebiet und Erschließung einzelner neuer Versorgungsgebiete zu gewinnen. Hierdurch soll u.a. der absehbare Rückgang der Fernwärmefachfrage durch bessere Wärmedämmung der Gebäude ausgeglichen werden, um die Auslastung der Erzeugungsanlagen und Netze sicherzustellen.

Zudem wird derzeit diskutiert, ob es sinnvoll ist, den mit Steinkohle betriebenen Block 2 des Heizkraftwerks München Nord vorzeitig stillzulegen. Gemäß einer gemeinsamen Untersuchung von SWM und Öko-Institut vom September 2016 könnte diese Maßnahme, die nicht im IHKM enthalten ist, bei einer Stilllegung im Jahr 2025 bis zum aktuell geplanten Betriebsende des Kraftwerksblocks im Jahr 2035 zu einer kumulierten CO₂-Minderung zwischen 5,3 und 7,5 Mio. t führen (Timpe et al. 2016). Bei der Ermittlung dieses Werts wurde berücksichtigt, dass bei einer Stilllegung des Kohleblocks die Wärmeerzeugung in München durch die bestehenden Heizkraftwerke und Heizwerke der SWM aufgefangen werden muss und die ausfallende Stromerzeugung durch Kraftwerke in München oder außerhalb Münchens ausgeglichen werden muss. Da die Verstromung von Kohle unter den aktuellen Marktbedingungen relativ kostengünstig möglich ist, würde den SWM jedoch bei einer vorzeitigen Abschaltung im Jahr 2025 bis zum Jahr 2035 voraussichtlich ein kumulierter Gewinn vor Steuern in Höhe von 78 bis 160 Mio. EUR entgehen.⁶ Bereits Anfang 2015 wurde ein ähnliches Gutachten vorgelegt, das unter den damals getroffenen Annahmen deutlich höhere fi-

⁵ Die Anlage in Sauerlach erzeugt neben Wärme auch Strom aus Geothermie. Sie steht außerhalb des Stadtgebiets und kann daher in der Klimabilanz dieses Gutachtens nicht berücksichtigt werden.

⁶ Diese Kennzahl wurde als Barwert im Jahr 2015 berechnet.

nanzielle Einbußen für die SWM ermittelt hat (Timpe et al. 2015). Vor dem Hintergrund dieser Eckdaten haben der Stadtrat und der Aufsichtsrat der SWM in 2015 beschlossen, dass der Kohleblock bis auf weiteres weiter betrieben werden soll. Auch wenn die aktualisierte Studie deutlich geringere finanzielle Einbußen für die SWM ermittelt hat, lässt sich aus der Untersuchung kein festes Datum für die Abschaltung des Kohlekraftwerks ableiten. Der Aufsichtsrat der SWM hat beschlossen, die Analyse daher künftig alle zwei Jahre zu aktualisieren. Eine Entscheidung, ob das HKW Nord 2 trotz der erwarteten finanziellen Einbußen für die SWM vorzeitig stillgelegt werden soll, müsste der Stadtrat der LHM treffen. Der Stadtrat hat sich zum Zeitpunkt des Abschlusses des hier vorliegenden Gutachtens noch nicht mit den Ergebnissen der aktualisierten Studie zum Heizkraftwerk Nord befasst. Insofern muss für dieses Gutachten noch offen bleiben, wie lange die SWM den Kohleblock im HKW Nord weiter betreiben werden.

Die Maßnahmen anderer Akteure als der SWM im Handlungsfeld 5 des IHKM 2015 betreffen den Ersatz bestehender BHKW in Kläranlagen, den Bau einer Freiflächen-PV-Anlage und kleinere Projekte zur Nutzung der Windkraft. Ihre Umsetzungsbedingungen werden als gut eingeschätzt. Eine NGO ist in der Beratung zu PV-Anlagen aktiv, darüber hinaus gibt es Programme des Landes zur Förderung der nachhaltigen Stromerzeugung durch Kommunen und Bürgeranlagen, zur Förderung der Tiefengeothermie und zum Einsatz fester Biomasse in Heizwerken.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld Energieversorgung und -verteilung“ in Anhang 5.

2.7. Handlungsfeld Stadtentwicklung, Bauleitplanung, Landschaftsplanung

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 2.)

Im IHKM-Handlungsfeld 2 sind im aktuellen Klimaschutzplan im IHKM 17 Maßnahmen enthalten. Hervorzuheben ist die im IHKM 2015 neue Maßnahme zur Aktualisierung der Solarpotenzialanalyse für die Gebäude im Stadtgebiet München (2.3.2). Auch in diesem Handlungsfeld stellt die Weiterentwicklung und Umsetzung der vorhandenen Maßnahmen eine wichtige Aufgabe für die Zukunft dar.

Zu den bestehenden Instrumenten der Stadtentwicklung gehört die Leitlinie Ökologie, die seit 2001 besteht und, im Rahmen des Stadtentwicklungskonzeptes PERSPEKTIVE MÜNCHEN, im Jahr 2012 um den Themenschwerpunkt „Klimawandel und Klimaschutz“ ergänzt wurde. Sie wurde referatsübergreifend von Bau-, Kommunal-, Kreisverwaltungsreferat, Referat für Arbeit und Wirtschaft, für Gesundheit und Umwelt, für Stadtplanung und Bauordnung, sowie dem Sozialreferat unter Beteiligung der Stadtwerke München GmbH (SWM) erarbeitet. Als übergeordnete Handlungsschwerpunkte werden Energieversorgung, Gebäude/Stadtplanung und Mobilität, Landnutzung und Naturhaushalt, Nutzerverhalten/Lebensstile und Gesundheit benannt. Für die Handlungsfelder wurden politische Ziele und Zielerreichungsstrategien entwickelt und Leitprojekte entworfen. Wesentlicher Aspekt war der öffentliche Dialog: dazu wurde 2010 eingeladen sich mit den formulierten Vorschlägen/Zielen/Strategien auseinanderzusetzen und eigene Beiträge einzubringen.

Auf Landesebene ist das Förderprogramm zur Förderung von Energiekonzepten und kommunalen Energienutzungsplänen als Instrument hervorzuheben.

Bedeutendstes Klimaschutzprogramm auf Bundesebene ist die Kommunalrichtlinie im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des BMUB, über die zahlreiche Fördermöglichkeiten für Kommunen bestehen. Außerdem das KfW-Förderprogramm „Energetische Stadtsanierung“, welches eine Fördermöglichkeit für Quartiersmanager enthält. Die Förderungen dieser beiden Programme nutzt die LH München bereits umfangreich. Vom BMUB wurde darüber hinaus im Juni 2016 die Nach-

barschaftsrichtlinie „Kurze Wege für den Klimaschutz“ veröffentlicht, über die für begrenzte Zeit Nachbarschaftsprojekte wie z.B. Maßnahmen auf Nachbarschaftsebene zur Bildung, Information und Aufklärung im Klimaschutz und zur Aktivierung von Bürgerinnen und Bürgern für klimaschonendes Alltagsverhalten auf Nachbarschaftsebene gefördert werden. Beide letztgenannten Instrumente fördern den Quartiersgedanken, die quartiersweise Betrachtung innerhalb der Kommune, der nicht nur seitens der Gutachter eine große und weiter wachsende Bedeutung beigemessen wird, und dies nicht nur im Themenfeld Energieversorgung und Sanierung, sondern auch bezüglich klimafreundlichen Verhaltens, Suffizienz und Konsum.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld Stadtentwicklung“ in Anhang 5.

2.8. Handlungsfeld Konsum und Umweltbildung

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 8.)

Die Stadt München ist in den genannten Handlungsfeldern bereits mit einer Reihe von Maßnahmen aktiv. Insgesamt wurden 25 Projekte und Maßnahmen recherchiert, die zum Beispiel nachhaltigen Konsum (Konsumverringerung, Stärkung von Biolebensmitteln) oder Maßnahmen, die auf eine Bewusstseinsänderung hinsichtlich von Klimaschutzbelangen und damit einhergehend auf eine Verhaltensänderung der Bürgerinnen und Bürger abzielen, zum Beispiel durch Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungen. Die SWM bietet ein Informationsangebot für Schulen an.

Ein wesentlicher Akteur in diesem Handlungsfeld sind Vereine, die zahlreiche Projekte durchführen und dafür Mittel verschiedener Fördermittelgeber oder Spenden einsetzen. Hervorzuheben ist zum Beispiel die Veranstaltungsreihe „Münchner Klimaherbst“.

Die am häufigsten durch das vorhandene Maßnahmenportfolio angesprochene Zielgruppe sind Erwachsene mit 19 Maßnahmen, gefolgt von Kindern und Jugendlichen mit sieben Maßnahmen. Außerdem werden Verwaltungsmitarbeiter von fünf Maßnahmen und Multiplikatoren von einer Maßnahme adressiert. Über die Wirkung der Maßnahmen liegen bisher keine Erkenntnisse vor. Eine zielgruppenspezifische Ansprache, zum Beispiel bei den Erwachsenen, gibt es bisher kaum. Nach Aussagen einiger Akteure werden über die zahlreichen, qualitativ hochwertigen Veranstaltungen häufig dieselben Personen und Personengruppen erreicht. D.h. eine Vermittlung des Themas in der Breite findet bisher kaum statt. Der Klimaschutzaktionsplan, der bereits beschlossen ist und 2018 startet, soll eine breite Erreichung der Zielgruppen unterstützen.

Zur Maßnahmenübersicht siehe Tabelle „Handlungsfeld Bewusstseinsbildung / Konsum“ in Anhang 5.

2.9. Weitere und handlungsfeldübergreifende Maßnahmen der LH München

Die LH München ist Mitglied in verschiedenen Städtenetzwerken, darunter sind Klima-Bündnis, Energy Cities und EUROCITIES. Eine weitere Initiative ist der Konvent der Bürgermeister; ein von der EU-Kommission initiiertes Prozess zur verstärkten Einbindung der Kommunen in die Umsetzung des EU-Ziels der Reduktion der Treibhausgase um 40 % bis 2030. Darüber hinaus unterstützt die LH München die Arbeit von Vereinen und Verbänden finanziell. 2013 wurden Umwelt- und Agenda 21-Projekte mit insgesamt mehr als 1,25 Mio. Euro gefördert.

Wichtiger Bestandteil der Münchner Klimaschutzpolitik war bis zum Jahr 2015 das Bündnis „München für Klimaschutz (MfK)“. Es wurde 2007 gegründet mit dem Ziel, einen Beitrag der nichtstädtischen Partner zur Erreichung des Klimaziels für 2030 zu leisten. Es wurde ein Netzwerk von 100 Bündnispartnern aufgebaut, indem gesamtstädtische Akteure aus den Bereichen Wirtschaft, Wis-

senschaft, Politik, Verbände, Verwaltung, Institutionen und Medien vertreten waren und in vier fachlichen Foren zusammen arbeiteten. Das Bündnis für Klimaschutz war in seiner Zielstellung und Größe national beispielhaft für die Vernetzung verschiedenster Akteursgruppen für den Klimaschutz.

Mit Stand Oktober 2016, befindet sich der Klimaschutzaktionsplan für Zielgruppen außerhalb der Verwaltung (private Haushalte, Wirtschaft, Industrie, Verbände, Vereine etc.) in Vorbereitung. Er soll dazu dienen, vorhandene Klimaschutzaktivitäten der Stadtverwaltung und der Vereine und andere städtischer Akteure zu „integrieren“ und eine einheitliche Dachmarke für den Klimaschutz in München zu etablieren, sowie die Stadtgesellschaft für die Ziele des Klimaschutzes zu sensibilisieren und zu motivieren⁷.

Weitere laufende, geplante oder kürzlich abgeschlossene Projekte mit Relevanz für den Klimaschutz sind u.a.:

Smart Cities Projekt Smarter Together

Der Name „Smarter Together“ steht für ein EU-Projekt, welches von PLAN und RAW gemeinsam mit Lyon (Projektleitung) und Wien entwickelt und am 5. Januar 2016 gestartet wurde. München ist beteiligt mit dem Sanierungsgebiet Neuaubing-Westkreuz und dem Neubaugebiet Freiham. In den Leuchtturm-Projekten sollen die Themen Gebäudesanierung und Niedrigenergiequartiere mit neuen innovativen Lösungen im Bereich Elektromobilität und durch intelligente IT-Lösungen vernetzt werden, um die Energieeffizienz zu steigern und CO₂ einzusparen.

Gutachten PERSPEKTIVE MÜNCHEN 2040+

Das Fachgutachten behandelt die Entwicklung qualitativer, d.h. beschreibender Szenarien für die weitere Entwicklung Münchens ab dem Jahr 2040. Auftragnehmer ist das Fraunhofer-Institut für Arbeit und Organisation (Fraunhofer IAO) in Stuttgart. Es wurden drei Fokusszenarien erstellt, die den Einfluss der Zukunftstrends auf die künftige klimatische Situation in München aufzeigen und vice versa. Es gibt Folgeprozesse zum Gutachten: zum einen die Fortschreibung der Perspektive München und zum anderen die Auseinandersetzung mit dem Thema digitale Transformation.⁸

Gutachten „2.000-Watt-Gesellschaft“

Im Rahmen des Gutachtens „2.000-Watt-Gesellschaft“ sollten die verschiedenen bestehenden Thesen zum Thema 2.000-Watt-Gesellschaft überprüft werden. Auftragnehmer ist die Firma Intep in Kooperation mit der TUM, Fraunhofer ISI, Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, Hochschule Konstanz.

Stoffstrom-Modell München

Vom RGU wurden zwei FuE-Förderanträge unterstützt. Projektkoordinator und Antragsteller ist in beiden Fällen die Hochschule Potsdam. Erste Ergebnisse werden 2017 erwartet. Der erste Projektantrag wurde im Rahmen des EU-Programms „Horizon 2020“ gestellt und beinhaltet die Entwicklung eines Abfall-Stoffstrommodells „MARS4Waste“.

Der zweite Projektantrag wurde bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gestellt und beinhaltet die Entwicklung eines Gesamt-Stoffstrommodells für München. Zu letzterem Projektantrag wurde vorab ein Gutachten vergeben, das einen ersten Beitrag für das Ressourcenflussmodell Münchens liefern und die Stoffströme am Beispiel von Phosphor ermitteln und darstellen soll.

⁷ Für nähere Informationen zum Klimaschutzaktionsplan siehe https://www.ris-muenchen.de/RII/RII/ris_vorlagen_detail.jsp?risid=3848884

⁸ Ergebnisse dieser Studie wurden in bei den Szenariorechnungen verwendet und sind wo dies zutreffend ist in Kapitel 5 erläutert.

EU Projekt Imagine

In den Jahren 2012 bis 2014 beteiligte sich das Referat für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München an dem von Energy Cities koordinierten EU-Projekt IMAGINE ("Imagine low energy cities with a high quality of life for all") im Rahmen des EU Förderprogramms "INTERREG IVC". Aufgabe der Stadt München innerhalb des Projekts war es, erste Ideen für die Ausarbeitung eines lokalen Energiefahrplans bis zum Jahr 2050 zu sammeln. Der lokale Energiefahrplan soll in Anlehnung an die Energy Roadmap der Europäischen Union entwickelt werden, und notwendige Schritte zur Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen um 80 % bis 2050 skizzieren.

Ideen für den lokalen Energiefahrplan der Landeshauptstadt München wurden im Rahmen eines Forums mit der Beteiligung verschiedener Akteure der Stadtgesellschaft gesammelt, die Themen Energieverbrauchsreduktion, Suffizienz und 2000-Watt-Gesellschaft wurden aufgegriffen. Verschiedene Meilensteine wurden definiert, die einen möglichen Weg Münchens hin zu einer Stadt mit geringem Energieverbrauch und hoher Lebensqualität aufzeigen⁹.

Eine Metropole der Größe Münchens könnte die Möglichkeit, Drittmittel, zum Beispiel der EU oder des Bundes, für die Umsetzung von Projekten zur Verbesserung des Klima- und Umweltschutzes noch häufiger in Anspruch nehmen als dies bisher der Fall ist.

3. Aktueller Stand und Entwicklung des Energieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen seit 1990

3.1. Vorgehen

Zur Bewertung der Entwicklung von Energieverbrauch und Emissionen zwischen 1990 und 2014 war es zunächst notwendig, eine konsistente Datengrundlage für 1990 und 2014 zu schaffen. Die Datengrundlage, die ECORegion als Ergebnis ausweist, erwies sich nur bedingt als geeignet (vgl. Kapitel 12.2). Die einzige weitere vorliegende sektorspezifische Bestimmung der Energieverbräuche und der Emissionen für das Jahr 1990 entstammt dem Fachgutachten des Öko-Instituts aus dem Jahr 2004 (Timpe et al. 2004). Insgesamt ist die Datenlage eher schlecht, was jedoch nicht ungewöhnlich für Kommunen ist. Für das Jahr 2014 liegen insgesamt bessere Daten vor als für das Jahr 1990. Mit großen Unsicherheiten behaftet ist die Höhe des Verbrauchs nicht-leitungsgebundener Energieträger sowie die Aufteilung des Energieverbrauchs zwischen den Sektoren Private Haushalte (PHH) und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Hier mussten bei fehlenden Daten Annahmen getroffen und bundesweite Mittelwerte verwendet werden. Dies sollte bei der Interpretation der sektorspezifischen Ergebnisse berücksichtigt werden.

Die Aufteilung des Energieverbrauchs nach Sektoren und der Energieverbrauch der nicht-leitungsgebundenen Energieträger wurden bottom-up unter Einbeziehung aller verfügbaren Datenquellen und Informationen ermittelt. Dazu wurde das Szenariotool verwendet, mit dem auch die Szenariorechnungen im Rahmen des Arbeitspaketes 7 durchgeführt werden. Es wurde eine Plausibilisierung der Ergebnisse für die Energieverbräuche mit den temperaturbereinigten Absatzzahlen der Stadtwerke München für leitungsgebundene Energieträger durchgeführt. In Tabelle 3-1 ist eine Übersicht der verwendeten Datengrundlagen und Annahmen zur Ermittlung der Energieverbräuche in den einzelnen Sektoren zusammengestellt.

⁹ http://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Klimaschutz_national/Imagine.html

Tabelle 3-1: Verwendete Datengrundlage und Kennziffern für die Ermittlung der sektorspezifischen Energieverbräuche

Sektor	Verwendete Daten für Abschätzung der stationären Energieverbräuche
Private Haushalte – Geräte	<ul style="list-style-type: none"> - Geräteausstattung pro Haushalt (Bundesweite Mittelwerte) - Spez. Endenergieverbrauch pro Gerät (Bundesweite Mittelwerte)
Private Haushalte – Raumwärme	<ul style="list-style-type: none"> - Aufteilung der Wohngebäudetypen und Baualtersklassen nach der Münchner Wärmebedarfskarte (Steinert und Rebitzer 2015) - Wohnflächenentwicklung auf Basis der Zahlen des Statistischen Landesamtes Bayern - Spezifischer Raumwärmeverbrauch auf Basis Steinert und Rebitzer (2015), mit Umrechnung von Bedarf auf Verbrauch nach Loga et al. (2015) - 2014: Aufteilung des Energieverbrauchs auf Energieträger nach Heizspiegel München 2016 (Jahnke und Jank 2016) - 1990: Aufteilung nach Energieträgern auf Basis eigener Abschätzungen und Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016)
Private Haushalte – Warmwasser	<ul style="list-style-type: none"> - Pro-Kopf-Verbrauch Warmwasser (Bundesweite Mittelwerte nach Matthes 2009) Notwendiger Energieeinsatz zur Anhebung der Temperatur um 35°C (nach Matthes 2009) - Aufteilung des Energieverbrauchs auf Energieträger nach bundesweiten Mittelwerten und Heizspiegel München 2016 (Jahnke und Jank 2016) - Mittlere Nutzungsgrade für die lokale Warmwasserbereitstellung (bundesweite Mittelwerte nach Matthes 2009)
GHD	<ul style="list-style-type: none"> - Für 2014: Beschäftigtenzahlen für München (Statistik der Bundesagentur für Arbeit) - Spezifische Energieverbräuche pro Beschäftigten (Schlomann et al. 2015) - Für 1990: Verwendung der (geprüften) Werte aus Timpe et al. (2004) - Aufteilung des Brennstoffverbrauchs auf der Basis der Aufteilung aus Timpe et al. (2004) der Verteilung des Energieträgereinsatzes in München insgesamt sowie der Absatzzahlen der Stadtwerke München
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> - Daten des Statistischen Landesamtes: Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe (1995 – 2014, keine Daten für Fernwärmeverbrauch vor 2005) - Trendfortschreibung zwischen 1995 und 1990; bei Fernwärme Annahme zum Fernwärmeverbrauch im Jahr 1990 auf der Basis des Fernwärmeabsatzes der SWM

Die für die Berechnung verwendeten Emissionsfaktoren (EF) des stationären Energieverbrauchs sind in Tabelle 3-2 dargestellt. Für Strom und Fernwärme wurde ein Emissionsfaktor errechnet (vgl. dazu Kapitel 5.7). Alle anderen EF stammen aus GEMIS 4.94.

Für den Verkehrssektor basiert die Berechnung des Energieverbrauchs und der Emissionen im Wesentlichen auf den Daten der Verkehrsleistung des Bilanzierungstools ECORegion und dem Modellierungstool TEMPS (Transport Emissions and Policy Scenarios). TEMPS verwendet keine Energieträger-bezogenen Emissionsfaktoren, sondern auf die Fahrleistung bezogene Emissionsfaktoren. Diese sind in der Tabelle angegeben und berücksichtigen die Zusammensetzung der Antriebstechnologien für die jeweiligen Verkehrsträger des Referenzszenarios (vgl. Kapitel 5.6 für weitere Informationen).

Tabelle 3-2: Verwendete Emissionsfaktoren

stationärer Energieverbrauch [g/kWh]	1990		2014	
	CO ₂	THG	CO ₂	THG
Strom Bundesmix	768	872	523	600
Erdgas	201	253	201	250
Heizöl	268	321	268	320
Fernwärme München	197	241	237	277
Solarthermie	-	28	0	28
Biogene Brennstoffe / Holz	0	17	0	22
Kohle	337	444	337	444

Tabelle 3-3: Verwendete direkte CO₂-Emissionsfaktoren¹⁰ im Sektor Verkehr

	1990	2014
Personenverkehr [g/pkm]		
Motorräder	99	59
Personenwagen	155	117
Linienbusse	80	68
Straßenbahn/U-Bahn	0	0
Schienennahverkehr/S-Bahn	73	12,7
Schienenpersonenfernverkehr	35	1,1
Güterverkehr		
Nutzfahrzeuge [g/km]	558	505
Schienengüterverkehr [g/tkm]	16	2,9

Quelle: Tremod 5,41 (IFEU); TEMPS (Öko-Institut)

3.2. Ergebnisse

Ein Vergleich der temperaturbereinigten Absatzzahlen der leitungsgebundenen Energieträger der Stadtwerke München (SWM) der Jahre 1990 mit denen des Jahres 2014 zeigt, dass der Stromverbrauch in den vergangenen 24 Jahren um knapp 15 % angestiegen ist, der Fernwärmeverbrauch ist ebenfalls deutlich gestiegen, und zwar um 14 %. Lediglich der Erdgasverbrauch ist im gleichen Zeitraum um etwa 6 % gesunken (Tabelle 3-4).

Tabelle 3-4: Entwicklung des Verbrauchs leitungsgebundener Energieträger in München, temperaturbereinigt

Energieträger		1990	2014	Änderung um
Stromverbrauch	GWh/a	6.502	7.472	+ 14,9 %
Fernwärmeverbrauch	GWh/a	3.571	4.076	+ 14,1 %
Erdgasverbrauch (H _u)	GWh/a	7.413	6.987	- 5,7 %

Quelle: Grundlage SWM-Absatzzahlen, temperaturbereinigt, bei Gas außerdem Umrechnung von H_o auf H_u, bei Strom zuzüglich Bahnstrom

Abbildung 3-1 und Tabelle 3-5 zeigen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den einzelnen Sektoren von 1990 bis 2014. Unter Berücksichtigung der oben genannten Einschränkungen zur Datenqualität kann folgendes festgestellt werden:

¹⁰ Die direkten Emissionen entsprechen den Emissionen, die während des Fahrbetriebs entstehen. Für die Szenariorechnungen wird bei der Ermittlung der CO₂-Emissionen, die durch die Stromnutzung anfallen, das Territorialprinzip angewandt (vgl. Kapitel 5.7).

Bei den privaten Haushalten nahm der Stromverbrauch deutlich ab. Bei der Raumwärmebereitstellung fand ein Wechsel von Heizöl zu Erdgas statt, der Fernwärmeverbrauch sank leicht. Insgesamt ist der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte um 1.660 GWh/a oder etwa 14 % gestiegen. Im gleichen Zeitraum stieg die für den Energieverbrauch relevante Bevölkerung¹¹ um knapp 24 %. Es wurden demnach bei den privaten Haushalten deutliche Effizienzgewinne erzielt.

Im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) nahm der Endenergieverbrauch zwischen 1990 und 2014 um etwa 1 % zu. Im gleichen Zeitraum kam es im Sektor GHD zu einer Zunahme der Zahl der Beschäftigten um etwa 28 %, so dass trotz der Zunahme auch hier von Effizienzgewinnen ausgegangen werden kann. Bei dem Einsatz der einzelnen Energieträger ergeben sich große Verschiebungen mit einem starken Rückgang bei Heizöl und Erdgas und einem großen Gewinn bei der Fernwärme. Diese Entwicklung ist durch die vorliegenden Daten nicht gesichert, jedoch entspricht der Fernwärmeabsatz in den Jahren 1990 und 2014 insgesamt dem von den SWM zur Verfügung gestellten Zahlen. Da für private Haushalte und Industrie bessere Daten zur Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die Energieträger vorliegen, ergibt sich der Fernwärmeverbrauch des Sektors GHD aus der jeweiligen Differenz.

In der Industrie kam es nahezu zu einer Halbierung des Endenergieverbrauchs mit einem starken Rückgang des Verbrauchs bei allen Energieträgern. Auch bei den Beschäftigtenzahlen im Verarbeitenden Gewerbe fand ein starker Rückgang statt, von 179.400 Beschäftigten in 1990 auf 96.000 Beschäftigte in 2014. Die Reduktion des Energieverbrauchs ist zu einem nicht quantifizierbaren Anteil wahrscheinlich statistisch begründet: so fanden in den vergangenen Jahrzehnten mehrfache Neuordnungen der statistischen Zuordnung der Wirtschaftszweige statt. Zu einem gewissen Anteil ist der Rückgang jedoch auch auf den Strukturwandel und die Verlagerung von Produktionsstandorten zurückzuführen.

Der Endenergieverbrauch im Verkehr nahm von 1990 bis 2014 um etwa 10,3 % ab¹². Der Stromverbrauch nahm zu, vermutlich durch eine Zunahme beim strombasierten ÖPNV und Bahnverkehr. Der Benzinverbrauch ging zu Gunsten des Dieseleinsatzes stark zurück. Insgesamt reduzierte sich der Einsatz der fossilen Kraftstoffe um 14,1 %. Dies spiegelt die Effizienzverbesserungen bei den Antrieben der Fahrzeuge, so dass es trotz des oben beschriebenen Bevölkerungs- und Beschäftigtenwachstums und der beobachteten Verkehrszunahme zu einer Reduktion des Energieverbrauchs kommt.

Insgesamt reduzierte sich nach diesen Berechnungen der Endenergieverbrauch zwischen 1990 und 2014 um etwa 12 %, von 30.859 GWh/a auf 27.083 GWh/a.

¹¹ Personen mit Nebenwohnsitz werden zu 50 % mitgezählt.

¹² Die hier dargestellten Energieverbrauchswerte für den Verkehrssektor für das Jahr 1990 liegen für Benzin und Diesel etwas höher als im kommunalen Bilanzierungstool EcoRegion. Dies liegt zum einen daran, dass der Schienennahverkehr/S-Bahn für 1990 hier mit einbezogen wurde (das betrifft nur den Dieserverbrauch). Zum anderen sind die verwendeten spezifischen Verbräuche für Benzin und Diesel, die auf Tremod 5.41 und TEMPS basieren, höher als die spezifischen Verbräuche, die in EcoSpeed Region verwendet wurden.

Abbildung 3-1: Endenergieverbrauch nach Sektoren 1990 und 2014 im Vergleich

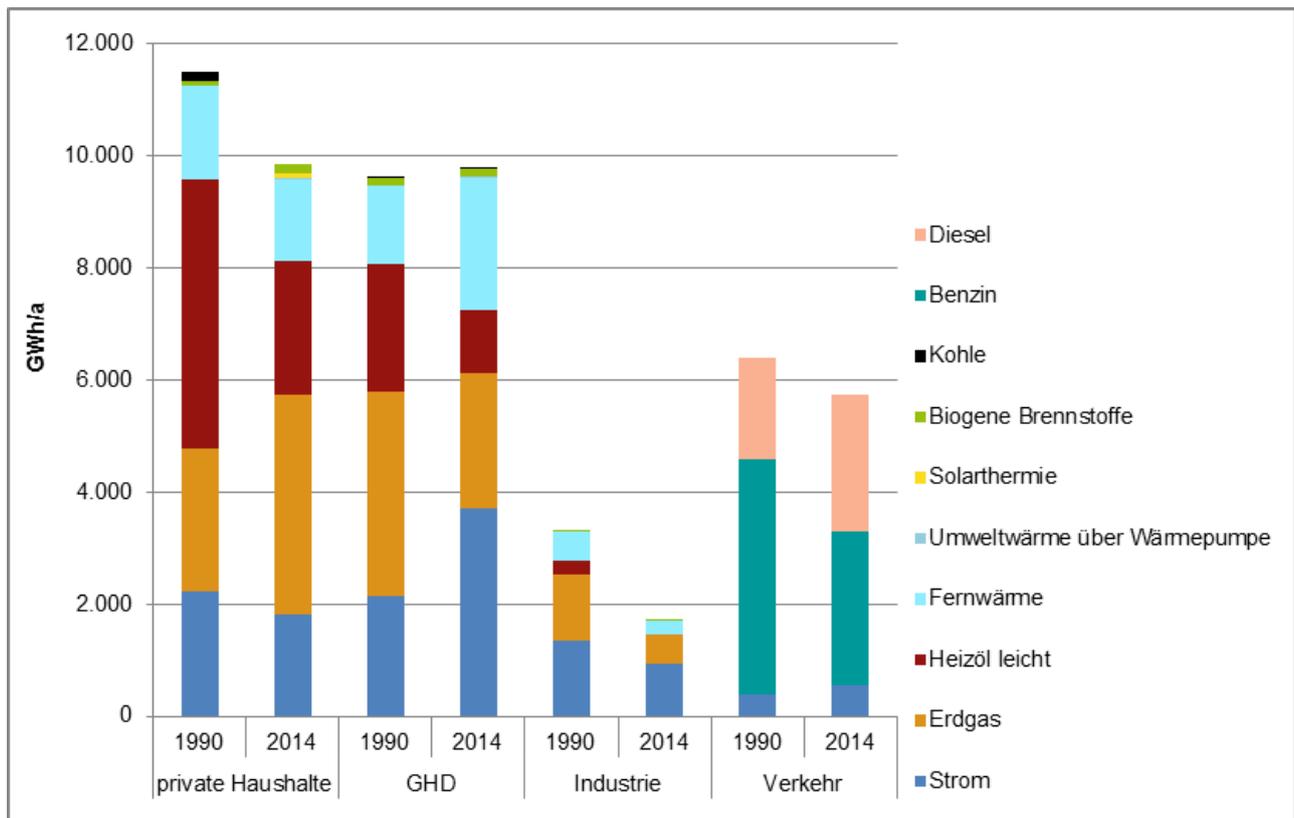


Tabelle 3-5: Endenergieverbrauch nach Sektoren 1990 und 2014 im Vergleich

	Private Haushalte		GHD		Industrie		Verkehr		Gesamt	
	1990	2014	1990	2014	1990	2014	1990	2014	1990	2014
GWh/a										
Strom	2.227	1.802	2.150	3.698	1.338	935	374	555	6.089	6.990
Erdgas	2.538	3.930	3.650	2.417	1.196	508	0	6	7.384	6.861
Heizöl leicht	4.805	2.383	2.270	1.122	253	24			7.328	3.529
Fernwärme	1.686	1.468	1.390	2.366	495	248			3.571	4.082
Umweltwärme über WP	0	23	0	26	0	0			0	49
Solarthermie	0	82	0	17	0	0			0	99
Biogene Brennstoffe	79	157	140	116	17	15			236	288
Kohle	171	0	50	2,7	0	0			221	2,7
Benzin							4.203	2.740	4.203	2.740
Diesel							1.828	2.442	1.828	2.442
Summe	11.506	9.845	9.650	9.765	3.299	1.730	6.405	5.743	30.860	27.083

Quelle: Berechnung Öko-Institut, WP = Wärmepumpe

Abbildung 3-2 und Tabelle 3-6 zeigen die Entwicklung der Emissionen von 1990 bis 2014 nach Energieverbrauchssektoren. Es ist erkennbar, dass die Industrie mit jeweils 54 % die größte relative Minderung erbringt, gefolgt von den privaten Haushalten mit etwa 30 % und dem Verkehr. Der Sektor GHD trägt weniger zur Emissionsminderung bei.

Weiterhin ist erkennbar, dass die Emissionsminderung sehr viel höher ausfällt als die Minderung im Energieverbrauch (Tabelle 3-5). Dies ist im Wesentlichen auf den im Zeitverlauf geringer werdenden Emissionsfaktor für Strom zurückzuführen. Auf Grund der steigenden Bevölkerungszahl sinken die Pro-Kopf-Emissionen noch stärker ab als die absoluten Emissionen. Die CO₂-Pro-Kopf-Emissionen sanken von 1990 bis 2014 um 33 %, die Pro-Kopf-Treibhausgasemissionen ebenfalls (Tabelle 3-7).

Abbildung 3-2: CO₂- und Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren 1990 und 2014 im Vergleich

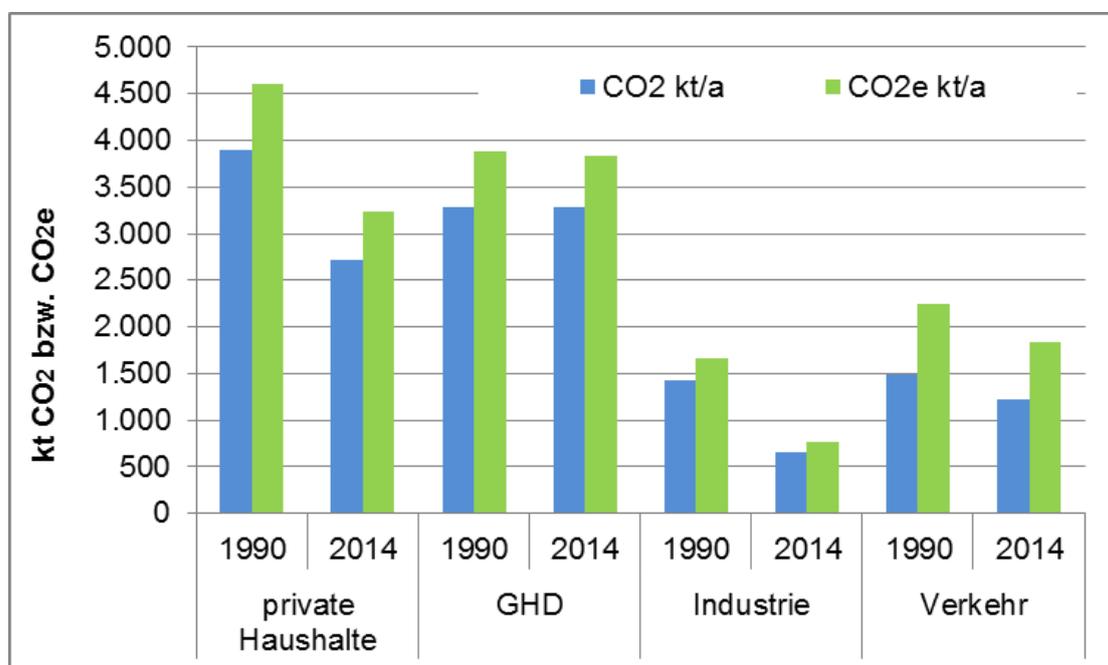


Tabelle 3-6: Entwicklung der CO₂- und der Treibhausgas-Emissionen nach Sektoren zwischen 1990 und 2014

	private Haushalte		GHD		Industrie		Verkehr	
	1990	2014	1990	2014	1990	2014	1990	2014
CO ₂ [k t/a]	3.898	2.719	3.284	3.283	1.433	656	1.498	1.219
Minderung um [%]		30,2		0		54,2		18,6
THG [kt/a]	4.610	3.238	3.886	3.841	1.670	764	2.252	1.832
Minderung um [%]		29,8		1,2		54,2		18,6

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 3-7: Pro-Kopf-Emissionen CO₂ und THG 1990 und 2014 im Vergleich

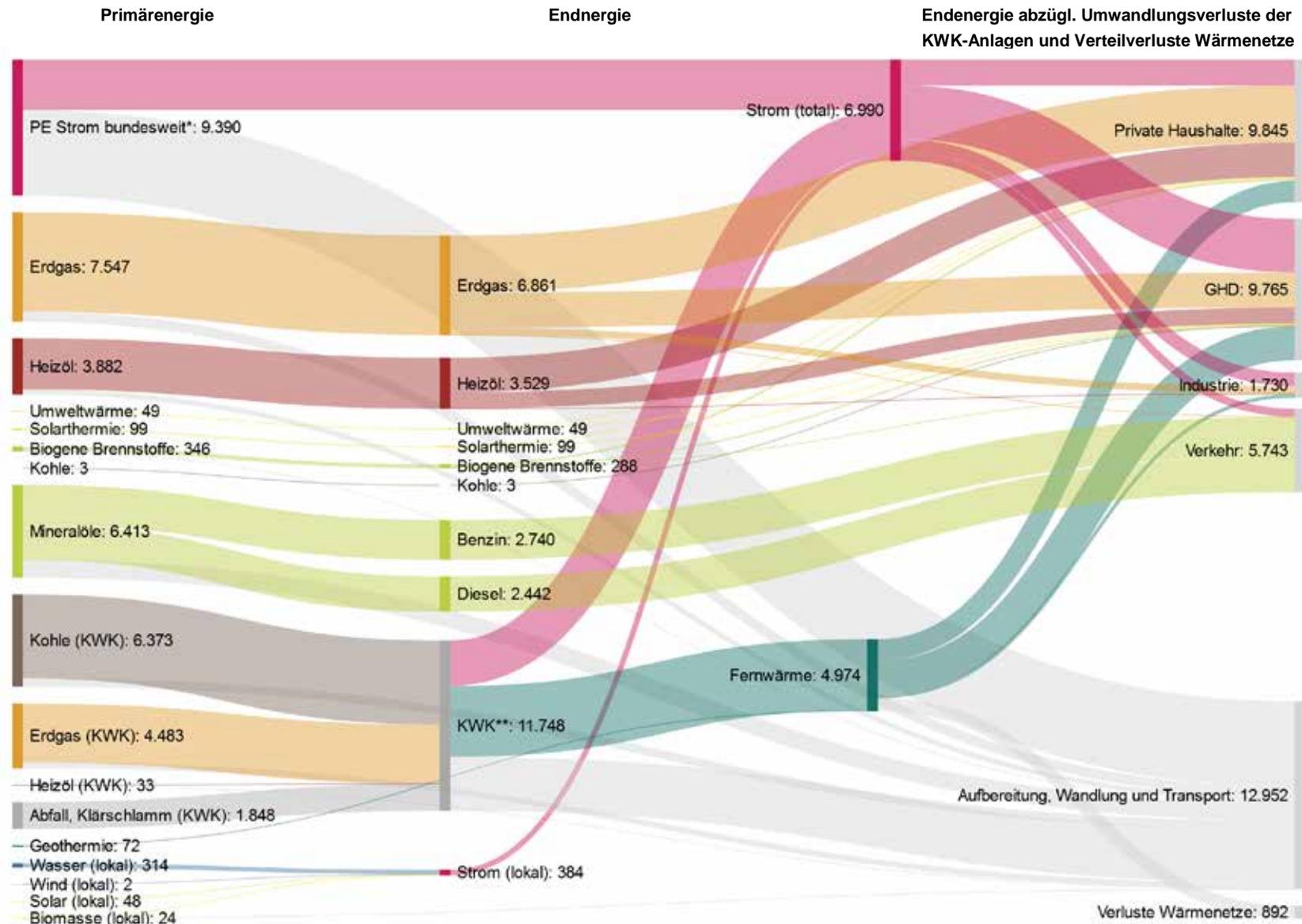
	1990	2014	Minderung um
CO ₂ – Emissionen [t/a]	7,9	5,3	33,2 %
THG – Emissionen [t/a]	9,7	6,5	33,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

In Abbildung 3-3 sind die Energieflüsse in der LH München als Energieflussdiagramm dargestellt. Der Verbrauch aller Energieträger, die zur Raumwärmeerzeugung eingesetzt werden, ist witterungskorrigiert. In Tabelle 3-8 bis Tabelle 3-10 sind die Datengrundlagen für das Energieflussdiagramm enthalten.

Die farbigen Balken im Energieflussdiagramm stellen prinzipiell die unterschiedlichen Energieträger dar, während die grauen Balken die Verluste durch Umwandlung, Aufbereitung und Transport bzw. durch Verluste durch die Wärmenetze darstellen. Auf der linken Seite des Diagramms ist der Primärenergieeinsatz des jeweiligen Energieträgers dargestellt. Beim Strom ist es nur der Primärenergieeinsatz für die Erzeugung des Stroms, der von außerhalb Münchens bezogen wird. Von den im Jahr 2014 in München verbrauchten 6.990 GWh Strom wurden 3.478 GWh außerhalb Münchens erzeugt und 3.512 GWh auf dem Münchner Stadtgebiet in den vorhandenen KWK- und Erneuerbare-Energien-Anlagen. Auf der rechten Seite der Abbildung der Endenergieeinsatz und dessen Aufteilung auf die einzelnen Verbrauchssektoren dargestellt. Beim Endenergieeinsatz in den KWK-Anlagen sind zusätzlich die Verluste bei der Umwandlung in Fernwärme und Strom dargestellt.

Abbildung 3-3: Energieflussdiagramm der LH München für das Jahr 2014, alle Angaben in GWh/a



*Primärenergieeinsatz für Stromerzeugung außerhalb Münchens; **Summe aus Strom, Wärme und Verlusten

Tabelle 3-8: Primär- und Endenergieverbrauch in der LH München im Jahr 2014, ohne Fernwärme

		Primärenergie	Endenergie
Stromerzeugung außerhalb Münchens	GWh	9.390	3.478
Stromerzeugung innerhalb Münchens - KWK	GWh		3.130
Stromerzeugung innerhalb Münchens - ohne KWK	GWh		384
Strom gesamt			6.990*
Erdgas	GWh	7.547	6.861
Heizöl	GWh	3.882	3.529
	GWh	4.364	4.082
Umweltwärme	GWh	49	49
Solarthermie	GWh	99	99
Biogene Brennstoffe	GWh	345	288
Kohle	GWh	3,0	2,7
Mineralöle	GWh	6.413	5.182

Quelle: Berechnung Öko-Institut; * Abweichungen in der Summe beruhen auf Rundungsfehlern

Tabelle 3-9: Brennstoffeinsatz in KWK-Anlagen zur Fernwärme- und Stromerzeugung im Jahr 2014

		Primärenergie	Endenergie
Kohle	GWh	6.373	5.794
Erdgas	GWh	4.483	4.075
Heizöl	GWh	33	30
Abfall, Klärschlamm	GWh	1.848	1.848
Summe		12.737	11.747

Datenquelle: Stadtwerke München

Tabelle 3-10: Lokale Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien in München im Jahr 2014

Wasser	GWh	314,0
Wind	GWh	1,6
Solar	GWh	48,0
Biomasse	GWh	24,0
Summe	GWh	387,6

Datenquelle: Stadtwerke München

4. Klimaschutzbeitrag des aktuellen Klimaschutzinstrumentariums bis zum Jahr 2030

In diesem Kapitel geht es um die Bestimmung des Emissionsminderungsbeitrags der aktuellen IHKM-Maßnahmen und weiterer städtischer Maßnahmen sowie der Landes- und Bundesmaßnahmen, die in der LH München wirken. Die zu beantwortende Leitfrage lautet: Wie weit könnten die Emissionen bis zum Jahr 2030 gesenkt werden unter der Annahme, dass das aktuelle Klimaschutzinstrumentarium bis 2030 beibehalten wird?

4.1. Vorgehen

Zur Bewertung der IHKM Maßnahmen hinsichtlich ihrer Klimaschutz- und CO₂-Einsparwirkung wurde auf die Arbeiten der sustainable AG (sustainable 2014) zurückgegriffen. Diese hatte für das IHKM 2015 je nach Verfügbarkeit von Daten aus den vorherigen IHKMs eine ex-post Abschätzung der CO₂ Einsparungen berechnet, sowie, wo dies nicht möglich war, eine ex-ante Abschätzung vorgenommen. Die Ergebnisse wurden sowohl als jährliche Einsparungen nach vollständiger Umsetzung der Maßnahmen, als auch als Einsparungen über die Gesamtwirkungsdauer / Lebensdauer der Maßnahmen angegeben.

Für die Abschätzung der Einsparwirkung der IHKM-Maßnahmen bis 2030 wurde im Rahmen dieses Fachgutachtens wie folgt vorgegangen: Die Berechnungen der sustainable AG wurden als Grundlage genommen und die jährlichen Einsparungen bis 2030 fortgeschrieben. Allerdings wurde mit Blick auf die mit der Zeit immer schwerer zu erreichenden Einsparungen ein Degressionsfaktor von 15 % pro Jahr, bezogen auf das vorangegangene Jahr, eingeführt. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die „einfachen“ Erfolge anfangs erzielt werden, und spätere Einsparbemühungen schwieriger und kostenintensiver sein werden. Es handelt sich bei den gewählten 15 % um einen „expert guess“, wie er auch beispielsweise bei der Bewertung für Klimaschutzinstrumente auf Bundesebene verwendet wird. Des Weiteren wurde möglichen Doppelzählungen mit anderen Maßnahmen Rechnung getragen. Beispielsweise würde eine von der KfW und vom FES geförderte Maßnahme in den Erfolgsstatistiken beider Programme ausgewiesen, weshalb eine Halbierung der tatsächlichen Einsparwirkung notwendig wird. Vereinfachend wurde von einem gemeinsamen Wirkungsbeginn der IHKM-Maßnahmen im Jahr 2015 ausgegangen.

Außerdem wurden die von der sustainable AG angegebenen Minderungswirkungen der wirksamsten Maßnahmen dann geprüft, wenn sie unplausibel erschienen. Erschienen die angegebenen Minderungswirkungen als zu hoch, wurden entsprechende Korrekturen vorgenommen (siehe Anhang, Tabelle 12-4).

Maßnahmen des Bundes und des Landes, also außerhalb des Einflussbereiches von Stadtrat und Verwaltung, mit Wirkung auf die LH München wurden mithilfe geeigneter Indikatoren auf die LH München heruntergebrochen. So wurden beispielsweise Maßnahmenwirkungen mit Bezug zur Industrie über das Verhältnis der Beschäftigtenanzahl in Deutschland und der LH München abgeschätzt. Im Bereich der Wohngebäude wurden für die Berechnungen vereinfacht das Verhältnis der Einwohnerzahlen bzw., wo angemessen, beispielsweise das Verhältnis der Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland und der LH München berücksichtigt.

Die Bewertung weiterer Maßnahmen außerhalb des Einflussbereiches von Stadtrat und Verwaltung, zum Beispiel Maßnahmen der in München ansässigen Unternehmen, erwies sich als nicht umsetzbar. Daten, die für eine Wirkungsabschätzung erforderlich wären, waren dort in der Regel nicht zugänglich.

Nicht quantifizierbare Maßnahmen, zum Beispiel die Wirkung von Kampagnen oder Bildungsprojekten, wurden nicht in die Bewertung bis 2030 mit aufgenommen, auch nicht mit einem Pauschal-

wert. Das bedeutet jedoch nicht, dass diese Maßnahmen nicht das Potenzial haben eine CO₂-Minderungswirkung zu entfalten. Vielmehr werden diese Maßnahmen ihre Wirkkraft mittel- bis langfristig entfalten und somit die Gesamtemission weiter zu senken helfen.

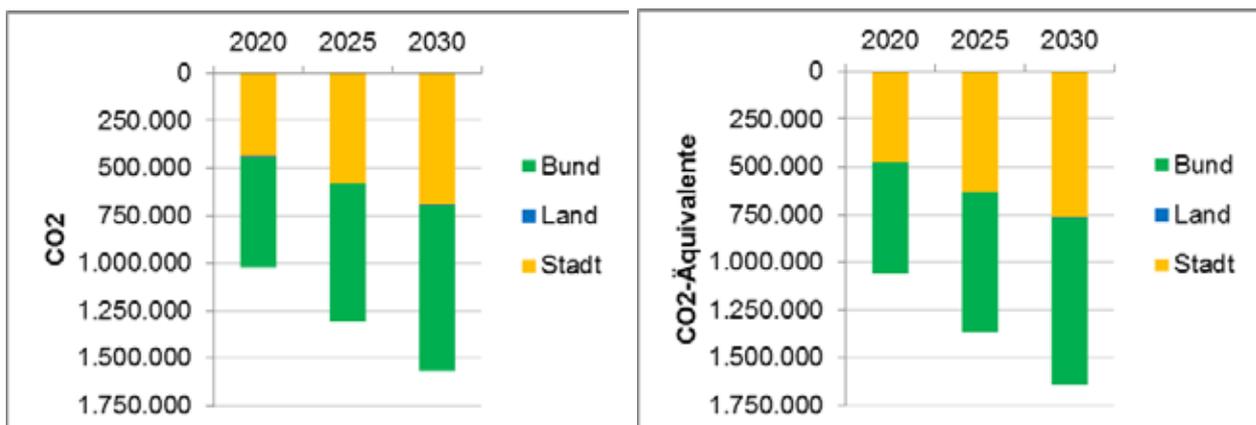
Die Gesamteinsparungen für die Stadt München bis 2030 wurden schließlich in einem zweiten Schritt in Pro-Kopf-Einsparungen umgerechnet. Für Details zu den Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung vgl. Kapitel 5.2.

Es sei an dieser Stelle nochmals darauf hingewiesen, dass alle Bewertungen mit Unsicherheiten behaftet sind und notwendigerweise diverse Vereinfachungen bei der Bewertung vorgenommen werden mussten, um die Maßnahmenwirkung abschätzen zu können.

4.2. Ergebnisse – Einordnung bis 2030

Abbildung 4-1 zeigt die abgeschätzten Emissionsreduktionen bis 2030 bei Fortschreibung des bestehenden Klimaschutzinstrumentariums. In beiden Abbildungen ist eine deutliche Steigerung der Emissionsreduktionen ersichtlich von 2020 mit 0,97 Mio. t CO₂-Emissionen über 2025 mit 1,22 Mio. t CO₂-Emissionen bis 2030 mit 1,57 Mio. t CO₂-Emissionen. Der Hauptanteil der Einsparungen wird hierbei mit um die 60 % über Maßnahmen des Bundes erreicht. Die Maßnahmen des Landes tragen hingegen nur minimal zu einer Emissionsminderung bei. Die verbleibenden knapp 40 % der Einsparungen werden durch Maßnahmen auf Stadtebene erbracht. Dies verdeutlicht, dass die Stadt trotz weitreichender Rahmensetzungen durch den Bund über weitreichende Möglichkeiten zur Emissionsreduktion verfügt. Wie in Kapitel 5 ersichtlich, bleibt die hier bewertete Fortschreibung des bisherigen Klimaschutzinstrumentariums bis 2030 bei der Reduktion der CO₂-Emissionen hinter dem Referenzszenario zurück. Dies liegt wesentlich an der im Referenzszenario hinterlegten Abschaltung des HKW Nord. Hinzu kommt die Vorwegnahme weiterer Maßnahmen, die im Referenzszenario über das hinausgehen, was im aktuellen Klimaschutzinstrumentarium von Stadt, Land und Bund vorgesehen ist.

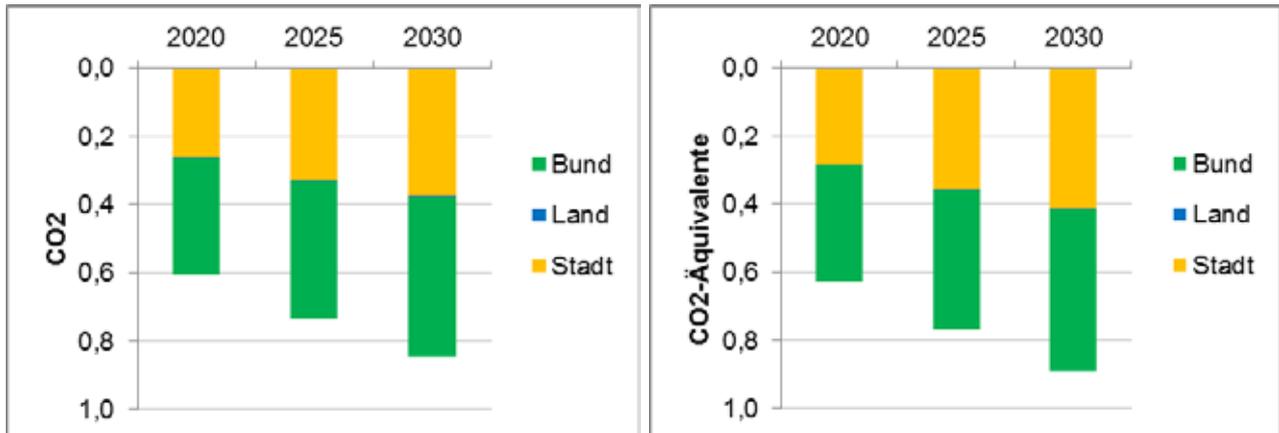
Abbildung 4-1: Verlauf der absoluten Emissionsreduktion bis 2030 bei fortgeschriebenem Klimaschutzinstrumentarium (links CO₂, rechts CO₂e, in Tonnen)



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Heruntergebrochen auf die Pro-Kopf-Emissionsreduktion ergeben sich für 2030 Minderungen von 0,85 t CO₂-Emissionen (Abbildung 4-2).

Abbildung 4-2: Verlauf der Pro-Kopf Emissionsreduktion bis 2030 bei fortgeschriebenem Klimaschutzinstrumentarium (links CO₂, rechts CO₂e, in Tonnen)



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 4-1 zeigt die bisherige Entwicklung sowie die Berechnungen der Treibhausgas-Emissionen in der LH München von 1990, 2014 und für das Jahr 2030. Dargestellt sind zum einen die gesamten Treibhausgas-Emissionen in Mio. Tonnen und zum anderen die Pro-Kopf-Treibhausgas-Emissionen in Tonnen. Für das Jahr 2030 wird eine Bevölkerungszahl von 1,85 Millionen angenommen (vgl. Kapitel 5.2).

Tabelle 4-1: Entwicklung der CO₂- und Treibhausgas-Emissionen in der LH München

		1990	2014		2030	
		absolut	absolut	Änderung ggü. 1990	absolut	Änderung ggü. 1990
Gesamt	CO ₂ -Emissionen (Mio. t)	10,1	7,9	-22 %	8,2	-19 %
	Pro-Kopf CO ₂ -Emissionen (t)	7,9	5,3	-33 %	4,4	-44 %
Gesamt	Treibhausgas-Emissionen (Mio. t)	12,4	9,7	-22 %	10,4	-16 %
Pro-Kopf	Treibhausgas-Emissionen (t)	9,7	6,5	-33 %	5,6	-42 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut auf Basis SWM, RGU und eigenen Annahmen (vgl. Kapitel 3)

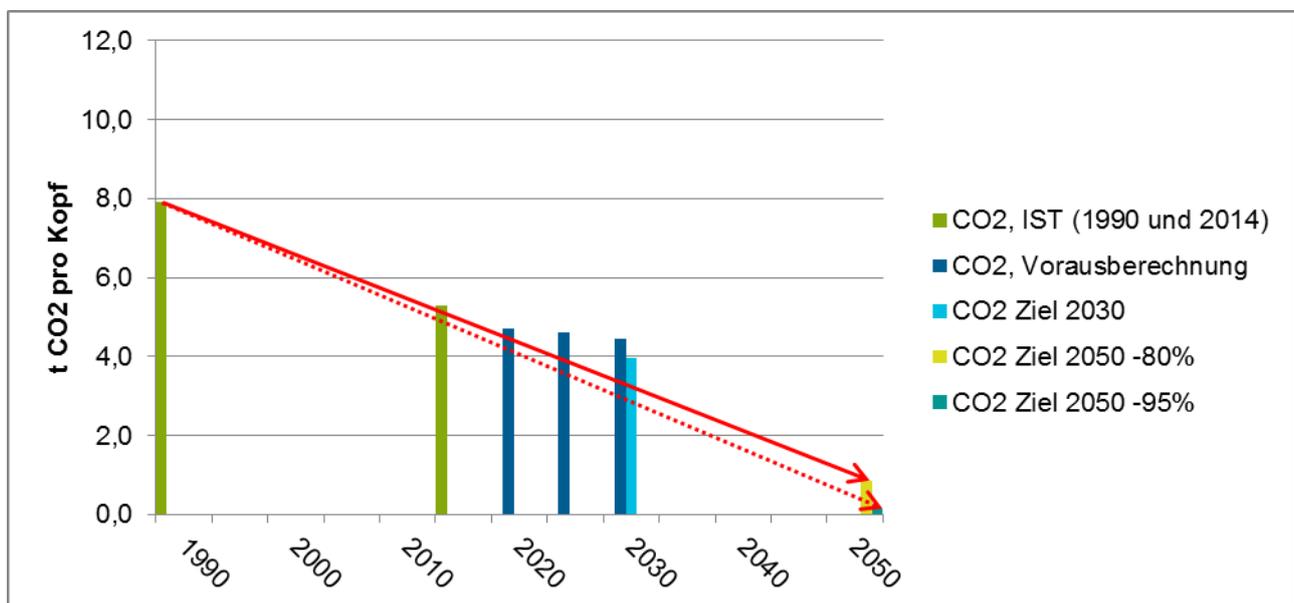
Bezogen auf die CO₂-Emissionen beträgt die Reduktion bis 2030 gegenüber 1990 -19 %; auf Basis der Pro-Kopf CO₂-Emissionen liegt die Reduktion bis 2030 bei -44 %¹³. Damit ist die LH München nah an dem selbst gesteckten Minderungsziel von -50 % pro Kopf bis 2030 gegenüber 1990, verfehlt es jedoch um sechs Prozentpunkte. Einschränkend gilt es zu beachten, dass die Vorausberechnung der Emissionen mit vielen Unsicherheiten verbunden ist – dies gilt sowohl für die Berechnungen auf Bundes- und Landesebene und die verwendeten Umrechnungsfaktoren auf die LH München, als auch die CO₂-Minderungsabschätzungen der einzelnen IHKM-Maßnahmen. Der eingeführte Degressionsfaktor stellt zwar zum Teil sicher, dass die Wirksamkeit einzelner Maßnahmen über die Jahre abnimmt (pro eingesetztem Förder-Euro wird mit fortschreitender Zeit

¹³ Die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen weicht nur unwesentlich von den reinen CO₂-Emissionen ab (siehe Tabelle 4-1).

immer weniger CO₂ eingespart), allerdings ist die Höhe dieser Degression ein Schätzwert, für den es aufgrund der mangelnden Vorlagen für die Durchführung einer Energiewende keine empirischen Zahlen gibt. Hinzu kommt, dass die nicht quantifizierbaren Maßnahmen in der Gesamtab-schätzung nicht mit aufgenommen sind. Diese werden mittel- bis langfristig ebenfalls eine Wirkung entfalten, CO₂ Einsparungen erbringen und somit die CO₂-Bilanz der Stadt weiter verbessern.

Abbildung 4-3 zeigt den Verlauf der bisherigen Pro-Kopf-Emissionen, die Abschätzung der Emissionsminderung bis 2030 sowie die möglichen Zielwerte für das Jahr 2050 auf der Basis der bundesweiten Ziele¹⁴. Die linearen Trendlinien (rot) machen deutlich, dass das bisher gewählte Pro-Kopf-Ziel für 2030 circa eine Tonne CO₂-Emissionen über einer linearen Reduktion von 1990 bis 2050 liegt. Selbst bei Erreichen des aktuellen Minderungsziels bis zum Jahr 2030 müsste somit in den Jahren von 2030 bis 2050 eine sehr viel stärkere Emissionsminderung erreicht werden als bei einer konsequenten linearen Reduktion (der roten Trendlinie folgend) – unabhängig davon, welcher Zielwert für 2050 angepeilt wird (-80 % oder -95 % bezogen auf 1990). Die Ziele von -80 % und -95 % beziehen sich dabei auf die Gesamtemissionen. Um auf kommunale Pro-Kopf-Ziele umzurechnen, wird zwischen energiebedingten und nicht-energiebedingten Emissionen¹⁵ unterschieden. Auf kommunaler Ebene werden nur energiebedingte Emissionen bilanziert. Um also die nicht bilanzierten nicht-energiebedingten Emissionen „einzupreisen“, müssen die energiebedingten Emissionen auf kommunaler Ebene noch stärker reduziert werden. Dies bedeutet für die LH München effektiv, dass das -80 % Ziel zu einem -89 % Pro-Kopf-Ziel und das -95 % zu einem -98 % Pro-Kopf-Ziel wird (vgl. dazu Tabelle 5-1 und Exkurs in Kapitel 5.1).

Abbildung 4-3: Entwicklung der Pro-Kopf-Emissionen von 1990 bis 2014, Abschätzung bis 2030 und mögliche Ziele bis 2050



Quelle: RGU Daten, SWM Daten, Berechnung Öko-Institut

¹⁴ Die Bundesziele sehen eine Minderung der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 von -80 % bis -95 % bis 2050 vor (vgl. Bundesregierung 2010); siehe hierzu auch den Vorschlag für ein Klimaschutzziel der LHM in Kapitel 6.

¹⁵ Als energiebedingte Emissionen bezeichnet man die Freisetzung von Treibhausgasen und Luftschadstoffen, die durch die Umwandlung von Energieträgern z.B. in Strom oder Wärme entstehen (<http://www.umweltbundesamt.de>). Als nicht-energiebedingte Emissionen werden Emissionen aus der Land- und Forstwirtschaft, aus Produktverwendung und Abfallwirtschaft, flüchtige Emissionen aus Energiesektoren sowie prozessbedingte Emissionen aus Industrieprozessen zusammengefasst (vgl. dazu Öko-Institut und Fraunhofer ISI, z.B. Tab. 7-2).

5. Szenarien für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in München 2014 bis 2050

5.1. Methodik der Szenariorechnungen

Gemäß Leistungsverzeichnis und Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden drei Szenarien gerechnet: ein Referenzszenario und zwei Klimaschutzszenarien.

Das Referenzszenario schreibt im Wesentlichen das aktuelle Ambitionsniveau der Klimaschutzpolitik auf kommunaler, Landes- und Bundes- sowie EU-Ebene fort. Dazu wurden, wo immer dies möglich war, Annahmen aus dem „Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario“ (MWMS) des Projektionsberichts der Bundesregierung 2015 (Öko-Institut et al., Stand Dez. 2015, noch unveröffentlicht) auf München heruntergebrochen. War die Datengrundlage aus dem MWMS nicht ausreichend bzw. nicht auf München anwendbar, so wurden Annahmen aus dem Aktuelle-Maßnahmen-Szenario (AMS) aus Öko-Institut und Fraunhofer ISI oder eigene München-spezifische Annahmen verwendet. Dies war zum Beispiel bei der wirtschaftlichen Entwicklung der Fall, die sich in München stark von der deutschlandweiten unterscheidet. Im Referenzszenario werden bis zum Jahr 2050 bereits einige wesentliche München-spezifische Änderungen, zusätzlich zum aktuellen auch bundesweit gültigen Ambitionsniveau angenommen. Dies ist in den Sektoren Energieumwandlung und Verkehr der Fall. So wird im Sektor Energieumwandlung auch im Referenzszenario unterstellt, dass das HKW Nord 2 bereits vor dem Jahr 2030 abgeschaltet werden kann (vgl. dazu Kapitel 5.7.1), um die Vergleichbarkeit aller Szenarien sicher zu stellen. Im Sektor Verkehr wird davon ausgegangen, dass eine ungebremsste Zunahme des Motorisierten Individualverkehrs (MIV), ausgelöst durch weiteres Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, aufgrund der begrenzten Kapazität der Verkehrsinfrastruktur nicht stattfinden kann (vgl. Kapitel 5.6.1).

Analog zu den Klimaschutzszenarien 2050 (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) auf Bundesebene wurden zusätzlich zum Referenzszenario zwei weitere Szenarien gerechnet, die von einer ambitionierteren Klimaschutzpolitik ausgehen. Beide Szenarien wurden als Ziel-orientierte Szenarien gerechnet. Das heißt, es wurde ein Emissionsminderungsziel vorgegeben und im Szenario dargestellt, mit welchen spezifischen Maßnahmen und Entwicklungen das auf diese Weise vorgegebene Ziel erreicht werden kann. Zur Definition der Ziele wurden die Emissionsminderungen aus den bundesweiten Klimaschutzszenarien auf München übertragen und in Pro-Kopf-Ziele umgerechnet.

- **Szenario Klimaschutz moderat (KSmod)** analog zum KS 80 mit THG-Minderung -80 % gegenüber 1990 bundesweit, **entspricht für München -81 % absolut und -89 % pro Kopf**. In diesem Szenario sollen die im Energiekonzept der Bundesregierung festgelegten Mindestziele für die Emissionsreduktion auch in München erreicht werden. (vgl. Exkurskasten „Umrechnung der für Deutschland definierten Minderungsziele für München“ weiter unten)
- **Szenario Klimaneutrales München (KN)** analog zum KS 95 mit THG-Minderung -95 % gegenüber 1990 bundesweit: **entspricht für München -97 % absolut und -98 % pro Kopf**; Ziel dieses Szenarios ist die Darstellung einer „klimaneutralen Stadt München“.

Im Detail wird die jeweilige Methodik der Szenariorechnungen bei den einzelnen Sektoren erläutert.

Abbildung 5-1: Berechnete Szenarien für die Entwicklung des Endenergieverbrauchs und der Treibhausgas-Emissionen in München bis zum Jahr 2050

Referenzszenario (Sz. Ref)
<ul style="list-style-type: none"> • Fortschreibung des aktuellen Ambitionsniveaus der Klimaschutzpolitik auf kommunaler, Landes- und Bundes- sowie EU-Ebene • Abschaltung HKW Nord 2 vor 2030 • keine unbegrenzte Zunahme des Verkehrs aufgrund begrenzter Kapazitäten möglich
Szenario Klimaschutz moderat (Sz. KSmod)
<ul style="list-style-type: none"> • Zielorientiertes Klimaschutzszenario mit dem Ziel der Emissionsminderung um 81% absolut und um 89% pro Kopf • Abschaltung HKW Nord 2 vor 2030
Szenario klimaneutrales München (Sz. KN)
<ul style="list-style-type: none"> • Zielorientiertes Klimaschutzszenario mit dem Ziel einer Klimaneutralen Stadt München, das heißt mit dem Ziel der Emissionsminderung um -97% absolut und um -98% pro Kopf • Abschaltung HKW Nord 2 vor 2030

Tabelle 5-1: Entwicklung der Emissionen unterteilt nach nicht-energiebedingten und energiebedingten Emissionen in den bundesweiten Klimaschutzszenarien

	1990	2050 KS80	2050 KS95	2050 KS80	2050 KS95
	Mio. t CO ₂ e			Minderung Absolut / Pro-Kopf	
Energiebedingte Emissionen (Energiewirtschaft, Industrie, GHD, private Haushalte, Verkehr)	1.018	107	15	89,5 %/ 88,7 %	98,5 % / 98,4 %
Nicht-energiebedingte Emissionen (flüchtige Emissionen aus Energiewirtschaft, Industrieprozesse, Produkteverwendung, Land- und Abfallwirtschaft)	208	95	46	54,3 % / -	77,9 % / -

Quelle: Zusammenstellung nach Öko-Institut und Fraunhofer ISI und Matthes (2009)

Die Emissionsszenarien werden jeweils sowohl in direkten CO₂-Emissionen berechnet, also ohne Berücksichtigung der Vorketten, als auch in Treibhausgas-Emissionen (CO₂e) mit Berücksichtigung der Vorketten. Die verwendeten Emissionsfaktoren finden sich in Tabelle 3-2 und in Tabelle 3-3.

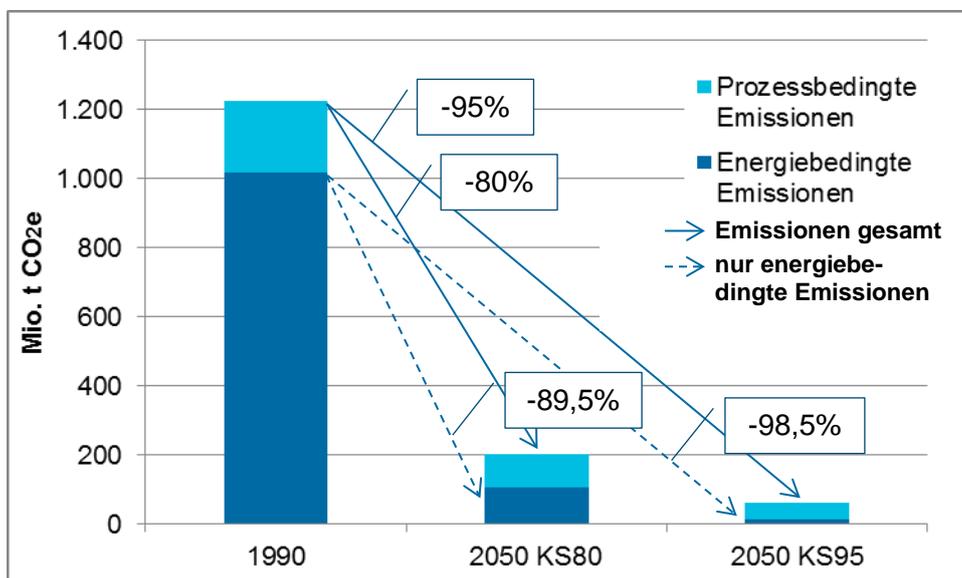
Exkurs: Umrechnung der für Deutschland definierten Minderungsziele für München

Die in den Klimaschutzszenarien bundesweit dargestellten Ziele von -80 % (Szenario KS80) bzw. -95 % (Szenario KS95) Emissionsminderung gegenüber 1990 umfassen die Emissionen aller Sektoren, darunter direkte Emissionen aus der Land- und Abfallwirtschaft, Emissionen aus Industrieprozessen und flüchtige Emissionen aus der Energieumwandlung, zusammengefasst als nicht-energiebedingte Emissionen. Somit setzt sich das im Zieljahr verbleibende Emissionsbudget aus den genannten nicht-energiebedingten Emissionen auf der einen Seite und den energiebedingten Emissionen auf der anderen Seite zusammen. Die energiebedingten Emissionen enthalten die Emissionen aus den Energieverbrauchssektoren Energiewirtschaft, Industrie, GHD, Haushalte und Verkehr. Im Szenario KS80 beträgt der Anteil der energiebedingten Emissionen an den im Jahr 2050 verbleibenden Emissionen noch 53 %; im Szenario KS 95 sind es dagegen nur noch 25 %. Das heißt, das noch zur Verfügung stehende jährliche Emissionsbudget wird fast vollständig von den nicht-energiebedingten Emissionen aufgezehrt, für die energiebedingten Emissionen verbleiben nur etwa 25 % (vgl. Abbildung 5-2).

Werden nun die Emissionsziele auf eine Kommune übertragen, so sollte berücksichtigt werden, dass auf dem betrachteten Gebiet der Kommune nicht-energiebedingte Emissionen entweder nicht auftreten oder in der kommunalen CO₂-Bilanz nicht bilanziert werden. Daher werden die nicht-energiebedingten Emissionen vom bundesweiten Budget abgezogen und das kommunale Emissionsziel bezieht sich nur noch auf die energiebedingten Emissionen. Diese müssen aus den beschriebenen Gründen noch stärker reduziert werden als die nicht-energiebedingten Emissionen.

Die Umrechnung der absoluten Minderungen in Pro-Kopf-Minderungen erfolgt durch Umrechnung der bundesweiten absoluten energiebedingten Emissionen in bundesweite Pro-Kopf-Emissionen auf der Basis der für das Zieljahr prognostizierten Bevölkerungszahl. In den Klimaschutzszenarien sind es bundesweit 74 Mio. Einwohner im Jahr 2050. Diese Pro-Kopf-Minderungen gelten auch für die Münchner Bevölkerung. Sie wurden als Ziel für die Szenariorechnungen übernommen. (vgl. auch Tabelle 5-1).

Abbildung 5-2: Entwicklung der Emissionen unterteilt nach nicht-energiebedingten (prozess-bedingte) und energiebedingten Emissionen in den bundesweiten Klimaschutzszenarien



5.2. Rahmendaten

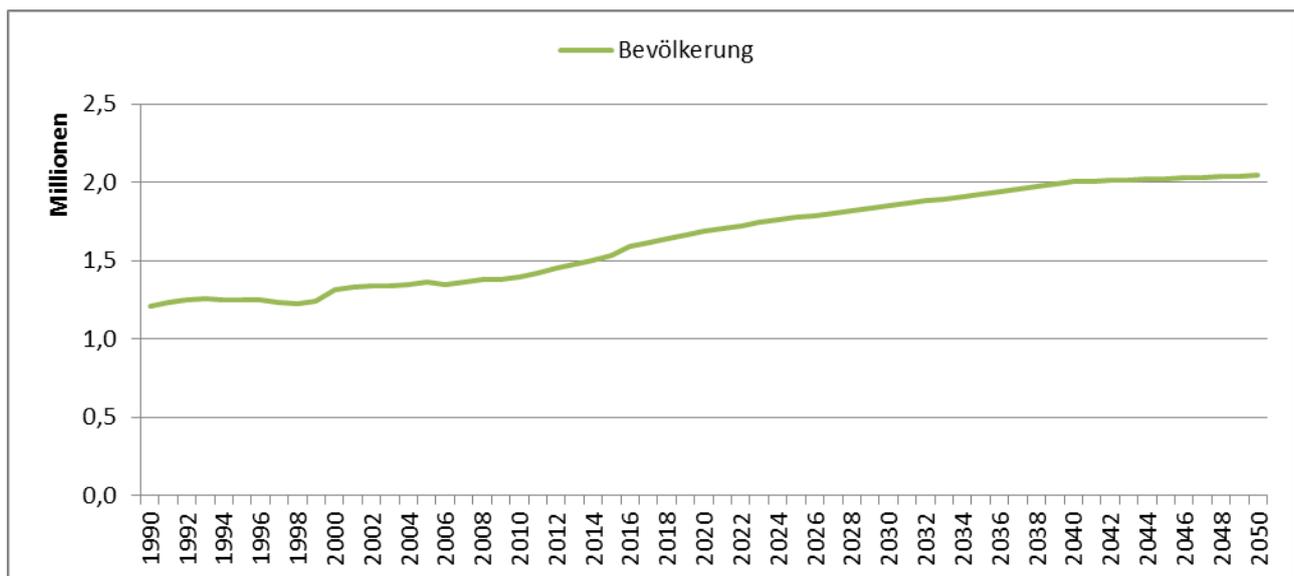
Bevölkerungsentwicklung

Allen Szenarien liegen einheitliche Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung zu Grunde. Dabei umfasst die „Bevölkerung“ für die Szenariorechnungen die Einwohner mit Hauptwohnsitz und zu 50 % die Einwohner mit Nebenwohnsitz in München.

Bis 2015 beruhen die Zahlen auf Daten des Amtes für Statistik München. Für die Fortschreibung der Bevölkerungsentwicklung bis zum Jahr 2030 wurde die sogenannte Obere Variante aus dem Demografiebericht I (Kürbis 2015) verwendet. Es wird außerdem davon ausgegangen, dass der Anteil der Einwohner mit Nebenwohnsitz bis zum Jahr 2050 konstant bei etwa 1,9 % der Einwohner mit Hauptwohnsitz bleibt.

Nach dem Jahr 2030 wird von einer weiteren Zunahme der Einwohnerzahl mit vergleichbarer Dynamik wie zwischen 2015 und 2030 ausgegangen, wobei unterstellt wird, dass mit Erreichen der 2-Millionen-Marke eine Sättigung erreicht ist und sich danach das Bevölkerungswachstum stärker auf das Umland verlagert. Die 2-Millionen-Marke wird nach dieser Rechnung im Jahr 2040 erreicht (vgl. Abbildung 5-3 und Tabelle 5-2).

Abbildung 5-3: Bevölkerungsentwicklung in München bis 2050



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-2: Bevölkerungsentwicklung in München bis 2050

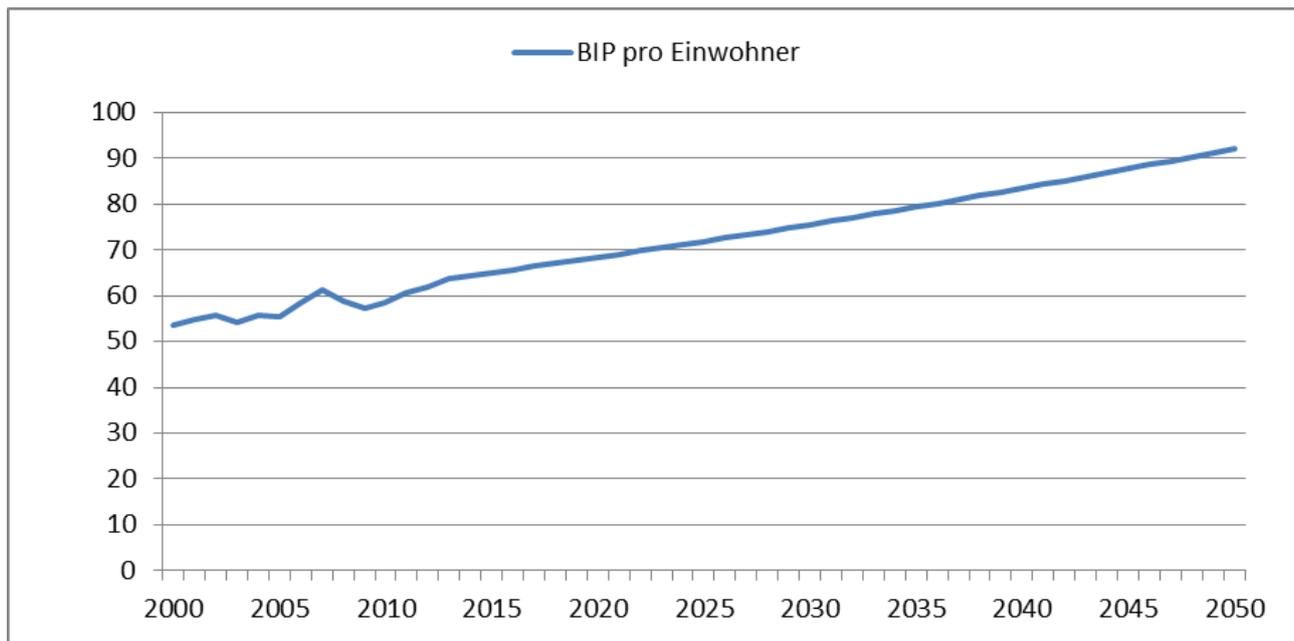
	2010	2020	2030	2040	2050
Bevölkerungs-entwicklung	1.395.655	1.686.681	1.851.956	2.005.561	2.046.036

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Entwicklung Bruttoinlandsprodukt (BIP)

Die Entwicklung des BIP pro Kopf für München ab dem Jahr 2014 wurde in Abstimmung mit dem Fachgutachten „2.000-Watt-Gesellschaft“ mit 1 % Wachstum pro Jahr pro Einwohner fortgeschrieben. Für die Jahre 2000 bis 2013 basiert das angegebene BIP auf den Daten des Bayerischen Landesamtes für Statistik (vgl. Abbildung 5-4).

Abbildung 5-4: Entwicklung des BIP pro Einwohner bis 2050 in Mrd. EURO



5.3. Sektor Private Haushalte

5.3.1. Methodik und Annahmen

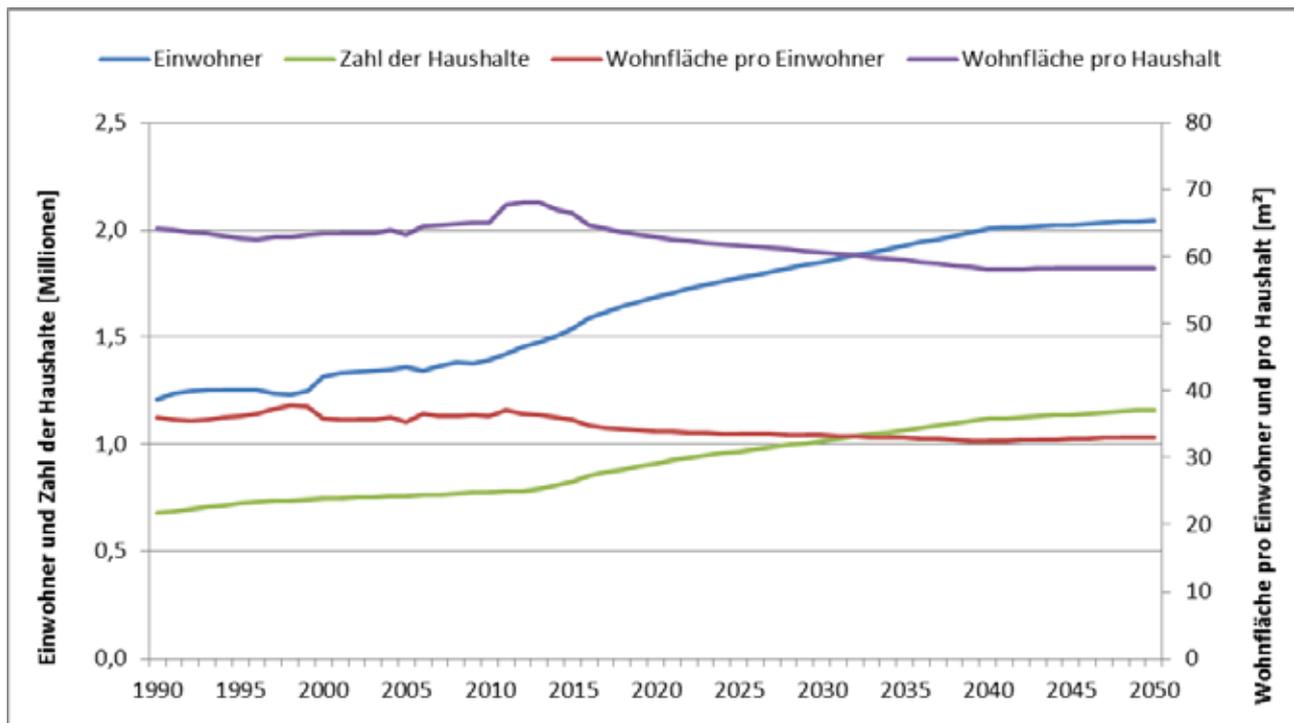
In diesem Unterkapitel werden die Methodik und verwendeten Annahmen für die Berechnung der Szenarien für den Sektor Private Haushalte beschrieben, beginnend mit einem allgemeinen Teil und danach aufgeteilt in die Anwendungsbereiche Raumwärme, Warmwasser sowie Geräte und Kochen.

Der Endenergieverbrauch für das Jahr 1990 wurde auf Grundlage der Studie Timpe et al. (2004) abgeschätzt. Zusätzlich wurden jedoch Plausibilisierungen durchgeführt, beispielsweise ein Abgleich der SWM-Absatzzahlen für 1990 mit den energieträgerspezifischen Endenergieverbräuchen summiert über alle Sektoren.

Folgende allgemeine Annahmen für den Sektor Private Haushalte (PHH) wurden getroffen:

- Die Anzahl der Personen pro Haushalt nimmt ab 2016 jedes Jahr konstant um 0,003 ab.
- Der Einsatz biogener Brennstoffe bleibt nahezu konstant. Dies ist zum einen auf die insgesamt beschränkten Biomassepotenziale für Deutschland zurückzuführen (vgl. u.a. Bürger et al. 2016), zum anderen ist eine verstärkte Verbrennung fester Biomasse im urbanen Umfeld aufgrund der auftretenden Feinstaubemissionen nicht erwünscht.

Abbildung 5-5 zeigt die Entwicklung der Einwohner- und Haushaltszahlen, sowie die durchschnittlichen Wohnfläche pro Person und pro Haushalt bis 2050.

Abbildung 5-5: Entwicklung der Wohnfläche pro Einwohner und pro Haushalt

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Anwendungsbereich Raumwärme: Basisjahre 1990 und 2012

- Die Charakterisierung des Münchner Gebäudebestands, d.h. die Aufteilung der Wohnfläche auf Gebäudetypen und Baualtersklassen (BAK), erfolgt auf der Basis der Ergebnisse des Wärmekatasters (Steinert und Rebitzer 2015). Hierfür wurde der auf der Bruttogeschossfläche (BGF) basierende rechnerische Endenergiebedarf im Wärmekataster umgerechnet in einen Wohnflächen-basierten Endenergieverbrauch. Dazu wurden anteilig zur Gesamtwohnfläche die relativen Bruttogeschossflächen der verschiedenen Gebäudetypen und Baualtersklassen in Wohnflächen umgerechnet (Zahlen des RGU auf Basis des statistischen Landesamts). Zur Umrechnung von Bedarfs- auf Verbrauchswerte vgl. (Loga et al. 2015).
- Es wird unterschieden in Ein- und Zweifamilienhäuser (EZFH), Mehrfamilienhäuser (MFH) und Große Mehrfamilienhäuser (GMH) und in 13 Baualtersklassen (BAK); vgl. Tabelle 5-3
- Basisjahr für die Quantifizierung des Raumwärmeverbrauchs der Privaten Haushalte ist das Jahr 2012, da das Wärmekataster im Mittel auf diesem Jahr basiert.
- In die Bestimmung des Gebäudetyp-spezifischen Endenergieverbrauchs werden zudem die Ergebnisse des aktuellen Münchner Heizspiegels (Jahnke und Jank 2016) einbezogen; hierfür wurden vereinfacht die drei Größenkategorien des Heizspiegels (100-250m², 251-1000m², >1000m²) auf die drei Gebäudetypen EZFH, MFH und GMH umgelegt. Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die jeweiligen BAK erfolgte über die errechneten Energieverbrauchswerte des Wärmekatasters der betroffenen BAKs.

Tabelle 5-3: Wohnfläche im Jahr 2012 nach Gebäudetyp und Baualtersklasse

Baualtersklasse	EZFH	MFH	GMH
m ² Wohnfläche			
bis 1918	445.898	2.947.535	2.320.148
1919 - 1948	1.812.073	2.844.670	416.736
1949 - 1957	1.270.426	2.283.858	2.124.865
1958 - 1968	2.068.615	3.917.401	5.149.717
1969 - 1978	1.768.954	2.779.350	5.774.595
1979 - 1983	692.290	879.633	1.027.284
1984 - 1994	1.135.801	2.149.503	2.107.548
1995 - 2001	550.306	1.286.672	923.778
2002 - 2009	1.129.397	1.852.828	1.595.244
2010 - 2015 ¹⁶			
2016 - 2020			
2021 - 2030			
2031 - 2050			
Summe	10.873.760	20.941.449	21.439.916

Quelle: Berechnung Öko-Institut auf der Grundlage von Steinert und Rebitzer (2015)

Anwendungsbereich Raumwärme: Fortschreibung bis zum Jahr 2050

- Der Netto-Wohnflächenzubau von 2015 bis 2020 wird mit jährlich 500.000 m² angenommen. Danach verringert sich der jährliche Netto-Zubau um 2,5 % pro Jahr bezogen auf das jeweilige Vorjahr (eigene Setzung Öko-Institut).
- Der Wohnflächenabgang eines Jahres wird durch den durchschnittlichen Abgang der vorhergehenden fünf Jahre gebildet.
- Der Abgang und Zugang von Gebäuden geschieht innerhalb derselben Gebäudekategorie (d.h. keine Verschiebung zwischen Gebäudetypen).
- Die Neubaustandards werden, wie in Tabelle 5-4 dargestellt, je nach Szenario über die Jahre deutlich verschärft.

Die Fortschreibung des Raumwärmebedarfs erfolgt anhand dreier Effizienzindizes: jährliche *Sanierungsrate* (Anteil der Gebäude am Gebäudebestand, der in einem Jahr saniert wird, siehe Tabelle 5-5), *Sanierungstiefe* (angestrebter Endenergiebedarf nach Sanierung, vgl. Tabelle 5-6) und *Sanierungswirkung* (welcher Anteil der angestrebten Sanierungstiefe kann tatsächlich erreicht werden, vgl. Tabelle 5-7).

¹⁶ Die Baualtersklasse 2010-2015 ist nicht im Wärmekataster enthalten und wird hier erst in der Fortschreibung (Szenarien) ab 2013 aufgenommen.

- Quelle der Sanierungsraten:
 - o Im Referenzszenario: Sanierungsraten 2009 bis 2035 aus dem Mit-weiteren-Maßnahmen Szenario (MWMS) des Projektionsberichts 2015 (Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht), post-2035 aus den Klimaschutzszenarien (Öko-Institut und Fraunhofer ISI)
 - o In den Szenarien Klimaschutz moderat und Klimaneutrales München: aus den Klimaschutzszenarien (Öko-Institut und Fraunhofer ISI)
- Für die BAK bis 1918 und 1919 - 1945 wird ein „unsanierbarer Anteil“ an der Wohnfläche der jeweiligen BAK von 20 % festgelegt, um dem Denkmalschutz Rechnung zu tragen. Für die BAK von 1949 bis 1994 bleibt ein „unsanierbarer Anteil“ von 5 %, bei jüngeren BAK sind prinzipiell alle Gebäude sanierbar.
- Für die Fortschreibung der Energieträgerverteilung im Anwendungsbereich Raumwärme wurden an die LH München angepasste Varianten der bundesweiten Klimaschutzszenarien 2050 verwendet (Öko-Institut und Fraunhofer ISI).

Tabelle 5-4: Durchschnittlichen Endenergieverbräuche in Neubauten in kWh/(m²*a) bezogen auf die Wohnfläche (ungefähre KfW-Effizienzhausstandards mit Bezug auf EnEV 2009 in Klammern)

	Ab 2016	Ab 2021	Ab 2031
Referenzszenario	70	55 (KfW-70)	40 (KfW-55)
Szenario Klimaschutz moderat	70	45 (KfW-55)	35 (KfW-40)
Szenario Klimaneutrales München	70	35 (KfW-40)	15 (Passivhaus)

Quelle: Annahmen Öko-Institut

Tabelle 5-5: Sanierungsraten

	Ab 2016	Ab 2021	Ab 2031	Ab 2041
% / a des Gebäudebestands in der jeweiligen BAK				
Referenzszenario	2,1	1,8	1,8	2,0
Szenario Klimaschutz moderat	1,3	1,8	2,4	3,1
Szenario Klimaneutrales München	1,4	2,8	3,7	3,9

Quelle: Projektionsbericht 2015 (Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht, Öko-Institut und Fraunhofer ISI , sowie Annahmen Öko-Institut, BAK=Baualtersklasse

Tabelle 5-6: Angestrebter Endenergieverbrauch nach der Sanierung (Sanierungstiefe)

	2020	2030	2040	2050
	kWh / m ² / a			
Referenzszenario	60	50	45	45
Szenario Klimaschutz moderat	48	40	36	36
Szenario Klimaneutrales München	38	32	29	29

Quelle: Annahmen Öko-Institut

Tabelle 5-7: Sanierungswirkung

	2020	2030	2040	2050
	%			
Referenzszenario	75	75	75	75
Szenario Klimaschutz moderat	80	80	80	80
Szenario Klimaneutrales München	95	95	95	95

Quelle: Annahmen Öko-Institut

Anwendungsbereich Warmwasser: Basisjahre und Fortschreibung

Die wesentliche Stellschraube beim EEV für die Warmwasserbereitung ist der Warmwasserverbrauch pro Kopf und Tag (vgl. Tabelle 5-8). Dieser betrug 1990 noch 42 Liter pro Kopf und Tag, und ist bis 2014 auf 45 Liter pro Kopf und Tag gestiegen (Matthes 2009). Im Referenzszenario und im Szenario Klimaschutz moderat wird dieser Wert konstant bis 2050 fortgeschrieben. Im Szenario Klimaneutrales München findet jedoch zwischen 2015 und 2050 in Folge von sparsamerem Verhalten welches durch entsprechende Einrichtungen unterstützt wird eine Verbrauchsminderung von 45 Liter pro Kopf und Tag auf 42 Liter pro Kopf und Tag statt. Zur Berechnung des Energieverbrauchs wird angenommen, dass der Temperaturhub für die Bereitstellung von Warmwasser 35 Kelvin beträgt.

Weitere Stellschrauben für die Entwicklung des Warmwasserverbrauchs sind der Nutzungsgrad für die lokale Warmwasserbereitung sowie die verwendeten Energieträger. Die Nutzungsgrade für die lokale Warmwasserbereitung werden hier für alle Szenarien gleichgesetzt und aus Matthes (2009) entnommen.

Da für die Aufteilung des EEV für die Warmwasserbereitung auf die verschiedenen Energieträger für München keine Datengrundlage vorliegt, erfolgte diese sowohl für die Basisjahre 1990 und 2014 als auch für die Fortschreibung anhand deutschlandweiter Angaben aus den verschiedenen Szenariorechnungen (Matthes 2009, Projektionsbericht 2015 [Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht] sowie Öko-Institut und Fraunhofer ISI), die auf München angepasst wurden.

Tabelle 5-8: Spezifischer Warmwasserverbrauch in privaten Haushalten

	1990	2014	2050
	Liter pro Kopf und Tag		
Referenzszenario	42	45	45
Szenario Klimaschutz moderat	42	45	45
Szenario Klimaneutrales München	42	45	42

Quelle: 1990 und 2014: Matthes (2009); 2050: Annahme Öko-Institut

Anwendungsbereich Geräte und Kochen: Basisjahre und Fortschreibung

Im Anwendungsbereich Geräte und Kochen wurde die deutschlandweite Geräteausstattung aus dem Projektionsbericht (Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht) anhand der Anzahl Privater Haushalte umgelegt auf die LH München. Da der Projektionsbericht nur bis zum Jahr 2035 reicht, wurde für die Haushaltsumrechnung ab 2035 eine eigene Annahme getroffen.

Des Weiteren wurden Annahmen zum mittleren spezifischen Endenergieverbrauch (EEV) pro Gerät getroffen. Das Referenzszenario orientiert sich am „Mit weiteren Maßnahmen-Szenario“ des Projektionsberichtes der Bundesregierung (Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht). In den Szenarien Klimaschutz moderat und Klimaneutrales München basiert die Entwicklung auf den deutschlandweiten Klimaschutzszenarien KS 80 und KS 95 aus Öko-Institut und Fraunhofer ISI. Es erfolgt eine Steigerung der Geräteeffizienz vom Referenzszenario zu Szenario Klimaschutz moderat um 10 %, und vom Referenzszenario zu Szenario Klimaneutrales München um 25 %. Tabelle 5-9 zeigt beispielhaft den mittleren spezifischen Energieverbrauch der verschiedenen Geräteklassen pro Jahr im Referenzszenario.

Auf Basis einer eigenen Setzung verringert sich ab 2040 der Anstieg des Geräteausstattungsgrads der Haushalte bezogen auf die fünf vorhergehenden Jahre auf 90 % (Referenzszenario), 75 % (Szenario Klimaschutz moderat) bzw. 50 % (Szenario Klimaneutrales München).

Tabelle 5-9: Spezifischer jährlicher Energieverbrauch je Geräteklasse und Jahr in kWh im Referenzszenario

	2014	2020	2030	2040	2050
Kühlschränke	204,1	139,6	90,9	79,0	67,0
Gefrierschränke	198,3	148,6	87,4	75,0	62,7
Waschmaschinen	166,3	144,7	130,7	126,9	123,2
Geschirrspüler	194,4	169,6	157,4	153,2	148,9
Trockner	196,0	149,2	121,3	111,3	101,4
Herde (Gas- und Elektroherde)					
Gasherde	538,3	473,0	357,4	304,5	253,6
Elektroherde	348,9	324,0	249,9	217,2	184,5
Desktop-PC	173,2	165,9	146,2	142,4	138,6
Computer-Bildschirm	43,2	40,5	36,1	34,5	33,0
Laptops	59,4	58,4	55,2	53,5	51,8
Fernseher	147,9	133,3	138,4	140,6	142,8
Set-Top-Boxen	52,4	53,5	53,8	52,9	51,9
Modem/Router	34,1	32,5	28,5	27,7	26,9
Beleuchtung	238,9	213,6	153,9	150,5	147,0
Klimageräte	445,1	409,6	396,4	398,4	400,4

Quelle: Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht und eigene Annahmen (ab 2040)

5.3.2. Ergebnisse

Im Referenzszenario nimmt der Endenergieverbrauch im Sektor PHH (Raumwärme, Warmwasser sowie Geräte und Kochen) nur leicht von 9,9 TWh im Jahr 2014 auf gut 8,5 TWh im Jahr 2050 ab. Im Energieträgermix ist sowohl ein Zuwachs der Solarthermie als auch der Umweltwärme erkennbar. Letztere führt dabei durch den Einsatz strombetriebener Wärmepumpen zu einem Anstieg des Stromverbrauchs. Auch der Fernwärmeverbrauch nimmt bis 2050 leicht zu. Gleichzeitig ist ein starker Rückgang bei Heizöl und etwas moderater bei Erdgas zu verzeichnen. Der Endenergieverbrauch der biogenen Brennstoffe bleibt nahezu konstant.

Der starke Anstieg der erneuerbaren Energieträger zur Deckung des Endenergieverbrauchs bis zum Jahr 2050 führt dazu, dass die Treibhausgas-Emissionen deutlich zurückgehen (vgl. Abbildung 5-7). So werden im Jahr 2050 im Referenzszenario nur noch knapp 1,5 Mio. Tonnen CO₂ im Sektor PHH ausgestoßen (vgl. 2014: 4,6 Mio. Tonnen CO₂). Deutlich erkennbar ist der Rückgang der Emissionen bei Heizöl und Gas. Allerdings gehen die Treibhausgas-Emissionen auch bei der Fernwärme und beim Strom trotz höherer Deckungsanteile beim EEV zurück. Dies ist eine Folge verstärkter Dekarbonisierung dieser beiden Energieformen.

Abbildung 5-6: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario

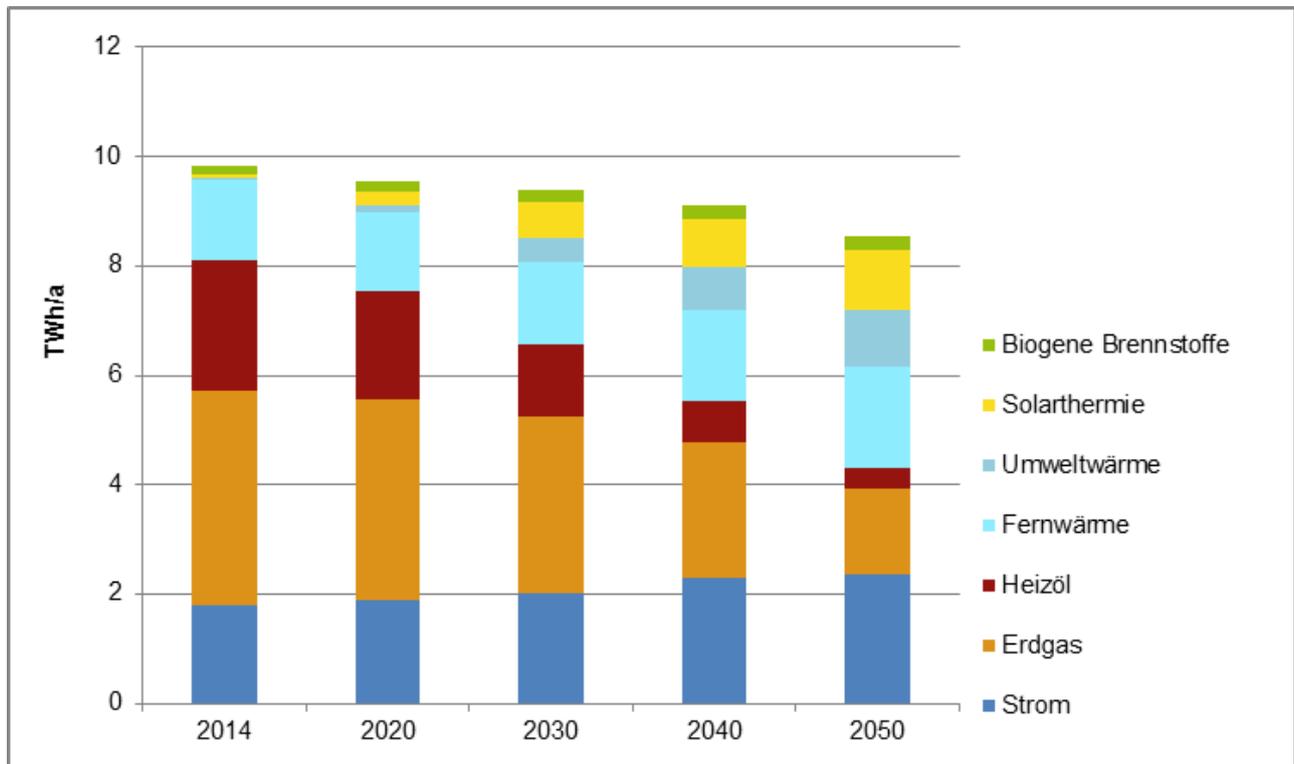


Tabelle 5-10: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Gigawattstunden pro Jahr [GWh/a]									
Strom	2.227	1.802	1.878	1.942	2.025	2.178	2.308	2.344	2.370
Erdgas	2.538	3.930	3.679	3.453	3.214	2.849	2.462	1.992	1.551
Heizöl	4.805	2.383	1.989	1.647	1.311	1.034	765	569	386
Fernwärme	1.686	1.468	1.432	1.480	1.526	1.607	1.673	1.767	1.847
Umweltwärme	0	23,1	129	279	431	603	765	906	1.036
Solarthermie	0	82,0	248	460	666	774	871	989	1.093
Biogene Brennstoffe	78,6	157	191	210	228	240	249	262	274
Kohle	171	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	11.505	9.845	9.548	9.470	9.401	9.284	9.093	8.831	8.556
Minderung ggü. 1990		14,4 %	17,0 %	17,7 %	18,3 %	19,3 %	21,0 %	23,2 %	25,6 %
Minderung ggü. 2014			3,0 %	3,8 %	4,5 %	5,7 %	7,6 %	10,3 %	13,1 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-7: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario

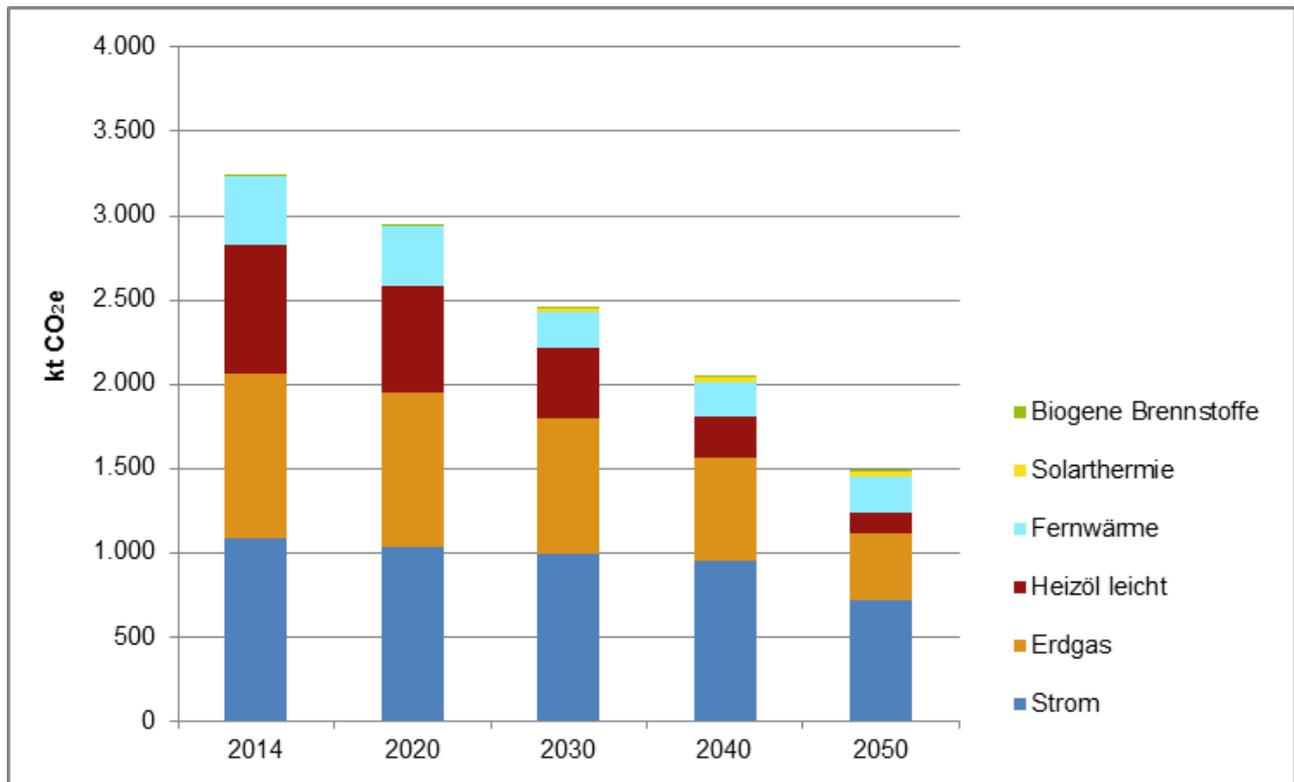


Tabelle 5-11: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Kilotonnen pro Jahr [kt/a] CO₂e									
Strom	1.942	1.081	1.030	1.009	994	982	948	839	723
Erdgas	642	983	920	863	804	712	616	498	388
Heizöl leicht	1.542	762	637	527	420	331	245	182	124
Fernwärme	406	406	350	340	211	204	207	217	220
Solarthermie	0	2,32	7,02	13,0	18,8	21,9	24,6	28,0	30,9
Biogene Brennstoffe	1,34	3,46	4,21	4,63	5,03	5,27	5,49	5,77	6,03
Kohle	75,8	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	4.610	3.238	2.948	2.757	2.452	2.256	2.045	1.771	1.491
Minderung ggü. 1990		29,8 %	36,1 %	40,2 %	46,8 %	51,1 %	55,6 %	61,6 %	67,6 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,81	2,15	1,75	1,55	1,32	1,17	1,02	0,87	0,73
Minderung pro Kopf ggü. 1990		43,5 %	54,1 %	59,2 %	65,2 %	69,3 %	73,2 %	77,0 %	80,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Szenario Klimaschutz moderat sinkt der Endenergieverbrauch bis 2050 auf 7,5 TWh. Dies entspricht einer Reduktion gegenüber dem Referenzszenario um 1 TWh. Diese Reduktion wird vor allem über eine erhöhte Sanierungsrate (vgl. Tabelle 5-5), verschärfte Sanierungsstandards (Tabelle 5-6), sowie eine gleichzeitig verbesserte Sanierungswirkung (Tabelle 5-7) erreicht, wodurch sich der energetische Zustand des Gebäudebestands gegenüber dem Referenzszenario verbessert. Abbildung 5-8 zeigt die Verteilung des EEV auf die verschiedenen Energieträger: Erneuerbare Energieträger wie Solarthermie und Umweltwärme nehmen zu, Heizöl und Erdgas gehen deutlich zurück. Strom, Fernwärme sowie biogene Brennstoffe steigen leicht an.

Im Szenario Klimaschutz moderat werden weit höhere Minderungen der Treibhausgas-Emissionen erreicht als im Referenzszenario. Es werden nur noch knapp 730 Kilotonnen CO₂e emittiert (Abbildung 5-9). Dies ist vor allem auf die deutlich verbesserten Emissionsfaktoren der Strom- und Fernwärmebereitstellung zurückzuführen. Die pro-Kopf-Minderung der Treibhausgas-Emissionen liegt im Szenario Klimaschutz moderat bei über 90 % bezogen auf das Basisjahr 1990 (vgl. Tabelle 5-13).

Abbildung 5-8: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat

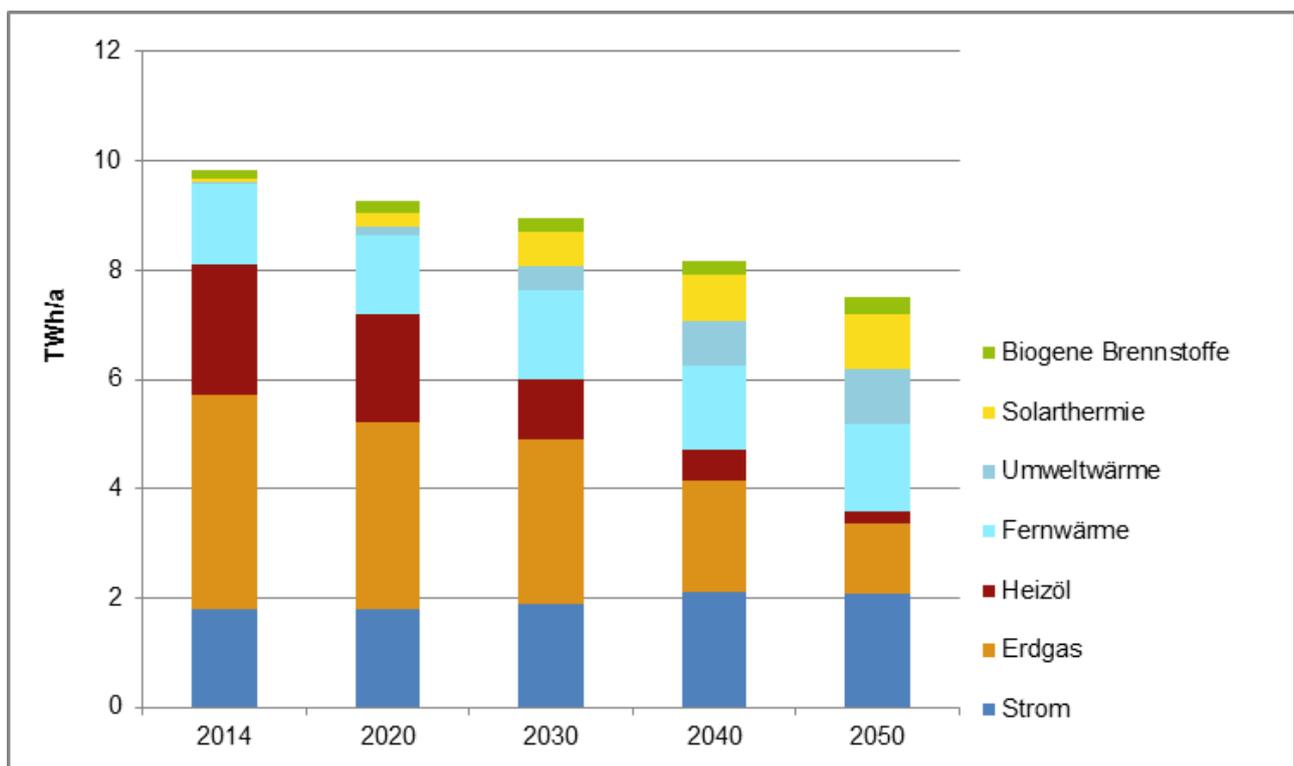


Tabelle 5-12: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	2.227	1.802	1.808	1.828	1.873	1.996	2.092	2.093	2.082
Erdgas	2.538	3.930	3.421	3.231	3.021	2.490	2.041	1.644	1.286
Heizöl	4.805	2.383	1.962	1.530	1.110	818	571	381	211
Fernwärme	1.686	1.468	1.450	1.542	1.626	1.580	1.562	1.592	1.615
Umweltwärme	0	23,1	140	293	448	622	793	905	1.008
Solarthermie	0	82,0	279	462	636	743	849	933	1.006
Biogene Brennstoffe	78,6	157	218	233	248	257	270	282	293
Kohle	171	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	11.505	9.845	9.277	9.119	8.962	8.505	8.178	7.831	7.500
Minderung ggü. 1990		14,4 %	19,4 %	20,7 %	22,1 %	26,1 %	28,9 %	31,9 %	34,8 %
Minderung ggü. 2014			5,8 %	7,4 %	9,0 %	13,6 %	16,9 %	20,5 %	23,8 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-9: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat

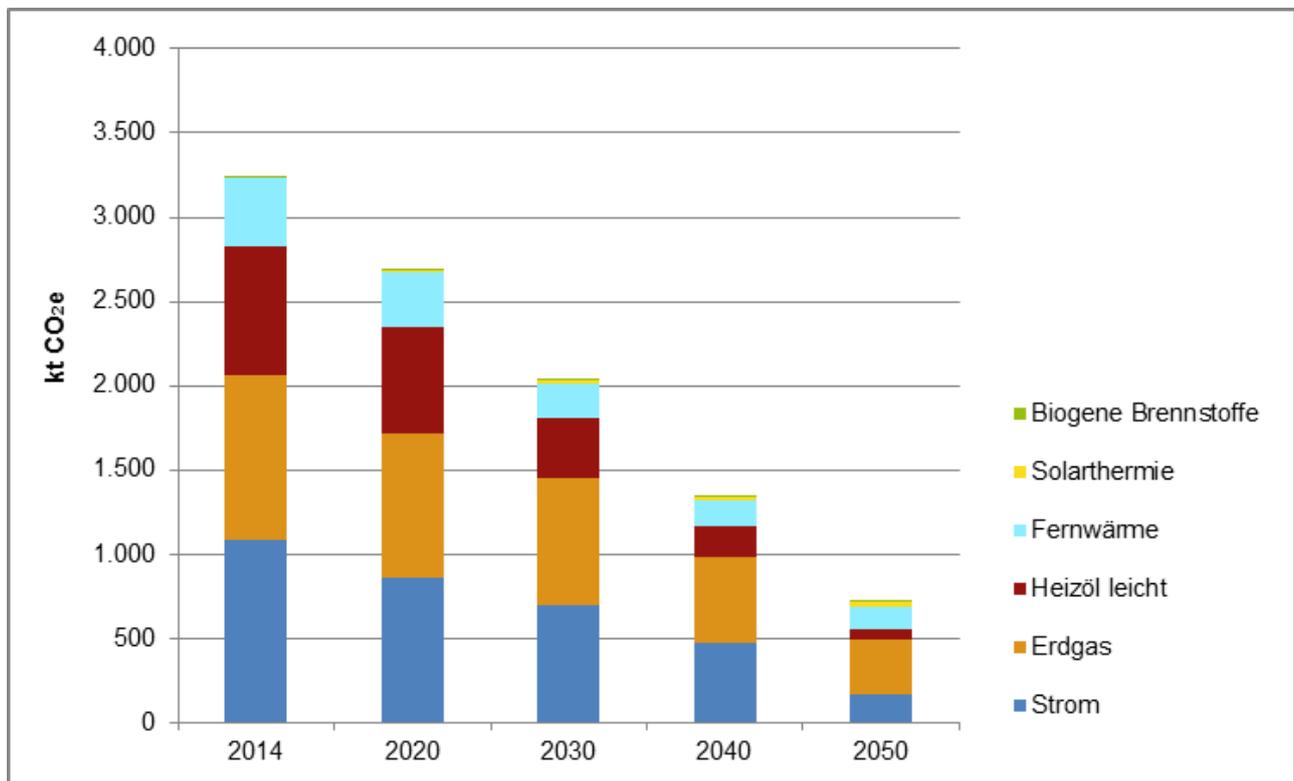


Tabelle 5-13: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1.942	1.081	864	776	695	597	476	323	170
Erdgas	642	983	855	808	755	622	510	411	321
Heizöl leicht	1.542	762	628	490	355	262	183	122	67,4
Fernwärme	406	406	326	292	209	179	148	142	134
Solarthermie	0	2,32	7,90	13,1	18,0	21,0	24,0	26,4	28,5
Biogene Brennstoffe	1,34	3,46	4,79	5,12	5,45	5,66	5,95	6,20	6,44
Kohle	73,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	4.607	3.238	2.686	2.384	2.038	1.688	1.347	1.031	728
Minderung ggü. 1990		29,7 %	41,7 %	48,3 %	55,8 %	63,4 %	70,8 %	77,6 %	84,2 %
Emissionen gesamt pro Kopf	3,81	2,15	1,59	1,34	1,10	0,88	0,67	0,51	0,36
Minderung pro Kopf ggü. 1990		43,5 %	58,2 %	64,7 %	71,1 %	77,0 %	82,4 %	86,6 %	90,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Szenario Klimaneutrales München nimmt der EEV nochmals um über 1 TWh bis zum Jahr 2050 ab, verglichen mit Szenario Klimaschutz moderat. Die verbleibenden knapp 6,4 TWh werden zum Großteil aus nahezu vollständig dekarbonisierter Fernwärme und Strom bereitgestellt. Im übrigen Energieträgermix sind stark gestiegene Anteile von Solarthermie, Umweltwärme und, in geringerem Umfang auch biogener Brennstoffe enthalten. Knapp 100 GWh werden auch im Jahr 2050 noch von Erdgas gedeckt, wohingegen Heizöl komplett aus dem Energieträgermix verschwindet. Erreicht wird dieser klimaneutrale Zustand durch eine Kombination von Effekten bei der Raumwärmebereitstellung, wie eine nochmals erhöhte Sanierungsrate (Tabelle 5-5), höhere Sanierungsstandards (Tabelle 5-6) sowie eine Steigerung der Sanierungswirkung (Tabelle 5-7), bei der Warmwasserbereitung (hier sinkt der Pro-Kopf-Verbrauch von 45 Liter im Jahr 2014 auf 42 Liter im Jahr 2050) und bei der Geräteausstattung (geringere Ausstattungsgrade ab 2040 verglichen mit den anderen Szenarien).

Abbildung 5-10: Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München

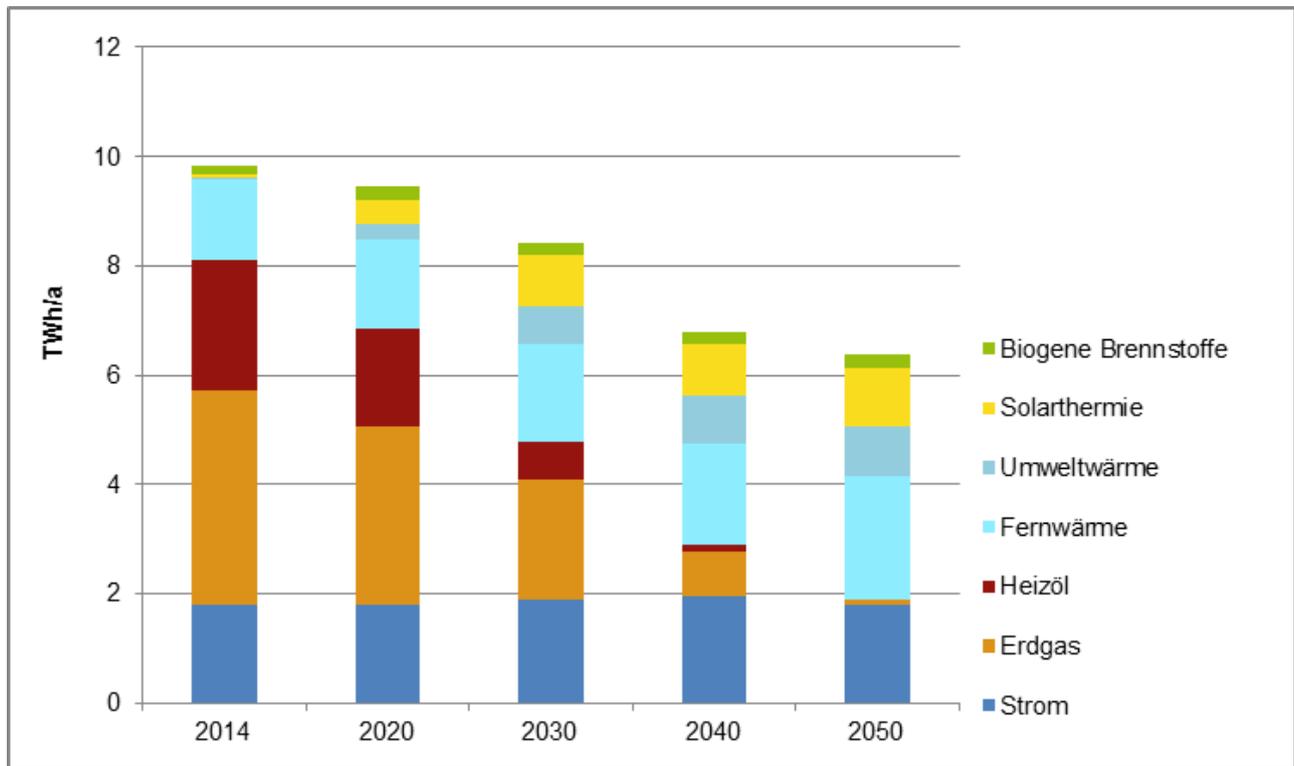


Tabelle 5-14: Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	2.227	1.802	1.805	1.839	1.891	1.942	1.944	1.855	1.783
Erdgas	2.538	3.930	3.249	2.716	2.204	1.451	813	432	98,7
Heizöl	4.805	2.383	1.807	1.214	679	370	121	57,1	0
Fernwärme	1.686	1.468	1.609	1.709	1.779	1.874	1.870	2.018	2.267
Umweltwärme	0	23,1	282	506	708	812	868	869	913
Solarthermie	0	82,0	466	712	922	946	935	968	1.050
Biogene Brennstoffe	78,6	157	235	242	246	252	249	254	272
Kohle	171	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	11.505	9.845	9.453	8.938	8.430	7.647	6.801	6.453	6.383
Minderung ggü. 1990		14,4 %	17,8 %	22,3 %	26,7 %	33,5 %	40,9 %	43,9 %	44,5 %
Minderung ggü. 2014			4,0 %	9,2 %	14,4 %	22,3 %	30,9 %	34,5 %	35,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Entsprechend dem stark gesunkenen EEV und der nahezu vollständigen Dekarbonisierung sinken die verbleibenden Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2050 im Sektor PHH auf 177 Kilotonnen. Absolut gesprochen bedeutet dies eine Reduktion um 96,1 % gegenüber 1990. Pro Kopf wird sogar eine Reduktion um 97,7 % erreicht. Die verbleibenden Emissionen entstehen größtenteils bei der Fernwärmeerzeugung, aber auch bei der Stromerzeugung, der verbliebenen Erdgasverbrennung, sowie Solarthermie und Biomasse. Verglichen mit dem Referenzszenario erreicht das Szenario Klimaneutrales München schon 2030 die THG-Minderung, die im Referenzszenario erst 2050 erreicht werden.

Abbildung 5-11: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München

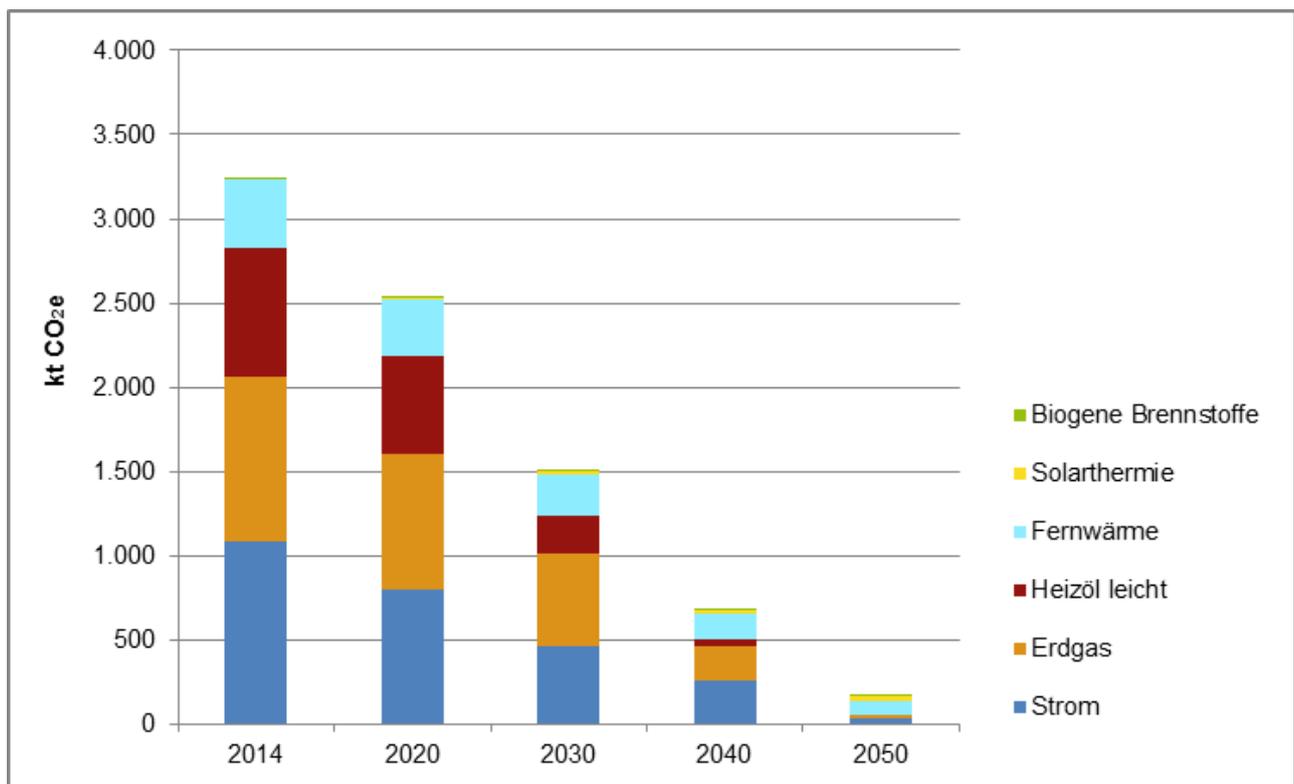


Tabelle 5-15: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1.942	1.081	796	633	468	370	260	141	31,8
Erdgas	642	983	812	679	551	363	203	108	24,7
Heizöl leicht	1.542	762	578	388	217	119	38,9	18,3	0
Fernwärme	406	406	337	302	243	212	150	116	85,3
Solarthermie	0	2,32	13,2	20,2	26,1	26,8	26,5	27,4	29,7
Biogene Brennstoffe	1,34	3,46	5,17	5,32	5,40	5,54	5,48	5,59	5,98
Kohle	73,1	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	4.607	3.238	2.542	2.028	1.511	1.096	685	416	177
Minderung ggü. 1990		29,7 %	44,8 %	56,0 %	67,2 %	76,2 %	85,1 %	91,0 %	96,1 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,81	2,15	1,51	1,14	0,82	0,57	0,34	0,21	0,09
Minderung pro Kopf ggü. 1990		43,5 %	60,4 %	70,0 %	78,6 %	85,1 %	91,0 %	94,6 %	97,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Folgenden wird nur der Anwendungsbereich der Raumwärmebereitstellung innerhalb des Sektors PHH betrachtet. Grundsätzlich stellt die Raumwärmebereitstellung den größten Endenergieverbrauch im Sektor PHH und liegt somit nah an den Ergebnissen der Szenarien des Sektors der privaten Haushalte. Abbildung 5-12 zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs bis 2050 für Raumwärmebereitstellung im Referenzszenario. Schon hier wird eine Minderung des EEV im Jahr 2050 gegenüber 1990 von 39,3 % erreicht (vgl. Tabelle 5-16). Dies wird durch Effizienzsteigerungen an der Gebäudehülle sowie verbesserte Heizanlagen erreicht. Deutlich zu erkennen ist der starke Rückgang der rein fossilen Energieträger Öl und Gas mit gleichzeitigem Anstieg der Solarthermie und Wärmepumpenanwendungen (erkennbar am Anteil der Umweltwärme sowie steigendem Stromverbrauch bis 2050). Der absolute Fernwärmeverbrauch im Energieträgermix bleibt nahezu konstant. Biogene Brennstoffe nehmen bis 2050 leicht zu.

Abbildung 5-12: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Raumwärme: Referenzszenario

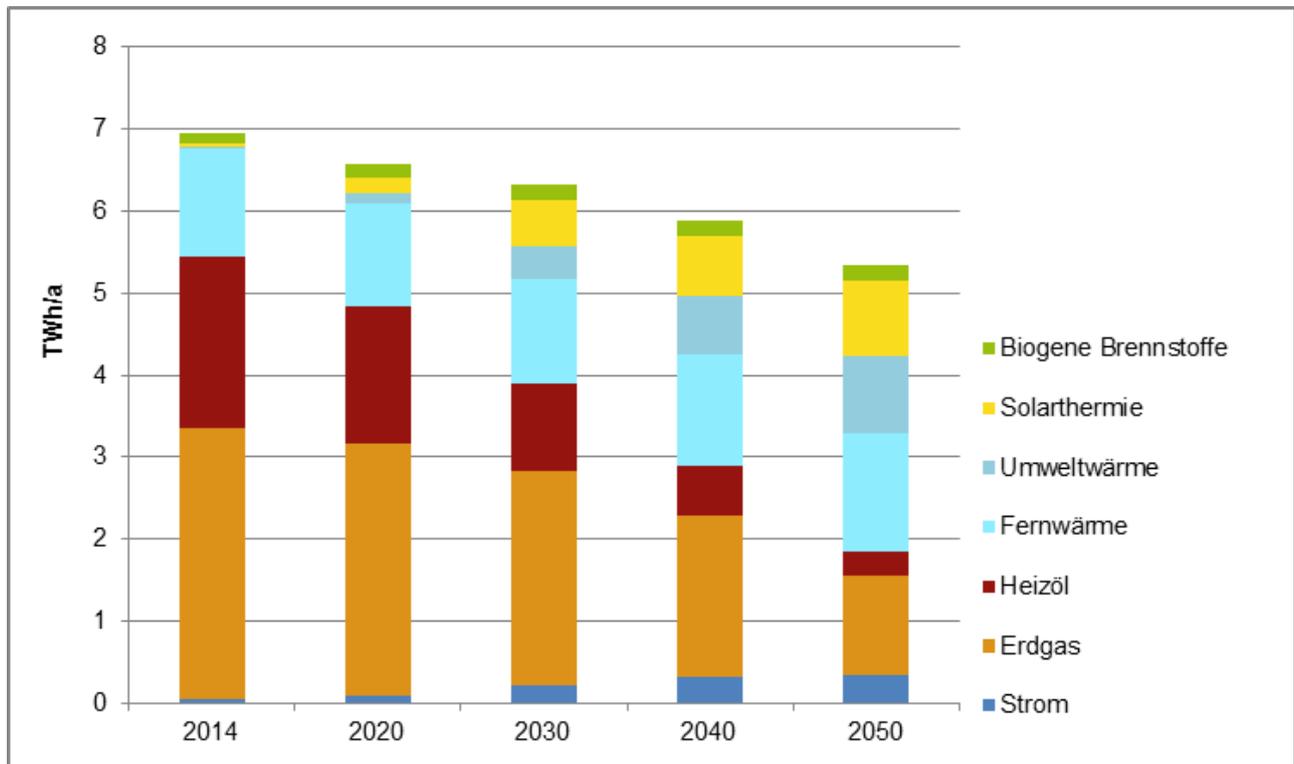


Tabelle 5-16: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Raumwärme: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	393	49,9	92,1	161	219	275	318	330	335
Erdgas	2.140	3.307	3.063	2.835	2.613	2.292	1.973	1.577	1.206
Heizöl	4.455	2.089	1.692	1.376	1.070	830	599	446	305
Fernwärme	1.585	1.323	1.251	1.259	1.265	1.318	1.354	1.409	1.449
Umweltwärme	0	19,7	123	268	413	571	718	834	938
Umweltkälte	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solarthermie	0	41,8	197	381	557	653	737	836	922
Biogene Brennstoffe	78,6	132	165	178	190	190	188	191	192
Kohle	157	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	8.809	6.962	6.582	6.456	6.327	6.129	5.888	5.623	5.347
Minderung ggü. 1990		21,0 %	25,3 %	26,7 %	28,2 %	30,4 %	33,2 %	36,2 %	39,3 %
Minderung ggü. 2014			5,5 %	7,3 %	9,1 %	12,0 %	15,4 %	19,2 %	23,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

In Szenario Klimaschutz moderat verstärkt sich der Trend, der schon im Referenzszenario sichtbar wird: infolge der erhöhten Sanierungstätigkeit verbunden mit ambitionierteren Standards sowie höheren Umsetzungsraten sinkt der EEV um knapp 900 GWh gegenüber dem Referenzszenario. Gleichzeitig wird der noch verbleibende EEV in größerem Umfang durch erneuerbare Energieträger gedeckt (Solarthermie, Wärmepumpen, Biomasse). Fossile Energieträger decken immer geringere Anteile. Der absolute Fernwärmebeitrag sinkt leicht von 1.323 TWh im Jahr 2014 auf 1.249 TWh im Jahr 2050 (vgl. Tabelle 5-17).

Abbildung 5-13: Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaschutz moderat

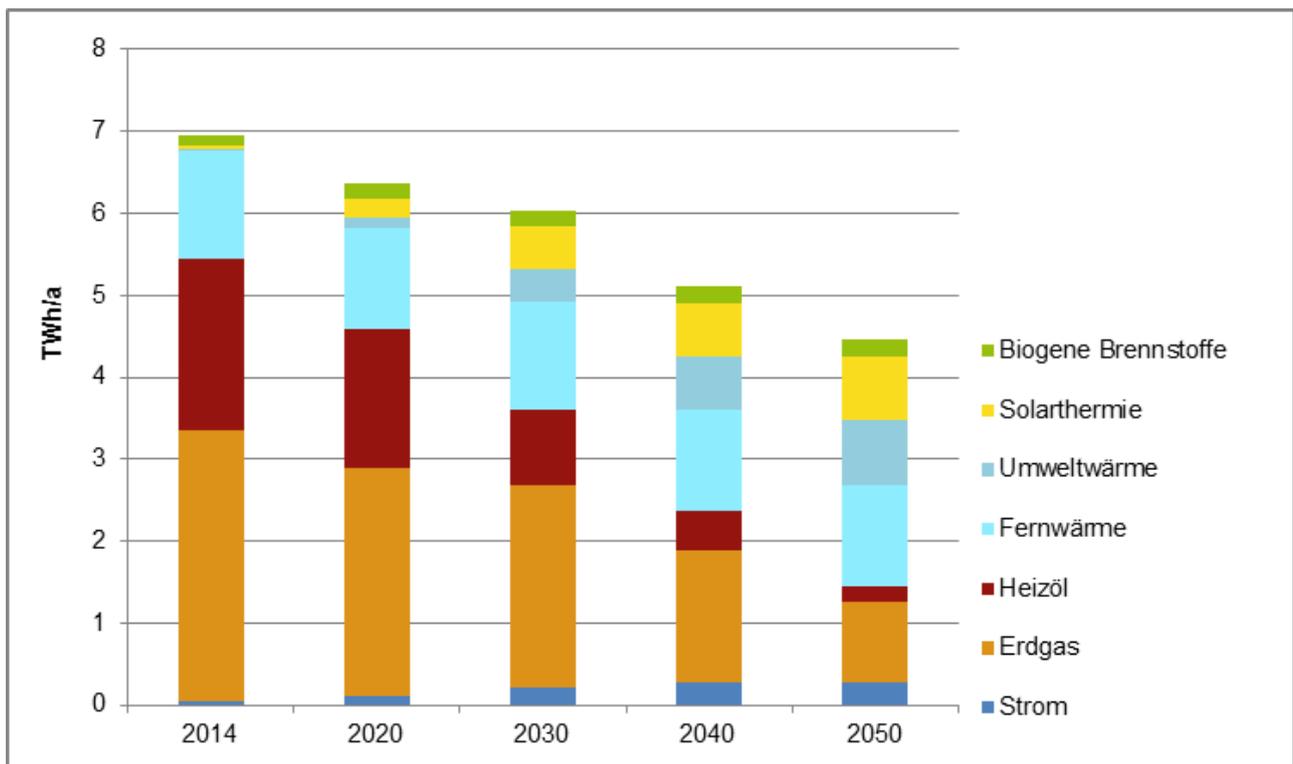


Tabelle 5-17: Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	393	49,9	96,9	156	206	249	284	286	283
Erdgas	2.140	3.307	2.800	2.638	2.473	1.991	1.611	1.280	984
Heizöl	4.455	2.088	1.680	1.291	917	676	480	315	170
Fernwärme	1.585	1.323	1.241	1.288	1.328	1.263	1.226	1.242	1.249
Umweltwärme	0	19,7	132	261	387	518	641	722	793
Solarthermie	0	41,8	223	379	525	598	668	730	781
Biogene Brennstoffe	78,6	132	191	196	199	198	199	201	201
Kohle	157	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	8.809	6.962	6.365	6.208	6.035	5.492	5.110	4.775	4.461
Minderung ggü. 1990		21,0 %	27,7 %	29,5 %	31,5 %	37,6 %	42,0 %	45,8 %	49,4 %
Minderung ggü. 2014			8,6 %	10,8 %	13,3 %	21,1 %	26,6 %	31,4 %	35,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-14 zeigt die Entwicklung des EEV im Szenario Klimaneutrales München. Bis 2050 sind fossile Energieträger wie Heizöl und Erdgas in diesem Szenario komplett ersetzt. Gleichzeitig steigt der Fernwärmeanteil im Energieträgermix und der Fernwärmeverbrauch deutlich an. Solarthermie wird vor allem bis 2030 stark ausgebaut. Die stärkste Reduktion des EEV findet in der Dekade ab 2030 statt. In diesem Zeitraum ziehen die Sanierungsraten mit 3,7 % pro Jahr nochmal deutlich an (vgl. Tabelle 5-5).

Abbildung 5-14: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaneutrales München

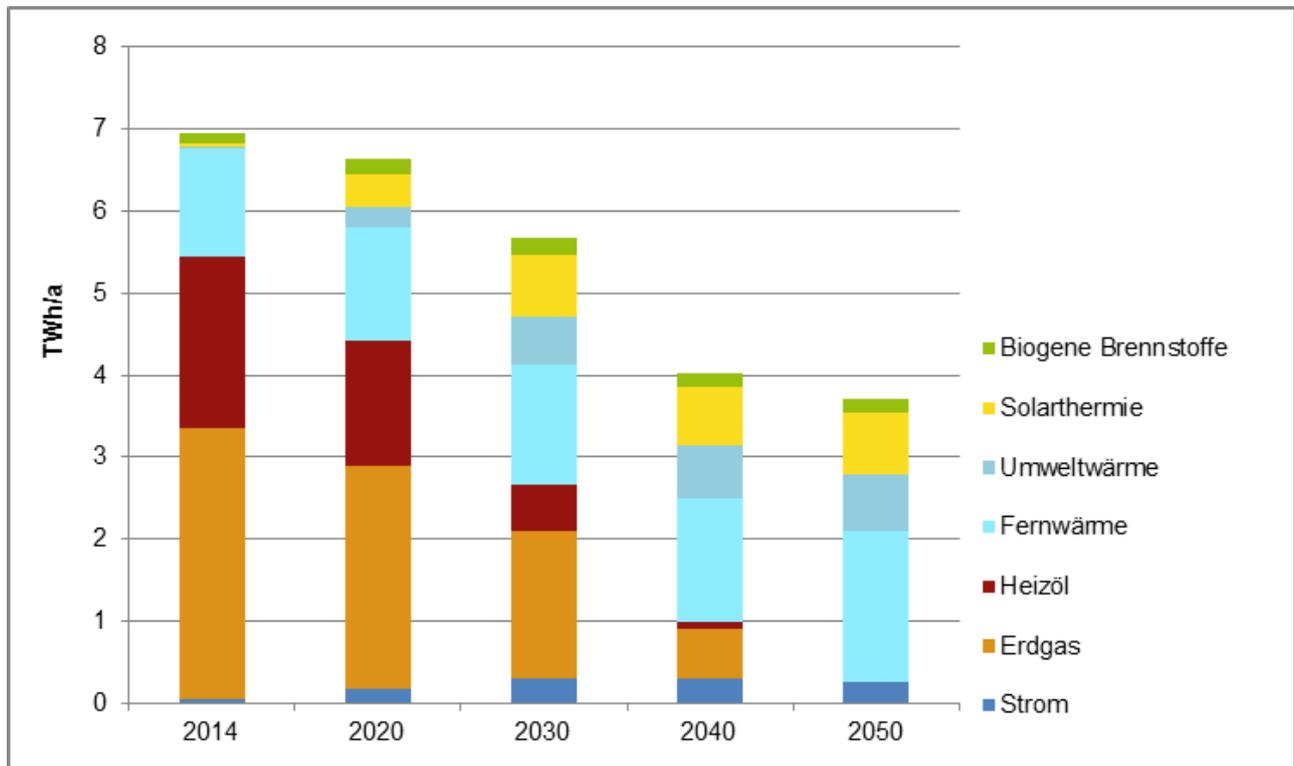


Tabelle 5-18: Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Raumwärme: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	393	49,9	160	243	301	306	290	256	245
Erdgas	2.140	3.307	2.724	2.243	1.798	1.141	613	284	0
Heizöl	4.455	2.088	1.528	1.011	554	293	91,5	42,4	0
Fernwärme	1.585	1.323	1.395	1.450	1.475	1.532	1.490	1.623	1.858
Umweltwärme	0	19,7	238	421	580	643	657	649	685
Solarthermie	0	41,8	399	601	766	754	705	700	743
Biogene Brennstoffe	78,6	132	199	200	199	195	181	177	186
Kohle	157	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	8.809	6.961	6.645	6.169	5.672	4.864	4.028	3.732	3.717
Minderung ggü. 1990		21,0 %	24,6 %	30,0 %	35,6 %	44,8 %	54,3 %	57,6 %	57,8 %
Minderung ggü. 2014			4,6 %	11,4 %	18,5 %	30,1 %	42,1 %	46,4 %	46,6 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-15 beschreibt die Entwicklung des EEV beim Warmwasserverbrauch im Referenzszenario. Aufgrund der Bevölkerungszunahme steigt der Energiebedarf für die Warmwasserbereitung insgesamt bis 2040 an, danach bleibt er nahezu konstant (bei rund 1,5 TWh pro Jahr). Wie schon

bei der Raumwärmebereitstellung werden die Energieträger Gas und Heizöl zunehmend ersetzt durch Stromanwendungen (Wärmepumpen, aber auch Durchlauferhitzer), durch verstärkte Fernwärmenutzung (im Einklang mit dem Fernwärmeausbau für die Raumwärmebereitstellung) sowie dem Einsatz erneuerbarer Energieträger wie Biomasse und Solarthermie.

In Szenario Klimaschutz moderat entwickelt sich der EEV für die Warmwasserbereitung ähnlich wie im Referenzszenario. Auch hier ist ein deutlicher Anstieg bis 2040 erkennbar (vgl. Abbildung 5-16), was auch hier vor allem auf die gestiegenen Bevölkerungszahlen zurückgeht. Anders als im Referenzszenario wird dieser EEV aber stärker durch erneuerbare Energien wie Solarthermie, Biomasse und Umweltwärme gedeckt, was gleichzeitig den Anteil der fossilen Energieträger verringert. Eine absolute Minderung des EEV findet aufgrund des insgesamt gestiegenen Warmwasserverbrauchs auch in diesem Szenario nicht statt (Tabelle 5-20).

Abbildung 5-15: Entwicklung Endenergieverbrauch Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Referenzszenario

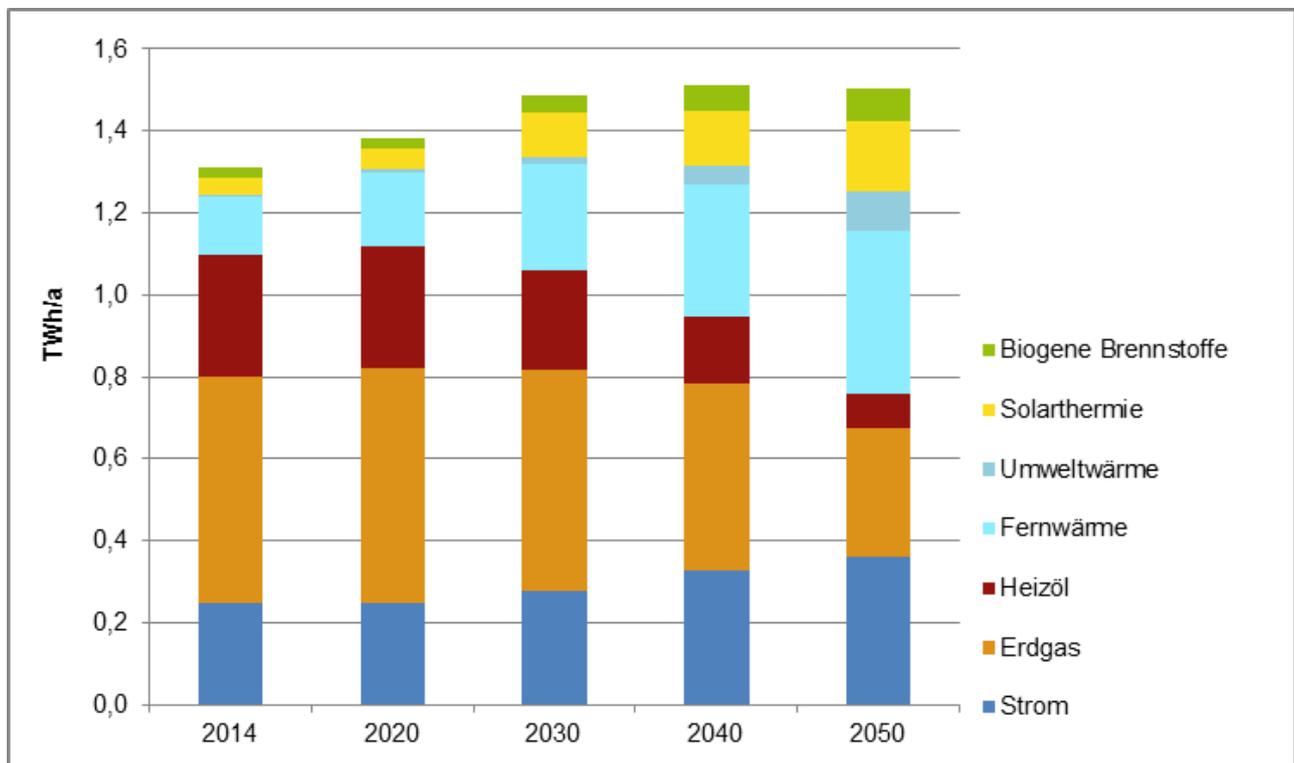


Tabelle 5-19: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	334	248	248	263	277	301	326	342	359
Erdgas	287	554	574	560	541	499	457	386	317
Heizöl	350	294	298	271	241	204	166	123	81,4
Fernwärme	101	145	181	221	261	289	319	359	398
Umweltwärme	0	3,43	6,21	11,5	17,3	31,7	47,4	72,2	97,8
Solarthermie	0	40,2	50,7	78,9	109	121	134	152	171
Biogene Brennstoffe	0	24,9	26,8	32,7	38,7	49,6	60,9	71,3	81,7
Kohle	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	1.084	1.310	1.384	1.438	1.485	1.496	1.510	1.506	1.505
Minderung ggü. 1990		-20,8 %	-27,6 %	-32,6 %	-36,9 %	-37,9 %	-39,2 %	-38,8 %	-38,8 %
Minderung ggü. 2014			-5,7 %	-9,8 %	-13,4 %	-14,2 %	-15,3 %	-15,0 %	-14,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-16: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaschutz moderat

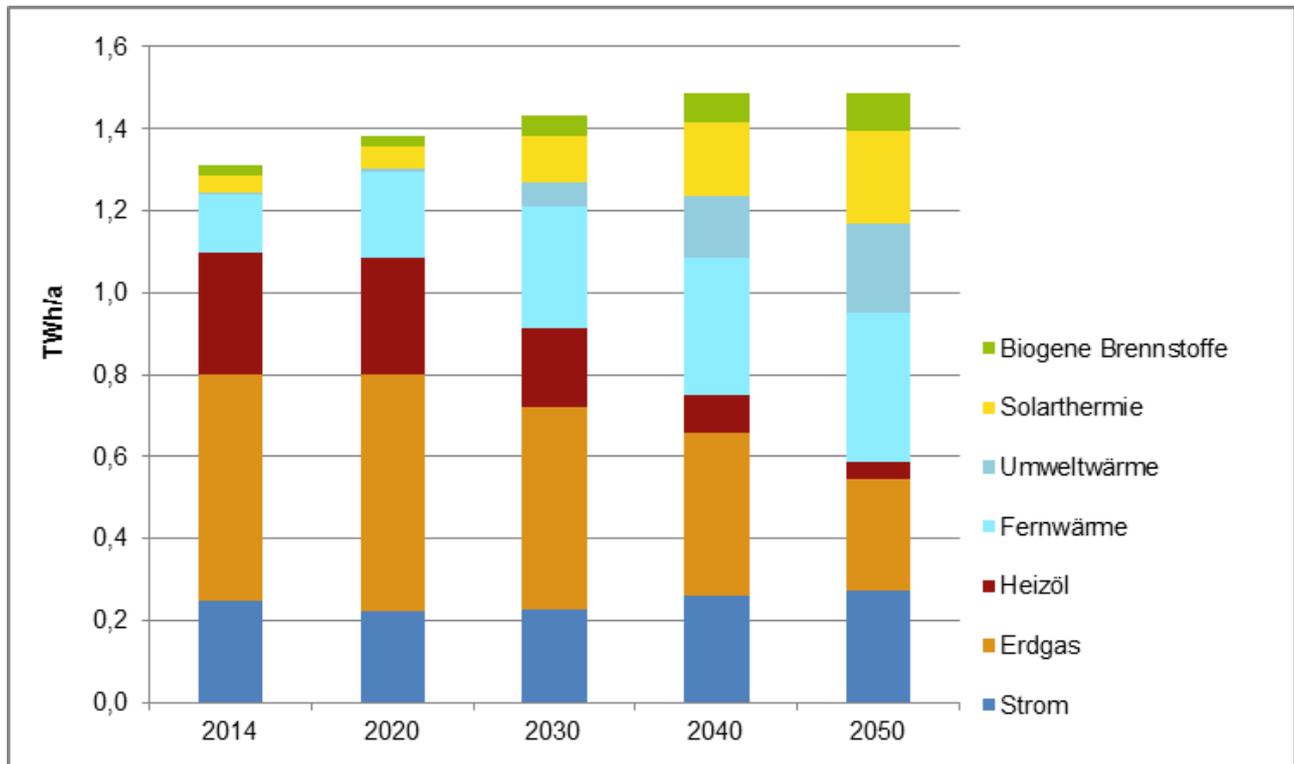


Tabelle 5-20: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	334	248	224	227	228	244	260	266	272
Erdgas	287	554	578	537	491	445	398	335	274
Heizöl	350	294	282	239	193	143	91,0	65,7	40,7
Fernwärme	101	145	209	253	298	316	335	351	366
Umweltwärme	0	3,43	7,76	32,9	60	104	152	183	215
Solarthermie	0	40,2	56,4	83,1	111	145	181	203	226
Biogene Brennstoffe	0	24,9	26,8	37,4	48,4	59,5	71,1	81,5	91,9
Kohle	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	1.084	1.310	1.384	1.410	1.431	1.456	1.488	1.484	1.485
Minderung ggü. 1990		-20,8 %	-27,6 %	-30,1 %	-31,9 %	-34,3 %	-37,2 %	-36,9 %	-36,9 %
Minderung ggü. 2014			-5,6 %	-7,7 %	-9,2 %	-11,2 %	-13,6 %	-13,3 %	-13,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Szenario Klimaneutrales München steigt der EEV für die Warmwasserbereitung im Gegensatz zu den anderen beiden Szenarien nur bis zum Jahr 2030 an und fällt danach bis 2050 fast wieder auf das Niveau von 2014 auf 1,3 TWh (Abbildung 5-17).

Im Jahr 2050 bleibt ein Rest an fossilen Energieträgern in Form von Erdgas, der noch rund 70 GWh pro Jahr beisteuert. Der restliche EEV ist weitgehend dekarbonisiert: nach der Fernwärme mit über 400 GWh erreicht die Solarthermie sehr hohe Anteile (über 300 GWh). Umweltwärme, die über Wärmepumpen verfügbar gemacht wird, deckt knapp 230 GWh im Jahr 2050. Der Biomasseanteil steigt leicht an, der Stromverbrauch steigt bis 2030 ebenfalls leicht an und sinkt dann wieder bis zum Jahr 2050 auf rund 220 GWh (vgl. Tabelle 5-21).

Abbildung 5-17: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaneutrales München

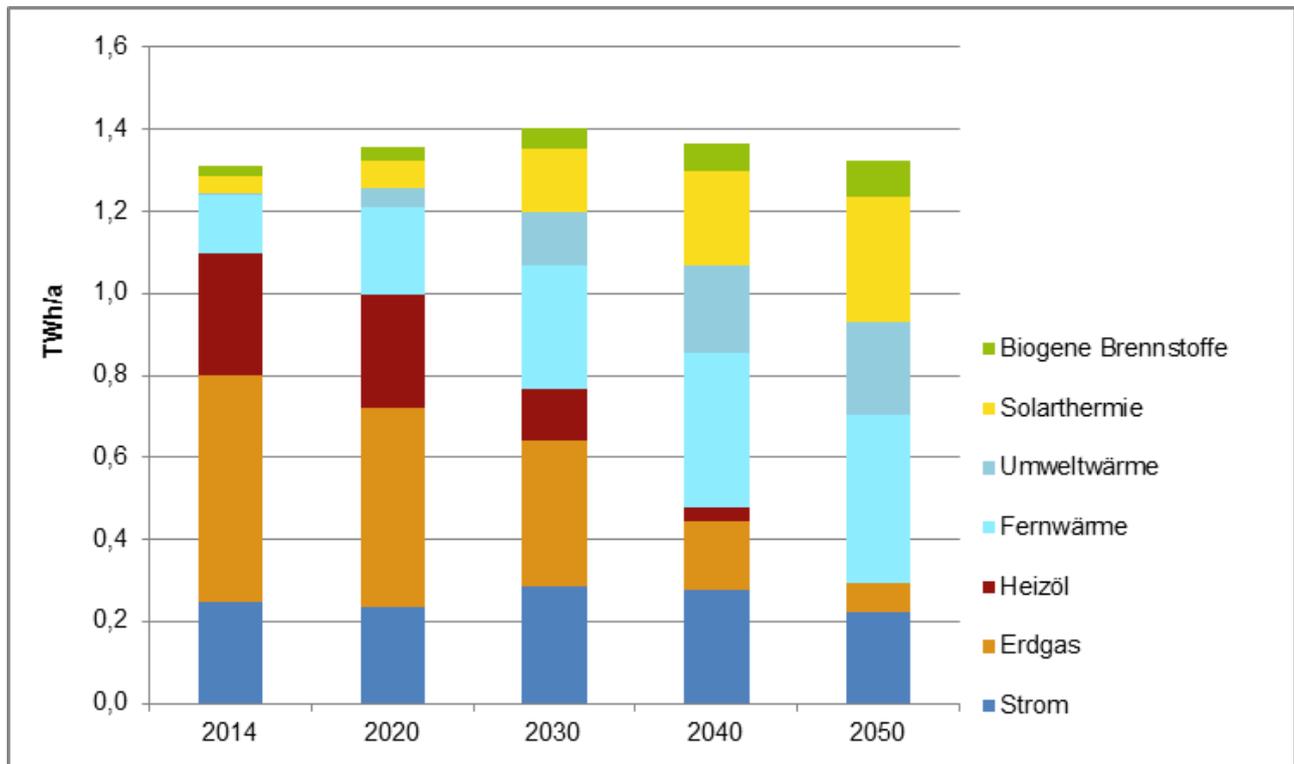


Tabelle 5-21: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Warmwasserbereitung: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	334	248	236	262	287	283	278	250	223
Erdgas	287	554	483	419	353	261	168	119	71,2
Heizöl	350	294	279	203	125	77,7	30,0	14,7	0
Fernwärme	101	145	214	259	304	341	380	394	408
Umweltwärme	0	3,43	43,8	84,9	129	169	211	220	228
Solarthermie	0	40,2	67,0	111	156	192	230	268	306
Biogene Brennstoffe	0	24,9	35,5	41,3	47,0	57,2	67,7	76,8	85,8
Kohle	13,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	1.084	1.310	1.358	1.381	1.401	1.381	1.365	1.343	1.323
Minderung ggü. 1990		-20,8 %	-25,2 %	-27,3 %	-29,2 %	-27,4 %	-25,9 %	-23,8 %	-22,0 %
Minderung ggü. 2014			-3,7 %	-5,4 %	-7,0 %	-5,4 %	-4,2 %	-2,5 %	-1,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Anwendungsbereich Geräte und Kochen

Im Referenzszenario für den Anwendungsbereich Geräte und Kochen steigt der EEV bis 2050 leicht an. Dies hängt zum einen mit der gestiegenen Bevölkerung bzw. der gestiegenen Anzahl an Haushalten zusammen, zum anderen spielt der höhere Ausstattungsgrad mit elektronischen Geräten je Haushalt hierbei eine Rolle. So beträgt der EEV im Jahr 2050 rund 1,7 TWh. Der Gasverbrauch (nur Kochen) geht insgesamt bis 2050 zurück (vgl. Abbildung 5-18).

Abbildung 5-18: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Referenzszenario

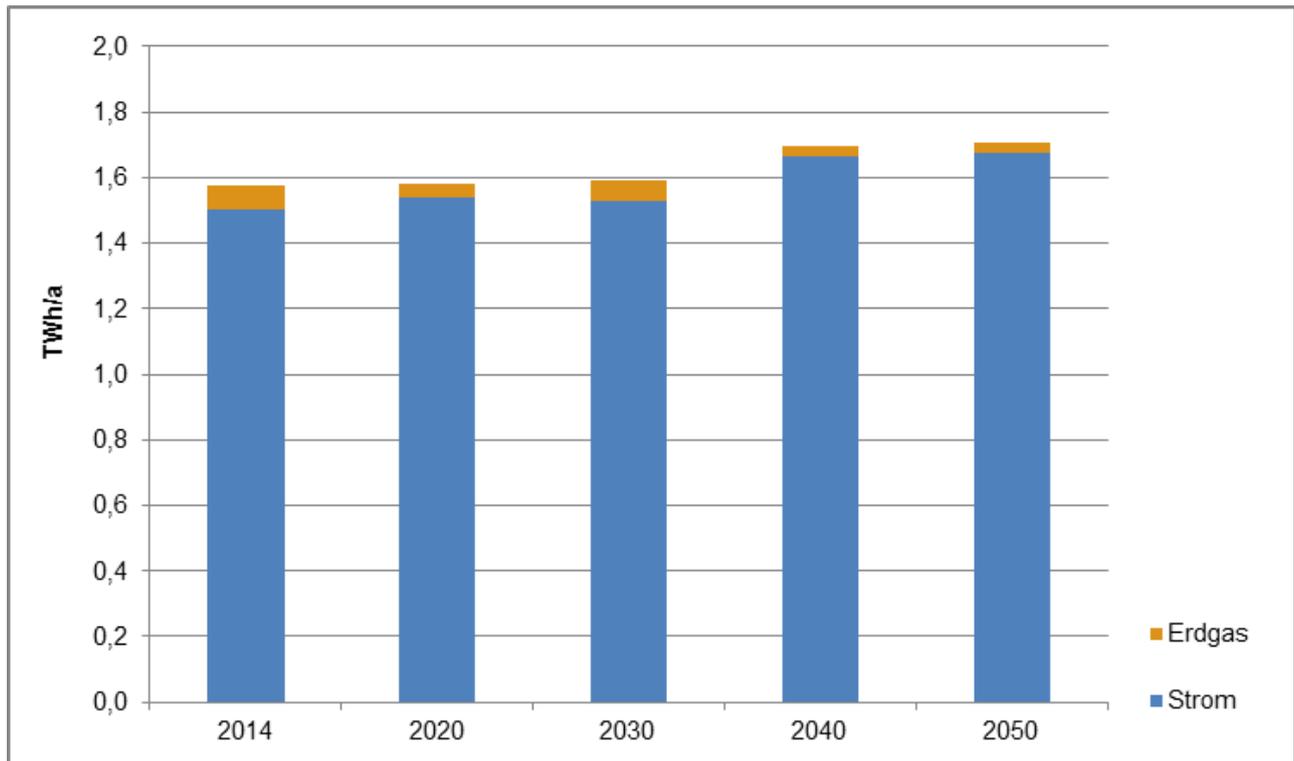


Tabelle 5-22: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	1.500	1.504	1.538	1.518	1.529	1.603	1.664	1.672	1.677
Erdgas	112	69,2	43,3	57,9	60,8	57,1	32,1	29,8	27,5
Summe	1.612	1.574	1.582	1.576	1.590	1.660	1.696	1.702	1.704
Minderung ggü. 1990		2,4 %	1,9 %	2,2 %	1,4 %	-2,9 %	-5,2 %	-5,6 %	-5,7 %
Minderung ggü. 2014			-0,5 %	-0,2 %	-1,0 %	-5,5 %	-7,8 %	-8,2 %	-8,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-19 zeigt den Verlauf des EEV bei Geräten und Kochen im Szenario Klimaschutz moderat. In diesem Szenario bleibt der EEV bei geringen Schwankungen über die Jahre nahezu konstant zwischen 1,5 und 1,6 TWh pro Jahr.

Im Szenario Klimaneutrales München sinkt der EEV bei Geräten und Kochen auf gut 1,3 TWh (Tabelle 5-24).

Abbildung 5-19: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaschutz moderat

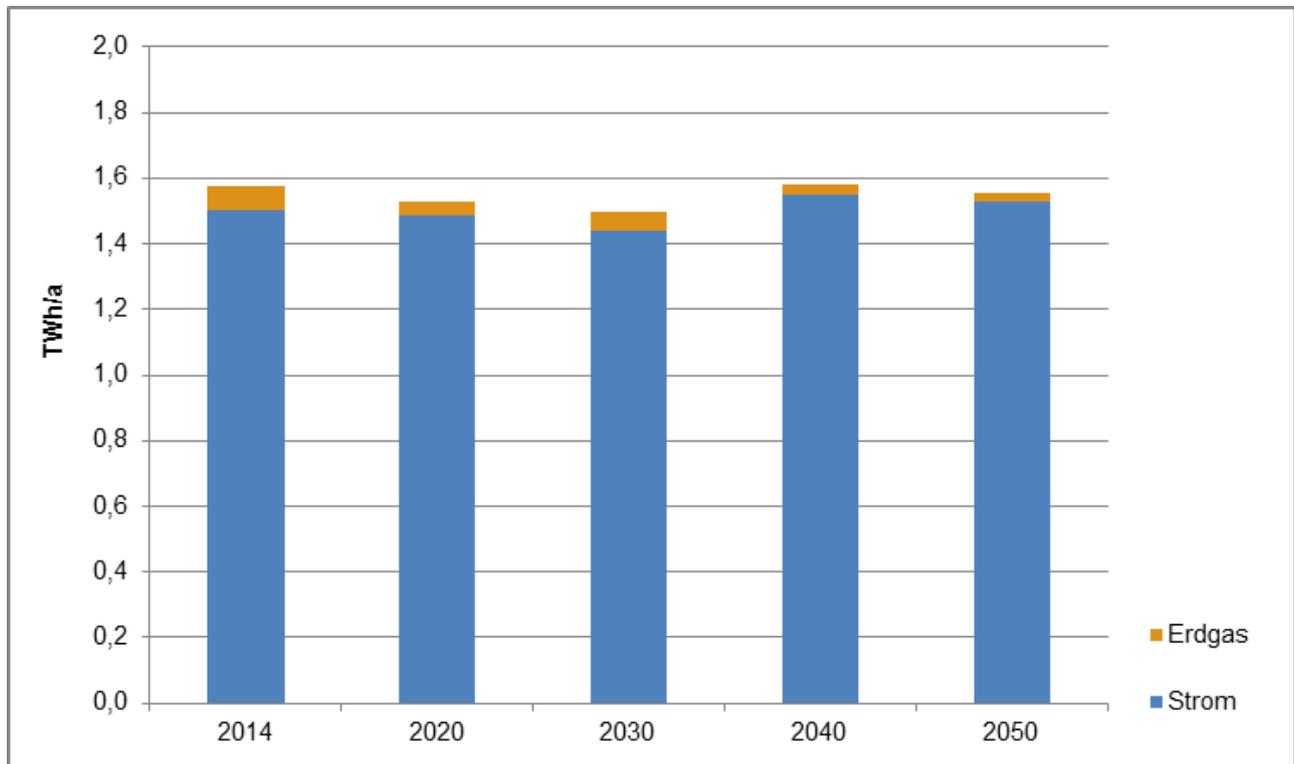


Tabelle 5-23: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	GWh/a								
Strom	1.500	1.504	1.487	1.444	1.439	1.503	1.549	1.541	1.528
Erdgas	112	69,2	42,7	56,5	57,8	53,6	32,1	29,8	27,5
Summe	1.612	1.574	1.529	1.501	1.496	1.556	1.581	1.571	1.555
Minderung ggü. 1990		2,4 %	5,2 %	6,9 %	7,2 %	3,5 %	1,9 %	2,6 %	3,5 %
Minderung ggü. 2014			2,8 %	4,6 %	4,9 %	1,1 %	-0,5 %	0,2 %	1,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-20: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaneutrales München

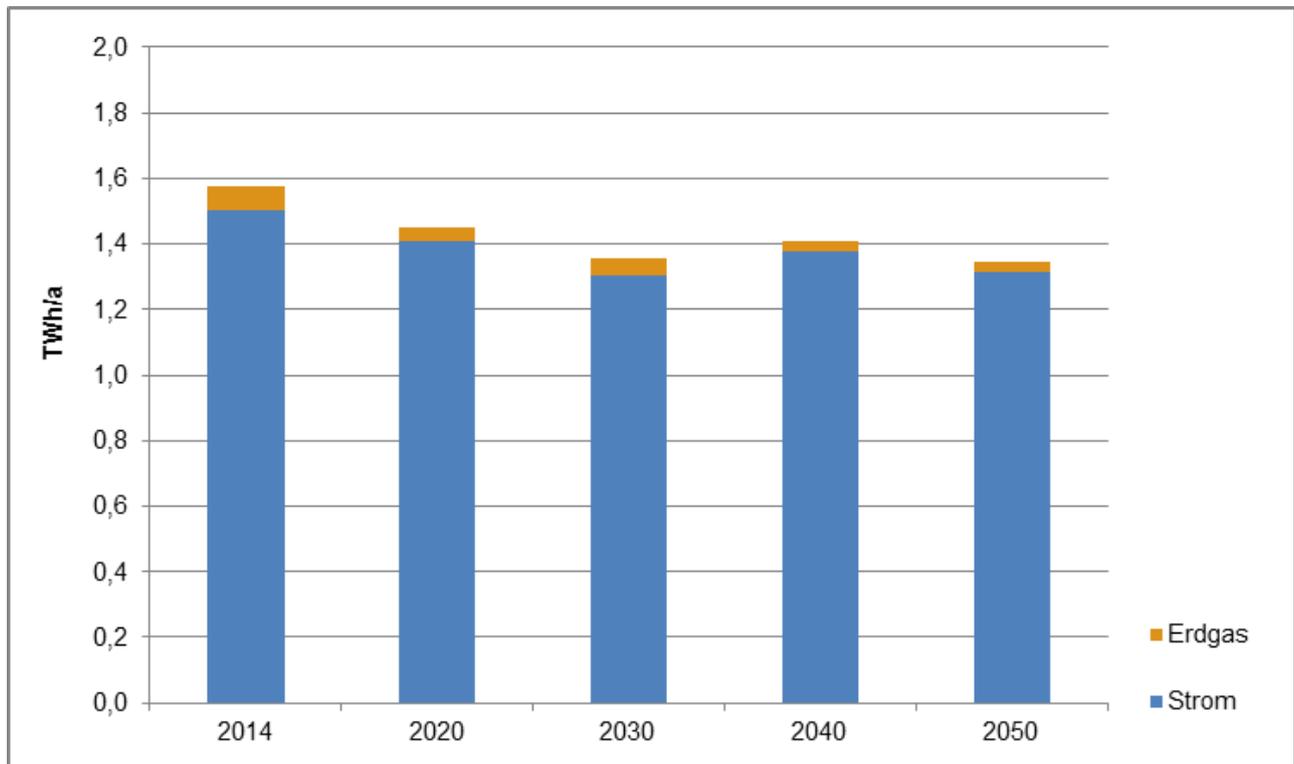


Tabelle 5-24: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Private Haushalte - Geräte und Kochen: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	1.500	1.504	1.409	1.333	1.303	1.353	1.376	1.348	1.315
Erdgas	112	69,2	41,6	54,3	53,2	48,4	32,1	29,8	27,5
Summe	1.612	1.574	1.451	1.388	1.356	1.401	1.408	1.378	1.343
Minderung ggü. 1990		2,4 %	10,0 %	13,9 %	15,9 %	13,1 %	12,7 %	14,5 %	16,7 %
Minderung ggü. 2014			7,8 %	11,8 %	13,8 %	11,0 %	10,5 %	12,4 %	14,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

5.4. Sektor Gewerbe Handel Dienstleistungen (GHD)

5.4.1. Methodik und Annahmen

Basisjahre 2014 und 1990

Der Ausgangswert für den Energieverbrauch des Sektors GHD für das Basisjahr 2014 wurde Bottom-up errechnet anhand der spezifischen Energieverbräuche für jede Branche pro Erwerbstätigen basierend auf Schloman et al. (2015).

Die Zahlen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen in München ist der entsprechenden Tabelle im Bilanzierungstool ECOREgion entnommen und basiert auf den Statistiken der Agentur für Arbeit. Aktuelle Statistiken zur Zahl der Beamten und der Selbständigen

wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Für die Ermittlung weiterer Bezugsgrößen wie der Anzahl von Krippen-, Kindergarten- und Schulkinder, der Berufsschüler und Studenten sowie die Anzahl der Krankenhausbetten wurden die entsprechenden Daten des Amtes für Statistik München herangezogen.

Der Endenergieverbrauch für das Basisjahr des aktuellen Minderungsziels 1990 wurde auf der Grundlage der Studie Timpe et al. (2004) abgeschätzt. Es wurde davon ausgegangen, dass seit 2004 keine neuen Datengrundlagen zum Endenergieverbrauch im Jahr 1990 im Sektor GHD in München hinzugekommen sind und die Annahmen für die damalige Studie abgestimmt waren. Es wurden jedoch Plausibilisierungen vorgenommen, z.B. ein Abgleich der Absatzdaten der SWM für 1990 mit den energieträgerspezifischen Gesamtendenergieverbräuchen über alle Sektoren. Insgesamt ist die Datenlage für das Jahr 1990 eher schlecht.

Fortschreibung bis zum Jahr 2050

Die Berechnung der Szenarien wurde auf der Grundlage der zwei folgenden wesentlichen Inputparameter durchgeführt:

- als Aktivitätsindex dient die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen in den einzelnen Wirtschaftszweigen (sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, Beamte, Selbständige) im Sektor GHD in München
- als Effizienzindex dient die Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs für Strom und Wärme pro Erwerbstätigen
- die Entwicklung des Anteils der verschiedenen Energieträger am EEV wurde anhand bundesweiter Entwicklungen in den Klimaschutzszenarien (Öko-Institut und Fraunhofer ISI), unter Berücksichtigung der abweichenden Ausgangssituation in München, abgeschätzt.

Der Aktivitätsindex, also die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen der einzelnen Branchen ist in allen drei Szenarien gleich, d.h. in allen Szenarien erfolgt die gleiche wirtschaftliche Entwicklung im Sektor.

Die Zahl der Erwerbstätigen in München wird fortgeschrieben, indem davon ausgegangen wird, dass das Verhältnis Bevölkerung / Erwerbstätige in München sich so weiterentwickelt, wie es im Mittel zwischen 1990 und 2014 gewesen ist. Zwischen 1990 und 2014 schwankte es mehr oder weniger gleichmäßig um den Mittelwert 1,67. Die sich aus dieser Überlegung ergebende Entwicklung der Erwerbstätigen ist in Abbildung 5-21 dargestellt.

Der Anteil der Erwerbstätigen in den verschiedenen Wirtschaftszweigen an der Gesamtzahl der Erwerbstätigen wurde wirtschaftszweigspezifisch fortgeschrieben. Dabei wurden Annahmen zur Wirtschaftsentwicklung und zum Strukturwandel zum Beispiel aus der Studie „Perspektive München 2040+“ berücksichtigt (vgl. dazu Kapitel 5.5.1). Ausgehend von der dynamischen Entwicklung der letzten Jahre und Jahrzehnte und dem stärkeren Strukturwandel vom verarbeitenden Gewerbe hin zum Dienstleistungssektor, ergibt sich insgesamt ein stärkeres Wachstum bei den Erwerbstätigen im GHD-Sektor als deutschlandweit (wie z.B. in den Politikszenarioszenarien [Öko-Institut et al, noch unveröffentlicht] MWMS), insbesondere in den Wirtschaftszweigen Gastgewerbe, Erbringung verschiedener Dienstleistungen, Information und Kommunikation.

Für die spezifischen Energieverbräuche aus Schloman et al. (2015) wurden Effizienzindizes festgelegt und die Entwicklung der spezifischen Verbräuche entsprechend der Effizienzindizes fortgeschrieben; die Effizienzindizes variieren zwischen den Szenarien (Tabelle 5-25).

Der Anteil der Energieträger am EEV wurde auf der Grundlage der deutschlandweiten Entwicklung aus den Klimaschutzszenarien Öko-Institut und Fraunhofer ISI für München angepasst und fortgeschrieben (vgl. Tabelle 5-26).

Abbildung 5-21: Entwicklung der Bevölkerung und der Erwerbstätigen in München; bis 2014 statistische Daten, danach Fortschreibung

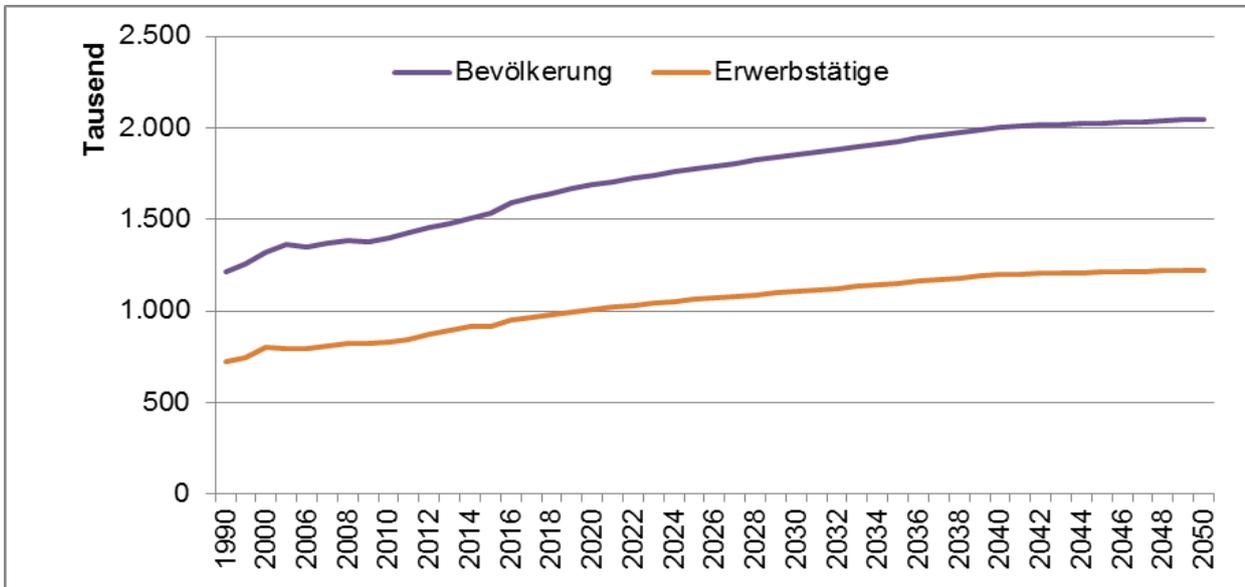


Tabelle 5-25: Effizienzindizes Sektor GHD: Reduktion der spezifischen Verbräuche

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Stromverbrauch								
	% pro Jahr ggü. Vorjahr							
Ref.-Sz.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KSmod	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
KN	2,0	2,6	2,6	2,6	2,2	2,2	2,2	2,2
Wärmeverbrauch								
Ref.-Sz.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
KSmod	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
KN	2,7	2,7	2,7	2,7	2,3	2,3	2,2	2,2

5.4.2. Ergebnisse

Im Referenzszenario kommt es im Sektor GHD in den kommenden Jahren durch das starke wirtschaftliche Wachstum und die vergleichsweise geringen Effizienzgewinne zunächst zu einer deutlichen Zunahme des EEV bis zum Jahr 2020, ab dem Jahr 2020 nimmt der Energieverbrauch gleichmäßig ab. Insgesamt wird gegenüber 1990 im Endenergieverbrauch eine Minderung um 24 % erreicht.

Der Stromverbrauch nimmt im Vergleich zu 2014 zu. Er erreicht einen Peak im Jahr 2040 und sinkt danach wieder leicht. Die Zunahme im Stromverbrauch liegt vor allem am fortgesetzten Wachstum des Sektors, welches eine Zunahme der Beschäftigtenzahlen und damit auch des Stromverbrauchs für verschiedene Anwendungen nach sich zieht. Jedoch auch der zunehmende Einsatz von Wärmepumpen für die Wärmeversorgung, erkennbar im wachsenden Anteil an genutzter Umweltwärme, führt zu einem Anstieg des Stromverbrauchs. Im Zieljahr 2050 ist Strom der am häufigsten eingesetzte Energieträger im Energieträgermix.

Bei den Brennstoffen verlieren Gas und Öl stark an Bedeutung, jedoch sind fossile Energieträger wie Erdöl und Erdgas im Referenzszenario im Zieljahr noch im Energieträgermix vertreten. Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs durch Brennstoffe stammt im 2050 jedoch aus der Fernwärme, deren eingesetzte Menge absolut zwar sinkt, deren Anteil jedoch steigt. Erneuerbare Energien, allen voran die Nutzung von Umweltwärme, werden ausgebaut. Die Nutzung von Solarthermie und biogenen Brennstoffen steigen gegenüber 2014 deutlich an, verbleiben insgesamt jedoch auf einem eher niedrigen absoluten Niveau (vgl. Abbildung 5-22 und Tabelle 5-26).

Die Treibhausgas-Emissionen des Sektors GHD werden im Referenzszenario bis 2050 gegenüber 1990 um 58 % gesenkt. Mehr als drei Viertel aller Emissionen kommen aus dem Stromverbrauch, die übrigen Emissionen kommen aus dem Erdgas-, Fernwärme- und Ölverbrauch (vgl. Abbildung 5-23 und Tabelle 5-27). Bis 2020 sinken die Emissionen aufgrund des steigenden Endenergieverbrauchs kaum ab.

Abbildung 5-22: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario

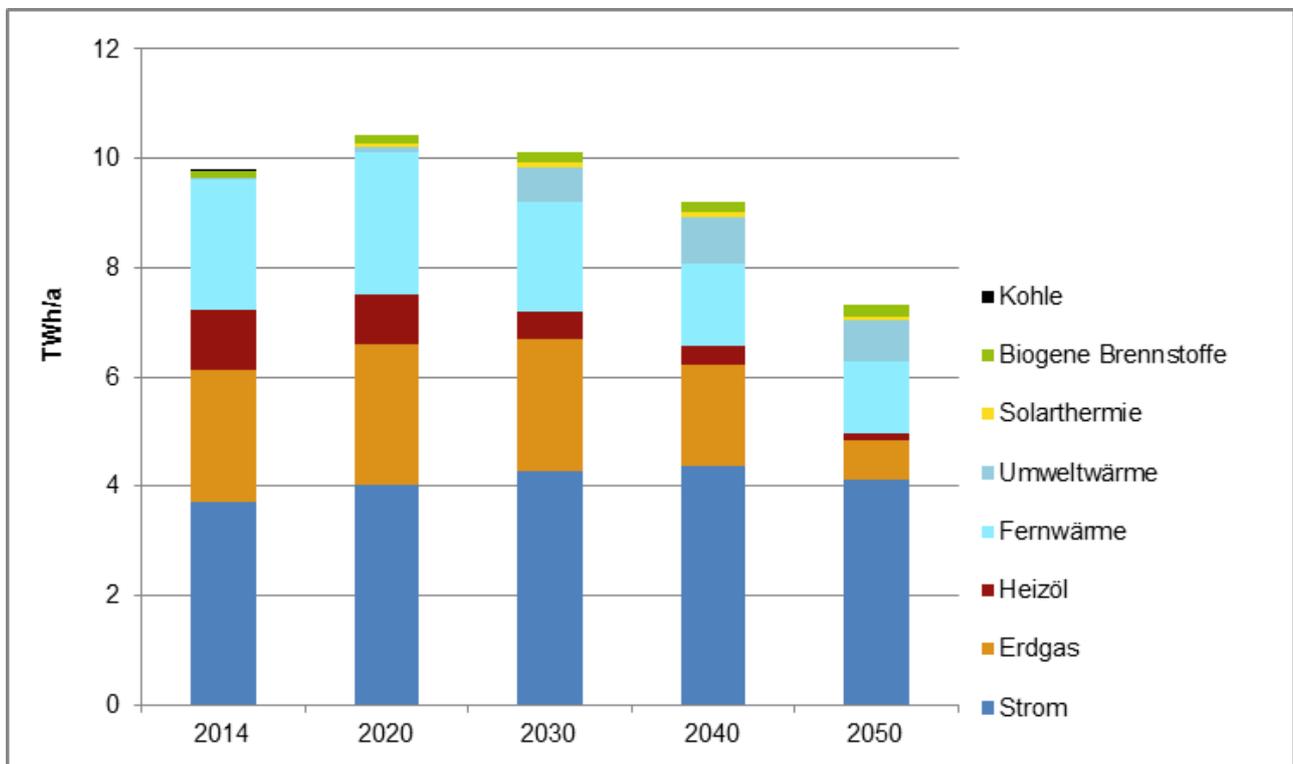


Tabelle 5-26: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	2.150	3.698	4.031	4.176	4.268	4.332	4.374	4.266	4.124
Erdgas	3.650	2.417	2.578	2.536	2.417	2.172	1.861	1.293	702
Heizöl	2.270	1.122	887	700	506	413	322	229	147
Fernwärme	1.390	2.366	2.610	2.334	2.022	1.774	1.520	1.437	1.320
Umweltwärme	0	25,9	104	363	607	729	829	791	733
Solarthermie	0	17,0	71,1	96,7	120	122	122	105	87,5
Biogene Brennstoffe	140	116	157	166	172	180	184	208	220
Kohle	50,0	2,71	0	0	0	0	0	0	0
Summe	9.650	9.765	10.438	10.372	10.112	9.722	9.214	8.329	7.333
Minderung ggü. 1990		-1,2 %	-8,2 %	-7,5 %	-4,8 %	-0,7 %	4,5 %	13,7 %	24,0 %
Minderung ggü. 2014			-6,9 %	-6,2 %	-3,6 %	0,4 %	5,6 %	14,7 %	24,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-23: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario

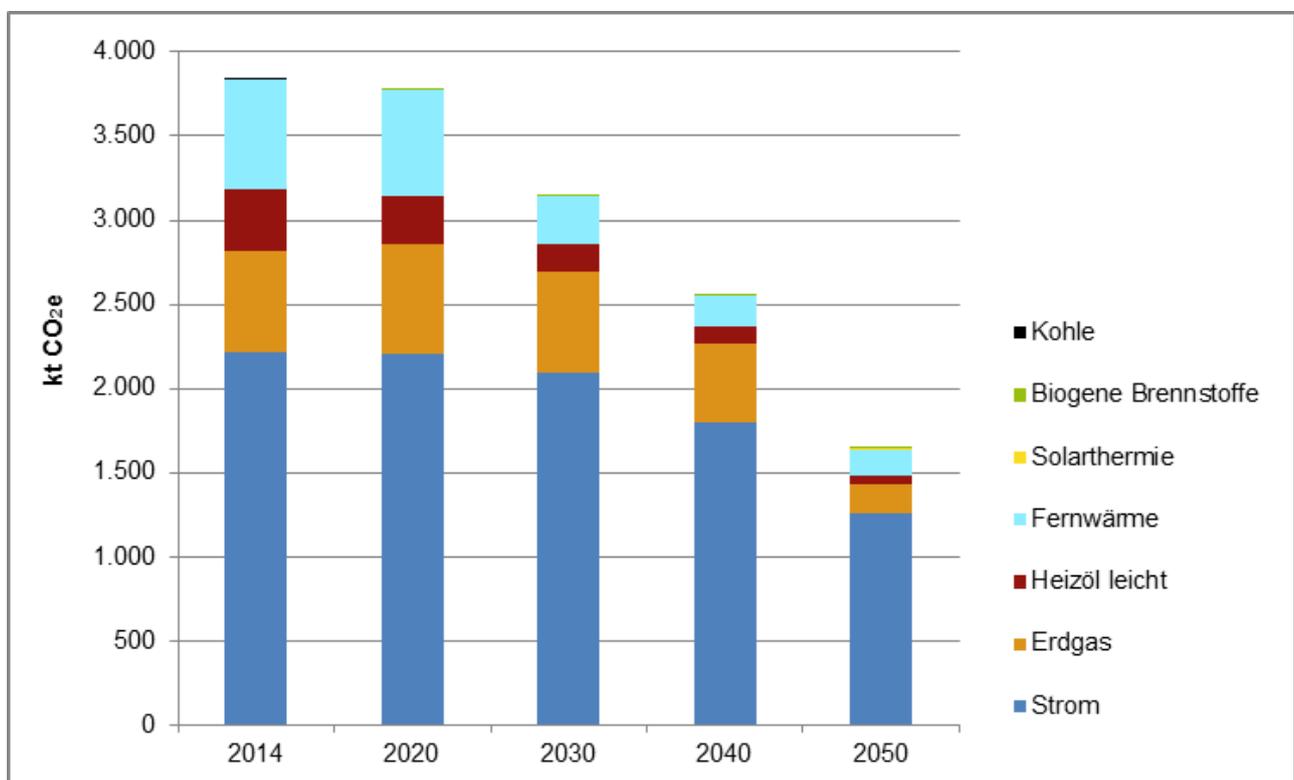


Tabelle 5-27: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1.875	2.218	2.211	2.170	2.095	1.953	1.797	1.527	1.259
Erdgas	923	604	645	634	604	543	465	323	175
Heizöl leicht	729	359	284	224	162	132	103	73,3	46,9
Fernwärme	335	655	638	536	280	225	188	177	157
Solarthermie	0	0,48	2,01	2,74	3,39	3,45	3,45	2,97	2,48
Biogene Brennstoffe	2,38	2,54	3,44	3,65	3,78	3,96	4,05	4,58	4,84
Kohle	22,2	1,20	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.886	3.841	3.783	3.571	3.148	2.860	2.560	2.108	1.645
Minderung ggü. 1990		1,2 %	2,7 %	8,1 %	19,0 %	26,4 %	34,1 %	45,8 %	57,7 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,21	2,55	2,24	2,01	1,70	1,48	1,28	1,04	0,80
Minderung pro Kopf ggü. 1990		20,5 %	30,1 %	37,4 %	47,1 %	53,8 %	60,2 %	67,6 %	75,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Szenario Klimaschutz moderat kommt es im Sektor GHD in den kommenden Jahren durch das starke wirtschaftliche Wachstum und die vergleichsweise geringen Effizienzgewinne zunächst ebenfalls zu einer Zunahme des EEV bis zum Jahr 2020, ab dem Jahr 2020 nimmt der Energieverbrauch auch hier gleichmäßig ab. Insgesamt wird gegenüber 1990 im Endenergieverbrauch eine Minderung um 48 % erreicht. Damit ist die Endenergieverbrauchsminderung im Vergleich zum Referenzszenario doppelt so hoch.

Der Stromverbrauch nimmt im Vergleich zu 2014 zu. Er erreicht einen Peak im Jahr 2025 und sinkt danach bis zum Jahr 2050 kontinuierlich ab. Die Zunahme im Stromverbrauch liegt vor allem am fortgesetzten Wachstum des Sektors, welches eine Zunahme der Beschäftigtenzahlen und damit auch des Stromverbrauchs für verschiedene Anwendungen nach sich zieht. Im Szenario Klimaschutz moderat wird der Anstieg beim Stromverbrauch demnach schneller gestoppt als im Referenzszenario. Auch der zunehmende Einsatz von Wärmepumpen für die Wärmeversorgung, erkennbar im wachsenden Anteil an genutzter Umweltwärme, führt zu einem Anstieg des Stromverbrauchs. Im Zieljahr 2050 ist Strom der mit Abstand am häufigsten eingesetzte Energieträger im Energieträgermix.

Bei den Brennstoffen verlieren Gas und Öl stark an Bedeutung, gleichwohl sind sie 2050 noch immer im Energieträgermix vertreten. Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs durch Brennstoffe stammt im 2050 jedoch aus der Fernwärme, deren eingesetzte Menge absolut sich zwar nahezu halbiert, deren Anteil jedoch steigt. Erneuerbare Energien, allen voran die Nutzung von Umweltwärme, werden ausgebaut. Die Nutzung von Solarthermie und biogenen Brennstoffen steigen gegenüber 2014 absolut weniger an als im Referenzszenario. Dies liegt an dem insgesamt geringeren Endenergiebedarf, der gedeckt werden muss. (vgl. Tabelle 5-28 und Abbildung 5-24).

Die Treibhausgas-Emissionen des Sektors GHD werden im Szenario Klimaschutz moderat bis 2050 gegenüber 1990 um 90 % gesenkt. Nahezu zwei Drittel aller Emissionen kommen aus dem Stromverbrauch, mehr als ein Viertel aus dem Fernwärmeverbrauch. Die Minderung der Emissionen erfolgt zwischen 2014 und 2050 recht gleichmäßig (vgl. Abbildung 5-25 und Tabelle 5-29).

Abbildung 5-24: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat

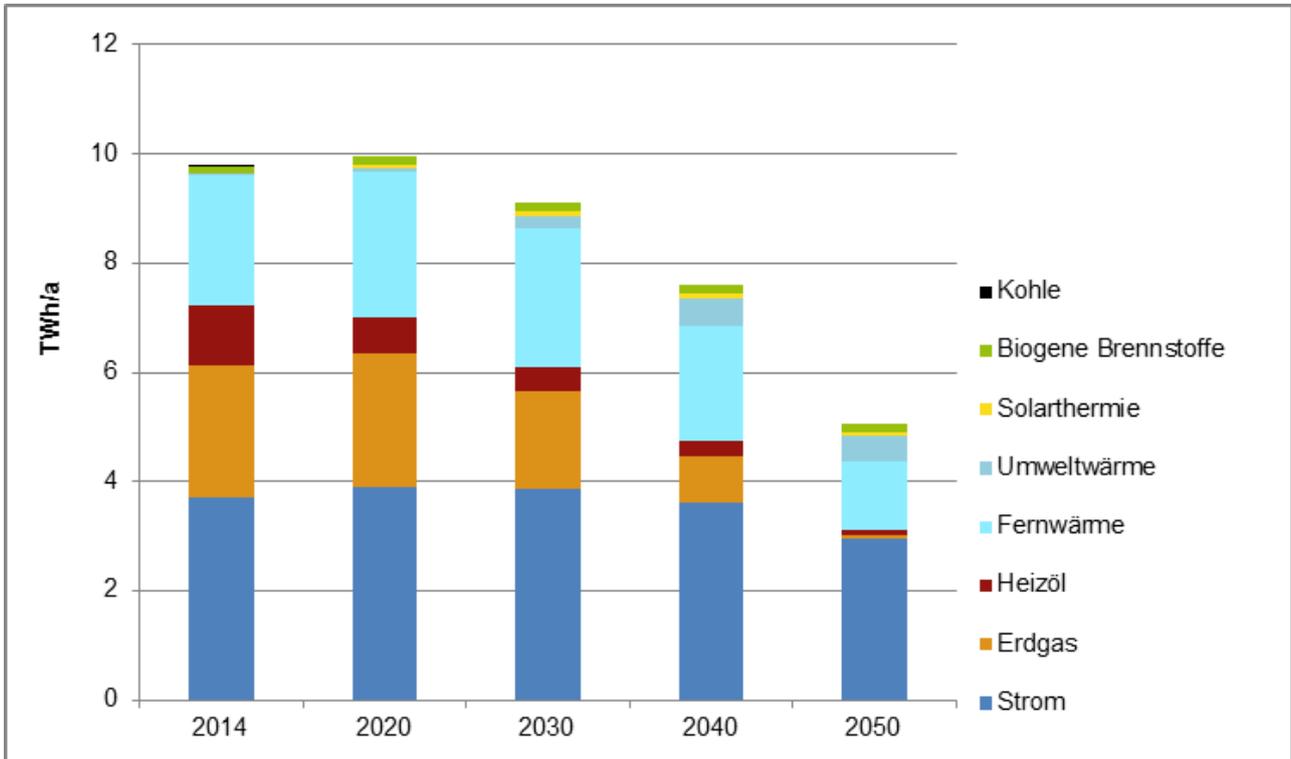


Tabelle 5-28: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	2.150	3.698	3.902	3.918	3.862	3.756	3.606	3.307	2.964
Erdgas	3.650	2.417	2.450	2.144	1.778	1.336	867	472	38,6
Heizöl	2.270	1.122	647	555	456	358	266	176	101
Fernwärme	1.390	2.366	2.686	2.652	2.554	2.361	2.125	1.692	1.263
Umweltwärme	0	25,9	45,2	132	208	359	473	497	472
Solarthermie	0	17,0	67,8	89,9	108	106	100	80,3	60,2
Biogene Brennstoffe	140	116	149	154	155	156	152	160	152
Kohle	50,0	2,71	0	0	0	0	0	0	0
Summe	9.650	9.765	9.947	9.645	9.121	8.433	7.589	6.384	5.050
Minderung ggü. 1990		-1,2 %	-3,1 %	,0 %	5,5 %	12,6 %	21,4 %	33,8 %	47,7 %
Minderung ggü. 2014			-1,9 %	1,2 %	6,6 %	13,6 %	22,3 %	34,6 %	48,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-25: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat

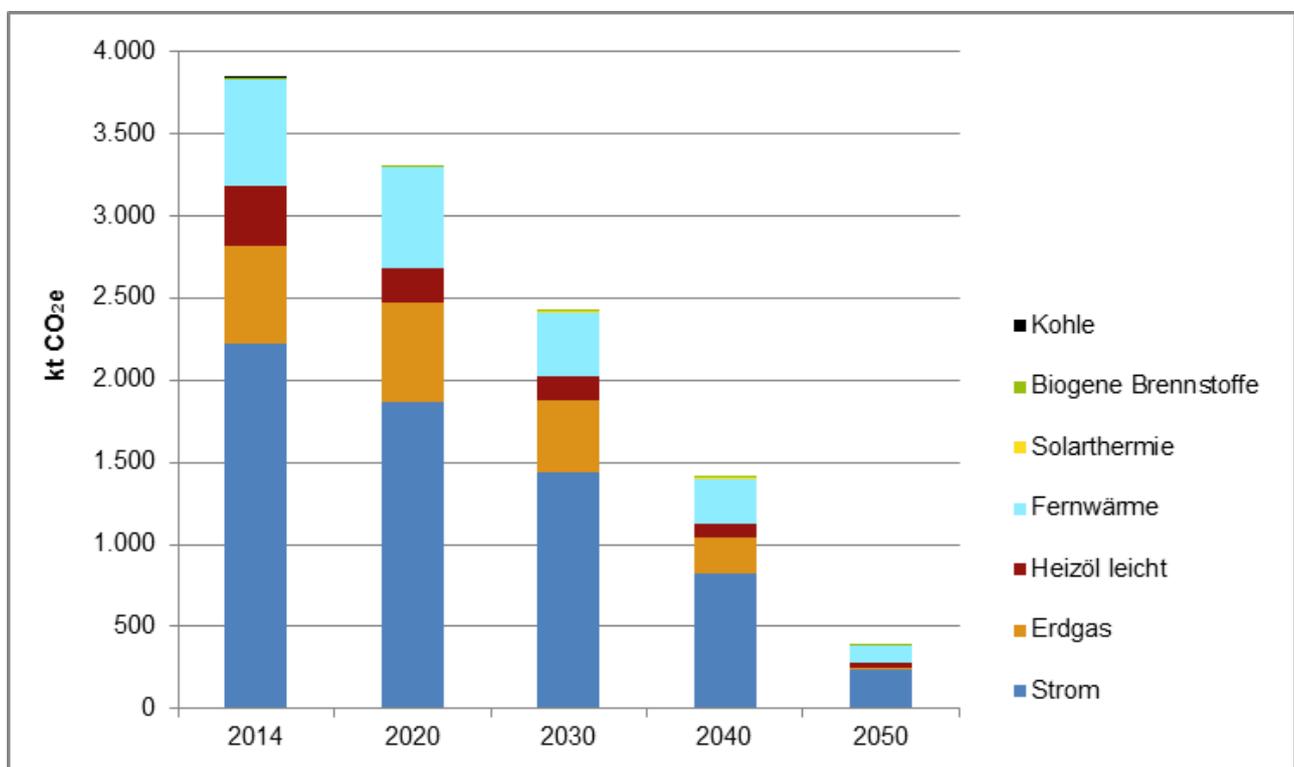


Tabelle 5-29: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO ₂ e								
Strom	1.875	2.218	1.865	1.664	1.434	1.125	820	511	242
Erdgas	923	604	613	536	445	334	217	118	9,66
Heizöl leicht	729	359	207	177	146	115	85,0	56,2	32,3
Fernwärme	335	655	610	530	390	340	279	180	98,5
Solarthermie	0	0,48	1,92	2,54	3,05	2,99	2,84	2,27	1,70
Biogene Brennstoffe	2,38	2,54	3,28	3,40	3,41	3,43	3,34	3,51	3,33
Kohle	21,4	1,20	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.886	3.840	3.300	2.914	2.421	1.920	1.407	871	388
Minderung ggü. 1990		1,2 %	15,1 %	25,0 %	37,7 %	50,6 %	63,8 %	77,6 %	90,0 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,21	2,55	1,96	1,64	1,31	1,00	0,70	0,43	0,19
Minderung pro Kopf ggü. 1990		20,5 %	39,0 %	48,9 %	59,3 %	69,0 %	78,1 %	86,6 %	94,1 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Szenario Klimaneutrales München kann ein Anstieg des Endenergieverbrauchs zwischen 2014 und 2020 im Gegensatz zu den beiden weniger ambitionierten Szenarien auf Grund einer schnelleren Minderung der spezifischen Verbräuche infolge realisierter Effizienzpotenziale und ggf. auch durch umgesetzte Verhaltensänderungen verhindert werden. Bis 2020 kommt es bereits zu einer geringen Verringerung des Endenergieverbrauchs. Ab dem Jahr 2020 nimmt der Energieverbrauch bis zum Jahr 2050 kontinuierlich weiter ab, wobei die Minderungserfolge zwischen den Zehnjahresschritten immer größer werden. Insgesamt wird gegenüber 1990 im Endenergieverbrauch eine Minderung um 79 % erreicht.

Auch hier nimmt der Stromverbrauch im Vergleich zu 2014 zunächst zu. Er erreicht einen Peak jedoch bereits im Jahr 2020 und sinkt danach bis zum Jahr 2050 weiter auf weniger als ein Drittel des Ausgangswertes im Jahr 2014 ab. Die Menge an Wärmepumpenstrom im Stromverbrauch ist hier sehr viel geringer, da die Nutzung von Umweltwärme auf weniger als die Hälfte des Umfangs des Szenarios Klimaschutz moderat ausgebaut wird. Im Zieljahr 2050 ist Strom der mit Abstand am häufigsten eingesetzte Energieträger im Energieträgermix gefolgt von der Fernwärme.

Bei den Brennstoffen sind fossile Energieträger nicht mehr im Energieträgermix vertreten. Der größte Anteil des Endenergieverbrauchs durch Brennstoffe stammt im 2050 aus der Fernwärme, deren eingesetzte Menge absolut zwar nur noch ein Viertel der Menge des Jahres 2014 beträgt, deren Anteil jedoch deutlich steigt. Erneuerbare Energien, allen voran die Nutzung von Umweltwärme, werden ausgebaut. Die Nutzung von Solarthermie und biogenen Brennstoffen steigen gegenüber 2014 absolut weniger an als im Szenario Klimaschutz moderat. Dies liegt an dem insgesamt geringeren Endenergiebedarf, der gedeckt werden muss. (vgl. Abbildung 5-26 und Tabelle 5-30).

Die Treibhausgas-Emissionen des Sektors GHD werden im Szenario Klimaneutrales München bis 2050 gegenüber 1990 um 99 % gesenkt. Mehr als die Hälfte aller Emissionen stammt aus dem Fernwärmeverbrauch, 42 % stammen aus dem Stromverbrauch. Der verbleibende Rest aus der Solarthermie und den biogenen Brennstoffen. Die Minderung der Emissionen erfolgt zwischen 2014 und 2050 recht gleichmäßig (vgl. Abbildung 5-27 und Tabelle 5-31).

Abbildung 5-26: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München

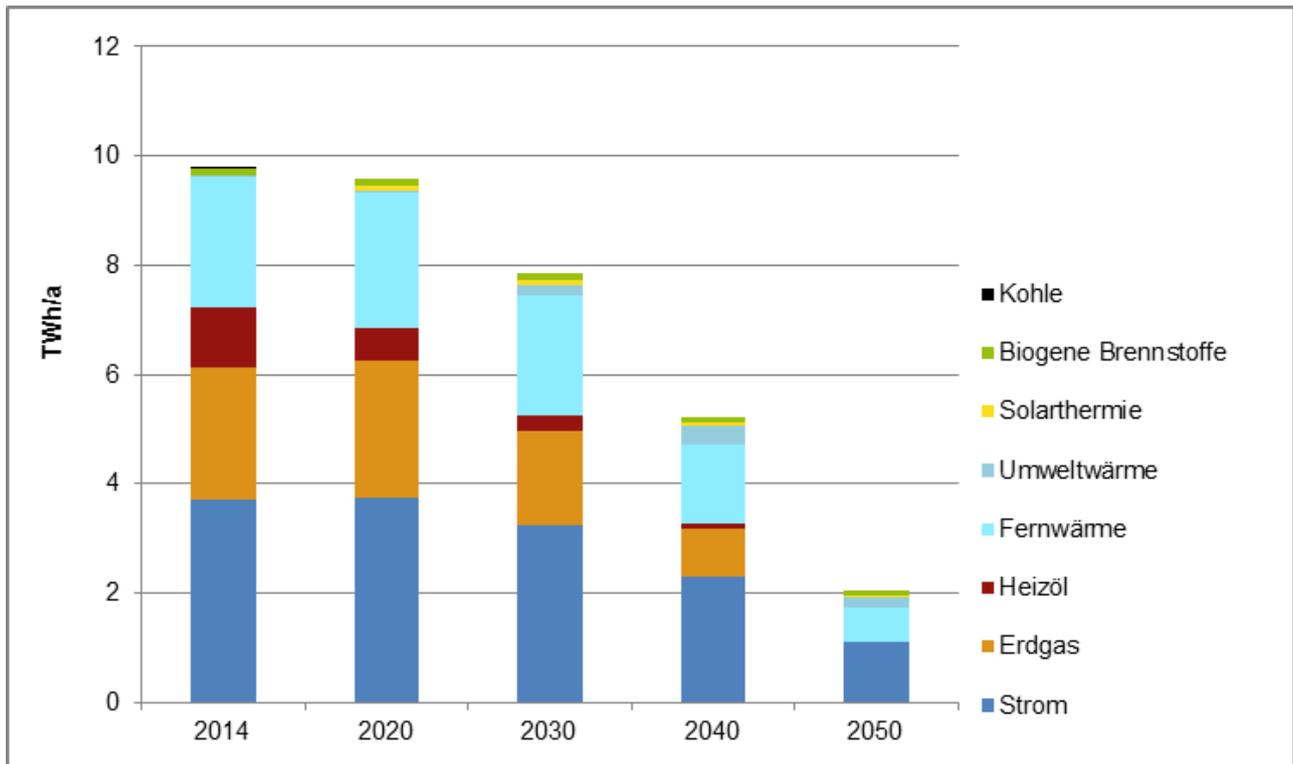


Tabelle 5-30: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	2.150	3.698	3.748	3.491	3.242	2.808	2.305	1.731	1.096
Erdgas	3.650	2.417	2.517	2.173	1.731	1.298	880	348	0
Heizöl	2.270	1.122	575	418	275	165	78,4	27,5	0
Fernwärme	1.390	2.366	2.492	2.377	2.198	1.850	1.464	1.100	639
Umweltwärme	0	25,9	43,5	120	179	281	326	286	187
Solarthermie	0	17,0	65,3	82,1	92,9	82,8	69,2	46,1	23,8
Biogene Brennstoffe	140	116	144	141	133	122	105	128	100
Kohle	50,0	2,71	0	0	0	0	0	0	0
Summe	9.650	9.765	9.584	8.803	7.852	6.607	5.228	3.666	2.045
Minderung ggü. 1990		-1,2 %	,7 %	8,8 %	18,6 %	31,5 %	45,8 %	62,0 %	78,8 %
Minderung ggü. 2014			1,9 %	9,9 %	19,6 %	32,3 %	46,5 %	62,5 %	79,1 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-27: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München

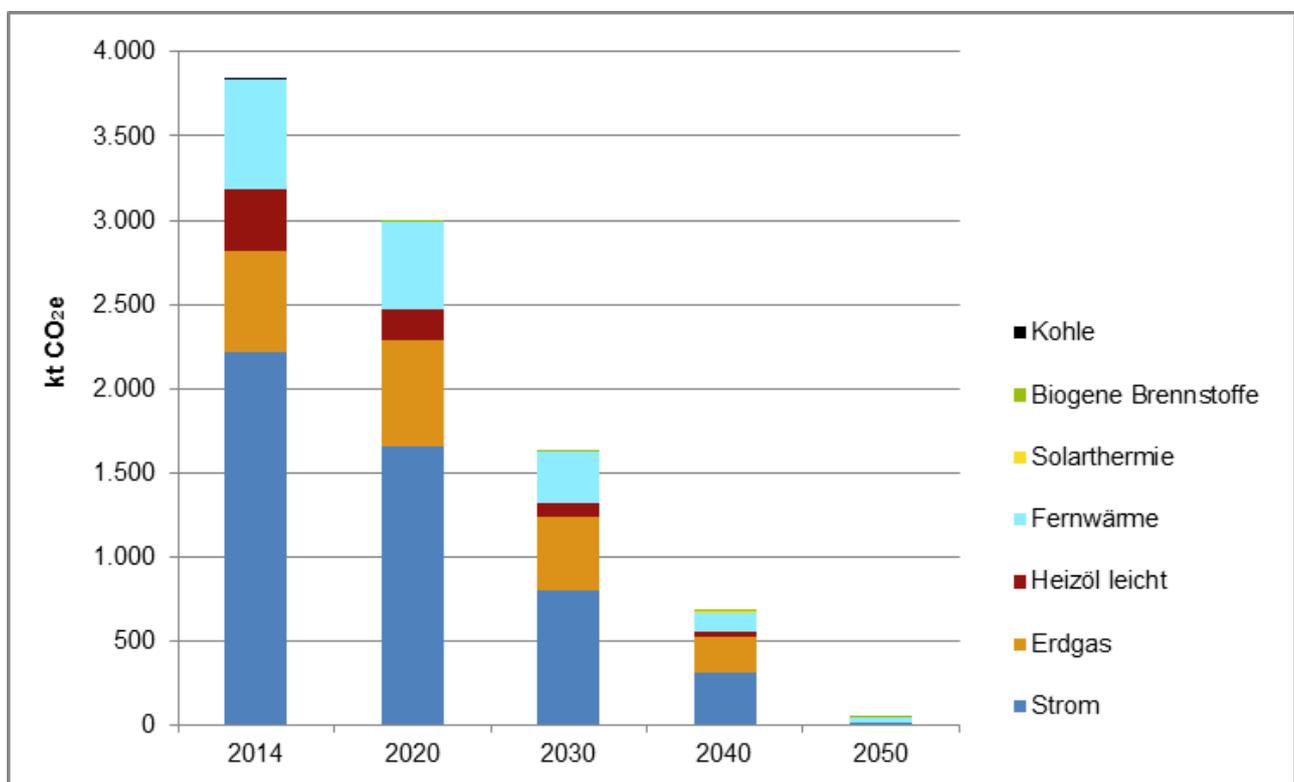


Tabelle 5-31: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1875	2218	1653	1202	802	535	308	131	19,5
Erdgas	923	604	629	543	433	324	220	86,9	0
Heizöl leicht	729	359	184	134	87,9	52,9	25,1	8,80	0
Fernwärme	335	655	521	419	300	209	118	63,2	24,0
Solarthermie	0	0,48	1,85	2,32	2,63	2,34	1,96	1,31	0,67
Biogene Brennstoffe	2,38	2,54	3,16	3,10	2,94	2,69	2,30	2,82	2,20
Kohle	21,4	1,2	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.886	3.841	2.993	2.304	1.629	1.127	676	294	46,5
Minderung ggü. 1990		1,2 %	23,0 %	40,7 %	58,1 %	71,0 %	82,6 %	92,4 %	98,8 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,21	2,55	1,77	1,30	0,88	0,58	0,34	0,15	0,02
Minderung pro Kopf ggü. 1990		20,5 %	44,7 %	59,6 %	72,6 %	81,8 %	89,5 %	95,5 %	99,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

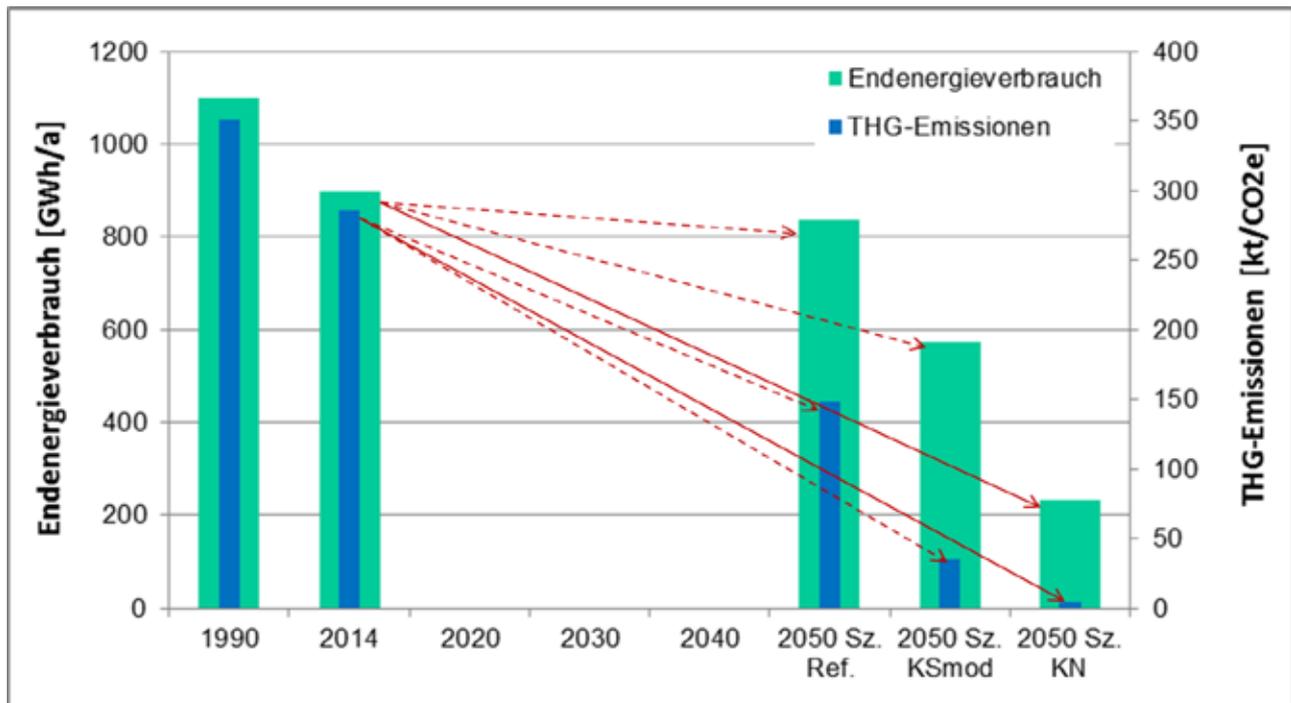
5.4.3. Exkurs: Die Landeshauptstadt München als Energieverbraucher

Die stationären Energieverbräuche und Treibhausgas-Emissionen der LH München sind in der Summe des Verbrauchs und der Emissionen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen enthalten. Die Endenergieverbräuche und Emissionen des städtischen Fuhrparks sind in der Summe des Sektors Verkehr enthalten. Nach den Angaben, die dem Bilanzierungstool ECORegion entnommen wurden, betrug der Anteil der Verwaltung und der Einrichtungen der LH München am Endenergieverbrauch des Sektors GHD im Jahr 1990 etwa 11 %, im Jahr 2014 waren es noch etwa 9 %. Bei den Treibhausgas-Emissionen betrug der Anteil an den Emissionen des Sektors GHD 1990 etwa 9 % und im Jahr 2014 etwa 7 %.

Die LH München konnte zudem nach dieser Datengrundlage sowohl ihren Endenergieverbrauch als auch ihre Emissionen zwischen 1990 und 2014 senken. Und zwar von 1.099 GWh/a im Jahr 1990 auf 898 GWh/a 2014 und von 351 kt CO₂e/a 1990 auf 285 kt CO₂e/a 2014. Dies ist gelungen trotz der zunehmenden Zahl städtischer Beschäftigter, der zunehmenden Bevölkerungszahl und zunehmender Aufgaben für die Kommunalverwaltung (vgl. Abbildung 5-28).

Bei Übertragung der Ergebnisse des Szenarios Klimaneutrales München des Sektors GHD auf die LH München steht dort im Jahr 2050 noch ein Emissionsbudget in Höhe von 4,2 kt/a CO₂e zur Verfügung, welches auf einem Endenergieverbrauch in Höhe von 233 GWh/a beruht.

Abbildung 5-28: Notwendige Entwicklung bei Endenergieverbrauch und Emissionen der LH München zur Erreichung der Szenarioziele



Quelle: Darstellung auf der Basis der Daten aus ECORegion und der Szenarioergebnisse für den Sektor GHD, ohne städtischen Fuhrpark

5.5. Sektor Industrie

5.5.1. Methodik und Annahmen

Basisjahre 2014 und 1990

Die Ausgangsdaten des Energieverbrauchs des Verarbeitenden Gewerbes in München für das Szenario-Basisjahr 2014 und für 1990 ergeben sich aus der Statistik des Landesamtes für Statistik „Energieverbrauch des verarbeitenden Gewerbes in München“. Der Fernwärmeverbrauch für 1990 ist dort nicht erfasst, er wurde mittels Trendfortschreibung zurückgerechnet.

Fortschreibung bis zum Jahr 2050

In den Ergebnissen der Studie „Zukunftsschau München 2040+“ verliert in den betrachteten Szenarien 1 und 2 das Verarbeitende Gewerbe in München wesentlich an Bedeutung, wenn auch aus unterschiedlichen Gründen. In Szenario 3 dominieren „kleinteiligere Produktionsstrukturen“ – auch dies lässt die Interpretation zu, dass die Bedeutung der Industrie am Wirtschaftsstandort München abnimmt. Diese Ergebnisse wurden aufgegriffen. Somit verringert sich in allen drei Szenarien die Bruttowertschöpfung durch das Verarbeitende Gewerbe innerhalb der Stadt deutlich.

Exkurs: Aussagen zur Entwicklung des Verarbeitenden Gewerbes in der Studie „Zukunftsschau München 2040+“

- Szenario 1: „Sauber reguliert“: Viele klassische Produktionsunternehmen verlassen das Stadtgebiet, vor allem weil die Energieauflagen kaum zu erfüllen sind, aber auch, weil sich die industriellen Wertschöpfungsstrukturen stark verändern. Nachhaltige, regionale Produktions- und Wertschöpfungsstrukturen gewinnen stark an Bedeutung.
- Szenario 2: „Knallhart kalkuliert“: Viele große Produktionsunternehmen verlassen das Stadtgebiet. Zum einen sind die Energie- und Flächenkosten im Stadtgebiet nicht mehr zu finanzieren, zum anderen verändern sich Wertschöpfungsarchitekturen weiter in Richtung unternehmensspezifischer Dienstleistungen. Dies verändert das Selbstverständnis der Stadt als Industriestandort nachhaltig.
- Szenario 3 „Charmant unsortiert“: Neue, kleinteiligere und saubere Produktionsstrukturen führen zu einer Rückkehr der Fabrik in die Stadt. Es kommt zu Nischenansiedlungen von Produktionsstrukturen vor allem in wohlhabenden Quartieren. Als Teil nachhaltiger und smarter Stadtkonzepte werden diese Konzepte von der Stadt befördert.

Die Berechnung der Szenarien wird auf der Grundlage der zwei folgenden wesentlichen Inputparameter durchgeführt:

- als Aktivitätsindex dient die Entwicklung der Bruttowertschöpfung (BWS) des Verarbeitenden Gewerbes in München
- als Effizienzindex dient der Entwicklung der Energieintensität ausgedrückt in Energieeinsatz pro € Bruttowertschöpfung (BWS)

Durch die (angenommene) Abnahme der Bedeutung der Industrie im Stadtgebiet sinkt die Bruttowertschöpfung aus dem Verarbeitenden Gewerbe in der Stadt auf weniger als 50 % des Standes von 2014. Zwischen den drei Szenarien gibt es diesbezüglich keine Unterschiede. Die Abwanderung des verarbeitenden Gewerbes aus dem Stadtgebiet erfolgt maßgeblich ab dem Jahr 2031.

Die Effizienzindizes unterscheiden sich in den drei Szenarien (Tabelle 5-32): Für alle drei Szenarien wird davon ausgegangen, dass in den kommenden Jahren bis zum Jahr 2025 verstärkt wirtschaftliche Effizienzmaßnahmen umgesetzt werden. In den folgenden Jahren sinkt die Effizienzsteigerung etwas ab, da zunehmend auch weniger wirtschaftliche oder aus anderen Gründen schwierige Effizienzmaßnahmen realisiert werden müssen. Die Entwicklung der BWS ist in allen drei Szenarien gleich, während sich der Energieeffizienzindex verbessert (vgl. Tabelle 5-32).

Der Einsatz der verschiedenen Energieträger wurde auf der Grundlage der Annahmen aus den Klimaschutzszenarien für Deutschland (Öko-Institut und Fraunhofer ISI), angepasst auf München, fortgeschrieben. Im Vergleich zu den bundesweiten Mittelwerten gibt es in München vor allem unterschiedliche Ausgangswerte bei Strom, Gas und Fernwärme.

Tabelle 5-32: Sektor Industrie: wesentliche Stellschrauben für die Szenariorechnung

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Wirtschaftsentwicklung ggü. 2010								
Aktivitätsindex BWS-Entwicklg. (2010=1)	1,09	1,12	1,0	1,0	0,98	0,75	0,65	0,5
Entwicklg. Energie- intensität	Jährliche Verringerung gegenüber dem Vorjahr in %							
Ref.-Sz.	2,0	2,0	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
KSmod	2,5	2,5	2,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KN	2,8	2,8	2,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8

5.5.2. Ergebnisse

Die Unterschiede der Ergebnisse zwischen den einzelnen Szenarien sind relativ gering.

Dies hat verschiedene Gründe. Zum einen lässt der Rückgang der Bruttowertschöpfung in der Industrie in München in allen drei Szenarien den Endenergieverbrauch gleichermaßen um etwa ein Viertel sinken. Darüber hinaus geht in allen drei Szenarien der Anteil an fossilen Energieträgern im Energieträgermix stark zurück. Zwar ist Heizöl im Referenzszenario noch im Mix enthalten, jedoch nur mit 0,4 %. Die Erdgasnutzung geht jedoch bereits im Referenzszenario deutlich auf noch 17 % am EEV zurück. Bei der Verringerung der Energieintensität gibt es ebenfalls relativ geringe Unterschiede zwischen den Szenarien.

Die erreichte Minderung des Endenergieverbrauchs (EEV) liegt zwischen etwa 85 % im Referenzszenario und 88 % im Szenario Klimaneutrales München. Die Treibhausgas-Emissionen werden im Referenzszenario um 94 %, im Szenario Klimaschutz moderat um 97 % und im Szenario Klimaneutrales München um 99 % reduziert.

Erneuerbare Energien werden verstärkt nur in den beiden Klimaschutzszenarien eingesetzt; im Referenzszenario bleibt der EE-Einsatz auf die Biomassenutzung beschränkt.

Abbildung 5-29: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Referenzszenario

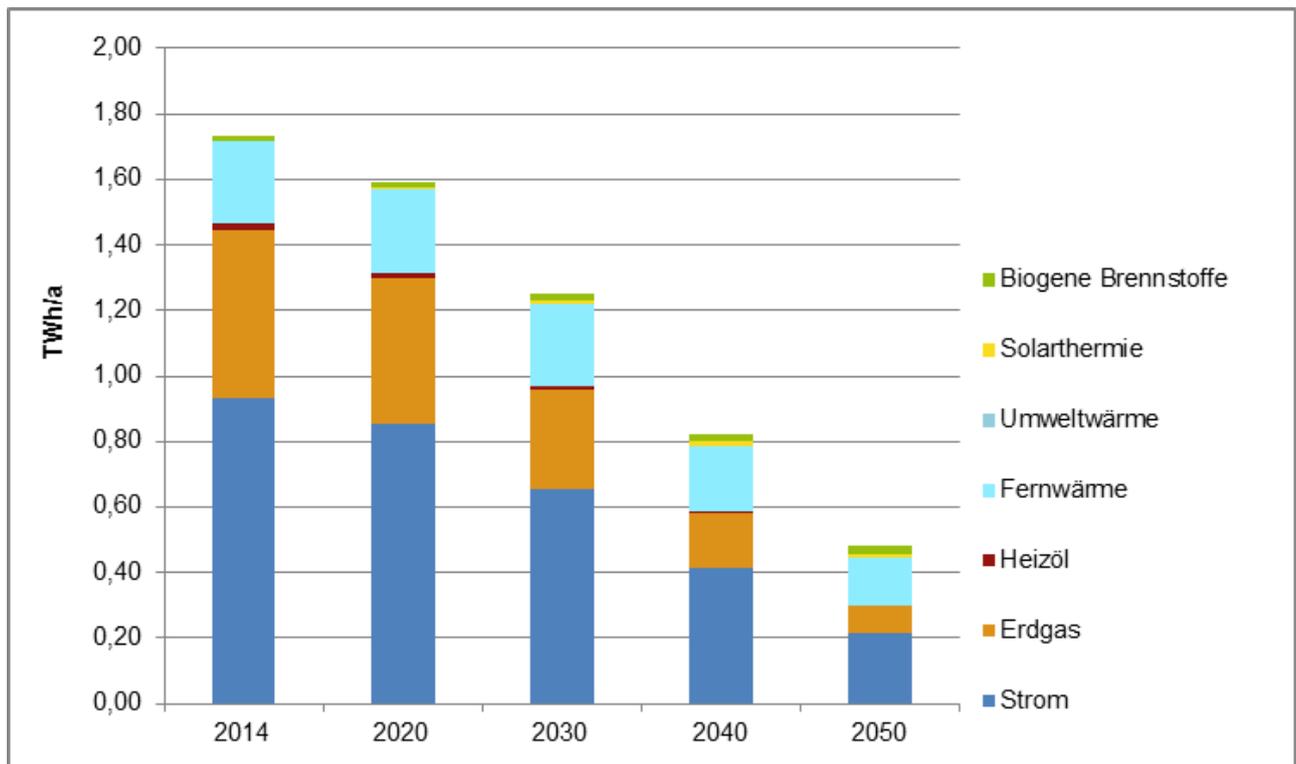


Tabelle 5-33: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	1.338	935	855	701	657	597	417	321	215
Erdgas	1.196	508	441	354	300	247	165	130	81,9
Heizöl	253	24,4	19,1	13,4	10,0	8,04	4,94	3,34	1,93
Fernwärme	495	248	255	240	250	253	198	180	144
Solarthermie	0	0	4,78	6,68	12,5	17,2	16,5	10,0	14,4
Biogene Brennstoffe	17,0	15,1	17,5	20,0	21,3	26,4	23,1	23,4	24,1
Summe	3.299	1.730	1.593	1.336	1.251	1.148	823	668	482
Minderung ggü. 1990		47,6 %	51,7 %	59,5 %	62,1 %	65,2 %	75,0 %	79,7 %	85,4 %
Minderung ggü. 2014			7,9 %	22,8 %	27,7 %	33,6 %	52,4 %	61,4 %	72,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-30: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Referenzszenario

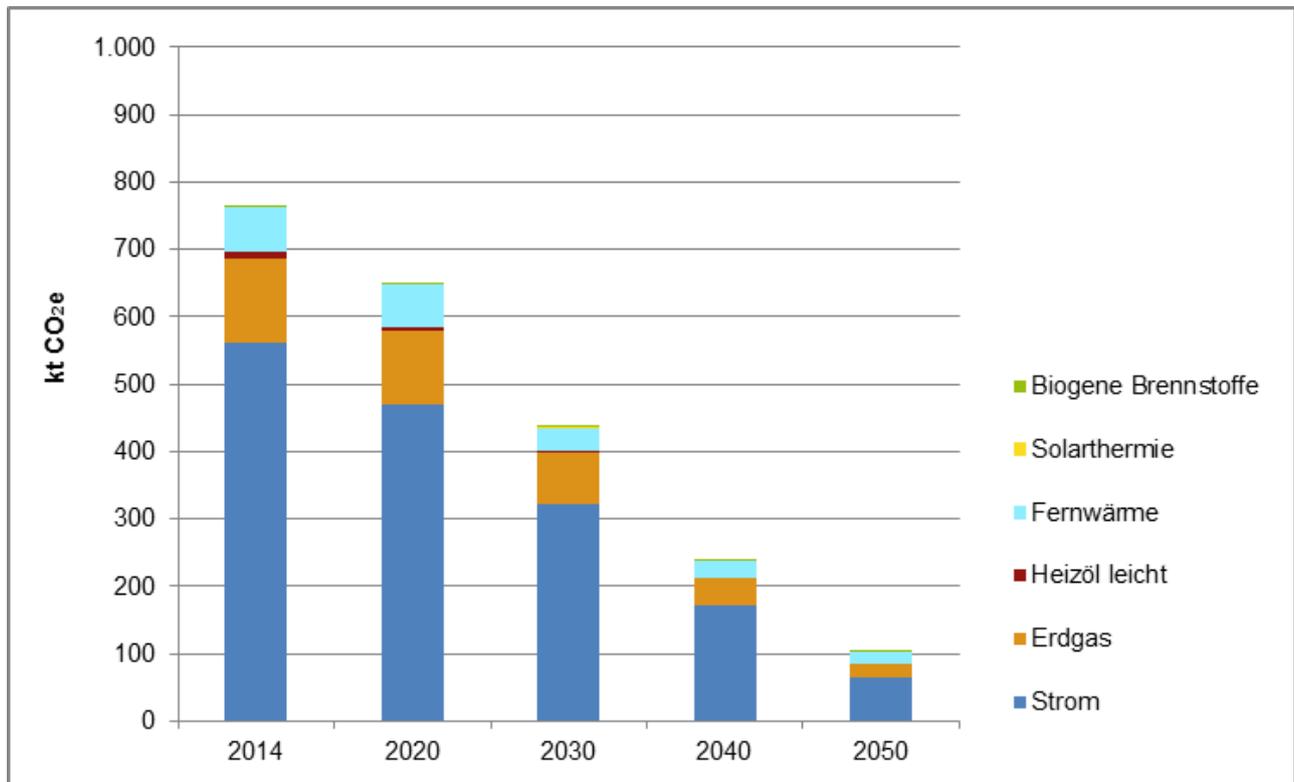


Tabelle 5-34: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1.167	561	469	364	322	269	171	115	65,5
Erdgas	302	127	110	88,5	75,1	61,7	41,2	32,6	20,5
Heizöl leicht	81,3	7,80	6,12	4,27	3,20	2,57	1,58	1,07	0,62
Fernwärme	119	68,6	62,3	55,2	34,7	32,1	24,4	22,2	17,2
Solarthermie	0	0	0,14	0,19	0,35	0,49	0,47	0,28	0,41
Biogene Brennstoffe	0,29	0,33	0,39	0,44	0,47	0,58	0,51	0,51	0,53
Kohle	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	1.670	764	648	513	436	367	239	171	105
Minderung ggü. 1990		54,2 %	61,2 %	69,3 %	73,9 %	78,0 %	85,7 %	89,7 %	93,7 %
Emissionen gesamt pro Kopf	1,38	0,51	0,38	0,29	0,24	0,19	0,12	0,08	0,05
Minderung pro Kopf ggü. 1990		63,2 %	72,1 %	79,1 %	82,9 %	86,2 %	91,4 %	93,9 %	96,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-31: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat

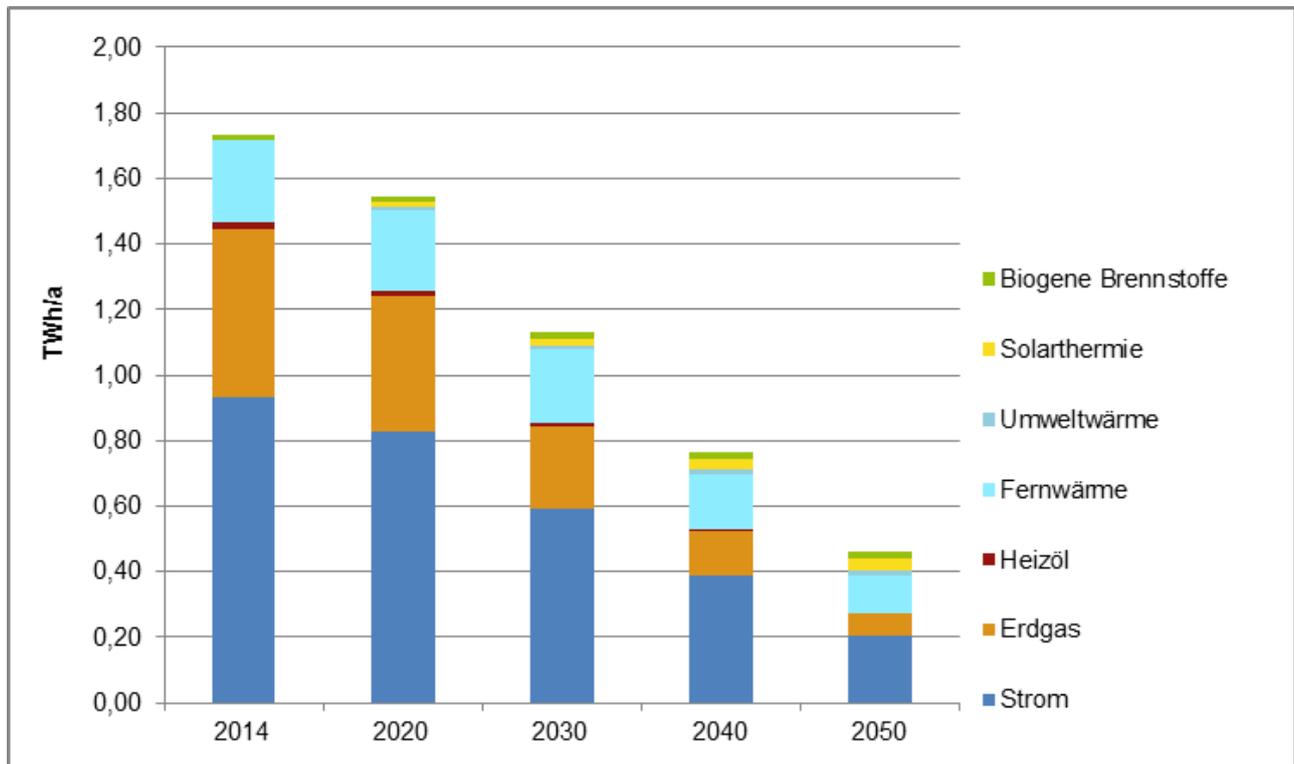


Tabelle 5-35: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	1.338	935	829	640	594	548	388	297	206
Erdgas	1.196	508	409	300	249	219	137	107	64,8
Heizöl	253	24,4	18,5	12,2	9,05	7,38	4,60	3,16	0
Fernwärme	495	248	247	219	226	211	169	152	117
Umweltwärme	0	0	7,72	9,14	11,3	12,6	12,3	12,6	13,9
Solarthermie	0	0	15,4	19,5	22,6	31,6	34,5	37,9	37,0
Biogene Brennstoffe	17,0	15,1	17,0	18,3	19,2	24,2	21,5	22,1	23,1
Summe	3.299	1.730	1.545	1.218	1.131	1.054	767	632	463
Minderung ggü. 1990		47,6 %	53,2 %	63,1 %	65,7 %	68,1 %	76,7 %	80,8 %	86,0 %
Minderung ggü. 2014			10,7 %	29,6 %	34,6 %	39,1 %	55,7 %	63,5 %	73,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-32: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat

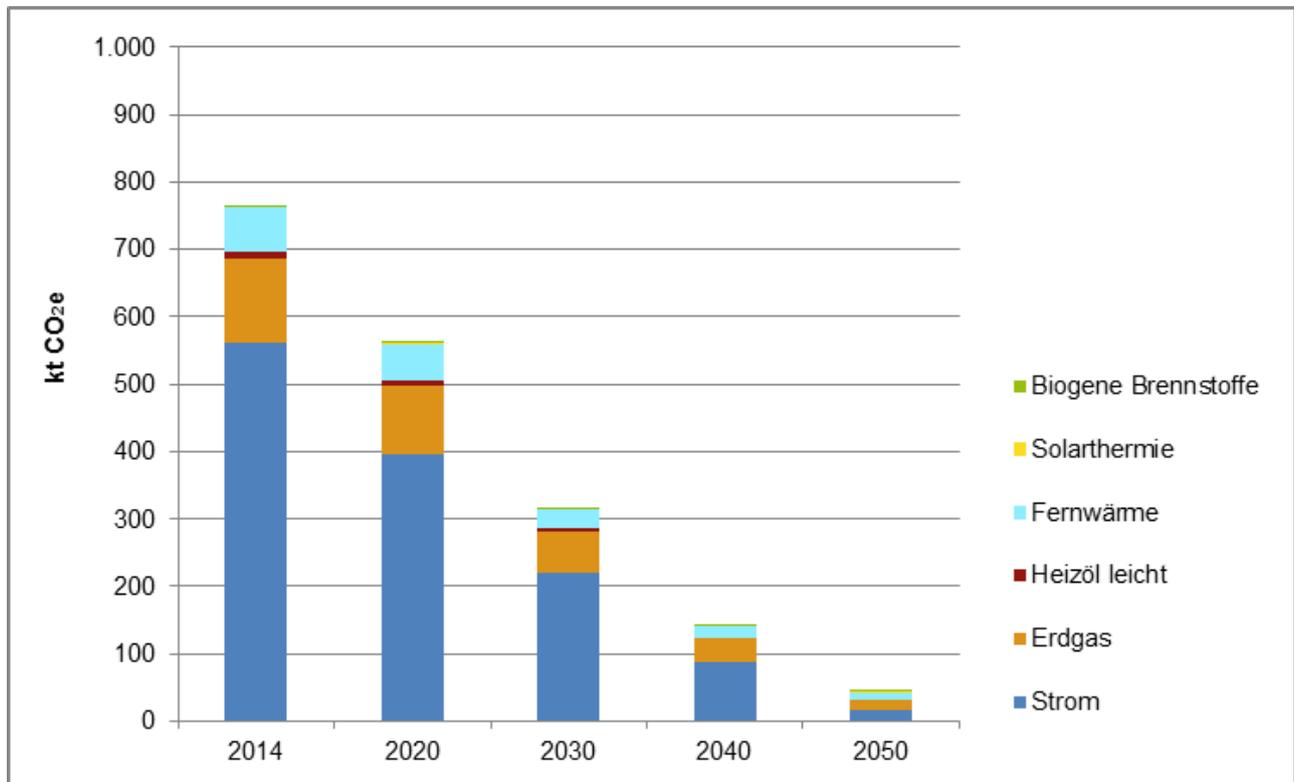


Tabelle 5-36: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1.167	561	396	272	220	164	88,3	45,9	16,8
Erdgas	302	127	102	74,9	62,2	54,8	34,3	26,9	16,2
Heizöl leicht	81,3	7,80	5,93	3,90	2,90	2,36	1,47	1,01	0
Fernwärme	119	68,6	55,6	41,5	29,0	23,9	16,0	13,5	9,75
Solarthermie	0	0	0,44	0,55	0,64	0,89	0,98	1,07	1,05
Biogene Brennstoffe	0,29	0,33	0,37	0,40	0,42	0,53	0,47	0,49	0,51
Summe	1.670	764	561	393	316	247	142	88,9	44,3
Minderung ggü. 1990		54,2 %	66,4 %	76,5 %	81,1 %	85,2 %	91,5 %	94,7 %	97,3 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	1,38	0,51	0,33	0,22	0,17	0,13	0,07	0,04	0,02
Minderung pro Kopf ggü. 1990		63,2 %	75,9 %	84,0 %	87,6 %	90,7 %	94,9 %	96,8 %	98,4 %
Emissionen t pro Mio. € BWS		49,3 %	34,8 %	27,2 %	21,9 %	17,4 %	13,1 %	9,5 %	6,1 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-33: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München

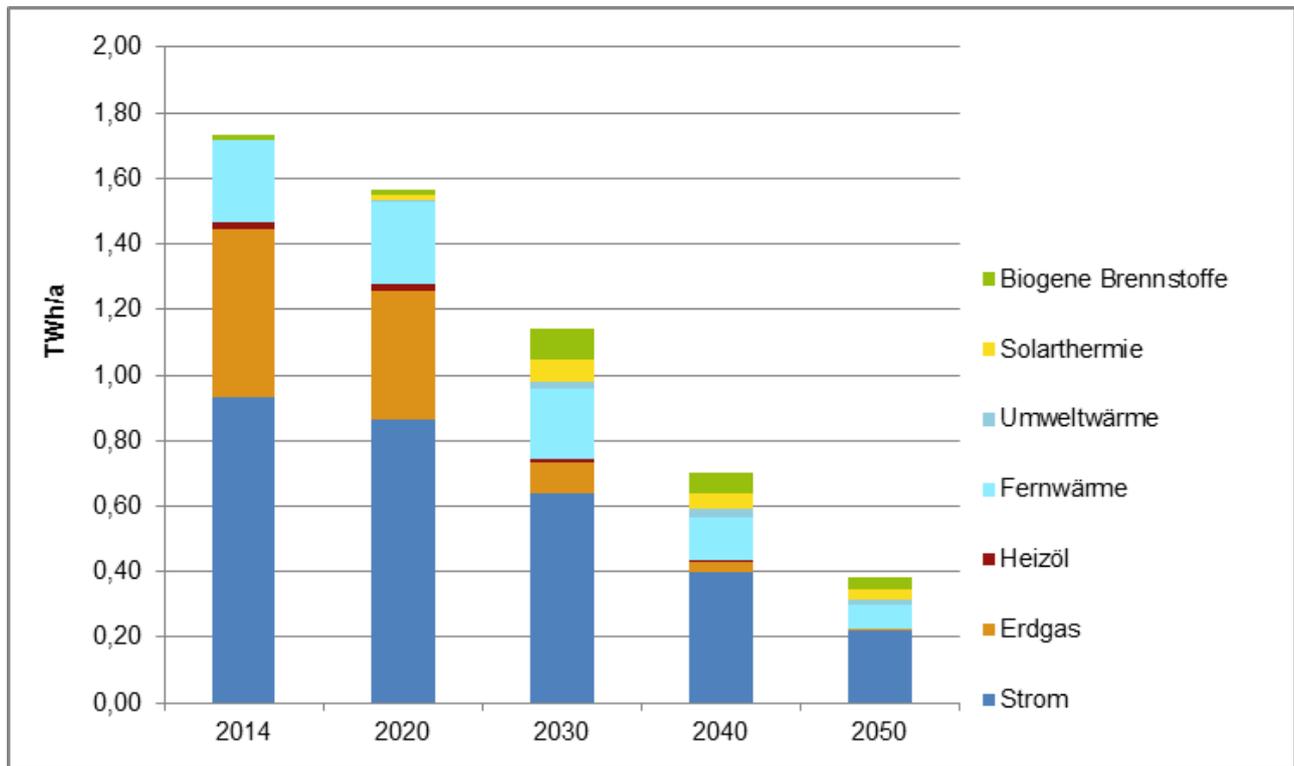


Tabelle 5-37: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	1.338	935	862	698	638	571	400	316	222
Erdgas	1.196	508	395	201	96,8	60,7	30,1	13,8	3,83
Heizöl	253	24,4	18,8	12,6	9,11	7,08	4,21	2,75	0
Fernwärme	495	248	251	226	216	192	133	110	74,8
Umweltwärme	0	0	7,83	9,43	19,4	30,3	24,5	19,3	13,4
Solarthermie	0	0	15,7	46,5	68,4	58,7	47,7	38,5	30,7
Biogene Brennstoffe	17,0	15,1	17,2	62,9	91,1	91,0	61,7	49,5	38,3
Summe	3.299	1.730	1.567	1.257	1.139	1.011	701	550	383
Minderung ggü. 1990		47,6 %	52,5 %	61,9 %	65,5 %	69,3 %	78,8 %	83,3 %	88,4 %
Minderung ggü. 2014			9,4 %	27,3 %	34,2 %	41,6 %	59,5 %	68,2 %	77,8 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-34: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München

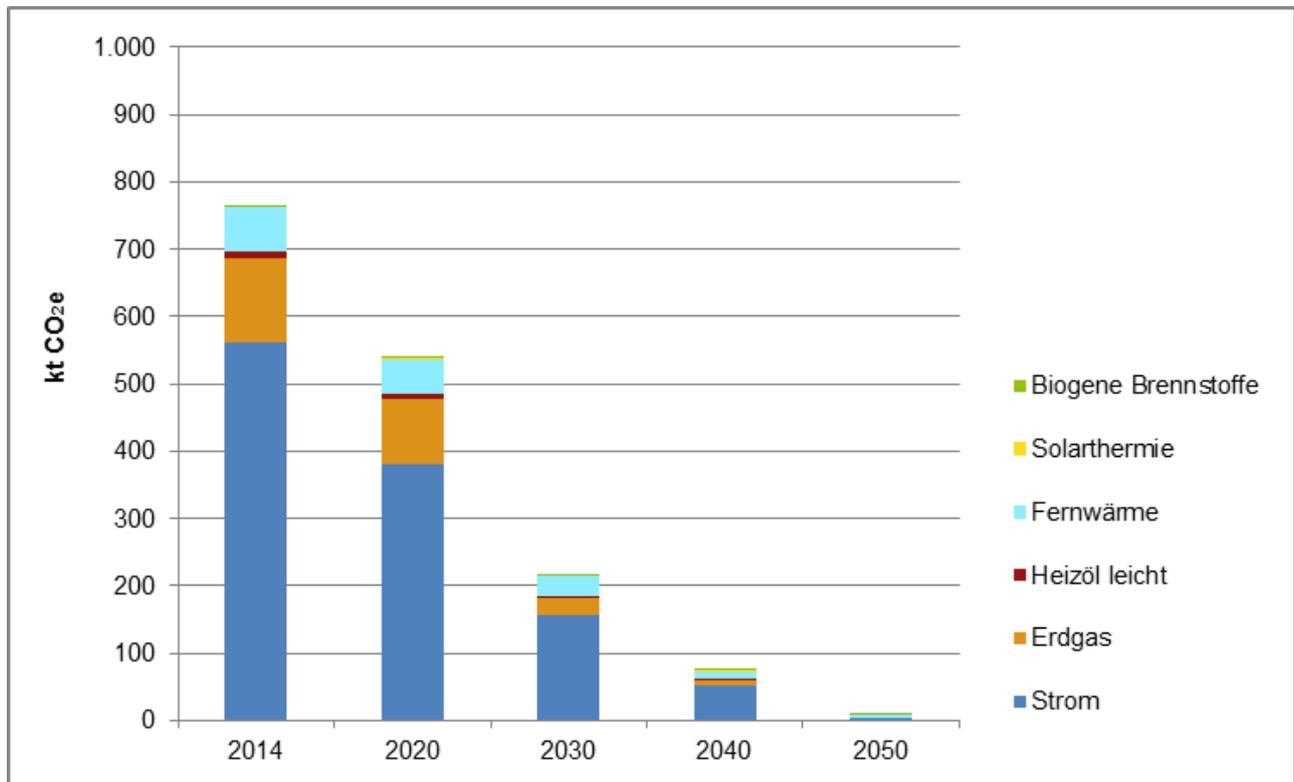


Tabelle 5-38: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	1.167	561	380	240	158	109	53,5	24,0	3,97
Erdgas	302	127	98,7	50,3	24,2	15,2	7,54	3,44	0,96
Heizöl leicht	81,3	7,80	6,02	4,02	2,92	2,27	1,35	0,88	0
Fernwärme	119	68,6	52,4	40,0	29,6	21,7	10,7	6,33	2,81
Solarthermie	0	0	0,44	1,32	1,93	1,66	1,35	1,09	0,87
Biogene Brennstoffe	0,29	0,33	0,38	1,38	2,01	2,00	1,36	1,09	0,84
Summe	1.670	764	538	337	218	152	75,8	36,8	9,45
Minderung ggü. 1990		54,2 %	67,8 %	79,8 %	86,9 %	90,9 %	95,5 %	97,8 %	99,4 %
Emissionen t pro Kopf	1,38	0,51	0,32	0,19	0,12	0,08	0,04	0,02	0
Minderung pro Kopf ggü. 1990		63,2 %	76,9 %	86,2 %	91,5 %	94,3 %	97,3 %	98,7 %	99,7 %
Emissionen t pro Mio. € BWS		49,3 %	33,4 %	23,4 %	15,1 %	10,7 %	7,0 %	3,9 %	1,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

5.6. Sektor Verkehr und Mobilität

5.6.1. Methodik und Annahmen

Im folgenden Abschnitt wird zunächst die Herleitung der Verkehrsnachfrage und des Technologiemix im Basisjahr 2014 und im Jahr 1990 beschrieben. In einem zweiten Schritt wird auf die Methodik und Annahmen zur Entwicklung der drei Szenarien eingegangen.

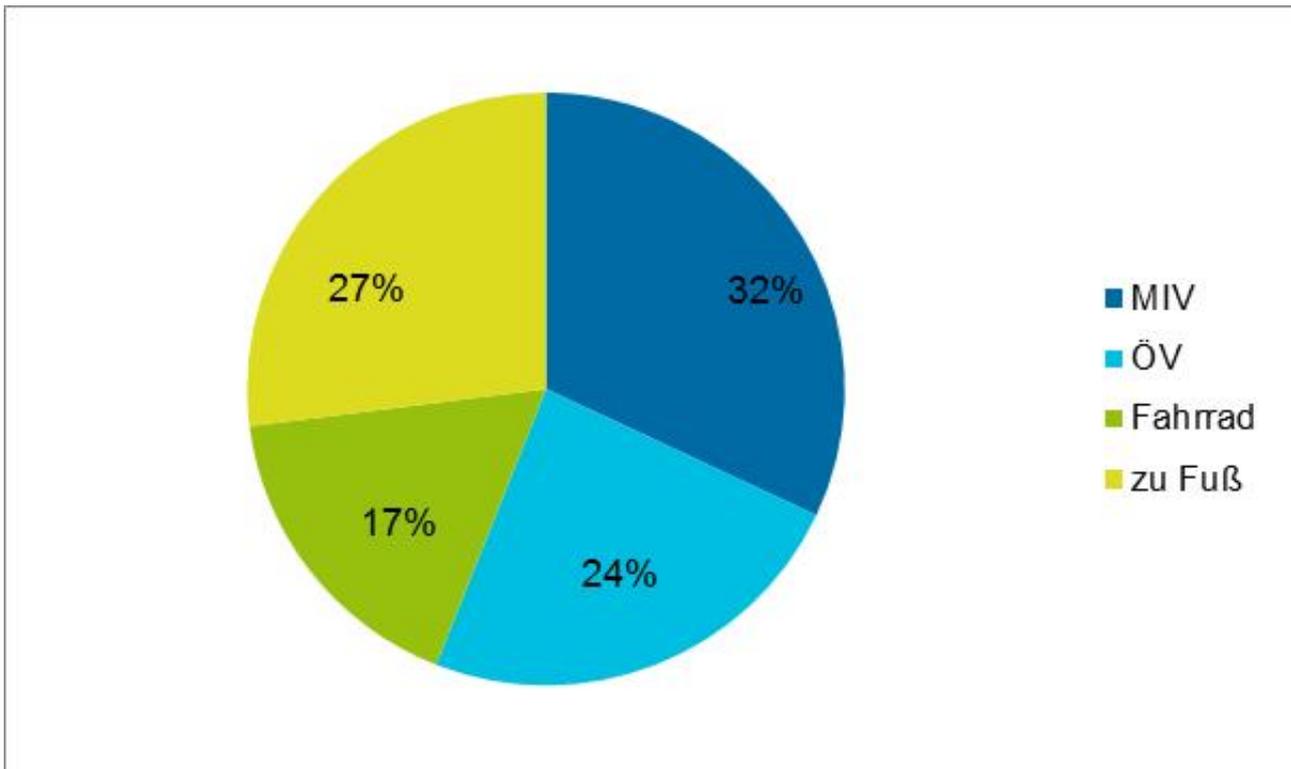
Herleitung der Verkehrsnachfrage

Für die Bestimmung der Verkehrsnachfrage werden die Daten aus repräsentativen Erhebungen wie MiD 2002 und 2008 für München (LHM 2010), dem Verkehrsentwicklungsplan 2006 (LHM 2006) und der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 (Intraplan et. al. 2014) genutzt. Der Flugverkehr wird nicht in die Berechnung miteinbezogen. Neben dem Binnenverkehr in München wird der Quell- und Zielverkehr einschließlich des einströmenden Verkehrs des Umlands berücksichtigt und geht über die Grenzen Münchens hinaus. Damit unterscheidet sich die Bilanzierung für die Szenarien von der Berechnung in Kapitel 3, welche im Wesentlichen auf Querschnittszählungen im Stadtgebiet Münchens basiert. Für die Szenarien wird eine Bilanzierung gewählt, die für die Entwicklung von Maßnahmen geeignet ist. Anhand der Erhebung MiD 2008 können nicht nur die Wegeanzahl, sondern auch die für die Verkehrsleistung relevanten Weglängen ermittelt werden. Verknüpft mit veränderten Rahmenbedingungen oder Entwicklungen wie z.B. verbesserte Nutzungsmischung ergeben sich Verlagerungspotenziale auf bestimmte Verkehrsmittel, die auf Basis der MiD besser hergeleitet werden können als anhand von Querschnittszählungen. Dies ist auch für die Verbindungen zwischen München und dem Umland relevant, beispielsweise um zu bestimmen, wieviel Pkw-Wege des ein- und ausströmenden Verkehrs auf alternative Verkehrsmittel wie das Pedelec verlagert werden können. Darüber hinaus kann anhand der Mobilitätsbefragungen die Wahl der Verkehrsmittel mit weiteren Aspekten wie Soziodemographie und Mobilitätsausstattung der Münchner in Verbindung gesetzt werden.

Eine wesentliche Grundlage zur Bestimmung der Verkehrsleistung im Personenverkehr ist der Modal Split der Münchner im Jahr 2014 (siehe Abbildung 5-35). Dieser wurde anhand der MiD 2008 und 2011 ermittelt (LHM 2010, (Koppen 2013)). Die Wegelängen, die mit den einzelnen Verkehrsmitteln und zu Fuß im Jahr 2014 zurückgelegt wurden, entsprechen den durchschnittlichen Wegelängen der Mobilitätserhebung MiD 2008¹⁷. Aufgrund von Modal-Split-Verschiebungen seit 2008 wurden geringfügige Änderungen der Wegelängen berücksichtigt. Die Ermittlung des Wegeaufkommens des einströmenden Verkehrs aus dem Umland ist aufgrund der Datenlage schwieriger und wurde auf Basis des Verkehrsentwicklungsplans 2006 und der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 abgeschätzt.

¹⁷ Der SPSS- Datensatz zu Mobilität in Deutschland (MiD), Alltagsverkehr der Münchner 2008, wurden dem Auftragnehmer vom Referat für Stadtplanung und Verkehr der LHM überlassen.

Abbildung 5-35: Wegebezogener Modal Split der Münchner Bevölkerung, Basisjahr 2014



Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der MiD 2002 und 2008, Koppen (2013)

Die folgende Tabelle stellt die Verkehrsleistung für das Jahr 2014 nach den Verursachern dar, für die Münchner und für den einströmenden Verkehr aus dem Umland.

Tabelle 5-39: Verkehrsleistung im Personenverkehr, Stand 2014

	MIV	ÖV	Fahrrad	zu Fuß	Quelle
	Mio. pkm				
Münchner	10889	5280	1025	535	MiD 2008, Koppen (2013)
Verkehr aus dem Umland (Einpender, Binnenverkehr in München)	5135	4111	k.A.	k.A.	VEP 2006, Verkehrsverflechtungsprognose 2030, MiD 2002
Gesamt	16024	9391	1025	535	

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Darüber hinaus wird die Zusammensetzung der Antriebstechnologien der Pkw anhand der Daten aus Kraftfahrt-Bundesamt (2010) ermittelt. Für sonstige Kraftstoffarten werden bundesdurchschnittliche Annahmen zu Antriebstechnologien getroffen, wobei letztere einen geringen Anteil von 0,2 % am Pkw-Bestand im Jahr 2010 ausmachten.

Für den Güterverkehr wurden die bundesweiten Verkehrsdaten der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 genutzt, auf München über die Bevölkerungsanzahl heruntergebrochen. Zusätzlich wurde die Verkehrsleistung um lokale Rahmenbedingungen, Wegelängen und den Fahrzeugbestand auf Basis von Expertenschätzungen des Öko-Instituts korrigiert. Eine wesentliche Maßnah-

me ist dabei das Lkw-Durchfahrtsverbot (STMUG Bayern 2010), das 2008 eingeführt wurde und den Lkw-Verkehr auf dem Mittleren Ring teilweise um die 18 % reduziert hat. Dennoch entspricht die Verkehrsleistung des Güterverkehrs für das Jahr 2014 aufgrund der dünnen Datengrundlage und der komplexen Zuordnung des Fahrzeugbestandes auf das Münchner Straßennetz und des Umlands nur einer Abschätzung.¹⁸

Referenzszenario

Aufgrund der geplanten und bereits beschlossenen Maßnahmen im Radverkehr und der zunehmenden Kapazitätsengpässe im MIV und ÖPNV wird im Personenverkehr eine Verlagerung der Verkehrsleistung im MIV auf das Fahrrad im Jahr 2020 um 1 % und ab 2035 jährlich um 5 % angenommen. Unter der Berücksichtigung der geplanten Infrastrukturmaßnahmen im ÖPNV werden etwa zusätzlich jährlich 3 % der MIV Fahrleistung auf den ÖPNV verlagert. Hier bleibt anzumerken, dass die Entwicklung der Kapazitäten im ÖPNV mit großen Unsicherheiten einhergeht, da diese entscheidend von großen Infrastrukturmaßnahmen wie z.B. dem Bau der 2. Stammstrecke und Tangentialverbindungen abhängt.

Da der MIV und ÖPNV bereits in den morgendlichen und abendlichen Stunden seine Kapazitätsgrenzen erreicht, aber aufgrund des Bevölkerungswachstums mit einer weiteren Zunahme des Verkehrsaufkommens trotz Verlagerung auf das Rad zu rechnen ist, wurde das zusätzliche Potenzial an Verkehrsleistung für den MIV und ÖPNV bis 2050 ermittelt. Bei der Berechnung sind vor allem zwei Entwicklungen, die Flexibilisierung von Arbeitszeiten und damit die Entzerrung von Spitzenzeiten sowie der Einfluss der Digitalisierung, insbesondere des autonomen Fahrens, eingeschlossen.

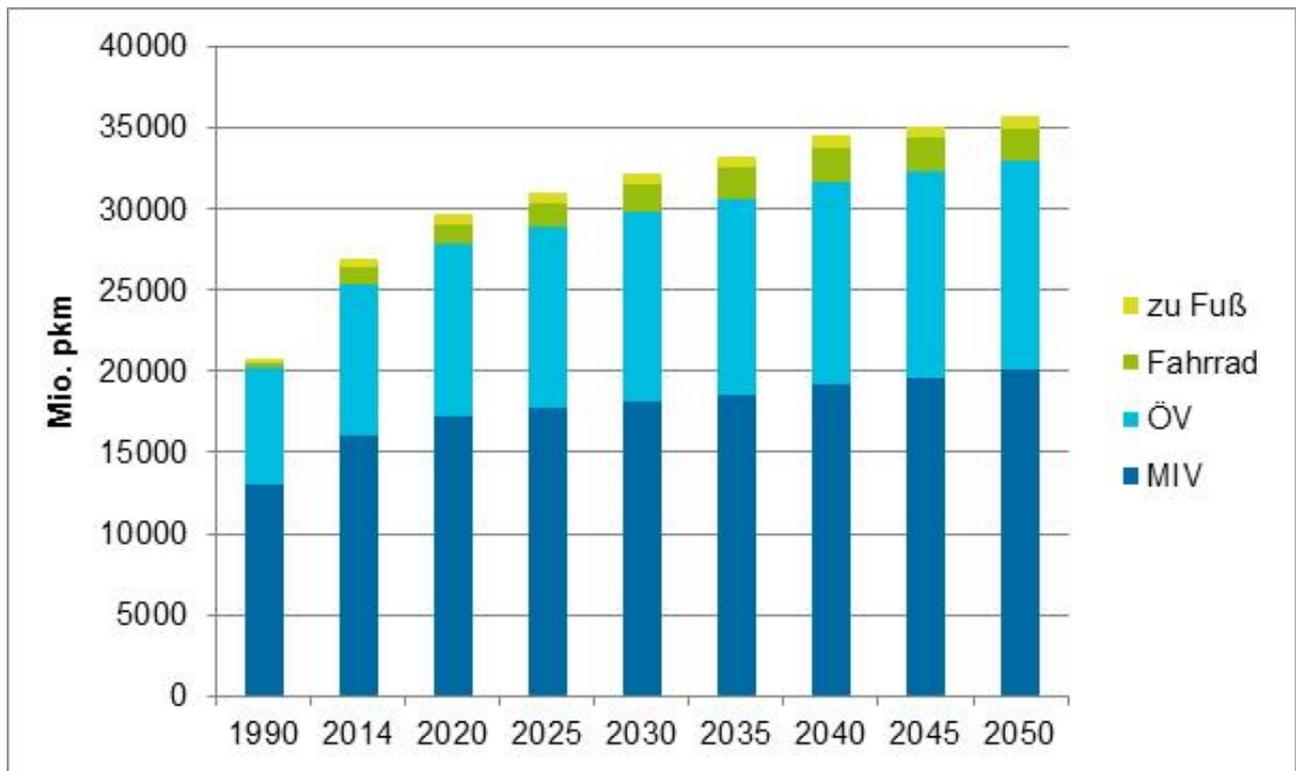
Aufgrund der zahlreichen Aktivitäten der Stadt München im Carsharing, des im Vergleich zum Verkehrsaufkommen knapper werdenden Parkraums für private Pkw sowie der angenommenen Einführung des Carsharing-Gesetzes auf Bundesebene steigt der Carsharinganteil an der MIV-Verkehrsleistung auf 2 % im Jahr 2030 und auf 5 % im Jahr 2050.

Die Entwicklung der Verkehrsleistung des Personenverkehrs unterteilt in die Verkehrsmittel MIV, ÖV, Fahrrad und zu Fuß gehen ist in Abbildung 5-36 dargestellt.

Im Personenverkehr wird eine moderate Effizienz- und Technologieentwicklung unterstellt. Der Anteil Erneuerbarer Energien im Verkehr wird analog zur Entwicklung des Kraftwerksparks angesetzt (vgl. Abbildung 5-37).

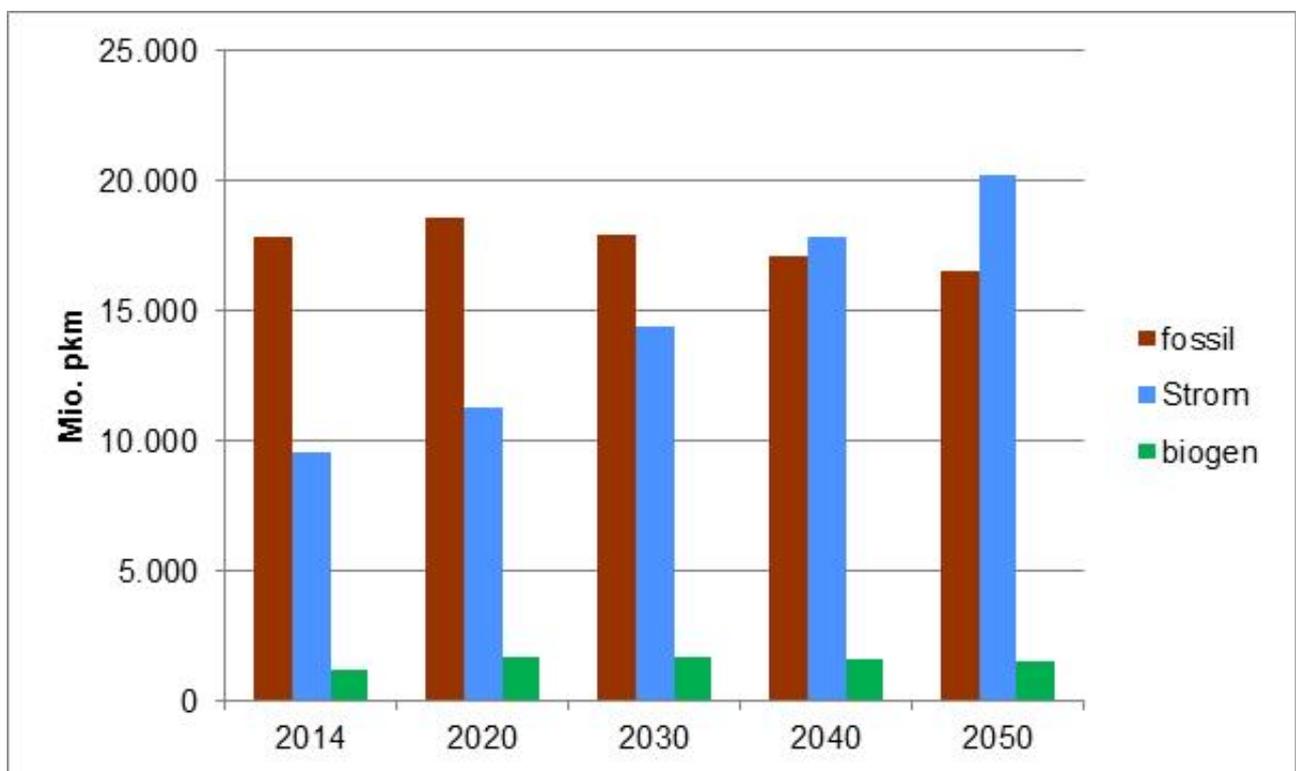
¹⁸ In einer weiterführenden Analyse wird angeregt zur Validierung des Güterverkehrsaufkommens die parallel zu diesem Vorhaben entstehende Studie „Aktualisierung der Wirtschaftsverkehrsdatenbasis in der Region München“ von gevas humberg&partner, Ingenieurgesellschaft für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik mbH, zu nutzen. Diese lag zum Zeitpunkt der Modellierung des Güterverkehrsaufkommens noch nicht vor.

Abbildung 5-36: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr, Referenzszenario



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-37: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr nach Kraftstoffart, Referenzszenario

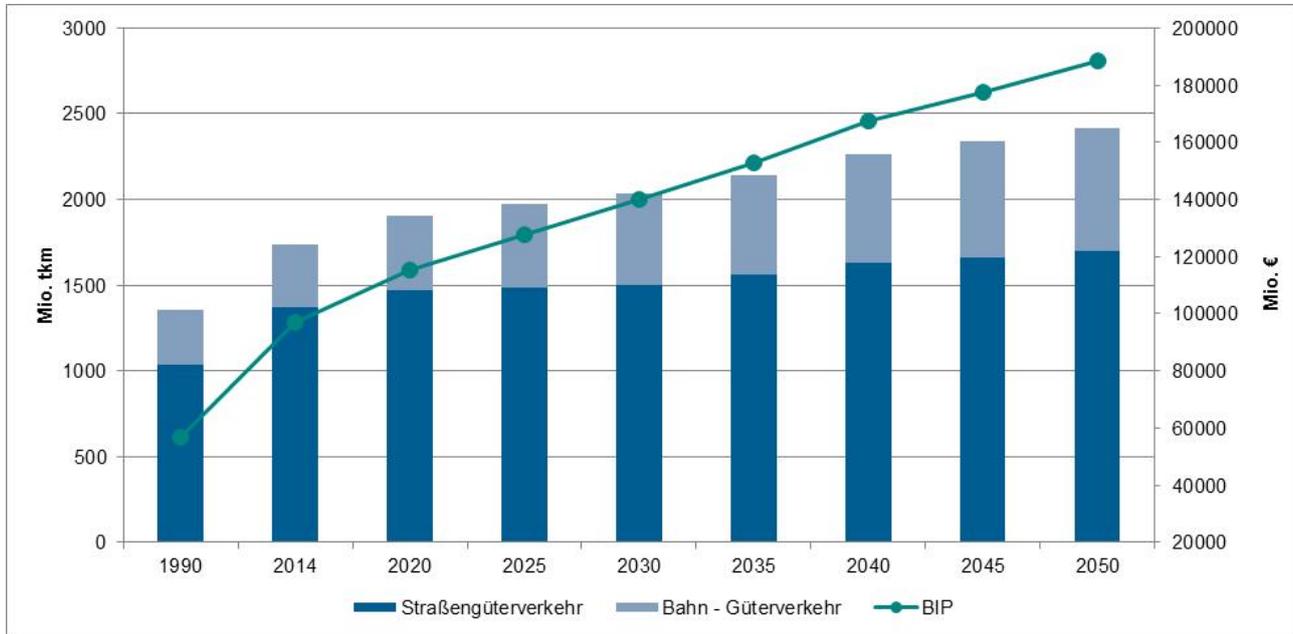


Quelle: Berechnung Öko-Institut

Der Güterverkehr nimmt ebenfalls zu, jedoch weniger stark als das BIP. Grund sind Kapazitätsengpässen auf der Straße (vgl. Abbildung 5-38). Der Bahnverkehr wird wieder bedeutender durch

die zunehmenden Kapazitätsengpässe auf der Straße. Es wird eine moderate Effizienz- und Technologieentwicklung unterstellt.

Abbildung 5-38: Entwicklung der Verkehrsleistung des Güterverkehrs und des BIP, Referenzszenario



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Szenario Klimaschutz moderat und Szenario Klimaneutrales München

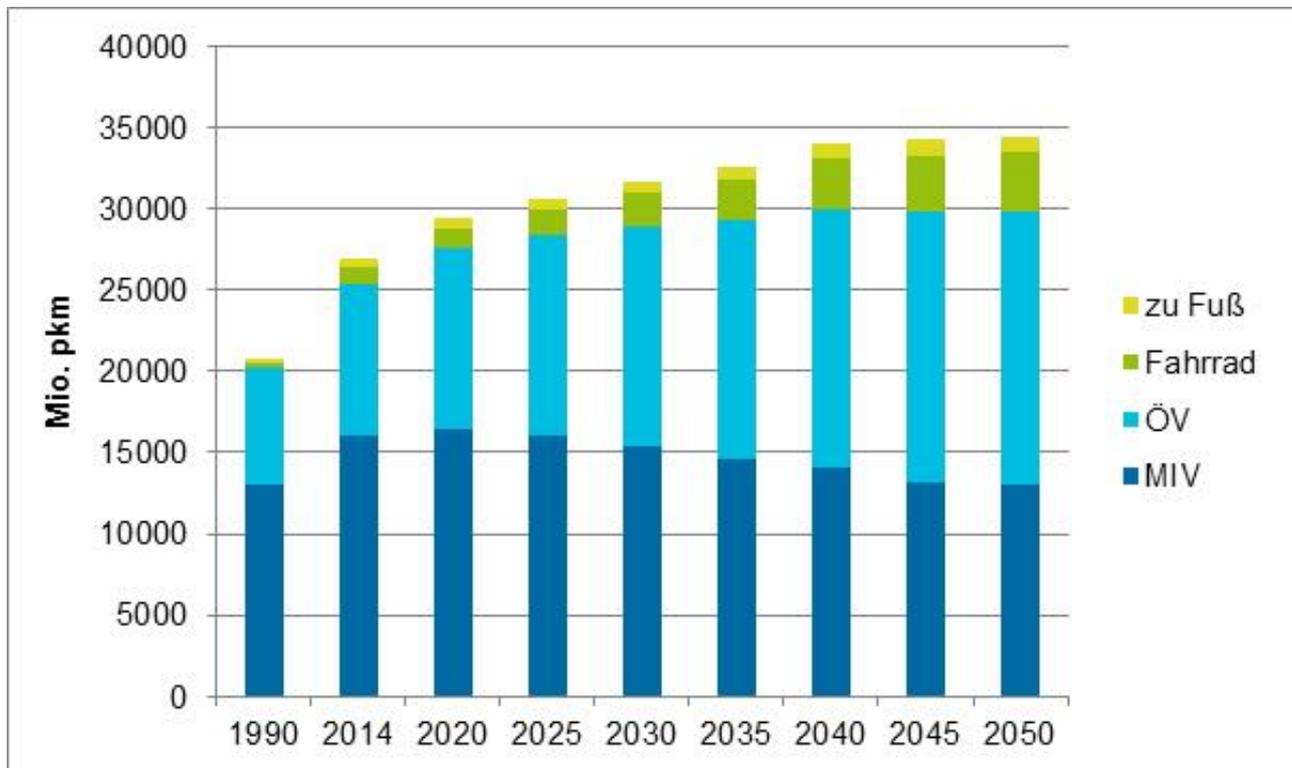
Bei den Klimaschutzszenarien werden vor allem Verlagerungen vom MIV auf den ÖPNV und das Fahrrad sowie auf andere Mobilitätsdienstleistungen von größerem Ausmaß als im Referenzszenario angenommen. Die Effizienzentwicklung des Energieverbrauchs für konventionelle und alternative Fahrzeuge im Pkw-Verkehr entspricht der des Referenzszenarios, da diese kaum einen Beitrag für die Bewältigung der Herausforderungen eines stetig zunehmenden Verkehrsaufkommens leisten können. Vor allem verhaltensbasierte Maßnahmen zur Verlagerung und Vermeidung von Verkehr stehen daher im Fokus. Dies ist nur möglich, wenn auch strukturelle Änderungen in der Stadt umgesetzt werden, d.h. zum Beispiel eine weniger starke Fokussierung auf die Innenstadt, um den Verkehr zu entzerren. Unter anderem werden die Zentren in den Stadtteilen gestärkt, um Nahmobilität zu ermöglichen, kürzere Wege zu schaffen sowie das Verkehrsaufkommen in der Innenstadt zu reduzieren.

Zudem wird in beiden Klimaschutzszenarien die Infrastruktur für den Radverkehr und den ÖPNV massiv ausgebaut, um Verlagerungen vom MIV auf die alternativen Verkehrsmittel, die weniger Raum einnehmen, zu ermöglichen und darüber hinaus durch Mobilitätsmanagement zu unterstützen. Neue Formen des ÖPNV und der Mobilitätsdienstleistungen zusammen mit autonomem Fahren entstehen, insbesondere beim Szenario Klimaneutrales München¹⁹. Geteilte Mobilität gewinnt an Bedeutung, dazu gehören zum Beispiel nachbarschaftliches und kommerzielles Car- und Bike-sharing sowie weitere Varianten. Der Carsharinganteil an der MIV-Fahrleistung steigt auf 20 % im Jahr 2050.

¹⁹ Die Einführung des autonomen Fahrens wird durch gezielte Maßnahmen zur Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen dahingehend gesteuert, dass es nicht zu einem teilweise in der Fachwelt diskutierten zusätzlichen Pkw-Aufkommen führen kann. Es wird vor allem im ÖPNV und von Mobilitätsdienstleistern eingesetzt.

Im Szenario Klimaneutrales München kommen in der Pkw-Flotte ab 2035 weitestgehend Elektrofahrzeuge zum Einsatz. Darüber hinaus wird mit stromgenerierten Kraftstoffen (PtL)²⁰ gefahren, so dass die Pkw-Flotte insgesamt vollständig unabhängig von fossilen Kraftstoffen betrieben wird.

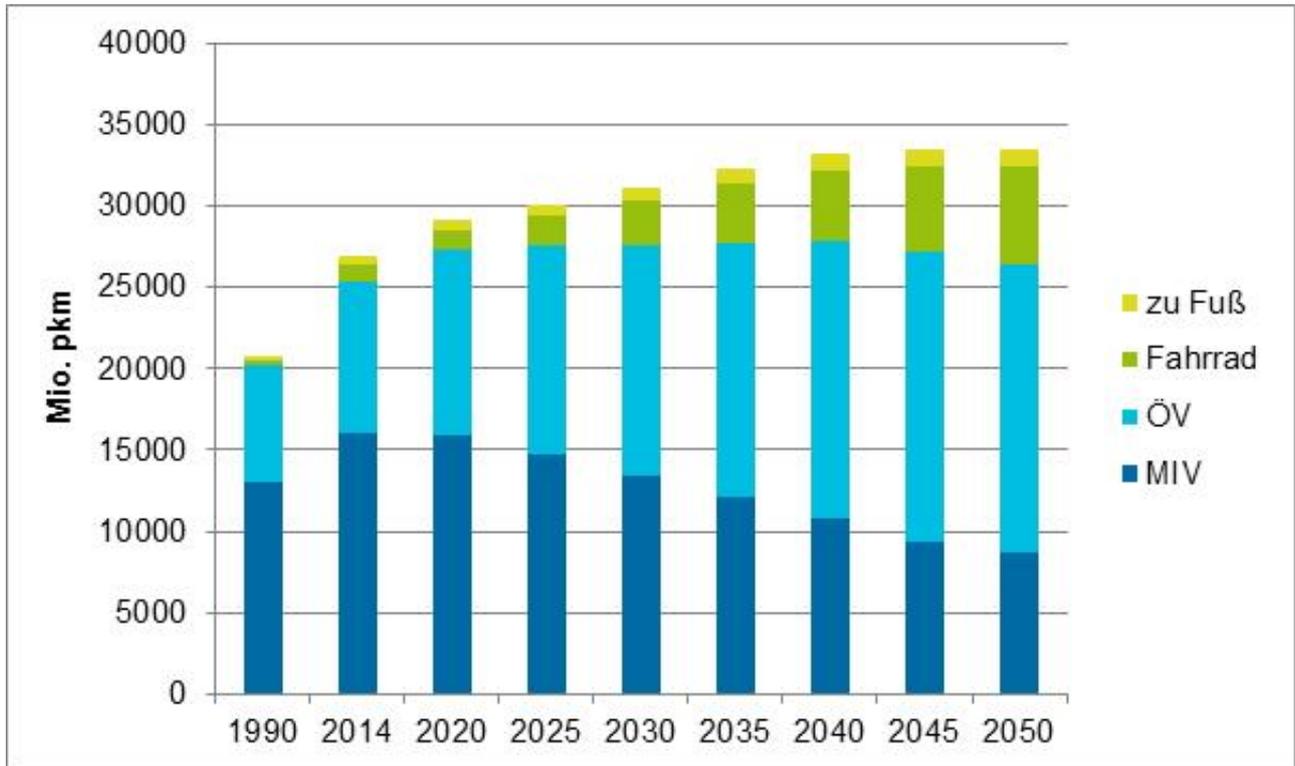
Abbildung 5-39: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr, Szenario Klimaschutz moderat



Quelle: Berechnung Öko-Institut

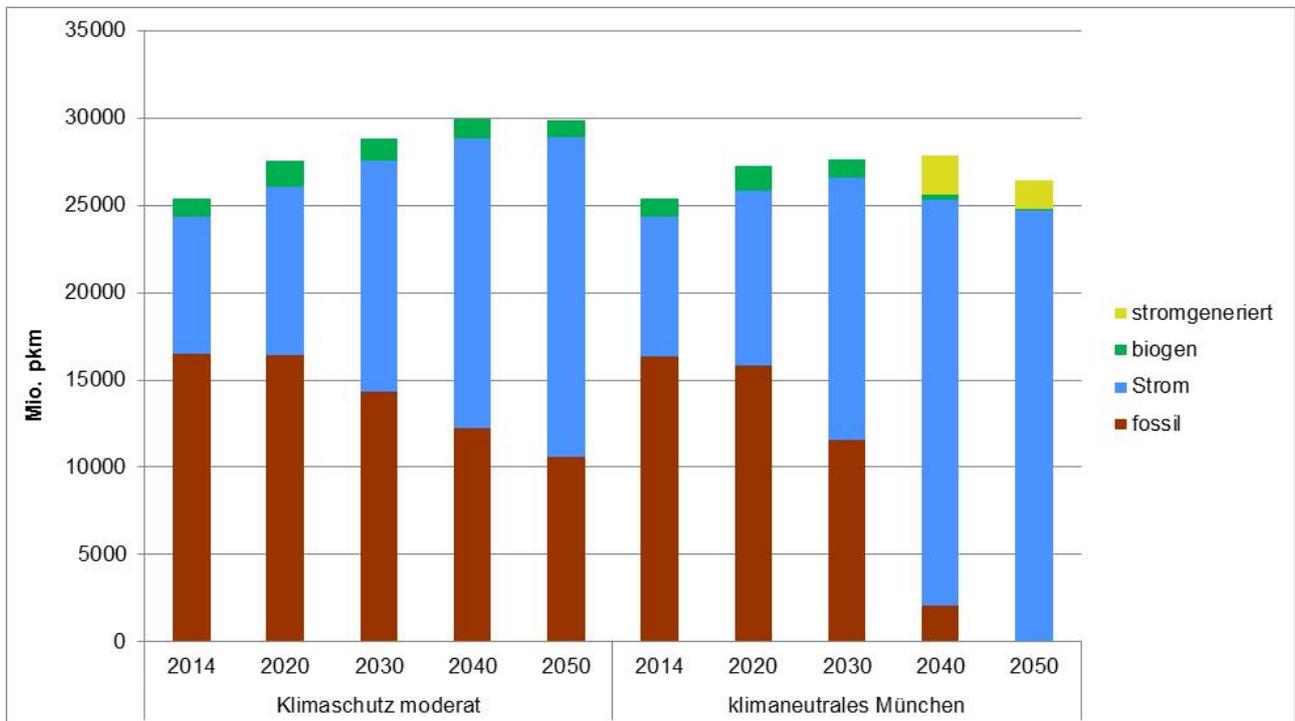
²⁰ Stromgenerierte Kraftstoffe (Power to Liquid – PtL) entsprechen der chemische Speicherung von Strom in Form von Wasserstoff (H₂), Methan (CH₄) oder synthetischem Flüssigkraftstoff. Dabei ist das Ziel, ungenutzten erneuerbaren Strom einzusetzen, so dass stromgenerierte Kraftstoffe eine weitere Möglichkeit zur Emissionsreduzierung im Verkehrssektor darstellen (Öko-Institut e.V. 2013). Es ist jedoch keineswegs sicher, dass das Ziel der Verwendung von EE-Strom erreicht wird.

Abbildung 5-40: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr, Szenario klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-41: Verkehrsleistung im Personenverkehr nach Kraftstoffart, Klimaschutzszenarien



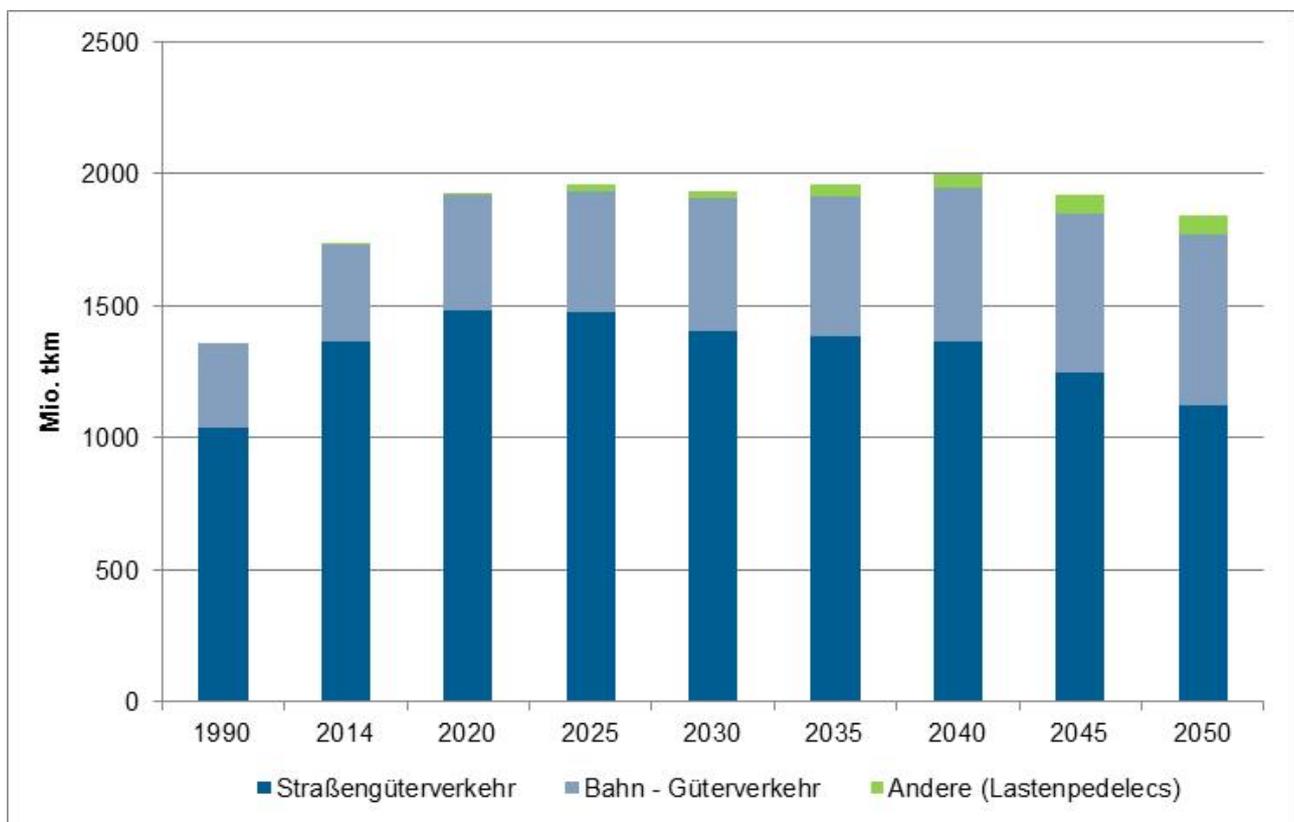
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Der motorisierte Straßengüterverkehr wird in beiden Szenarien u.a. durch verbesserte City-Logistik, Einrichtung von flächendeckenden Micro-Depots und somit Verlagerung auf alternative

Verkehrsmittel wie Lastenfahrräder reduziert. Ähnlich wie im Referenzszenario und unterstützt durch die Wiederbelebung von Gleisanschlüssen für Unternehmen in München und in der Region wird der Transport von Gütern auf der Schiene wieder bedeutender und nimmt zu. Insgesamt sinkt jedoch die Verkehrsleistung durch effizientere Logistiksysteme mit unternehmensübergreifende Kooperationen und durch die verstärkte Fokussierung auf regionale Wirtschaftskreisläufe (siehe Abbildung 5-42).

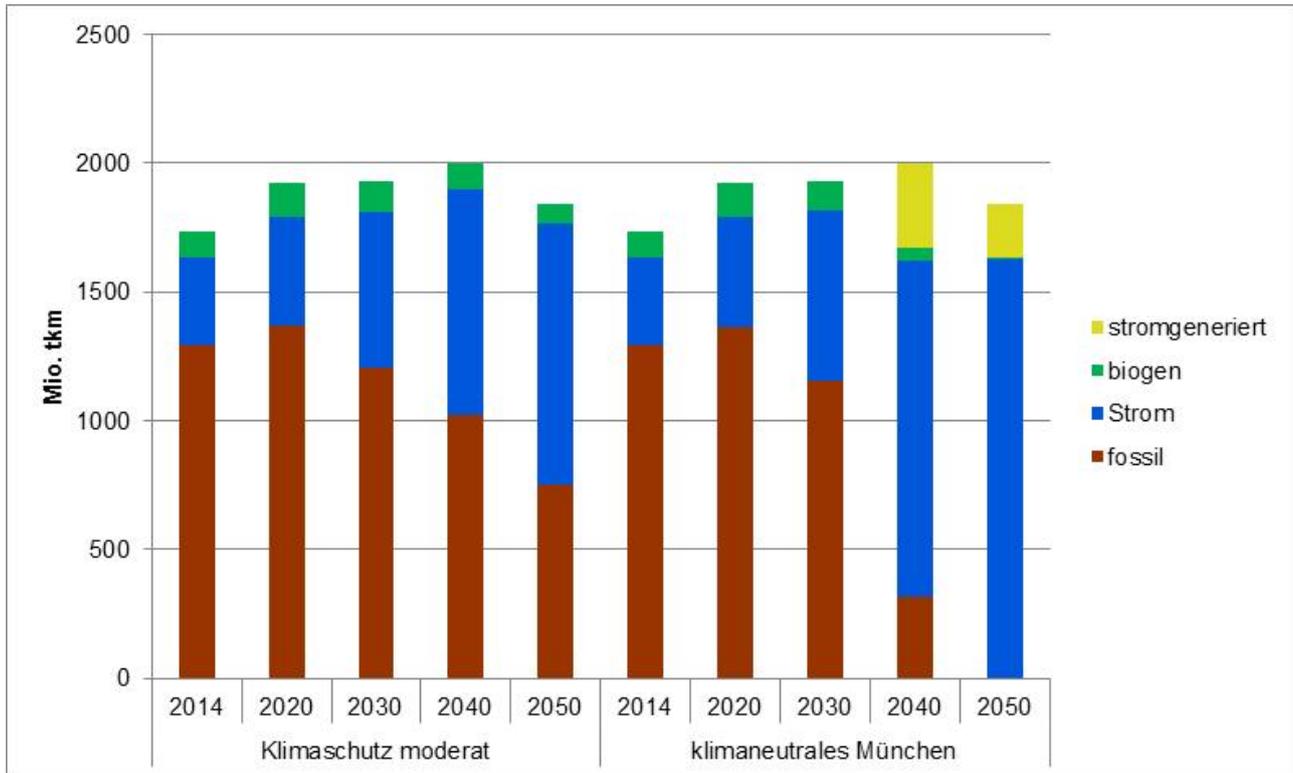
Zusätzlich wird im Güterverkehr eine ambitioniertere Effizienz- und Technologieentwicklung als im Referenzszenario angenommen. Im Szenario klimaneutrales München im Gegensatz zum Szenario Klimaschutz moderat wird die Lkw-Flotte im technisch möglichen Rahmen verstärkt durch batteriebetriebene Elektrofahrzeuge ersetzt und der Rest der Fahrzeuge durch stromgenerierte Kraftstoffe angetrieben.

Abbildung 5-42: Verkehrsleistung im Güterverkehr, Klimaschutzszenarien



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-43: Verkehrsleistung im Güterverkehr nach Kraftstoffart, Klimaschutzenszenarien



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Berechnung des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen

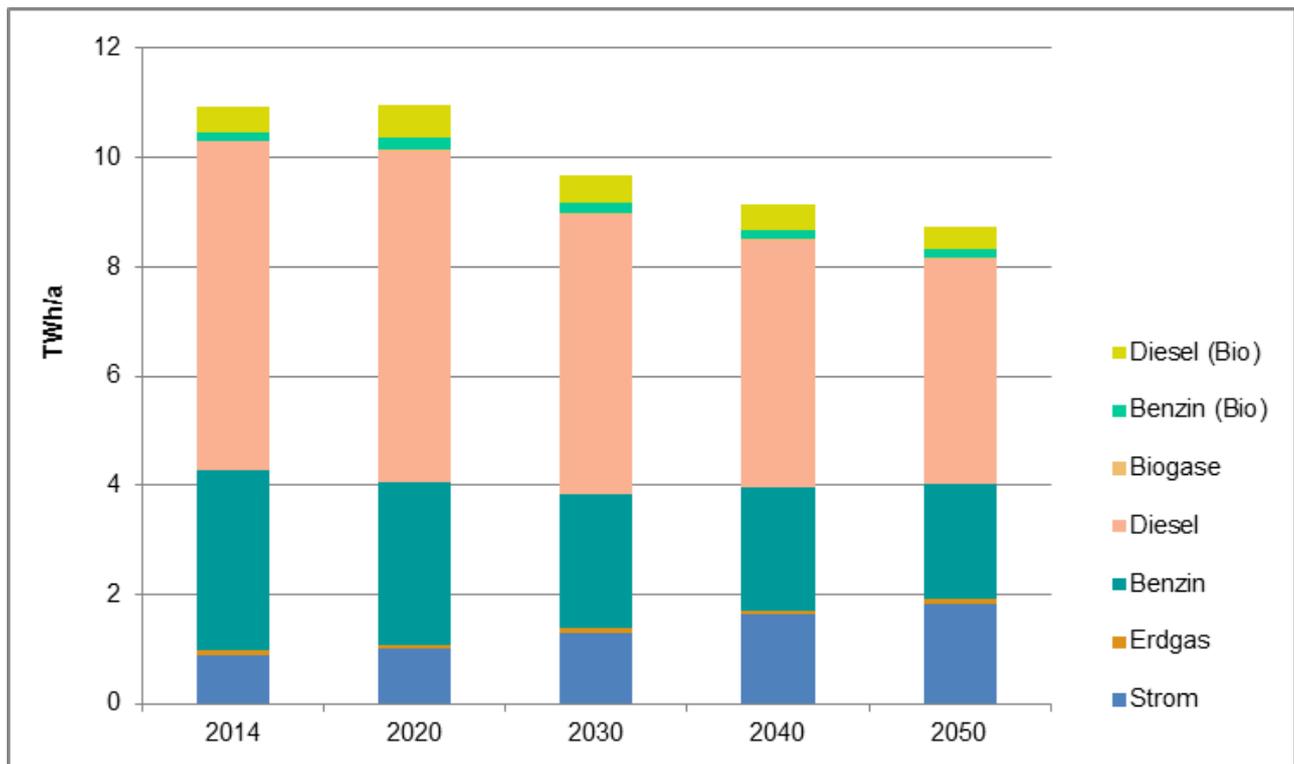
Unter Verwendung des am Öko-Institut entwickelten Modells TEMPS (Transport Emissions and Policy Scenarios) werden der reale Energieverbrauch sowie die CO₂- Emissionen ohne Vorketten und die THG-Emissionen mit Vorketten berechnet. CO₂-Emissionen ohne Vorketten sind Emissionen, die direkt vom Fahrzeug emittiert werden.²¹ THG- Emissionen mit Vorketten entsprechen den THG-Emissionen der Kraftstoff- und Strombereitstellung. Im Rahmen der Berechnung werden u. a. die Szenarioentwicklungen der Verkehrsnachfrage mit der Zusammensetzung der Antriebstechnologien der Kraftfahrzeuge zusammengeführt.

5.6.2. Ergebnisse

In den folgenden Tabellen und Abbildungen werden der Endenergieverbrauch und die THG-Emissionen (mit Vorketten) des Referenzszenarios dargestellt. Beim Energieverbrauch ist eine Minderung von 12,5 % von 1990 bis 2014 aufgrund eines gestärkten Umweltverbundes gegenüber dem MIV und effizienteren Antriebssystemen festzustellen. Während sich zwischen 2014 bis 2020 kaum etwas verändert, sinkt in den folgenden Jahren der Energieverbrauch stetig. Die Nachfrage nach Strom steigt, während der Verbrauch fossiler Energieträger sinkt. Einen ähnlichen Verlauf zeigen die CO₂-Emissionen (Tabelle im Anhang) und THG-Emissionen, wobei die Minderung vor allem bei den THG-Emissionen höher sind im Vergleich zur Reduktion des Energieverbrauchs, was vor allem durch technologische Verbesserung in der Vorkette bedingt ist.

²¹ Für die CO₂-Emissionen, die durch die Stromnutzung anfallen, wurde das Territorialprinzip angewandt (vgl. Kapitel 5.7). Daher sind die Emissionen von Elektrofahrzeugen ungleich null.

Abbildung 5-44: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Referenzszenario



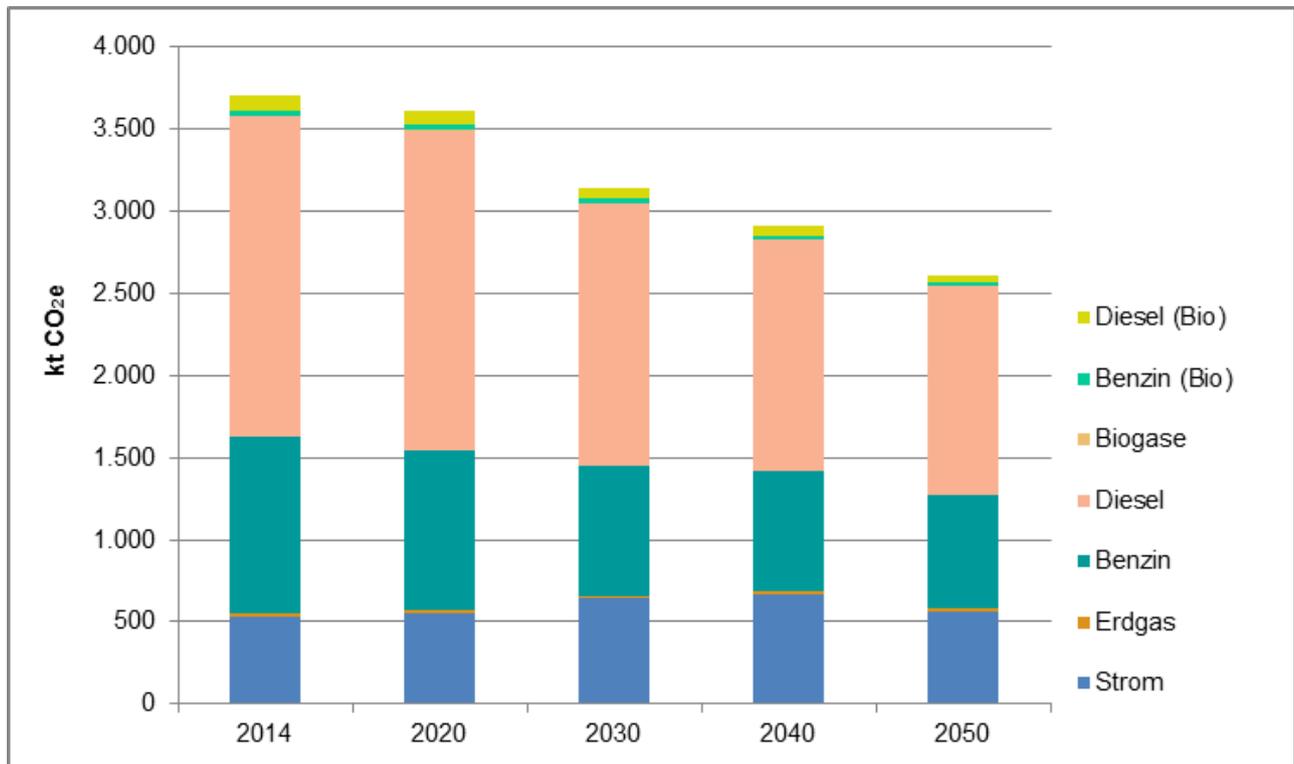
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-40: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	758	876	1.007	1.147	1.305	1.461	1.628	1.743	1.830
Erdgas	0	111	73,7	61,2	69,2	76,6	80,7	80,9	79,9
Benzin	7.913	3.274	2.963	2.675	2.452	2.314	2.254	2.190	2.126
Diesel	3.830	6.039	6.081	5.612	5.136	4.782	4.529	4.288	4.101
Biogase	0	0	8,19	15,3	17,3	19,2	20,2	20,2	20,0
Benzin (Bio)	0	171	223	201	185	174	170	165	160
Diesel (Bio)	0	465	601	555	508	473	448	424	406
Summe	12.501	10.936	10.957	10.266	9.672	9.300	9.129	8.911	8.723
Minderung ggü. 1990		12,5%	12,4 %	17,9 %	22,6 %	25,6 %	27,0 %	28,7 %	30,2 %
Minderung ggü. 2014			-0,2 %	6,1 %	11,6 %	15,0 %	16,5 %	18,5 %	20,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-45: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr: Referenzszenario



Quelle: Berechnung Öko-Institut

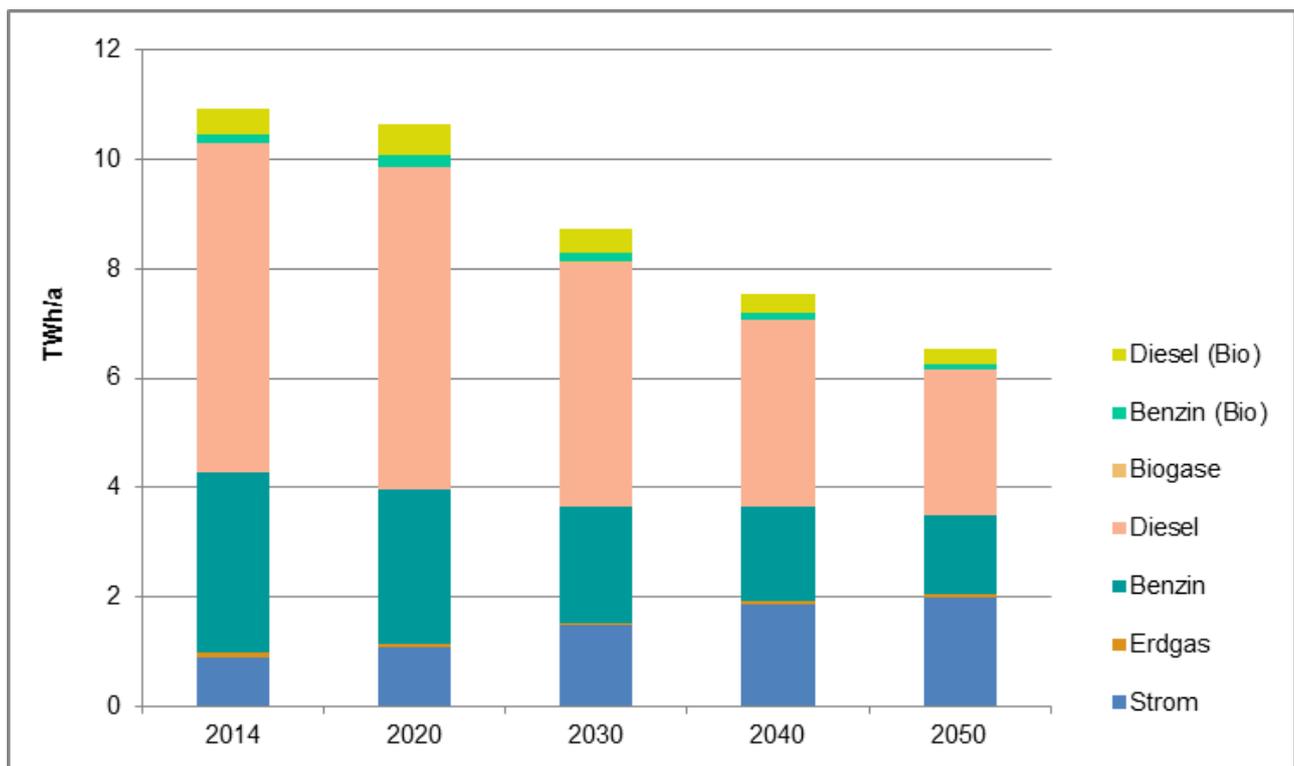
Tabelle 5-41: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	661	525	552	596	640	658	669	624	558
Erdgas	0	27,7	18,4	15,3	17,3	19,2	20,2	20,2	20,0
Benzin	2.909	1.073	969	872	796	751	731	711	690
Diesel	1.397	1.951	1.952	1.770	1.595	1.485	1.406	1.331	1.274
Biogase	0	0	1,21	2,20	2,40	2,57	2,62	2,53	2,41
Benzin (Bio)	0	33,6	33,0	28,9	25,6	23,4	22,0	20,6	19,3
Diesel (Bio)	0	91,1	89,1	79,7	70,6	63,6	58,1	53,1	48,9
Summe	4.967	3.702	3.615	3.364	3.147	3.003	2.909	2.763	2.613
Minderung ggü. 1990		25,5 %	27,2 %	32,3 %	36,6 %	39,5 %	41,4 %	44,4 %	47,4 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	4,10	2,46	2,14	1,89	1,70	1,56	1,45	1,36	1,28
Minderung pro Kopf ggü. 1990		40,0 %	47,8 %	53,8 %	58,6 %	62,0 %	64,6 %	66,8 %	68,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

In den folgenden Tabellen und Abbildungen werden der Endenergieverbrauch und die THG-Emissionen (mit Vorketten) des Szenarios Klimaschutz moderat dargestellt. Gegenüber dem Referenzszenario sinkt der Energieverbrauch jedes fünfte Jahr ein bisschen mehr. Die Veränderungen lassen sich im Wesentlichen auf verhaltensbasierte Maßnahmen zurückführen. Aufgrund der ambitionierteren Technologieentwicklung im Güterverkehr steigt die Nachfrage nach Strom etwas mehr an im Vergleich zum Referenzszenario. Die verhältnismäßig höheren Minderungen bei den THG-Emissionen verglichen mit den Minderungen beim Energieverbrauch lassen sich vor allem auf einen erhöhten Anteil an erneuerbaren Energien bei der Stromherstellung zurückführen.

Abbildung 5-46: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat



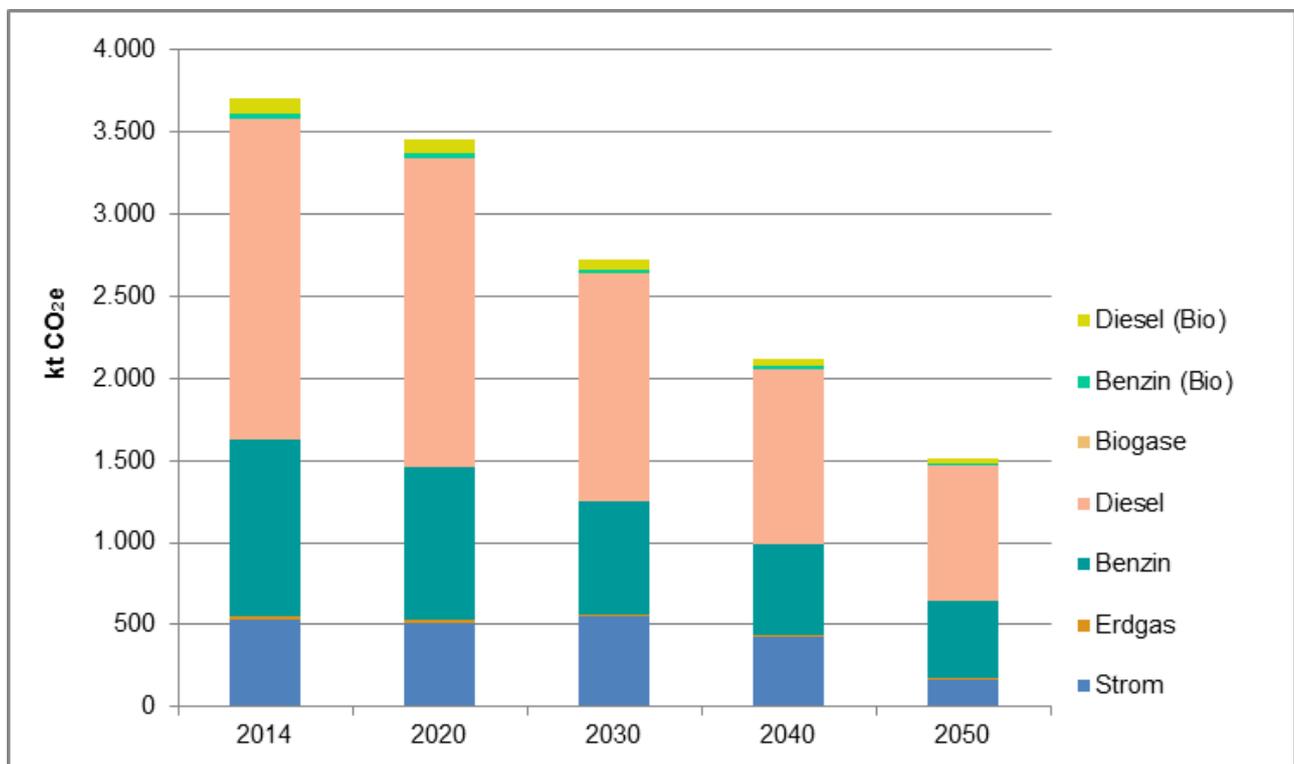
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-42: Entwicklung Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	758	876	1.065	1.264	1.471	1.671	1.861	1.962	1.994
Erdgas	0	111	65,4	48,9	52,0	54,6	54,2	50,4	47,8
Benzin	7.913	3.274	2.844	2.457	2.121	1.886	1.717	1.535	1.444
Diesel	3.830	6.039	5.874	5.201	4.467	3.887	3.426	2.965	2.657
Biogase	0	0	7,27	12,2	13,0	13,7	13,5	12,6	11,9
Benzin (Bio)	0	171	214	185	160	142	129	116	109
Diesel (Bio)	0	465	581	514	442	384	339	293	263
Summe	12.501	10.936	10.650	9.682	8.725	8.038	7.540	6.933	6.525
Minderung ggü. 1990		12,5 %	14,8 %	22,6 %	30,2 %	35,7 %	39,7 %	44,5 %	47,8 %
Minderung ggü. 2014			2,6 %	11,5 %	20,2 %	26,5 %	31,1 %	36,6 %	40,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-47: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-43: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat

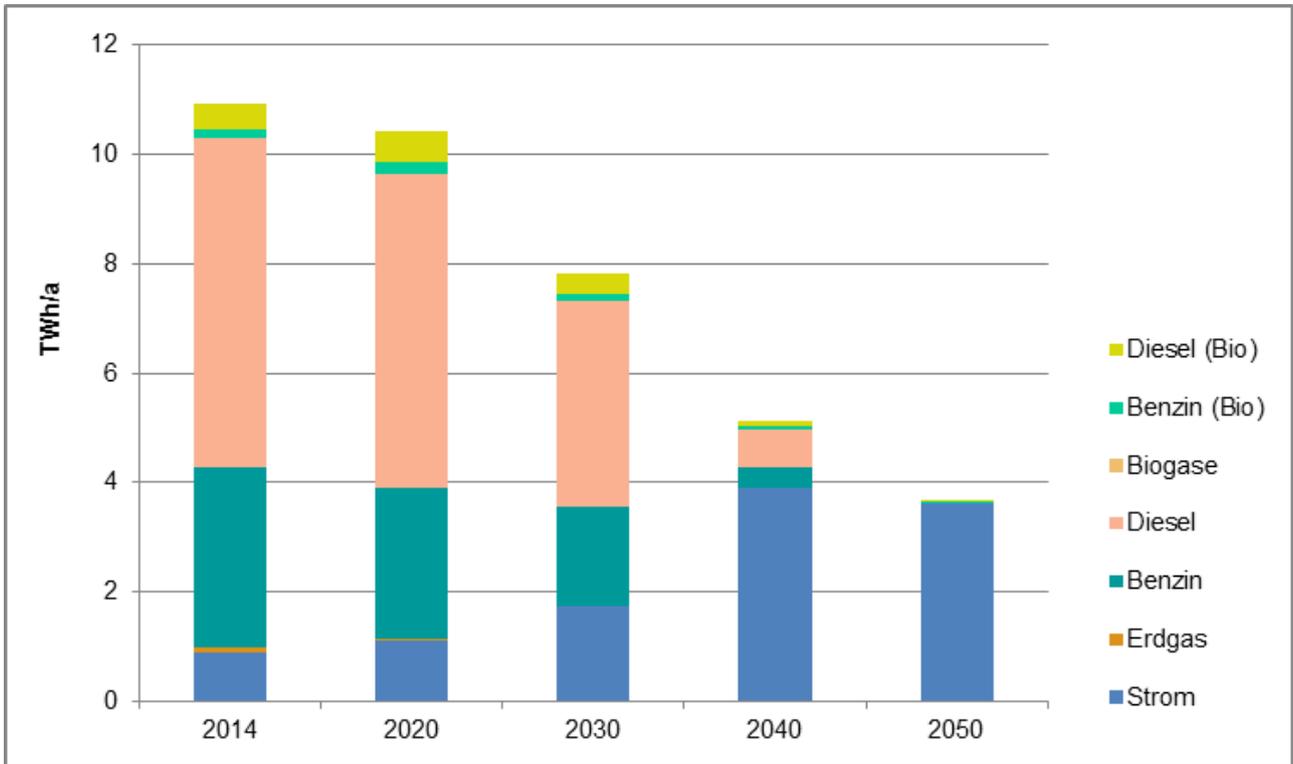
	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO₂e								
Strom	661	525	509	537	546	500	423	303	163
Erdgas	0	27,7	16,3	12,2	13,0	13,7	13,5	12,6	11,9
Benzin	2.909	1.073	930	800	688	612	557	498	469
Diesel	1.397	1.951	1.886	1.641	1.387	1.207	1.064	921	825
Biogase	0	0	1,08	1,76	1,81	1,84	1,76	1,58	1,44
Benzin (Bio)	0	33,6	31,7	26,5	22,2	19,1	16,8	14,5	13,1
Diesel (Bio)	0	91,1	86,0	73,8	61,3	51,6	43,9	36,7	31,7
Summe	4.967	3.702	3.434	3.045	2.663	2.348	2.074	1.761	1.509
Minderung ggü. 1990		25,5 %	30,9 %	38,7 %	46,4 %	52,7 %	58,2 %	64,5 %	69,6 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	4,10	2,46	2,04	1,72	1,44	1,22	1,03	0,87	0,74
Minderung pro Kopf ggü. 1990		40,0 %	50,4 %	58,2 %	65,0 %	70,3 %	74,8 %	78,8 %	82,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

In den folgenden Tabellen und Abbildungen werden der Endenergieverbrauch und die THG-Emissionen (mit Vorketten) des Szenarios Klimaneutrales München dargestellt. Gegenüber dem Szenario Klimaschutz moderat sinkt der Energieverbrauch jedes fünfte Jahr ein bisschen mehr. Nur 2035 ist eine mäßige Veränderung zu sehen, da von 2030 bis 2035 sich die Elektromobilität weitestgehend in München, vermutlich auch bundesweit, durchsetzt und die konventionellen Fahrzeuge stark zurückdrängt. Dies ist dadurch bedingt, dass ab 2030 ein Massenmarkt für Elektrofahrzeuge angenommen wird und die Preise für Elektrofahrzeuge stark fallen.²² Zusätzlich greifen Strategien wie emissionsfreie Innenstädte. Im Wirtschaftsverkehr kommen daher vermehrt stromgenerierte Kraftstoffe zum Einsatz. Dementsprechend steigt die Nachfrage nach Strom um das 2,2-fache in 2035 gegenüber 2030. Die verhältnismäßig höheren Minderungen bei den THG-Emissionen verglichen mit dem Energieverbrauch lassen sich wiederum vor allem auf einen erhöhten Anteil an erneuerbaren Energien bei der Stromherstellung gegenüber dem Szenario Klimaschutz moderat zurückführen.

²² Aktuelle Diskussionen in Politik und Wissenschaft um emissionsfreie Innenstädte und emissionsfreie Pkw ab 2030 unterstützen diese Annahme (siehe auch <https://www.vcd.org/service/presse/pressemitteilungen/vcd-zur-studie-elektroautos-in-europa/>; Stand Oktober 2016).

Abbildung 5-48: Entwicklung Endenergieverbrauch Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

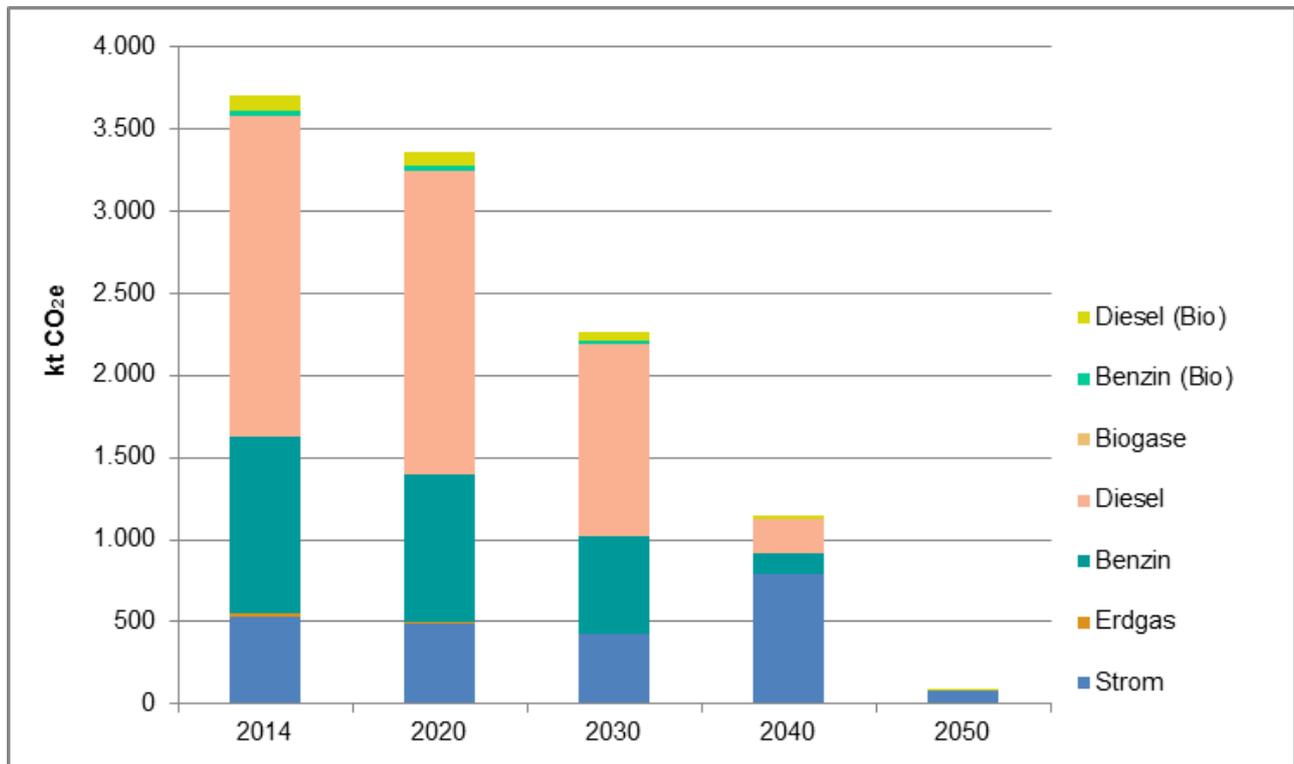
Tabelle 5-44: Entwicklung Endenergieverbrauch Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	758	876	1.112	1.337	1.722	3.741	3.903	3.835	3.620
Strom (PtL - Benzin) ²³	0	0	0	0	0	259	709	544	446
Strom (PtL - Diesel) ²³	0	0	0	0	0	505	1.274	904	612
Erdgas	0	111	18,5	1,86	0	0	0	0	0
Benzin	7.913	3.274	2.774	2.317	1.831	965	385	106	0
Diesel	3.830	6.039	5.736	4.879	3.769	1.860	677	173	0
Biogase	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Benzin (Bio)	0	171	209	174	138	89,9	49,7	25,1	15,1
Diesel (Bio)	0	465	567	483	373	218	104	45,5	20,7
Summe	12.501	10.936	10.421	9.193	7.832	7.638	7.101	5.632	4.714
Minderung ggü. 1990		12,5 %	16,6 %	26,5 %	37,4 %	38,9 %	43,2 %	55,0 %	62,3 %
Minderung ggü. 2014			4,7 %	15,9 %	28,4 %	30,2 %	35,1 %	48,5 %	56,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

²³ Die Berechnungen zum Endenergieverbrauch der PtL-Kraftstoffe schließen den zusätzlichen Energieverbrauch durch die Umwandlung von Strom in Flüssigkraftstoff mit ein.

Abbildung 5-49: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-45: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	661	525	490	460	426	859	787	401	83,4
Erdgas	0	27,7	4,62	0,46	0	0	0	0	0
Benzin	2.909	1.073	907	755	594	313	125	34,4	0
Diesel	1.397	1.951	1.842	1.539	1.170	578	210	53,6	0
Biogase	0	0	0,68	0,07	0	0	0	0	0
Benzin (Bio)	0	33,6	30,9	25,0	19,1	12,1	6,45	3,14	1,82
Diesel (Bio)	0	91,1	84,0	69,3	51,8	29,3	13,5	5,70	2,50
Summe	4.967	3.702	3.327	2.799	2.175	1.230	593	249	56,9
Minderung ggü. 1990		25,5 %	33,0 %	43,7 %	56,2 %	75,2 %	88,1 %	95,0 %	98,9 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	4,10	2,46	1,97	1,58	1,17	0,64	0,30	0,12	0,03
Minderung pro Kopf ggü. 1990		40,0 %	51,9 %	61,6 %	71,4 %	84,4 %	92,8 %	97,0 %	99,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion der THG-Emissionen im Szenario Klimaneutrales München leisten verhaltensbasierte Maßnahmen, d.h. eine Verlagerung der Wege vom MIV zum ÖV und zum Fahrrad und im Güterverkehr von der Straße auf die Schiene sowie auf alternative Transportmittel wie zum Beispiel Lastenpedelecs. Im Zuge von größeren Verlagerungen auf das Fahrrad und die Nahmobilität, wie dies im Szenario Klimaneutrales München der Fall ist, kommt es zu suffizientem Verhalten wie Wegelängenverkürzungen, welche durch Suffizienz-Maßnahmen flankiert werden. Dazu gehören beispielsweise eine bessere Nahraumversorgung und Nutzungsmischung im Quartier, erhöhte Aufenthaltsqualität und Parkraumbewirtschaftung. Damit werden Quartiere und die Funktionen in der unmittelbaren Wohnumgebung aufgewertet und es reichen kürzere Wege aus, um den Bedürfnissen nachzukommen. Darüber hinaus verändert sich die Fahrzeugflotte im Zuge des erhöhten Anteils an Carsharing von 20 % an der MIV Verkehrsleistung und weist nun kleinere und effizientere Pkw auf. Damit trägt dieses suffiziente Verhalten weniger durch das Fahren kleinerer Fahrzeuge, sondern vor allem durch den Verzicht auf einen eigenen Pkw und damit zur Nutzung anderer Verkehrsmittel wie dem Fahrrad, zur Reduktion der THG-Emissionen bei.

Ein weiterer zentraler Baustein zur Reduktion der CO₂-Emissionen ist die Kombination aus effizienteren Antriebstechnologien und dem Einsatz erneuerbarer Energien. Dabei haben vor allem die Elektrifizierung der Pkw und Lkw-Antriebssysteme einen hohen Anteil, da der Wirkungsgrad eines Elektromotors ca. das 2,5-fache eines konventionellen Motors beträgt. Da jedoch Elektrofahrzeuge nicht für die komplette Fahrzeugflotte, insbesondere die Lkw-Flotte, technisch geeignet sind, kommen im klimaneutralen Szenario zur Zielerreichung stromgenerierte Kraftstoffe zum Einsatz. Der Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs ist dabei aufgrund des geringen Wirkungsgrades mäßig, in Kombinationen mit einem erhöhten Anteil an erneuerbaren Energien vor allem nach 2030 tragen diese zur Zielerreichung im Jahr 2050 bei.

Insgesamt liegen die Wirkungsbeiträge der Effizienz- und Technologieentwicklung bei rund 66 % und die der Verhaltensänderung bei ca. 34 % in 2050 gegenüber 2014. Im Personenverkehr tragen Verhaltensänderungen 38 % zu den CO₂-Minderungen bei.

5.7. Sektor Energieumwandlung

5.7.1. Methodik und Annahmen

Die Szenarien für den Sektor der Energieumwandlung wurden im Wesentlichen nach der Methodik entwickelt, wie sie von Hertle et al. (2015) und Hertle et al. (2016) empfohlen werden. Für den Strombedarf wurde hierbei in jedem Szenario ein bundesweit einheitlicher Emissionsfaktor für jedes Stützjahr angesetzt, der die Veränderung des deutschen Strommixes abbildet. Grund für diese Wahl der Methodik ist die bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen anderer Städte. Für die Fernwärme wurden dagegen im Rahmen der empfohlenen Methodik in jedem Szenario für München spezifische Emissionsfaktoren abgeschätzt. Als methodische Besonderheit wurde hierbei das Heizkraftwerk Nord der LH München zugeordnet, obwohl es geographisch hinter der Stadtgrenze liegt. Dieses vom Territorialprinzip abweichende Vorgehen ist hier angemessen, da das HKW Nord Fernwärme weit überwiegend für die Belieferung von Abnehmern auf dem Gebiet der LH München bereitstellt.

Ergänzend wurde eine Betrachtung auf Grundlage eines territorialen Strommixes durchgeführt, in dem die lokale Erzeugungsstruktur durch Heizkraftwerke und EE-Kraftwerke berücksichtigt wird. Auch in diesem Fall werden ausschließlich Anlagen berücksichtigt, die sich auf dem Gebiet der LH München befinden bzw. direkt in das Münchner Stromnetz einspeisen. Dementsprechend sind außerhalb der Stadtgrenzen wiederum das HKW Nord zu berücksichtigen sowie die Wasserkraftwerke Uppenborn 1+2 und Leitzach 1-3 (hier jedoch ohne die Erzeugung aus dem Pumpspeicher-

betrieb). Der Strombezug der SWM aus dem Kernkraftwerk Isar 2 sowie die Stromerzeugung in den außerhalb Münchens liegenden Anlagen der Ausbauoffensive für erneuerbaren Strom werden aufgrund dieser Methodik nicht der LH München zugeordnet.

Der vertragliche Bezug von Ökostrom durch die LH München oder andere Akteure im Stadtgebiet kann nach den o.g. Empfehlungen zur Methodik kommunaler Klimabilanzen nicht berücksichtigt werden. Entscheidender Grund hierfür ist das offensichtliche Risiko von Doppelzählungen im Vergleich zum Bundesmix oder den Territorialmixen der Standortregionen der EE-Anlagen. Zudem führen nur besonders anspruchsvolle Ökostrom-Produkte zu einem (z.B. individuell anrechenbaren) Effekt auf den Ausbau der erneuerbaren Energien.²⁴

Für das Ausgangsjahr 1990 und das Stützjahr 2014 der Szenarien wurden die wichtigsten Ist-Daten des Anlagenbetriebs mit den SWM abgestimmt. Anschließend wurden die Daten mit den durchschnittlichen Jahrestemperaturen witterungsbereinigt. Aus diesem Grund stimmen die unten genannten Daten aus den Szenariotabellen nicht mit den tatsächlichen Ist-Daten dieser beiden Jahre überein.

Es liegen nur relativ grobe Planungen zur Entwicklung des Sektors Energieumwandlung bis zum Jahr 2050 vor, die im Rahmen der hier dargestellten Szenarien verwendet werden können. Wichtigste Grundlage ist die Vision der SWM, die Fernwärme bis zum Jahr 2040 auf erneuerbare Energien umzustellen. Die hier dargestellten Szenarien für die Entwicklung der Anlagen in München und ihre Betriebsweise sind als grobe Schätzungen des Öko-Instituts für denkbare Entwicklungen zu verstehen und sollten nicht als Planungen der SWM oder anderer Akteure interpretiert werden.

Für die in München betriebenen Heizkraftwerke wurde gemäß den Empfehlungen von Ifeu (2015) eine exergetische Allokation der Emissionen auf die Koppelprodukte Strom und Wärme durchgeführt. Auch hierzu hat das Öko-Institut Abschätzungen vorgenommen.²⁵

Hinweise zu den Daten zum Anlageneinsatz in der Strom- und Fernwärmeerzeugung, die die SWM der Stadt München künftig zum Zweck des im Zuge des CO₂-Monitorings zur Verfügung stellen könnte, finden sich in Anhang 2.

Folgende Annahmen gelten für alle drei Szenarien:

- Es wird angenommen, dass das Heizkraftwerk Nord 2 zwischen den Jahren 2025 und 2030 außer Betrieb geht. Wesentlicher Grund für diese einheitliche Annahme ist, dass die Berechnungen für das Zieljahr 2030 andernfalls stark davon dominiert würden, in welchen Szenarien das Kohlekraftwerk früher abgeschaltet wird. Nach der angenommenen Stilllegung übernehmen mit Erdgas gefeuerte Anlagen die ausfallende Wärmeerzeugung, sofern diese nicht durch Geothermie ersetzt werden kann. Dies erfolgt in Kraft-Wärme-Kopplung, soweit es wirtschaftlich darstellbar ist.
- In allen Szenarien wird bis zum Jahr 2035 ein wesentlicher Anteil der Erzeugung von Fernwärme auf Geothermie umgestellt. Der Ausbaupfad und die installierte Leistung unterscheiden sich jedoch zwischen den Szenarien. Im Zuge dieser Umstellung wird auch die Verbrennung von Müll langfristig deutlich reduziert, v.a. durch Maßnahmen der weiteren Vermeidung von Müll.

²⁴ Vgl. hierzu z.B. die Website <http://www.ok-power.de/was-ist-ein-guter-oekostrom/qualitaet-kriterien.html>.

²⁵ Die SWM haben die exergetische Allokation für die meisten Anlagen bei ihrer Berechnung des Primärenergiefaktors und des Emissionsfaktors der Münchener Fernwärme angewendet. Im Detail ergeben sich jedoch einzelne Abweichungen zwischen den beiden Berechnungsverfahren, daher sind die Ergebnisse nicht identisch.

- Durch Repowering bzw. Neubau einer Windkraftanlage steigt die Erzeugung aus Windkraft im Stadtgebiet auf 5 GWh/a. Bei der Wasserkraft erfolgt aus ökologischen Gründen kein nennenswerter Ausbau im Stadtgebiet.

Wesentliche Annahmen im Szenario Referenz:

- Die Emissionsfaktoren für Strom berechnen sich aus dem bundesweiten Kraftwerkspark wie er im „Aktuelle-Maßnahmen-Szenario“ der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ des Öko-Instituts im Auftrag des BMUB (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) dokumentiert ist (Stand: März 2016).
- Die Einspeisung aus Geothermie in das Fernwärmenetz erreicht im Jahr 2040 mit 1.500 GWh/a seinen maximalen Ausbau.
- Die Photovoltaik wird im Stadtgebiet bis 2030 auf eine Erzeugung von 94 GWh/a gegenüber 2014 etwa verdoppelt und bis 2050 weiter auf 150 GWh/a ausgebaut. Hierzu ist eine konstante Zubaurate von 3 MW_p pro Jahr erforderlich.

Wesentliche Annahmen im Szenario Klimaschutz moderat

- Die Emissionsfaktoren für Strom berechnen sich aus dem bundesweiten Kraftwerkspark wie er im „Klimaschutzszenario 80“ der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) dokumentiert ist (Stand: März 2016).
- Die Einspeisung aus Geothermie in das Fernwärmenetz erreicht im Jahr 2040 ein Niveau von 2.000 GWh/a und bleibt dann bis 2050 konstant.
- Weitere, überwiegend als erneuerbar anzusehende Einspeisungen in das Fernwärmenetz erfolgen durch Abwärme, Solarthermieanlagen und zentrale Wärmepumpen. Diese Quellen leisten im Jahr 2040 eine Einspeisung von 200 GWh/a.
- Die Photovoltaik wird im Stadtgebiet bis 2030 auf eine Erzeugung von 155 GWh/a ausgebaut. Hierzu ist ab dem Jahr 2020 ein Netto-Zubau von 7,5 MW_p pro Jahr erforderlich, ab dem Jahr 2025 ein Wachstum um 10 MW_p pro Jahr. Bei diesem Zubautempo liegt die Erzeugung von Solarstrom dann im Jahr 2050 bei 350 GWh/a.

Wesentliche Annahmen im Szenario Klimaneutrales München

- Die Emissionsfaktoren für Strom berechnen sich aus dem bundesweiten Kraftwerkspark wie er im „Klimaschutzszenario 95“ der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) dokumentiert ist (Stand: März 2016).
- Die Geothermie wird im Fernwärmenetz bis zum Jahr 2040 auf 2.250 GWh/a ausgebaut, der Ausbau setzt sich danach noch moderat fort.
- Die Einspeisung von Abwärme, Solarthermie und Wärmepumpen in das Fernwärmenetz steigt gegenüber dem Szenario Klimaschutz moderat schneller an. Diese drei Quellen liefern im Jahr 2040 jährlich 300 GWh Fernwärme. Bis 2050 steigt dieser Wert auf 450 GWh/a.
- Die Photovoltaik wird im Stadtgebiet bis 2030 auf eine Erzeugung von gut 200 GWh/a ausgebaut. Hierzu ist ab dem Jahr 2018 ein Netto-Zubau von 10 MW_p pro Jahr erforderlich, ab dem Jahr 2025 ein Wachstum um 15 MW_p pro Jahr. Wenn dieses Zubautempo bis zum Jahr 2050 fortgesetzt wird, dann liegt die PV-Erzeugung dann bei 500 GWh/a.

5.7.2. Ergebnisse

Referenzszenario

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Entwicklung der Erzeugung von Fernwärme und Strom sowie den zugehörigen Brennstoffeinsatz in den Verbrennungsanlagen für das Szenario Referenz.

Tabelle 5-46: Lokale Fernwärme- und Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz im Szenario Referenz

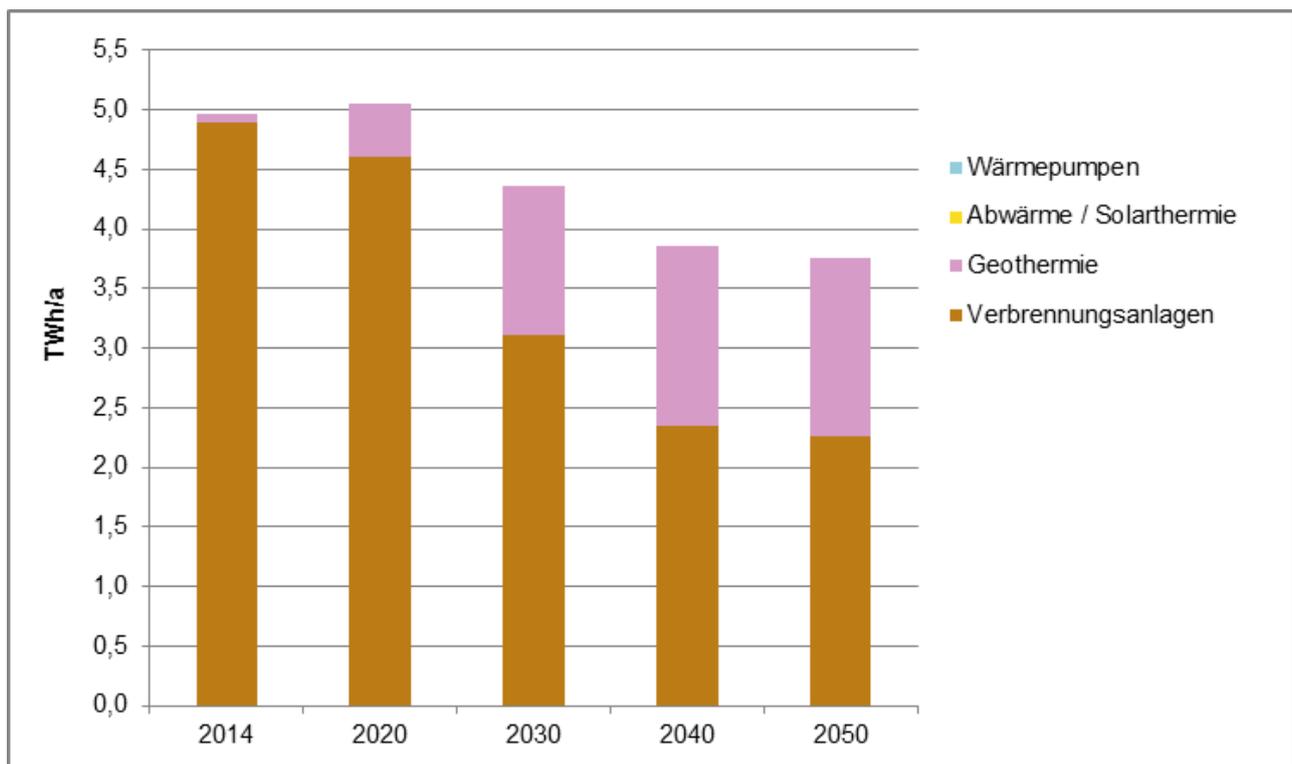
	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a								
Brennstoffeinsatz in SWM-Anlagen								
Kohle	5.794	4.904	4.414	0	0	0	0	0
Erdgas	4.075	4.174	3.641	5.902	5.010	4.262	4.253	4.183
HEL	30,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Müll u. Klärschlamm	1.848	1.538	1.067	1.067	1.026	985	985	944
Summe	11.747	10.626	9.131	6.978	6.045	5.256	5.248	5.136
Wärmeerzeugung in SWM-Anlagen								
Verbrennungsanlagen	4.902	4.604	3.969	3.116	2.677	2.354	2.346	2.263
Geothermie	71,5	450	800	1.250	1.500	1.500	1.500	1.500
Summe	4.973	5.054	4.769	4.366	4.177	3.854	3.846	3.763
Stromerzeugung im Stadtgebiet *)								
Verbrennungsanlagen	3.130	2.942	2.580	2.046	1.774	1.494	1.494	1.491
Wasserkraft	314	315	315	320	320	320	330	330
Windkraft	1,60	1,60	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Photovoltaik	48,0	65,0	79,0	94,0	108	122	136	150
Sonstige	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Summe	3.514	3.344	2.999	2.485	2.227	1.961	1.985	1.996
Anteil am Bedarf	48,1 %	43,0 %	37,7 %	30,1 %	26,0 %	22,5 %	22,9 %	23,4 %

*) incl. Heizkraftwerk Nord, Wasserkraftwerke Uppenborn 1+2 und natürlicher Zulauf in den Wasserkraftwerken Leitzach 1-3

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der Fernwärmeerzeugung im Zeitverlauf. Zu beachten ist hierbei, dass die lokale Stromerzeugung nur in der separat dargestellten Territorialbilanz berücksichtigt wird, siehe Kapitel 5.7.3. Die Grafiken zur Entwicklung der lokalen Stromerzeugung sind dort wiedergegeben.

Abbildung 5-50: Lokale Fernwärmeerzeugung im Szenario Referenz



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Deutlich zu erkennen ist, dass der im Referenzszenario unterstellte Ausbau der Geothermie weniger als die Hälfte der erforderlichen Fernwärmeerzeugung abdecken kann. Unter Berücksichtigung des erneuerbaren Anteils des in den Verbrennungsanlagen eingesetzten Mülls steigt der Anteil erneuerbarer Energien an der Erzeugung von Fernwärme bis zum Jahr 2040 auf 45 % und ändert sich bis 2050 kaum. Der verbleibende Teil der Fernwärme wird weiterhin von fossil betriebenen Heizkraftwerken und Heizwerken gedeckt.

Aus dem Brennstoffeinsatz und den Kenndaten der Anlagen ergeben sich die nachfolgend dargestellten klimarelevanten Emissionen und ihre Zuordnung zur Wärme- und Stromerzeugung.

Tabelle 5-47: Klimarelevante Emissionen der lokalen Fernwärme- und Stromerzeugung im Referenzszenario

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂								
CO ₂ -Emissionen	3.138	2.793	2.442	1.352	1.167	1.010	1.008	988
davon für Wärmeerzeugung	953	867	752	407	352	319	318	300
davon für Stromerzeugung	2.185	1.927	1.691	945	815	690	690	688
kt/a CO₂e								
Treibhausgas-Emissionen	3.741	3.342	2.929	1.674	1.440	1.243	1.241	1.217
davon für Wärmeerzeugung	1.113	1.023	893	490	421	381	379	357
davon für Stromerzeugung	2.628	2.319	2.037	1.184	1.019	862	862	860

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Szenario Klimaschutz moderat

Für das Szenario Klimaschutz moderat zeigt Tabelle 5-48 die Entwicklung der Erzeugung von Fernwärme und Strom sowie den zugehörigen Brennstoffeinsatz in den Verbrennungsanlagen.

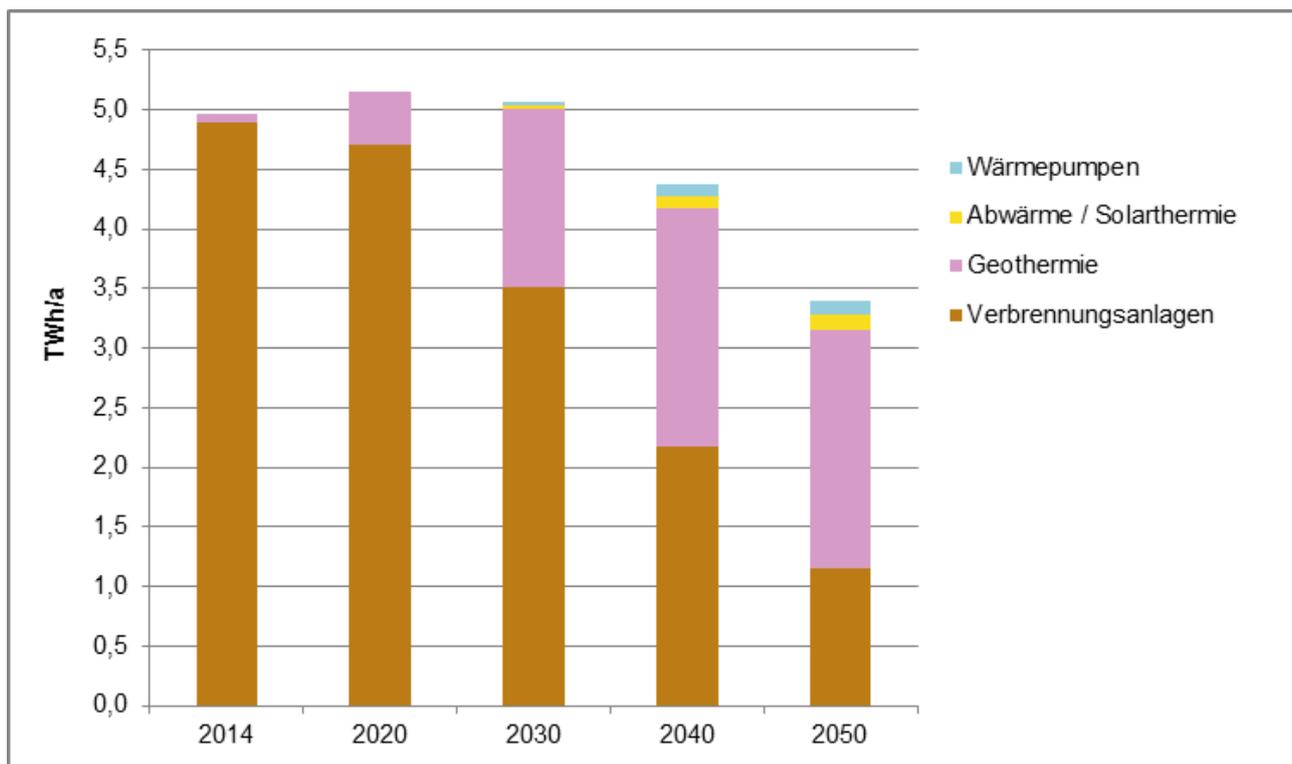
Tabelle 5-48: Lokale Fernwärme- und Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz im Szenario Klimaschutz moderat

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a								
Brennstoffeinsatz in SWM-Anlagen								
Kohle	5.794	4.138	3.173	0	0	0	0	0
Erdgas	4.075	4.473	4.466	6.967	5.499	3.847	2.654	1.580
HEL	30,0	10,0	10,0	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Müll u. Klärschlamm	1.848	1.538	1.067	1.067	1.026	985	985	944
Summe	11.747	10.159	8.716	8.039	6.529	4.837	3.644	2.528
Wärmeerzeugung in SWM-Anlagen								
Verbrennungsanlagen	4.902	4.706	4.282	3.514	2.872	2.181	1.654	1.153
Geothermie	72	450	900	1.500	1.800	2.000	2.000	2.000
Abwärme / Solarthermie	0	0	10,0	30,0	70,0	100	125	125
Wärmepumpen	0	0	0	20,0	30,0	100	125	125
Summe	4.973	5.156	5.192	5.064	4.772	4.381	3.904	3.403
Stromerzeugung im Stadtgebiet *)								
Verbrennungsanlagen	3.130	2.770	2.412	2.466	1.966	1.374	958	585
Wasserkraft	314	315	315	320	320	320	330	330
Windkraft	1,60	1,60	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Photovoltaik	48,0	73,0	109	155	200	250	300	350
Sonstige	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Summe	3.514	3.180	2.861	2.966	2.511	1.969	1.613	1.290
Anteil am Bedarf	48,1 %	41,8 %	37,4 %	38,0 %	31,5 %	24,8 %	21,1 %	17,8 %
*) incl. Heizkraftwerk Nord, Wasserkraftwerke Uppenborn 1+2 und natürlicher Zulauf in den Wasserkraftwerken Leitzach 1-3								

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-51 zeigt die Entwicklung der Fernwärmeerzeugung im Zeitverlauf. Die Entwicklung der lokalen Stromerzeugung ist in Kapitel 5.7.3 dargestellt.

Abbildung 5-51: Lokale Fernwärmeerzeugung im Szenario Klimaschutz moderat



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Wie Abbildung 5-51 zeigt, geht der Ausbau der Geothermie im Szenario Klimaschutz moderat weiter als im Referenzszenario. Die Geothermie deckt im Jahr 2040 knapp die Hälfte der erforderlichen Fernwärmeeinspeisung. Zusammen mit Abwärme, Solarthermie und Wärmepumpen stammt im Jahr 2040 ein Anteil von 65 % der Fernwärme aus nicht fossilen Energieträgern. Dieser Anteil steigt bis 2050 auf über 70 %.

Aus den vorstehenden Ergebnissen wurden die nachfolgend dargestellten klimarelevanten Emissionen und ihre Zuordnung zur Wärme- und Stromerzeugung abgeleitet.

Tabelle 5-49: Klimarelevante Emissionen der lokalen Fernwärme- und Stromerzeugung im Szenario Klimaschutz moderat

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂								
CO ₂ -Emissionen	3.138	2.585	2.174	1.565	1.263	925	686	463
davon für Wärmeerzeugung	953	798	655	435	368	303	242	181
davon für Stromerzeugung	2.185	1.788	1.519	1.130	896	623	444	282
kt/a CO₂e								
Treibhausgas-Emissionen	3.741	3.100	2.625	1.944	1.563	1.136	832	551
davon für Wärmeerzeugung	1.113	942	780	526	441	360	282	206
davon für Stromerzeugung	2.628	2.159	1.845	1.418	1.122	776	549	345

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Szenario Klimaneutrales München

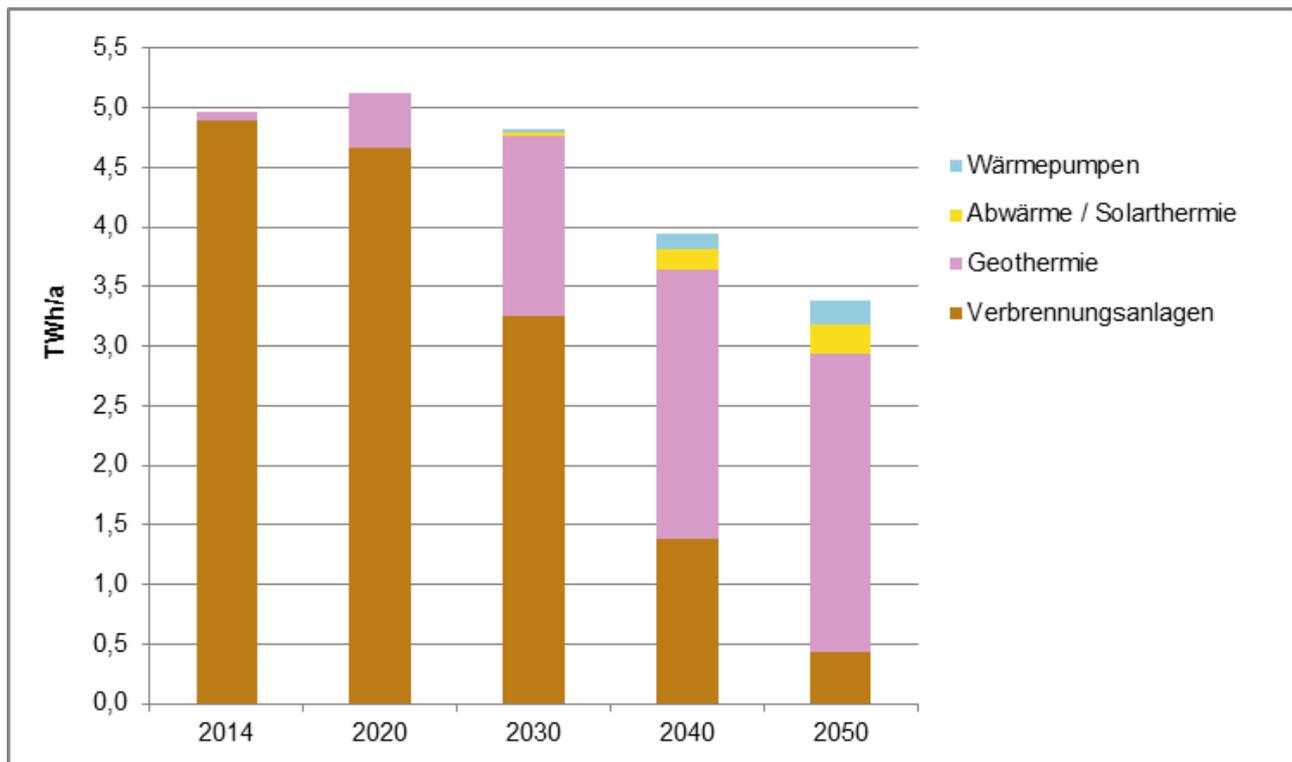
Für dieses Szenario sind die Entwicklung der Erzeugung von Fernwärme und Strom sowie der zugehörige Brennstoffeinsatz in Tabelle 5-50 dargestellt.

Tabelle 5-50: Lokale Fernwärme- und Stromerzeugung und Brennstoffeinsatz im Szenario Klimaneutrales München

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a								
Brennstoffeinsatz in SWM-Anlagen								
Kohle	5.794	3.487	2.174	0	0	0	0	0
Erdgas	4.075	4.898	5.596	6.062	4.155	2.127	973	147
HEL	30,0	10,0	10,0	5,00	5,00	5,00	5,00	0
Müll u. Klärschlamm	1.848	1.538	1.067	1.067	985	923	862	718
Summe	11.747	9.934	8.847	7.134	5.145	3.055	1.840	865
Wärmeerzeugung in SWM-Anlagen								
Verbrennungsanlagen	4.902	4.670	4.153	3.261	2.351	1.390	843	437
Geothermie	72	450	900	1.500	2.000	2.250	2.500	2.500
Abwärme / Solarthermie	0	0	20,0	40,0	100	175	175	250
Wärmepumpen	0	0	0	20,0	50,0	125	150	200
Summe	4.973	5.120	5.073	4.821	4.501	3.940	3.668	3.387
Stromerzeugung im Stadtgebiet *)								
Verbrennungsanlagen	3.130	2.678	2.418	2.046	1.447	744	353	59
Wasserkraft	314	315	315	320	320	320	330	330
Windkraft	1,60	1,60	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Photovoltaik	48,0	85,0	133	205	275	350	420	500
Sonstige	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Summe	3.514	3.099	2.891	2.596	2.067	1.439	1.128	914
Anteil am Bedarf	48,1 %	41,2 %	39,3 %	34,7 %	21,0 %	13,7 %	12,3 %	11,7 %
*) incl. Heizkraftwerk Nord, Wasserkraftwerke Uppenborn 1+2 und natürlicher Zulauf in den Wasserkraftwerken Leitzach 1-3								

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Die folgende Abbildung stellt die Entwicklung der Fernwärmeerzeugung im Zeitverlauf dar. Die Entwicklung der lokalen Stromerzeugung ist in Kapitel 5.7.3 dargestellt.

Abbildung 5-52: Lokale Fernwärmeerzeugung im Szenario Klimaneutrales München


Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-52 zeigt einen gegenüber dem Szenario Klimaschutz moderat nochmals beschleunigten Geothermie-Ausbau. Im Jahr 2040 erreicht die Geothermie einen Anteil von knapp 60 % der gesamten Fernwärme-Erzeugung, bis zum Jahr 2050 steigt dieser Anteil auf 75 %. Zusammen mit dem nochmals gegenüber dem Szenario Klimaschutz moderat verstärkten Ausbau von Abwärme, Solarthermie und Wärmepumpen liegt der Anteil der Fernwärmeerzeugung aus nicht fossilen Energieträgern im Jahr 2040 bei 70 % und steigt bis 2050 auf 92 %.

Im Ergebnis dieser Analysen kann festgehalten werden, dass der Anteil der Fernwärme im Wärmemarkt im Rahmen einer ambitionierten Klimaschutzstrategie der Stadt deutlich ausgebaut und die Fernwärme zugleich mit möglichst geringen CO₂-Emissionen bereitgestellt werden muss. Diese beiden Ziele gleichzeitig zu erreichen, stellt für die SWM eine erhebliche Herausforderung dar. Die Vision der SWM einer vollständig erneuerbaren Fernwärmeerzeugung bis 2040 würde bei einem gleichzeitigen Ausbau der Fernwärmeversorgung höhere Investitionen in die Geothermie erfordern als bisher geplant. Neben der Geothermie sollten auch eine umfassende Nutzung von Abwärme und der Einsatz von Wärmepumpen in die Konzeption der Fernwärmeerzeugung aufgenommen werden.

Aus dem Brennstoffeinsatz können die nachfolgend dargestellten klimarelevanten Emissionen und ihre Zuordnung zur Wärme- und Stromerzeugung abgeleitet werden.

Tabelle 5-51: Klimarelevante Emissionen der lokalen Fernwärme- und Stromerzeugung im Szenario Klimaneutrales München

	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂								
CO ₂ -Emissionen	3.138	2.443	2.052	1.383	987	570	329	139
davon für Wärmeerzeugung	953	748	604	439	331	202	140	96,2
davon für Stromerzeugung	2.185	1.695	1.448	944	656	368	189	43,2
kt/a CO₂e								
Treibhausgas-Emissionen	3.741	2.939	2.498	1.713	1.214	688	384	149
davon für Wärmeerzeugung	1.113	883	723	531	396	234	156	104
davon für Stromerzeugung	2.628	2.055	1.776	1.183	819	454	227	44,8

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Resultierende Emissionsfaktoren für Strom und Wärme

In der nachstehenden Tabelle sind die Emissionsfaktoren für Strom und Wärme zusammengefasst, die bei der Berechnung der klimarelevanten Emissionen in den Szenarien verwendet wurden. Sie basieren für Strom auf den in Kapitel 5.7.1 genannten bundesweiten Szenarien und für Fernwärme auf den vorstehend beschriebenen Ergebnissen der Szenarien für den Sektor Energieumwandlung.

Tabelle 5-52: Resultierende Emissionsfaktoren in den Szenarien

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
g/kWh									
Szenario Referenz									
Strom (CO ₂)	768	523	522	494	466	427	389	335	281
Strom (CO ₂ e)	872	600	548	520	491	451	411	358	305
Fernwärme (CO ₂)	197	237	207	193	115	106	103	103	100
Fernwärme (CO ₂ e)	241	277	245	230	139	127	124	123	119
Szenario Klimaschutz moderat									
Strom (CO ₂)	768	523	448	397	346	273	199	129	58,0
Strom (CO ₂ e)	872	600	478	425	371	299	227	155	81,6
Fernwärme (CO ₂)	197	237	187	156	107	98,1	89,4	80,9	69,7
Fernwärme (CO ₂ e)	241	277	221	186	130	118	107	95,2	80,2
Szenario Klimaneutrales München									
Strom (CO ₂)	768	523	407	311	216	167	119	65,1	11,5
Strom (CO ₂ e)	872	600	441	344	247	191	134	75,8	17,8
Fernwärme (CO ₂)	197	237	177	147	113	94,4	68,9	51,1	34,7
Fernwärme (CO ₂ e)	241	277	209	176	137	113	80,5	57,8	37,5

Quelle: Berechnung Öko-Institut

In der Datenreihe ist zu sehen, dass die CO₂-Intensität von Strom und Fernwärme in allen Szenarien deutlich zurückgeht. Deutlich zu erkennen ist die Absenkung der Emissionsfaktoren für Fernwärme zwischen den Jahren 2025 und 2030, die wesentlich auf die in diesem Zeitraum angenommene Stilllegung des Kohle-Heizkraftwerks Nord 2 zurückzuführen ist. In den Szenarien Klimaschutz moderat und Klimaneutrales München sinkt die CO₂-Intensität des bundesweiten Strommixes nach dem Jahr 2045 unter diejenige der lokal erzeugten Fernwärme ab.

Die LH München sollte für ihre kommunale Emissionsbilanz für Fernwärme und Strom Emissionsfaktoren verwenden, die gemäß der in Kapitel 5.7.1 beschriebenen Methodik berechnet wurden. Für das Bilanzierungsjahr 2014 können die in Tabelle 5-52 aufgeführten Werte direkt übernommen werden. Für die Folgejahre sollten die Emissionsfaktoren nach der beschriebenen Methodik bestimmt werden.

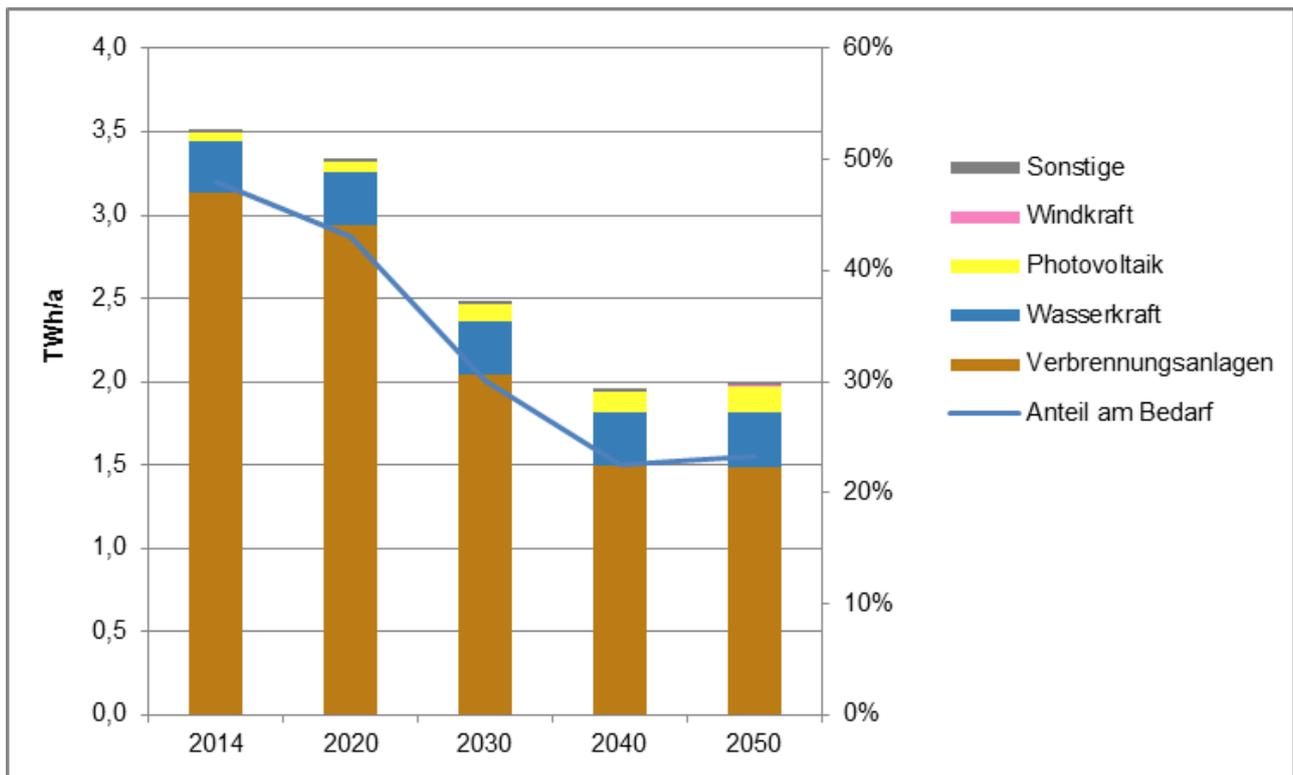
Die Emissionsfaktoren der lokalen Erzeugung von Strom sind im nachfolgenden Exkurs dargestellt.

5.7.3. Exkurs: Territorialbilanz für die Stromversorgung und Ausbauoffensive EE-Strom der SWM

In Kapitel 5.7.1 wurde dargestellt, dass der Strombedarf der LH München in der Klimabilanz vorrangig mit einem bundesweit einheitlichen Emissionsfaktor für Strom bewertet wird. Ergänzend zu dieser Betrachtung wird in diesem Abschnitt eine Territorialbilanz für die Stromversorgung dargestellt. Hierbei wird der Strombedarf rechnerisch zunächst durch die lokal vorhandene Stromerzeugung gedeckt. Nur die verbleibende Differenz wird mit dem bundesweiten Emissionsfaktor bewertet. Dies bedeutet, dass sowohl die Heizkraftwerke der SWM wie auch die lokale Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien berücksichtigt werden. Der Betrieb des Kohle-Heizkraftwerks Nord 2 wird hierbei in den Szenariojahren 2014, 2020 und 2025 berücksichtigt.

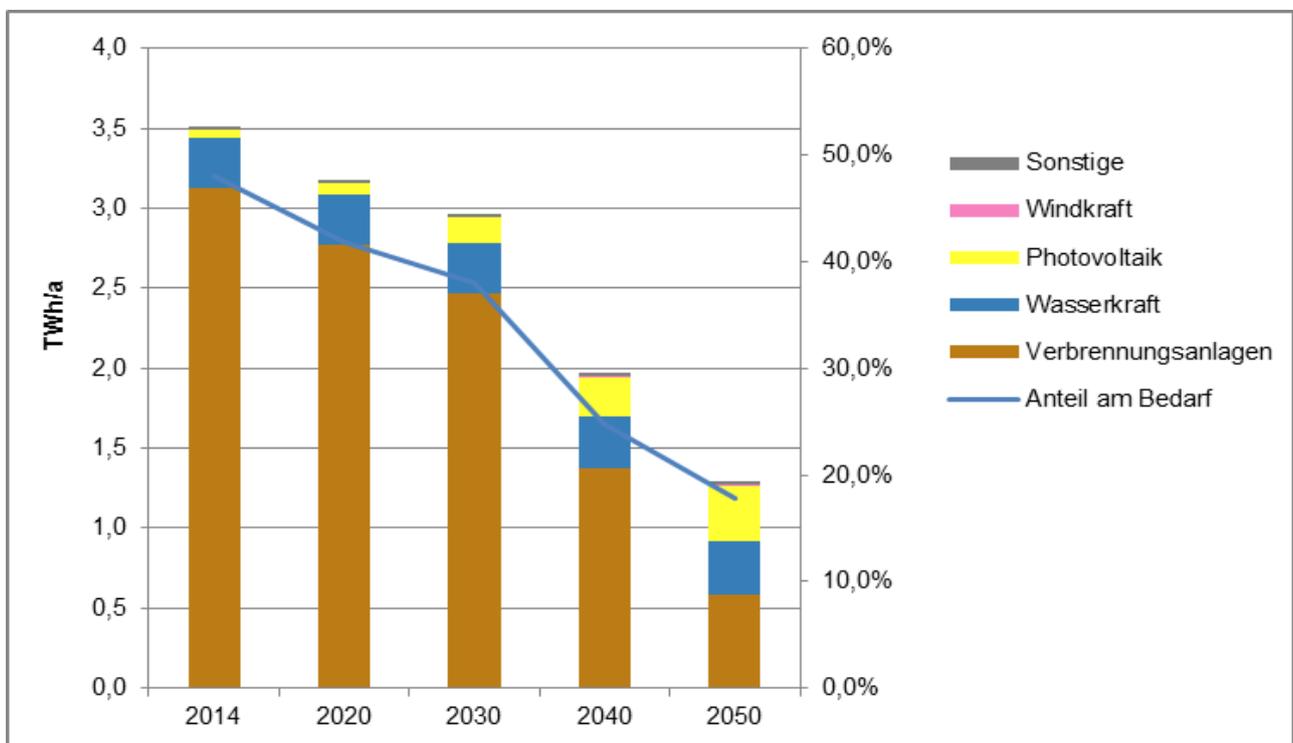
Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung der lokalen Stromerzeugung in den drei Szenarien. Dargestellt ist zudem der Anteil der lokalen Stromerzeugung an der Deckung des Strombedarfs der LH München. Dieser Anteil ist an der rechten Skala abzulesen.

Abbildung 5-53: Lokale Stromerzeugung im Referenzszenario

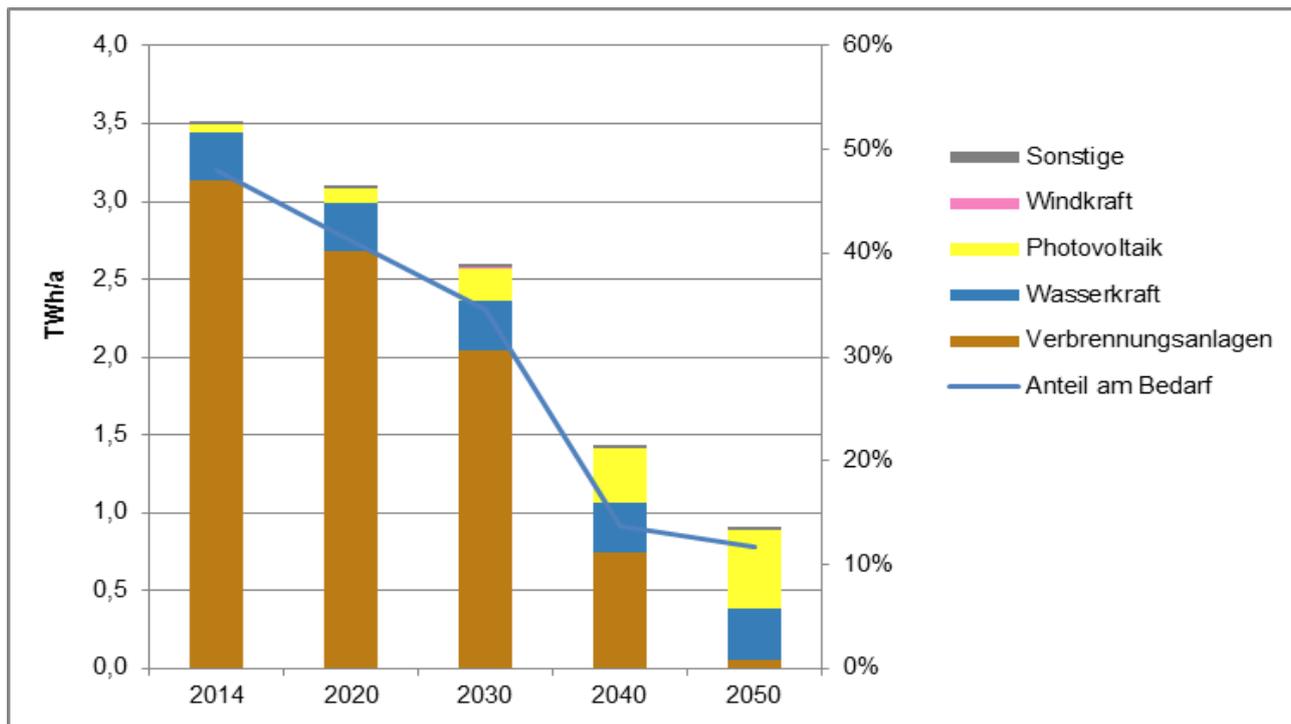


Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-54: Lokale Stromerzeugung im Szenario Klimaschutz moderat



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-55: Lokale Stromerzeugung im Szenario Klimaneutrales München


Quelle: Berechnung Öko-Institut

Zu erkennen ist dabei, dass die lokale Stromerzeugung im Referenzszenario auch langfristig von den Heizkraftwerken dominiert wird. In den beiden anderen Szenarien geht diese Stromerzeugung nach 2030 deutlicher zurück und wird teilweise durch den Zuwachs an Photovoltaik ersetzt. Die Wasserkraft ist im Stadtgebiet aus ökologischen Gründen kaum weiter ausbaubar und auch bei der Windkraft wurde - abgesehen von einem Repowering am derzeitigen Standort in Fröttmaning - keine wesentliche Erhöhung angenommen.

Der zu verzeichnende Rückgang des Anteils der lokal erzeugten Strommenge am Strombedarf der LH München korrespondiert mit dem großen Potenzial für relativ kostengünstige erneuerbare Stromerzeugung außerhalb des verdichteten Stadtgebiets. Zu prüfen wäre in diesem Zusammenhang, ob ein gegenüber den hier beschriebenen Szenarien noch weiter forcierter Ausbau der Photovoltaik im Stadtgebiet möglich und sinnvoll wäre.

Die sich ergebenden klimarelevanten Emissionen aus der lokalen Stromerzeugung sind bereits in Tabelle 5-47, Tabelle 5-49 und Tabelle 5-51 dargestellt. In der Territorialbilanz werden diese Emissionen dem lokalen Stromverbrauch zugeordnet und für die Differenz aus lokaler Stromnachfrage und -erzeugung die Emissionen des bundesweiten Strommixes angesetzt. Die hierbei resultierenden Emissionsfaktoren für Strom nach der Methodik des Territorialmixes sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

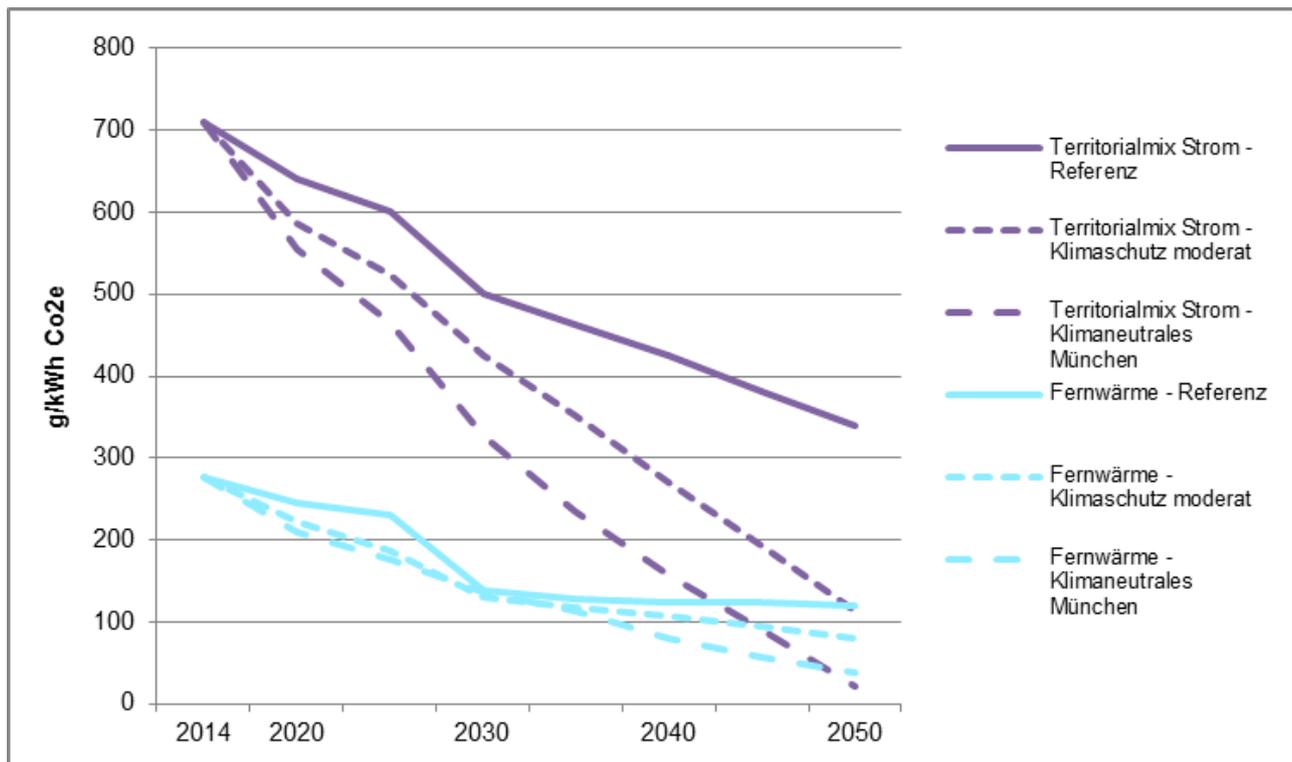
Tabelle 5-53: Resultierende Emissionsfaktoren Strom in den Szenarien bei Anwendung des territorialen Strommixes

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
g/kWh									
Szenario Referenz									
Strom (CO ₂)	698	605	572	541	455	422	388	344	302
Strom (CO ₂ e)	811	711	640	602	501	463	425	382	340
Szenario Klimaschutz moderat									
Strom (CO ₂)	698	605	518	463	372	306	230	159	84,6
Strom (CO ₂ e)	811	711	587	524	425	353	270	193	112
Szenario Klimaneutrales München									
Strom (CO ₂)	698	605	485	399	273	200	137	76,2	15,0
Strom (CO ₂ e)	811	711	555	465	326	235	157	89,5	20,9

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Im Vergleich zu den in Tabelle 5-52 dargestellten Emissionsfaktoren des Bundesmixes zeigt sich, dass die spezifischen Emissionen des Territorialmixes in den hier dargestellten Jahren 2014 bis 2025 deutlich oberhalb des Bundesmixes liegen. Ein wesentlicher Grund hierfür ist das Kohle-Heizkraftwerk Nord 2, das im Jahr 1996 in Betrieb ging und dessen Stilllegung in allen Szenarien zwischen 2025 und 2030 angenommen wird. Nach dem Jahr 2025 unterscheiden sich im Referenzszenario die Emissionsfaktoren des bundesweiten und des Territorialmixes nur unwesentlich. Im Szenario Klimaschutz moderat sinkt der bundesweite Emissionsfaktor deutlich schneller als derjenige des Territorialmixes. Im Szenario Klimaneutrales München ist die Entwicklung hin zu erneuerbaren Energien auf Bundesebene noch weiter verstärkt und kann im Territorialmix nicht eingeholt werden.

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung der THG-Emissionsfaktoren für den Territorialmix Strom und für Fernwärme dargestellt. In beiden Kurvenscharen ist der Einfluss der Stilllegung des Heizkraftwerks Nord 2 zwischen den Jahren 2025 und 2030 deutlich zu erkennen.

Abbildung 5-56: THG-Emissionsfaktoren für den Territorialmix Strom und Fernwärme


Quelle: Berechnung Öko-Institut

Aufgrund der gewählten Methodik der Bilanzierung können die Effekte der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien der SWM außerhalb des Stadtgebietes bei den Berechnungen der klimarelevanten Emissionen der LH München nicht berücksichtigt werden. Um Doppelzählungen der positiven Effekte von erneuerbaren Kraftwerken zu vermeiden, soll gemäß der von Ifeu entwickelten Methodik bei kommunalen Klimabilanzen grundsätzlich der bundesweite Strommix zugrunde gelegt werden. Ergänzend kann, wie vorstehend erfolgt, eine Betrachtung auf Basis eines territorialen Strommixes erfolgen. Die Zuordnung von Anlagen aufgrund der Eigentümerschaft ist in dieser Methodik nicht möglich.²⁶

Dennoch soll hier gewürdigt werden, dass die SWM mit der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien einen wichtigen Beitrag zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland und im europäischen Ausland leisten. Die SWM haben sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2025 so viel Strom in eigenen EE-Kraftwerken zu erzeugen, wie in der LH München insgesamt verbraucht wird. Hierzu sollten nach Angaben der SWM etwa 9 Mrd. EUR investiert werden. Anfang 2015 wurde bereits das erste Zwischenziel erreicht: Die EE-Kraftwerke der SWM erzeugten zu diesem Zeitpunkt bereits so viel Strom wie die privaten Haushalte der LH München und die elektrischen Verkehrsmittel der MVG zusammen verbrauchen. Seitdem wurden weitere Anlagen in Betrieb genommen, so dass die SWM bereits über eine Erzeugungskapazität aus erneuerbaren Energien von etwa 3.500 GWh/a verfügen. Dies entspricht etwa der Hälfte des Strombedarfs der LH München.

Zu den im Bau befindlichen oder fertig gestellten Anlagen der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien gehören nach Angaben der SWM derzeit neben den erneuerbaren Kraftwerken in der Region

²⁶ Allerdings tragen die von den SWM betriebenen EE-Kraftwerke in Deutschland mit dazu bei, dass der in dieser Studie verwendete Emissionsfaktor des deutschen Strommixes bereits deutlich gesunken ist und sich weiter reduzieren wird.

München Beteiligungen an drei Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee sowie an einem Offshore-Windpark in der Irischen See. Darüber hinaus betreiben die SWM etwa 100 Onshore-Windkraftanlagen in Deutschland, einen Windpark in Schweden und sind an weiteren Anlagen beteiligt. Der erzeugte Strom wird jeweils vor Ort in das Stromnetz eingespeist und entsprechend der üblichen Regelungen vermarktet. Die jeweils verfügbare staatliche Förderung (in Deutschland über das Erneuerbare-Energien-Gesetz) wird dabei genutzt.

Die in diesem Exkurs dargestellte Territorialbilanz erlaubt eine Bewertung der Effekte lokaler Veränderungen in der Stromerzeugung. Hierbei wird insbesondere deutlich, dass sich die in dieser Studie zwischen den Jahren 2025 und 2030 angenommene Stilllegung des Kohle-Heizkraftwerks Nord 2 und der lokale Ausbau der erneuerbaren Energien deutlich positiv auf die lokalen Emissionsfaktoren des Stroms (und der Fernwärme) in München auswirken. Dennoch ist es sinnvoll, die Hauptversion der Klimabilanz für die LHM mit den Emissionen des bundesweiten Kraftwerksparks zu berechnen, um die Ergebnisse besser mit denen anderer Städte vergleichbar zu machen.²⁷ Da die lokale Stromerzeugung für die LH München von großer Bedeutung ist, sollte die Klimabilanz auf Basis des Territorialmixes Strom künftig, wie in dieser Studie erfolgt, als zusätzliche Betrachtung erstellt werden.

5.8. Vergleich der Ergebnisse der Szenarien

5.8.1. Endenergieverbrauch

In allen Szenarien findet eine deutliche Minderung des Endenergieverbrauchs statt. Im Szenario Referenz verringert sich der EEV von 37 TWh im Jahr 1990 um 32 % auf 25 TWh im Jahr 2050. Im Szenario Klimaschutz moderat beträgt die Minderung schon 47 % gegenüber 1990, während im Szenario Klimaneutrales München eine Minderung um 63 % erreicht wird.

Der Stromverbrauch im Jahr 2050 ändert sich im Vergleich zwischen den drei Szenarien nur wenig. Im Szenario Klimaneutrales München werden in den Sektoren des stationären Energieverbrauchs zwar nach wie vor Verbrauchsminderungen realisiert, im Verkehrssektor wird jedoch der Stromverbrauch für die Erzeugung von PtL-Kraftstoff²⁸ dem Verbrauch durch strombetriebene Fahrzeuge hinzugerechnet, so dass es per Saldo zu einer starken Zunahme des Stromverbrauchs im Verkehrssektor kommt. Der gesamte Stromverbrauch liegt daher im Szenario Klimaneutrales München sogar höher als im Szenario Klimaschutz moderat.

Der Einsatz von fossilen Brennstoffen kann im Szenario Klimaschutz moderat gegenüber dem Szenario Referenz bis 2030 um etwa 15 % und bis 2050 um etwa 35 % reduziert werden. Im Szenario Klimaneutrales München wird dagegen eine nahezu vollständige Dekarbonisierung umgesetzt. Lediglich Erdgas ist mit 0,8 % noch im Energieträgermix enthalten. Heizöl, fossiles Benzin und fossiler Diesel sind vollständig aus dem Energieträgermix verschwunden. Die erneuerbaren Energien gewinnen in allen Szenarien sehr stark an Bedeutung. In den Szenarien Referenz und Klimaschutz moderat findet bis zum Jahr 2050 ein relativ kontinuierlicher Ausbau von Solarthermie, Umweltwärme und biogenen Brennstoffen statt, während im Szenario Klimaneutrales München bis zum Jahr 2030 ein rascher Ausbau erfolgt. Im weiteren Verlauf dieses Szenarios müssen diese drei erneuerbaren Energieträger nur noch moderat weiter ausgebaut werden, da der Energieverbrauch insgesamt reduziert werden kann und somit bereits eine hohe erneuerbare Bedarfs-

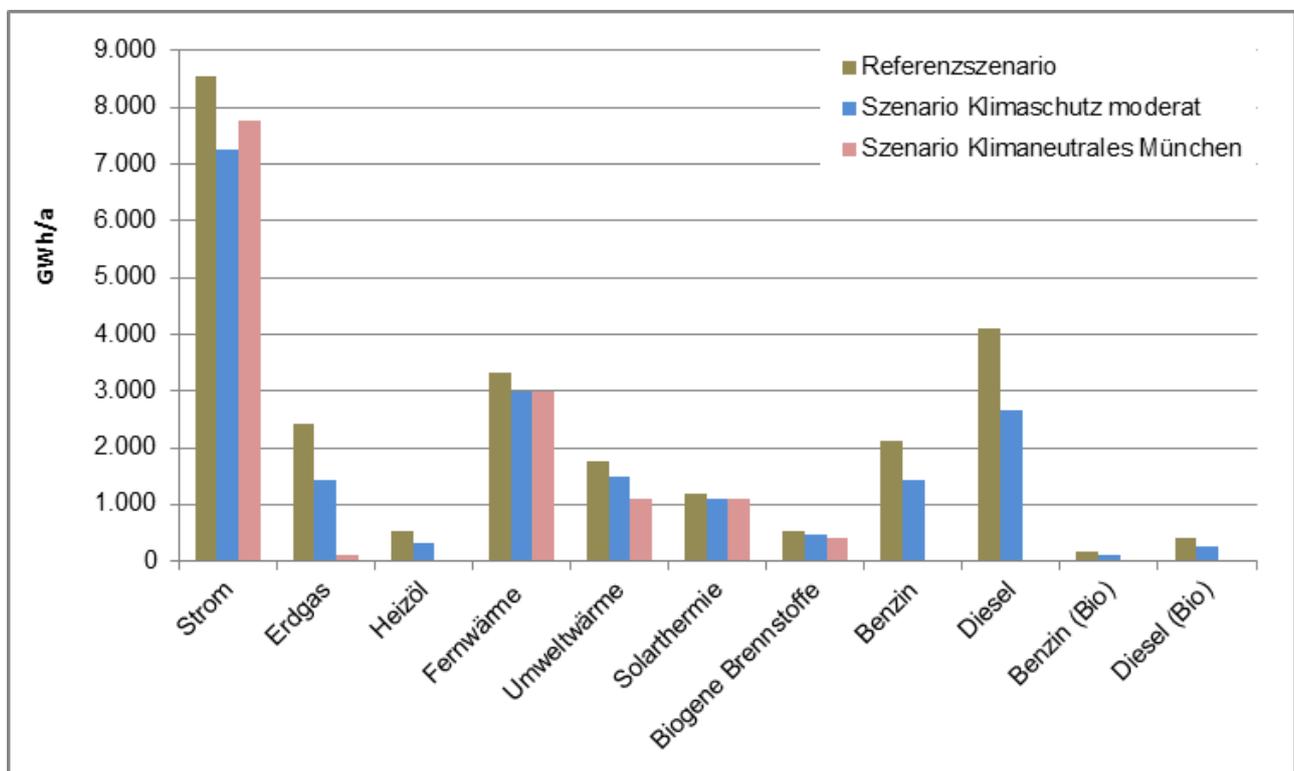
²⁷ Vgl. hierzu die Einführung in Kapitel 5.7.1.

²⁸ Stromgenerierte Kraftstoffe (Power to Liquid – PtL) entsprechen der chemische Speicherung von Strom in Form von Wasserstoff (H₂), Methan (CH₄) oder synthetischem Flüssigkraftstoff. Dabei ist das Ziel, ungenutzten erneuerbaren Strom einzusetzen, so dass stromgenerierte Kraftstoffe eine weitere Möglichkeit zur Emissionsreduzierung im Verkehrssektor darstellen (Kasten et al. (2013), <http://www.oeko.de/oekodoc/1826/2013-496-de.pdf>). Es ist jedoch keineswegs sicher, dass das Ziel der Verwendung von EE-Strom erreicht wird.

deckung erreicht wird. Bei den biogenen Kraftstoffen kommt es nach 2030 in allen Szenarien zu einer rückläufigen Nachfrage, da der Energiebedarf des Verkehrs verstärkt auf Strom und PtL-Kraftstoffe umgestellt wird (vgl. dazu Tabelle 5-54, Tabelle 5-55 und Tabelle 5-56).

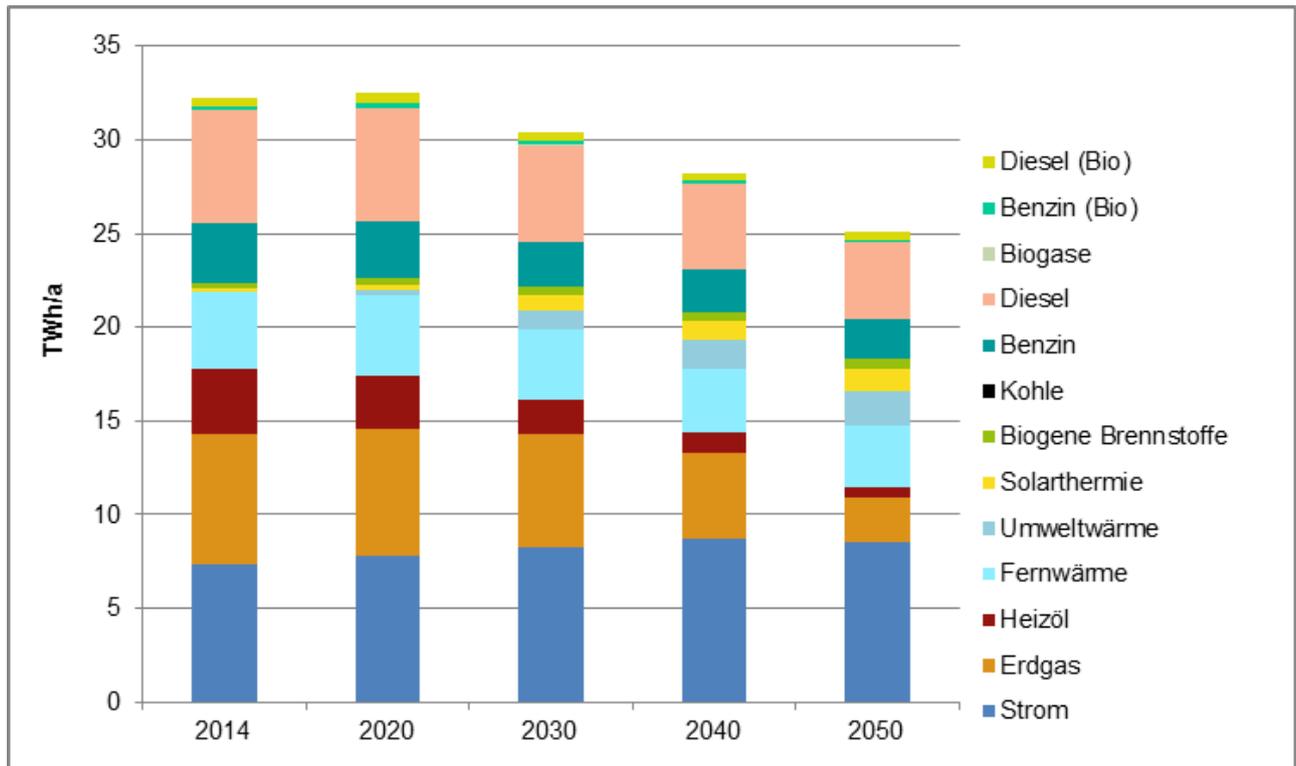
Der Fernwärmeverbrauch wird in allen Szenarien zunächst ausgeweitet, um die Fernwärme als CO₂-armen Energieträger zu nutzen. Im weiteren Verlauf der Szenarien geht der Bedarf dann aufgrund der fortschreitenden Effizienz der Gebäude wieder zurück. In den Jahren 2030 bis 2040 weist das Szenario Klimaschutz moderat den höchsten Fernwärmebedarf auf. Im Jahr 2050 liegen die Szenarien Klimaschutz moderat und Klimaneutrales München wieder nahe beieinander. Die Bedeutung der Fernwärme für die Energieversorgung nimmt mit dem Ambitionsniveau der Szenarien deutlich zu: Ihr Anteil am gesamten EEV im Zeitraum 2030 bis 2050 steigt von ca. 12 % im Szenario Referenz über ca. 16 % im Szenario Klimaschutz moderat auf ca. 19 % im Szenario Klimaneutrales München (vgl. Abbildung 5-57).

Abbildung 5-57: Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Jahr 2050 im Vergleich der Szenarien



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-58: Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario



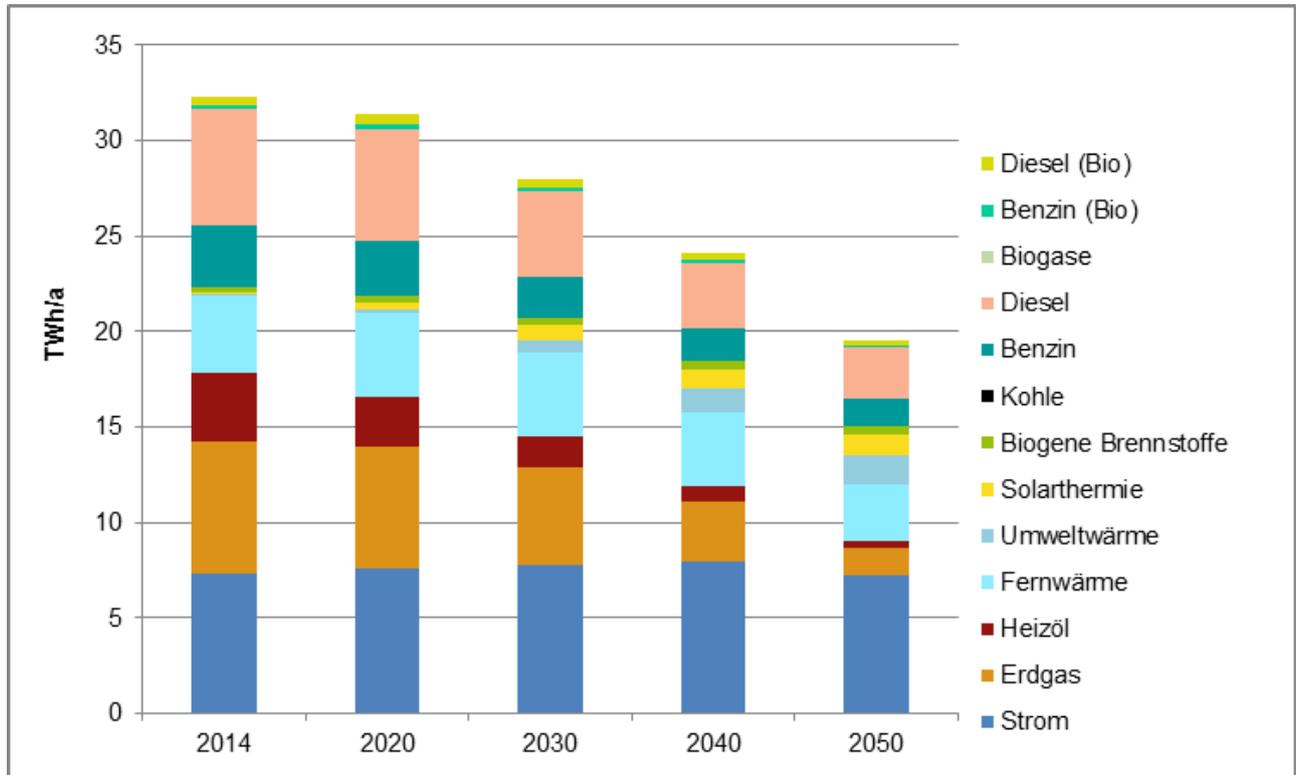
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-54: Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	GWh/a								
Strom	6.474	7.310	7.772	7.966	8.255	8.568	8.726	8.674	8.539
Erdgas	7.383	6.967	6.773	6.404	6.001	5.344	4.569	3.497	2.414
Heizöl	7.328	3.529	2.895	2.360	1.827	1.455	1.092	802	535
Fernwärme	3.571	4.082	4.296	4.054	3.799	3.634	3.391	3.384	3.311
Umweltwärme	0	49,0	234	642	1.037	1.332	1.595	1.698	1.769
Solarthermie	0	99,1	324	563	798	913	1.009	1.104	1.195
Biogene Brennstoffe	236	288	365	396	422	446	457	494	518
Kohle	221	2,71	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	7.913	3.274	2.963	2.675	2.452	2.314	2.254	2.190	2.126
Diesel	3.830	6.039	6.081	5.612	5.136	4.782	4.529	4.288	4.101
Biogase	0	0	8,19	15,3	17,3	19,2	20,2	20,2	20,0
Benzin (Bio)	0	171	223	201	185	174	170	165	160
Diesel (Bio)	0	465	601	555	508	473	448	424	406
Summe	36.956	32.276	32.536	31.444	30.436	29.454	28.259	26.739	25.094
Minderung ggü. 1990		12,7 %	12,0 %	14,9 %	17,6 %	20,3 %	23,5 %	27,6 %	32,1 %
Minderung ggü. 2014			-0,8 %	2,6 %	5,7 %	8,7 %	12,4 %	17,2 %	22,3 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-59: Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat



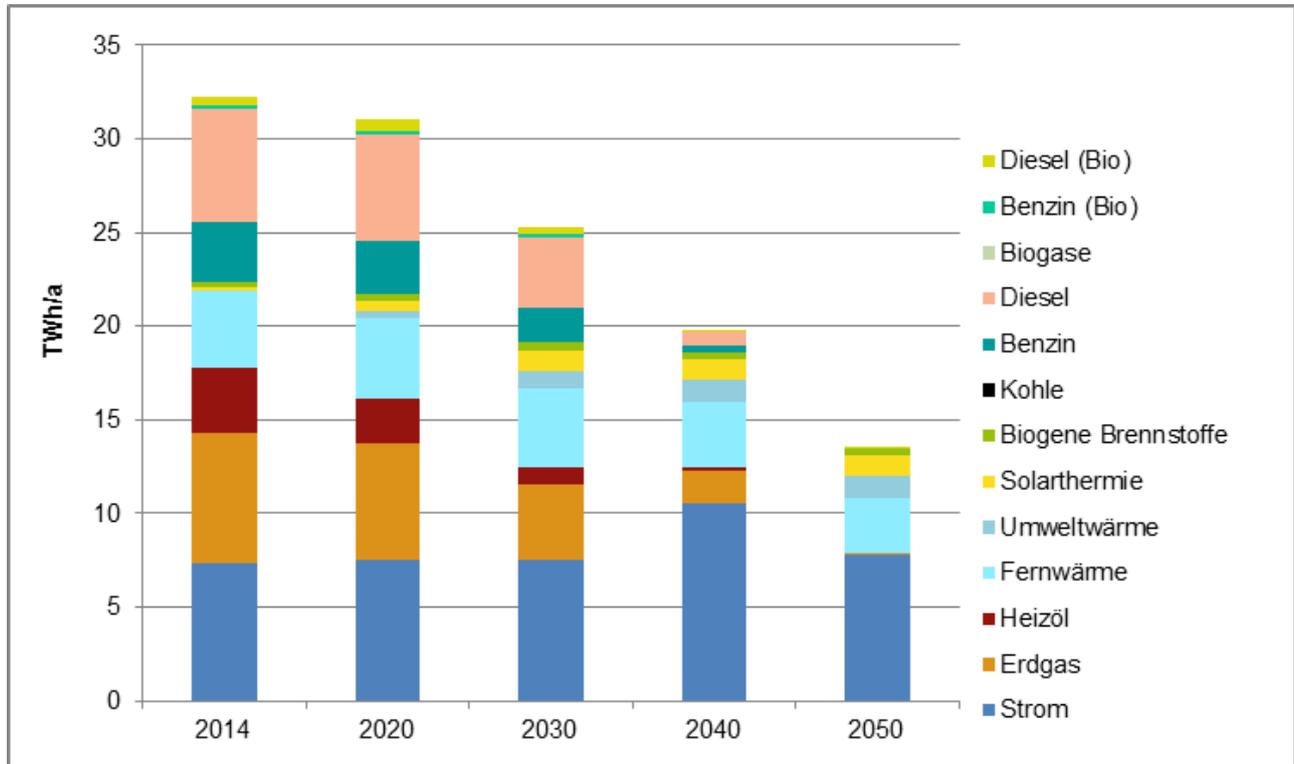
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-55: Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	6.474	7.310	7.605	7.650	7.799	7.971	7.948	7.659	7.247
Erdgas	7.383	6.966	6.346	5.724	5.100	4.100	3.100	2.274	1.437
Heizöl	7.328	3.529	2.627	2.097	1.575	1.184	842	560	312
Fernwärme	3.571	4.081	4.383	4.413	4.406	4.152	3.855	3.436	2.995
Umweltwärme	0	49,0	193	435	667	994	1.278	1.415	1.494
Solarthermie	0	99,1	362	571	767	880	984	1.051	1.104
Biogene Brennstoffe	236	288	384	406	422	437	444	464	467
Kohle	221	2,71	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	7.913	3.274	2.844	2.457	2.121	1.886	1.717	1.535	1.444
Diesel	3.830	6.039	5.874	5.201	4.467	3.887	3.426	2.965	2.657
Biogase	0	0	7,27	12,2	13,0	13,7	13,5	12,6	11,9
Benzin (Bio)	0	171	214	185	160	142	129	116	109
Diesel (Bio)	0	465	581	514	442	384	339	293	263
Summe	36.956	32.276	31.420	29.664	27.939	26.031	24.074	21.780	19.539
Minderung ggü. 1990		12,7 %	15,0 %	19,7 %	24,4 %	29,6 %	34,9 %	41,1 %	47,1 %
Minderung ggü. 2014			2,7 %	8,1 %	13,4 %	19,3 %	25,4 %	32,5 %	39,5 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-60: Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-56: Entwicklung Endenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GWh/a									
Strom	6.474	7.310	7.526	7.365	7.493	9.826	10.534	9.185	7.779
Erdgas	7.383	6.966	6.178	5.093	4.032	2.809	1.724	794	103
Heizöl	7.328	3.529	2.401	1.645	963	543	204	87,4	0
Fernwärme	3.571	4.081	4.352	4.312	4.194	3.916	3.467	3.228	2.981
Umweltwärme	0	49,0	334	636	907	1.124	1.219	1.173	1.113
Solarthermie	0	99,1	547	841	1.083	1.088	1.052	1.052	1.104
Biogene Brennstoffe	236	288	396	445	470	465	415	432	410
Kohle	221	2,71	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	7.913	3.274	2.774	2.317	1.831	965	385	106	0
Diesel	3.830	6.039	5.736	4.879	3.769	1.860	677	173	0
Biogase	0	0	4,62	0	0	0	0	0	0
Benzin (Bio)	0	171	209	174	138	89,9	49,7	25,1	15,1
Diesel (Bio)	0	465	567	483	373	218	104	45,5	20,7
Summe	36.956	32.276	31.025	28.191	25.252	22.903	19.830	16.301	13.525
Minderung ggü. 1990		12,7 %	16,0 %	23,7 %	31,7 %	38,0 %	46,3 %	55,9 %	63,4 %
Minderung ggü. 2014			3,9 %	12,7 %	21,8 %	29,0 %	38,6 %	49,5 %	58,1 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

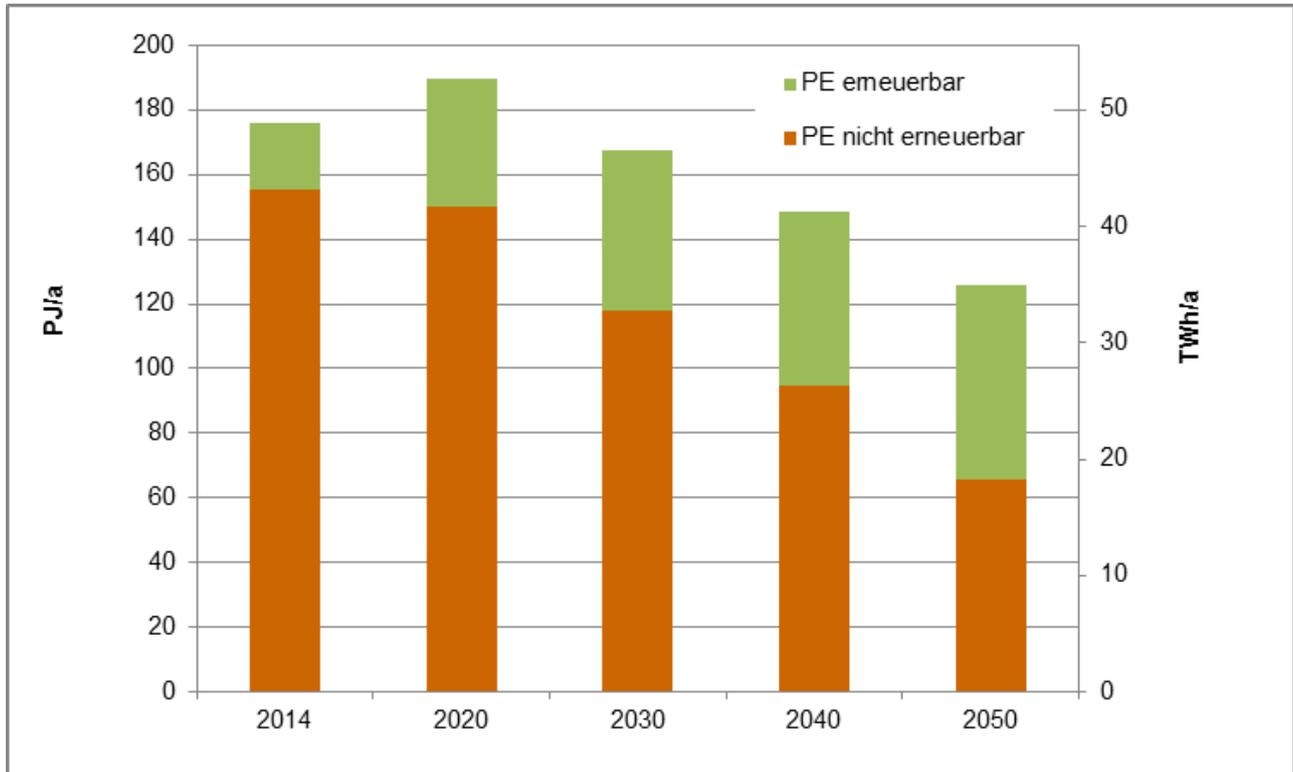
5.8.2. Primärenergieverbrauch

Der Primärenergieverbrauch berücksichtigt neben dem Endenergieverbrauch auch die Verluste bei der Energieumwandlung. Von Bedeutung sind hierbei insbesondere die Energieverluste in den thermischen Kraftwerken.²⁹ Zur Berechnung des Primärenergieverbrauchs in den Szenarien für die LH München wurde beim Stromverbrauch entsprechend der Methodik für die Bilanzierung der klimarelevanten Emissionen der Primärenergieeinsatz des bundesweiten Kraftwerksparks in den jeweiligen Szenarien angesetzt. Für die Fernwärme wurde der Primärenergieeinsatz in den lokalen Anlagen bilanziert und im Falle der Kraft-Wärme-Kopplung entsprechend der exergetischen Allokationsmethode auf die Koppelprodukte Strom und Wärme verteilt. Für den lokalen Einsatz anderer Energieträger wurden geeignete Bewertungsfaktoren für Umwandlungsverluste angesetzt. Dabei wurden für die im Verkehrssektor eingesetzten Kraftstoffe vom Öko-Institut ermittelte Primärenergiefaktoren verwendet. Für die weiteren Energieträger im stationären Einsatz wurden die Primärenergiefaktoren entsprechend der DIN V 18599-1 angesetzt. Um die Komplexität der Darstellung zu reduzieren, wird lediglich zwischen erneuerbarer und nicht erneuerbarer Primärenergie unterschieden.

²⁹ Hierbei ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der Konventionen der Energiestatistik bei Kernkraftwerken ein typischer Wirkungsgrad von 33% (also Umwandlungsverluste von 67% der eingesetzten Primärenergie) angenommen wird, bei den erneuerbaren Energien Wasser- und Windkraft sowie Photovoltaik jedoch keine Umwandlungsverluste angesetzt werden. Der Umstieg von Kernenergie zu erneuerbaren Energien im Zuge der Energiewende führt daher zu einer Reduktion des Primärenergieverbrauchs.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in den drei betrachteten Szenarien bis 2050. Dabei ist zum einen die statistisch übliche Einheit Petajoule (PJ) angegeben und zur besseren Vergleichbarkeit mit den Daten des Endenergieverbrauchs ergänzend auch die Einheit Terawattstunden (TWh).³⁰ Die Daten der Szenarien einschließlich der Abschätzung für das Basisjahr 1990 sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Abbildung 5-61: Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario



Quelle: Berechnung Öko-Institut

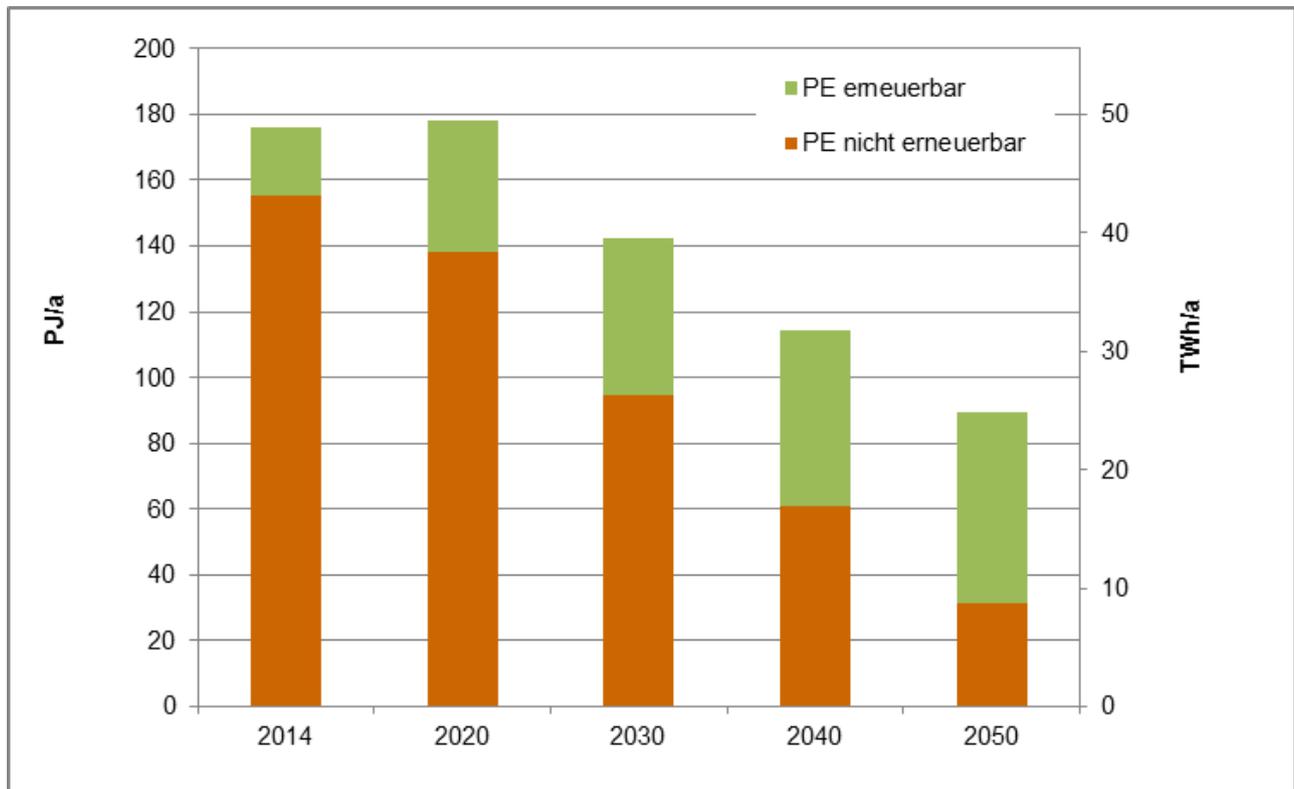
³⁰ Für die Umrechnung gilt: 1 TWh = 3,6 PJ.

Tabelle 5-57: Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PJ/a									
Primärenergieverbrauch	204	176	189	179	168	159	149	137	126
davon nicht erneuerbar	200	155	150	134	118	106	94,6	80,1	65,8
davon erneuerbar	4,01	20,4	39,4	44,1	50,0	52,8	54,0	57,3	59,9
Primärenergieverbrauch									
Minderung ggü. 1990		13,7 %	7,0 %	12,4 %	17,7 %	22,0 %	27,1 %	32,6 %	38,3 %
Minderung ggü. 2014			-7,7 %	-1,5 %	4,6 %	9,6 %	15,5 %	21,9 %	28,5 %
Nicht erneuerbare Primärenergie									
Minderung ggü. 1990		22,2 %	24,9 %	32,7 %	41,1 %	46,9 %	52,7 %	59,9 %	67,1 %
Minderung ggü. 2014			3,5 %	13,5 %	24,3 %	31,7 %	39,2 %	48,5 %	57,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-62: Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat



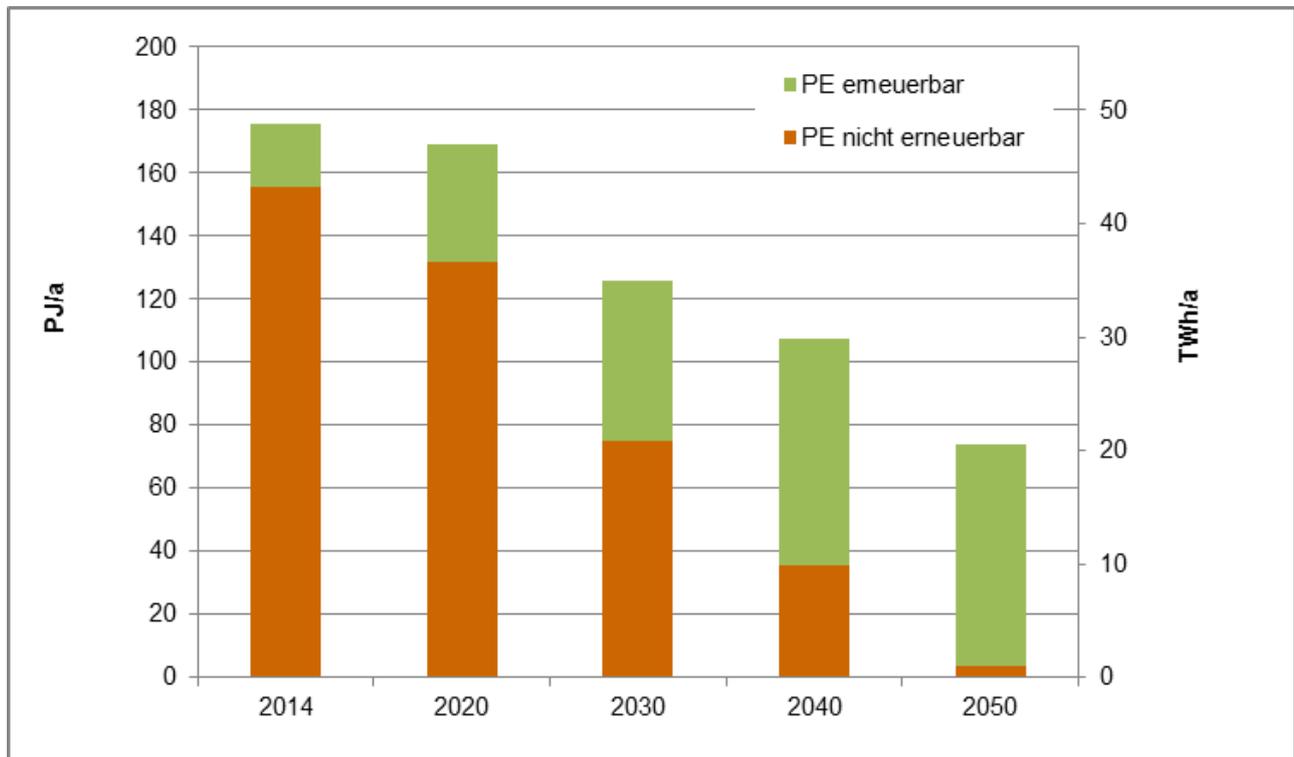
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-58: Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PJ/a									
Primärenergieverbrauch	204	176	178	159	143	129	114	102	89
davon nicht erneuerbar	200	155	138	116	94,7	77,2	60,7	45,0	31,2
davon erneuerbar	4,01	20,4	39,7	43,1	47,9	51,5	53,8	56,6	58,0
Primärenergieverbrauch									
Minderung ggü. 1990		13,7 %	12,6 %	21,7 %	30,1 %	36,9 %	43,8 %	50,2 %	56,2 %
Minderung ggü. 2014			-1,2 %	9,3 %	19,0 %	26,8 %	34,9 %	42,3 %	49,3 %
Nicht erneuerbare Primärenergie									
Minderung ggü. 1990		22,2 %	30,8 %	41,8 %	52,6 %	61,4 %	69,6 %	77,5 %	84,4 %
Minderung ggü. 2014			11,0 %	25,2 %	39,1 %	50,4 %	61,0 %	71,1 %	79,9 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-63: Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-59: Entwicklung Primärenergieverbrauch gesamt: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
PJ/a									
Primärenergieverbrauch	204	176	169	146	126	121	108	89,2	73,9
davon nicht erneuerbar	200	155	132	103	75,2	55,5	35,8	16,4	3,6
davon erneuerbar	4,01	20,4	37,3	43,2	50,8	65,3	71,9	72,8	70,3
Primärenergieverbrauch									
Minderung ggü. 1990		13,7 %	17,0 %	28,1 %	38,2 %	40,7 %	47,2 %	56,2 %	63,7 %
Minderung ggü. 2014			3,8 %	16,7 %	28,4 %	31,3 %	38,8 %	49,3 %	58,0 %
Nicht erneuerbare Primärenergie									
Minderung ggü. 1990		22,2 %	34,0 %	48,3 %	62,4 %	72,2 %	82,1 %	91,8 %	98,2 %
Minderung ggü. 2014			15,2 %	33,6 %	51,6 %	64,3 %	77,0 %	89,4 %	97,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Zu erkennen ist in den Grafiken und Tabellen, dass der Primärenergieverbrauch in allen Szenarien deutlich abnimmt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bereits im Referenzszenario einige ambitionierte Annahmen getroffen wurden. So sinkt der Primärenergieverbrauch bis zum Jahr 2030 im Referenzszenario nur leicht um 5 % gegenüber dem Jahr 2014 ab. Im Szenario Klimaschutz moderat liegt der Rückgang immerhin bei 20 % und im Szenario Klimaneutrales München sogar bei gut 50 %. Bis zum Jahr 2050 kann im Referenzszenario knapp ein Drittel des Primärenergiever-

brauchs eingespart werden. Im Szenario Klimaschutz moderat liegt der Rückgang bereits bei knapp 50 % und im Szenario Klimaneutrales München bei 58 %. Zum Vergleich: die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Primärenergieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Jahr 2008 um 50 % zu reduzieren. Dieses Ziel wird in der LH München im Referenzszenario deutlich verfehlt. Im Szenario Klimaschutz moderat wird das Einsparziel etwa erreicht und im Szenario Klimaneutrales München deutlich übertroffen.³¹

Der Rückgang des Primärenergieverbrauchs nach 2030 ist in den Szenarien Referenz und Klimaschutz moderat jeweils etwa zur Hälfte auf Minderungen der Umwandlungsverluste und auf Effizienzsteigerungen zurückzuführen. Im Szenario Klimaneutrales München überwiegen dagegen die deutlich ambitionierter angesetzten Minderungen beim Endenergieverbrauch.

5.8.3. Exkurs: Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft

Das Modell der 2000-Watt-Gesellschaft entstand Anfang der 1990er Jahre im Umfeld der ETH Zürich. Angesichts der zunehmenden Hinweise auf den Klimawandel stellte sich die Frage nach der Ausgestaltung einer nachhaltigen und gerechten Energieversorgung³². Als Zielwert wurde eine Leistung von 2000 Watt pro Kopf an Primärenergie festgelegt³³. Davon sollen 1.500 Watt durch erneuerbare Energien bereit gestellt werden, und ein Rest von 500 Watt pro Kopf, also 25 %, kann weiterhin aus fossilen Energien stammen. Zusätzlich zum Primärenergieziel wurde im 2000-Watt-Konzept ein Emissionsziel in Höhe von 1 t/a CO₂ pro Kopf definiert. Das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft hat keine zeitliche Dimension, das heißt, es wird kein Zieljahr für die Erreichung der genannten Ziele festgelegt. Das Konzept wird von seinen Verfechtern auf verschiedene räumliche Einheiten, von Einzelgebäuden und Unternehmen über Kommunen und Landkreise bis hin zu Ländern angewendet.

Rechnerisch heißt „2000-Watt-Gesellschaft“, dass innerhalb der räumlichen Einheit, im Falle der Stadt München also innerhalb der Kommune, für jeden Einwohner 17.520 kWh Primärenergie pro Jahr zur Verfügung stehen (2.000 W mal 8.760 h/a).

Es gibt einige Aspekte, die hinsichtlich des 2000-Watt-Konzeptes kritisch beleuchtet werden sollten. So sollten als Leitindikator für den Klimaschutz stets die Treibhausgas-Emissionen verwendet werden; die bereitgestellte energetische Leistung als Synonym für den Primärenergiebedarf ist als Klimaschutzindikator wenig geeignet. Aus Sicht der nachhaltigen Ressourcenverwendung ist sie jedoch sehr wohl ein wichtiges Kriterium, da sie ein Ausdruck für den gesamten Verbrauch an Energie bzw. an Energieträgern ist.

Die oben genannten konkreten Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft erscheinen jedoch wenig ambitioniert und vor allem nicht für verschiedene räumliche Einheiten geeignet. Insbesondere das Ziel von 1 t CO₂-Emissionen pro Kopf und Jahr und der Anteil von 25 % fossiler Energie an der bereitgestellten Primärenergieleistung sind nicht ausreichend um ambitionierte Klimaschutzziele zu erreichen. Aktuelle Untersuchungen des IPCC kommen zu dem Ergebnis, dass sehr schnell sehr viel geringere spezifische jährliche Emissionsbudgets erreicht werden müssen (vgl. Kapitel 6.2). Hier haben sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Wirkung von Treibhausgasen in der Erdatmosphäre und die daraus folgenden Ableitungen zur zulässigen Konzentration in der Atmosphäre seit der Idee des 2000-Watt-Ziels offensichtlich stark erweitert, wohingegen das Konzept mit seinen Zielen seit Beginn der 1990'er Jahre nicht angepasst wurde.

³¹ Diese Aussage wird unter der Annahme getroffen, dass der Primärenergieverbrauch in der LH München im Jahr 2008 oberhalb dem des Jahres 2014 liegt. Angesichts des Ausgangswerts von 1990 erscheint dies plausibel.

³² www.wikipedia.de, Abruf 26.07.2016

³³ Dies bezieht sich auf eine fiktive Dauerleistung als Durchschnitt über alle Stunden des Jahres hinweg.

In Tabelle 5-60 sind für die Bewertung der Erreichung des Ziels der 2000-Watt-Gesellschaft wesentliche Größen aus den Klimaschutzszenarien (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) und aus den Szenariorechnungen für München dargestellt. Demnach wurden in Deutschland mit Stand des Jahres 2010 etwa 5.200 Watt Primärenergie pro Kopf genutzt. Nach dem Szenario KS80 mit dem Minderungsziel von 80 % gegenüber 1990, werden es im Jahr 2050 noch 2.800 Watt pro Kopf sein und im Szenario KS95 sind es demnach noch etwa 2.500 Watt. Das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft wäre damit nicht erreicht. Die Emissionen liegen dagegen zumindest im Szenario KS95 mit 0,95 t/a (allerdings für CO₂-Äquivalente und nicht für CO₂) unterhalb der Schwelle von 1 t/a pro Kopf. In diesen Emissionswerten sind Emissionen aus der Landwirtschaft und aus Produktionsprozessen in der Industrie enthalten (vgl. dazu Kapitel 5.1). Die ausgewiesenen Primärenergieverbräuche umfassen zudem alle Verbrauchssektoren Deutschlands, so zum Beispiel energieintensive Industrieprozesse wie die Stahl- oder Zementindustrie. Das ist der Grund, weshalb in den Szenarien für München wesentlich geringere installierte Leistungen an Primärenergie pro-Kopf erreicht werden. Bereits der Ausgangswert im Jahr 2014 ist mit 3.700 Watt pro-Kopf in München sehr viel geringer als der für Deutschland. Ein wesentlicher Grund dafür ist das Fehlen energieintensiver Industrieproduktion in München. Ein weiterer Grund ist, dass überregionale und internationale Straßen-, See- und Luft- Personen und Güterverkehre in der kommunalen Bilanz nicht enthalten sind. Der Anteil erneuerbarer Energien an der Primärenergiebereitstellung liegt in den beiden ambitioniertesten Klimaschutzszenarien, dem KS95 auf Bundesebene und dem Szenario KN für München, jeweils oberhalb des 75 %-Ziels des 2000-Watt-Konzeptes.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es durchaus sinnvoll ist, ein Primärenergieziel für ein bestimmtes Zieljahr zu definieren. Ein pauschales Ziel von 2000-Watt pro Kopf ohne Zeitdimension erscheint jedoch nicht geeignet, insbesondere nicht für kleinere räumliche Einheiten wie einzelne Kommunen mit unterschiedlichen Energieverbrauchsstrukturen. Aus den Ergebnissen der Energieverbrauchsszenarien für München könnte ein Primärenergieziel von etwa 1.200 bis 1.300 Watt pro Kopf für das Jahr 2050 abgeleitet werden. Insbesondere Emissionsziele für Städte wie München sollten sich nicht am 2000-Watt-Konzept orientieren, sondern sehr viel ambitionierter sein als 1 t CO₂ pro Jahr pro Kopf (vgl. dazu auch Kapitel 5.1 und 6.2).

Tabelle 5-60: Ergebnisse der Klimaschutzszenarien (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) auf Bundesebene und für München im Vergleich

	Szenarien Bundesweit*			Szenarien für München**		
	2010	2050 Szenario KS80	2050 Szenario KS95	2014	2050 Szenario KSmod	2050 Szenario KN
Primärenergieverbrauch [TWh/a]	3.694	1.815	1.650	49	28	21
Watt pro Kopf	5.232	2.800	2.544	3.706	1.546	1.145
davon erneuerbar [%]	10,8 %	65,0 %	84,7 %	11,4 %	65,0 %	95,1 %
Emissionen pro Kopf, gesamt [t CO ₂ e]	11,7	2,9	0,95	-	-	-

Quelle: * Öko-Institut und Fraunhofer ISI und **Berechnung Öko-Institut

5.8.4. Treibhausgas-Emissionen

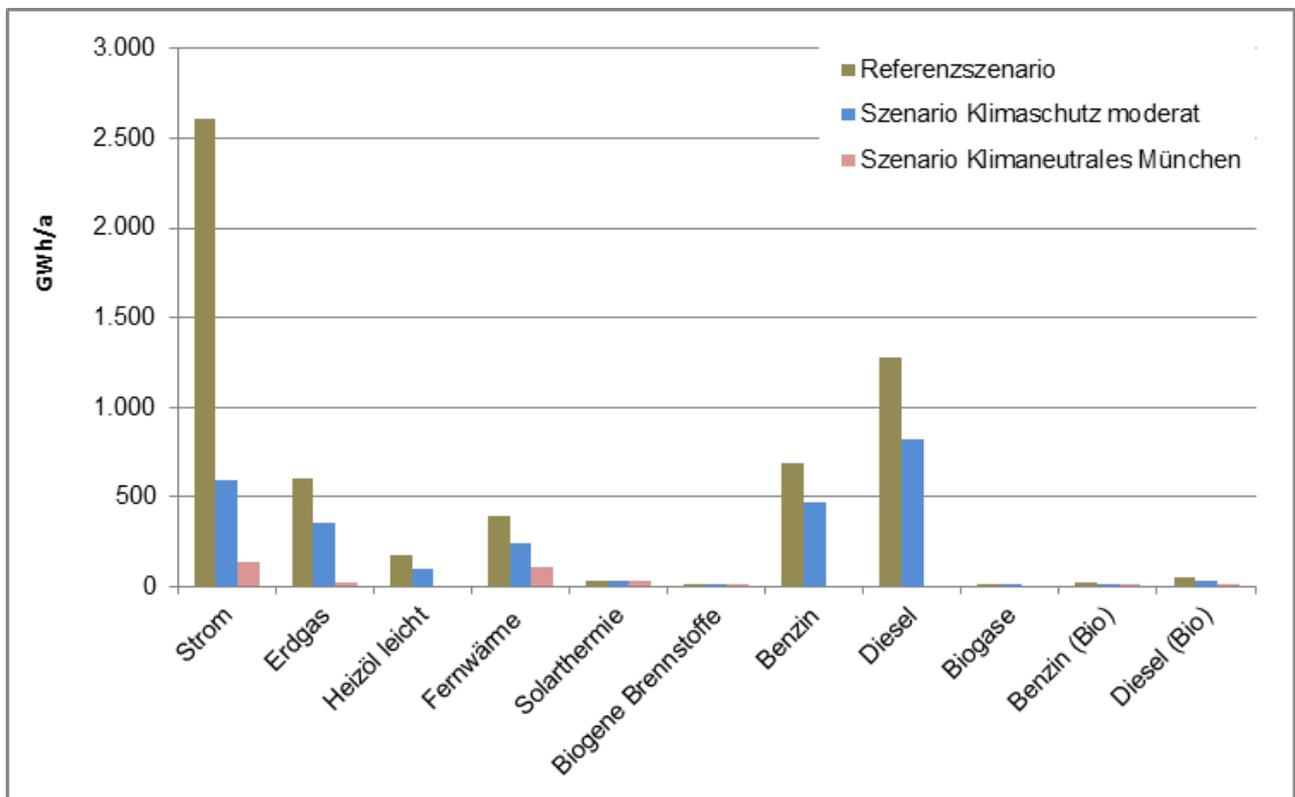
In allen Szenarien findet eine deutliche Minderung der Treibhausgas-Emissionen statt. Im Referenzszenario verringern sich die Emissionen von etwa 15.000 kt/a im Jahr 1990 auf etwa 5.800 kt/a im Jahr 2050. Die Reduktion beträgt etwa 61 % absolut und etwa 77 % pro Kopf. Die Pro-Kopf-Emissionen betragen im Jahr 2050 noch 2,9 t/a. Im Szenario Klimaschutz moderat beträgt die Minderung schon über 80 % absolut und etwa 90 % pro Kopf gegenüber 1990. Die Pro-Kopf-Emissionen betragen in diesem Szenario noch 1,3 t/a.

Im Szenario Klimaneutrales München wird eine Minderung der Treibhausgas-Emissionen um 98 % absolut und um 99 % pro Kopf erreicht. Die Emissionen pro Kopf betragen hier nur noch 0,16 t/a.

Grundsätzlich gehen die Emissionen aus der Nutzung der verschiedenen Energieträger in allen drei Szenarien zurück. Im Referenzszenario und im Szenario Klimaschutz moderat dominieren auch im Zieljahr nach wie vor die Emissionen aus Strom und den fossilen Energieträgern. In diesen beiden Szenarien wird auch im Zieljahr noch ein erheblicher Anteil des Energieverbrauchs mit fossilen Energieträgern gedeckt. Im Szenario Klimaneutrales München stammt der größte Anteil der Emissionen aus dem Strom und der Fernwärme, da dezentrale fossile Energieträger, wie Erdgas und Heizöl, sowie fossile Kraftstoffe hier weitgehend ersetzt sind.

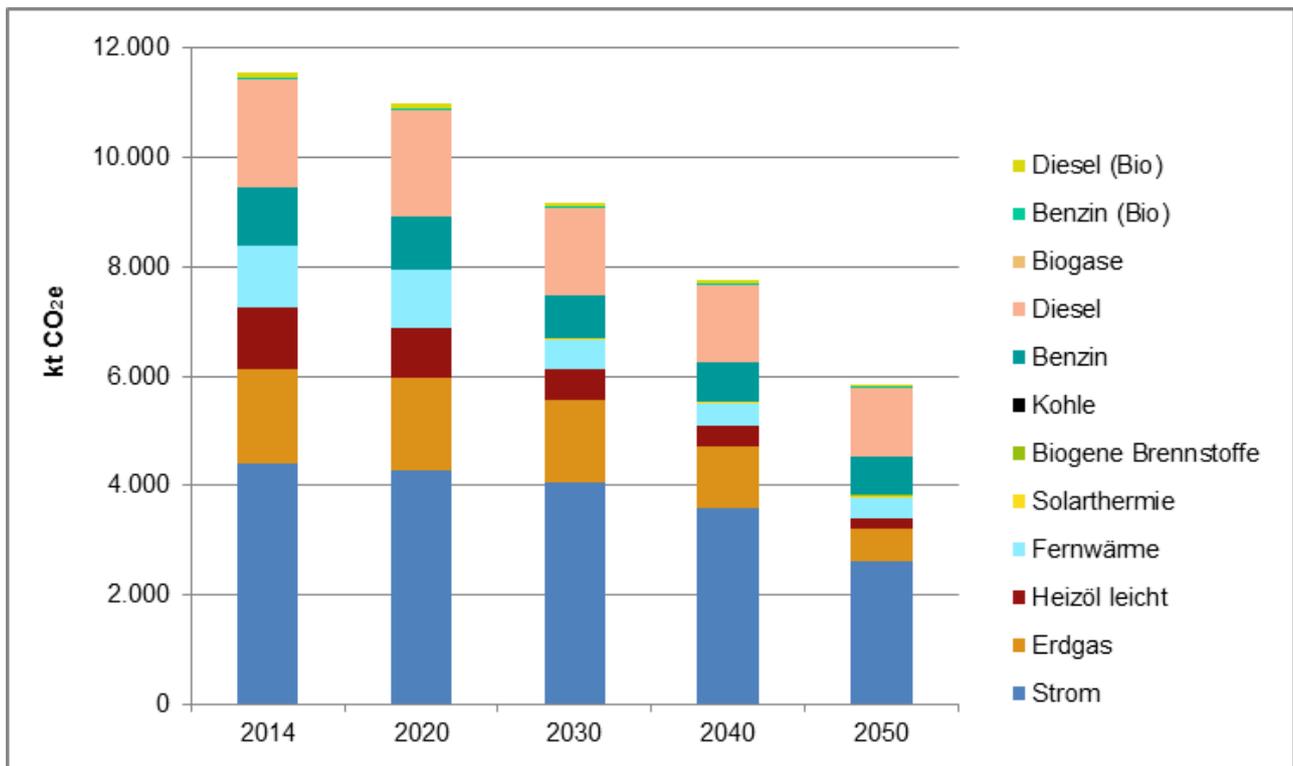
Bei Strom und Fernwärme beruht die Minderung der Emissionen nicht primär auf einer Minderung des Verbrauchs, sondern in erster Linie auf dem zunehmenden erneuerbaren Anteil bei der Strom- und Fernwärmeerzeugung und den damit sinkenden Emissionsfaktoren. In den folgenden Abbildungen und Tabellen sind die Ergebnisse im Detail dargestellt.

Abbildung 5-64: Treibhausgas-Emissionen nach Energieträgern im Jahr 2050 im Vergleich der Szenarien



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-65: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Referenzszenario



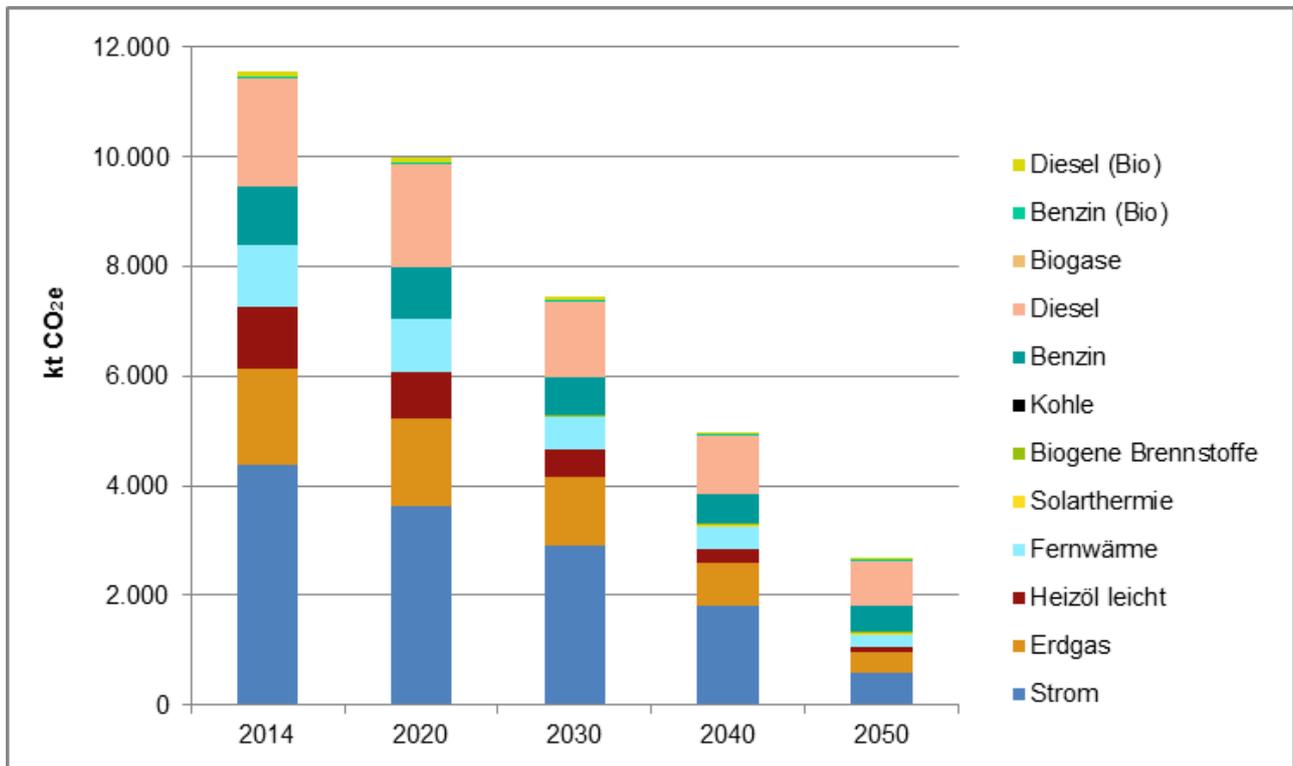
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-61: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	5.645	4.384	4.262	4.139	4.051	3.862	3.584	3.105	2.606
Erdgas	1.868	1.742	1.693	1.601	1.500	1.336	1.142	874	603
Heizöl leicht	2.352	1.129	927	755	585	466	349	257	171
Fernwärme	860	1.130	1.051	931	526	461	419	416	394
Solarthermie	0	2,80	9,17	15,9	22,6	25,8	28,6	31,2	33,8
Biogene Brennstoffe	4,01	6,33	8,04	8,72	9,28	9,81	10,0	10,9	11,4
Kohle	98,0	1,20	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	2.909	1.073	969	872	796	751	731	711	690
Diesel	1.397	1.951	1.952	1.770	1.595	1.485	1.406	1.331	1.274
Biogase	0	0	1,21	2,20	2,40	2,57	2,62	2,53	2,41
Benzin (Bio)	0	33,6	33,0	28,9	25,6	23,4	22,0	20,6	19,3
Diesel (Bio)	0	91,1	89,1	79,7	70,6	63,6	58,1	53,1	48,9
Summe	15.133	11.545	10.995	10.204	9.184	8.486	7.753	6.812	5.854
Minderung ggü. 1990		23,7 %	27,3 %	32,6 %	39,3 %	43,9 %	48,8 %	55,0 %	61,3 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	12,5	7,67	6,52	5,75	4,96	4,40	3,87	3,36	2,86
Minderung pro Kopf ggü. 1990		38,6 %	47,9 %	54,0 %	60,3 %	64,8 %	69,1 %	73,1 %	77,1 %
Minderung ggü. 2014			4,8 %	11,6 %	20,5 %	26,5 %	32,8 %	41,0 %	49,3 %
Minderung pro Kopf ggü. 2014			15,0 %	25,1 %	35,4 %	42,6 %	49,6 %	56,2 %	62,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-66: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaschutz moderat



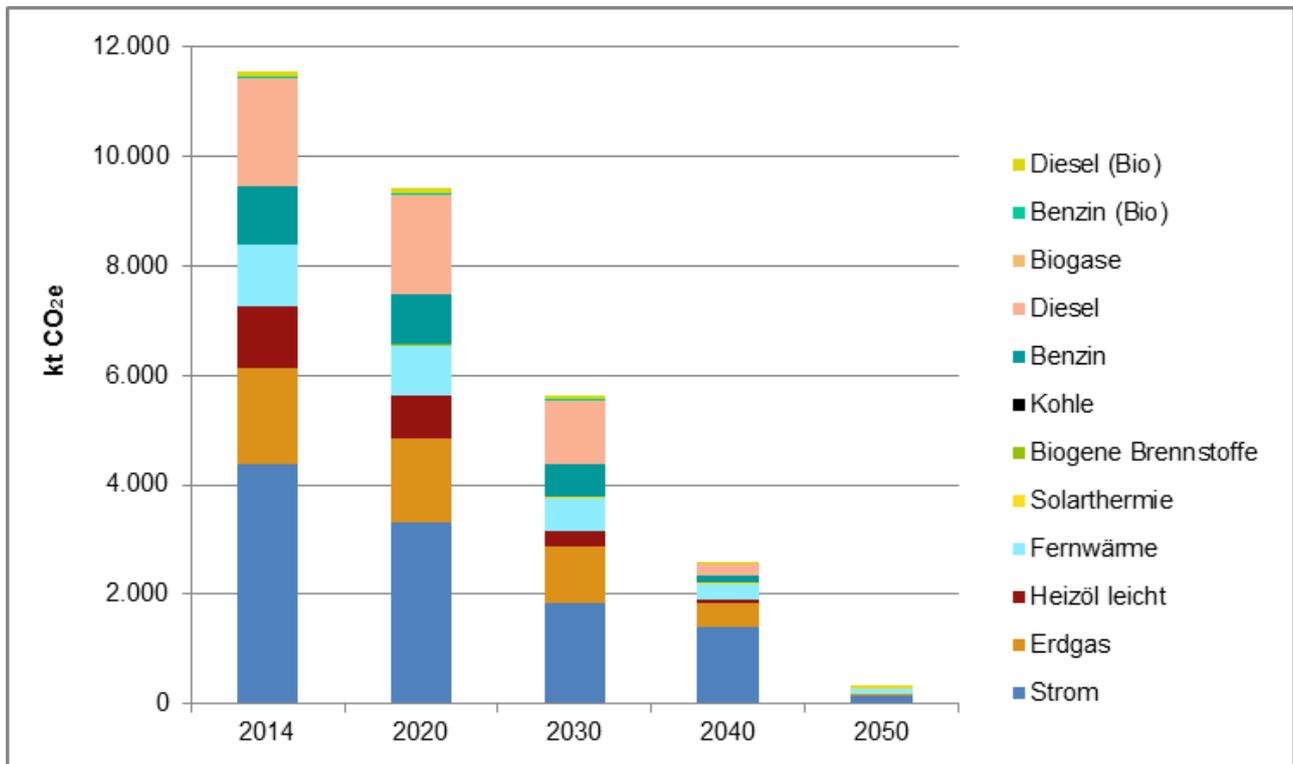
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-62: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO ₂ e									
Strom	5.645	4.384	3.635	3.249	2.896	2.387	1.808	1.184	592
Erdgas	1.868	1.742	1.587	1.431	1.275	1.025	775	569	359
Heizöl leicht	2.352	1.129	841	671	504	379	269	179	100
Fernwärme	860	1.130	969	821	572	491	412	327	240
Solarthermie	0	2,80	10,3	16,2	21,7	24,9	27,8	29,8	31,2
Biogene Brennstoffe	4,01	6,33	8,45	8,92	9,28	9,6	9,8	10,2	10,3
Kohle	94,5	1,20	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	2.909	1.073	930	800	688	612	557	498	469
Diesel	1.397	1.951	1.886	1.641	1.387	1.207	1.064	921	825
Biogase	0	0	1,08	1,76	1,81	1,84	1,76	1,58	1,44
Benzin (Bio)	0	33,6	31,7	26,5	22,2	19,1	16,8	14,5	13,1
Diesel (Bio)	0	91,1	86,0	73,8	61,3	51,6	43,9	36,7	31,7
Summe	15.130	11.545	9.985	8.739	7.439	6.207	4.985	3.770	2.672
Minderung ggü. 1990		23,7 %	34,0 %	42,2 %	50,8 %	59,0 %	67,1 %	75,1 %	82,3 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	12,5	7,67	5,92	4,92	4,02	3,22	2,49	1,86	1,31
Minderung pro Kopf ggü. 1990		38,6 %	52,6 %	60,6 %	67,9 %	74,2 %	80,1 %	85,1 %	89,6 %
Minderung ggü. 2014			13,5 %	24,3 %	35,6 %	46,2 %	56,8 %	67,3 %	76,9 %
Minderung pro Kopf ggü. 2014			22,8 %	35,8 %	47,6 %	58,0 %	67,6 %	75,7 %	83,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-67: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-63: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂e									
Strom	5.645	4.384	3.320	2.535	1.853	1.873	1.409	696	139
Erdgas	1.868	1.742	1.545	1.273	1.008	702	431	198	25,6
Heizöl leicht	2.352	1.129	768	526	308	174	65,3	28,0	0
Fernwärme	860	1.130	910	761	573	443	279	186	112
Solarthermie	0	2,80	15,5	23,8	30,7	30,8	29,8	29,8	31,3
Biogene Brennstoffe	4,01	6,33	8,71	9,80	10,3	10,2	9,13	9,50	9,02
Kohle	94,5	1,20	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	2.909	1.073	907	755	594	313	125	34,4	0
Diesel	1.397	1.951	1.842	1.539	1.170	578	210	53,6	0
Biogase	0	0	0,68	0,07	0	0	0	0	0
Benzin (Bio)	0	33,6	30,9	25,0	19,1	12,1	6,45	3,14	1,82
Diesel (Bio)	0	91,1	84,0	69,3	51,8	29,3	13,5	5,70	2,50
Summe	15.130	11.545	9.432	7.518	5.619	4.165	2.579	1.245	321
Minderung ggü. 1990		23,7 %	37,7 %	50,3 %	62,9 %	72,5 %	83,0 %	91,8 %	97,9 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	12,5	7,67	5,59	4,23	3,03	2,16	1,29	0,61	0,16
Minderung pro Kopf ggü. 1990		38,6 %	55,3 %	66,1 %	75,7 %	82,7 %	89,7 %	95,1 %	98,7 %
Minderung ggü. 2014			18,3 %	34,9 %	51,3 %	63,9 %	77,7 %	89,2 %	97,2 %
Minderung pro Kopf ggü. 2014			27,1 %	44,8 %	60,5 %	71,8 %	83,2 %	92,0 %	98,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

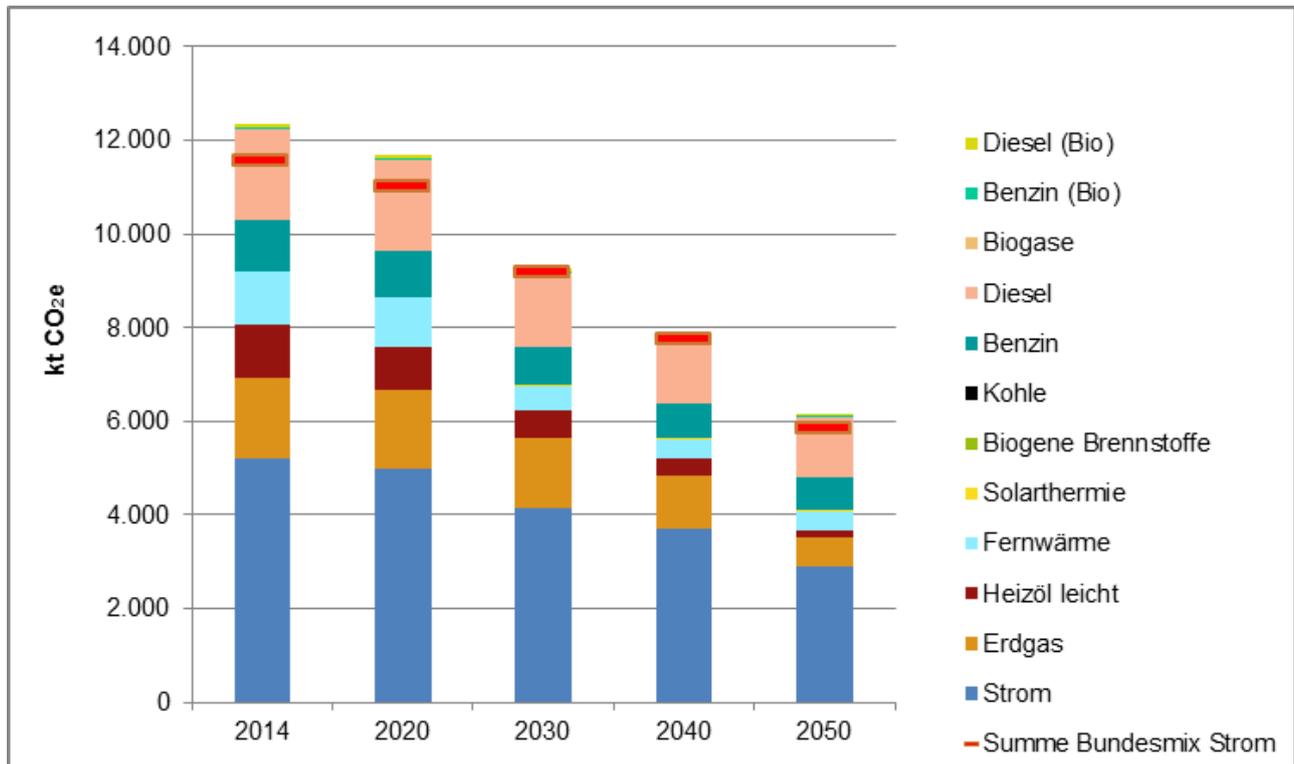
Treibhausgas-Emissionen unter Verwendung des Territorialmixes Strom

Wie in Kapitel 5.7.1 ausgeführt, liegt der vorstehend dargestellten Klimabilanz der Emissionsfaktor des bundesweiten Strommixes zugrunde. Um ergänzend die Effekte des lokal erzeugten Stroms auf die Klimabilanz deutlich zu machen, werden nachfolgend die Treibhausgas-Emissionen unter Verwendung des Territorialmixes Strom dargestellt, wie er in Kapitel 5.7.3 beschrieben wurde. Dieser Territorialmix umfasst die Heizkraftwerke der SWM sowie die auf dem Gebiet der LH München betriebenen bzw. direkt in das Münchner Stromnetz einspeisenden mit erneuerbaren Energien betriebenen Anlagen. Der Teil des Strombedarfs der LH München, der nicht durch diese Anlagen gedeckt werden kann, wird mit dem Emissionsfaktor des bundesweiten Strommixes bewertet. Die sich hieraus ergebenden Emissionsfaktoren für den in München verbrauchten Strom sind in Kapitel 5.7.3 dargestellt.

Die nachfolgenden Abbildungen und Tabellen zeigen die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen der LH München in den drei Szenarien. Gegenüber den vorstehenden Abbildungen und Tabellen haben sich dabei nur die aus dem Strombedarf resultierenden Emissionen verändert. Die Summe der Treibhausgas-Emissionen nach der Berechnung mit dem bundesweiten Emissi-

onsfaktor Strom ist in den Grafiken als Vergleichswert gekennzeichnet. In den Tabellen sind nur die Treibhausgas-Emissionen aus dem Stromverbrauch und der Summenwert der Emissionen dargestellt. Die Emissionen aus dem Verbrauch anderer Energieträger sind gegenüber den vorstehenden Tabellen unverändert. Zudem ist jeweils die auf den unterschiedlichen Emissionsfaktor Strom zurückzuführende Differenz der gesamten Treibhausgas-Emissionen ausgewiesen.

Abbildung 5-68: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Referenzszenario



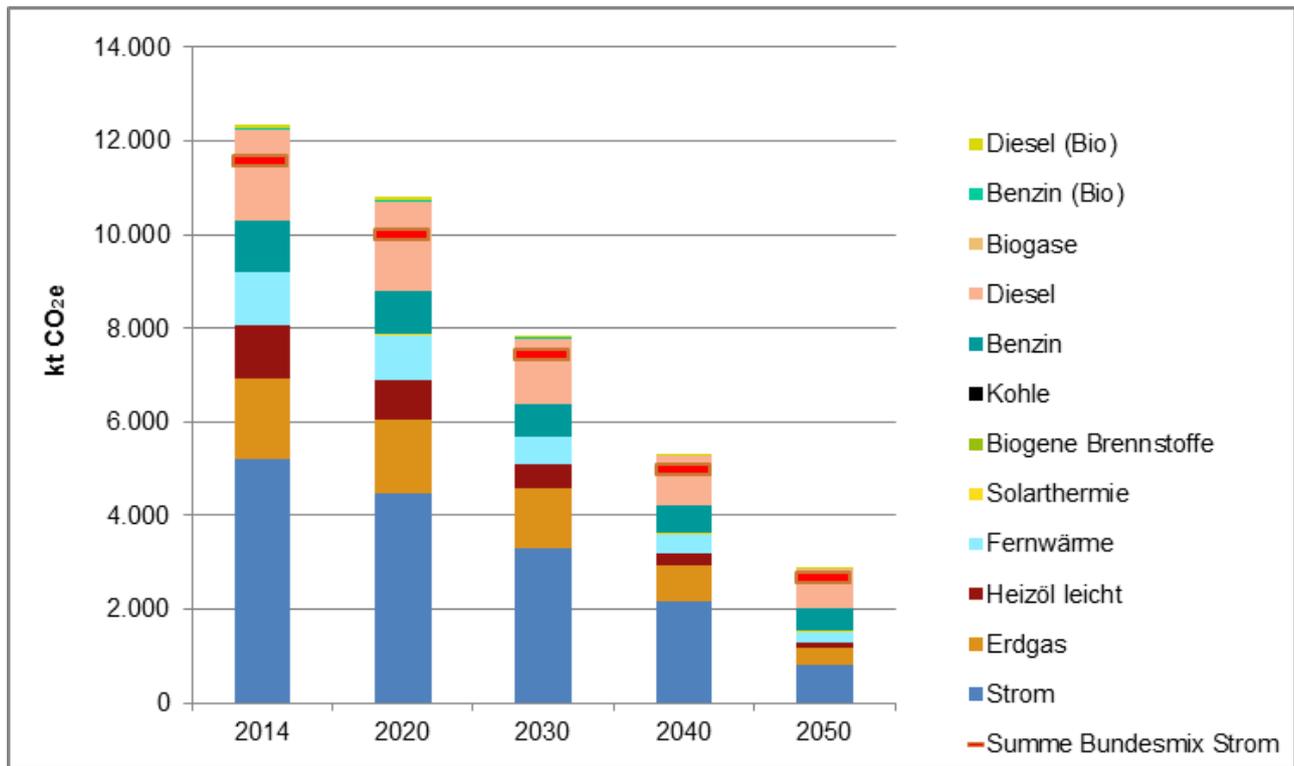
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-64: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO₂e								
Strom	5.252	5.195	4.972	4.794	4.137	3.968	3.709	3.315	2.904
Andere Energieträger	9.485	7.160	6.732	6.065	5.133	4.624	4.170	3.708	3.248
Summe	14.737	12.356	11.705	10.859	9.270	8.593	7.879	7.023	6.153
Änderung ggü. Bundesmix	-393	811	710	655	86,1	106	125	210	298

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-69: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaschutz moderat



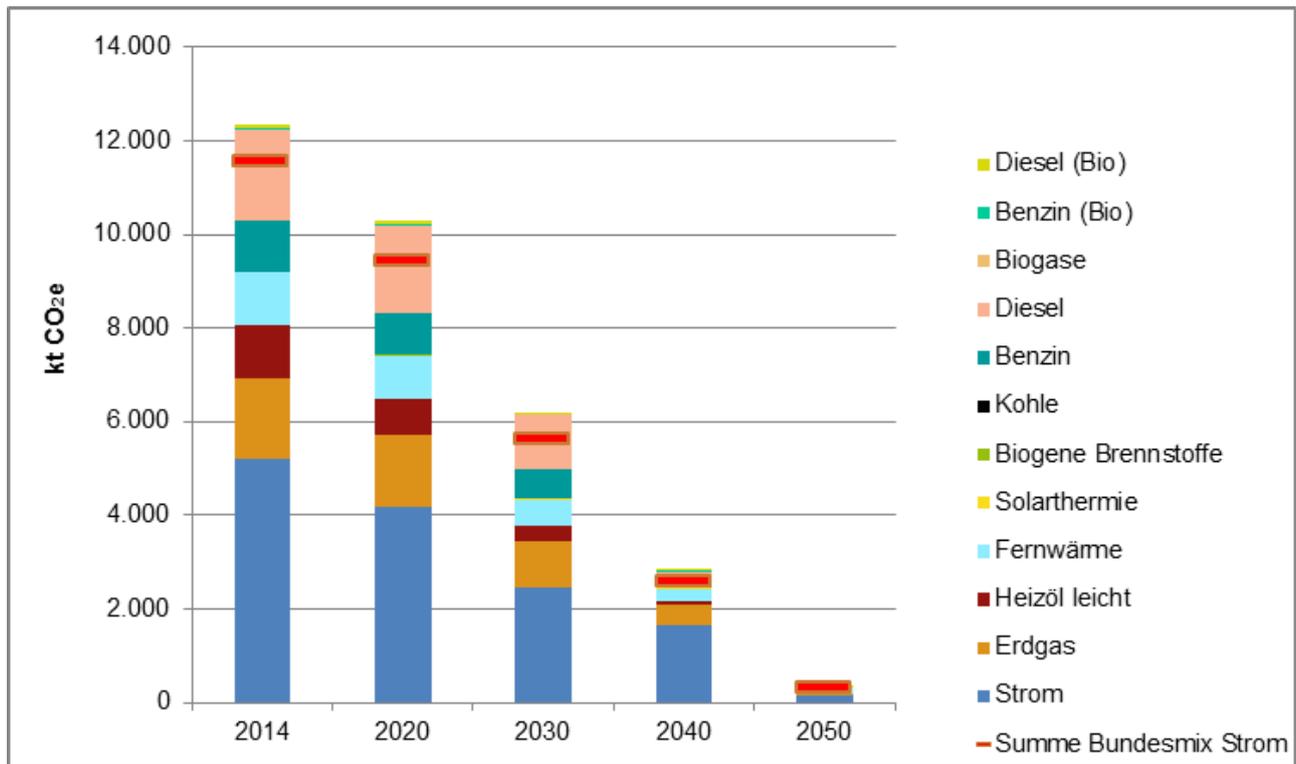
Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-65: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO_{2e}								
Strom	5.252	5.195	4.463	4.012	3.317	2.812	2.147	1.476	815
Andere Energieträger	9.485	7.160	6.349	5.491	4.543	3.821	3.177	2.586	2.080
Summe	14.737	12.356	10.812	9.502	7.860	6.633	5.325	4.063	2.895
Änderung ggü. Bundesmix	-393	811	827	763	421	426	340	293	223

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 5-70: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaneutrales München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 5-66: Entwicklung Treibhausgas-Emissionen gesamt mit Territorialmix Strom: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO₂e								
Strom	5.252	5.195	4.179	3.426	2.445	2.309	1.656	822	162
Andere Energieträger	9.485	7.160	6.112	4.983	3.766	2.293	1.169	549	182
Summe	14.737	12.356	10.291	8.408	6.211	4.602	2.825	1.371	344
Änderung ggü. Bundesmix	-393	811	859	891	592	437	246	125	23,5

Quelle: Berechnung Öko-Institut

In den Abbildungen ist zu erkennen, dass der territoriale Strommix generell zu höheren Emissionen führt als der Bundesmix Strom. Dies gilt insbesondere in den Jahren 2014 bis 2025. Ab dem Jahr 2030 sind die Differenzen geringer und unterscheiden sich deutlicher zwischen den Szenarien. Im Basisjahr 1990 lagen die Emissionen des territorialen Strommixes dagegen niedriger als im Bundesmix Strom. Diese Entwicklungen korrespondieren mit den in Kapitel 5.7.3 dargestellten Emissionsfaktoren des Bundesmixes und des Territorialmixes Strom.

Als wesentliche Treiber dieser Entwicklungen ist zum einen der etwa ab dem Jahr 2000 wirksam werdende und in den Szenarien unterschiedlich stark fortgeschriebene Ausbau der erneuerbaren Energien im bundesweiten Strommix anzusehen. In einer hoch verdichteten Stadt wie der LH München ist es kaum möglich, einen ähnlich hohen Anteil an erneuerbarer Stromerzeugung zu realisieren wie dies in den Szenarien auf Bundesebene unterstellt wurde. In den Jahren 2014 bis 2025 wird zudem der Einfluss des Kohle-Heizkraftwerks Nord 2 deutlich. Wie im Anhang 1 ausge-

führt, wird ein Großteil der Emissionen dieser Kraft-Wärme-Kopplungsanlage der Stromseite zugeordnet, während der Fernwärme aufgrund ihrer geringeren exergetischen Wertigkeit ein kleinerer Anteil an Emissionen zugerechnet wird. Daher schlägt der Betrieb des relativ emissionsintensiven Kohlekraftwerks besonders stark auf den Territorialmix Strom durch.

Ab dem Jahr 2030 dominieren die verschiedenen Annahmen auf kommunaler und auf Bundesebene in den einzelnen Szenarien die Differenz zwischen den Treibhausgas-Emissionen auf Basis des Bundesmixes Strom und des Territorialmixes Strom. Dabei führen die ambitionierten Annahmen in den Szenarien Klimaschutz moderat und Klimaneutrales München sowohl im Bundesmix Strom wie auch im Territorialmix Strom zu sehr weitreichenden Reduktionen der Treibhausgas-Emissionen aus der Nutzung von Strom, obwohl der Verbrauch von Strom in beiden Szenarien gegenüber dem Wert von 2014 sogar leicht ansteigt.

6. Vorschlag für ein Klimaschutzziel für die Landeshauptstadt München

6.1. Vorschlag und Herleitung

Es wird vorgeschlagen, dass sich das Klimaschutzziel für das Jahr 2050 an dem Szenario einer klimaneutralen Stadt München orientiert. Derzeit gibt es keine allgemeingültige Definition für „Klimaneutralität“ von Kommunen. Gemeinhin wird im aktuellen klimapolitischen Diskurs „Klimaneutralität“ so interpretiert, dass die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um etwa 95 % gegenüber dem Jahr 1990 gesenkt werden.

Dies erscheint angesichts der aktuellen Beschlüsse der Weltgemeinschaft zum Klimaschutz (1,5-Grad-Ziel) und deren Implikationen für die Landeshauptstadt München (vgl. Kapitel 6.2), sowie angesichts des Anspruchs der Landeshauptstadt München, zu den Vorreitern beim Klimaschutz unter deutschen und internationalen Kommunen und Metropolen zu gehören, als notwendig und angemessen. Ein vergleichbares Ziel haben sich in Deutschland zum Beispiel schon die 41 Kommunen gesetzt, die als sogenannte Masterplankommunen „100 Prozent Klimaschutz“ von der Bundesregierung gefördert werden. Darunter sind zum Beispiel die Metropole Frankfurt am Main sowie die Landeshauptstädte Hannover, Mainz, Kiel, Magdeburg und Stuttgart.

Allerdings kann die LH München, wie andere deutsche Städte auch, eine Klimaneutralität nur dann erreichen, wenn die durch den Bund und die Europäische Union gesetzten Rahmenbedingungen eine solche Entwicklung aktiv unterstützen. Derzeit gilt auf nationaler Ebene ein Klimaziel mit einer erheblichen Bandbreite von 80 % bis 95 % Emissionsminderung bis 2050 gegenüber 1990. Daher wird ein konditionales Klimaschutzziel vorgeschlagen: Unter der Voraussetzung, dass sich die Bundesregierung ein relatives Minderungsziel von -95 % gegenüber 1990 oder ein vergleichbar ambitioniertes Ziel setzt, sollte die LH München ein ebenso ambitioniertes Klimaschutzziel anstreben.

Das Fachgutachten, insbesondere die Arbeiten zur Verbesserung der Emissionsbilanzierung (vgl. die Kapitel 3 und 12.2) und zu den Szenarien (Kapitel 5) hat erneut deutlich gemacht, welche Schwierigkeiten bestehen, die Ausgangslage der Emissionen für das allgemein als Bezugsjahr für relative Minderungsziele verwendete Jahr 1990 konsistent zu beschreiben. Die quantifizierten Emissionen für das Jahr 1990 sind, und das gilt im Allgemeinen für jede deutsche Kommune, auf der einen Seite mit großen Unsicherheiten behaftet. Auf der anderen Seite bildet das Jahr 1990 üblicherweise die Basis und die Bewertungsgrundlage für die Definition und das Erreichen von Klimaschutzzielen. Bei Änderungen der Methodik für die Bilanzierung oder bei einem Wechsel des Bilanzierungstools auf kommunaler Ebene, welcher in der Regel mit einem Wechsel der Methodik einhergeht, ändern sich die quantifizierten Emissionen für das Bezugsjahr und den Status Quo, so

dass im Ergebnis gänzlich andere bereits erreichte Minderungen ermittelt werden. Dies wiederum hat Auswirkungen auf die Erreichung festgelegter Klimaziele.

Aus diesem Grund wird empfohlen, anstelle eines relativen Minderungsziels gegenüber dem Bezugsjahr 1990 für das Jahr 2050 ein maximales jährliches Emissionsbudget festzulegen. Das absolute Emissionsbudget soll sich auf eine geeignete Treibergröße beziehen. Für das gesamtstädtische Klimaziel wären das die jährlichen Emissionen pro Einwohner. Dieses Vorgehen hätte neben der Vermeidung der genannten Nachteile den Vorteil, dass ein Abgleich mit dem Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft einfacher möglich wäre. Für die einzelnen Sektoren können ergänzend ebenfalls absolute Ziele in Relation zu einer geeigneten Treibergröße festgelegt werden.

Konkret wird folgendes vorgeschlagen: Die Landeshauptstadt München setzt sich das Ziel, ihre energiebedingten Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2050 auf jährlich maximal 0,3 t CO₂e pro Kopf zu reduzieren. Dieses Ziel soll für den Fall gelten, dass auf Bundesebene ein ähnlich ambitioniertes Ziel, zum Beispiel -95 % Treibhausgas-Emissionen bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990, verbindlich beschlossen wird und die Rahmenbedingungen zur Erreichung der Ziele auf Bundesebene entsprechend gesetzt werden. Die Entwicklung in München wäre dann eingebettet in eine ähnlich ambitionierte bundesweite Entwicklung. Das Münchner Ziel berücksichtigt, dass auf dem Münchner Stadtgebiet kaum Emissionen aus der Landwirtschaft sowie aus Produktionsprozessen auftreten und diese in der kommunalen Treibhausgas-Emissionsbilanz nicht bilanziert werden.³⁴ Der Zielwert von 0,3 t/a CO₂e pro Kopf liegt etwas höher als die energiebedingten Pro-Kopf-Emissionen im Jahr 2050 im Szenario KS 95 % aus den Klimaschutzszenarien der Bundesregierung³⁵ (Öko-Institut und Fraunhofer ISI) ohne Einbezug des internationalen See- und Flugverkehrs. Im Vergleich zu den in Kapitel 5 dargestellten Szenarien sind Treibhausgas-Emissionen in Höhe von 0,3 t CO₂e pro Kopf und Jahr somit etwas weniger ambitioniert als die im Szenario Klimaneutrales München berechneten maximalen Minderungen (vgl. Tabelle 6-1), jedoch noch immer außerordentlich ambitioniert. Damit wird dem raschen Wachstum der LH München Rechnung getragen. Das Minderungsziel 0,3 t/a CO₂e pro Kopf entspricht in etwa einem CO₂-Minderungsziel von 0,2 t/a CO₂ pro Kopf im Jahr 2050.

Für den Fall, dass der Bund kein ambitionierteres Klimaziel als das derzeit gültige Minimalziel von -80 % gegenüber 1990 aus dem Energiekonzept der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 beschließt, kann München das Ziel von 0,3 t Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und Jahr schwerlich erreichen. Daher sollte in diesem Fall ein weniger ambitioniertes Ziel von 1,0 t Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und Jahr gelten. Dieses Ziel ist noch immer ambitionierter als das Minimalziel auf Bundesebene³⁶ und würde damit die angestrebte Vorreiterrolle Münchens widerspiegeln. Ein Emissionsbudget in Höhe von 1,0 t Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und Jahr entspricht in der Höhe dem Emissionsziel der 2000-Watt-Gesellschaft. Etwa im Jahr 2030 sollte eine Prüfung der zu diesem Zeitpunkt gültigen Bundesziele stattfinden und, falls erforderlich, eine Korrektur des Ziels hin zum Mindestziel von 1 t pro Kopf und Jahr in 2050 stattfinden.

In Tabelle 6-1 sind außerdem zeitlich gestaffelte und sektorspezifische Zwischenziele dargestellt, die angestrebt werden sollten, um das Minderungsziel für das Zieljahr zu erreichen.

³⁴ Allerdings fallen diese Emissionen real außerhalb der Stadtgrenze für die Versorgung der Münchner mit Lebensmitteln, Konsumgütern etc. an.

³⁵ Bundesweit liegen die vergleichbaren Pro-Kopf-Emissionen im KS95 in 2050 bei 0,2 t/a CO₂e.

³⁶ Das -80 %-Ziel auf Bundesebene entspricht für München einer Emissionsminderung von -81% absolut und -89% pro Kopf ggü. 1990 und einem Emissionsbudget in Höhe von 1,6 t CO₂e pro Kopf im Jahr 2050, vgl. Kapitel 5.1.

Tabelle 6-1: Vorschlag für ein Klimaziel für die Landeshauptstadt München und für sektorspezifische Klimaziele

Ziele	Einheit	2020	2030	2040	2050
LH München Gesamt	CO ₂ e t/Kopf	5,5	3,0	1,3	0,3
LH München Gesamt	CO ₂ t/Kopf	4,7	2,5	1,1	0,2
Sektoren GHD und private Haushalte	CO ₂ e t/Kopf	3,2	1,8	0,73	0,15
Sektor Industrie	CO ₂ e t/Mio. € BWS	33	15	7,0	2,6
Sektor Verkehr	CO ₂ e t/Kopf	1,9	1,2	0,57	0,16
Mindestziel LH München gesamt	CO ₂ e t/Kopf	5,5	3,0	2,0	1,0
Mindestziel Sektoren GHD und private Haushalte	CO ₂ e t/Kopf	3,3	1,7	0,9	0,4
Mindestziel Sektor Industrie	CO ₂ e t/Mio. € BWS	33	15	13	6,0
Mindestziel Sektor Verkehr	CO ₂ e t/Kopf	1,9	1,2	1,0	0,5

Quelle: Berechnung Öko-Institut; BWS = Bruttowertschöpfung

Tabelle 6-2: Mit dem vorgeschlagenen Klimaziel korrespondierende Endenergieverbrauche (sektorspezifisch und gesamt)

Ziele	2020	2030	2040	2050
	GWh/a			
LH München Gesamt	31.000	25.200	19.800	13.500
Sektoren GHD und private Haushalte	19.000	16.300	12.000	8.430
Sektor Industrie	1.600	1.140	700	380
Sektor Verkehr	10.400	7.800	7.100	4.700

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Selbst das ambitionierte Ziel von 0,3 t Treibhausgas-Emissionen pro Kopf und Jahr ist zusammen mit dem in Tabelle 6-1 vorgeschlagenen zeitlichen Verlauf nicht kompatibel mit dem 1,5°-Ziel der internationalen Klimapolitik (vgl. Kapitel 6.2). Zur Erreichung des 1,5°-Zieles müsste die Reduktion der Emissionen sehr viel schneller erfolgen. Allerdings wird eine noch schnellere Realisierung der Emissionsminderungen als kaum erreichbar und damit politisch als noch weniger durchsetzbar als die vorgeschlagenen Ziele angesehen. Auch die genannten Zielsetzungen sind überaus ambitioniert und nur mit allergrößten Anstrengungen erreichbar.

In Tabelle 6-1 sind zudem Vorschläge für separate Teilziele für die Emissionen in den einzelnen Sektoren dargestellt. Diese Sektorziele ergeben sich aus den Ergebnissen der Szenariorechnungen für das vorgeschlagene Gesamtziel aus dem Szenario Klimaneutrales München und für das Mindestziel aus dem Szenario Klimaschutz moderat. Für die Sektoren Private Haushalte und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen wird ein gemeinsames Ziel empfohlen, da dies ein Monitoring der

Zielerreichung ermöglicht. Das spezifische Ziel für den Sektor Industrie ist auf die Bruttowertschöpfung bezogen, alle anderen Ziele beziehen sich auf die Einwohnerzahl.

Vorschlag für einen Stadtratsbeschluss

Die Stadt München setzt sich das Ziel, ihre energiebedingten **Treibhausgasemissionen**

- bis zum Jahr 2050 auf **0,3 t CO₂e pro Einwohner und Jahr** zu senken. Dies entspricht dem Leitbild eines „klimaneutralen München“.
- Das bisherige Klimaziel für das Jahr 2030 wird ersetzt durch ein ambitionierteres Ziel **von 3 t CO₂e pro Einwohner und Jahr**.

Das Ziel für das Jahr 2050 soll im Jahr 2030 vor dem Hintergrund der bis dahin absehbaren nationalen und europäischen Klimaschutzziele überprüft werden.

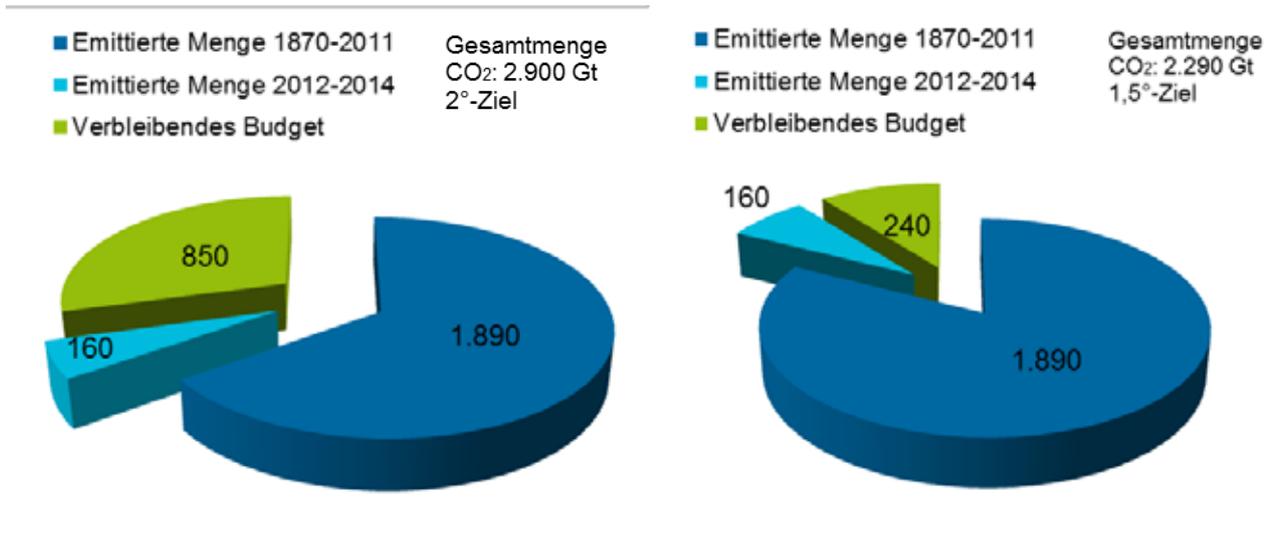
6.2. Exkurs: Bedeutung des „1,5°-Ziels“ für München

Die Weltgemeinschaft hat sich im November 2015 auf dem Weltklimagipfel in Paris darauf geeinigt, die Erwärmung der Erdatmosphäre auf einen Wert deutlich unterhalb von 2 Grad zu begrenzen. Die Begrenzung der Erderwärmung um 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Wert ist als Maximalziel im Beschluss enthalten.

Zur Begrenzung der Erderwärmung ist nach wissenschaftlichen Erkenntnissen des Weltklimarats (www.wri.org/ipcc) eine Begrenzung der CO₂-Menge in der Atmosphäre erforderlich. Je geringer die angestrebte Erderwärmung, desto geringer ist die zulässige CO₂-Konzentration in der Atmosphäre und demnach die Menge an CO₂, die insgesamt in die Atmosphäre emittiert werden darf. Die mögliche absolute Menge, die noch emittiert werden kann, das sogenannte Emissionsbudget, wurde vom International Panel of Climate Change (IPCC) in mehreren Modellierungsläufen für verschiedene Klimaziele berechnet. Demnach ist es für den weltweiten Klimaschutz nicht nur wichtig, bis zu einem Zieljahr 2050 ein bestimmtes relatives Minderungsziel gegenüber einem Ausgangsjahr zu erreichen. Vielmehr ist letztlich entscheidender, welche kumulierten Emissionen ab heute bis zum Jahr 2050 insgesamt erzeugt werden.

In Abbildung 6-1 ist das verbleibende CO₂-Emissionsbudget für die Klimaziele „Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 2 Grad“ (links) und „Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 1,5 Grad“ (rechts) gegenübergestellt. Demnach beträgt das insgesamt verbleibende CO₂-Budget, wenn die Erderwärmung mit 66 %iger Wahrscheinlichkeit auf 2 Grad begrenzt werden soll, ab dem Jahr 2015 noch 850 Gt CO₂. Bei einer Begrenzung mit 66 %iger Wahrscheinlichkeit auf 1,5 Grad sind es nur noch 240 Gt CO₂, die ab 2015 von der Weltgemeinschaft emittiert werden können.

Abbildung 6-1: Emissionsbudget für die Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 2 Grad (links) und auf maximal 1,5 Grad (rechts) mit 66 % Wahrscheinlichkeit



Quelle: IPCC (2014)

Über eine Methode zur Verteilung des verbleibenden Budgets innerhalb der Staatengemeinschaft gibt es noch keine Festlegungen. In der Wissenschaft werden verschiedene Ansätze diskutiert. Denkbar sind zum Beispiel Verteilungsansätze, die zur Berechnung nationaler Emissionsbudgets von einer gleichen Menge kumulierter Emissionen pro Kopf über einen bestimmten Zeitraum ausgehen. Weitere Ansätze gehen davon aus, dass Staaten, die bereits stärker zur Belastung der Atmosphäre beigetragen haben, auch stärker zur Eindämmung der Emissionen beitragen müssen (Verursacherprinzip). Die Verteilung der Minderungsverpflichtungen entsprechend dem Wohlstand der verschiedenen Länder wird bei Anwendung eines „Leistungsfähigkeitsprinzips“ angestrebt. Für weitere Ausführungen zu weiteren Optionen für die Verteilung des Emissionsbudgets, deren unterschiedliche Ausgestaltung sowie Vor- und Nachteile vergleiche zum Beispiel Marina Cazorla and Michael Toman (2000) und Kleber (2011).

Für die folgende Betrachtung wurde der Ansatz gewählt, dass das Emissionsbudget für die LH München entsprechend der Münchner Bevölkerung festgelegt wird. D.h., der Anteil der LH München am Gesamtbudget entspricht dem Anteil der Münchner Bevölkerung an der Weltbevölkerung im Jahr 2014. Da die Weltbevölkerung und die Münchner Bevölkerung nach aktuellen Schätzungen in einem ähnlichen Maße ansteigen, ist die Verwendung der Bevölkerungszahl aus dem Jahr 2014 ausreichend. Weitere Faktoren, wie zum Beispiel der größere Wohlstand in den Industriestaaten (und damit auch in München) gegenüber den Schwellen- und Entwicklungsländern, werden in diesem Ansatz nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 6-3 dargestellt. Demnach steht der LH München, wenn das 1,5 Grad-Ziel mit 66 %iger Wahrscheinlichkeit erreicht werden soll, noch ein Emissionsbudget von etwa 48.650 kt CO₂ zur Verfügung. Würden die jährlichen Emissionen auf dem Stand von 2014 verbleiben, könnte München ab 2015 nur noch 4,4 Jahre, also bis Mitte 2019, CO₂ emittieren, danach müssten die Emissionen auf 0 reduziert werden. Bei einer gleichmäßigen jährlichen Reduktion der Emissionen wäre das verfügbare Budget bis zum Jahr 2023 ausgeschöpft (vgl. Abbildung 6-2).

Etwas weniger dramatisch stellen sich die Ergebnisse der Berechnung für die Einhaltung des 2 Grad-Zieles dar. Soll das 2 Grad-Ziel mit 66 %iger Wahrscheinlichkeit erreicht werden, so beträgt

das Budget noch 172.300 kt CO₂ und es kann noch 15,7 Jahre auf dem Niveau von 2014 emittiert werden. Bei gleichmäßiger Reduktion der Emissionen sind es noch 31,3 Jahre, also bis zum Jahr 2046, bevor die Emissionen auf 0 reduziert sein müssen (vgl. Abbildung 6-3).

Diese Rechnungen machen deutlich, dass selbst das sehr ambitionierte Szenario Klimaneutrales München nicht kompatibel mit dem 2 Grad-Ziel ist und bei weitem nicht mit dem 1,5 Grad-Ziel. Um diese weltweiten Ziele bei der gewählten Aufteilung des verbleibenden Emissionsbudgets einzuhalten, müsste die LH München ihre Emissionen noch deutlich schneller reduzieren als in den Szenarien dieses Fachgutachtens dargestellt. Somit kann ausschließlich der Pfad der Emissionsminderung gemäß dem Szenario „Klimaneutrales München“ als Klimaschutzziel empfohlen werden, welches den internationalen Beschlüssen nahe kommt.

Tabelle 6-3: Verbleibendes CO₂-Budget für die Landeshauptstadt München bei Berücksichtigung des Klimazieles der Staatengemeinschaft

erreichtes Ziel	Verteilungsansatz Anteil Emissionen heute			Verteilungsansatz Anteil Bevölkerung heute		
	Restbudget [kt CO ₂]	verbleibende Jahre bei gleichblei- benden Emissionen	verbleibende Jahre bei gleichmäßig sinkenden Emissionen	Restbudget [kt CO ₂]	verbleibende Jahre bei gleichblei- benden Emissionen	verbleibende Jahre bei gleichmäßig sinkenden Emissionen
1,5°C mit 66 % Wahrscheinlichkeit	65.509	6,0	11,9	48.649	4,4	8,8
1,5°C mit 50 % Wahrscheinlichkeit	106.452	9,7	19,4	79.054	7,2	14,4
2°C mit 66 % Wahrscheinlichkeit	232.010	21,1	42,2	172.297	15,7	31,3
2°C mit 50 % Wahrscheinlichkeit	262.035	23,8	47,6	194.595	17,7	35,4

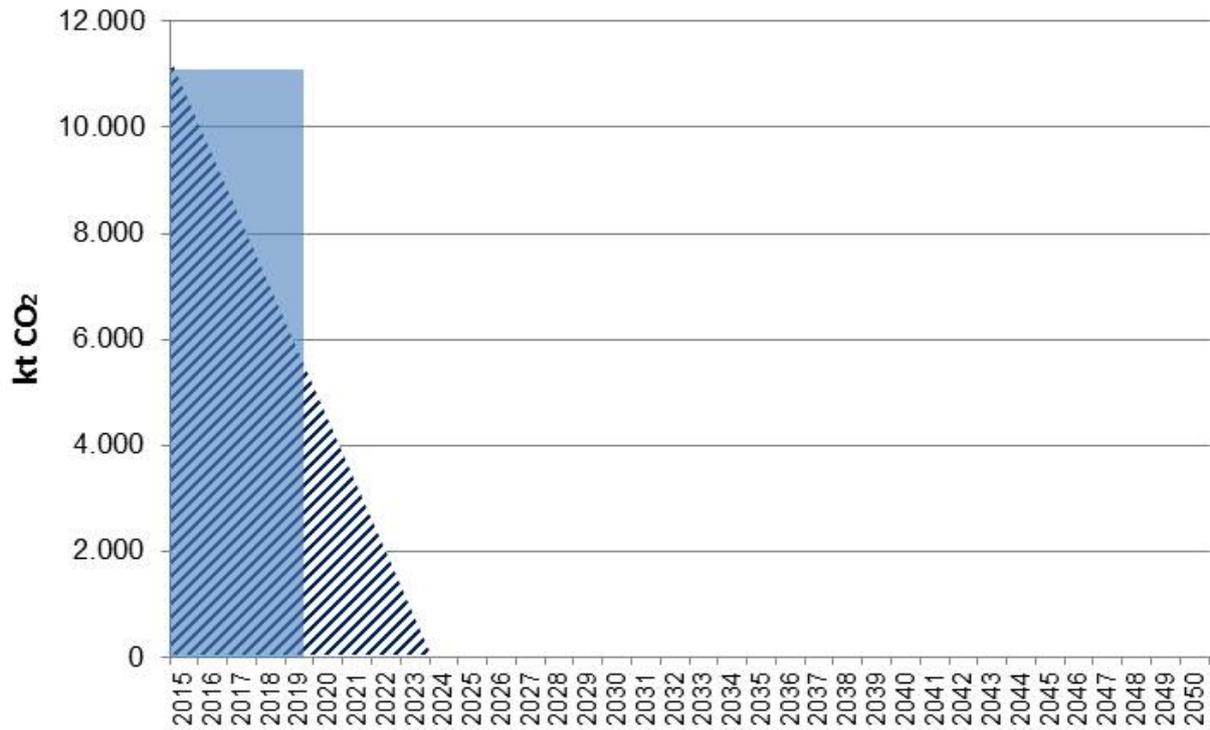
Quelle: Berechnung Öko-Institut, rot umrahmt sind die bewerteten und dargestellten Ergebnisse

Tabelle 6-4: Verbleibendes CO₂-Budget für die Landeshauptstadt München - Daten für die Berechnung

	Globales CO ₂ Budget					
	ab 2011 [Gt CO ₂]	2011-14 [Gt CO ₂]	Rest [Gt CO ₂]	2015 [Mio.]	2050 [Mio.]	2014 [Gt CO ₂]
1,5°C bei 66 % der Modellläufe	400	160	240			
1,5°C bei 50 % der Modellläufe	550	160	390			
2°C mit 66 % Wahrscheinlichkeit	1.010	160	850			
2°C mit 50 % Wahrscheinlichkeit	1.120	160	960			
Bevölkerung Welt				7.400	9.700	
Bevölkerung München				1,5	2,0	
Jährliche Emissionen Welt						40,3
Jährliche Emissionen München						0,011

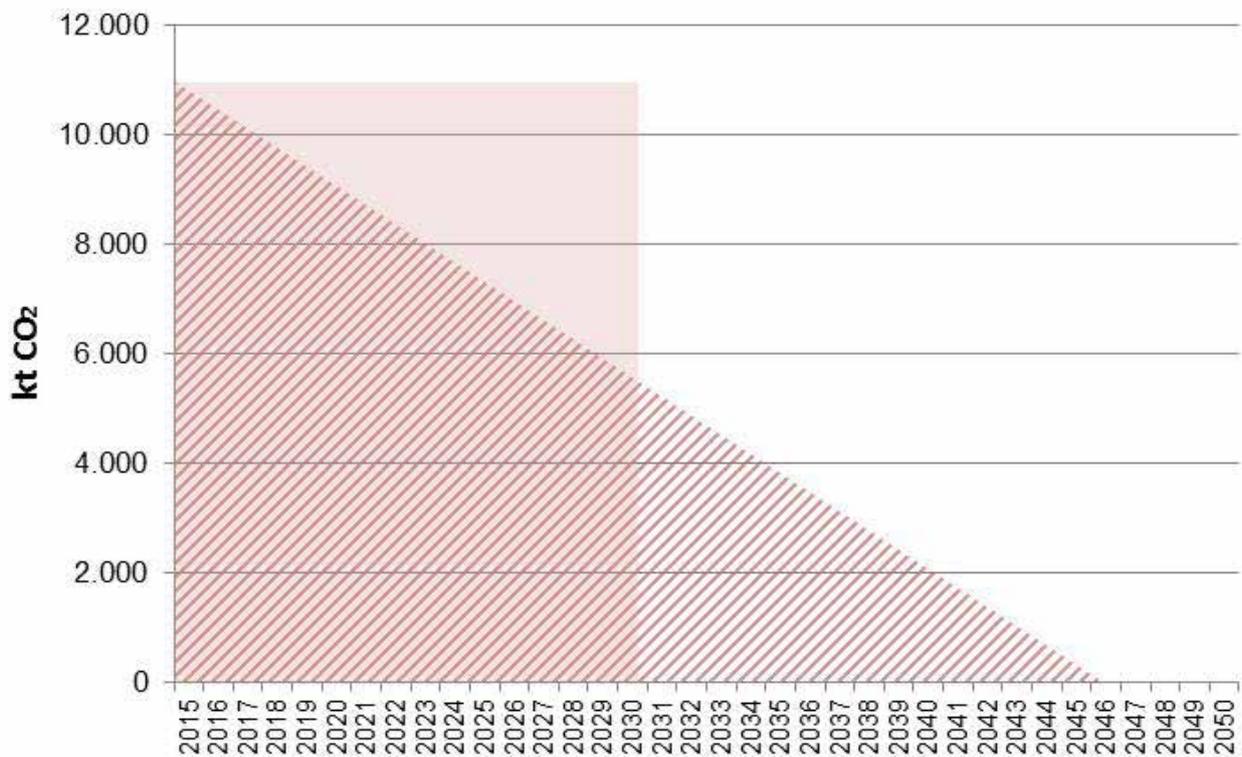
Quellen: <https://esa.un.org>; [destatis.de](https://www.destatis.de), IPCC (2014)

Abbildung 6-2: 1,5°-Ziel: Verbleibendes Emissionsbudget für München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

Abbildung 6-3: 2°-Ziel: Verbleibendes Emissionsbudget für München



Quelle: Berechnung Öko-Institut

6.3. Exkurs: Einschätzung des bisherigen Emissionsziels für 2030

Aus heutiger Sicht erscheint das derzeit gültige Emissionsminderungsziel von -50 % der Pro-Kopf-Emissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 bis zum Jahr 2030 als nicht ausreichend. Bereits in Kapitel 4.2, Abbildung 4-3 wurde gezeigt, dass für das Erreichen eines ambitionierten Ziels von -80 % bzw. -95 % im Jahr 2050 für das Jahr 2030 ein ambitionierteres Zwischenziel notwendig ist, wenn nicht für den verbleibenden 20-Jahreszeitraum von 2031 bis 2050 eine sehr viel größere Emissionsminderungsrate realisiert werden soll. Damit würde das Problem der Minderung sozusagen „nach hinten geschoben“.

Im Kapitel 6.2 wurde außerdem gezeigt, dass für den Klimaschutz das Emissionsbudget, also die insgesamt noch emittierte Menge an Treibhausgas-Emissionen die entscheidendere Größe ist als das letztendliche Erreichen eines bestimmten Mengenziels im Zieljahr 2050. Entscheidend ist demnach, welches absolute Volumen an Treibhausgasen in die Atmosphäre eingetragen wird. Es gilt, die Emissionen so schnell wie möglich zu mindern, um das verfügbare Budget nicht zu überschreiten.

Bereits Timpe et al (2004) beschrieben in ihrem Zielszenario für München die Vision einer Emissionsreduzierung um ca. 60 % bis zum Jahr 2030 (absolut und nicht pro Kopf, gegenüber dem Basisjahr 1987). In den nun durchgeführten Szenariorechnungen wurde in allen Szenarien, auch im Referenzszenario, für das Jahr 2030 eine Emissionsminderung von mindestens 60 % pro Kopf gegenüber dem Jahr 1990 erreicht.

Es wird demnach empfohlen, das derzeit gültige Emissionsziel der LH München für das Jahr 2030 durch ein ambitionierteres Ziel zu ersetzen (vgl. hierzu Kapitel 6.1). Wenn ein ambitionierteres relatives Ziel für das Jahr 2030 umgesetzt werden soll, sollte das neue Ziel bei etwa -75 % pro Kopf gegenüber 1990 liegen. Dies entspricht der erreichten Minderung im Jahr 2030 im Szenario Klimaneutrales München.

7. Grundsätze einer gesamtstädtischen Klimaschutzstrategie zur Erreichung der vorgeschlagenen Ziele bis 2050

7.1. Sektor Private Haushalte

7.1.1. Ausgangslage

Ende 2014 gab es laut Statistischem Amt München knapp 809.800 Haushalte in der LHM, wovon 54 % Ein-, 25 % Zwei-, und die restlichen 20 % Drei- und Mehrpersonenhaushalte waren. Die Haushalte teilen sich auf insgesamt 775.175 Wohnungen in 138.584 Wohngebäuden mit einer Gesamtwohnfläche von ca. 55 Mio. m² auf. Die durchschnittliche Wohnungsgröße beträgt 72 m². Die pro-Kopf-Wohnfläche liegt in der LHM seit ca. 10 Jahren konstant bei um die 36 m². Tabelle 7-1 stellt die Anzahl der Wohngebäude und Wohnungen nach Baualterklassen für das letzte Zensusjahr 2011 dar.

Tabelle 7-1: Verteilung der Wohngebäude und Wohnungen in der LH München im Jahr 2011

Baualterklasse	Anzahl Wohngebäude	Anzahl Wohnungen
Vor 1919	10.717	78.938
1919 - 1948	19.811	67.963
1949 - 1978	61.788	392.296
1979 - 1986	15.591	66.225
1987 - 1990	5.830	27.313
1991 - 1995	5.755	31.758
1996 - 2000	6.530	30.674
2001 - 2004	5.418	22.676
2005 - 2008	5.628	24.299
2009 und später	2.785	10.898

Quelle: Destatis 2013

Nichtwohngebäude machen mit rund 30 Mio. m² Nutzfläche insgesamt einen Anteil von rund 35 % an der kombinierten Wohn- und Nutzfläche aus (vgl. (Steinert und Rebitzer 2015)).

Bisherige Sanierungsraten und der heutige Sanierungszustand der Gebäude sind für München schwer exakt zu ermitteln. Nach Diefenbach et al. (2010) lag die durchschnittliche Sanierungsrate in Deutschland von 2005 bis 2008 bei rund 1 %. Dachsanierungen liegen in ihrer Häufigkeit hierbei vor Außenwandsanierungen, die wiederum vor Kellerdeckensanierungen liegen. Eine weitere Information aus Diefenbach et al. (2010) ist, dass die Sanierungsaktivität im Süden Deutschlands in den Jahren 2005 bis 2008 insgesamt weniger hoch war als im Rest der Republik. Neue Zahlen auf Basis einer ähnlich umfassenden Datenerhebung liegen leider nicht vor. Für Mehrfamilienhäuser liefert der Wärmemonitor von ISTA (Michelsen et al. 2014) einen Anhaltspunkt zum Sanierungszustand: so liegt für das Jahr 2009 die Vollsanierungsquote für die Raumordnungsregion München bei unter 10 % und die Teilsanierungsquote bei 20-25 %. Deutschlandweite Zahlen zu MFH aus Diefenbach et al. (2010) geben eine flächengewichtete Sanierungsquote für Außenwand, Dach/oberste Geschossdecke und Fußboden/Kellerdecke von knapp 43 % an. Hier liegt zumindest die Raumordnungsregion München im Jahr 2009 leicht zurück. Die momentan wohl genauesten Zahlen liefert die Trendauswertung zum Heizspiegel in München (Jahnke und Jank 2016). Darin wird die Teilmenge der vor 1995 erbauten Gebäude mit Sanierungsmaßnahmen betrachtet, und zwar auf Basis von rund 2000 Datensätzen. Im Ergebnis wurde die Heizung bei 40,0 %, die Fenster bei 28,1 %, das Dach bzw. die oberste Geschossdecke bei 26,6 %, die Fassade bei 8,7 % und die Kellerdecke bzw. Bodenplatte bei 3,4 % der Gebäude saniert.

Die Analyse von Jahnke und Jank (2016) zeigt auch, dass der spezifische klimabereinigte Heizenergieverbrauch für Raumwärme in München in den letzten 10 Jahren nur leicht gesenkt werden konnte und für das Jahr 2014 mit 136,3 kWh/(m²a) bezogen auf die Wohnfläche zwar unter dem deutschen Durchschnitt lag, aber gleichzeitig ein hohes Minderungspotenzial aufweist.

7.1.2. Kommunale Handlungsstrategie

Im Folgenden werden kommunale Handlungsstrategien für die LH München im Sektor Private Haushalte beschrieben, die sich zum einen aus den berechneten Szenarien ergeben, und sich zum anderen aus der Erfahrung des Öko-Instituts auf Bundes- und Kommunalebene ableiten lassen.

Wohngebäude

- Die Szenariorechnungen belegen die immanente Bedeutung des energetischen Zustands des Gebäudebestands, daher muss die Transformation des gesamtstädtischen (Wohn-) Gebäudebestands hin zu einem „klimaneutralen“³⁷ Gebäudebestand eine wesentliche Strategie für die Landeshauptstadt München sein.
- Die Sanierungsraten müssen deutlich angehoben werden, sofort auf mindestens 1,4 %, ab dem Jahr 2021 muss sie sich verdoppeln auf 2,8 %, ab 2031 sollte eine weitere Anhebung auf 3,7 % und ab 2041 auf 3,9 % erfolgen. Außerdem muss sukzessive der Zielzustand der energetischen Sanierungen verbessert werden auf einen Endenergieverbrauch von knapp 30 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr. Gleichzeitig muss die Sanierungswirkung, also die Erreichung der errechneten Energieverbrauchsminderungsziele auf 95 % ansteigen.
- Nur mit diesen Sanierungsraten, Sanierungstiefen und dieser Sanierungswirkung kann eine essentielle Verbesserung des energetischen Zustands des Wohngebäudebestandes bis zum Zieljahr 2050 erreicht werden.
- Bei der Errichtung von Neubauten sind hohe Effizienzstandards und innovative Energieversorgungskonzepte auf der Basis erneuerbarer Energien in der Regel technologisch einfacher und kostengünstiger zu realisieren als in der Bestandssanierung. Zudem lassen sich entsprechende Maßnahmen durch ordnungsrechtliche Vorgaben durch die Kommune leichter instrumentalisieren als im Gebäudebestand. Daher nimmt der Neubau, auch wenn er mengenmäßig im Vergleich zum Bestand eine untergeordnete Rolle spielt, eine überaus wichtige Position in der Klimastrategie der Kommune ein. Neue Gebäude dürfen nur noch in sehr hohen Energiestandards errichtet werden (im Szenario Klimaneutrales München ab 2021 mit einem Endenergieverbrauch von 35 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr, und ab 2031 nur noch Passivhausstandard, was einem Endenergieverbrauch von 15 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr entspricht), die Versorgung mit Raumwärme und Warmwasser darf nur noch auf der Basis erneuerbarer Energien erfolgen. Entsprechende Energieversorgungskonzepte, die die technologisch und kostenseitig jeweils günstigste Lösung für eine emissionsfreie Energieversorgung sicherstellen, sollten regelmäßig erarbeitet und entsprechend geeignete Lösungen umgesetzt werden.
- Der mittlere spezifische Endenergieverbrauch für die Raumwärmebereitstellung aller Wohngebäude muss sich von 136 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr im Jahr 2014 auf 55 Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr im Jahr 2050 mehr als halbieren.
- Weiterer wesentlicher Beitrag ist die Bereitstellung des verbleibenden Raumwärmeverbrauchs auf der Basis erneuerbarer Energieträger. Fernwärme auf Basis erneuerbarer Energien, Umweltwärme, Solarthermie und biogene Brennstoffe decken in einem klima-

³⁷ „Klimaneutral heißt, dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird.“ (Bundesregierung 2010)

neutralen München im Jahr 2050 den weit überwiegenden Anteil des verbleibenden Energieverbrauchs für die Raumwärmeversorgung und müssen daher massiv ausgebaut bzw. auf erneuerbare Energien (Fernwärme) umgestellt werden. Auch hier gilt es die Erfahrungen aus schon durchgeführten Sanierungen zu bündeln und weiterzuentwickeln. Schon erworbenes Know-how sollte in der Breite nutzbar gemacht werden.

- Da die Fernwärmeversorgung auf der Basis erneuerbarer Energien, d.h. für München auf Basis der Geothermie einen wesentlichen Beitrag in der klimaneutralen Energieversorgung leisten soll, sollte der Anschlussgrad an das Fernwärmenetz unter Berücksichtigung der Geothermie-Erschließung und -Kapazitäten perspektivisch auch im Bestand weiter erhöht werden bzw. das Netz ausgebaut werden. Kohle sollte langfristig keinen Beitrag zur Fernwärmeerzeugung leisten.
- Bei den Heizungen darf Erdgas nur noch einen sehr geringen Anteil des Raumwärmebedarfs decken, Heizöl muss bis 2050 aus dem Energieträgermix verschwunden sein.
- Die seit Jahrzehnten bundesweit anhaltende Zunahme der Pro-Kopf-Wohnfläche wirkt den Anstrengungen zur Verringerung spezifischer Energieverbräuche und Versorgung mit erneuerbaren Energien entgegen. Sollte dieses Phänomen in der Zukunft auch in München auftreten, z.B. verstärkt durch den demografischen Wandel, so sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um dem entgegen zu wirken.

Warmwasserbereitstellung

- Der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung muss in einem klimaneutralen München gesenkt werden. Dazu ist ein flächendeckender Einsatz von Hocheffizienztechnologien (v.a. Wärmepumpen und Solarthermie) für die Warmwasserbereitung erforderlich. Außerdem sollte der Pro-Kopf-Verbrauch an Warmwasser durch den Einsatz entsprechender Technologien und Verhaltensänderungen bei den Münchnern gesenkt werden (im Szenario Klimaneutrales München um etwa 10 %). Warmwasserbereitung sollte wie auch die Raumwärmebereitstellung im Gebäudebestand wo immer möglich auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Im Neubau sollte die Bereitstellung generell möglichst emissionsfrei erfolgen.
- Das Minderungspotenzial des EEV der Warmwasserbereitstellung pro Kopf beträgt 30 % bis 2050 ggü. 1990 (allerdings kann derzeit nicht bilanziert werden, ob dieses Potenzial abgerufen wird).

Energieverbrauch für elektronische Geräte und Kochen

- Die Marktdurchdringung mit hocheffizienten elektronischen Geräten sollte befördert werden.
- Es wäre hilfreich eine weitere ungebremste Zunahme der Geräteausstattung in den Privathaushalten hin zu immer mehr, immer größeren, leistungsstärkeren Geräten und Mehrfachausstattungen zu verhindern, da sie einer Minderung des Pro-Kopf-Verbrauchs entgegen wirkt.
- Über Verhaltensänderungen der Münchner beim Einsatz strombasierter Technologien können ebenfalls weitere Minderungspotenziale erschlossen werden (z.B. Beleuchtung).
- Das Minderungspotenzial des EEV pro Kopf beträgt 49 % bis 2050 ggü. 1990 (allerdings kann derzeit nicht bilanziert werden, ob dieses Potenzial abgerufen wird).

- Gleichzeitig ist wichtig festzuhalten, dass die Festsetzung technischer Standards größtenteils über die EU- bzw. Bundesebene läuft und die Stadt sich bei technischen Geräten in Privathaushalten vor allem auf Verhaltensänderungen konzentrieren sollte.

Bildung und Mobilisierung von Kindern und Erwachsenen

- Insbesondere der Umweltbildung kommt eine sehr große Bedeutung für die angestrebten emissionsmindernden Verhaltensänderungen zu.

7.1.3. Kommunale Umsetzungspfade

Für Umsetzung der Handlungsstrategien wurden die folgenden Umsetzungspfade erarbeitet. Konkrete Vorschläge für Maßnahmenpakete zur Realisierung dieser Umsetzungspfade bis zum Jahr 2030 finden sich in Kapitel 8.5.

- Erhöhung energetische Sanierungsrate (Gebäudehülle)
- Erhöhung energetische Sanierungstiefe (Gebäudehülle)
- Beschleunigter Ersatz veralteter Heizungstechnik durch hocheffiziente Heizungstechnik
- Qualitätssicherung bei durchgeführten Sanierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Sanierungswirkung (Hülle und Technik)
- Capacity building für Hocheffizienz-Heizungstechnologien und energetische Sanierungen in Handwerksbetrieben / in der Wirtschaft
- Kapazitätsaufbau im Baugewerbe, um steigende Sanierungsraten realisieren zu können
- Hohe dynamische Neubaustandards besser als die auf Bundesebene gesetzlich vorgegebenen (EnEV, EPBD) definieren, und im Neubaubereich umsetzen
- Verstärkte Marktdurchdringung erneuerbarer Heizungstechnologien in der Objektversorgung
- Verstärkter Einsatz innovativer Technologien für die Sanierung (z.B. innovative Dämmmaterialien) und Energieversorgung (z.B. Brennstoffzellen)
- Verringerung des Pro-Kopf-Verbrauchs an Warmwasser durch technische Lösungen (z.B. Durchflussverringern) und Verhaltensänderungen der Nutzerinnen und Nutzer
- Hocheffiziente Bereitstellung von Warmwasser auf der Basis erneuerbarer Energien, bei stetig weiter steigendem EE-Anteil im Strommix auch strombasiert
- Herbeiführen von Verhaltensänderungen der Bürgerinnen und Bürger im Wärme- und Stromverbrauch (z.B. Heizverhalten, Beleuchtung, Geräteausstattung und Leistung)
- Erhöhung der Marktdurchdringung hocheffizienter stromverbrauchender Geräte und Anwendungen in Privathaushalten (Beleuchtung, Weiße Ware, IKT, sonst. Haushaltsgeräte)
- Sicherung ausreichenden sozialen Wohnraums trotz hoher energetischer Standards durch eine entsprechende Wohnungs- und Sozialpolitik / Stichwort soziale Stadt
- Minderung der Pro-Kopf-Wohnfläche erreichen bzw. wenigstens Steigerung der Pro-Kopf-Wohnfläche verhindern

7.1.4. CO₂-Vermeidungskosten

Für CO₂-Vermeidungskosten im Sektor Private Haushalte bietet FfE (2009) eine gute und detaillierte Quelle. Hier wird zwischen Maßnahmen in den Bereichen Heizungskessel, Gebäudehülle, Fenster, Beleuchtung, Haushaltsgeräte sowie Heizungspumpen unterschieden. Bei der Berechnung der CO₂-Vermeidungskosten wurde eine dynamische Kalkulation über die Lebensdauer der neu eingesetzten Bauteile/Geräte mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 5 % zugrunde gelegt. Die CO₂-Vermeidungskosten werden aus betriebswirtschaftlicher Perspektive berechnet, also ohne mögliche externe Kosten.

Für den Kesseltausch geben FfE (2009) CO₂-Vermeidungskosten von unter 50 €/t CO₂ bei Kesseln mit Baujahr 2005 oder älter an. Maßnahmen an der Gebäudehülle sind durchweg mit unter 20 €/t CO₂ berechnet. Handelt es sich um Gebäude mit Baujahr vor 1969 werden die „Kosten“ sogar negativ. Für den Fenstertausch liegen Gebäude mit Baujahr vor 1995 bei unter 40 €/t CO₂.

Beim Stromverbrauch im Haushaltssektor betrachten FfE (2009) die drei Bereiche Beleuchtung, Haushaltsgeräte sowie Heizungspumpen. Bei der Beleuchtung wird der Ersatz alter Glühlampen durchweg mit negativen CO₂-Vermeidungskosten angegeben. Für Haushaltsgeräte (Waschmaschinen, Spülmaschinen, etc.) liegen sie bei unter 25 €/t CO₂. Auch der Austausch alter Heizungspumpen mit modernen Varianten erreicht negative CO₂-Vermeidungskosten von unter minus 40 €/t CO₂.

7.2. Sektoren Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) und Industrie

7.2.1. Ausgangslage

Die Landeshauptstadt München gehört zu den dynamischsten Wirtschaftsregionen in Europa. Derzeit sind in München mehr als 96.000 Unternehmen ansässig, mit steigender Tendenz. Unternehmen wichtiger Wachstumsbranchen, darunter Information und Kommunikation, sowie Medien und Biotechnologie, sind in München vertreten.

Eine weitere wichtige Branche in München ist mit knapp 13,5 Mio. Übernachtungen, rund 6,6 Mio. Ankünften und ca. 99 Mio. Tagesbesuchern im Jahr 2014 der Tourismus, auch hier mit stetig steigender Tendenz³⁸.

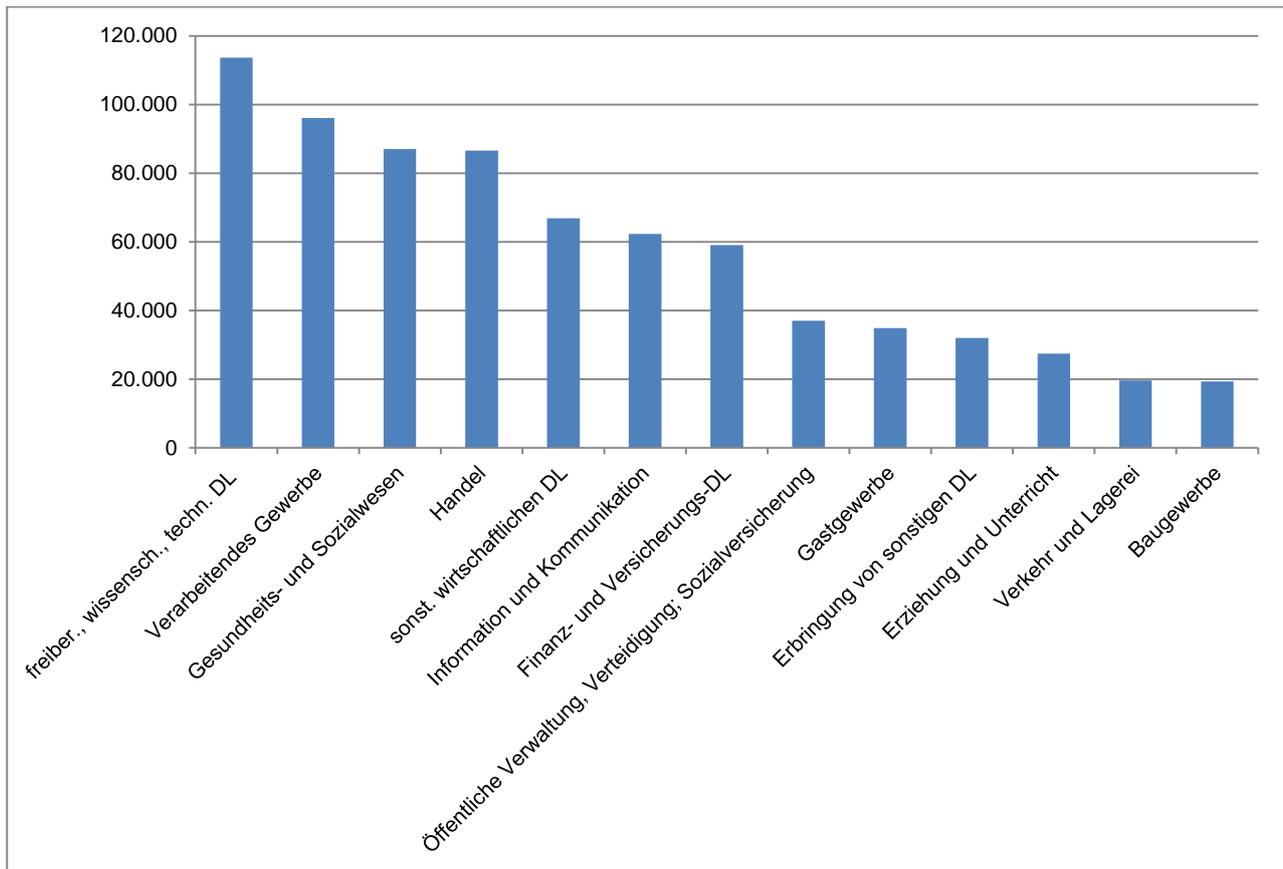
Die Zahl der Erwerbstätigen stieg im Jahr 2014 auf über 912.000³⁹. Seit 2007 hat die Zahl der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in der Region München durchschnittlich um 2 % jährlich zugenommen. Das stärkste Wachstum erzielten Dienstleistungsbranchen, wie das Gastgewerbe und Information und Kommunikation mit jeweils 4 % Wachstum pro Jahr, sowie freiberufliche, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen mit 6 % und sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen mit 5 % Wachstum pro Jahr (Simons et al. 2015)

In München gab es im Jahr 2014 im Verarbeitenden Gewerbe rund 96.000 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte, das sind mehr als 10 % aller Erwerbstätigen. Allerdings sind im Stadtgebiet selbst eher wenige Produktionsbetriebe zu finden, stattdessen haben bedeutende Industriebetriebe wie BMW und Siemens in München ihren Verwaltungssitz. Abbildung 7-1 zeigt die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und gibt einen Überblick über die bedeutendsten Branchen in München. Dominant hinsichtlich der Beschäftigtenzahlen ist der Dienstleistungssektor; mehr als ein Drittel der Beschäftigten sind direkt diesem Sektor zuzuordnen.

³⁸ <http://www.muenchen.de/rathaus/Stadinfos/Statistik/Wirtschaft.html>, Zugriff 17.03.2016

³⁹ Abruf „Anzahl Erwerbstätige“ aus ECORegion, 17.03.2016

Abbildung 7-1: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Branchen in München, Stand 2014



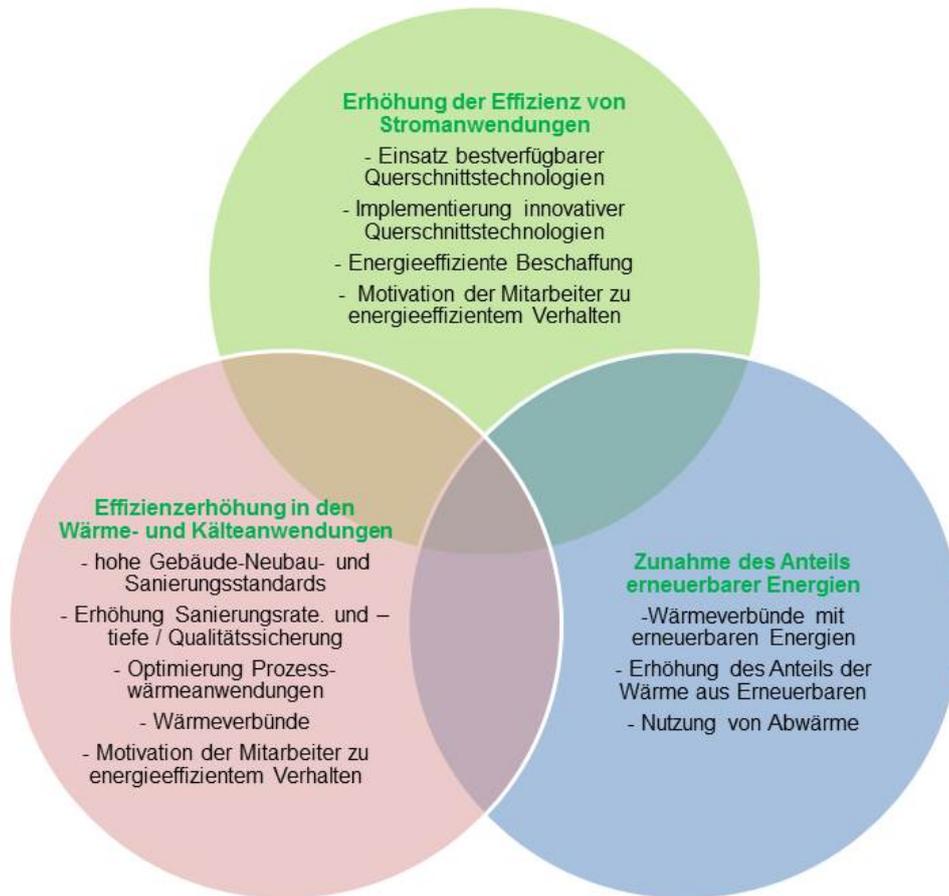
Quelle: Statistik der Bundesagentur für Arbeit, dargestellt sind Branchen mit mehr als 10.000 sv-Beschäftigten

Hinsichtlich der Erhöhung von Energieeffizienz und der Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen in der Wirtschaft kann die Kommune im Wesentlichen als Motivator und Initiator für die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen auftreten. Die Hemmnisse, die in den Unternehmen einer Umsetzung von Energieeffizienz und Klimaschutzmaßnahmen entgegenstehen, sind

- Informations-, Planungs- und Umsetzungsdefizite von Energieeffizienzmaßnahmen auf Grund mangelnder personeller Kapazitäten in KMU, bzw. kleineren Unternehmen
- Unzureichende Finanzmittel zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen (bzw. Investitionskosten stehen in Konkurrenz zu anderen betrieblichen Investitionen)
- Bedenken bei zu langen Amortisationszeiten von Energieeffizienzmaßnahmen und Zweifel an der Wirtschaftlichkeit, bei Investitionsentscheidungen wird dadurch meist die Maßnahme mit der kürzesten Amortisationszeit gewählt (Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) et al. 2011).

In Abbildung 7-2 sind die kommunalen Handlungsstrategien und Umsetzungspfade dargestellt. Der Wirtschaftsverkehr ist im Sektor Verkehr und Mobilität abgebildet.

Abbildung 7-2: Kommunale Handlungsstrategien und Umsetzungspfade im Handlungsfeld Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und GHD⁴⁰



Quelle: Darstellung Öko-Institut

7.2.2. Kommunale Handlungsstrategie

Kommunale Handlungsstrategien sind grundsätzliche, langfristige, sektorspezifische Entwicklungen zur Verwirklichung der langfristigen Klimaziele. Die kommunalen Handlungsstrategien für die Sektoren GHD und Industrie sind im Folgenden geordnet nach Anwendungen beschrieben:

Raumwärme- und Kältebedarf von Nichtwohngebäuden

Die Szenariorechnung hat gezeigt, dass für eine deutliche Minderung der Emissionen aus dem Sektor GHD eine ebenso deutliche Reduktion der spezifischen Wärmeverbrauche pro Beschäftigtem im Sektor GHD um bis zu 2,7 % jährlich notwendig ist. Das bedeutet für den Sektor GHD eine ebenso starke Verbesserung des energetischen Zustands der Nichtwohngebäude wie bei den Wohngebäuden. Das heißt, dass auch der Bestand an Nichtwohngebäuden in einen klimaneutralen Gebäudebestand überführt werden muss. Dabei heißt „klimaneutral“, dass die Gebäude nur noch einen sehr geringen Energiebedarf aufweisen und der verbleibende Energiebedarf überwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt wird“ (Bundesregierung 2010). Um dies zu erreichen,

⁴⁰ Unter Querschnittstechnologien werden Technologien zusammengefasst, die für mehrere Anwendungen oder Branchen relevant sind, vor allem: Motoren und Antriebssysteme, Pumpen und Pumpensysteme, Druckluft und Druckluftsysteme, Beleuchtung, Lüftung und Klimatisierung, Kälteerzeuger und Kälteversorgungssysteme, Informations- und Kommunikationstechnologien.

muss auch die Rate der energetischen Sanierung für Nichtwohngebäude deutlich angehoben werden, außerdem muss sukzessive der Zielzustand der energetischen Sanierung verbessert werden und die Sanierungswirkung, also die Erreichung der errechneten Energieverbrauchsminderungsziele auf ein hohes Niveau ansteigen.

Bei der Errichtung von Neubauten sind hohe Effizienzstandards und innovative Energieversorgungskonzepte auf der Basis erneuerbarer Energien in der Regel technologisch einfacher und kostengünstiger zu realisieren als in der Bestandssanierung. Zudem lassen sich entsprechende Maßnahmen durch ordnungsrechtliche Vorgaben durch die Kommune leichter instrumentalisieren als im Gebäudebestand. Daher nimmt der Neubau eine überaus wichtige Position in der Klimastrategie der Kommune ein. Neue Gebäude dürfen nur noch in sehr hohen Energiestandards errichtet werden (im Szenario Klimaneutrales München für Wohngebäude ab 2020 30 kWh/m²/a und ab 2030 nur noch Passivhausstandard), die Versorgung mit Raumwärme und Warmwasser darf nur noch auf der Basis erneuerbarer Energien erfolgen. Entsprechende Energieversorgungskonzepte, die die technologisch und kostenseitig jeweils günstigste Lösung für eine emissionsfreie Energieversorgung sicherstellen, sollten regelmäßig erarbeitet und entsprechend geeignete Lösungen umgesetzt werden.

Der mittlere spezifische Endenergieverbrauch für die Raumwärmebereitstellung bei Nichtwohngebäuden muss sich deutlich verringern. Entsprechende aktuelle Ausgangs- und Zielwerte lassen sich evtl. aus dem Wärmekataster (Steinert und Rebitzer 2015) ableiten. Wesentlichen Einfluss auf die Wärmeverbräuche hat die spezifische Größe der Nutzfläche pro Beschäftigtem im Dienstleistungssektor. Dazu liegen für München keine Zahlen vor, jedoch ist es wahrscheinlich, dass wegen der hohen Immobilienpreise in der Stadt eine effiziente Ausnutzung der Nutzfläche von Bürogebäuden erfolgt.

Ein Anstieg des Klimatisierungsbedarfs sollte durch geeignete bauliche Maßnahmen, Maßnahmen zur passiven Kühlung verhindert und möglicherweise durch verhaltensbezogene Maßnahmen vermindert werden.

Bereitstellung des Raumwärmebedarfs für Nichtwohngebäude durch erneuerbare Energien

Weiterer wesentlicher Beitrag ist die Bereitstellung des verbleibenden Raumwärmebedarfs auf der Basis erneuerbarer Energieträger. Fernwärme auf der Basis erneuerbarer Energien, Umweltwärme, Solarthermie und biogene Brennstoffe decken in einem klimaneutralen München im Jahr 2050 den weit überwiegenden Anteil des verbleibenden Energiebedarfs für die Raumwärmeversorgung und müssen daher massiv ausgebaut bzw. auf erneuerbare Energien (Fernwärme) umgestellt werden. Dies gilt für Nichtwohngebäude ebenso wie für Wohngebäude.

Da die Fernwärmeversorgung auf der Basis erneuerbarer Energien, d.h. für München auf Basis der Geothermie einen wesentlichen Beitrag in der klimaneutralen Energieversorgung leisten soll, sollte der Anschlussgrad an das Fernwärmenetz unter Berücksichtigung der Geothermie-Erschließung und der vorhandenen Geothermiekapazitäten perspektivisch auch im Bestand weiter erhöht werden bzw. das Netz ausgebaut werden.

Erdgas und Heizöl sollten sukzessive durch erneuerbare Energien ersetzt werden.

Warmwasserbereitstellung in Nichtwohngebäuden

Der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung muss in einem klimaneutralen München gesenkt werden. Dazu ist ein flächendeckender Einsatz von Hocheffizienztechnologie für die Warmwasserbereitung, sofern in Nichtwohngebäuden vorhanden, erforderlich. Außerdem sollte der Pro-Kopf-Verbrauch an Warmwasser durch den Einsatz entsprechender Technologien und durch Verhaltensänderungen bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern gesenkt werden. Warmwasserberei-

tung sollte wie auch die Raumwärmebereitstellung im Gebäudebestand wo immer möglich auf erneuerbare Energien umgestellt werden. Im Neubau sollte die Bereitung generell möglichst emissionsfrei erfolgen.

Energieverbrauch durch Querschnittstechnologien

Die Effizienz von Stromanwendungen muss verbessert werden. Im Szenario Klimaneutrales München ist dies in der Reduktion des spezifischen Stromverbrauchs pro Beschäftigten von bis zu 2,6 % jährlich ausgedrückt; dafür ist vor allem der Einsatz hocheffizienter Technologien bei den Querschnittsanwendungen wie Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung, Druckluft, Pumpen, IKT erforderlich. Zusätzlich sollte der Einsatz innovativer Technologien (z.B. bei der Klimatisierung, der Abwärmenutzung) befördert werden. Über Verhaltensänderungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beim Einsatz strombasierter Technologien können ebenfalls weitere Minderungspotenziale erschlossen werden (z.B. Beleuchtung, Stand-by).

Effizienz in Produktionsprozessen

Effizienzpotenziale in industriellen und gewerblichen Produktionsprozessen müssen durch den Einsatz von Hocheffizienztechnologien, innovativen Lösungen, den Einsatz Erneuerbarer Energieträger u.a. realisiert werden.

Prozessbedingte Emissionen

Derzeit werden prozessbedingte Emissionen in München, wie auch in anderen Kommunen, nicht bilanziert und es liegen keine Erkenntnisse dazu vor, ob solche Emissionen entstehen. Ggf. sollte untersucht werden, ob entsprechende Emissionen stattfinden um geeignete Schritte zu deren Minderung einleiten zu können.

7.2.3. Kommunale Umsetzungspfade

Zur Umsetzung der genannten Handlungsstrategien wurden die folgenden Umsetzungspfade erarbeitet. Konkrete Vorschläge für Maßnahmenpakete zur Realisierung dieser Umsetzungspfade bis zum Jahr 2030 sind in Kapitel 8.6 beschrieben.

- Verstärkung des Einsatzes bestverfügbarer Technologien in Querschnittsanwendungen (Elektrische Motoren und Antriebe, Pumpen, Ventilatoren und Anlagen zur Wärmerückgewinnung in raumluftechnischen Anlagen, Druckluft, Beleuchtung, Green-IT bzw. Büro-/Kommunikationstechnik, Lüftung und Klimatisierung)
- Implementierung innovativer Technologien in Querschnitts- und anderen Anwendungen in Demonstrationsprojekten
- Optimierung von Prozesswärmeanwendungen
- Neubaustandard besser als der auf Bundesebene gesetzlich vorgegebene (EnEV, EPBD; dynamische Zielstandards definieren)
- Erhöhung der energetischen Sanierungsrate (Gebäudehülle)
- Erhöhung der energetischen Sanierungstiefe (Gebäudehülle; dynamische Zielstandards definieren)
- Beschleunigter Ersatz veralteter Heizungstechnik durch hocheffiziente Heizungstechnik
- Qualitätssicherung bei durchgeführten Sanierungsmaßnahmen (Hülle und Technik)
- Etablierung von Wärmeverbänden, KWK (insbesondere auf EE-Basis)

- Erhöhung Anteil Wärme aus erneuerbaren Energien
- Energieeffiziente Beschaffung
- Energieeffiziente Dienstreisen / Fuhrparks
- Motivation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu energieeffizientem Verhalten
- Die Marktdurchdringung mit Hocheffizienztechnologien bei den strombasierten Querschnittsanwendungen (Klimatisierung, Lüftung, Druckluft, Pumpen, Beleuchtung, IKT) muss erhöht werden
- Erschließung wirtschaftlicher Einsparpotenziale in der Produktion
- Erschließung wirtschaftlicher Einsparpotenziale bei den Querschnittsanwendungen (Elektrische Motoren und Antriebe, Pumpen, Ventilatoren und Anlagen zur Wärmerückgewinnung in raumluftechnischen Anlagen, Druckluft)
- Nutzung von Abwärme (lokal oder über Nahwärmenetze)
- Erhöhung Anteil Wärme aus erneuerbaren Energien, Nutzung von KWK (insbesondere bei Einsatz von EE)
- Ressourceneffizienz (Wasser, Material)

7.2.4. CO₂-Vermeidungskosten

Während für den Gebäudebereich zahlreiche Studien zur Höhe der CO₂-Vermeidungskosten vorliegen gibt es für den Sektor GHD weniger Untersuchungen. In FfE (2009) sind Vermeidungskosten zum Beispiel für den Beleuchtungsaustausch dargestellt. Diese sind durchweg negativ, das heißt die Maßnahmen sind wirtschaftlich. Die konkreten Kosten bewegen sich zwischen etwa -160 EURO und etwa -80 EURO. Für den Wechsel vom PC zum Notebook sind die CO₂-Vermeidungskosten mit 1.200 €/t und 10.500 €/t jedoch immens. (vgl. FfE 2009). Hier werden entsprechende Entscheidungen in den Unternehmen jedoch aus anderen Gründen als denen der CO₂-Vermeidung getroffen.

Der größte Teil der möglichen CO₂-Minderungsmaßnahmen bei den Querschnittstechnologien in den Sektoren Industrie und Gewerbe hat nach FfE (2009) negative Vermeidungskosten, ist also wirtschaftlich. Von den untersuchten Maßnahmen hat die Leistungsanpassung bei Pumpen mit -975 €/t CO₂ das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis. Darüber hinaus gibt es im Sektor Industrie und Gewerbe eine Vielzahl weiterer wirtschaftlicher Maßnahmen, welche sich aber nicht auf eine Technik pauschalisieren lassen. Zu den weiteren betrachteten und wirtschaftlichen Maßnahmen zählen zum Beispiel Effizienzmaßnahmen in der Druckluftherzeugung wie verbesserte Antriebe über drehzahlvariable Motoren, der Filterwechsel und die Behebung von Leckageverlusten. Beim Betrieb von Pumpen sind die wirtschaftlichen Maßnahmen der Einbau effizienter Motoren sowie einer Regelung. Bei den elektrischen Antrieben sind die Drehzahlregelung, die richtige Dimensionierung, der Motorentausch und die Durchführung einer Wartung Beispiele wirtschaftlicher Maßnahmen.

McKinsey (2009) weist branchenspezifische CO₂-Vermeidungskosten für die Zement-, Stahl- und die chemische Industrie aus. Diese Branchen sind für die LH München jedoch nicht relevant.

7.3. Sektor Verkehr und Mobilität

7.3.1. Ausgangslage

Der Verkehr in München ist durch ein stetiges Wachstum gekennzeichnet. Dies ist zum einen durch ein hohes Bevölkerungswachstum und zum anderen durch ein zunehmendes Ein- und Auspendleraufkommen bedingt.

Um den Herausforderungen eines wachsenden Verkehrsaufkommens gerecht zu werden und es nachhaltig zu gestalten, wurde bereits mit der Stadtentwicklungskonzeption Perspektive München 1998 Ziele für eine nachhaltige Siedlungs- und Verkehrsentwicklung beschlossen (Koppen 2013). Auf dieser Basis ist im Jahr 2006 der Verkehrsentwicklungsplan für München in einem mehrjährigen Prozess entstanden mit folgenden Zielen (LHM 2006) :

- Gewährleistung einer stadtverträglichen Mobilität durch Priorisierung von Maßnahmen zur Verkehrsvermeidung und –verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsmittel (Kapazität und Attraktivität im ÖPNV verbessern, etc.)
- Verbesserung der Verkehrsbedingungen für den Wirtschaftsverkehr (Ausbau ÖPNV, kooperative City-Logistik-Konzepte, etc.)
- Kfz-Verkehr stadtverträglich organisieren (Verkehrslenkung, Sharing-Projekte, etc.)

Darüber hinaus wurde mit dem Beschluss Nahmobilität das Ziel verfolgt, den Fußwegeanteil zu stabilisieren und zu steigern sowie mit dem Grundsatzbeschlusses „Radverkehr in München“ den Radverkehrsanteil zu erhöhen (LHM 2009, 2013).

Im Jahr 2011 hat der Anteil des MIV der Münchner am Verkehrsaufkommen 33 %, des ÖPNV 23 %, des Fahrrads 17 % und zu Fuß gehen 27 % betragen (Koppen 2013). Gerade der Radverkehr hat über die letzten Jahre hinweg an Zuwachs gewonnen. Gleichzeitig ist die Konkurrenz der verschiedenen Verkehrsmittel um Fläche im Straßenraum gestiegen. Sowohl der MIV als auch der ÖPNV erreichen mittlerweile zu den morgendlichen und abendlichen Spitzenzeiten ihre Kapazitätsgrenzen. Die Folgen sind Verkehrsstaus, die im Vergleich zum fließenden Verkehr zu wesentlich höheren CO₂-Emissionen führen, und überfüllte Öffentliche Verkehrsmittel, was deren Attraktivität mindert.

7.3.2. Kommunale Handlungsstrategien

Die kommunalen Handlungsstrategien für den Sektor Verkehr und Mobilität sollten vor allem das Ziel haben Verkehr zu verlagern und zu vermeiden sowie Rahmenbedingungen für eine bedarfsorientierte Flächennutzung im Straßenraum zu schaffen:

Verkehrsreduzierende Stadtplanung

Die Szenariorechnungen für die Klimaschutzszenarien im Verkehr zeigen, dass eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung und dabei die Schaffung kürzerer Wege durch verbesserte Nahversorgung und Aufenthaltsqualität unabdingbar für die Erreichung der Klimaschutzziele sind. Sie sind eine wesentliche Voraussetzung, dass Nahraummobilität mit dem Fahrrad und zu Fuß möglich ist.

Stärkung des Umweltverbundes

Vor dem Hintergrund des starken Bevölkerungswachstums in München und damit der zusätzlichen Nachfrage nach dem Öffentlichen Verkehr wird deutlich, dass dieser zunächst ausgebaut werden muss, um der Nachfrage gerecht zu werden. Um zusätzlich Verlagerungseffekte auf den ÖPNV zu erreichen, gilt es darüber hinaus den ÖPNV zu stärken.

Im Szenario klimaneutrales München betragen die Personenkilometer, die mit dem ÖPNV zurückgelegt werden, im Jahr 2050 fast das Doppelte gegenüber 2014.

Der Radverkehr kommt im Szenario klimaneutrales München auf die 6-fache Verkehrsleistung im Jahr 2050 gegenüber 2014. D.h. auch hier sind Strategien zur Förderung des Radverkehrs notwendig.

Nahmobilität verbessern

Um die Verlagerungspotenziale auf den Rad- und Fußverkehr auszuschöpfen, müssen entsprechende Voraussetzungen z.B. im Wohnumfeld dafür geschaffen werden.

Die Strategien der Nahmobilität hängen stark mit denen der verkehrsreduzierenden Stadtplanung zusammen.

Verkehrsvermeidung

Aus den Klimaschuttszenarien geht hervor, dass Strategien zur Vermeidung von Verkehr, zur Reduzierung der Wegezanzahl und Wegelängen, wesentlich vor dem Hintergrund der zunehmenden Bevölkerungszahl sind. D.h. auch hier ist eine enge Verknüpfung zur Handlungsstrategie „verkehrsreduzierende Stadtplanung“ zu sehen. Durch die Stärkung von Quartieren und deren Nutzungsmischung, durch verschärftes Parkraummanagement, etc. können Wege der Bewohner und Pendler vermieden werden. Gleichzeitig sollte die Freiheit mobil zu sein, nicht eingeschränkt werden.

Alternative und effizientere Antriebe

Da das Verkehrsaufkommen trotz zahlreicher verhaltensbasierter Maßnahmen aufgrund des Bevölkerungswachstum nicht so gesenkt werden kann, dass die Ziele der Klimaschuttszenarien erreicht werden, sind technologische Maßnahmen, vor allem die Umstellung auf elektrisch betriebene Fahrzeuge, in größerem Ausmaß notwendig.

Einsatz THG-ärmerer Energieträger

Aus den Szenariorechnungen wird deutlich, dass bei ambitionierten Zielen eine vollständige Unabhängigkeit von fossilen Kraftstoffen anzustreben ist.

Der Wirtschaftsverkehr ist stadtverträglich zu organisieren. Beim Wirtschaftsverkehr zeigen die Szenarien, dass dieser technologisch effizienter, aber auch in der Abwicklung effizienter werden muss, um unnötige Wege zu vermeiden. Eine intelligente und nachhaltige City-Logistik ist demnach stark gefordert.

7.3.3. Kommunale Umsetzungspfade

Zur Umsetzung der genannten Handlungsstrategien wurden die folgenden Umsetzungspfade erarbeitet. Konkrete Vorschläge für Maßnahmenpakete zur Realisierung dieser Umsetzungspfade bis zum Jahr 2030 sind in Kapitel 8.8 beschrieben.

- Integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung
- Umverteilung Straßenraum zugunsten von ÖPNV, Rad- und Fußverkehr
- Erhöhung des Anteils des Fuß- und Radverkehrs am Modal Split
- Erhöhung des Anteils ÖPNV am Modal Split
- Verbesserung der Vernetzung von Verkehrsmitteln und der Information der Nutzer

- Reduzierung des Pkw-Besitzes
- Umsetzung der Strategie „Nutzen statt Besitzen“
- Ausweitung Mobilitätsmanagement zur Stärkung umweltfreundlichen Verkehrsverhaltens
- Nachhaltige Verkehrssteuerung und –information
- Einsatz effizienter Fahrzeuge im MIV und ÖPNV
- Erhöhung des Anteils Elektromobilität
- Einführung ordnungspolitischer Maßnahmen wie z.B. Zufahrtsbeschränkungen
- Stärkung regionaler Stoffkreisläufe zur Minderung des Wirtschaftsverkehrs
- Nachhaltige und innovative Stadt-Logistik
- Institutionalisierungsmaßnahmen zur Umsetzung integrierter Lösungen

7.3.4. CO₂-Vermeidungskosten

Die CO₂-Vermeidungskosten im Sektor Verkehr werden mit -38 € bis zu 100 € pro t CO₂e angegeben. Nähere Informationen und Erläuterungen dazu finden sich zum Beispiel in McKinsey & Company (2009) und Umweltbundesamt (UBA) (2013).

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen ermittelte bereits 2005 CO₂-Vermeidungskosten für den Einsatz verschiedener biogener Kraftstoffe. Demnach liegen zum Beispiel die CO₂-Vermeidungskosten für Bioethanol aus Zuckerrüben zwischen 90 €/t und 1.100 €/t CO₂e (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2005).

7.4. Sektor Energieumwandlung

7.4.1. Ausgangslage

Die Emissionen einer Großstadt wie München werden durch die Infrastruktur der Erzeugung von Strom und Fernwärme und die Energieverteilung wesentlich mitbestimmt. Insofern kommt der künftigen Entwicklung der Versorgungsstrukturen der SWM und anderer Anbieter eine hohe Bedeutung zu. Dabei sollte sowohl für den Strom- wie für den Wärmesektor eine Strategie verfolgt werden, die zu der langfristigen Anforderung einer weitgehenden Dekarbonisierung beider Sektoren bis zum Jahr 2050 passt. Durch die aktuell von den SWM genutzte Kraft-Wärme-Kopplung und den erwarteten verstärkten Einsatz von (überwiegend erneuerbar erzeugtem) Strom im Wärmesektor besteht eine enge Verzahnung zwischen den Sektoren Strom und Wärme. Während die Fernwärmeerzeugung lokal erfolgen muss, kann die Stromversorgung anteilig entweder in der Stadt selbst, in der Münchner Region oder auch in größerer Entfernung von München erfolgen.

Bereits absehbar sind wesentliche Veränderungen in der Stromerzeugung in Deutschland und in Europa. Ein Treiber ist dabei der Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie in Deutschland bis zum Jahr 2022. Dies betrifft auch das Kernkraftwerk Isar 2, an dem die SWM mit 25 % beteiligt sind und das gemäß den Vorgaben des Atomgesetzes als eine der letzten Anlagen im Jahr 2022 vom Netz gehen soll. Von großer Bedeutung ist zudem der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung. Im Jahr 2015 lag deren Anteil an der Deckung des Strombedarfs bereits bei einem Drittel. Bis zum Jahr 2030 soll dieser Anteil weiter auf 50 % ansteigen. Zugleich ist zu erwarten, dass weitere alte Kohlekraftwerke durch politische Maßnahmen aus dem Markt genommen werden.

Die SWM wollen im Rahmen ihrer „Ausbauoffensive Erneuerbare Energien“ einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Ausbauziele für EE-Strom in Deutschland und Europa leisten. Im Bereich der Fernwärme besteht die Vision, die Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2040 vollständig auf erneuerbare Energien umzustellen. Beide Aktivitäten sind wesentliche Beiträge für die Erreichung der Klimaschutzziele sowohl der LH München wie auch Deutschlands insgesamt. Offen ist aktuell die Frage, wie lange der mit Steinkohle betriebene Block 2 im Heizkraftwerk München Nord weiter betrieben werden soll. Eine neue Entscheidung hierzu wird auf kommunaler Ebene voraussichtlich erst nach Abschluss des Fachgutachtens fallen.

An dieser Stelle wird daran erinnert, dass bei den in Kapitel 5 dieses Gutachtens dargestellten Szenarien für die klimarelevanten Emissionen der LH München die lokale Struktur der Stromerzeugung nicht berücksichtigt wurde. Es erfolgte jedoch eine ergänzende Analyse der Emissionen auf Basis eines Territorialmixes Strom, in der die lokale Stromerzeugung berücksichtigt ist (siehe den Exkurs in Kapitel 5.7.3 und den entsprechenden Abschnitt im Kapitel 5.8.4). Die Effekte der überregionalen Projekte der „Ausbauoffensive Erneuerbare Energien“ der SWM konnten dagegen nur nachrichtlich in die Bilanzierung einbezogen werden, da hier ansonsten die Gefahr von Doppelzählungen mit den Standortgemeinden besteht.

7.4.2. Kommunale Handlungsstrategien

Die kommunalen Strategien im Bereich der Energieumwandlung sollten darauf gerichtet sein, die Zielsetzung einer weitgehenden Dekarbonisierung des Strom- und des Wärmesektors zu erreichen.

Dekarbonisierung der Stromerzeugung

Hierbei kommt dem Stromsektor eine Schlüsselfunktion zu, da er im Rahmen der erwarteten zunehmenden Sektorkopplung ein wesentlicher „Enabler“ für die Dekarbonisierung des Verkehrs- und auch des Wärmesektors ist. Allerdings werden die Rahmenbedingungen für den Umbau des Stromsektors wesentlich auf Ebene des Bundes definiert, so dass auf kommunaler Ebene vor allem die planerischen Voraussetzungen und die für die handelnden Akteure erforderlichen Informationen bereitgestellt werden müssen, um den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien voran zu bringen. Dabei kommt auf dem Territorium einer hoch verdichteten Großstadt wie München vor allem der verstärkte Einsatz von Photovoltaik in Frage.

Dekarbonisierung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung

Wesentlich größer ist der Einfluss der Kommune auf und damit auch ihre Verantwortung für die Entwicklung einer weitgehend dekarbonisierten leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Die Rahmenbedingungen hierfür sind in München besonders günstig, weil sich zum einen die SWM als lokal dominierendes Versorgungsunternehmen vollständig in kommunalem Eigentum befinden und zum anderen weil München durch die lokalen geologischen Bedingungen sehr gute Voraussetzungen dafür aufweist, geothermische Energie in großem Umfang zu nutzen.

Erhöhung des Anteils (effizienter) fossiler KWK als Brückentechnologie

Derzeit basieren ein Großteil der Wärmeversorgung und ein nennenswerter Teil der Stromversorgung der LH München auf Kraft-Wärme-Kopplung. In den Anlagen der SWM werden hierzu derzeit vor allem Steinkohle, Erdgas und Müll eingesetzt. Solange in Deutschland in größerem Umfang Kondensationskraftwerke auf Basis von fossilen Energieträgern betrieben werden, so lange hat die fossil gefeuerte Kraft-Wärme-Kopplung ihren Sinn und sollte gegenüber Kondensationskraftwerken aufgrund ihrer deutlich höheren Energieausnutzung bevorzugt werden. Allerdings ändert sich das Umfeld der fossilen Kraft-Wärme-Kopplung rasant und es wird deutlich, dass es sich hierbei im Zuge einer ambitionierten Klimaschutzpolitik nur um eine Brückentechnologie auf dem Weg ins

erneuerbare Zeitalter handeln kann. In einem überwiegend durch erneuerbare Energien geprägten System der Stromversorgung sollte die Nutzung der fossilen Kraft-Wärme-Kopplung so rasch beendet werden, wie deren Erzeugung durch erneuerbare Quellen übernommen werden kann. Das gilt nicht nur für mit Kohle, sondern auch für mit Erdgas gefeuerte KWK-Anlagen. Zugleich müssen die erneuerbaren Energien auch auf der Seite der Wärmeversorgung ausgebaut werden, vgl. hierzu die beiden anderen genannten Handlungsstrategien. Für München bedeutet dies, dass neue, mit Erdgas gefeuerte KWK-Anlagen nur dann in Betrieb genommen werden sollten, wenn hierdurch der rasche Umstieg auf erneuerbare Energien im Wärme- und im Stromsektor nicht verzögert wird. Zugleich sollte den erneuerbaren Optionen zur lokalen Wärmeerzeugung im Regelfall Vorrang vor fossilen Anlagen gegeben werden und die Auslastung und Betriebsdauer der fossilen Anlagen entsprechend dem Ausbau der erneuerbaren Energien begrenzt werden.

7.4.3. Kommunale Umsetzungspfade

Im Rahmen der genannten Handlungsstrategien bieten sich folgende Umsetzungspfade an. Wie vorstehend ausgeführt, sollte die fossil gefeuerte Kraft-Wärme-Kopplung hierbei als Übergangstechnologie zu einer weit überwiegenden erneuerbaren Energieversorgung nur noch befristet eingesetzt werden. Dem Ausbau und der Verdichtung des Fernwärmenetzes kommt eine besondere Bedeutung zu, sofern die LH München wie in den Szenarien unterstellt die Rolle der Fernwärme als CO₂-armen Energieträger forcieren will.

- Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromversorgung
- Ausbau erneuerbarer Energien in der Fernwärmeversorgung
- Ausbau erneuerbarer Energien bei der dezentralen Wärmeversorgung
- Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung bei der netzgebundenen Wärmeversorgung
- Etablierung von Wärmeverbänden, industrieller KWK
- Ausbau der KWK in der Objektversorgung außerhalb von Fernwärmegebieten
- Ausbau Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
- Ausbau und Verdichtung bestehender Netze
- Verbesserung der Effizienz bestehender Netze und Anlagen
- Anwendung / Etablierung innovativer Technologien

Konkrete Vorschläge für Maßnahmenpakete zur Realisierung dieser Umsetzungspfade bis zum Jahr 2030 sind in Kapitel 8.9 beschrieben.

7.5. Sektor Konsum der privaten Haushalte

7.5.1. Ausgangslage

Die Beantwortung der Frage, wie eine Änderung des Verhaltens der Stadtgesellschaft, eine Zunahme des Bewusstseins für die Notwendigkeit klimagerechten Verhaltens, erreicht werden kann, ist für eine Einhaltung der Klimaziele immanent. Das Beispiel der frühen „Umwelthauptstadt Deutschlands“ Freiburg im Breisgau zeigt, welchen großen Einfluss Umweltgruppen und soziale Bewegungen auf kommunaler Ebene haben, um eine solche Entwicklung anzuschubben. Die Pioniere, die den Wandel in Freiburg herbeigeführt haben, waren einzelne Personen, lokale Umweltgruppen und Akteursbündnisse, später auch wissenschaftliche Institute und von visionären Einzelpersonen geführte Unternehmen. Erst später wurde die Entwicklung von den lokalen Parteien,

gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren sowie der Stadtverwaltung unterstützt. Wesentlich waren Möglichkeiten zum konstruktiven Austausch – durchaus in anregender Konkurrenz – und zugleich ein „Klima“ für sozial-ökologische Innovationen, das weitere Pioniere anzog und sich stabilisierte. Die Zusammenarbeit erfolgte sowohl informell als auch über organisierte Zusammenschlüsse (Grießhammer und Brohmann 2015) Letztendlich folgte eine Weiterentwicklung zum Nachhaltigkeitsmanagement der Stadt Freiburg und zum Nachhaltigkeitsbeirat, der beim Oberbürgermeister angesiedelt ist.

Heute werden auch auf Bundesebene zunehmend Politikinstrumente entwickelt, die eine Verhaltensänderung in der Bevölkerung hin zu einem umwelt- und klimagerechten Verhalten erreichen sollen. Beispiele dafür sind diverse Kampagnen, zum Beispiel der Deutschen Energieagentur und bundesweite Beratungsplattformen, zum Beispiel CO₂-online. An der Aufnahme von Suffizienzaspekten in die Instrumentierung wird mit großer Dringlichkeit geforscht.

In der Bestandsaufnahme wurde gezeigt, dass auch in München NGO wichtige Akteure sind, wenn es darum geht, Verhaltensänderungen in der Bevölkerung zu initiieren. Daher wird empfohlen, als einen wesentlichen Punkt die Rolle der Umwelt- und Klimaschutz-Vereine in München zu stärken und sie bei ihren Projekten, die den Klimaschutz, insbesondere das Verhalten der Menschen adressieren, (weiterhin) finanziell und organisatorisch zu unterstützen.

- Emissionen aus dem Konsum der privaten Haushalte werden derzeit in München, wie auch in (nahezu) allen anderen Kommunen, nicht bilanziert
- Jedoch kommt diesem Thema aus Sicht des überregionalen und globalen Klimaschutzes eine immanente Bedeutung zu, daher sollten auch hier Kommunen aktiv werden

7.5.2. Kommunale Handlungsstrategien

Kommunale Handlungsstrategien sind grundsätzliche, langfristige, sektorspezifische Entwicklungen zur Verwirklichung der langfristigen Klimaziele. Die kommunalen Handlungsstrategien für den Konsum der privaten Haushalte sind im Folgenden genannt:

- Verringerung des Konsums
- Stärkung des nachhaltigen Konsums von Konsumgütern, Haushaltsgeräten und Lebensmitteln
- Stärkung regionaler Stoffkreisläufe und Versorgungsstrukturen insbesondere bei Lebensmitteln

7.5.3. Kommunale Umsetzungspfade

Zur Umsetzung der genannten Handlungsstrategien gelten die folgenden Umsetzungspfade. Vorschläge für die Erarbeitung konkreter Maßnahmen zur Realisierung dieser Umsetzungspfade bis zum Jahr 2030 sind in Kapitel 8.11 beschrieben.

- Bewusstseins- und Verhaltensänderung hin zum Konsum nachhaltiger und energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen
- Bewusstseins- und Verhaltensänderung weg von der Wegwerf-Gesellschaft hin zur längeren Nutzung bzw. Mehrfachnutzung
- Stärkung der nachhaltigen Ernährung / des nachhaltigen Konsums von Lebensmitteln (Bio-Produkte, regionale Produkte)
- Verlängerung der Lebensdauer von Produkten durch Mehrfachnutzung

8. Empfehlungen für Maßnahmenpakete im Rahmen einer gesamtstädtischen Klimaschutzstrategie bis 2030

8.1. Vorbemerkungen

Bei den nachfolgend genannten Maßnahmenempfehlungen handelt es sich um fachlich sinnvolle Maßnahmen, die sich aus den Ergebnissen des Gutachtens und den Erfordernissen des Klimaschutzes sowie der Minderungspotenziale ableiten. Die politische Umsetzbarkeit war nicht Kriterium bei der Auswahl der Maßnahmen; jedoch ist sie selbstverständlich Voraussetzung für eine Umsetzung.

Alle Maßnahmenpakete müssen in den entsprechenden Arbeitsgruppen und Gremien, idealerweise unter Beteiligung der betroffenen Öffentlichkeit (z.B. Bürgerschaft, Unternehmen, bzw. Teile dieser Gruppen), detaillierter ausgearbeitet werden.

Die Maßnahmen sind eingeteilt in kurz-, mittel- und langfristig umsetzbare Maßnahmen. Diese Fristen sind wie folgt definiert:

- kurzfristig: Beginn der Maßnahmenumsetzung vor / bis 2018
- mittelfristig: Beginn der Maßnahmenumsetzung mit dem nächsten Klimaschutzprogramm im Rahmen des IHKM ab 2018 bis 2020
- langfristig: Beginn der Maßnahmenumsetzung ab 2021

Maßnahmen, die ein nachhaltiges Verhalten in bestimmten Energieverbrauchssektoren adressieren, sind diesen Sektoren in den Kapiteln 8.5 bis 8.9 zugeordnet. Zusätzlich zu den sektorspezifischen Maßnahmen sind Maßnahmenvorschläge skizziert, die die Handlungsfelder Bildung (für Kinder und Jugendliche), Bewusstseinsbildung bei Erwachsenen, sowie Konsum und Ernährung adressieren.

8.2. Kommunale Handlungsstrategien

Die Handlungsoptionen zur Beförderung von Klimaschutzmaßnahmen einer Kommune lassen sich grob in zwei Arten unterteilen: zum einen ist eine Kommune als *Vorreiter und Vorbild* in ihrem eigenen Zuständigkeitsbereich aktiv im Klimaschutz. Zum anderen fungiert die Stadt als *Change Agent* für die gesamte Stadtgesellschaft, indem sie zu Klimaschutzmaßnahmen motiviert, diese initiiert, organisiert und auch fördert.

In Abbildung 8-1 sind die kommunalen Handlungsstrategien der Stadt München zusammenfassend dargestellt.

Abbildung 8-1: Kommunale Handlungsstrategien der Stadt München im Klimaschutz



8.3. Empfehlungen zum IHKM-Prozess und zur Weiterentwicklung der städtischen Klimaschutzstrukturen

Mit dem Integrierten Handlungsprogramm Klimaschutz in München (IHKM), dem IHKM-Lenkungskreis, der IHKM-Projektgruppe, den IHKM-Arbeitsgruppen und den Klimaschutzmanagern wurde eine referatsübergreifende Struktur geschaffen, um den Klimaschutzprozess in München zu koordinieren und voranzubringen. Regelmäßig, bisher alle zwei bis drei Jahre, wird das IHKM mit einer großen Zahl von Einzelmaßnahmen weiterentwickelt. Die Maßnahmen der eigenständigen Programme „Erweitertes Klimaschutzprogramm (EKSP)“ und (zukünftig) „Klimaschutzaktionsplan (KSAP)“ werden nachrichtlich in die Klimaschutzprogramme aufgenommen. Die Tabelle 8-1 und sustainable (2014) enthalten eine zusammenfassende Darstellung und Bewertung der drei Klimaschutzprogramme innerhalb der IHKM, die bisher erstellt wurden.

Die Klimaschutzwirkung der Maßnahmen der jeweiligen Klimaschutzprogramme wird, soweit möglich, jeweils ex-ante abgeschätzt und nach Ablauf der jeweiligen IHKM-Periode evaluiert. Dies ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Klimaschutzmaßnahmen und der Klimaschutzprogramme im IHKM. Mit der Schaffung dieser verwaltungsinternen Organisationsstrukturen zur referatsübergreifenden Erarbeitung der Klimaschutzprogramme im IHKM und des Verfahrens der regelmäßigen Evaluierung der Klimaschutzmaßnahmen wurde eine Voraussetzung geschaffen, Klimaschutzpolitik in München umzusetzen. Diese Strukturen sind ein wesentlicher Baustein für eine positive verwaltungsinterne Kommunikations- und Kooperationsstruktur, die un-

bedingt beibehalten werden sollte. Dazu gehört zum Beispiel auch eine dauerhafte Etablierung der Klimaschutzmanager.

Tabelle 8-1: Übersicht über die bisherigen Klimaschutzprogramme innerhalb der Integrierten Handlungsprogramme Klimaschutz der LH München (aus sustainable 2014)

	IHKM 2010	IHKM 2013	IHKM 2015
Anzahl der Maßnahmen	55	63	87
Anzahl der Handlungsfelder	7	8	8
Laufzeit des IHKM	3 Jahre	2 Jahre	3 Jahre
Gesamtkosten pro Jahr	8.900.000€	31.496.973€	32.497.921€
Vollzeitstellen	7	16,7	13,5
Neue thematische Schwerpunkte	Reduzierung des CO ₂ -Fußabdrucks der städtischen Verwaltung	Energetische Optimierung des städtischen Gebäudebestands	Einbindung der Stadtgesellschaft zur Erreichung des Klimaziels
Absolute Einsparung nach Umsetzung der Maßnahmen		Ca. 1,3 Mio. t CO ₂	Ca. 1,4 Mio. t CO ₂
Relative Einsparung im Jahr 2030 pro Kopf		< 1 % (0,13 %)	ca. 1,5 %
Berechnungsgrundlagen		Berechnet	geschätzt

Quelle: sustainable (2014)

Insofern ist die städtische Verwaltung gut gerüstet, weiterhin an der Umsetzung der Klimastrategie und der Erreichung der Klimaziele zu arbeiten.

Aus der Bearbeitung des Fachgutachtens und der Bewertung der Ergebnisse der bisherigen Erkenntnisse ergeben sich aber durchaus einige Empfehlungen für die Weiterführung des Klimaschutzprozesses der LH München:

Rolle der Stadt(-verwaltung und -politik) im gesamtstädtischen Klimaschutzprozess

- Weiterführung und Intensivierung der Klimaschutzanstrengungen im direkten Einflussbereich der Stadtpolitik, darüber hinaus jedoch **Ausweitung der Rolle der Stadt als Change Agent für die Stadtgesellschaft**. Die Stadtpolitik und -verwaltung der LH München füllt die Rolle des Change Agents (etwa „Betreiber des Wandels“), als Initiator und Treiber eines gesamtstädtischen Klimaschutzprozesses bisher noch zu wenig aus. Das Klimaschutzprogramm innerhalb des Integrierten Handlungsprogramms Klimaschutz (IHKM) war bisher und ist immer noch zu allererst auf die Bereiche mit direkter Einflussmöglichkeit der Stadtverwaltung ausgerichtet. Bisher werden über das IHKM im Wesentlichen die energetische Ertüchtigung städtischer Liegenschaften sowie die Einhaltung hoher energetischer Neubaustandards bei den städtischen Wohnungsunternehmen finanziert. Die Erreichung der

Klimaziele ist allein mit der Emissionsminderung innerhalb der Stadtverwaltung und der städtischen Unternehmen jedoch nicht erreichbar.

- **Die Adressierung der Stadtgesellschaft sollte in den folgenden Klimaschutzprogrammen innerhalb des IHKM intensiviert werden.** Die Adressierung der Stadtgesellschaft, d.h. die Beförderung von Klimaschutzmaßnahmen der Bürgerinnen und Bürger sowie der Unternehmen und anderer Akteure ist auszubauen. Sie wurde erst mit dem IHKM 2015 als Schwerpunkt der Klimaschutzpolitik aufgenommen. Mit dem Finanzierungsbeschluss für den Klimaschutzaktionsplan wurde bereits ein erster Schritt in diese Richtung getan.

Organisation des Klimaschutzprozesses

- **Die Strukturen der städtischen Klimaschutzpolitik sollten vereinfacht werden.** Für Außenstehende ist die Struktur und Organisation der städtischen Klimaschutzpolitik derzeit nicht leicht zu verstehen. So gibt es neben dem Klimaschutzprogramm im Integrierten Handlungsprogramm Klimaschutz (IHKM) noch das Erweiterte Energie- und Klimaschutzprogramm (EKSP) und seit kurzem den Klimaschutzaktionsplan (KSAP). Darüber hinaus gibt es zahlreiche weitere Klimaschutzmaßnahmen und -projekte, die nicht in das IHKM integriert sind. Es sollte geprüft werden, ob eine Vereinfachung der Strukturen der städtischen Klimaschutzpolitik möglich ist, und die Umsetzungsmaßnahmen aus EKSP und KSAP direkt in das IHKM, in die jeweiligen Handlungsfelder integriert werden können. Die Struktur des IHKM erscheint dafür geeignet. Aus Sicht der Gutachter wäre es gerade für die Außenwahrnehmung durch die Stadtgesellschaft sinnvoll, möglichst viele Projekte und Maßnahmen der Stadtverwaltung zum Klimaschutz organisatorisch und operativ im IHKM zu bündeln.
- **Eine Ausdehnung der Laufzeit der IHKM auf fünf Jahre wird empfohlen.** Für Maßnahmen, die längere Zeit benötigen, bis sie implementiert sind bzw. Minderungswirkungen erzielen (z.B. Förderprogramme, die Zeit benötigen bis sie bekannt sind oder als jüngstes Beispiel die Maßnahme „Freiwillige Selbstverpflichtung von Unternehmen“), sollte eine längere Laufzeit als die IHKM-Laufzeit von drei Jahren vorgesehen werden. Dies schließt nicht aus, dass einzelne Maßnahmen während der Laufzeit des IHKM inhaltlich nachgebessert werden können, wenn es erforderlich ist.
- **Ein fortlaufendes Monitoring zur Umsetzung der Maßnahmen im jeweils aktuellen IHKM sollte durchgeführt werden.** Der Umsetzungsstand der einzelnen IHKM-Maßnahmen sollte jederzeit überprüfbar sein. Nur so werden Umsetzungsdefizite rechtzeitig sichtbar und es kann noch während der IHKM-Laufzeit gegengesteuert werden. Neben der Evaluation der Klimaschutzwirkungen des IHKM ist das regelmäßige Monitoring bzw. die Nachverfolgung der Umsetzung der vielen Maßnahmen im IHKM daher eine wichtige Kontrollaufgabe der für den Gesamtprozess des IHKM zuständigen Stelle.

Dies kann zum Beispiel in Form einer einfachen Matrix für die politisch Verantwortlichen (Bürgermeister, Stadtrat), für die Fachverwaltung, aber auch für Kooperationspartner bzw. die interessierte Öffentlichkeit dargestellt werden. Dabei könnte in Form einer Ampel-Farbgebung der Stand der Maßnahmen visualisiert und in einer separaten Spalte jeweils kurz kommentiert werden.

Beteiligung der Stadtgesellschaft an der städtischen Klimaschutzpolitik

- **Die Durchlässigkeit der städtischen Klimaschutzpolitik für Ideen aus der Stadtgesellschaft sollte erhöht werden.** Bürgerschaftliches und unternehmerisches Enga-

gement sollte befördert werden (Shared Responsibility). Möglichkeiten für engagierte Bürger, sich mit Ihrer Expertise in die Weiterentwicklung der städtischen Klimaschutzpolitik, insbesondere der Klimaschutzprogramme im IHKM, einzubringen, sollten geschaffen werden.

Denkbar wäre es zum Beispiel die Möglichkeit zu schaffen, über Online-Formulare konkrete Ideen für die Fortführung des Klimaschutzprogramms in den Erarbeitungsprozess einzubringen.

- **In die Arbeitsgruppen zur Erarbeitung des IHKM sollten externe Fachexperten integriert werden.** Möglichkeiten für externe Fachexperten, sich mit Ihrer Expertise in die Entwicklung und Ausgestaltung der Maßnahmen einzubringen, gibt es bisher nicht. Und das, obwohl sich fünf der thematischen IHKM-Arbeitsgruppen mit Handlungsfeldern befassen, die die Stadtgesellschaft als Ganzes (Bewusstseinsbildung, Mobilität) oder Teile davon, wie z.B. Unternehmen oder Gebäudeeigentümer, adressieren. Gleichzeitig ist bei vielen Münchner Experten die Bereitschaft oder sogar der Wunsch vorhanden, sich in dem laufenden Klimaschutzprozess der Stadt, auch über das IHKM hinaus, einzubringen. Ein Beispiel ist das Engagement vieler Experten aus dem Bereich Wohnen, Sanieren und bauen, die sich über verschiedene Angebote in die Arbeit des Bauzentrums München einbringen.

Für die Erarbeitung von Maßnahmen, welche die Zielgruppen der Stadtgesellschaft adressieren, ist es überaus sinnvoll, Vertreter dieser Zielgruppen in die Maßnahmenausgestaltung einzubinden. Sie sollen gleichrangig mit den Verwaltungsvertretern die Inhalte und Ausgestaltung geeigneter Maßnahmen diskutieren. Auch für Maßnahmen, die den direkten Einflussbereich der Stadtverwaltung betreffen, kann eine Einbindung externer Experten zum Beispiel aus der Wissenschaft sehr sinnvoll sein.

Vollzug von Stadtratsbeschlüssen mit Klimaschutzrelevanz

- **Es sollte eine konsequente Verabschiedung und Umsetzung der klimarelevanten Beschlüsse von Politik und Stadtverwaltung verfolgt werden.** Inhaltliche Aspekte zum städtischen Klimaschutzprogramm sollten deutlicher an die Öffentlichkeit getragen werden.

Ausgestaltung künftiger Maßnahmen

- Ein Schwerpunkt der Maßnahmen des IHKM sollte darauf gelegt werden, **Fördermittel des Bundes und des Landes durch Münchner Akteure abzurufen**, d.h., Bundes- und Landesmittel „nach München zu holen“. Dies gilt sowohl für die Stadtverwaltung selbst (die anteilige Finanzierung der Klimaschutzmanager ist dafür ein gutes Beispiel), als auch für Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Privatpersonen, Vereine u.a.
- **Maßnahmen**, die Sektoren oder Akteure der Stadtgesellschaft adressieren, **sollten stärker zielgruppenspezifisch gestaltet sein**. Dazu gehört auch, die spezifischen Bedürfnisse und Hemmnisse einer Zielgruppe zu kennen. Bei der Ausarbeitung und Konkretisierung der Maßnahmen sollte mit Vertretern der Zielgruppe und mit Marketingexperten zusammengearbeitet werden.
- Einzelne **Bestandteile und Maßnahmen des IHKM sollten stärker**, auch sektorübergreifend, **verzahnt werden**. Um die Wirkung, Bekanntheit und Akzeptanz von Maßnahmen zu erhöhen, ist es sinnvoll, Maßnahmen stärker aufeinander abzustimmen und aufeinander aufzubauen.

In den folgenden Kapiteln werden konkrete Maßnahmen zur Umsetzung vorgeschlagen, die geeignet sind, zur Erreichung ambitionierter städtischer Klimaziele bis zum Jahr 2030 beizutragen.

Die Betrachtungsweise nach Energieverbrauchssektoren wird beibehalten, da auch die Emissionsminderungsziele Sektor-spezifisch erarbeitet werden, und damit auch das Monitoring der Maßnahmen Sektor-spezifisch erfolgen muss. Es wird jeweils angegeben, welchem IHKM-Handlungsfeld die Maßnahmen zuzuordnen sind. In Kapitel 8.11 sind neben Bildungsmaßnahmen zusätzlich Maßnahmenvorschläge skizziert, die geeignet sind, Verhaltensänderungen in der Stadtgesellschaft hinsichtlich des Konsums, bis hin zur Suffizienz, herbeizuführen.

8.4. Übergreifende Maßnahmen

Die übergreifenden Maßnahmen dienen vorrangig der Motivation der Stadtgesellschaft und der besseren Operationalisierbarkeit der Klimaschutzstrategien und –maßnahmen der Stadt. Folgende sektorübergreifenden Maßnahmen werden empfohlen:

Tabelle 8-2: Übersicht über die sektor- und handlungsfeldübergreifenden Maßnahmen

Sü-1	Erweiterung der Leitlinie 10.2 – Klimawandel und Klimaschutz der <i>Perspektive München</i> um ein von der <u>Stadtgesellschaft beschlossenes Leitbild</u> zum Klimaschutz
Sü-2	Einrichtung eines Kompetenzzentrums Klimaschutz oder eine vergleichbaren Einrichtung
Sü-3	Beschluss eines Klimazieles für die Stadtverwaltung: „ <i>Klimaneutrale Stadtverwaltung bis zum Jahr 2040</i> “
Sü-4	Intensivierung der Einbindung der allgemeinen und der Fachöffentlichkeit in die Gestaltung der Klimaschutzpolitik der Stadt
Sü-5	Ausweitung der Öffentlichkeitsarbeit zu städtischen Klimaschutzaktivitäten

Sü – 1:

Erweiterung der Leitlinie 10.2 – Klimawandel und Klimaschutz der *Perspektive München* um ein von der Stadtgesellschaft beschlossenes Leitbild zum Klimaschutz

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

Übergreifend

b) Zielgruppe

Stadtgesellschaft: Unternehmen, Bürgerschaft, Verbände und Vereine, Hochschulen, Land, Stadtverwaltung und Politik

c) Kurzbeschreibung

- Erarbeitung eines *Leitbildes Klimaschutz* basierend auf den (noch zu beschließenden) Treibhausgasminderungszielen der Gesamtstadt für das Jahr 2050, in Anlehnung an die Leitlinie 10.2 des Münchner Stadtentwicklungskonzeptes *Perspektive München*.
- Das Ziel des Leitbildes ist die Motivation der gesamten Stadtgesellschaft; das Zielbild in Form der neuen THG-Minderungsziele wird gemeinsam beschlossen und es wird gemein-

sam an der Realisierung gearbeitet.

- Das Leitbild bietet die Möglichkeit, das Klimaschutzziel fortgesetzt zu kommunizieren und als Entscheidungsgrundlage heranzuziehen.
- Einen gemeinsamen *Leitlinienprozess* gab es bereits zur Erarbeitung der Leitlinie 10.2 – der Leitbild-Prozess sollte darauf aufbauen, bzw. daran anschließen.
- Ziel ist es, die Leitlinie zu konkretisieren, sektorspezifische Aspekte aufzunehmen bis hin zu den sektorspezifischen Minderungszielen und das Leitbild formell unter Einbeziehung aller gesellschaftlichen Akteure der Stadt, insbes. auch der Wirtschaft, der Hochschulen und der Bürgerschaft, zu beschließen.
- Das Leitbild soll auch den Energieverbrauchssektor Mobilität und Verkehr beinhalten.
- Verabschiedung/Unterzeichnung des erarbeiteten Klimaschutz-Leitbildes gemeinsam von Oberbürgermeister (Politik), Wirtschaft (Kammern, Großunternehmen, Wirtschaftsverbände), Hochschulen (Rektoren), Kirchen, Wohlfahrtsverbänden, dem Land Bayern, Umweltverbänden, weiteren Verbänden, anderen Akteuren.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Ein gemeinsames Klimaschutz-Leitbild der gesamten Stadtgesellschaft, zu dem sich alle Akteure öffentlichkeitswirksam bekennen, und welches auf höchster politischer Ebene unterstützt wird, bildet die Grundlage für strategische Entscheidungen und Investitionsentscheidungen aller Akteure. Es dient der Motivation aller Beteiligten, einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele zu leisten.

Die Leitlinie Klimawandel-Klimaschutz der *Perspektive München* liefert dazu erste Ansätze, ist jedoch nicht ausreichend. Das Münchner Stadtentwicklungskonzept *Perspektive München* bildet den Orientierungsrahmen für die zukünftige Stadtentwicklungspolitik der Stadt. Es bündelt derzeit acht Kernaussagen im Leitmotiv und vier strategische Leitlinien. Fachbezogene Zielaussagen sind in den 16 thematischen Leitlinien enthalten.

Während 14 der 17 Leitlinien primäre Aufgaben der Stadt(entwicklungs)politik und der Stadtverwaltung beschreiben (Beispiele Kooperation mit der Region, Sozialen Frieden sichern, zukunftsfähige Siedlungsstrukturen usw.), bedarf es für die Realisierung der Ziele in zwei der Leitlinien in allerhöchstem Maße das Engagement der gesamten Stadtgesellschaft. Dies trifft auf die Leitlinie Mobilität (7) und die Leitlinie Ökologie (10.1) und die Leitlinie Ökologie Teil Klimawandel und Klimaschutz (10.2) zu.

Ohne Bekenntnis der Stadtgesellschaft zu den genannten Zielen, ohne Berücksichtigung der Ziele in den Zukunftsstrategien der Unternehmen, Verbände und jedes Einzelnen, ohne Investitionen und Verhaltensänderungen aller Mitglieder der Stadtgesellschaft können die genannten Ziele nicht erreicht werden. Ein Klimaschutzleitbild zeigt den Akteuren der Stadtgesellschaft, welche Entwicklung erforderlich ist, um die Klimaziele zu erreichen.

Daher ist ein Bekenntnis der Stadtgesellschaft zu den Zielen der genannten Leitlinien erforderlich. Zuvor sollen die Ziele entsprechend der (neuen) Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 angepasst werden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

f) Umsetzungsakteure
PLAN (RGU)
g) Quelle der Maßnahme
Beteiligungs-WS „Wirtschaft“ am 24.11.2016 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut
h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung
i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung
j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)
k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens
l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung
Prozess zu langwierig und zu schwierig
m) Flankierende Instrumente
n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)
o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Sü – 2:

Einrichtung eines Kompetenzzentrums Klimaschutz

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

Übergreifend

b) Zielgruppe

Alle Akteure in Bereich Klimaschutz und Energie; Energieverbraucher im Stadtgebiet

c) Kurzbeschreibung

In München fehlt aus Sicht der Gutachter ein zentraler Akteur, der

- bestimmte Aufgaben im Rahmen der Klimaschutzpolitik und der Umsetzung der Klimastrategie bündelt. Zu diesen Aufgaben gehören zum Beispiel:
 - Koordinierung der Angebote der Vielzahl an Klimaschutzakteuren der Gesamtstadt
 - Übernahme der Rolle einer „Strategischen Denkfabrik auf kommunaler Ebene“, Ideengeber, Think tank und somit das Zusammenführen von vorhandenen Aktivitäten und Potenzialen
 - Kooperation mit der Wissenschaftslandschaft in der LH München, Anstoßen gemeinsamer Projekte, Einwerbung von Forschungsgeldern
 - Einwerbung von Projektmitteln des Bundes, Landes und der EU für innovative, zukunftsweisende Klimaschutzprojekte

- Vernetzung der Klimaschutzaktivitäten mit dem Umland, Vernetzung / Kooperation mit dem Landkreis
- Initiierung und Betrieb von Netzwerken inklusive Qualitätssicherung

Darüber hinaus ist

2. eine Erweiterung der Aktivitäten in konkreten fachlichen Themenfeldern notwendig. Zu diesen zählen zum Beispiel:

- unabhängige, herstellernerneutrale Information, Beratung von Endverbrauchern zu Energieeffizienz, Klimaschutz und Fördermittelverfügbarkeit
- Anlaufstelle für betrieblichen Klimaschutz
- Kompetenzaufbau bei Beratern, Planern, Handwerkern und Installateuren zu Themen des betrieblichen Klimaschutzes
- Entwicklung und Durchführung von Klimaschutzkampagnen, Aktionen und Veranstaltungen zum Thema Energieeffizienz und Klimaschutz, Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit
- Unterstützung und Beratung von Bürgerenergiegenossenschaften
- Initiierung und Begleitung von Energiespar-Contracting
- Umsetzung von technologischen Neuerungen und Innovationen bzw. Bereichen, die sich auf dem freien Markt noch nicht durchsetzen

Der Vorteil einer solchen Institution bzw. strategischen Einheit ist eine flexible und schnelle Arbeits- und Reaktionsmöglichkeit und die breitere Verankerung in der Gesellschaft durch aktive Einbeziehung verschiedener Akteure. Gerade die Kooperationen mit der Wirtschaft kann hierdurch verbessert werden. Aber auch Kooperationen und gemeinsame Projekte mit Universitäten, NGO und Interessensverbänden können durch diese Institution initiiert bzw. ausgebaut werden. Darüber hinaus können die Aufgaben für die zusätzlichen Arbeitsfelder der Klimaschutzstrategie in einer solchen Institution integriert werden.

Es gibt verschiedene Organisations- bzw. Geschäftsmodelle, die bei der Umsetzung der Maßnahme verfolgt werden können. Es sollte eine Grundsatzentscheidung darüber erfolgen, dass die genannten Aufgaben der Kooperation und Koordination und neuer Themenfelder wahrgenommen werden sollen.

Ob und wie die Einbindung relevanter gesamtstädtischer und regionaler Akteure erfolgen soll (z.B. über eine (g)GmbH oder einen Verein mit zahlreichen Gesellschaftern bzw. Mitgliedern), oder ob eine rein kommunale Einrichtung geschaffen werden soll (zum Beispiel die Einrichtung eines Kompetenzzentrums Klimaschutz analog zum Bauzentrum München als Bestandteil der städtischen Verwaltung oder Erweiterung des Bauzentrums in ein Bau- und Klimaschutzzentrum mit erweiterten Aufgaben), ist ebenfalls festzulegen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Finanzierung der koordinierenden Aufgaben aber auch von Maßnahmen der städtischen Klimaschutzstrategie durch die Hauptbeteiligten erfolgen muss. Eine zu starke und zu frühe Vorgabe der Finanzierung durch eigene Angebote auf dem freien Markt, sollte vermieden werden. Ein ähnliches Schicksal, wie es die Münchner Energieagentur (MEA) bzw. die Solarinitiative München (SIM) erlitten haben, sollte vermieden werden.

Die Ausstattung des Kompetenzzentrums muss qualitativ und quantitativ den Anforderungen entsprechen. Die Erfahrungen aus den Projekten MEA und SIM sollte genutzt werden. Die Schaffung von Doppelstrukturen muss vermieden werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Während der Bearbeitung des Fachgutachtens ist aus Sicht der Gutachter deutlich geworden, dass, obwohl in der LH München eine Vielzahl von Aktivitäten und Akteuren im Bereich des kommunalen Klimaschutzes vorhanden sind, ein zentraler Akteur für die oben genannten und zukünftig wichtigen Aufgabenfelder in der Stadt München derzeit fehlt. In den durchgeführten Workshops und in Gesprächen mit den unterschiedlichsten Teilnehmern und Experten wurde festgestellt, dass eine Koordination der Akteure und der Vielzahl der Angebote für Beratung, Förderung usw. notwendig ist, derzeit aber nicht vorhanden ist.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

f) Umsetzungsakteure

OB, RGU federführend mit wesentlichen Akteuren (Stadtwerke, Verband der bayrischen Wirtschaft (VbW), Landkreis, Kammern, NGO)

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Unterstützung, Beauftragung und Willen zur Umsetzung durch die Politik ist notwendig, aber fraglich

Vorschlag wird in **den verschiedenen Referaten** unterschiedlich bewertet, teils positiv, teils kritisch

es gab **bereits zwei erfolglose Versuche** der Gründung einer Energieagentur (MEA und SIM)

weitere umfassende Vorarbeiten unter Einbeziehung externer und interner Experten notwendig, z.B. zur Erarbeitung eines Geschäftsmodells

m) Flankierende Instrumente

n) Beispiele und Erfahrung aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Verein Klimapartner Oberrhein: Zusammenschluss relevanter Akteure für den Klimaschutz aus der Region mit dem Ziel, Nutzen für Wissenschaft, Wirtschaft und Kommunen zu erzeugen. Partner im Netzwerk sind innovative Mittelständler, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Kommunen. Der Verein unterstützt bei Forschung und Entwicklung, bei investiven Vorhaben oder beim Wissenstransfer. Initiator des Netzwerks war der regionale Energieversorger Badenova. <http://www.klimaschutz-oberrhein.de/>

Aktivitätsfelder der Berliner Energieagentur als Einrichtung des Landes Berlin:



Typologie – Aktivitätsfelder von Energieagenturen (1)

Informations- und Motivationsdienstleistungen	Unternehmerische Aktivitäten	Hoheitliche Aufgaben
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Beratung spezifischer Zielgruppen (Verbraucher, Politik etc.) ➤ öffentliche Sensibilisierungs- und Imagekampagnen ➤ Vorträge und Weiterbildungsmaßnahmen, Personal- und Organisationsentwicklung ➤ Vermittlungsdienste (z. B. in Bezug auf technische Berater, ESCOs, Finanzinstitutionen) ➤ Förderung innovativer energieeffizienter Technologien und Einsparmaßnahmen (z. B. durch Pilotprojekte) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Durchführung marktgerechter und wirtschaftlicher Beratungsdienstleistungen (z. B. Energieaudits, Versorgungskonzepte, Umsetzung von Finanzierungsmodellen) ➤ Tätigkeit als Energieversorger, inklusive Planung, Realisierung, Finanzierung und Betrieb innovativer Technologien (z. B. KWK- oder Solaranlagen) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ energiepolitische Planung und Normensetzung ➤ Konzeption, Umsetzung und Evaluierung von Programmen, Subventionen und F&E-Aktivitäten ➤ Koordinierung der Regierungsinitiativen zu Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien ➤ Genehmigungsverfahren und Vollstreckungspflichten
<ul style="list-style-type: none"> ➤ zu 100 % (Teil der öffentlichen Verwaltung) oder z. T. öffentlich finanziert (PPP) ➤ Dienstleistungen oft kostenlos oder gegen geringes Entgelt → Anschubfinanzierung lebensnotwendig 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ PPP, oft als GmbH ➤ Finanzierung über Beratungs- und Energiedienstleistungen ➤ Vorteile: mehr Finanzierungsmöglichkeiten, flexibleres Dienstleistungsangebot 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ zu 100 % öffentlich finanziert (ministerielle Abteilung oder Behörde) ➤ oft für Subventions- oder Forschungsprogramme zuständig

© Berliner Energieagentur GmbH

Energiekonsens - gemeinnützige Klimaschutzagentur für das Land Bremen

Versteht sich als Schaltstelle und Motor für Energieeffizienz- und Klimaschutz-Projekte. Berät, informiert und fördert. Qualifiziert Fachleute in der klima:akademie. www.energiekonsens.de

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Sü – 3:

Beschluss eines Klimazieles für die Stadtverwaltung: „Klimaneutrale Stadtverwaltung bis zum Jahr 2040“

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1, 2, 3, 6, 7, 8

b) Zielgruppe

Stadtverwaltung, Stadtgesellschaft

c) Kurzbeschreibung

Die städtische Verwaltung der Landeshauptstadt München setzt sich das Ziel, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu sein. Konkret bedeutet dies die Senkung der Treibhausgas-Emissionen der Stadtverwaltung um 95 % gegenüber 1990. Die Verwirklichung dieses Ziels wird konsequent verfolgt.

Dies soll in erster Linie durch die Einsparung von Energie, die effiziente Bereitstellung, Umwandlung, Nutzung und Speicherung von Energie sowie die Nutzung erneuerbarer Energien erreicht werden. Dafür erforderliche Maßnahmen müssen konsequent umgesetzt werden, wie zum Beispiel:

- Konsequente Weiterführung der energetischen Sanierungen im städtischen Gebäudebestand, Erhöhung der Sanierungsraten
- Erreichen hoher energetischer Standards (Niedrigstenergie- oder Plusenergiegebäude, Passivhausstandard) durch Bestandsanierung und hohe Neubaustandards
- Einsatz erneuerbarer Energien im städtischen Gebäudebestand
- (Weiterführung der) Anschaffung energieeffizienter und langlebiger Büro- und Kommunikations- sowie Beleuchtungstechnik
- Motivation der Mitarbeiter zu energieeffizientem Verhalten am Arbeitsplatz durch entsprechende Projekte und Kampagnen
- Umstellung des städtischen Fuhrparks auf Fahrzeuge mit geringen Emissionen und innovativen Antriebstechnologien (geringmotorisierte Fahrzeuge, Hybridfahrzeuge, Elektrofahrzeuge, Fahrräder, Elektrofahrräder und –roller)
- Reduktion der Dienstfahrten mit Kraftfahrzeugen durch verstärkte Nutzung des ÖPNV oder von Video- und Telefonkonferenzen

Empfohlen wird die Erarbeitung einer konkreten Umsetzungsstrategie im Rahmen des IHKM für jedes Referat, wobei die büroarbeitsplatzbezogenen Maßnahmen für jedes Referat gleich sein könnten.

Die Stadtverwaltung berichtet über die durchgeführten Maßnahmen und den Stand der THG-Emissionen dazu auf der Basis der bereits regelmäßig erstellten CO₂-Bilanzen jährlich dem Stadtrat.

<p>d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse</p> <p>Die von der Politik beschlossenen Klimaschutzziele (bisher nur für 2030, zukünftig auch für 2050) für die Gesamtstadt erfordern Anstrengungen, Investitionen, Verhaltensänderungen aller Mitglieder der Stadtgesellschaft. Die Stadt fordert von ihren Bürgerinnen und Bürgern sowie von ihren Unternehmen Engagement für den Klimaschutz und die Energiewende ein, deshalb muss die Stadtverwaltung mit gutem Beispiel und besonders ambitionierten Zielen vorangehen.</p>
<p>e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme</p>
<p>f) Umsetzungsakteure</p> <p>RGU als Initiator, alle Referate</p>
<p>g) Quelle der Maßnahme</p> <p>Öko-Institut</p>
<p>h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung</p>
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Erstellung der referatsspezifischen Umsetzungsstrategien, entsprechende Minderung der THG-Emissionen der Stadtverwaltung</p>

Sü – 4:

Intensivierung der Einbindung der allgemeinen und der Fachöffentlichkeit in die Gestaltung der Klimaschutzpolitik der Stadt

<p>a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe /direkte oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik</p> <p>alle</p>
<p>b) Zielgruppe</p> <p>Stadtverwaltung, Stadtgesellschaft</p>
<p>c) Kurzbeschreibung</p> <p>Implementierung von Strukturen, die einen gesellschaftlichen Dialog und die Einbindung der gesellschaftlichen Akteure in die Klimaschutzpolitik der Stadt ermöglichen, z.B.:</p>

- Etablierung von regelmäßigen, sektorspezifischen „Klimaschutzforen“ zur Einbindung der institutionellen Fachöffentlichkeit (Universitäten, Forschungseinrichtungen, Unternehmen mit entsprechender Expertise, Kirche, Verbände und Vereine), sowie die
- Etablierung eines regelmäßigen städtischen „Bürger-Klimaschutz-Dialogs“ zur Einbeziehung der Fachöffentlichkeit zu Themen wie Suffizienz, Effizienz, Mobilität etc.,
- Schaffung einer Möglichkeit für die Bürgerinnen und Bürger, sich mit Vorschlägen und Ideen online in die Erarbeitung von Klimaschutzdetailkonzepten, des IHKM oder des KSAP einzubringen.
- Einbindung entsprechender bereits bestehender Angebote, zum Beispiel des Bauzentrums

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

In der fortlaufenden Einbindung der institutionellen Expertise in München, wie Universitäten, Kammern und Forschungseinrichtungen und der engagierten und zur Mitarbeit bereiten Fachöffentlichkeit aus der Bürgerschaft liegt eine Chance sowohl für die erfolgreiche Weiterentwicklung der städtischen Klimaschutzstrategie als auch für die Erhöhung der Akzeptanz der implementierten Maßnahmen. Um die Energiewende und den Klimaschutz erfolgreich voranzubringen braucht es neben einer grundlegenden Umgestaltung unserer Energieversorgung und der Reduzierung des Energieverbrauchs vor allem die Akzeptanz in der Bürgerschaft und die Unterstützung aller gesellschaftlichen Akteure.

Für die Einwohnerinnen und Einwohner der Stadt München soll eine angemessene Beteiligung an den wesentlichen fachlichen Planungs- und Entwicklungsprozessen ermöglicht werden. Die Bürgerinnen und Bürger mit ihren Werthaltungen und Präferenzen sollen am politischen Prozess der Entscheidungsbildung teilhaben. Gemeinsam sollen gesellschaftliche Debatten, auch zu Themen wie Konsum und Suffizienz, geführt werden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

f) Umsetzungsakteure

RGU, neues „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ (Sü 2)

g) Quelle der Maßnahme

Experteninterviews im Rahmen des Fachgutachtens, Maßnahmen-WS am 24.11.2015, Weiterentwicklung Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

m) Flankierende Instrumente

Sü 2: Einrichtung eines Kompetenzzentrums Klimaschutz (als möglicher Träger der Maßnahme)

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Beispiel: Erstellung des regionalen Energiekonzepts FrankfurtRheinMain unter Beteiligung regionaler Experten:

Bis September 2015 haben regionale Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Verwaltung ihr Fachwissen und Engagement für ein Gelingen der regionalen Energiewende eingebracht. Sie diskutierten in fünf Strategiegruppen zu den wesentlichen Handlungsfeldern der Energiewende: „Energie“, „Mobilität“, „Gebäude- und Siedlung“, „Wirtschaft“ sowie „Wertschöpfung“. In einem moderierten Verfahren werden gemeinsame Ziele und Erfordernisse diskutiert und zusammengetragen. Die Ergebnisse werden dokumentiert und fließen dann in das Regionale Energiekonzept FrankfurtRheinMain ein. Quelle: <http://www.energiewende-frankfurtrheinmain.de/home/>

Dialogprozess zum Klimaschutzplan des Bundesministeriums für Umwelt und Bauen: <http://www.klimaschutzplan2050.de/>

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Sü – 5:

Ausweitung der Öffentlichkeitsarbeit zu städtischen Klimaschutzaktivitäten

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

alle

b) Zielgruppe

Fachöffentlichkeit, Bürgerinnen und Bürger

c) Kurzbeschreibung

Städtische Klimaschutzaktivitäten sollten besser vermarktet werden. Denkbar sind

- Ausbau der Informationen auf dem Internetauftritt der Stadt
- Plakataktionen im Stadtgebiet, Nutzung von Straßenbahnen und Bussen als Werbeträger
- Ausbau redaktioneller Beiträge in Zeitungen und Zeitschriften

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

In den Interviews im Rahmen des Fachgutsachtens, und auch während der beiden Beteiligungsworkshops wurde eine Verbesserung der Öffentlichkeitsarbeit zur städtischen Klimaschutzpolitik angemahnt. Dem Grundsatz „Tue Gutes und rede darüber“ würde bisher nicht ausreichend Rechnung getragen.

Eine breitere Vermarktung der Projekte und Erfolge der städtischen Klimaschutzpolitik fördert Nachahmungseffekte und das Engagement der Stadtgesellschaft. Es erhöht die Akzeptanz für Klimaschutzanstrengungen der Stadt und das Ansehen der Stadt Münchens bezüglich des Klimaschutzes lokal, regional und überregional.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

f) Umsetzungsakteure RGU, neues „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ (Sü 2)
g) Quelle der Maßnahme Experteninterviews im Rahmen des Fachgutachtens, durchgeführte Workshops, Weiterentwicklung Öko-Institut
h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung
i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung
j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)
k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens
l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung
m) Flankierende Instrumente Sü 2: Einrichtung eines Kompetenzzentrums Klimaschutz (als möglicher Träger der Maßnahme)
n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)
o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität Anzahl an Aktivitäten zur Öffentlichkeitsarbeit, Anzahl erreichter Menschen, Bekanntheitsgrad der Münchner Klimaschutzmaßnahmen in der Bevölkerung

8.5. Energieverbrauch Privater Haushalte

(Fällt unter die IHKM-Handlungsfelder 1 und 8.)

Dem Sektor Private Haushalte ist der direkte Energieverbrauch aus dem Wohnen (Heizwärme und Warmwasserbereitung) und dem Stromverbrauch für elektrische Geräte und das Kochen zugeordnet. In diesem Kapitel werden Maßnahmen, die den Gebäudesektor adressieren, beschrieben, auch wenn sie auch für Nichtwohngebäude anwendbar sind.

Maßnahmen, die Emissionen und den Energieverbrauch für die Ernährung und den Konsum von Konsumgütern adressieren, sind in Kapitel 8.11 dargestellt.

Für die Erarbeitung der Maßnahmen werden zwei Grundsätze empfohlen:

- (A) Energetische Sanierungen forcieren
- (B) Fokus auf Quartiere bzw. Nachbarschaften bei der Energieversorgung, Gebäudesanierung und bei Nachbarschaftsprojekten

Der Quartiersfokus wirkt identifikationsstiftend. Die Einwohner eines Quartiers können gemeinsam eher erreicht werden, da Menschen sich lieber in ihrem Quartier engagieren. Vorbildwirkung und Nachahmungseffekte führen zu einer größeren Wirkung der Maßnahmen. Verschiedene Maßnahmen werden innerhalb der Stadtsanierung in einem begrenzten Rahmen bereits erprobt und können auf neue Sanierungsgebiete übertragen werden, oder auch auf die Gesamtstadt.

Bei gebäudeübergreifenden Sanierungsprojekten und gemeinsamen Energieversorgungskonzepten können ggf. Kosteneffekte erzielt werden.

Der Fokus auf Quartiere spiegelt sich in folgenden Maßnahmen:

- Durchführung systematischer Sanierungsoffensiven in Bestandsquartieren
- Quartiersspezifische Sanierungsförderung im FES
- Durchführung von quartiersbezogenen *Energiekarawanen* (Sanierungskampagnen)
- Ausweitung des Gebäudemodernisierungsschecks auf die gesamte Stadt (derzeit nur Anwendung und Förderung in den Sanierungsgebieten)

Tabelle 8-3: Übersicht über die Maßnahmen im Sektor Private Haushalte

PH-1	Energetische Bestandssanierung im Wohnungsbestand der städtischen Wohnungsunternehmen
PH-2	Maßnahmenpaket zur Reduzierung des Energieverbrauchs der Mieter der städtischen Wohnungsunternehmen
PH-3	Umsetzung hoher energetischer Standards in Neubaugebieten und Realisierung von Vorbildprojekten auf städtischem Grund
PH-4	Dokumentation von Münchner Best-Practice-Beispielen bei Gebäudesanierung und Neubau in Kombination mit der Auslobung eines städtischen Green-Building-Preises
PH-5	Durchführung systematischer Sanierungsoffensiven in Bestandsquartieren
PH-6	Erarbeitung einer Dekarbonisierungsstrategie für die Wärmeversorgung für Gebiete außerhalb der Fernwärmegebiete
PH-7	Weiterentwicklung des FES
PH-8	Einrichtung einer Anlaufstelle zur Optimierung der Wohnraumgröße
PH-9	Sanierungsbegleitung für Wohnungseigentümergeinschaften (WEG)

Tabelle 8-4: Maßnahmenvorschläge im Sektor Private Haushalte mit adressierten Umsetzungspfaden

	UP 1: Ambitionierte Neubaustandards	UP 2: Erhöhung d. energetischen Sanierungsrate	UP 3: Erhöhung d. energetischen Sanierungstiefe	UP 4: Beschleunigung d. Modernisierung d. Heizungstechnik	UP 5: Qualitätssicherung d. Sanierungsmaßnahmen	UP 6: Technologisches „capacity building“ in Handwerksbetrieben u. d. Wirtschaft	UP 7: Marktdurchdringung erneuerbarer Heizungstechnologien	UP 8: Innovative Technologien für Sanierung u. Energieversorgung	UP 9: Stromeffizienz in Privathaushalten	UP 10: Verhaltensänderungen bzgl. Wärme- u. Stromverbrauch	UP 11: soziale Stadt	UP 12: Minderung d. Pro-Kopf—Wohnfläche
PH – 1		x	x		x			x				
PH – 2		x	x	x	x			x	x	x		
PH – 3	x											
PH – 4	x	x	x	x		x						
PH – 5		x	x	x	x	x			x			
PH – 6				x			x	x				
PH – 7	x	x	x	x	x		x	x	x			
PH – 8										x	x	x
PH – 9		x	x	x	x				x			

PH – 1:**Energetische Bestandssanierung im Wohnungsbestand der städtischen Wohnungsunternehmen****a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik**

AG 1 / direkter Einfluss, da städtische Gesellschaft

b) Zielgruppe

GWG und GEWOFAG

c) Kurzbeschreibung

Die städtischen Wohnungsunternehmen intensivieren ihre Aktivitäten bei der energetischen Bestandssanierung und erhöhen ihre Sanierungsrate deutlich, notwendig ist eine Rate von mindestens 2 % jährlich. Der einzuhaltende energetische Standard nach der Sanierung sollte KfW-70 erreichen oder besser. Für die Umsetzung der Sanierungen sollen Fördermittel des Bundes akquiriert werden.

Die städtischen Wohnungsunternehmen berichten dem Stadtrat jährlich umfassend über ihre Klimaschutz- und Sanierungsanstrengungen unter Angabe der wichtigsten Kennziffern (erreichte Sanierungsrate, erreichte energetische Standards, durchschnittliche spezifische und absolute Energieeinsparung, Kosten, Mietpreisentwicklung). Die Stadtverwaltung sollte hierfür das Format vorgeben, so dass alle Unternehmen die Kennziffern (z.B. Sanierungsrate) konsistent berechnen (Bisher unterscheiden sich die Energieberichte der GWG und Gewofag beispielsweise hinsichtlich der Berechnung des spezifischen Endenergieverbrauchs (Bezug A_N oder Wohnfläche), so dass der Gewofag Bestand auf den ersten Blick deutlich besser abschneidet als der GWG Bestand. Auf den zweiten Blick tut er dies auch noch, allerdings weniger stark ausgeprägt. .

d) Begründung der Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die städtischen Wohnungsbaugesellschaften mit ihrem großen Wohnungsbestand sind wesentliche Akteure bei der Reduzierung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte. Gleichzeitig unterliegen sie als städtische Beteiligungsgesellschaften dem direkten Einfluss der Kommunalpolitik und sollten sich in besonderem Maße für die Erreichung des städtischen Klimaziels engagieren. Über die Vorbildwirkung städtischer Akteure können darüber hinaus zusätzliche positive Effekte für den Klimaschutz generiert werden. Umgerechnet auf die Wohnfläche liegt der durchschnittliche Bestandsverbrauch bei der Gewofag bei 138,4 kWh/(m²a) und bei der GWG bei 184,6 kWh/(m²a) im Jahr 2014 (vgl. GEWOFAG (2016a) und (GWG (2015))). Nach Jahnke und Jank (2016) liegt der spezifische Verbrauch bei Gebäude zwischen 251 und 1000 m² Wohnfläche im Jahr 2014 bei 147,6 kWh/(m²a) und bei Gebäuden mit mehr als 1000 m² Wohnfläche bei 114,6 kWh/(m²a). Hieraus lässt sich vor allem bei der GWG ein höherer Sanierungsbedarf ableiten.

Die energetische Bestandssanierung ist gegenüber dem Neubau in den Wohnungsbaugesellschaften jedoch in den Hintergrund getreten.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig

Technische Lebensdauer: je nach umgesetzter Maßnahme 20 bis über 40 Jahre

<p>f) Umsetzungsakteure</p> <p>GWG, GEWOFAG, PLAN HA III/2</p>
<p>g) Quelle der Maßnahme</p> <p>RGU, Öko-Institut</p>
<p>h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung</p> <p>Abstimmung der Maßnahmen und Konkretisierung gemeinsam mit den Wohnungsunternehmen,</p>
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p> <p>Ausgehend von einer Steigerung der Sanierungsrate um absolut 1 % bezogen auf den Gebäudebestand der GWG und Gewofag und mit einer hinterlegten Energieträgerverteilung der beiden Wohnungsbaugesellschaften aus dem Jahr 2014 sowie der Annahme, dass eine durchschnittliche Sanierung eine Endenergieeinsparung von 70 kWh/(m²a) erreicht, ergeben sich durch diese Maßnahme Emissionseinsparungen von gut 6.900 t CO₂-Äq. im Jahr 2030.</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p> <p>Mittel; evtl. Schaffung zusätzlicher Stellen zur Koordinierung und Mietereinbeziehung</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p> <p>Den Kosten der Maßnahmen stehen Energiekosteneinsparungen und Beschäftigungseffekte gegenüber.</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p> <p>Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Umsetzung müssen bereitgestellt werden</p> <p>Grundsanierungen erfordern einen Umzug/Auszug der Mieter</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p> <p>Umstellung auf Heizungssysteme mit niedriger Vorlauftemperatur (siehe FES Förderung, PH-7); Abschaffung von elektrischen Widerstandsheizungen</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Erreichte Sanierungsrate und Sanierungstiefe, Verbrauchsmessungen in den betroffenen Gebäuden zur Feststellung der Sanierungswirkung</p>

PH – 2:

Maßnahmenpaket zur Reduzierung des Energieverbrauchs der Mieter der städtischen Wohnungsunternehmen

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1 / direkter Einfluss

b) Zielgruppe

Mieter der GWG und GEWOFAG

c) Kurzbeschreibung

Die städtischen Wohnungsunternehmen implementieren ein Maßnahmenpaket, welches darauf abzielt, insbesondere durch Information und Motivation und daraus resultierende Verhaltensänderungen den Energieverbrauch der Mieter zu reduzieren. Das Maßnahmenpaket besteht aus den folgenden Bestandteilen:

Maßnahmen mit dem Ziel der Verhaltensänderung der Mieter:

- Etablierung von „Energiebeauftragten“ im Mietgeschosswohnungsbau mit folgenden Aufgaben: Information der Mieter zum energiesparenden Verhalten, Erläuterungen der Heizkostenabrechnung, monatliches Ablesen des Heizenergieverbrauchs. Der Energiebeauftragte sollte aus den Reihen der Mieter gewählt werden und erhält ein Entgelt und eine Schulung durch die Wohnungsbaugesellschaft. Außerdem werden Vernetzungstreffen zum Erfahrungsaustausch der Energiebeauftragten durchgeführt.
- Anreize für Hausgemeinschaften zum Energiesparen, z.B. Gewinne von Geld für Grillparties für alle Hausgemeinschaften, die Strom-/Heizenergieverbrauch um x % im Jahr senken, in Zusammenhang mit der Maßnahme „Energiebeauftragte im Mietgeschosswohnungsbau“. Die Energiebeauftragten könnten die jährlichen Verbrauchswerte an eine Wettbewerbsorganisation melden.
- Monatliche Verbrauchsinformation zum Heizenergieverbrauch für Mieter (vgl. Keimeyer et al. (2015)).

Investive und geringinvestive Maßnahmen in den Wohnungen:

- Ersatz aller Nachtspeicherheizungen im Bestand der Wohnungsunternehmen (laut Energieberichten beträfe dies bei der GWG 40 rein mit Nachtspeicherheizungen ausgestattete Wohnungen plus Wohnungen mit Heizungs-Mischformen (GWG 2015) und bei der Gewofag noch rund 8 % des Gesamtbestands aus 2014 mit einer Gesamtgebäudenutzfläche von 168.698 m² (GEWOFAG 2016a))
- Ersatz alter thermostatischer Regelventile an den Heizkörpern durch intelligente Thermostatventile mit Fensterkontakten
- Installation wassersparender Armaturen zur Reduktion des Warmwasserverbrauchs
- Installation von Wärmemengenzählern

Die städtischen Wohnungsunternehmen berichten dem Stadtrat jährlich umfassend über ihre Klimaschutz- und Sanierungsanstrengungen unter Angabe der wichtigsten Kennziffern (Anzahl ein-

gesetzter Energiebeauftragter, Anzahl ausgetauschter Thermostatventile, erreichte Sanierungsrate, erreichte energetische Standards, durchschnittliche spezifische und absolute Energieeinsparung, Kosten, Mietpreisentwicklung)

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Maßnahmen mit Ziel der Verhaltensänderung:

Allein mit baulichen und technischen Effizienzmaßnahmen sind die ambitionierten Emissionsminderungsziele im Gebäudebestand nicht erreichbar. Sie müssen kombiniert und unterstützt werden durch eine Änderung des Verhaltens der Nutzer, bis hin zur Suffizienz und zur Minimierung von Rebound-Effekten nach einer energetischen Sanierung. „Energiebeauftragte“ und Energieverbrauchsreduzierungsmaßnahmen können dazu einen Beitrag leisten.

Eine aktuelle Studie belegt, dass die Weiterentwicklung der Heizkostenabrechnung zu einem informativeren und transparenteren Instrument dazu beitragen könnte, den Energieverbrauch für Raumwärme und Warmwasser und damit die CO₂-Emissionen von Wohngebäuden weiter zu reduzieren (Keimeyer et al. 2015). Dabei wäre eine entsprechende Umstellung der Heizkostenabrechnung wirtschaftlich, wenn die dafür entstehenden Kosten den Energieeinsparungen gegengerechnet werden. Für diese Maßnahme heißt das, dass die Wohnungsbaugesellschaften (evtl. über die Energiebeauftragten) den Mietern monatliche Heizkostenaufstellungen zukommen lassen, welche transparent den Raumwärme und Warmwasserverbrauch ausweisen.

Investive und geringinvestive Maßnahmen in den Wohnungen:

- Ersatz aller Nachtspeicherheizungen im Bestand der Wohnungsunternehmen

Nachtspeicherheizungen (NSH) sind auf Grund ihrer Ineffizienz und des hohen Energieverbrauchs seit langem in der Kritik (z.B. IZES und BEI 2007).

„Einige Experten sehen in der Konvergenz des Strom- und des Wärmesystems eine Möglichkeit zur optimierten Nutzung der erneuerbaren Energien. Sie argumentieren, dass elektrische Widerstandsheizungen die Wärmenachfrage bevorzugt zu Zeiten mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien (EE) im Stromsystem bedienen könnten. Der Nutzen dieser Option für das Gesamtsystem der Stromversorgung hängt jedoch davon ab, wie hoch der Anteil Erneuerbarer im Stromsystem insgesamt ist, auf welche Technologien zur Wärmeerzeugung zurückgegriffen wird und wie systemdienlich diese Technologien betrieben werden können.“

Aus der Klimaschutzperspektive ist es mehr als kritisch, die NSH aufgrund ihres Flexibilisierungspotenzials länger in Betrieb zu belassen. Dies gilt insbesondere dann, wenn Investitionen in die Flexibilisierung der NSH eine längere Nutzungsdauer dieser Technologie bewirken. Vielmehr sollte in eine Substitution der NSH investiert werden. Die heutige Abregelung von Erneuerbaren Energien, die flexible Speichertechnologien erforderlich machen, ist in erster Linie auf lokale Netzengpässe zurückzuführen. Um eine netzbedingte Abregelung von EE zu reduzieren, müssten flexible NSH in den von der Abregelung betroffenen Netzgebieten eingesetzt werden. Ein Vergleich zwischen diesen Netzgebieten und der Verteilung der NSH zeigt jedoch bislang keine Übereinstimmung: Gerade in Regionen mit einer hohen Dichte an NSH treten bislang keine nennenswerten Netzengpässe auf. Der Nutzen einer Flexibilisierung von Widerstandsheizungen ist also auch diesbezüglich zweifelhaft.“ (aus: Heinemann et al. 2014)

- Ersatz alter thermostatischer Regelventile an den Heizkörpern durch intelligente Thermostatventile mit Fensterkontakten

In verschiedenen Studien wurden die Einsparpotenziale durch den Einsatz intelligenter Thermos-

tatventile belegt (z.B. Seifert et al. 2011). Nach noch unveröffentlichten Ergebnissen eines Forschungsprojekts der GEWOFAG wird zudem belegt, dass die Kombination intelligenter Thermostatventile mit Fensterkontakten darüber hinaus ein sogar noch höheres Einsparpotenzial bedeutet, bei im Vergleich mit anderen Maßnahmen geringen Kosten.

- Installation wassersparender Armaturen zur Reduktion des Warmwasserverbrauchs

Der Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung beträgt bei einem täglichen Durchschnittsverbrauch von ca. 45 Litern etwa 1.000 kWh/a pro Kopf. Eine Verringerung des Warmwasserverbrauchs führt zu einer direkten Verringerung des Energiebedarfs und der Emissionen.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig

Technische Lebensdauer: dauerhaft bei entsprechender Umsetzung (Motivation Mieter), 20 bis 30 Jahre (Austausch Nachtspeicheröfen, abhängig von gewähltem neuen Heizungssystems)

f) Umsetzungsakteure

GWG, GEWOFAG

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut, Workshop im Rahmen des Fachgutachtens, Studie zum Forschungsprojekt Riem (GEWOFAG 2016b)

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Abstimmung der Maßnahmen und Konkretisierung gemeinsam mit den Wohnungsunternehmen

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung –

Die relativen Minderungen können bei Verfügbarkeit entsprechender Ausgangsdaten umgerechnet werden in absolute Potenziale.

Maßnahmen zur Verhaltensänderung

- Reduktion des Energieverbrauchs und der Emissionen allein bei Absenkung der Raumtemperatur um 1°C um 6 %⁴¹
- *Monatliche detaillierte Verbrauchsinformation zum Heizenergieverbrauch*: 3-6 % des Heizenergieverbrauchs pro Jahr (Investive und geringinvestive Maßnahmen)
- *Austausch Nachtspeicherheizung*: 9.940 t CO₂ pro Jahr

Annahme: 2.500 ausgetauschte Nachtspeicherheizungen und Ersatz zu 91 % durch Erdgasheizung und zu 9 % durch Wärmepumpen.

- *Verringerung des Warmwasserverbrauchs*: 1.400 bis 2.800 t CO₂ pro Jahr

Annahme: 120.000 Mieter der städtischen Wohnungsunternehmen reduzieren ihren Warmwasserverbrauch von 45 l/Tag pro Kopf auf 43 l/Tag pro Kopf bzw. auf 41 l/Tag pro Kopf.

⁴¹ „6%-Regel“ besagt, dass die Absenkung der Temperatur um ein Grad 6% Energie spart, im Gegenzug bei Anhebung der Temperatur um ein Grad etwa 6% mehr Energie verbraucht wird; belegt unter anderem in Becker und Knoll 2011

- *Ersatz alter thermostatischer Regelventile an den Heizkörpern durch intelligente Thermostatventile mit Fensterkontakten*

Das relative Einsparpotenzial einer Erneuerung der Thermostatventile beträgt etwa 7 % (bis etwa 20 %⁴²) der Heizenergie pro Jahr (Seifert et al. 2011).

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Mittel bis hoch

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Den Kosten der Maßnahmen stehen Energiekosteneinsparungen und Beschäftigungseffekte gegenüber.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Umsetzungsbarrieren aufgrund mangelnder Unterstützung durch die Politik, fehlende finanzielle Spielräume der Wohnungsunternehmen

m) Flankierende Instrumente

Möglicherweise Bezuschussung durch das FES

n) Beispiel und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Art und Anzahl der umgesetzten Maßnahmen, der gesparten Energie und geminderten Emissionen

PH – 3:

Umsetzung hoher energetischer Standards in Neubaugebieten und Realisierung von Vorbildprojekten auf städtischem Grund

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1

b) Zielgruppe

GWG, GEWOFAG, Wohnungsunternehmen, Entwicklungsgesellschaften, LH München

c) Kurzbeschreibung

Die Maßnahme sieht vor, bei zu errichtenden Gebäuden in Neubaugebieten ambitionierte energetische Standards festzusetzen. Diese sollen mindestens den KfW-55 Standard erreichen (bezogen auf die EnEV 2009) und somit eine Vorreiterrolle beim Klimaschutz übernehmen. Auf städtischem Grund sollen Vorbildprojekte realisiert werden, die schon heute unter den gesetzlichen Vorschriften für Neubauten liegen (z.B. Plusenergiehaus).

⁴² Aussage Gewofag bei RGU Workshops im Rahmen des Fachgutachtens

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die Dekarbonisierung des Gebäudebestands muss sowohl über Bestandssanierungen als auch hohe Neubaustandards sowie den Einsatz erneuerbarer Energieträger erreicht werden. Im Neubaubereich sind hohe energetische Standards vergleichsweise günstig zu realisieren und gerade in Neubaugebieten kann ein effizienter Quartiersansatz in Bezug auf die Wärmebereitstellung erfolgen. Daher sind hohe energetische Standards in diesen Gebieten unabdingbar, um die Klimaschutzziele langfristig erreichen zu können.

Im Jahre 2050 werden vermutlich 20-30 % der dann existierenden Gebäude zwischen 2016 und 2050 gebaut worden sein. Typischerweise werden diese Gebäude bis 2050 keinen vollen Sanierungszyklus mehr durchlaufen. Werden also nicht schon heute ambitionierte Standards festgelegt, so führen zu niedrige Standards zu einem „lock-in“ Effekt eines schlechteren energetischen Zustands der Neubauten. Gerade vor dem Hintergrund, dass im Bestand die Einsparpotenziale schwerer zu heben sind, steht der Neubau besonders in der Pflicht.

Gerade auf städtischem Grund hat die LH München die Möglichkeit Vorbildprojekte zu realisieren bzw. realisieren zu lassen, indem entsprechend hohe energetische Neubaustandards vorgeschrieben werden. Solche Vorbildprojekte haben das Potenzial eine Multiplikatorwirkung zu entfalten und dadurch auf weitere Bauvorhaben auszustrahlen.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig

Technische Lebensdauer: 40 Jahre

f) Umsetzungsakteure

RGU, PLAN, evtl. BAU

g) Quelle der Maßnahme

RGU, Öko-Institut, AG 1 IHKM

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Ausarbeitung einer Beschlussvorlage für den Stadtrat

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Deutschlandweit erbrächte die Einführung des KfW-40 Standards für Neubauten eine Einsparung bis 2030 von 0,42 Mio. t CO₂. Auf München heruntergebrochen ergibt dies einen Wert von rund 7.000 t CO₂, die im Jahr 2030 eingespart würden. Würde darüber hinaus ab 2030 ein Nullenergie-Standard im Neubau gelten, so würden im Jahr 2050 insgesamt weitere 85.000 t CO₂ eingespart werden. (Der Referenzwert ist jeweils ein Neubaustandard auf Basis des KfW-55 Standards)

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Personal abdeckbar über die beteiligten Referate; für den städtischen Haushalt, Beteiligungsgesellschaften, private Wohnungsbauunternehmen sowie Bauherren würden zusätzliche Kosten anfallen.

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Den höheren Investitionskosten stehen eine erhöhte Tätigkeit im Baugewerbe sowie zusätzlich eingesparte Energiekosten über die Lebensdauer der Gebäude gegenüber.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: zusätzliche Mittel für die Umsetzung müssen bereitgestellt werden

m) Flankierende Instrumente

Planungsinstrument „Städtebaulicher Vertrag“ (SE-1)

Schulung der Bewohner im Umgang mit energetisch sehr effizienten Gebäuden (Lüftungstechnik, Gebäudeautomatisierung)

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Verbrauchsmessungen in den Neubauten

PH – 4:

Dokumentation von Münchner Best-Practice-Beispielen bei Gebäudesanierung und Neubau in Kombination mit der Auslobung eines städtischen Green-Building-Preises

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 8

b) Zielgruppe

Fachöffentlichkeit, interessierte Bürgerinnen und Bürger, Bauherren

c) Kurzbeschreibung

Besonders vorbildliche und energieeffiziente Bestandssanierungen und Neubauvorhaben werden auf dem städtischen Internetauftritt dokumentiert und in den Klimaschutzstadtplan integriert. Die Projekte sollten mindestens den Vorgaben des Münchner Qualitätsstandard entsprechen.

Alle drei Jahre wird ein städtischer „Green-Building-Preis“ für besonders vorbildliche Projekte ausgelobt und vergeben.

Darüber hinaus werden – wo dies möglich ist – Besichtigungen der ausgezeichneten Objekte angeboten.

Projekte könnten im Klimaschutzstadtplan veröffentlicht werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Um eine erhöhte Sichtbarkeit umgesetzter Best-Practice Beispiele sowohl im Neubau als auch im sanierten Gebäudebestand zu erreichen und zu zeigen, was heute schon bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen im Gebäudebereich möglich ist, verfolgt diese Maßnahme die gezielte Dokumentation ebensolcher. Eine erhöhte Sichtbarkeit dient der Wissensweitergabe und führt idealerweise zur Nachahmung (Multiplikatorwirkung).

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig durch KSAP möglich

Technische Lebensdauer: -

f) Umsetzungsakteure

RGU, PLAN, BAU, städt. Wohnungsunternehmen, Bauzentrum

g) Quelle der Maßnahme

RGU, Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Erstellen einer Datenbank, Entwicklung von Parametern, die hierin aufgenommen werden sollen
- Definition von Kriterien, die die Aufnahme eines Objekts in die Datenbank erlauben
- Darstellung/Veröffentlichung der Objekte auf der RGU Webseite (Schnittstelle zum Bauzentrum)
- Ausschreibung und Organisation des Green-Building Preises inkl. Begutachtung und Preisverleihung
- Organisation von Besichtigungen
- Betreuung/Pflege der Datenbank

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Nicht quantifizierbar

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Mittel; durch schon existierende Stellen in RGU, BAU, PLAN und städtischen Wohnungsbau-gesellschaften machbar

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Kein direkter ökonomischer Nutzen; ein indirekter Nutzen entsteht durch Nachahmung und die eventuell beschleunigte Umsetzung in anderen Objekten

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Umsetzung müssen bereitgestellt werden

m) Flankierende Instrumente

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anzahl Aufrufe auf Webseite, Teilnehmerzahlen bei Bewerbungen um den Green-Building Preis, Teilnehmerzahlen bei Besichtigungen

PH – 5:

Durchführung systematischer Sanierungsoffensiven in Bestandsquartieren

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1 / AG 2 / indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

Gebäude- und Wohnungseigentümer

c) Kurzbeschreibung

Sanierungsoffensiven oder „Energiekarawanen“ in Bestandsquartieren dienen der öffentlichkeitswirksamen, ressourceneffizienten und gezielten Informationsbereitstellung und Förderung bestimmter Stadtteile sowie bestimmter Zielgruppen darin (z.B. Besitzer von Ein-/Zweifamilienhäusern). So könnte München anhand des Sanierungsbedarfs der verschiedenen Stadtteile eine Dringlichkeitsliste erstellen (Auswahl anhand der Prioritätenlisten aus dem ENP siehe SE-2) und gezielt in den jeweils beschlossenen Stadtsanierungsgebieten (siehe IHKM-Maßnahmen 2.2.3 „Energetischer Stadtumbau im Rahmen des Sanierungsgebietes Neuaubing-Westkreuz“ und 1.2.3 „Gebäudemodernisierungsscheck“) je Zielgruppe Sanierungsaktivitäten anreizen. Dieser Quartiersansatz muss mit Informationen für die Bewohner gezielt vorbereitet und begleitet werden (Vorteile der Sanierung, Steigerung der Lebensqualität, (verstärkte, häufigere?) Beratungsangebote des Bauzentrums direkt im Stadtteil (Nutzung Stadteilläden?), so dass eine Art Aufbruchsstimmung im Quartier entsteht. Die Erfahrungen aus dem ersten energetischen Sanierungsgebiet Neuaubing-Westkreuz und die dort von der MGS angebotenen Instrumente und Maßnahmen sollten verwendet und weiterentwickelt werden.

Ziel ist das Erreichen einer kritischen Masse an Sanierungswilligen, die es schafft auch weniger Sanierungswillige mit an Bord zu holen. Ganz wichtig ist die behutsame Auswahl des ersten Stadtteils, den die Energiekarawane durchwandert, sowie der angesprochenen Zielgruppe – hier muss vor allem auf die Situation der Bewohner (Alter, Finanzkraft, etc.) und den generellen energetischen Zustand der Gebäude (hier lohnt es sich in einen Stadtteil zu gehen, in dem bisher nicht viel passiert ist, da dort die größten Einsparungen realisiert werden können) geachtet werden. Nur so kann die Energiekarawane Aussicht auf mittel- bis langfristigen Erfolg haben. Über das FES könnten gezielt Mittel hierfür bereitgestellt werden. Lokale Handwerksbetriebe sollten mit speziellen Angeboten einbezogen werden. Die Bedürfnisse und spezifischen Sanierungshemmnisse der Zielgruppe müssen zuvor ermittelt werden, um eine erfolgreiche Umsetzung zu ermöglichen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Im Jahr 2050 werden zu ca. 70-80 % immer noch Gebäude stehen, die es heute schon gibt. Um eine wirksame Klimaschutzpolitik zu betreiben, muss also gerade der Gebäudebestand gezielt adressiert werden, um hier die CO₂-Emissionen zu senken. Sanierungsoffensiven, Beratungsaktionen und Energiekarawanen, in Kombination mit einer verstärkt auf den Bestand fokussierten FES-Förderung (PH-7) sind Teile einer Strategie, die auf dieses Ziel hinwirken.

Vorbildeffekte im Quartier und die Gewinnung von Peergruppen als Multiplikatoren führen zu einer Verstärkung der Sanierungsmotivation.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig

Technische Lebensdauer: je nach umgesetzten Maßnahmen 20 bis 40 Jahre

f) Umsetzungsakteure

RGU, Bauzentrum, PLAN, MGS

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut, RGU

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Erstellung des Energienutzungsplans (SE-2), Veranlassung vorbereitender Untersuchungen für Sanierungsgebiete oder KfW-Quartierskonzepte entsprechend dem Beispiel SG Neuaubing-Westkreuz.

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Bei einer durch diese Maßnahme erreichten Sanierungsrate von 2 % pro Jahr (entspricht in etwa einer Verdoppelung der momentanen Rate, vgl. Diefenbach et al. (2011) und einer durchschnittlichen Verringerung des jährlichen Energieverbrauchs von 70 kWh/(m²a) würden im Jahr 2030 bei gleichbleibender Energieträgerverteilung knapp 177.000 t CO₂ zusätzlich eingespart werden.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Mittel bis hoch; Schaffung von Stellen für die Sanierungsoffensiven im Bauzentrum

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Den höheren Investitionskosten stehen eine erhöhte Tätigkeit im Baugewerbe sowie zusätzlich eingesparte Energiekosten über die Lebensdauer der Gebäude gegenüber.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Umsetzung müssen bereitgestellt werden

m) Flankierende Instrumente

SE-2 Energienutzungsplan

PH-7 (Weiterentwicklung des FES)

kommunales Fördermodell der MGS, Städtebauförderung, Smart Cities Projekt

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Zahlreiche Beispiele, unter anderem:

- Sanierungsgebiet Neuaubing-Westkreuz München! - Energiekarawane für Ein- u. Zweifamilienhäuser mit Fokus auf Nahwärmenetze in Vorbereitung (Quelle: MGS)
- Energiekarawane im Landkreis Kitzingen:
http://www.kitzingen.de/energie-klimaschutz/archiv/erste-energiekarawane/30694.Projekt_squoEnergiekarawanelsquo_kommt_nach_Volkach_und_Kitzingen.html
- Lorscher Energiekarawane:
<http://www.lorsch.de/de/aktuelles/meldungen2016/2016-02-15-energiekarawane.php>
- Energiekarawane Stadt Viernheim:
http://www.energieportal-mittelhessen.de/fileadmin/image/Weiterf%C3%BChrende_Informationen/Vortraege/2011/Energiekarawane_Stadt_Viernheim_1_7_MB_.pdf

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Sichtbare Erhöhung der Sanierungsaktivität bei einer Zielgruppe und einem Stadtteil; sanierungsbegleitende Messungen könnten den Erfolg der Einsparungen veranschaulichen.

PH – 6:
Erarbeitung einer Dekarbonisierungsstrategie für die Wärmeversorgung für Gebiete außerhalb der Fernwärmegebiete
a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1, AG 2, AG 5

b) Zielgruppe

Bezirke/Quartiere außerhalb der Fernwärmeversorgung

c) Kurzbeschreibung

Die Erarbeitung einer Dekarbonisierungsstrategie für die Wärmeversorgung in Gebieten außerhalb des Fernwärmenetzes dient der mittelfristigen Umstellung der Wärmeversorgung in den betroffenen Gebieten auf erneuerbare Energien, um den Klimaschutzzielen der Stadt insgesamt gerecht zu werden. Die Strategie sollte unter Einbezug der relevanten Akteure (Referat für Stadtplanung und Bauordnung (PLAN), Bezirksverwaltungen, SWM, Anwohner) in einem mehrstufigen Prozess erarbeitet werden. Dekarbonisierung heißt zunächst die Umstellung von fossilen Energieträgern wie Öl und Gas auf erneuerbare Energieträger (Biomasse, Umweltwärme, Solarthermie). Ob dies auf Einzelgebäudeebene (z.B. der Einsatz eines Pelletkessels anstelle einer Ölheizung) oder auf Quartiersebene (z.B. der Aufbau eines Nahwärmenetzes, welches durch eine Großwärmepumpe gespeist wird) sinnvoll ist, muss je Stadtteil/-bezirk ausgearbeitet werden.

Der Beschluss zur Erstellung eines gesamtstädtischen Energienutzungsplanes ist ein erster Schritt in diese Richtung. Im Sanierungsgebiet Neuaubing-Westkreuz wurden beispielhaft bereits Dekarbonisierungsstrategien auch für nicht fernwärmeversorgte Gebiete erstellt. Entsprechende Projekte, wie z.B. Nahwärmeinseln, werden in der Sanierung bereits umgesetzt. Die Erkenntnisse aus dem Sanierungsgebiet sollten in die Entwicklung des gesamtstädtischen Energienutzungsplans einfließen und auf kommende Sanierungsgebiete übertragen werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Neben den mit Fernwärme versorgten Gebieten brauchen auch die Stadtteile ohne Fernwärmeanbindung eine schlüssige Strategie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung. Dies dient der mittel- bis langfristigen Planbarkeit der darin erarbeiteten Umsetzungsvorschläge, was wiederum Investitionen in eine eventuell benötigte (vergleichsweise träge) Infrastruktur ermöglicht.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig

Technische Lebensdauer: hat das Potenzial bei Umsetzung für Zeiträume >50 Jahre zu wirken

f) Umsetzungsakteure

PLAN, RGU, Bezirksausschüsse, SWM, MGS

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut, PLAN, RGU

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Erarbeitung der möglichen Dekarbonisierungswege (RGU/BAU/PLAN-intern oder über eine Auftragsstudie)
- Identifizierung eines Beispielstadtteils
- Anwendung der speziell auf den Stadtteil angepassten Strategie (Informationsweitergabe, Einbezug/Dialog mit Bewohnern, Verknüpfung mit städtischem Klimaschutzplan)

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Die Erarbeitung der Studie selber bringt keine Emissionsminderung, die darin enthaltenen Strategien und Umsetzungsvorschläge haben jedoch das Potenzial erhebliche Einsparungen zu leisten. Werden z.B. 10.000 Wohnungen (durchschnittliche Wohnungsgröße in München: 74 m²) mit dem heute durchschnittlichen Energieträgermix auf einen hauptsächlich mit erneuerbaren Energien betriebenen Energieträgermix umgestellt (10 % Gas, 5 % Öl, 15 % Biomasse, 65 % Wärmepumpen und 5 % Solarthermie), so ergeben sich dadurch CO₂ Einsparungen von knapp 11.500 t CO₂ pro Jahr.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Hoch; Vergabe eines Auftrags

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Beschäftigungseffekte durch Auftragsvergabe und spätere Umsetzung der Strategie

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Auftragsvergabe für die Erstellung und anschließende Umsetzung müssen bereitgestellt werden

m) Flankierende Instrumente

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

- Energieeffizientes Duisburg – ein Modell für die ressourcen- und klimaschonende Wärmeversorgung von Ballungsräumen:
http://www.gef.de/fileadmin/Dateien/Publikationen/FKZ_03ET1040A_Energieeffizientes_Duisburg_final.pdf
- Energiekonzepte der Stadt Frankfurt am Main: <http://www.energiemanagement.stadtfrankfurt.de/>

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

PH – 7:**Weiterentwicklung des FES****a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik**

AG 1 / AG 4 / KSAP

b) Zielgruppe

Je nach Förderschwerpunkt:

Eigentümer von Mehrfamilienhäusern, Wohneigentümergeinschaften (WEG), Ein- und Zweifamilienhäusern, z.T. quartiersbezogen;

einkommensschwache Haushalte, Seniorinnen und Senioren

Unternehmen

c) Kurzbeschreibung

Das bestehende Förderprogramm Energieeinsparung (FES) soll überarbeitet werden.

Das Förderprogramm sollte zu einem Instrument weiterentwickelt werden, welches in stärkerem Maße als bisher die Stadtgesellschaft adressiert, d.h., dessen Mittel stärker als bisher für Energieeffizienzmaßnahmen der Stadtgesellschaft, d.h. der Bürgerinnen und Bürger sowie der Unternehmen, verwendet werden. Der Schwerpunkt des Förderprogramms, insbesondere auch bezogen auf den Einsatz der verfügbaren Mittel, sollte auf der energetischen Ertüchtigung des Gebäudebestands, weniger auf dem Neubau, liegen.

Die Förderschwerpunkte innerhalb des FES sollten eng verknüpft werden mit weiteren Maßnahmen des IHKM (bzw. des geplanten KSAP oder anderer Programme/Pläne). So sollten entsprechende Förderschwerpunkte durch Kampagnen für bestimmte Zielgruppen/Stadtteile/Quartiere oder durch begleitende Maßnahmen/Projekte zur Verhaltensänderung vermarktet werden. Oder umgekehrt, zielgruppenspezifische Kampagnen sollten durch das Angebot von Fördermitteln zur Umsetzung von investiven Maßnahmen über das FES unterstützt werden.

Angesichts der Mitte 2015 verbesserten Förderkonditionen der KfW-Sanierungsförderung sollte keine Breitenförderung von energetischen Gebäudesanierungen mehr durchgeführt werden.

Die bisherigen Förderschwerpunkte sollten nach einer Einzelfallprüfung teilweise fortgeführt, teilweise gestrichen werden. Dabei sollte auch der Verwaltungsaufwand für die Aufrechterhaltung des Förderschwerpunktes den Fallzahlen und den erreichten Minderungen gegenübergestellt werden. Prinzipiell sollte bei begrenzten Mitteln den Förderschwerpunkten der Vorzug gegeben werden, die eng mit anderen städtischen Klimaschutzmaßnahmen verknüpft sind bzw. durch entsprechende Kampagnen begleitet werden (siehe oben).

Neue Förderschwerpunkte des FES könnten sein:

Förderschwerpunkt	Flankierende / verknüpfte Maßnahme
Förderung der Umstellung auf Niedertemperaturheizsysteme	Informationskampagne
Förderung von Baumaßnahmen zur Teilung von Wohnraum zur Herstellung zweier kleiner Wohneinheiten aus einer großen Wohneinheit mit dem Ziel der Verringerung der beheizten Pro-Kopf-Wohnfläche der Eigentümer bzw. Nutzer	Kampagne zur Erhöhung der Wohnraumeffizienz, Einrichtung einer Anlaufstelle zur Optimierung der Wohnraumgröße
Zahlung einer <i>Umzugsprämie</i> für Umzüge, bei denen die Pro-Kopf-Wohnfläche maßgeblich reduziert wird	Kampagne zur Erhöhung der Wohnraumeffizienz, Einrichtung einer Anlaufstelle zur Optimierung der Wohnraumgröße (Umzugsmanagement)
Förderung der energetischen Sanierung bestimmter Gebäudebauteile mit jährlich wechselnden Schwerpunkten	Jährliche Informations- und Werbekampagne, z.B. „Jahr der Kellerdeckensanierung“, „...des hydraulischen Abgleichs“, „...der Dämmung der obersten Geschossdecke“ u.Ä.
Förderung der energetischen Gebäudesanierung für einzelne, jährlich wechselnde Stadtteile/Quartiere; es muss rechtzeitig vorher bekannt sein, welcher Stadtteil in welchem Jahr gefördert wird, um den Gebäudeeigentümern Planungsmöglichkeiten zu geben (z.B. jeweils zwei Jahre vorher Verkündigung, welcher Stadtteil in zwei Jahren gefördert wird) – auch Auswahl der Stadtteile im Rahmen eines Wettbewerbs möglich	stadtteilbezogene Sanierungskampagnen, sogenannte „Sanierungs- oder Energiekarawanen“, mit spezifischen Zielgruppen (z.B. EZFH-Eigentümern)
Wiederaufnahme der Förderung des Austauschs von Nachtspeicherheizungen	Informationskampagne „Austausch Nachtspeicheröfen“ oder Initiierung einer Austauschoffensive bei den betroffenen Wohnungsunternehmen
Kühlschrankabwrackprämie für einkommensschwache Haushalte	Im Zusammenhang mit der Beratung einkommensschwacher Haushalte durch die SWM

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Im statistisch ausgewerteten Zeitraum (2011-2012) gab es 11 förderfähige Antragspunkte. In einigen der Förderschwerpunkte war die Zahl der Anträge gering.

Für die Maßnahme Münchner Standard „Niedriger Wärmeenergiebedarf“ sind 2011 ca. 80 % und 2012 ca. 75 % der Fördermittel ausbezahlt worden. Die Maßnahme Münchner Standard "Niedriger Wärmeenergiebedarf" betraf sowohl Neubauten als auch Sanierungen von Wohngebäuden und alle Gebäudegrößen vom Einfamilienhaus bis zu großen Bauvorhaben im Geschosswohnungsbau.

Für alle übrigen Förderschwerpunkte wurden in den betrachteten Jahren 2,2 bis 2,3 Mio. € an Fördermitteln aufgewendet, wobei für sieben der Förderschwerpunkte 2 % der Mittel oder weniger ausgegeben wurden.

Die Erfolgsstatistik 2011-2012 (veröffentlicht am 15.07.14) gibt die Anzahl und den Umfang der

Maßnahmen wieder, die in den Jahren 2011 und 2012 im FES zur Förderung beantragt und nicht bis zur Erstellung der Statistik bereits abgelehnt wurden.

Mit der Fortschreibung der Richtlinie im Jahr 2013 wurde die Maßnahme Münchner Standard „Niedriger Wärmeenergiebedarf“ abgeschafft und die neue Maßnahme Münchner Gebäudestandard eingeführt. Der Münchner Gebäudestandard betrifft den Neubau von Wohngebäuden des öffentlich geförderten Wohnungsbaus.

Die Richtlinie ist nochmal fortgeschrieben worden. Die aktuelle Richtlinie ist seit dem 1. September 2016 gültig.

Nach der Verbesserung der Förderbedingungen der KfW-Sanierungsförderung und dem Beschluss umfassender Förderinstrumente und Maßnahmen durch den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz und das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung ist die Anpassung kommunaler Förderinstrumente notwendig geworden.

Die geringe Zahl von Anträgen in einigen Förderschwerpunkten zeigt, dass die Schaffung eines Förderschwerpunktes nicht ausreicht, um einen Mittelabruf zu erzielen. Vielmehr sollte jeder Förderschwerpunkt mit einer entsprechenden Kampagne verknüpft werden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurz- bis mittelfristig (Aktualisierung FES zum Herbst 2016 schon umgesetzt, weitere Anpassungen zum nächsten IHKM 2018 möglich)

Technische Lebensdauer: je nach Maßnahme 20 bis 40 Jahre

f) Umsetzungsakteure

RGU, SWM

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut

h) Erforderliche erste Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Inhaltliche Neustrukturierung FES
- Referatsübergreifende Abstimmung
- Stadtratsvorlage

Umsetzung

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Siehe Abschätzung bei Maßnahme PH-5.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Wie bisher

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Investitionen werden angestoßen, Beschäftigungseffekte, Energiekosteneinsparungen

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Mittel müssen bereit gestellt werden

m) Flankierende Instrumente

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Antragszahlen, Mittelabruf, Energieeinsparung, Emissionsminderung, ausgelöste Investitionen, Beschäftigungswirkung

PH – 8:

Einrichtung einer Anlaufstelle zur Optimierung der Wohnraumgröße

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1 indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

Senioren und Seniorinnen, teilweise mit Wohneigentum, sowie deren Angehörige; Mieterinnen und Mieter; sowie Studierende und weitere Personen mit Bedarf an bezahlbarem Wohnraum

c) Kurzbeschreibung

Zunächst sollte die spezifische Lage der Bürgerinnen und Bürger in München und auf dem Münchner Wohnungsmarkt analysiert werden. Schwerpunkt der Analyse ist es herauszufinden, ob in München ein Potenzial für eine Verringerung der pro-Kopf-Wohnfläche besteht, und wenn ja, in welchen Quartieren, Stadtbezirken dieses Potenzial besteht.

In einem ausgewählten Stadtbezirk mit vorhandenem Potenzial soll eine Beratungsstelle eingerichtet werden, die interessierte Bürgerinnen und Bürger bei der Verkleinerung ihrer pro-Kopf-Wohnfläche, bis hin zum Umzugsmanagement, unterstützt. Sie soll mindestens folgende Leistungen erbringen:

- Analyse des bestehenden persönlichen Wohnumfelds der Ratsuchenden
- Beratung über mögliche (alternative) Wohnformen, deren Vor- und Nachteile
- Konkrete Hilfe bei der Suche nach geeignetem, kleinerem Ersatzwohnraum oder nach geeigneten Untermietern (z.B. über eine Wohnraumbörse)
- Beratung zu rechtlichen Fragen zu Umzugs- und Renovierungsorganisation und Unterstützung beim Umzugsmanagement
- Unterstützung bei der Beantragung der Umzugsprämie aus dem FES
- Beratung zur möglichen Teilung des eigenen Ein- oder Zweifamilienhauses in zwei oder mehr kleinere Wohnungen
- Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln für die Wohnungsteilung aus dem FES
- Organisatorische und rechtliche Beratung von Bau- und Projektgruppen für alternative Wohnformen (Wohngruppen, Mehrgenerationenwohnen, u.Ä.)

Die Gründung der Anlaufstelle muss mit einer angemessenen Vermarktung des Angebots bzw. eine Kampagne zum Thema effiziente Wohnraumnutzung / Wohnraumoptimierung einhergehen und an quartiersbezogene Maßnahmen angedockt werden.

Die Anlaufstelle kann / sollte an eine bestehende und etablierte Beratungsstelle angeschlossen werden, z.B. Bauzentrum, Beratungsstelle Wohnen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Der Endenergiebedarf für die Bereitstellung von Raumwärme für die privaten Haushalte wird maßgeblich durch die Größe der bewohnten Wohnfläche bestimmt. Daraus folgt, dass die Reduktion der Wohnfläche pro Kopf ein erhebliches Energieeinsparpotenzial birgt. Die Pro-Kopf-Wohnfläche in Deutschland stieg in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich an, mit weiter steigender Tendenz. Neben den Energieverbrauchs- und Klimaschutzaspekten haben gerade in Ballungsgebieten wie München Fragen des Flächenverbrauchs und der Wohnraumverfügbarkeit große Relevanz.

Die Wohnfläche pro Kopf kann auf zweierlei Weise reduziert werden: entweder durch Reduktion der Wohnungsfläche bei gleichbleibender Haushaltsgröße (Umzug in eine kleinere Wohnung, Wohnungsteilung) oder durch Vergrößerung des Haushaltes bei gleich bleibender Wohnungsfläche (Gründung einer Wohngemeinschaft). Beide Möglichkeiten sollen durch die Maßnahme, bzw. in Kombination mit dem FES adressiert werden.

Ein erhebliches Hemmnis für die Reduktion der Wohnungsfläche bei gleichbleibender Haushaltsgröße können die Transaktionskosten sein. Ist ein Umzug nicht dringend erforderlich, so unterbleibt er in der Regel: Der hohe Aufwand der Wohnungssuche, Aufwand und Kosten des Umzugs selbst, unter Umständen der Verlust des bisherigen sozialen Umfeldes stellen hohe Hürden gerade für ältere Menschen dar. So kommt es zum so genannten Remanenz-Effekt, d.h. Menschen verbleiben in Wohnungen, auch wenn sich die Größe des Haushalts verringert. Die wesentliche Hürde ist jedoch der Mangel an geeigneten, bezahlbaren Wohnungen für einen Umzug, da kleine Wohnungen kaum zur Verfügung stehen.

Daher stellt der Umbau des eigenen Ein- oder Zweifamilienhauses in zwei oder mehr kleinere Wohnungen eine Alternative zum Umzug in eine kleinere Wohnung dar. Er ermöglicht den Eigentümern im vertrauten Wohnumfeld zu bleiben. In vielen Einfamilienhäusern ist ein Umbau aufgrund der baulichen Gegebenheiten möglich. Auch einem Umbau stehen Transaktionskosten gegenüber, wie zum Beispiel die temporäre Unterbringung in einer anderen Unterkunft während der Bauarbeiten, Entrümpelungs- und Räumungsarbeiten im Gebäude, der Aufwand für die Vermietung der neuen Wohnung usw.

Während einige Zielgruppen (z.B. Besserverdienende) an einer Verkleinerung des Wohnraums voraussichtlich wenig Interesse haben, ist für andere Zielgruppen eine Wohnraumverkleinerung eine Verbesserung der Wohnsituation. So empfinden bundesweit zwischen 20 % und 50 % der Menschen ab 60 Jahre mit über 80 m² Wohnfläche pro Kopf diese als „etwas“ oder sogar „viel zu groß“⁴³. Seniorenpaare lebten im Jahr 2011 auf durchschnittlich 49 m² Wohnfläche pro Person. Allein lebenden Menschen über 64 Jahren standen durchschnittlich 78 m² pro Person zur Verfügung. Überdurchschnittlich viel Platz pro Person hatten allein lebende verwitwete Seniorinnen und

⁴³ IFEU (2015): „Strategien und Instrumente für eine technische, systemische und kulturelle Transformation zur nachhaltigen Begrenzung des Energiebedarfs im Konsumfeld Bauen / Wohnen“ – Projekt im Auftrag des BMBF

Senioren: Witwen lebten auf 82 m², Witwer sogar auf durchschnittlich 86 m². Die Pro-Kopf-Wohnfläche von Personen die im Wohneigentum leben ist jeweils noch einmal deutlich höher⁴⁴. Mit dem demografischen Wandel kann davon ausgegangen werden, dass sich dieses Phänomen zukünftig weiter verstärken wird.

Alternative Formen des gemeinsamen Wohnens⁴⁵ sind, unabhängig vom Alter, für verschiedene Akteursgruppen interessant. Sie sind bundesweit bekannt und werden teilweise umgesetzt⁴⁶. Ein konkretes Beispiel für eine Maßnahme ist das Programm „Wohnen für Hilfe“, welches in 26 Universitätsstädten in Deutschland Zimmer an Studierende in den Wohnungen von älteren Menschen oder Familien vermittelt. Diese erhalten als Gegenleistung für kostengünstiges Vermieten Mithilfe im Alltag.⁴⁷

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig

Technische Lebensdauer: unsicher, hängt von der Bereitschaft und gewonnenen Erfahrung der Beteiligten Personen ab (könnte sich langfristig etablieren, aber auch nicht angenommen werden)

f) Umsetzungsakteure

RGU, PLAN, SOZ, Bauzentrum, Beratungsstelle Wohnen des Stadtteilarbeit e.V., städtische Wohnungsbaugesellschaften, Wohnungsbaugenossenschaften

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut, Workshop im Rahmen des Fachgutachtens

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Unter Annahme, dass ab 2017 pro Jahr 50 Haushalte mit einer durchschnittlichen Wohnungsgröße von 100 m² und einem durchschnittlichen Raumwärmeverbrauch von 140 kWh/(m²a) bisher von nur einer Person bewohnt wurden, und jetzt mit zwei Personen bewohnt werden (die zweite Person hatte davor 30 m² zur Verfügung), ergeben sich bei gleichbleibender Heizenergie-trägerverteilung im Jahr 2030 zusätzliche CO₂ Einsparungen von rund 600 t.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Mittel; zusätzliches Personal für Bauzentrum oder Auftragsvergabe

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Verringerung der Miet- und Unterhaltskosten, soziale Wirkungen auf angespanntem Wohnungsmarkt

⁴⁴ https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2014/06/PD14_190_31.html

⁴⁵ Zum Beispiel Senioren-Wohngemeinschaften, Hausgemeinschaften und integriertes Wohnen (Mehrgenerationen-Wohnen).

⁴⁶ So wurden 2011 etwa 500 gemeinschaftliche Wohnprojekte erfasst, in denen insgesamt über 22.500 Menschen lebten. Die größte Konzentration der Wohnprojekte ist in den Ballungsräumen Hamburg, Berlin, München und im Ruhrgebiet (Fedrowitz 2011).

⁴⁷ <http://www.hf.uni-koeln.de/wfh.php?id=30203>, Zugriff: 29.02.2016

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

- Mangel an geeigneten kleineren Wohnungen, die möglicherweise sogar teurer sind als die zuvor bewohnte; aufgrund der stark gestiegenen Mieten in den letzten Jahren sind neu vermietete Wohnungen teurer als Wohnungen mit älteren Mietverträgen
- Vorbehalte gegenüber der Gründung einer Wohngemeinschaft
- Störung durch Baumaßnahmen
- Planungsaufwand, Baurecht, Baukosten

m) Flankierende Instrumente
n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Zürich, Aachen

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anzahl umgesetzter Wohnraumgrößenänderungen

PH – 9:
Sanierungsbegleitung für Wohnungseigentümergeinschaften (WEG)
a) Zuordnung zur IHKM–Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 1 / indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

WEG

c) Kurzbeschreibung

Zusätzliche Vor-Ort-Beratung für WEG inklusive einer Projektbegleitung durch Berater des Bauzentrums. Hier kann u.a. auf die seit Februar 2016 gesammelten Erfahrungen aus Neuaubing-Westkreuz und Freiam im Rahmen von Smarter Together zurückgegriffen werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

- Entscheidungsprozesse innerhalb von WEG verlaufen oft zögerlich und sind insgesamt schwierige Angelegenheiten, da mehrere Beteiligte mit unterschiedlichen Interessen, Vorstellungen und Befürchtungen einen Konsens finden müssen. Hier ist es hilfreich, eine außenstehende, mit den Problemen vertraute Person zu involvieren, die den Beteiligten neutral die Sachlage vermitteln kann und sich gleichzeitig darauf versteht, mit den Befürchtungen der Beteiligten bezüglich der Sanierungsmaßnahme umzugehen.
- Ist solch ein Konsens bezüglich der Entscheidung zu einer energetischen Sanierung hergestellt, so kann es im Verlauf der Sanierungsmaßnahmen weiterhin zu Problemen kommen, die manche Beteiligte die Sanierung in Frage stellen lassen bzw. das Verhältnis der Eigentümer belastet. Aus diesem Grund ist es sinnvoll eine geschulte Person als Projektbegleiter während der Sanierungsumsetzung zu fördern, die sicher stellt, dass alle Betei-

ligten über die jeweils nächsten Schritte des Sanierungsvorgehens informiert sind, sich beteiligt und ernst genommen fühlen. Gleichzeitig sollte sichergestellt werden, dass die Hausverwaltung in den Prozess mit einbezogen wird.

- Da das Bauzentrum in diesem Bereich schon Erfahrungen sammeln konnte und in der LH München als kompetenter Partner bekannt ist, erscheint es sinnvoll dieses Angebot auch über das Bauzentrum anzubieten und zu bewerben.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig

Technische Lebensdauer: abhängig von den umgesetzten Maßnahmen 20 bis 40 Jahre

f) Umsetzungsakteure

Bauzentrum München, MGS, PLAN, SWM

g) Quelle der Maßnahme

PLAN, RGU, MGS, Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Schulung der Vor-Ort Berater bzw. Baubegleiter; Aufnahme der Maßnahme ins Angebot des Bauzentrums; aktive Bewerbung des Angebots, auch in Verbindung mit dem Klimaschutzaktionsplan und den Energiekarawanen (vgl. PH-5)

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Als Teil der Bestandssanierungen wirkt diese Maßnahme auf eine Erhöhung der Sanierungsrate hin, die Abschätzung der THG Emissionsminderung ist daher in der Abschätzung zu PH-5 enthalten

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Schulung der Vor-Ort Berater

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

erhöhte Sanierungsaktivität infolge guter Vor-Ort Beratung, Vermittlung und Umsetzungsbegleitung

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

WEG-Recht erfordert teilweise einstimmige Beschlüsse in der WEG-Versammlung

m) Flankierende Instrumente

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Neuaubing-Westkreuz EU-Projekt „Smarter Together“

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Annahme der Vor-Ort Beratung durch WEG; Umgesetzte Sanierungen infolge der Vor-Ort Beratung

8.6. Strom- und Wärmeverbrauch in Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 4.)

Grundsätzlich wird empfohlen, die geplante Weiterentwicklung der Maßnahme ÖkoProfit umzusetzen.

Außerdem wird eine Wiederbelebung des Bündnisses „München für Klimaschutz (MfK)“, z.B. im Rahmen des Kompetenzzentrums Klimaschutz (Sü-2), empfohlen. Hier sollte die Stadt als Organisator wieder aktiv werden. Mit dem Projekt „München für Klimaschutz“ war ein hervorragender Ansatz für die Motivation der Münchner Unternehmen, sich für den Klimaschutz zu engagieren, ins Leben gerufen worden, welches in Deutschland bisher (nahezu) einzigartig ist. Positives aus der Projektlaufzeit sollte aufgenommen, weniger gutes analysiert werden. Das Projekt als solches sollte weiterentwickelt und weitergeführt werden.

Tabelle 8-5: Übersicht über die Maßnahmen im Sektor GHD und Industrie

Wi - 1	Weiterentwicklung des Beratungsangebotes zum Thema Energieeffizienz in Unternehmen in eine branchen- und gebietspezifische pro-aktive Vermarktung der BAFA Energieberatung Mittelstand
Wi - 2	Koordinierung und Bündelung der bestehenden Energieberatungskompetenz für Unternehmen
Wi - 3	Schaffung und Vergabe eines Labels für besonders klimafreundliche Unternehmen
Wi - 4	Dokumentation von Münchner Best-Practice-Beispielen bei Unternehmenseffizienz
Wi - 5	Modellvorhaben: klimafreundliches Industrie- oder Gewerbegebiet
Außerdem (ohne detaillierte Beschreibung)	
	Umsetzung der geplanten Weiterentwicklung von ÖkoProfit
	Wiederbelebung des „Bündnisses München für Klimaschutz“

Tabelle 8-6: Maßnahmenvorschläge im Sektor GHD mit adressierten Umsetzungspfaden

	UP1: ambitionierte Neubaustandards	UP 2: Einsatz bestverfügbarer Technologien in Querschnittsanwendungen	UP 3: Demonstrationsprojekte f. innovative Technologien	UP 4: Optimierung von Prozesswärmeanwendungen	UP 5: Erhöhung d. energetischen Sanierungsrate	UP 6: Erhöhung der energetischen Sanierungstiefe	UP 7: Beschleunigung d. Modernisierung d. Heizungstechnik	UP 8: Qualitätssicherung d. Sanierungsmaßnahmen	UP 9: Etablierung von Wärmeverbänden (insbes. auf EE-Basis)	UP 10: Erhöhung Anteil Wärme u. Strom aus EE	UP 11: Energieeffiziente Beschaffung	UP 12: Energieeffiziente Dienstreisen/Fuhrparks	UP 13: Verhaltensänderung zu energieeffizientem Verhalten unter MA	UP 14: Erschließung wirtschaftl. Einsparpotenziale in d. Produktion	UP 15: Nutzung von Abwärme	UP 16: Ressourceneffizienz (Wasser, Material)
Wi – 1	x		x	x	x	x	x		x				x	x		
Wi – 2	x		x	x	x	x	x		x				x	x		
Wi – 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wi – 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wi – 5		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Wi – 1:

Weiterentwicklung des Beratungsangebotes zum Thema Energieeffizienz in Unternehmen

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 4 / Indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

Unternehmen

c) Kurzbeschreibung

Über das Förderprogramm Energieberatung Mittelstand des BAFA wird ein Zuschuss für eine Energieberatung in Höhe von 80 % der förderfähigen Beratungskosten geleistet, bis max. 8.000 EUR.

Durch eine *pro-aktive, zielgerichtete Ansprache der Unternehmen* und eine organisatorische Unterstützung sollen die Antragszahlen in München erhöht werden. Sinnvoll sind branchenspezifische Ansprachen, in die Branchenverbände einbezogen werden könnten (z.B. Gastgewerbe, Einzelhandel, Bäckereien, Metzger), und eine gebietsweise Ansprache von Unternehmen, z.B. nach Gewerbegebiet oder Straße/Stadteil. Bisher werden laut RAW durch die bestehende Energieberatung des IHKM 4.4.3 vor allem Kleinstbetriebe erreicht. Der Fokus der Beratung soll auf (kleine) und mittlere Unternehmen ausgeweitet werden, vor allem diese sollen durch die pro-aktiven Ansprachen erreicht werden.

Die BAFA-Richtlinie Energieberatung Mittelstand endet am 31.12.2019, IHKM Maßnahme 4.4.3 könnte bis dahin durch die BAFA-Richtlinie ersetzt werden. Wird die BAFA-Richtlinie ab 2020 nicht neu aufgelegt, sollte ein entsprechendes kommunales Förderinstrument entwickelt werden. Dies könnte wie folgt aussehen:

Eine zweitägige kostenlose Energieberatung, welche die Messungen der wesentlichen Energieverbraucher und konkrete Umsetzungsschritte für Effizienzmaßnahmen beinhaltet. Die Teilnahme an der kostenlosen Beratung soll mit einer freiwilligen Selbstverpflichtung der Unternehmen verknüpft werden, mindestens zwei wirtschaftliche Maßnahmen umzusetzen. Die Energieberatung soll auch die Effizienzverbesserung in Nichtwohngebäuden umfassen.

Die Unternehmen sollen der Stadt über die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen berichten.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

In kleinen und mittleren Unternehmen liegt die Verantwortung für Energieverbrauch und Energieeffizienz in der Regel bei der Geschäftsführung. Energiebeauftragte oder gar Abteilungen für Nachhaltigkeit wie in Großunternehmen gibt es nicht. Den Mitgliedern der Geschäftsführung fehlt jedoch die Zeit, sich mit dem Thema Energieeffizienz zu beschäftigen; gleichzeitig sind die Energiekosten im Vergleich zu anderen Kosten im Unternehmen weniger bedeutend. Darüber hinaus gibt es eine große Menge an öffentlichen (von Bund und Kommune) und privatwirtschaftlichen (Energieberater, spezialisierte Unternehmen) Angeboten für die Durchführung von Energieberatungen und Effizienzmaßnahmen, die für die Geschäftsführung schwer überschaubar ist.

Die Folge ist, dass oft auch wirtschaftliche, relativ leicht umsetzbare Maßnahmen zur Effizienzver-

besserung nicht realisiert werden.

Auch von der Stadt München gibt es im aktuellen IHKM einen Mix von Beratungs- und Förderinstrumenten für Unternehmen, welche für die Zielgruppe eher schwierig durchschaubar sind. Zudem wird von den kommunalen Akteuren (vgl. Protokoll vom Beteiligungs-WS am 24.11.2015) die vorhandene 1-tägige Energieberatung als nicht ausreichend angesehen, da im Rahmen dieser Beratung keine Daten erhoben werden und daher die Beratungsprotokolle wenig aussagekräftig bzw. wenig umsetzungsfreundlich sind. Dies trifft auch auf die Energieaudits zu, die in Folge des Energiedienstleistungsgesetzes erstellt werden müssen.

Die zielgerichtete Ansprache ermöglicht größere Erfolge bei der Vermarktung, da „Mund-zu-Mund-Propaganda“ unter Nachbarn und gegenseitige Motivation zur Teilnahme die Vermarktung erleichtert. Unterstützt wird die Ansprache durch Übernahme eines unternehmensnahen Wordings (z.B. weg vom *Energieberater*, hin zum *Interimsmanager Energie*).

Das BAFA-Förderprogramm Mittelstand ist geeignet, die vorhandene städtische Förderung zu ersetzen. Gemäß dem Grundsatz, vorrangig Bundesmittel „nach München zu holen“ ist es sinnvoll, eine bessere Vermarktung der BAFA-Förderung anzustreben. Gemäß Jahresstatistik 2015 (Wiesenberg 2016) wurden im Jahr 2015 367 Förderanträge von bayrischen Unternehmen gestellt.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

mittelfristig

f) Umsetzungsakteure

RAW, Wirtschaftsförderung, IHK, Branchenverbände, SWM

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Wirtschaft“ am 24.11.2016 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Detailkonzeption des Maßnahmenpakets, Identifizierung von Branchen oder Stadtteilen, die als erstes adressiert werden sollen

Auswahl eines geeigneten Trägers der Maßnahme

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

4.500 t CO₂ pro Jahr

Gemäß Jahresstatistik der BAFA Energieberatung Mittelstand (Wiesenberg 2016) wurden im Jahr 2015 pro Unternehmen etwa 3 Maßnahmen zur Umsetzung vorgeschlagen, sowie pro Maßnahme durchschnittlich 30 t/CO₂ pro Jahr eingespart.

Werden in München 100 Unternehmen pro Jahr für die Durchführung einer Energieberatung gewonnen, können Maßnahmen mit einem Minderungspotenzial in Höhe von etwa 9.000 t CO₂/Jahr konzipiert werden. Unter der Annahme, dass 50 % der Maßnahmen tatsächlich umgesetzt werden, ergibt sich ein Minderungsbeitrag in Höhe von 4.500 t CO₂ pro Jahr.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Hoch

Bundesmittel werden nach München geholt, Investitionen angestoßen, Beschäftigungseffekte erzielt; außerdem wird eine Energiekosteneinsparung in den teilnehmenden Unternehmen erreicht.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

m) Flankierende Instrumente

Sü – 2 „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ als möglicher Träger

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Zahl der beratenden Unternehmen, Zahl der umgesetzten Maßnahmen, eingesparte THG

Wi – 2:

Koordinierung und Bündelung der bestehenden Energieberatungskompetenz für Unternehmen

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 4 / indirekt

b) Zielgruppe

Unternehmen

c) Kurzbeschreibung

Schaffung einer Einrichtung, die die Angebote verschiedener Institutionen aufbereitet und den Unternehmen aktiv zur Verfügung stellt. (z.B. Kompetenzzentrum (betrieblicher) Klimaschutz)

Aktualisierung und Vervollständigung der bestehenden Online-Information über Angebote zur Erhöhung der Energieeffizienz in Unternehmen.

Unternehmen sollen „auf einen Blick“ erfassen können, welche Beratungs- und Fördermöglichkeiten es für sie gibt; bzw. sollen Sie von einem unabhängigen Berater darüber informiert werden. Dazu gehören sowohl Angebote der LH München als insbesondere auch Angebote des Bundes, darüber hinaus des Landes und sonstiger unabhängiger Anbieter, z.B. Kammern, Verbände. Dazu bietet die Webseite der LH München <http://www.muenchen.de/rathaus/wirtschaft/nachhaltig-oeko> bereits eine gute Grundlage, sie müsste mindestens ergänzt werden um die Angebote der weiteren Akteure.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die Zahl und Inhalte der Beratungs- und Förderangebote hinsichtlich Energieeffizienz und Nutzung von erneuerbaren Energien für Unternehmen ist groß und unübersichtlich. Verschiedenste Akteure bieten unabhängige oder auch nicht unabhängige Beratungsleistungen an, die Förderlandschaft ist ebenfalls vielfältig. Auch von der Stadt München gibt es im aktuellen IHKM einen Mix von Beratungs- und Förderangeboten, der für die Zielgruppe nicht schnell zu durchschauen ist.

Gleichzeitig ändern sich Angebote schnell.

Ziel des Instrumentes ist, den Unternehmen sämtliche verfügbare Beratungs- und Förderangebote mit den wesentlichen Daten so sichtbar zu machen, dass schnell geeignete Instrumente erkannt werden können und deren Nutzung leichter umgesetzt werden kann.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

kurzfristig

f) Umsetzungsakteure

RAW, Wirtschaftsförderung, neues „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ als Träger, IHK, Branchenverbände, SWM

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Wirtschaft“ am 24.11.2016 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Detailkonzeption des Maßnahmenpakets

Auswahl eines geeigneten Trägers der Maßnahme (z.B. Kompetenzzentrum Klimaschutz Sü - 2)

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

m) Flankierende Instrumente

Sü-2 „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ als möglicher Träger

Wi-1 „Weiterentwicklung des Beratungsangebotes zum Thema Energieeffizienz in Unternehmen“

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Je nach Art der konkreten Umsetzung: Umfang der Nutzung der Webseite/Datenbank, Bewertung durch nutzende Unternehmen

Wi – 3:

Schaffung und Vergabe eines Labels für besonders klimafreundliche Unternehmen

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 4 / indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

Unternehmen, Fachöffentlichkeit, Bürgerinnen und Bürger

c) Kurzbeschreibung

Besonders vorbildliche und energieeffiziente Unternehmen werden mit einem Label ausgezeichnet. Das Label steht in direktem Bezug zum *Leitbild Klimaschutz* und verweist auf das Klimaziel 2050. Vergabe für alle erfolgreichen Unternehmen einmal im Jahr öffentlichkeitswirksam im Rathaus durch Oberbürgermeister oder Umweltbürgermeister

Synergieeffekte mit Ökoprotit sind zu prüfen.

z.B.: „Klimaneutrales München 2050: Wir sind dabei“

d) Begründung der Maßnahmenvorschläge / Adressierte Hemmnisse

Wenn es gelingt, das Label zu etablieren und positiv zu besetzen, stellt der Erhalt des Labels einen Anreiz für Unternehmen dar, ihre Klimaschutzanstrengungen zu erhöhen.

Über die Vorbildwirkung werden Motivations- und Nachahmungseffekte erzielt.

Auf Erfahrungen aus München für Klimaschutz (MfK) kann zurückgegriffen werden, ggf. kann das Label als Nachfolgeprojekt von MfK vermarktet/installiert werden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

mittelfristig

f) Umsetzungsakteure

RAW, RGU, BAU

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut

h) Erforderliche erste Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Erarbeitung von Kriterien für die Vergabe eines Labels, Abgrenzung/Anknüpfung an das Bündnis „München für Klimaschutz“ und den „Umweltpreis“ der LH München herausarbeiten, Installations- und Kommunikationskonzept erarbeiten

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Abschätzung kann im Zuge der Szenariorechnung (nach der Potenzialbestimmung) ergänzt werden

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens
l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung
m) Flankierende Instrumente Sü-2 „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ als möglicher Träger Wi-1 „Weiterentwicklung des Beratungsangebotes zum Thema Energieeffizienz in Unternehmen“
n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar) Label „Klimaschutz-Unternehmen“ auf Bundesebene: http://www.klimaschutz-unternehmen.de/
o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität Erfolg und Bekanntheit des Labels

Wi – 4: Ausbau der Dokumentation von Münchner Best-Practice-Beispielen bei Unternehmens-effizienz
a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik AG 4 / indirekter Einfluss
b) Zielgruppe Unternehmen, Fachöffentlichkeit, interessierte Bürgerinnen und Bürger
c) Kurzbeschreibung Besonders vorbildliche und energieeffiziente Maßnahmen in Unternehmen werden auf dem städtischen Internetauftritt dokumentiert und in den Klimaschutzstadtplan integriert. Bereits vorhandene Angebote sollen einbezogen bzw. ausgebaut werden. Der Internetauftritt wird entsprechend vermarktet.
d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse Über die Vorbildwirkung werden Motivations- und Nachahmungseffekte erzielt.
e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme kurzfristig
f) Umsetzungsakteure RAW
g) Quelle der Maßnahme Öko-Institut

<p>h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung</p> <p>Sammlung, Dokumentation und Veröffentlichung der Beispielmaßnahmen</p>
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p> <p>Abschätzung kann im Zuge der Szenariorechnung (nach der Potenzialbestimmung) ergänzt werden</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p> <p>Sü-2 „Kompetenzzentrum Klimaschutz“ als möglicher Träger</p> <p>Sü-5 Ausweitung der Öffentlichkeitsarbeit zu städtischen Klimaschutzaktivitäten</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Zahl der dokumentierten Best-Practice-Beispiele, Zahl der Besuche des Internetauftritts</p>

Wi – 5:

Modellvorhaben: klimafreundliches Gewerbegebiet

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 4 / indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

Unternehmen im ausgewählten Gewerbe- oder Industriegebiet

c) Kurzbeschreibung

Ein bestehendes, möglichst großes und energieintensives Gewerbe- bzw. Industriegebiet auf dem Münchner Stadtgebiet soll in ein zukunftsweisendes, nachhaltiges, energie- und ressourceneffizientes Industriegebiet mit stadt-, landes- und bundesweitem Modellcharakter umgewandelt werden.

Dazu sollen die vier Handlungsfelder Mobilität und Verkehr, Energieeffizienz und Energiemanagement, Energieversorgung und Ausbau erneuerbarer Energien, sowie Vernetzung und Öffentlichkeitsarbeit betrachtet werden.

Bei der Umsetzung dieses Projektes sollten sich die wesentlichen Akteure der Stadt, darunter auch die SWM und die Wirtschaftsförderung, unter Federführung des RAW, beteiligen.

Wesentliche Schritte der Maßnahme wären die Auswahl eines geeigneten Industriegebietes, sowie die Motivation und Gewinnung der ansässigen Unternehmen für eine Teilnahme am Vorha-

ben, sowie weiterhin

- die Erstellung von Einsparkonzepten für die Betriebe und das Quartier sowie die Entwicklung quartiersbezogener Lösungen auch für die Energieversorgung (auf Basis bzw. im Rahmen eines zu erstellenden Klimaschutzteilkonzeptes – Förderung über Kommunalrichtlinie des BMUB)
- die praxisnahe Beratung von Unternehmen und die Unterstützung bei der strategischen Energieeinsparung und Stoffstromoptimierung (Maßnahme Wi-1, ÖkoProfit, Bundesförderung)
- die Entwicklung von innovativen technologischen Lösungen (Möglichkeiten der Bundesförderung prüfen, möglicherweise Technologiepartner einbinden, und gemeinsam Forschungsfördermittel beantragen)
- die Vernetzung der Unternehmen, die Kommunikation und das Marketing nach außen, Schaffung eines Labels zur besseren Vermarktung des Gebietes

Möglicherweise kann ein geförderter Klimaschutzmanager zur Koordinierung der Maßnahme beantragt werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

- Modellgebiet mit regionaler und überregionaler Ausstrahlung als Best Practice für andere Münchner Industrie- und Gewerbegebiete
- Vorrangig sollen vorhandene Ressourcen und Förderprogramme der Stadt und des Bundes genutzt werden, die auf ein Beispielgebiet fokussiert werden, um Hemmnisse in diesem Gebiet (z.B. fehlende Motivation) einfacher überwinden zu können

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Kurz- bis mittelfristig

f) Umsetzungsakteure

RAW, neues Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2), SWM, Wirtschaftsförderung, PLAN, BAU

g) Quelle der Maßnahme

Öko-Institut

h) Erforderliche erste Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Definition von Kriterien für die Auswahl eines Gebietes (z.B. Energieverbräuche, bzw. Art der ansässigen Unternehmen, technologische Eignung, Motivation der Unternehmen) und Auswahl eines Gebietes, weitere Schritte siehe unter „Kurzbeschreibung“.

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

etwa 6.000 t CO₂ pro Jahr (Beispielrechnung)

Abhängig vom ausgewählten Industriegebiet, der Anzahl der teilnehmenden Betriebe sowie deren Energieverbrauch

Bei 20 teilnehmenden Unternehmen die ihren jährlichen CO₂-Ausstoß um 300 t (eingesparte Emissionen von 50 Münchner ÖkoProfit-Unternehmen in der Runde 2007/2008, nach sustainable

„Maßnahmenkatalog AG 4“, reduzieren
j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)
k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p> <p>Fehlende Motivation der Unternehmen zur Teilnahme</p> <p>Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Umsetzung müssen bereitgestellt werden; jedoch sollten Bundesfördermittel akquiriert werden, zum Beispiel Förderung der Erstellung eines Klimaschutzteilkonzeptes im Rahmen der Kommunalrichtlinie, sowie ggf. Fördermittel über KfW-Programm 432</p> <p>Fehlender Träger, solange kein Kompetenzzentrum Klimaschutz vorhanden ist</p>
m) Flankierende Instrumente
Wi-1 „Weiterentwicklung des Beratungsangebotes zum Thema Energieeffizienz in Unternehmen“, ÖkoProfit
n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)
<p>Klimaschutz und Energieeffizienz im Freiburger Industriegebiet Nord</p> <p>Im Industriegebiet Nord werden 20 % des Stroms in Freiburg verbraucht und 10 % der CO₂-Emissionen in der gesamten Stadt verursacht. Vor diesem Hintergrund haben die Stadt Freiburg, badenova, Fraunhofer ISE und FWTM einen neuen Ansatzpunkt im Rahmen des Konzepts "Green City Freiburg" entwickelt: Mit der im Februar 2014 gestarteten Initiative "Green Industry Park Freiburg" soll gemeinsam mit den örtlichen Unternehmen das größte und älteste Freiburger Industriegebiet in ein zukunftsweisendes, nachhaltiges, energie- und ressourceneffizientes Industriegebiet mit bundesweitem Modellcharakter entwickelt werden, mit der sich die Unternehmen identifizieren können. Dabei geht es um die Vernetzung von engagierten Unternehmen und einzelbetrieblichen Lösungen, die gemeinsame Entwicklung neuer, innovativer Projekte und Modellvorhaben sowie das Aufzeigen und Nutzen von Einsparpotenzialen und Kooperationsmöglichkeiten.</p> <p>Quelle des Textes: www.freiburg.de</p> <p>Weitergehende Informationen: http://www.greencity-cluster.de/green-industry-park/</p>
o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität
<p>Erfolgreiche Auswahl eines Industriegebietes</p> <p>Anzahl und Anteil der teilnehmenden Unternehmen</p> <p>Erfolgreiche Erstellung eines Klimaschutz-/Energieversorgungskonzeptes für das Gebiet</p> <p>Im weiteren Verlauf: Bewertung des Projektes durch die Unternehmen, Anzahl der umgesetzten Minderungsmaßnahmen, eingesparte Energie und Emissionen</p>

8.7. LH München als Energieverbraucher

(Fällt unter die IHKM-Handlungsfelder 6 und 7.)

Auf die Vorbildfunktion der Städte für den Klimaschutz wird immer wieder hingewiesen. Dies betrifft vor allem die Handlungsbereiche der eigenen Gebäude und deren Energiemanagement sowie den Bereiche der Straßenbeleuchtung und grob zusammengefasst dem Themenbereich Beschaffung und Dienstfahrzeuge und –reisen. Neben dem Vorbildcharakter aber können mit Maßnahmen in diesen Bereichen wesentliche Einsparungen für den kommunalen Haushalt generiert werden.

Grundsätzlich kann empfohlen werden, die bereits ergriffenen bzw. im IHKM beschlossenen Maßnahmen im Handlungsfeld weiterzuführen und wo möglich auszubauen. Darüber hinaus sollte die Berichterstattung des kommunalen Energiemanagements als Steuerungselement, aber auch als Plattform zur Darstellung von Umsetzungserfolgen ausgebaut bzw. optimiert werden (LHM-1).

Tabelle 8-7: Übersicht über die Maßnahmen im Handlungsfeld LH München als Energieverbraucher

LHM - 1 Kommunales Energiemanagement – Regelmäßige Berichterstattung als Steuerungsinstrumentarium entwickeln

LHM - 2 Stärkere Einflussnahme der Politik auf Eigenbetriebe und Beteiligungsgesellschaften und Ausbau der Kooperation der Stadtverwaltung mit den Betrieben im Sinne der Energiewende und des Klimaschutzes

LHM - 1:

Kommunales Energiemanagement – Regelmäßige Berichterstattung als Steuerungsinstrumentarium entwickeln

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 6

b) Zielgruppe

Verwaltung, Stadtrat, Bürgerinnen und Bürger

c) Kurzbeschreibung

Der Energiemanagementbericht soll als Steuerungs- und strategisches Instrument in regelmäßigen Intervallen fortgeschrieben werden (2-Jahres-Rhythmus).

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Eine regelmäßige Berichterstattung des städtischen Energiemanagements dient zur Information der städtischen Gremien und zur strategischen Steuerung und Schwerpunktsetzung. Der letzte Energiemanagementbericht der Stadt München stammt aus dem Jahr 2013 (Daten bis 2010), davor wurden dem Stadtrat Berichte im Jahr 2001 und 2002 vorgestellt.

Folgende Aspekte und Themenfelder sollten - neben der Berichterstattung über konkrete Maßnahmen und dem kontinuierlichen Monitoring - im nächsten Bericht dargestellt werden:

- Erfahrungen und Auswirkungen der neuen Zuständigkeiten im Energiemanagement (Baureferat, Schulreferat, Kommunalreferat)
- Veränderungen der Rahmenbedingungen (Energetische Standards, Entwicklung im Bereich LED etc.)
- Perspektivische Weiterentwicklung
- Stand der Sanierungsquote
- Best Practice Beispiele und positive Darstellung (Vorbildfunktion) der LHM

e) Einführung und technische Lebensdauer von Maßnahmen

mittelfristig

f) Umsetzungsakteure

Baureferat, Referat für Bildung und Sport (RBS), Kommunalreferat

g) Quelle der Maßnahme

IHKM, Energiemanagementbericht 2002,2013, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Vorbereitung des Berichtes durch die verantwortlichen Referate inkl. Überprüfung der für einen kürzeren Berichtsrahmen notwendigen Anpassungen im Bereich EDV Anwendung und Datenauswertung

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Abhängig von möglicher Nutzung von EDV-System und Automatisierung bzw. Kooperation zwischen den Referaten überschaubar

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Optimierung des Energiemanagements durch frühzeitigere strategische Steuerung

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Erweiterung des EDV-Instrumentariums

Verteilung der Verantwortung auf verschiedene Referate

m) Flankierende Instrumente

Fortentwicklung der Münchner Gebäudestandards hier: bezogen auf die kommunalen Gebäude (Neubau, Bestand)

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Regelmäßige Berichterstattung beispielsweise der Stadt Nürnberg (alle 2 Jahre)

Quelle: https://www.nuernberg.de/internet/referat6/kem_projektinfos.html

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Regelmäßige Berichte und Befassung des Stadtrates

Frühzeitige strategische Ausrichtung und Maßnahmenplanung

LHM – 2:

Stärkere Einflussnahme der Politik auf Eigenbetriebe und Beteiligungsgesellschaften und Ausbau der Kooperation der Stadtverwaltung mit den Betrieben im Sinne der Energiewende und des Klimaschutzes

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 4 bzw. RAW / direkter Einfluss

b) Zielgruppe

Beteiligungsgesellschaften und Eigenbetriebe

c) Kurzbeschreibung

Die Stadtpolitik nimmt im Interesse der Erreichung der Klimaziele stärkeren Einfluss auf die städtischen Beteiligungsgesellschaften und Eigenbetriebe und schafft den notwendigen Rahmen für die Betriebe, der ihnen die Umsetzung ambitionierter Klimaschutzmaßnahmen ermöglicht. Dies kann auf verschiedene Weise umgesetzt werden:

- Weiterer Ausbau der bestehenden Selbstverpflichtungen
- Übernahme der vom Stadtrat beschlossenen Klimaschutzziele durch die städtischen Beteiligungsgesellschaften; Umsetzung in die eigene Planung und Praxis; zweijährige Energie- und Klimaschutzberichte; Übermittlung relevanter Energiekennzahlen an RGU für das CO₂-Monitoring
- Beteiligungsgesellschaften und Eigenbetriebe stärken ihre Rolle als Dienstleister für die Energiewende. Dies sollte durch die Politik initiiert und ggf. von der Verwaltung unterstützt werden, z. B bei der Erarbeitung gemeinsamer Ideen und Umsetzungskonzepte.

Klimaschutzmaßnahmen gesamtstädtischer Akteure (Unternehmen, Bürgerschaft) sollten aktiv, unbürokratisch und zu guten Konditionen unterstützt werden. Beispiele sind die Stadtwerke bei Energieversorgungsprojekten außerhalb der Fernwärmevorranggebiete und die Stadtparkasse bei der Finanzierung konkreter Klimaschutzmaßnahmen der Wirtschaft oder der Privathaushalte (z.B. Angebot spezieller Finanzierungsprodukte für energetische Sanierungen, mit integrierter Sanierungsberatung in Zusammenarbeit mit dem Bauzentrum).

Beide genannten Akteure sind bisher nicht als „Dienstleister“ oder „Unterstützer“ aktiv.

- Die Politik schafft den Rahmen, der es den Unternehmen ermöglicht, einen wirksamen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten:
z.B. durch die Abschwächung der Rahmenvorgabe zum Wirtschaftlichkeitsgebot oder durch Ausweitung des Umweltbonus zur Realisierung klimafreundlicher Maßnahmen durch die höhere Kosten entstehen als durch weniger klimafreundliche Lösungen.
- Initiierung eines konstruktiven Dialogs zwischen Stadtverwaltung und SWM zur Bereitstellung von Daten für die städtische THG-Bilanzierung durch die Politik
Konkret geht es um die Aufteilung der Verbräuche leitungsgebundener Energieträger zwischen Unternehmen und privaten Haushalten. Möglicherweise könnten in einem konstruktiven Dialog hier Lösungen gefunden werden, welche die Datenlage des RGU für die Erstellung der THG-Bilanzen verbessern, ohne dass Geschäftsgeheimnissen der SWM preisgegeben werden.
- Das Gebührenrecht könnte entsprechend angepasst werden. Höhere Gebühren würden z.B. den finanziellen Spielraum des Abfallwirtschaftsbetriebs München für Klimaschutzmaßnahmen erhöhen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die Politik nimmt im Sinne des Klimaschutzes noch nicht genug Einfluss auf Eigenbetriebe und Beteiligungsgesellschaften. Gleichzeitig sind jedoch auch die Rahmenbedingungen für die Betriebe nicht immer so, dass klimafreundliche Maßnahmen umgesetzt werden können.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Kurz- bis mittelfristig

f) Umsetzungsakteure

RAW, RGU

g) Quelle der Maßnahme

Maßnahmen-Workshops am 24.11.2015 und 16.02.2016, IHKM-PG-Treffen am 26.1.2016, Öko-Institut

h) Erforderliche erste Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Anstoßen des politischen Prozesses

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Fehlender politischer Wille, rechtliche Hemmnisse

m) Flankierende Instrumente

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

8.8. Verkehr und Mobilität

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 3.)

Vor dem Hintergrund der aktuellen Verkehrssituation und dem Ziel der Reduktion der CO₂-Emissionen und damit einhergehend weiterer Umweltwirkungen wie Luftqualität und Lärm für mehr Lebensqualität in München ist sowohl der Ausbau der Infrastruktur der umweltfreundlichen Verkehrsmittel als auch das Bewusstsein dafür zu schaffen prioritär anzugehen. Gleichzeitig soll eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung betrieben werden, um über eine verbesserte Nahversorgung und Aufenthaltsqualität kurze Wege wieder attraktiv zu machen und somit Verkehr zu vermeiden und die Nahmobilität zu stärken.

Grundlage für die Entwicklung der hier genannten Maßnahmen im Verkehrssektor ist der aktuell in der Fortschreibung befindliche neue Verkehrsentwicklungsplan für München. Da viele Maßnahmen eng miteinander verwoben sind und sich gegenseitig beeinflussen, ist eine integrierte Betrachtung und möglichst Modellierung der Maßnahmen wesentlich. Daher wird jeweils im Rahmen der Maßnahmenbeschreibungen auf die Aufnahme der Maßnahme in den Verkehrsentwicklungsplan hingewiesen. Neben den hier aufgeführten Maßnahmen sollten im Verkehrsentwicklungsplan alle Maßnahmen zum stadt- und umweltverträglichen Verkehr in München zusammengeführt werden.

Im Rahmen der Gestaltung des Verkehrsentwicklungsplans wird ein Beteiligungsprozess zur Entwicklung der hier genannten und weiteren Maßnahmen empfohlen. Dieser kann beispielsweise auf Quartiersebene stattfinden und dient dazu, dass BürgerInnen den Verkehr (z.B. mehr Radverkehr und Carsharing) mitgestalten und damit auch die Lebensqualität in ihrem Quartier beeinflussen können. Zudem wird Akzeptanz für Veränderungen geschaffen. Ferner sollte auch die Wirtschaft und die Politik in den Prozess mit eingebunden werden. Darüber hinaus ist für Maßnahmen wie beispielsweise Radschnellwege eine enge Kooperation zwischen Stadt und Umland wesentlich. Auch hier wird die Einbindung der Umland-Gemeinden in die Gestaltung des Verkehrsentwicklungsplans empfohlen.

Die Aktivitäten Münchens zum Mobilitätsmanagement bilden bei fast allen aufgelisteten Maßnahmen eine wesentliche flankierende Maßnahme. Dabei ist eine kontinuierliche Mobilitätsberatung für verschiedene Personengruppen, insbesondere für Kinder über die Kita und die Schule, sicherzustellen.

Tabelle 8-8: Übersicht über die Maßnahmen im Sektor Verkehr und Mobilität

V – 1	Machbarkeitsstudie in drei Modellgebieten Münchens zur Umverteilung des Straßenraums zugunsten umweltfreundlicher Verkehrsmittel und FußgängerInnen
V – 2	Umsetzung Grundsatzbeschluss Radverkehr 2009 - Radverkehrsinfrastruktur ausweiten
V – 3	Nahverkehrsplan umsetzen - Tangentialverbindungen im ÖPNV ausbauen
V – 4	Entwicklung von Konzepten zur Stärkung der Multimodalität in zwei Quartieren
V – 5	Bestehende Modellvorhaben zur Gestaltung von Mobilität am Wohnstandort und in Quartieren nutzen und weiterentwickeln, Übertragung der Ergebnisse auf weitere Quartiere Münchens
V – 6	Klimafreundliche Mobilitätskonzepte bei Neubauvorhaben unterstützen und umsetzen
V - 7	Etablierung einer „Task-Force“ Wirtschaftsverkehr
V - 8	Elektromobilität auf zwei und drei Rädern fördern

Tabelle 8-9: Maßnahmenvorschläge im Sektor Verkehr mit adressierten Umsetzungspfaden

	UP 1: Variation des Modal Split	UP 2: Siedlungs- u. Verkehrsentwicklung	UP 3: PKW-Anzahl	UP 4: Verkehrssteuerung u. -information	UP 5: Nutzen statt Besitzen	UP 6: Verkehrsvernetzung u. Information	UP 7: Institutionalisierung	UP 8: Ordnungspolitik	UP 9: regionale Stoffkreisläufe	UP 10: nachhaltige Stadtlogistik	UP 11:: Elektromobilität mit EE-Strom
V – 1	x	x	x								
V – 2	x		x	x							
V – 3	x										
V – 4	x		x		x	x					
V – 5	x	x	x		x	x	x				
V – 6	x	x	x		x	x					
V – 7				x			x	x	x	x	
V – 8	x										x

V – 1:

Machbarkeitsstudie in drei Modellgebieten Münchens zur Umverteilung des Straßenraums zugunsten umweltfreundlicher Verkehrsmittel und FußgängerInnen

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

Langfristig ist das Ziel der Maßnahme, den Straßenraum München stadtweit so umzugestalten, dass sich die Verkehrsteilnehmer, die mit umweltfreundlichen Verkehrsmitteln oder zu Fuß unterwegs sind, barrierefrei, schnell und sicher durch die Stadt bewegen können. Der Straßenraum wird insbesondere für Radfahrer und Fußgänger attraktiver gestaltet, um deren Verkehrsnachfrage gegenüber dem MIV zu erhöhen.

Dafür wird eine Machbarkeitsstudie für drei Modellgebiete in München (größer als die Quartiers-ebene und unter Einbeziehung größerer Verkehrsachsen) durchgeführt, um den Straßenraum zu identifizieren, welcher umgestaltet werden kann. Dabei können Fahrradstraßenwege, Fahrradschleusen, LSA-Optimierungen für Radfahrer und Fußgänger, verkehrsberuhigte Aufenthaltsbereiche, etc. berücksichtigt werden. Auch eine erleichterte Nutzung und schnellere Fahrtzeiten des ÖPNV (Straßenbahnen und Busse) werden berücksichtigt, wobei deren Ausbau nicht mit negativen Auswirkungen für den Rad- und Fußverkehr einhergehen darf.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie werden zum einen verschiedene Konzepte zur Umgestaltung des Straßenraums entwickelt und deren technische Umsetzbarkeit unter den gegebenen Rahmenbedingungen geprüft. Dabei ist das Projekt Smarter Together, bei welchem für das Viertel Neuaubing-Westkreuz und das Neubaugebiet Freiham ein nutzerzentriertes Mobilitätskonzept entwickelt wird, einzubeziehen. Ansätze zur Umgestaltung des Straßenraums lassen sich darüber hinaus beispielsweise im Neubauquartier DomagkPark, im Rahmen des Projektes City2Share und des Verkehrsversuchs für die Fußgängerzone Sendlinger Straße finden, sind jedoch über die Quartiersebene hinaus zu denken. Zum anderen erfolgt eine Bewertung der Konzepte, insbesondere hinsichtlich der Potenziale der Verkehrsverlagerung und für die Lebensqualität in den Modellgebieten.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie zur Umgestaltung des Straßenraums werden in die Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans integriert, um Interaktionen mit anderen Maßnahmen zu analysieren und ggf. Anpassungen vorzunehmen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die vorhandene Verkehrsinfrastruktur ist bisher vorrangig für den motorisierten Verkehr ausgelegt. Der zur Verfügung stehende Raum für Verkehrsinfrastruktur ist in München begrenzt. Vor allem für das Fahrrad ist die Nutzung der Infrastruktur häufig mit Hindernissen verbunden. Im Sinne eines umweltfreundlichen Verkehrs und um mittel- bis langfristig Verkehrsstaus abzubauen, müssen die Prioritäten weg vom MIV hin zum ÖPNV, Fahrradverkehr und zur Nahmobilität verschoben werden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig, bis 2018 (bezieht sich auf die Machbarkeitsstudie); mittel-langfristig (Einführung über die Modellgebiete hinaus)

Technische Lebensdauer der Maßnahme: Nutzungsdauer von Straßen / Instandsetzung nach: 25 - 30 Jahre (ADAC 2010)

f) Umsetzungsakteure

Federführung Referat für Stadtplanung und Bauordnung

in Zusammenarbeit mit Kreisverwaltungsreferat, Referat für Gesundheit und Umwelt, Baureferat, Referat für Arbeit und Wirtschaft, MVG, MVV

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) und Lenkungskreis Radverkehr begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Detaillkonzeption des Machbarkeitsstudie, Auswahl der Modellgebiete

Auswahl eines geeigneten Zeitplans von der Planung bis zur Umsetzung in Abstimmung mit dem Verkehrsentwicklungsplan

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Hohe CO₂-Minderungspotenziale

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Zugänglichkeit von Daten zur Entwicklung und Bewertung der Konzepte

m) Flankierende Instrumente

Workshops mit Bürgern zur partizipativen Entwicklung von Konzepten für das jeweilige Modellgebiet, kann Bestandteil des Beteiligungsprozess zur Entwicklung des Verkehrsentwicklungsplan mit Bürgern, Politik, Wirtschaft und kommunalen Verkehrsunternehmen sein

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Beispiel Bremen zur Entwicklung eines Verkehrsentwicklungsplan mit Beteiligung der Bürgern

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Potenzialabschätzung zur Veränderung des Modal Split; Einschätzung der Bürgern zu Konzepten

V – 2:

Umsetzung Grundsatzbeschluss Radverkehr 2009 - Radverkehrsinfrastruktur ausweiten

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

Die im Grundsatzbeschluss Radverkehr 2009 beschriebenen Maßnahmen werden weiterverfolgt und umgesetzt. Dabei wird verstärkt der Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur vorangetrieben. Dies umfasst vor allem die Errichtung von Fahrradstraßen, Radschnellwegen, breiteren Radwegen und Markierungen für Radwege, die Öffnung von Einbahnstraßen für den gegenläufigen

Radverkehr, die Verbesserung der Oberflächen, die Beschleunigung des Radverkehrs durch Vorrangschaltung an LSA und Fahrradstellplätze, auch am Wohn- und Zielort (Betrieben).

Bei der Planung und Umsetzung werden die Aktivitäten der 6. Fortschreibung des Luftreinhalteplans zum schnelleren Ausbau der Fahrradmobilität und für Radschnellwege im Stadt bzw. Stadt - Umland – Verkehr berücksichtigt.

Alle Aktivitäten zum Radverkehr in München werden vom Arbeitskreis Radverkehr koordiniert. Dieser ist auch dafür verantwortlich, dass die einzelnen Maßnahmen in der Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans berücksichtigt werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

In München finden viele Aktivitäten zum Radverkehr statt. Dabei werden überwiegend Maßnahmen zur Informationsbereitstellung und Bewusstseins-schaffung umgesetzt. Diese sind ein wesentlicher Grundpfeiler, um die Radnutzung in München zu erhöhen. Gleichzeitig ist eine gut ausgebaute Radverkehrsinfrastruktur eine wesentliche Voraussetzung, um schnelles, sicheres und barrierefreies Radfahren zu ermöglichen und durch erhöhte Attraktivität die Wirkung des Mobilitätsmanagements zu verstärken. Die Maßnahmen zum Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur München reichen bisher noch nicht aus und sind daher zu intensivieren und auszuweiten. Dabei kann an bereits vielen Stellen auf vorhandenes Wissen, Planungen sowie Aktivitäten aufgebaut werden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig, bis 2020

Technische Lebensdauer der Maßnahme: Nutzungsdauer von Straßen / Instandsetzung nach: 25 - 30 Jahre (ADAC 2010)

f) Umsetzungsakteure

Federführung Arbeitskreis Radverkehr

in Zusammenarbeit mit weiteren Akteuren aus dem Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Kreisverwaltungsreferat, Referat für Gesundheit und Umwelt, Baureferat, Referat für Arbeit und Wirtschaft, MVG, MVV

in Zusammenarbeit mit dem Planungsverband Äußerer Wirtschaftsraum München

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung und Konkretisierung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Aufgaben des Arbeitskreises Radverkehr überarbeiten, ggf. anpassen

Auswahl eines geeigneten Zeitplans von der Planung bis zur Umsetzung in Abstimmung mit dem Verkehrsentwicklungsplan

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Hohe CO₂-Minderungspotenziale

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Hoher koordinativer Personalaufwand: Viele verschiedene Aktivitäten müssen zusammengebracht, gebündelt und reflektiert werden.

m) Flankierende Instrumente

Kapazitäten beim ÖPNV erhöhen

Vernetzung zwischen den Verkehrsmitteln optimieren

Mobilitätsmanagement

Mobilitätskonzepte für die Schaffung von mehr Fahrradstellplätzen bei Neubauvorhaben anstatt Kfz-Stellplätzen (Stellplatzschlüssel ändern)

Zusammenarbeit mit Bund und Land zur Anpassung der StVO und zur Verteilung der Finanzhilfen im Rahmen des GVFG.

Beteiligungsprozess zur Entwicklung des Verkehrsentwicklungsplan mit BürgerInnen, Politik, Wirtschaft und kommunalen Verkehrsunternehmen

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil Radverkehr am Modal Split

V – 3:

Nahverkehrsplan umsetzen - Tangentialverbindungen im ÖPNV ausbauen

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

Der Nahverkehrsplan der Stadt München wird weiterverfolgt und umgesetzt. Umsetzungen zu Tangentialverbindungen wie der Tram-Westtangente und Tramlösungen für einen Nord- und Süd-ring werden vorangetrieben. Diese können die Verbindungen in der Innenstadt entlasten und schaffen schnellere Verbindungen in den äußeren Bezirken Münchens.

Weitere ÖPNV Maßnahmen wie die Erleichterung der ÖPNV-Nutzung durch eine einfachere Tarifgestaltung und den Abbau von Zugangsbarrieren sowie die Vernetzung mit Mobilitätsdienstleistungen wie Bike und Carsharing werden neben dem Infrastrukturausbau umgesetzt.

Die genaue Ausgestaltung der ÖPNV Ausbaumaßnahmen wird in Abstimmung mit der Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans ermittelt.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Das ÖPNV System in München ist weitestgehend radial ausgerichtet. Verbunden mit einem hohen Verkehrsaufkommen führt dies zu Kapazitätsengpässen vor allem in den Innenstadtbereichen. Daher ist das Ziel dieser Maßnahme die radialen ÖPNV Linien durch vermehrt tangentielle Verbindungen zu entlasten und gleichzeitig die Attraktivität des ÖPNV sowohl im Innenstadtbereich aber auch in den Außenbereichen durch bessere Verbindungen zu erhöhen.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig, bis 2020

Technische Lebensdauer der Maßnahme: > 30 Jahre (bei regelmäßiger Wartung)

f) Umsetzungsakteure

Federführung Referat für Stadtplanung und Bauordnung und MVG, MVV

in Zusammenarbeit mit Kreisverwaltungsreferat, Referat für Gesundheit und Umwelt, Baureferat, Referat für Arbeit und Wirtschaft

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Bewusstsein schaffen für enormen Handlungsdruck: intensiver Dialog zwischen Politik und Fach-ebene, Einbeziehung der IHK, um wirtschaftliche Auswirkungen aktueller und zukünftiger gravie-render ÖPNV Engpässen zu verdeutlichen

Detaillkonzeption des Maßnahmenpakets

Auswahl eines geeigneten Zeitplans von der Planung bis zur Umsetzung in Abstimmung mit dem Verkehrsentwicklungsplan

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Hohe CO₂-Minderungspotenziale

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: Ausbau des ÖPNV Netzes geht mit hohen Kosten einher. Kosten-Nutzen-Analysen können helfen, die aktuellen, aber auch langfristigen Vorteile den Nachteilen sinnvoll gegenüber zu stellen und mit alternativen Investitionen in das Straßennetz für den MIV zu vergleichen.

m) Flankierende Instrumente

Vernetzung zwischen den Verkehrsmitteln optimieren

Mobilitätsmanagement

Zusammenarbeit mit Land zur Verteilung der Finanzhilfen im Rahmen des GVFG

Beteiligungsprozess zur Entwicklung des Verkehrsentwicklungsplan mit BürgerInnen, Politik, Wirtschaft und kommunalen Verkehrsunternehmen

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil ÖPNV am Modal Split

V – 4:

Entwicklung von Konzepten zur Stärkung der Multimodalität in zwei Quartieren

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

An die bisherigen Aktivitäten der Stadt zu alternativen Mobilitätsdienstleistungen wie Carsharing und Bikesharing einschließlich Lastenfahrrädern wird angeknüpft, um multimodales Verkehrsverhalten zu unterstützen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Nutzung von alternativen Mobilitätsdienstleistungen ist deren Sichtbarkeit und Zugänglichkeit. Daher wird die Umsetzung der Mobilitätsstationen stadtweit weiterhin unterstützt und Parkraum für alternative Mobilitätsdienstleistungen geschaffen. Um die Attraktivität zu erhöhen, wird gleichzeitig das Parkraummanagement verschärft und die Parkgebühren für private Pkw angehoben. Zusätzlich wird das kostenlose Parken für Carsharing Fahrzeuge an die Energieeffizienz der Fahrzeuge gekoppelt.

Daneben wird bei allen Aktivitäten eine enge Kooperation zwischen Umweltverbund und Mobilitätsdienstleistungen unterstützt und gefördert.

Erkenntnisse aus laufenden Projekten wie z. B. Smarter Together, DomagkPark, City2Share sind zu berücksichtigen.

Die genaue Ausgestaltung der Maßnahme, d.h. die Ausweisung von Parkraum, die Verschärfung des Parkraummanagements und die Verflechtung zwischen den Verkehrsmitteln sowie die Wirkungen werden anhand von zwei Quartieren untersucht. Das Ergebnis der Analyse wird in die Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans integriert und ggf. unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen z.B. zur verkehrsreduzierenden Stadtentwicklung angepasst.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Das Angebot an alternativen Mobilitätsdienstleistungen trägt zu multimodalem Mobilitätsverhalten bei, welches weniger stark auf den eigenen Pkw fokussiert ist. Zudem werden durch den Gebrauch von Carsharing freie Flächen zur alternativen Nutzung geschaffen (siehe Studie „Evaluation München“). Zusammen mit der Verbesserung des ÖPNV entstehen attraktive Alternativen zum eigenen Pkw. Eine verbesserte Präsenz der Angebote, bessere Zugänglichkeit und Nutzung der Verkehrsmittel sowie die Verteuerung des privaten Pkw Besitzes unterstützt diese Entwicklung maßgeblich.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig, bis 2018

Technische Lebensdauer der Maßnahme: keine Angabe möglich, da viele verschiedene Faktoren miteinfließen können

f) Umsetzungsakteure

Federführung Referat für Stadtplanung und Bauordnung und MVG

in Zusammenarbeit mit Kreisverwaltungsreferat, Referat für Gesundheit und Umwelt, Baureferat, Referat für Arbeit und Wirtschaft, MVV

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Modellquartiere auswählen, Konzepte entwickeln

Auswahl eines geeigneten Zeitplans von der Planung bis zur Umsetzung in Abstimmung mit dem Verkehrsentwicklungsplan

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Mittlere CO₂-Minderungspotenziale

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Gesetzlich Hindernisse: Carsharing Gesetz – Voraussetzung für Parkbevorrechtigungen und gebührenfreies Parken für Carsharing

Ablehnung der Maßnahme durch Teile der Bevölkerung möglich; Akzeptanz schaffen durch Beteiligungsprozess zur Einbeziehung der Interessen und Mitgestaltung der BürgerInnen

m) Flankierende Instrumente

Der Ausbau der Kapazitäten beim ÖPNV ist eine wesentliche Voraussetzung bzw. muss gleichzeitig umgesetzt werden (siehe auch Maßnahme V-3)

Carsharing Gesetz (Bundesebene)

Mobilitätsmanagement

Beteiligungsprozess zur Entwicklung des Verkehrsentwicklungsplan mit BürgerInnen, Politik, Wirtschaft und kommunalen Verkehrsunternehmen

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil Umweltverbund und energiearme Mobilitätsdienstleistungen am Modal Split, Pkw-Besitz

V – 5:

Bestehende Modellvorhaben zur Gestaltung von Mobilität am Wohnstandort und in Quartieren nutzen und weiterentwickeln, Übertragung der Ergebnisse auf weitere Quartiere Münchens

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

Existierende Modellvorhaben und Projekte wie 4togo, DomagkPark und City2Share zur Gestaltung von Mobilität in Quartieren nutzen, weiterentwickeln und die Mobilitätsangebote mit weiteren Faktoren, die das Verkehrsverhalten beeinflussen, zusammenplanen. Zu berücksichtigen sind dabei u. a. folgende Aspekte:

- Mobilitätsangebote durch nachbarschaftlich organisierte Mobilitätsdienstleistungen sowie differenzierte Angebotsformen zur Kostenreduktion ergänzen
- Beratung und Information zu Mobilitätsmöglichkeiten (in Anlehnung an Mobilitätsmanagement, auf die Quartiersebene angepasst)
- Wohnungswirtschaft als wichtigen Akteur einbeziehen, z.B. bei Schaffung von Mobilitätsstationen
- Umfang und Qualität der Nahraumausstattung (Versorgung, Dienstleistungen, Ausbildung und Bildung, Freizeit) in Abhängigkeit von der Ausgangssituation und den Bedürfnissen der BürgerInnen verbessern
- Öffentliche Räume, Grünflächen für soziale Kontakte und Austauschmöglichkeiten je nach Ausgangssituation und den Bedürfnissen der BürgerInnen schaffen

Weitere Schritte sind die Modellvorhaben über Projektlaufzeiten hinaus in den jeweiligen Quartieren fortzuführen und dafür Strukturen zu schaffen sowie die Übertragbarkeit der Konzepte auf andere Quartiere zu testen. Dafür kann der beim Kreisverwaltungsreferat in Entwicklung befindliche Leitfaden unterstützend genutzt werden.

Die entwickelten Maßnahmen werden in den Verkehrsentwicklungsplan integriert. Insbesondere Erkenntnisse aus Maßnahme V-1 zur Umgestaltung des Straßenraums und V-4 zur Multimodalität ist für die Detailkonzeption des Maßnahmenpakets relevant.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Am Wohnstandort entsteht ein Großteil der Wege. Wenn hier bereits ein Umdenken hin zu umweltfreundlichem Verkehrsverhalten stattfindet, dann kann dies den Modal Split wesentlich beeinflussen. Dafür müssen entsprechende Angebote am Wohnort und im Quartier geschaffen werden. Zudem beeinflusst die Nahraumausstattung sowie die Existenz von Öffentlichen Räumen und Grünflächen im Quartier das Mobilitätsverhalten.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig, bis 2020

Technische Lebensdauer der Maßnahme: keine Angabe möglich, da viele verschiedene Faktoren miteinfließen können

f) Umsetzungsakteure

Federführung Referat für Stadtplanung und Bauordnung

in Zusammenarbeit mit Kreisverwaltungsreferat, Referat für Gesundheit und Umwelt, Baureferat, Referat für Arbeit und Wirtschaft, MVG, MVV

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2), Quartiersmanagement begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Gremium/Arbeitskreis – Quartier schaffen mit den Aufgaben: Zusammenführen der Ergebnisse aus den Modellvorhaben, Verstetigung der Modellprojekte, Übertragbarkeit auf andere Quartiere prüfen, Umsetzung koordinieren

Auswahl eines geeigneten Zeitplans von der Planung bis zur Umsetzung in Abstimmung mit dem Verkehrsentwicklungsplan

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Mittel- bis langfristig hohe CO₂-Minderungspotenziale

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Ablehnung der Maßnahme durch Teile der Bevölkerung möglich; Akzeptanz schaffen durch Beteiligungsprozess zur Einbeziehung der Interessen der BürgerInnen und Mitgestaltungsmöglichkeiten

m) Flankierende Instrumente

Kapazitätsausweitung beim ÖPNV

Stellplatzschlüssel ändern

Mobilitätsmanagement

Beteiligungsprozess zur Entwicklung des Verkehrsentwicklungsplan mit BürgerInnen, Politik, Wirtschaft und kommunalen Verkehrsunternehmen

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Tübingen – Südstadt

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil Umweltverbund und energiearme Mobilitätsdienstleistungen am Modal Split, Veränderung der Verkehrsleistung, Pkw-Besitz

V – 6:

Klimafreundliche Mobilitätskonzepte bei Neubauvorhaben unterstützen und umsetzen
a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

Um Alternativen zum eigenen Pkw am Wohnstandort aufzuzeigen und auf die Mobilitätsbedürfnisse der zukünftigen Bewohner von Neubauvorhaben unter Berücksichtigung der Anbindung an den ÖPNV und weiterer Mobilitätsoptionen einzugehen, stellen nachhaltige Mobilitätskonzepte bei der Genehmigungspraxis eine Alternative dar (z.B. Carsharing Stellplätze zur Reduzierung der Kfz Stellplätze, ausreichend Fahrradabstellmöglichkeiten unter Berücksichtigung von (Lasten-)Pedelecs und Lastenfahrrädern). Für die Genehmigung von Wohnbauvorhaben werden in München bereits Mobilitätskonzepte anstatt der Einhaltung von Stellplatzschlüsseln akzeptiert (z. B. im Rahmen des Neubaugebiets DomagkPark). Um Wohnungsunternehmen und Wohninitiativen bei der Entwicklung von nachhaltigen Mobilität am Wohnstandort zu unterstützen, werden von der Stadt Vorschläge für nachhaltige Mobilitätskonzepte entwickelt und Kontakte zu Kooperationspartnern wie z.B. nachbarschaftliches Carsharing bereitgestellt.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Aufgrund der Einhaltung des Stellplatzschlüssels wird die Entwicklung von alternativen Mobilitätsoptionen am Wohnort erschwert. Durch Mobilitätskonzepte können dagegen tatsächliche Mobilitätsbedürfnisse aufgenommen und Alternativen zum eigenen Pkw attraktiver gestaltet werden. Das Wissen um alternative Konzepte liegt allerdings größtenteils nicht vor, weshalb Anregungen dazu die Verbreitung unterstützen können.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig, bis 2018

Technische Lebensdauer der Maßnahme: keine Angabe möglich, da viele verschiedene Faktoren miteinfließen können

f) Umsetzungsakteure

Federführung Referat für Stadtplanung und Bauordnung

in Zusammenarbeit mit MVG, MVV

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Kriterien für Mobilitätskonzepte entwickeln
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p> <p>Mittelfristig mittlere CO₂-Minderungspotenziale</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p> <p>Stellplatzschlüssel ändern bzw. abschaffen --> Landesbauverordnung anpassen</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p> <p>Stellplatzschlüssel: Kommunen mehr Spielraum für alternative Instrumente schaffen</p> <p>Kapazitätsausweitung beim ÖPNV</p> <p>Integrierte Verkehrs- und Stadtplanung</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p> <p>Hamburg (Mobilitätskonzepte), Bremen (Carsharing Stellplätze anstatt Stellplätze für private Pkw)</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Anteil Umweltverbund und energiearme Mobilitätsdienstleistungen am Modal Split, Pkw-Besitz</p>

V – 7:

Etablierung einer „Task-Force“ Wirtschaftsverkehr

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe /direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

Unternehmen, Logistik- und Postunternehmen

c) Kurzbeschreibung

Mit den Verantwortlichen der Stadtverwaltung und Akteuren aus der Wirtschaft wird eine „Task-Force“ Wirtschaftsverkehr gebildet. Die Leitung übernimmt ein Wirtschaftsverkehrsexperte mit Erfahrungen aus der Praxis und Kenntnissen über die relevanten Akteure des Wirtschaftsverkehrs. Ziel dieser Task Force ist neben der Verkehrsoptimierung die Reduzierung der Verkehrsleistung, insbesondere des Straßengüterverkehr durch beispielsweise effiziente und intelligente City-Logistik, Verlagerung auf die Schiene, durch kombinierte Mobilität aus Verteilerboxen, die Unterstützung der regionalen Stoffkreisläufe und ggf. preis- und ordnungspolitischen Instrumente. Auch die bereits laufenden Aktivitäten zum „Vorbehaltsnetz für den städtischen Wirtschaftsverkehr in München“ sollten hier berücksichtigt werden, da diese für Versorgung von Stadtteil- und Quartierszentren wichtig sind.

Die im Rahmen der Task Force entwickelten Maßnahmen fließen in die Fortschreibung des Verkehrsentwicklungsplans ein.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Ansätze zur Schaffung von dezentralen Güterverkehrszentren sind bisher weitestgehend bundesweit, vor allem auch in München, gescheitert. Die Bündelung von Logistiksystemen stellt eine große Herausforderung dar. In München finden mit z.B. kombinierter Mobilität aus Verteilerboxen bereits Projekte statt, die den Lieferverkehr auf umweltfreundliche Verkehrsmittel wie Lastenfahräder verlagern. Das Ausmaß solcher Projekte und damit die Klimaschutz Auswirkungen sind bisher gering. Dennoch können diese Aktivitäten als Impuls fungieren, um die daraus gewonnenen Erkenntnisse zu nutzen und unter Einbeziehung weiterer Experten aus der Wirtschaft darauf aufbauende Maßnahmen zu entwickeln.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: mittelfristig, bis 2020

Technische Lebensdauer der Maßnahme: keine Angabe möglich

f) Umsetzungsakteure

Federführung Referat für Stadtplanung und Bauordnung

In Zusammenarbeit mit dem Referat für Arbeit und Wirtschaft, Kreisverwaltungsreferat, Wirtschaftsverbände

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) begleitend

<p>g) Quelle der Maßnahme</p> <p>Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung und Konkretisierung durch Öko-Institut</p>
<p>h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung</p> <p>Wirtschaftsverkehrsexperte benennen, Mitglieder der Task Force „Wirtschaftsverkehr“ bestimmen</p>
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p> <p>Langfristig mittlere bis hohe CO₂-Minderungspotenziale</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p> <p>Mögliche Herausforderung kann die Bildung der Task Force Wirtschaftsverkehr sein und die Bestimmung der Mitglieder</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Verkehrsleistung der Verkehrsträger des Güterverkehrs</p>

V – 8:

Elektromobilität auf zwei und drei Rädern fördern

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe /direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 3

b) Zielgruppe

- Unternehmen, KEP (Kurier-Express-Paket) Dienste, BürgerInnen

c) Kurzbeschreibung

Für die Förderung von Elektromobilität sind das zunehmende Verkehrsaufkommen im MIV und die Verlagerungspotenziale durch Pedelecs und Lastenpedelecs zu berücksichtigen. Daher ist die Förderung von Elektromobilität im Wirtschaftsverkehr stärker auf Pedelecs und Lastenpedelecs auszurichten und ggf. auf den Personenverkehr auszuweiten. Gleichmaßen muss für die Infrastruktur zur Nutzung der Elektrofahrräder und für Abstellmöglichkeiten stadtwweit gesorgt werden.

Das Förderprogramm IHFEM ist daher vor diesem Hintergrund zu evaluieren und anzupassen.

Sämtliche Maßnahmen zur Elektromobilität werden in die Gestaltung des Verkehrsentwicklungs-

plans aufgenommen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Aufgrund steigender Einwohnerzahlen und des bereits hohen motorisierten Verkehrsaufkommens in München wird eine Förderung von Elektrofahrzeugen das Hauptproblem, Verkehrsstaus, nicht lösen. (Lasten)pedelecs hingegen stellen im Wirtschaftsverkehr vor allem für den Lieferverkehr und im Personenverkehr, insbesondere für Pendler, eine Alternative zum Pkw und zu leichten Nutzfahrzeugen dar und weisen daher ein Verlagerungspotenzial auf.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Einführung: kurzfristig, bis 2018

Technische Lebensdauer der Maßnahme: Lebensdauer von Pedelecs 8 – 10 Jahre (Akku kann aufgrund von begrenzten Ladezyklen die Lebensdauer verkürzen) (Rudolph 2014)

f) Umsetzungsakteure

Federführung Kreisverwaltungsreferat und Referat für Gesundheit und Umwelt

In Zusammenarbeit mit dem Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Referat für Arbeit und Wirtschaft, Baureferat, MVG, MVV

Kompetenzzentrum Klimaschutz (Sü-2) und Arbeitskreis Radverkehr begleitend

g) Quelle der Maßnahme

Beteiligungs-WS „Verkehr“ am 24.11.2015 im RGU, Weiterentwicklung und Konkretisierung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Evaluation der Förderung im Rahmen des IHFEM 2016

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Geringe CO₂-Minderungspotenziale; im Radverkehr neben dem Infrastrukturausbau wichtige komplementäre Maßnahme zur Verlagerung des MIV auf das Rad.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

evtl. politisch schwer umsetzbar, Abweichung von Bundeszielen

m) Flankierende Instrumente

Weitere Maßnahmen und Aktivitäten im Rahmen des IHFEM

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil Pedelecs und Lastenpedelecs am Radverkehr, Veränderungen im Modal Split

8.9. Energieumwandlung und –verteilung

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 5.)

Im Mittelpunkt der Maßnahmenpakete im Sektor Energieumwandlung und –verteilung steht der Umbau zu einer weitgehend auf erneuerbaren Energien basierenden Strom- und Wärmeerzeugung. Dabei kommt dem Stromsektor eine besondere Funktion zu, da er im Zuge ambitionierter Klimaschutzstrategien eine wichtige unterstützende Rolle bei der Dekarbonisierung der Sektoren Verkehr und Wärme spielt. Auch die Verluste, die bei der Energieumwandlung und -verteilung auftreten, sollten so weit wie möglich reduziert werden.

Die Ausgangssituation bei der Strom- und Wärmeversorgung in München ist in Kapitel 7.4.1 und die wichtigsten kommunalen Handlungsstrategien sind in Kapitel 7.4.2 dargestellt. Die beiden nachfolgenden Tabellen geben eine Übersicht über die für den Zeitraum bis 2030 in diesem Sektor empfohlenen Maßnahmen und deren Zuordnung zu den in Kapitel 7.4.3 genannten Umsetzungspfaden. Aus der Übersicht wird deutlich, dass einige Umsetzungspfade durch die hier aufgeführten Maßnahmen nicht adressiert werden können („Etablierung von Wärmeverbänden, industrieller KWK“, „Ausbau der KWK in der Objektversorgung außerhalb von Fernwärmegebieten“ und „Ausbau Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung“). Für diese Umsetzungspfade sollten durch die LH München ggf. weitere Maßnahmen definiert werden.

Im Anschluss an diese beiden Tabellen werden die vorgeschlagenen Maßnahmen ebenfalls in Tabellenform dargestellt.

Tabelle 8-10: Übersicht über die Maßnahmen im Sektor Energieumwandlung und -verteilung

EN-1	Vorzeitiger Ersatz des HKW Nord 2 durch Erdgas-KWK
EN-2	Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien
EN-3	Beschleunigte Umstellung des Fernwärmenetzes auf niedrigere Vorlauftemperaturen
EN-4	Nutzung von Abwärme im Fernwärmenetz
EN-5	Einrichtung von Speichern für Wärme und Strom
EN-6	Verdichtung innerhalb des Fernwärmegebiets / Fernwärmeausbau
EN-7	Intensivere Nutzung der PV-Potenziale

Tabelle 8-11: Maßnahmenvorschläge im Sektor Energieumwandlung mit adressierten Umsetzungspfaden

	UP 1: Ausbau der EE in der Stromversorgung	UP 2: Ausbau der EE in der Fernwärmeversorgung	UP 3: Ausbau der EE bei der dezentralen Wärmeversorgung	UP 4: Ausbau der KWK bei der netzgebundenen Wärmeversorgung	UP 5: Etablierung von Wärmeverbänden, industrieller KWK	UP 6: Ausbau der KWK in der Objektversorgung außerhalb von Fernwärmegebieten	UP 7: Ausbau Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung	UP 8: Ausbau und Verdichtung bestehender Netze und Anlagen	UP 9: Verbesserung der Effizienz bestehender Netze und Anlagen	UP 10: Anwendung/Etablierung innovativer Technologien
EN – 1				x					x	
EN – 2		x								x
EN – 3		x							x	x
EN – 4					x				x	x
EN – 5	x	x		x					x	x
EN – 6		x						x		
EN – 7	x									

EN – 1:

Vorzeitiger Ersatz des HKW Nord 2 durch Erdgas-KWK

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

IHKM-AG 5, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

SWM

c) Kurzbeschreibung

Eine Stilllegung des mit Steinkohle gefeuerten Blocks 2 im Heizkraftwerk Nord sollte sich nicht ausschließlich am technisch-wirtschaftlichen Lebensdauerende (ca. 2035) orientieren, sondern nach Möglichkeit vorgezogen und die Anlage durch mit Erdgas gefeuerte KWK-Anlagen ersetzt werden (soweit sinnvoll durch Bau von Neuanlagen, ergänzend Nutzung der Bestandsanlagen der SWM). Dies ist als Übergangslösung im Rahmen einer nach Möglichkeit beschleunigten Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien und die hierzu erforderlichen Umstellungen im Fernwärmenetz und bei den Abnehmern zu sehen. Eine neue Erdgas-Anlage würde aufgrund der Förderung aus dem KWK-Gesetz in den ersten Betriebsjahren deutlich häufiger eingesetzt werden als die bestehenden Erdgas-Heizkraftwerke der SWM. Es besteht eine enge Verknüpfung mit den entsprechenden Maßnahmenvorschlägen.

Im Nachgang zur Veröffentlichung der aktualisierten Studie von SWM und Öko-Institut zu den ökologischen und ökonomischen Effekten einer vorzeitigen Stilllegung, die zeitgleich mit der Fertigstellung dieses Gutachtens erfolgte, sollte eine erneute Entscheidung zur Zukunft des Kohleblocks und zu möglichen Übergangsstrategien auf dem Weg zu einer weitgehend auf Geothermie basierenden Fernwärmeerzeugung getroffen werden. Für den Zeitraum bis zu einer endgültigen Stilllegung der Anlage sollte dabei ggf. mit den SWM ein Fahrplan zur Verminderung des jährlichen Kohleinsatzes festgelegt werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Durch eine Stilllegung des Kohleblocks und die Umstellung der Fernwärmeerzeugung auf Erdgas (in KWK oder Heizkesseln) sowie der Stromerzeugung auf Erdgas-Heizkraftwerke der SWM oder andere Anlagen außerhalb Münchens kann in globaler Betrachtung eine erhebliche Treibhausgas-Reduktion erzielt werden. Dies liegt an den hohen spezifischen Emissionen der Kohle im Vergleich zu Erdgas. Je früher die Stilllegung erfolgt, desto größer ist die Summe der eingesparten Emissionen. Bei einer vorzeitigen Stilllegung des Kohleblocks können zudem Impulse entstehen, die Umstellung der Fernwärmeerzeugung auf erneuerbare Energien zu beschleunigen.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Die Entscheidung zur Stilllegung des Kohleblocks benötigt einen zeitlichen Vorlauf, der grob mit etwa zwei bis drei Jahren abgeschätzt werden kann. Für eine Stilllegung z.B. im Jahr 2025 müsste eine Entscheidung also spätestens kurz nach dem Jahr 2020 getroffen werden. Die SWM haben bereits mit Planungen für die Installation neuer Gasturbinen im Heizkraftwerk Freimann begonnen. Auch hier liegt der Vorlauf bei einigen Jahren. Gasturbinen haben typischerweise eine Lebensdauer von etwa 20 Jahren. Wenn diese Lebensdauer ausgeschöpft werden soll und zugleich daran festgehalten wird, dass aus Gründen des Klimaschutzes im Jahr 2040 der überwiegende Teil des Stroms aus erneuerbaren Energien gewonnen werden soll, dann sollte die Inbetriebnahme eines neuen gasgefeuerten Heizkraftwerks nicht wesentlich nach 2020 geplant werden.

f) Umsetzungsakteure

SWM

g) Quelle der Maßnahme

Aktualisierte Studie von SWM und Öko-Institut "Untersuchung unterschiedlicher Szenarien zum Ausstieg aus der Kohleverbrennung am Standort Nord" vom September 2016.

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Grundsatzentscheidung über eine evtl. vorzeitige Stilllegung des Kohleblocks, die Tragung der hierdurch entstehenden ökonomischen Nachteile für die SWM und die Eckpunkte der Alternativstrategie der SWM sowie ggf. eines Fahrplans zur Minderung des Kohleeinsatzes bis zum Zeitpunkt der Stilllegung
- Errichtung neuer Erzeugungsanlagen (KWK-Anlagen und/oder Heizkessel) auf Erdgasbasis sowie ggf. erforderliche Umbauten im Fernwärmenetz
- Ggf. Beschleunigung der Dampfnetzumstellung und des Ausbaus der Geothermie
- Stilllegung des Kohleblocks

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

In der aktuellen Studie von SWM und Öko-Institut wurden verschiedene Szenarien untersucht. Im Ergebnis lag die ermittelte Spannweite der Emissionsminderung bei einer Stilllegung des Kohleblocks im Jahr 2020 bei 8,2 – 10,6 Mio. t CO₂ und bei einer Stilllegung im Jahr 2025 bei 5,3 – 7,5 Mio. t CO₂. Diese Angaben sind kumulierte Emissionsminderungen im Zeitraum ab der Stilllegung bis zum Jahr 2035, in dem der Block ohnehin stillgelegt werden soll. Sie gelten unter der Annahme, dass der EU-Emissionshandel so reformiert wird, dass er diese Minderungen nicht wieder ausgleicht.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Nach dem Ergebnis der aktuellen Studie von SWM und Öko-Institut wäre diese Maßnahme für die SWM mit entgangenen Gewinnen in erheblicher Höhe verbunden (Timpe et al. 2016). Auch hier basieren die Ergebnisse auf der Analyse verschiedener Szenarien. Die ermittelte Spannweite der finanziellen Einbuße der SWM bei einer Stilllegung des Kohleblocks im Jahr 2020 liegt bei 153 – 314 Mio. EUR und bei einer Stilllegung im Jahr 2025 bei 78 – 160 Mio. EUR. Diese Angaben beziehen sich auf voraussichtlich entgangene Gewinne der SWM ab der Stilllegung bis zum Jahr 2035, ausgedrückt als Barwert im Jahr 2015. Die aktuellen Ergebnisse liegen um etwa 50 % unter den Schätzungen aus der früheren Studie von Anfang 2015. Wesentlicher Grund hierfür sind geänderte Annahmen zum Verlauf der Preise für Erdgas und CO₂-Emissionsrechte.

Diese für die SWM immer noch sehr hohen Beträge können in Relation zu der erheblichen Treibhausgas-Emissionsminderung gesetzt werden, die durch die Maßnahme erwartet wird. Zur Orientierung wurden in der aktuellen Studie von SWM und Öko-Institut die spezifischen Kosten der CO₂-Vermeidung aus Perspektive der SWM abgeschätzt. Diese liegen bei einer Stilllegung im Jahr 2020 bei 19 bis 23 EUR/t CO₂ und damit deutlich unter den Kennzahlen aus der Studie von 2015. Diese Vermeidungskosten für die SWM liegen in der Bandbreite der Szenarien für den Marktpreis der CO₂-Emissionsrechte nach dem Jahr 2020, die der aktuellen Studie von SWM und Öko-Institut zugrunde gelegt wurden und könnten somit aus Sicht des Klimaschutzes als tolerierbar angesehen werden.

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Der ökonomische Nutzen der Maßnahme ist bereits in den unter i) genannten Zusatzkosten berücksichtigt.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Das wesentliche Hemmnis sind die erheblichen erwarteten entgangenen Gewinne der SWM. Darüber hinaus sind die Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen im Bereich der Fernwärmeversorgung erheblich.

m) Flankierende Instrumente

EN-2: Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien

EN-3: Beschleunigte Umstellung des Fernwärmenetzes auf niedrigere Vorlauftemperaturen

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Die Stilllegung eines Kohle-Heizkraftwerks ist eine Entscheidung, die von vielen lokalen Rahmenbedingungen abhängt. Aus diesem Grund können Erfahrungen anderer Kommunen hier nicht ohne weiteres herangezogen werden. Allseits bekannt ist jedoch, dass sich die Wirtschaftlichkeit des Betriebs von Steinkohlekraftwerken angesichts dauerhaft sehr niedriger Strompreise deutlich verschlechtert hat. Eine rasche Änderung dieser Situation ist derzeit nicht in Sicht.

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen der Versorgung der LH München mit Fernwärme und Strom (bei Strom mit Blick auf den Territorialmix und bei Anwendung einer geeigneten Methodik zur Aufteilung der Emissionen der Kraft-Wärme-Kopplung auf die beiden Koppelprodukte - z.B. exergetische Allokation).

EN – 2:**Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien****a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik**

IHKM-AG 5, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

SWM

c) Kurzbeschreibung

Voraussetzung für den im Zuge der Vision Fernwärme 2040 der SWM geplanten Wechsel der Erzeugung auf Geothermie als dominierende Energiequelle ist eine Umstellung des Fernwärmenetzes und der Kundenanlagen auf niedrigere Vorlauftemperaturen. Dazu muss u.a. das noch bestehende Dampfnetz in der Innenstadt auf Heißwasser umgestellt werden. Es besteht eine enge Verknüpfung mit den entsprechenden Maßnahmenvorschlägen.

Nach aktuellen Angaben der SWM sollen die geplanten Geothermie-Standorte schrittweise bis ca. 2032 erschlossen werden. Die Umstellung im Fernwärmenetz soll an diesen Zeitplan angepasst werden. Eine Beschleunigung auf das Zieljahr 2028 war in der ersten Studie von SWM und Öko-Institut zum HKW Nord von Anfang 2015 als Variante definiert worden. Für die vollständige Umstellung der Münchner Fernwärme auf Geothermie ist auch die Umstellung des verbliebenen Dampfnetzes auf Heißwasser erforderlich, der von den SWM derzeit bis 2030 geplant ist.

Die Szenarioanalysen im hier vorliegenden Gutachten haben gezeigt, dass die bisher diskutierte Anzahl von Geothermie-Bohrungen möglicherweise nicht ausreicht, um den weit überwiegenden Teil des Fernwärmebedarfs auf Geothermie umzustellen. Daher sollten die Ausbaupläne für die Geothermie überprüft und auch weitere erneuerbare Quellen über die Geothermie hinaus sowie die Nutzung von Abwärme in die Planung für die Fernwärme-Vision 2040 einbezogen werden. Auch die objektorientierte Nutzung von Solarthermie im Fernwärmegebiet und deren Einbindung in das Fernwärmenetz können in diesem Zusammenhang an Bedeutung gewinnen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die Umstellung auf erneuerbare Energien führt zu einer erheblichen CO₂-Minderung bei der Wärmeversorgung der LH München. Sie ist eine der Voraussetzungen dafür, dass der Gebäudesektor Münchens mittelfristig weitgehend klimaneutral werden kann.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Die Umstellung der Fernwärmeerzeugung auf Geothermie wurde durch die SWM bereits begonnen und muss aufgrund der umfangreichen Untersuchungen und Arbeiten mit vielen Einzelprojekten über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden. Die Nutzung der Geothermie ist ein langfristig wirksames Projekt. Nach aktuellem Wissensstand reicht das Potenzial der Geothermie in der Münchner Region für eine Versorgung der Stadt über weit mehr als 100 Jahre hinweg. Allerdings kann es nach ca. 30 - 50 Jahren erforderlich werden, neue Bohrungen an anderer Stelle niederzubringen, falls sich das lokal verfügbare Wärmereservoir an den bestehenden Bohrungen abgekühlt hat.

<p>f) Umsetzungsakteure</p> <p>SWM</p>
<p>g) Quelle der Maßnahme</p> <p>Planungen der SWM</p>
<p>h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> · Planung und Realisierung von Geothermie-Projekten im Stadtgebiet · Vorbereitung und Durchführung der Dampfnetz-Umstellung (Maßnahme EN-3) · Weitere Anpassungen im Fernwärmenetz
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p> <p>Nach den Berechnungen zu den Szenarien im Rahmen dieses Gutachtens entfielen im Jahr 2014 auf die Fernwärme Treibhausgas-Emissionen von ca. 1.110 kt CO₂e. Diese Emissionen könnten weitgehend vermieden werden.</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p> <p>Hierzu liegen keine detaillierten Angaben vor.</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p> <p>Vermieden werden die Kosten für fossile Brennstoffe für die Fernwärmeerzeugung. Zu den erwarteten Einsparungen liegen keine detaillierten Angaben vor. Sie sind stark von der künftigen Preisentwicklung fossiler Energieträger abhängig. Zudem sind die Geothermie-Bohrungen aufwändig und mit Risiken verbunden (z.B. geringere Wärmeausbeute als erwartet, erhöhte Bohrkosten aufgrund geologischer Unwägbarkeiten).</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p> <p>Die Geothermie-Bohrungen sind aufwändig und auch mit dem Risiko verbunden, dass weniger Wärme als erwartet gefördert werden kann.</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p> <p>EN-1: Vorzeitiger Ersatz des HKW Nord 2 durch Erdgas-KWK</p> <p>EN-3: Beschleunigte Umstellung des Fernwärmenetzes auf niedrigere Vorlauftemperaturen</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p> <p>Die Potenziale zur Nutzung der Geothermie sind in München deutlich günstiger als in anderen Regionen, daher gibt es keine direkt vergleichbaren Erfahrungen anderer Großstädte.</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Anteil der erneuerbaren Energien an der Fernwärmeerzeugung in München.</p>

EN – 3:**Beschleunigte Umstellung des Fernwärmenetzes auf niedrigere Vorlauftemperaturen****a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik**

IHKM-AG 5, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

SWM

c) Kurzbeschreibung

Als eine Voraussetzung für die effiziente Nutzung von Geothermie und anderen erneuerbaren Wärmequellen sowie Abwärme im Fernwärmenetz sowie zur Verringerung von Wärmeverlusten wollen die SWM das Fernwärmenetz und die Kundenanlagen schrittweise auf niedrige Vorlauftemperaturen umstellen. Hierzu gehört insbesondere die Umstellung des noch bestehenden Dampfnetzes in der Innenstadt auf Heißwasser. Neben technischen Anforderungen sind hierbei auch die vertraglichen Verhältnisse mit den Kunden in den betroffenen Netzen und die Beeinträchtigungen durch die erforderlichen Bauarbeiten in der Innenstadt zu berücksichtigen. Die SWM leisten hierzu derzeit Vorarbeiten, die eigentliche Umstellung der Dampfnetzkunden soll nach aktueller Planung erst im Jahr 2025 wieder aufgenommen werden.

Die derzeit geplanten Schritte könnten ggf. weiter beschleunigt werden, um eine frühere Nutzung von erneuerbaren Wärmequellen und Abwärme zu ermöglichen. Die Realisierbarkeit einer solchen Beschleunigung könnte im Rahmen einer gesonderten Untersuchung der SWM in Zusammenarbeit mit einem externen Fernwärme-Spezialisten analysiert und das Ergebnis für die Stadtpolitik transparent gemacht werden.

Innerhalb des Heißwassernetzes sollte die Vorlauftemperatur so weit wie möglich abgesenkt werden. Zudem kann in bestimmten Fällen das Temperaturniveau des Fernwärmerücklaufs energetisch genutzt werden.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die Maßnahme ist erforderlich, um die Fernwärme in München auf erneuerbare Energien umzustellen. Zudem hilft sie, Energieverluste bei der Wärmeverteilung zu vermeiden.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Die Umstellung sollte abgeschlossen sein, bevor die betreffenden Netzteile mit Geothermie versorgt werden sollen. Daher müssen alle Maßnahmen im Kontext der Fernwärme-Vision 2040 der SWM zeitlich eng aufeinander abgestimmt sein. Nach Angaben der SWM ist der zeitliche Vorlauf der Dampfnetz-Umstellung erheblich. Inwieweit eine Beschleunigung des Prozesses machbar ist, könnte durch die vorgeschlagene gesonderte Untersuchung geprüft werden. Die technische Lebensdauer von Wärmenetzen liegt bei Verlegung in Kanälen bei 50 Jahren und darüber.

f) Umsetzungsakteure

SWM

<p>g) Quelle der Maßnahme</p> <p>Planungen der SWM</p>
<p>h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> · Technische Detailplanung und erforderliche Vereinbarungen mit den bisherigen Dampfkunden · Schrittweise Realisierung der Dampfnetzumstellung
<p>i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung</p> <p>Siehe Maßnahme EN-2: Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien.</p>
<p>j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)</p> <p>Hierzu liegen keine detaillierten Angaben vor.</p>
<p>k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens</p> <p>Hierzu liegen keine detaillierten Angaben vor. Siehe Maßnahme EN-2: Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien.</p>
<p>l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung</p> <p>Die Verträge zur Versorgung der bisherigen Dampfkunden müssen geändert werden. Zudem bedeutet die Netzumstellung erhebliche Baumaßnahmen in der Münchner Innenstadt.</p>
<p>m) Flankierende Instrumente</p> <p>EN-1: Vorzeitiger Ersatz des HKW Nord 2 durch Erdgas-KWK</p> <p>EN-2: Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien</p>
<p>n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)</p> <p>Auch in anderen Fernwärmenetzen werden Dampfnetze soweit möglich umgestellt. Detailinformationen hierzu liegen nicht vor.</p>
<p>o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität</p> <p>Siehe Maßnahme EN-2: Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien.</p>

EN – 4:

Nutzung von Abwärme im Fernwärmenetz

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

IHKM-AG 5, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

SWM

c) Kurzbeschreibung

Die Nutzung von industrieller Abwärme und ggf. auch von Wärme aus Abwässern im Fernwärmenetz (bzw. in dezentralen Nahwärmenetzen) sollte vor dem Hintergrund der Vision Erneuerbare Fernwärme 2040 der SWM durch Potenzialanalysen untersucht werden. Falls dies sinnvoll erscheint, sollten entsprechende Anreize für Dritte gesetzt werden. Zudem könnte die LH München den SWM entsprechende Vorgaben für ihre Geschäftspolitik zur Aufnahme von Abwärme machen.

SWM oder Münchner Stadtentwässerung (MSE) sollten die Wärme im Abwasser aktiv vermarkten. Da speziell die industriellen Abwärmepotenziale in München noch nicht ermittelt sind, sollten entsprechende Potenzial- und Machbarkeitsstudien durchgeführt werden.

d) Begründung der Maßnahme / Adressierte Hemmnisse

Zur Realisierung der Vision Erneuerbare Fernwärme 2040 sollten alle sinnvoll nutzbaren emissionsfreien Wärmequellen herangezogen werden. Hierzu gehört auch Abwärme.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Die tatsächliche Nutzbarkeit einer Abwärmequelle hängt weniger von der Lebensdauer der erforderlichen technischen Anlagen ab als von der dauerhaften Verwendung des Prozesses, in dem die Abwärme anfällt. Sinnvoll ist die Nutzung vor allem bei solchen Prozessen, die voraussichtlich längerfristig zur Verfügung stehen.

Die LH München und die SWM sollten die Einbindung von Abwärme in das Fernwärmenetz im Rahmen eines Pilotprojekts erproben. Zudem sollte geprüft werden, ob ein zweites Modellprojekt zur Nutzung der Wärme aus dem Abwasser der Stadt durchgeführt werden kann.

f) Umsetzungsakteure

SWM, v.a. industrielle Akteure mit Abwärmepotenzial

g) Quelle der Maßnahme

Workshop zum Fachgutachten im November 2015

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Erstellung einer Potenzialanalyse zur Abwärmennutzung in der Münchner Fernwärme
- Abstimmung mit der Vision Erneuerbare Fernwärme 2040
- Schrittweise Erschließung sinnvoller Potenziale

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Keine Angaben möglich.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Keine Angaben möglich.

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Keine Angaben möglich.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Bei gewerblichen Abwärmequellen bestehen Risiken bzgl. ihrer dauerhaften Verfügbarkeit. Veränderungen können sich durch Änderungen in Produktionsprozessen und eingesetzten Technologien ergeben, aber auch durch Aufgabe von Produktionsprozessen.

m) Flankierende Instrumente

(keine)

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Auch andere Kommunen versuchen, Abwärme systematisch zu erschließen. Detaillierte Informationen liegen hierzu bisher nicht vor.

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil des durch Abwärme (oder durch erneuerbare Energien) gedeckten Bedarfs im Fernwärmenetz bzw. in Nahwärmenetzen.

EN – 5:**Einrichtung von Speichern für Wärme und Strom****a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik**

IHKM-AG 5, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

SWM, private und gewerbliche Betreiber von Speichern (v.a. für Strom)

c) Kurzbeschreibung

Durch den Bau und Betrieb von Speichern für Strom und Wärme können die zeitlichen Verläufe von Strom- und Wärmebedarf und der Energieerzeugung (aus Koppelproduktion in Kraft-Wärme-Kopplung oder aus fluktuierenden erneuerbaren Energien wie Wind und Photovoltaik) teilweise zeitlich entkoppelt werden. Die SWM betreiben im Fernwärmenetz bereits drei Wärmespeicher, davon zwei am Standort Freimann und einen kleinen Speicher am Standort Sendling. Ein weiterer Wärmespeicher am Standort des Heizkraftwerks Süd befindet sich derzeit in Planung. In der Solarsiedlung „Am Ackermannbogen“ ist zudem ein saisonaler Wärmespeicher in Betrieb.

Im Zuge der weiteren Planung für die Vision Erneuerbare Fernwärme 2040 sollte der Einsatz von weiteren Wärmespeichern geprüft werden. Darüber hinaus sind Stromspeicher eine von mehreren möglichen Flexibilitätsoptionen in einem zunehmend durch erneuerbare Energien geprägten System der Stromversorgung. Die SWM sollten prüfen, ob und in welchem Umfang der Einsatz von Stromspeichern ökologisch und ökonomisch sinnvoll ist.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Durch Speicher können die zeitlichen Verläufe von Angebot und Nachfrage von Strom und Wärme teilweise voneinander entkoppelt werden. Dies erleichtert die Integration fluktuierender erneuerbarer Energien in die Strom- und Wärmebereitstellung.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Speicher werden umso mehr benötigt, je stärker die Versorgung auf wenig flexible oder fluktuierende Erzeugung, z.B. aus erneuerbaren Energien, umgestellt wird. Insofern besteht ein großer Bedarf an Speichern erst auf mittlere bis längere Sicht. Die Lebensdauer von Speichern hängt stark von den eingesetzten Technologien ab. Heißwasserspeicher können mehrere Jahrzehnte genutzt werden, während Batteriespeicher für Strom je nach eingesetzter Technologie und Anzahl der Ladezyklen pro Jahr typischerweise eine Lebensdauer von unter 10 bis maximal 20 Jahren haben.

f) Umsetzungsakteure

SWM

g) Quelle der Maßnahme

Workshop zum Fachgutachten im November 2015

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Analysen zum Nutzen weiterer Wärmespeicher im Rahmen der Vision Erneuerbare Fernwärme 2040 der SWM
- Konzeption zum netzdienlichen Betrieb von dezentralen Stromspeichern in München und Schaffung entsprechender Anreize, sofern diese Speicher aus Systemsicht sinnvoll sind

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Keine Angaben möglich.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Keine Angaben möglich.

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Keine Angaben möglich.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Wärmespeicher sind große Bauwerke und können nur an bestimmten Standorten im Wärmenetz eingerichtet werden.

Dezentrale Stromspeicher werden bisher überwiegend zur einzelwirtschaftlichen Optimierung aus Sicht des Betreibers genutzt. Für den netzdienlichen Betrieb dieser Speicher sind entsprechende regulatorische Ansätze auf Bundesebene erforderlich.

m) Flankierende Instrumente

(keine)

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Wärmespeicher werden aktuell von verschiedenen Versorgungsunternehmen eingesetzt. Längere Erfahrungen liegen oftmals noch nicht vor. Batteriespeicher für Strom werden in Deutschland nur in Sonderfällen von Energieversorgern betrieben. Im Rahmen sog. Eigenversorgungsmodelle hat der Einsatz von dezentralen Batteriesystemen v.a. im Zusammenhang mit Photovoltaik-Anlagen zuletzt stark zugenommen. Die Geschäftsmodelle dieser Systeme basieren i.d.R. auf einer Ersparnis von Netznutzungsentgelten, obwohl die Existenz des Netzes mit uneingeschränkter Leistung weiterhin erforderlich ist. Um andere Netznutzer nicht zusätzlich zu belasten, sollten hier angemessene Modelle der Tragung der Netzkosten gefunden werden.

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil des durch Abwärme oder durch erneuerbare Energien gedeckten Bedarfs im Fernwärmenetz bzw. in Nahwärmenetzen in München (und Anteil der erneuerbaren Energien an der Deckung des bundesweiten Strombedarfs).

EN – 6:

Verdichtung innerhalb des Fernwärmegebiets / Fernwärmeausbau

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

IHKM-AG 5, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

SWM

c) Kurzbeschreibung

Die Nachfrage nach Fernwärme wird in den kommenden Jahrzehnten aufgrund der besseren Dämmung der Gebäude deutlich zurückgehen. Zugleich ist eine Erweiterung des Fernwärmenetzes in bisher nicht versorgte Gebiete mit hohen Investitionen verbunden. Andererseits haben die Szenarien im Rahmen dieses Gutachtens gezeigt, dass der Anteil der Fernwärme am Wärmemarkt im Rahmen einer ambitionierten Klimaschutzstrategie der LH München nicht nur erhalten, sondern langfristig sogar erhöht werden sollte. Aktuell führen die SWM im Rahmen ihrer „Ausbauoffensive Fernwärme“ eine Ausweitung der Fernwärmeversorgung in weitere Gebiete durch, vor allem im Westen der Stadt.

Um die Fernwärme optimal einzusetzen, sollte daher zum einen eine systematische Verdichtung der Nachfrage nach Fernwärme innerhalb des bestehenden Netzgebiets durchgeführt werden. Zudem sollte das Fernwärmenetz im Umfeld der bereits versorgten Gebiete auch längerfristig weiter ausgebaut werden, sofern dies wirtschaftlich darstellbar ist. Der verstärkte Einsatz von Fernwärme als Energieträger für Klimatisierung und Kälteanwendungen über Wärmepumpen kann die Nutzung von Fernwärme ebenfalls stärken. Verdichtung und Ausbau des Fernwärmenetzes sollten dabei in enger zeitlicher Abstimmung mit der Umstellung des Wärmenetzes auf erneuerbare Energien erfolgen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Aufgrund der geplanten Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien wird die Münchner Fernwärme langfristig ein ökologisch sinnvoller Energieträger sein und sollte daher prioritär genutzt werden. Zu prüfen ist allerdings, ob die erschließbaren erneuerbaren Potenziale ausreichen, auch ein deutlich ausgeweitetes Fernwärmenetz zu speisen.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Die derzeit laufende Erweiterung des SWM-Wärmenetzes in den Westen der Stadt ist auf ca. fünf Jahre angelegt. Im Anschluss hieran sollten weitere Optionen für Ausbau und Verdichtung geprüft werden. Die technische Lebensdauer von Wärmenetzen liegt bei Verlegung in Kanälen bei 50 Jahren und darüber.

f) Umsetzungsakteure

SWM

g) Quelle der Maßnahme

SWM

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Systematische Analyse der möglichen Potenziale für Verdichtung und Ausbau der Fernwärme bzw. für Nahwärmenetze
- Realisierung der sinnvollen Maßnahmen in Abstimmung mit dem Ausbau der Geothermienutzung

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Für diese Maßnahme sind derzeit keine quantifizierten Angaben möglich. Die im Rahmen dieser Studie entwickelten Szenarien zeigen jedoch deutlich, dass die THG-Emissionen dann deutlich gesenkt werden könnten, wenn die Fernwärme tatsächlich aus erneuerbaren Energien erzeugt wird.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Keine konkreten Angaben möglich.

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Keine konkreten Angaben möglich.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Die Fernwärme konkurriert am Wärmemarkt mit den aktuell deutlich zu billigen fossilen Energieträgern. Der Ausbau von Wärmenetzen ist zudem investitionsintensiv.

m) Flankierende Instrumente

EN-1: Vorzeitiger Ersatz des HKW Nord 2 durch Erdgas-KWK

EN-2: Beschleunigte Umstellung der Fernwärme-Erzeugung auf erneuerbare Energien

EN-3: Beschleunigte Umstellung des Fernwärmenetzes auf niedrigere Vorlauftemperaturen

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Zum Ausbau der Nah- und Fernwärme gibt es vielfältige Beispiele aus anderen Kommunen.

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil des Münchner Wärmemarktes, der durch (emissionsarme bzw. emissionsfreie) Nah- und Fernwärme gedeckt wird.

EN – 7:**Intensivere Nutzung der PV-Potenziale****a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik**

IHKM-AG 5 sowie AG 2, PV-Arbeitsgruppe, indirekter Einfluss

b) Zielgruppe

LH München

c) Kurzbeschreibung

Der Ausbau der Photovoltaik ist die einzige nennenswerte Möglichkeit, innerhalb der Stadtgrenzen Münchens erneuerbare Energien stärker zur Stromerzeugung einzusetzen. Allerdings bestehen Konflikte bei der Nutzung geeigneter Dachflächen mit der Zielstellung einer größeren Verbreitung von Gründächern sowie ggf. mit der Nutzung der Flächen für die Solarthermie.

Die LH München sollte die bestehenden Konflikte durch klare und einheitliche Planungsleitfäden und ggf. eine entsprechende Energieplanung auf Quartiersebene lösen. Zudem sollten die planungsrechtlichen Vorgaben für PV-Anlagen überprüft und ggf. verbessert werden. In dem so festgelegten Rahmen für die Entwicklung der Photovoltaik sollte dann eine systematische Planung von PV-Anlagen auf geeigneten Objekten durchgeführt werden, insbesondere bei Neubauten. Hier können ggf. städtische Unternehmen wie die SWM oder Wohnungsgesellschaften selbst investieren, zudem sollte das Beratungsangebot für private Akteure verbessert werden. Sofern Bedarf für eine Zusatzförderung bestimmter Anlagentypen oder Betreibermodelle besteht, könnte dies über das FES oder über das Erweiterte Klimaschutzprogramm (EKSP) erfolgen.

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Im Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung liegen die größten Potenziale Münchens bei der Photovoltaik.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

Die Maßnahmen sollten unmittelbar umgesetzt werden, das gilt insbesondere für die Überprüfung und Optimierung der planerischen Vorgaben. Die Lebensdauer von Photovoltaik-Anlagen wird üblicherweise mit ca. 25 Jahren veranschlagt. Danach ist mit deutlich absinkenden Erträgen zu rechnen. Die Anlagen können dann ggf. erneuert werden.

f) Umsetzungsakteure

Referate der LH München (u.a. RGU und PLAN), vielfältige städtische und private Akteure, SWM

g) Quelle der Maßnahme

Workshop zum Fachgutachten im November 2015

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

- Überprüfung und Optimierung der planerischen Vorgaben der LH München und der planungsrechtlichen Vorgaben für Photovoltaik
- ggf. Energieplanungen auf Quartiersebene
- Durchführung einer systematischen Planung von PV-Anlagen auf geeigneten Objekten (insbesondere bei Neubauten)

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Photovoltaik spielt eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung der Stromerzeugung in Deutschland. Die erzielbare Emissionsminderung hängt zum einen vom erreichbaren Ausbau der Photovoltaik in München und zum anderen vom anzusetzenden Verdrängungsmix Strom ab. Aufgrund der bundesweiten Ausbauziele für erneuerbare Energien sinken die spezifischen Emissionen des Verdrängungsmixes im Zeitverlauf ab, werden aber auch längerfristig oberhalb der Emissionen liegen, die der Photovoltaik aufgrund ihres Produktionsprozesses zuzuordnen sind.

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Keine konkreten Angaben möglich.

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Keine konkreten Angaben möglich.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Der bestehende Zielkonflikt mit der Dachbegrünung in der Großstadt muss gelöst werden. Zudem ist die strategische Frage, in welchem Umfang in den einzelnen Stadtgebieten Solarthermie genutzt werden soll, zu beantworten.

m) Flankierende Instrumente

Bisher besteht keine wirksame kommunale Flankierung. Die Nutzung der Photovoltaik wird weiterhin durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert werden, zudem werden Modelle der Eigenversorgung zunehmend attraktiv (hier besteht allerdings regulatorischer Handlungsbedarf auf Bundesebene, um Fehlentwicklungen bei den Netzentgelten zu vermeiden, vgl. hierzu Maßnahme EN-5).

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Zum Ausbau der Photovoltaik gibt es vielfältige Beispiele aus anderen Kommunen.

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anteil der Photovoltaik am Territorialmix Strom der LH München.

Ergänzend zur Maßnahme EN-7 sollten auch die Potenziale zur stärkeren Nutzung der Windkraft in München untersucht werden. Neben einem Anlagenneubau und ggf. Repowering am Standort in Fröttmaning könnten hierbei auch weitere Standorte im Stadtgebiet und kleine, gebäudegebundene Windkraftanlagen bewertet werden. Im Vergleich zur Photovoltaik werden die Potenziale der Windkraft im Stadtgebiet allerdings deutlich begrenzt bleiben.

8.10. Handlungsfeld Stadtentwicklung - hier: Neubaubereich und Bauleitplanung

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 2.)

München wächst. Daher ist die Energieversorgung neuer Stadtteile bzw. Quartiere ein wesentliches Handlungsfeld für eine zukunftsorientierte Energieversorgung. Dabei gilt es, wo immer möglich, vorhandene städtische Strukturen (Quartiere, Energieversorgung) in die Planung einzubeziehen. Ein strategisches Instrument, wie der Energienutzungsplan hilft dabei, die zukünftige Energieversorgung der Stadt ganzheitlich zu betrachten und dient als Grundlage für quartiersorientierte Planungen.

Neben der Gebäudeebene (Energetische Gebäudestandards für den Wohnungs- und Gewerbenubau) ist besonders die Quartiersebene (im Neubau wie auch Bestand) ein wesentliches Handlungsfeld energetischer Optimierung. Eine gesamtstädtische Energieversorgungs- bzw. Energienutzungsplanung muss dabei den Ausbau der Erneuerbaren Energien, aber auch neue Technologien (Speicher) und die Verknüpfung von Strom-Wärme-Mobilität vorausschauend zu integrieren versuchen und auf Quartiersebene herunterbrechen.

Ausgangslage

Die LH München hat im Laufe der Zeit verschiedene Maßnahmen entwickelt, die o.g. Anforderungen bereits adressieren (siehe ökologischer Kriterienkatalog, Sitzungsvorlage zum Grundsatzbeschluss „Energiekonzepte für neue Baugebiete“ Nr. 08-14/V 13147 bzw. IHKM 2015 Maßnahme 2.2.2 sowie IHKM 2015 Maßnahme 2.2.4 Energienutzungsplan. Diese Instrumente müssen analysiert, harmonisiert und weiterentwickelt werden, um die Vielfalt der energetischen Aspekte im Neubaubereich in München nutzen zu können. Die grundsätzlichen energetischen Betrachtungsgegenstände wurden bereits in der Sitzungsvorlage Energiekonzepte für neue Baugebiete 08-14/V 13147 zusammenfassend dargestellt:

Tabelle 8-12: Energiekonzepte – Betrachtungsgegenstände und Handlungsansätze

Betrachtungsgegenstände	Ziele	Handlungsansätze - Beispiele
Energiebedarf	Verbrauch reduzieren	-Städtebau (Dichte, Kompaktheit etc.) -solare Gewinne (Gebäudeaus-richtung, Verschattung etc.)
Energieverteilung	Effizienz steigern	-Verteilungssysteme (zentral/dezentral) -Speichersysteme (Strom, Wärme etc.)
Energieerzeugung	Anteil erneuerbarer Energien erhöhen	-Energieerzeugung vor ort -Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung -Nutzung erneuerbarer Energien

Quelle: Sitzungsvorlage Energiekonzepte für neue Baugebiete 08-14/V 13147

Die nachfolgenden Maßnahmenvorschläge greifen die beschriebene Ausgangslage zwar in verschiedenen Detaillierungsgraden bzw. räumlichen Ebenen auf, sind aber der einer praktischen Umsetzung eng miteinander verbunden.

Die Maßnahme SE-2 (Energienutzungsplan) zielt dabei auf die gesamtstädtische Energienutzungsplanung als strategisches Instrument und bildet so die Grundlage für die Maßnahme SE-1 (Energiekonzepte).

Diese wiederum stellt einen Vorschlag dar, die vorhandenen Instrumente zusammenzuführen bzw. weiterzuentwickeln und dabei - so weit wie möglich - auf den gesamten Neubaubereich der LH München auszuweiten (städtische Grundstücke, städtische Bauvorhaben inkl. städtische Gesellschaften und Neubaugebiete). Für Gebiete mit bestehenden Bebauungsplänen bzw. Vorhaben innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile (§ 34), die von diesen Regelungsmöglichkeiten ausgenommen sind, sollen Lösungen gefunden werden, die über Beratung die Investoren überzeugen helfen, die städtischen Standards zu übernehmen bzw. sich an Energieversorgungs-lösungen zu beteiligen.

Tabelle 8-13: Übersicht über Maßnahmen im Handlungsfeld Stadtentwicklung

SE - 1	Integration von energetischen Aspekten und Instrumenten in den gesamten Neubaubereich der LH München – Instrument Energiekonzept
SE - 2	Weiterentwicklung des Energienutzungsplanes zum ganzheitlichen Strategieinstrument für die zukünftige Energieversorgung der LH München

SE – 1:	
Integration von energetischen Aspekten und Instrumenten in den gesamten Neubaubereich der LH München – Instrument Energiekonzept	
a) Adressierte sektorspezifische Handlungsstrategie(n)	- Energetisch nachhaltige Stadtplanung und Stadtentwicklung, Bauleitplanung
b) Adressierte(r) kommunale(r) Umsetzungspfad(e)	- Frühzeitige Integration von Klimaschutz in den gesamten Neubaubereich der LHM München - Reduzierung von Energieverbrauch und Optimierung von Energieeffizienz sowie Erneuerbaren Energien auf Quartiersebene (Neubau)
c) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik	AG 2
d) Zielgruppe	Bauherren, Investoren, Energieversorger, Wohnungsbauunternehmen, städtische Gesellschaften
e) Kurzbeschreibung	Energierelevante Aspekte bzw. Standards werden grundsätzlich und frühzeitig in allen Neubauvorhaben und Neubaugebieten im Rahmen eines Energiekonzeptes in den Planungs- und Entscheidungsprozess aufgenommen.

Die Regelungen und Standards sollen sowohl für städtische als auch private Grundstücke ausgestaltet werden, um so den größtmöglichen Anteil von Neubauvorhaben in München abzudecken. Bereits vorhandene Instrumente und Vorgaben werden harmonisiert bzw. im Sinne des Klimaschutzes weiterentwickelt und genutzt. Dies betrifft vor allem die Instrumente

- städtebaulicher Wettbewerb,
- städtebaulicher Entwurf/Bebauungsplan inkl. städtebaulicher Vertrag,
- Ökologischer Kriterienkatalog und
- Sozialgerechte Bodennutzung (SoBoN).

Ziel ist eine Gesamtbetrachtung des Energieverbrauchs und der Energieversorgung in Neubaugebieten bzw. Neubauobjekten einer relevanten und zu definierenden Größenordnung und letztlich die Umsetzung der ökologisch-ökonomisch besten Lösung.

Um dies zu erreichen, muss eine frühzeitige Berücksichtigung in Planungsprozessen gewährleistet werden, um Verzögerungen im Planungsprozess zu vermeiden.

Im Rahmen des Energiekonzeptes werden die energierelevanten Aspekte integriert bzw. untersucht (Solare Optimierung, Nutzung der Solarenergie, energetische Gebäudestandards der LH München, Energieversorgungsvarianten). Benachbarte Stadtteile bzw. Quartiere werden dabei u.a. hinsichtlich von Synergieeffekten der Energieversorgung berücksichtigt.

Bei der Berechnung der Versorgungsvarianten werden neben den ökologischen Aspekten die Kosten der Energieversorgung im Rahmen einer Jahresvollkostenberechnung (Investitionskosten, Energiekosten, Betriebskosten) verglichen.

Das Energiekonzept wird dabei im besten Fall von der LH München in Abstimmung (!) mit dem Investor in Auftrag gegeben. Die Finanzierung sollte durch den Investor erfolgen, der im Fall eines Variantenvergleichs auch von den günstigeren Lösungen profitieren kann.

Ökologische Lösungen (Erneuerbare, KWK) können im Variantenvergleich zusätzlich mit einem Umwelt-Bonus (Euro/eingesparte Tonne CO₂) versehen werden. Darüber hinaus können natürlich auch Varianten berechnet werden, die im Ergebnis „Plus-Energie-Siedlungen“ darstellen, um so einen Vergleich zu weitergehenden Lösungen zu ermöglichen.

Für die Solarenergienutzung auf Flachdächern gewerblich-genutzter Gebäude könnte eine Installationspflicht vorgegeben werden, die im nachgewiesenen und begründeten Einzelfall (Dachaufbauten, Wirtschaftlichkeit) ausgesetzt werden kann.

f) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Energiekonzepte werden in München im Neubaubereich bisher vereinzelt aber nicht flächendeckend erstellt. Um den Neubaubereich aber so umfassend wie möglich energieeffizient zu gestalten, ist eine einheitliche Vorgehensweise und Zusammenführung bzw. Weiterentwicklung der bestehenden Instrumente notwendig, die soweit möglich eine flächendeckende Anwendung findet.

Neubauvorhaben auf städtischen Grundstücken und Neubauvorhaben in zukünftigen Bebauungsplangebieten sollten daher grundsätzlich energetisch optimiert gestaltet werden. Bisher gelten z.B. die Münchner Gebäudestandards nur auf städtischen Grundstücken. Städtische Gebäude- und Energiekonzepte werden in Einzelfällen erstellt.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Anforderungen eines solchen Instrumentes und damit die Gesamtheit der städtischen Anforderungen Investoren nicht vor wirtschaftlich unzumutbare Aufgaben stellen darf.

Investoren stehen Variantenvergleichen in Energiekonzepten aber durchaus aufgeschlossen gegenüber, wenn diese transparent und generell angewandt werden (Kommunikation!). Dafür sind diese einheitlich zu gestalten und in den Planungsprozess zu integrieren.

g) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

h) Umsetzungsakteure

RGU, PLAN, Kommunalreferat, Baurechtsamt, Städtische Wohnungsbaugesellschaften, Bauzentrum München

i) Quelle der Maßnahme

IHKM; Sitzungsvorlage Nr. 08-14/V 13147 Energiekonzepte für neue Baugebiete, Weiterentwicklung durch Öko-Institut; Beispiele aus anderen Städten

j) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Für die Erarbeitung einer Vorgehensweise zur Integration der genannten Klimaschutzaspekte im Rahmen eines „Energiekonzeptes“ (Solare Optimierung, Nutzung der Solarenergie, energetische Gebäudestandards, Energieversorgungsvarianten) im gesamten Neubaubereich der LH München sind folgende grundsätzliche Schritte notwendig:

Einrichtung einer fachübergreifenden Arbeitsgruppe zur Analyse und Zusammenführung der vorhandenen Instrumente (Ökologischer Kriterienkatalog, SOBON, etc.) bzw. deren inhaltliche Weiterentwicklung und räumlichen Geltungsbereiche.

Erarbeitung eines Grundschemas für Energiekonzepte, um verschiedene Versorgungsvarianten (Vorschlag: grundsätzlich drei bis fünf) zu vergleichen. Hier empfiehlt sich die Beauftragung eines erfahrenen Ingenieurbüros, um die ökologischen und ökonomischen Kriterien für ein einheitliches Berechnungsschema festzulegen. Eine pragmatische Definition, ab welcher Größenordnung (Anzahl Wohnungen, m²) Energiekonzepte angewandt werden sollen, ist ebenfalls zu erarbeiten.

Integration der energetischen Gebäudestandards (siehe PH-3) und der solaren Optimierung von Bebauungsplänen als fester Bestandteil in das Berechnungsschema für Energiekonzepte.

Erarbeitung einer grundsätzlichen Regelung zur Nutzung von Solarenergie auf Flachdächern besonders von Gewerbebetrieben (inkl. der Berücksichtigung von Dachbegrünung).

Gestaltung der Entscheidungskriterien zur Auswahl der umzusetzenden Energieversorgungsvariante (Jahresvollkostenrechnung der Energiekosten als Grundlage, Bonusregelung für ökologische Lösungen).

Gestaltung der vertraglichen Regelungen zur Umsetzung der Energiekonzepte.

Erarbeitung einer Kommunikationsstrategie (für bestehende Bebauungspläne bzw. für § 34 Bereiche soll ein Beratungskonzept inkl. Förderberatung gestaltet werden).

Die Erstellung eines Energiekonzeptes unter den genannten Aspekten sollte kurzfristig in einem anstehenden Neubauprojekt (-gebiet) getestet werden und von der Arbeitsgruppe „Energienutzungsplan“ begleitet werden.

Beschluss der abgestimmten, zukünftigen Vorgehensweise für das „Instrument Energiekonzept“ durch den Stadtrat.

k) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Abhängig von der Neubaurate auf privaten Grundstücken kann somit die Reduzierung von CO₂-Emissionen im Neubaubereich optimiert werden – abhängig von Neubaurate, Standards und Energieversorgungsvarianten

l) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Entsteht im Rahmen der Vorbereitung der stadtinternen Prozesse sowie für die Erstellung eines Grundschemas für Energiekonzepte (bis zu ca. 20.000 Euro); Kosten für ein „Test-Energiekonzept“ abhängig von Größe des Gebietes.

m) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Durch den Vergleich z.B. verschiedener Versorgungsvarianten kann überhaupt erst eine Bewertung verschiedener Varianten erfolgen. Diese ist natürlich von der Neubaurate der LH München abhängig

n) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Unterschiedliche Schwerpunkte der städtischen Referate, wie z.B. die aktuelle notwendige Forcierung des Wohnungsbaus und die grundsätzliche Diskussion um Energiestandards sind aktuelle Hemmnisse für mehr Klimaschutz im Neubaubereich.

Auf der anderen Seite erspart eine grundsätzliche Regelung und deren Anwendung zusätzlichen Diskussions- und Zeitaufwand im Planungsprozess, sodass unabhängig von der Diskussion um energetische Gebäudestandards, die Etablierung des „Instrumentes Energiekonzept“ grundsätzlich sinnvoll ist.

Investoren könnten sich bei Vorgaben zu Energiekonzepten bevormundet fühlen und höhere Kosten befürchten. Daher müssen das Instrumentarium und die Vorteile von Variantenvergleichen gut kommuniziert werden und Konzepte mit den Investoren abgestimmt in Auftrag gegeben werden.

Grundsätzlich besteht zwischen Dachbegrünung und Solaranlagen kein genereller Widerspruch. Für gewerbliche Flachdächer bzw. Flachdächer einer gewissen Größenordnung könnte daher beides vorgegeben werden, mit Nachweispflicht, wenn gebäudetechnisch bzw. wirtschaftlich nicht umsetzbar. Die Vorkehrungen für Solaranlagen sollten grundsätzlich (Statik, Leerrohre) bei jedem Neubau gefordert werden.

o) Flankierende Instrumente

Fortentwicklung des Energienutzungsplanes als Instrument zur Steuerung der gesamtstädtischen Energieflüsse und als Basis für zu erstellende Energiekonzepte (SE-2).

Für den Neubau in Bereichen mit bestehendem Bebauungsplänen bzw. § 34 ist die Erarbeitung einer Beratungsinformation für Investoren hinsichtlich höherer Standards und Energieversorgungskonzepten vorzusehen.

Das Monitoring in ausgewählten Projekten zur Überprüfung der Umsetzung von Energiekonzepten und zur Erarbeitung von Best Practice Berichten ist sinnvoll.

Nutzung des Instrumentes „Energiekonzept“ ebenfalls bei § 12 BauGB (Vorhabenbezogener Bebauungsplan)

p) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen

Stadt Freiburg: Umsetzung des beschriebenen Vorgehens seit 2007 im Rahmen aller Neubaugebiete mit Bebauungsplan

Quelle: <https://www.freiburg.de/pb/,Lde/435150.html> und

http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/erneuerbare/erneuerbarewaerme/stadt-quartiere/quartierexkursion/Best_Practice_St-dtebaulicher_Vertrag_Freiburg_080915/Best_Practice_St%C3%A4dtebaulicher_Vertrag_Freiburg_080915.pdf

siehe auch Beispiele in_Sitzungsvorlagen Nr. 08-14/V 13147 – Energiekonzepte für neue Baugebiete

Hansestadt Hamburg – Gründachstrategie (hier zum Thema Solar und Begrünung)

Quelle: <http://www.hamburg.de/gruendach/>

q) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Zahl der erstellten Energiekonzepte und die Umsetzung ökologischer Lösungen

Zahl der Neubauten im Münchner Gebäudestandard

r) Für die Umsetzung relevante weitere Münchner Klimaschutzinstrumente

SE – 2:

Weiterentwicklung des Energienutzungsplanes zum ganzheitlichen Strategieinstrument für die zukünftige Energieversorgung der LH München

a) Zuordnung zur IHKM – Arbeitsgruppe / direkter oder indirekter Einfluss der Stadtpolitik

AG 2

b) Zielgruppe

IHKM, Stadtplanung, Verkehrsplanung, Baureferat, Energieversorger, Wohnungsbau, Kammern und Verbände etc.

c) Kurzbeschreibung

Im Energienutzungsplan – als Fachplan zum Flächennutzungsplan - (siehe auch IHKM 2015. Maßnahme 2.2.4) sollen energetisch relevante Strukturen unter der Zielstellung der Energieeinsparung, CO₂-armen Energieversorgung und des Klimaschutzes in der für die Stadtentwicklungs- bzw. Flächennutzungsplanung relevanten Maßstabebene dargestellt werden: Energieerzeugung, Energieverteilung und Energienutzung. Dabei werden der Bestand dokumentiert und die Potenziale evaluiert.

Der Energienutzungsplan soll zu einem dynamischen Strategieinstrument der zukünftigen Energieversorgung in München (insgesamt und auf Stadtteilebene) entwickelt werden, das – unter Berücksichtigung der Klimaschutzziele und der Entwicklungen im Energiesystem – Maßnahmen in naher und mittlerer Zukunft strategisch bewertet.

Der Energienutzungsplan bildet somit eine standardisierte, zur Fortschreibung geeignete Informationsgrundlage für verschiedene energetische Untersuchungen wie Energiekonzepte (SE-1).

d) Begründung des Maßnahmenvorschlags / Adressierte Hemmnisse

Die dynamische Betrachtung der gesamten Stadt als Energiesystem ist notwendig, um den Veränderungen durch eine in Zukunft zunehmende Integration der Erneuerbaren Energien gerecht zu werden (hoher Anteil fluktuierender Erneuerbarer Energien, dezentrale Erzeugung, Verzahnung Strom-Wärme-Mobilität, Speicher).

Damit in Verbindung stehen konkret die Optimierung und Synchronisierung von Angebot und Nachfrage an Energie in der Landeshauptstadt. Ein darauf abzielendes zukünftiges Energiesystem muss realitätsnah und praktikabel umsetzbar sein. Dabei muss eine möglichst kostengünstige Versorgung zu jeder Stunde im Jahr gewährleistet werden, um so eine hohe Akzeptanz für die Erneuerbaren Energien als Energieträger zu gewährleisten.

Eine solche „Betrachtungsweise“ des städtischen Energiesystems wird mittlerweile in den vom BMUB geförderten „Masterplankommunen“ grundsätzlich erwartet und vom Land Bayern im Rahmen von Energienutzungsplänen gefördert.

Auch für die Landeshauptstadt München ist die Entwicklung des Energienutzungsplanes zu einem stetig aktualisierbaren Steuerungsinstrument sinnvoll. Wesentliches Ziel muss dabei sein, soviel Energie wie möglich innerhalb der Stadtgrenzen bzw. regional zu erzeugen und zusätzlich Erzeugung und Bedarf intelligent zu vernetzen. .

Dazu ist eine enge Zusammenarbeit und Austausch von Daten und Planungen - innerhalb der Verwaltung und mit den Stadtwerken München bzw. weiteren Akteuren im Energiebereich der Landeshauptstadt und der Region - Grundvoraussetzung.

Die geplante Fortschreibung des Energienutzungsplanes (siehe IHKM 2015) muss diese Aspekte berücksichtigen und integrieren.

e) Einführung und technische Lebensdauer der Maßnahme

f) Umsetzungsakteure

PLAN, RGU, BAU, KR, RAW, Stadtwerke München, weitere Akteure im Energiebereich lokal und regional

g) Quelle der Maßnahme

IHKM 2015: Maßnahme 2.2.4, Weiterentwicklung durch Öko-Institut

h) Erforderliche Handlungsschritte zur inhaltlichen Umsetzung

Überprüfung des bisherigen Instrumentariums hinsichtlich seiner Entwicklung hin zu einem strategischen Steuerungsinstrument, das die notwendigen Maßnahmen für ein energetisches Zielsystem beinhaltet.

Analyse der bisherigen Umsetzung und weiterer vorhandenen Instrumente (besonders in Deutschland)

Erstellung des Energienutzungsplans als strategisches Instrument hin zu einer zukunftsfähigen Energieversorgung in München

Gemeinschaftliche Erweiterung des Instrumentariums mit wichtigen Akteuren aus der Verwaltung und Stadtgesellschaft

i) Abgeschätzte THG-Emissionsminderung

Nicht im Detail quantifizierbar, aber Synergieeffekte und Optimierungspotentiale durch ganzheitliche Betrachtungsweise erheblich

j) Voraussichtlicher Aufwand (Personal, andere Kosten)

Im ersten Schritt der Analyse gering; eine weitere Kostenermittlung ist für Ausarbeitung hin zum strategischen Instrumentarium notwendig; aufgrund der Komplexität können die Kosten hier noch nicht abgeschätzt werden

k) Grobe Abschätzung des ökonomischen Nutzens

Optimierung des Gesamtenergiesystems der Stadt München kann zu erheblichen Einspareffekten und Synergieeffekten führen (Abwärmenutzung, Bedarf-Angebot-Harmonisierung).

Quartiere, in denen energetische Sanierungsmaßnahmen am sinnvollsten sind, können frühzeitig erkannt werden.

Der Energienutzungsplan bietet eine solide Datengrundlage für weitere energetische Untersuchungen und spart zusätzliche Untersuchungskosten.

l) Mögliche Hemmnisse bei der Umsetzung

Finanzielle Hemmnisse: Mittel für Erweiterung des Instrumentariums Umsetzung müssen bereitgestellt werden;

Komplexe Thematik, Datenverfügbarkeit und EDV-technische Hindernisse (Formate); Gestaltung des zukünftigen Energiesystems noch mit vielen Fragezeichen verbunden

m) Flankierende Instrumente

Instrumente zur Integration von Klimaschutz im Neubaubereich (SE_1)

Energetische Gebäudestandards (PH_3) Fern- und Nahwärmestrategie der Stadtwerke München (siehe IHKM Handlungsfeld 5)

Quartiersbezogene Ansätze (Energetische Quartierskonzepte im Bestand, Energiekonzepte im Neubaubereich)

Verwandte Maßnahmen (u.a.):

PH-3: Umsetzung hoher energetischer Standards in Neubaugebieten und Realisierung von Vorbildprojekten auf städtischem Grund

PH-6: Erarbeitung einer Dekarbonisierungsstrategie für die Wärmeversorgung für Gebiete außerhalb der Fernwärmegebiete

EN-4: Nutzung von Abwärme im Fernwärmenetz

EN-6: Verdichtung innerhalb des Fernwärmegebiets / Fernwärmeausbau

n) Beispiele und Erfahrungen aus anderen Kommunen (wenn verfügbar)

Förderung Masterplan-Kommunen BMUB (Projekt KomRev) bzw. Stadt Frankfurt

Quelle: <http://www.klimaschutz.de/de/projekt/die-kommunale-effizienzrevolution-fur-den-klimaschutz-den-deutschen-stadten>

http://www.masterplan100.de/fileadmin/user_upload/content/pdf/2015-02-04_EnSzenarien_KomMod4FFM_ISE_final_2.pdf

Energienutzungspläne in Bayern, Beispiel Nürnberg, Quelle:

https://www.nuernberg.de/imperia/md/umweltamt/dokumente/klima_energie/energienutzungsplan_k_nuernberg.pdf

https://www.nuernberg.de/imperia/md/umweltreferat/dokumente/energienutzungsplan2030_bericht.pdf

o) Indikatoren zur Evaluierung des Erfolgs der Aktivität

Anzahl der energetischen Quartierskonzepte und Anzahl der quartiers- und projektübergreifenden Energieversorgungsprojekten

Zahl der Kooperationsprojekten u.a. zur Abwärmenutzung

Verbesserte Zusammenarbeit zwischen Stadtwerken, Stadt und Energieakteuren

Entwicklung der Kosten und Emissionen in den Projekten gegenüber Einzelprojekten

8.11. Handlungsfelder Konsum und Umweltbildung Privater Haushalte

(Fällt unter das IHKM-Handlungsfeld 8.)

Zusätzlich zu den sektorspezifischen Maßnahmen sollten Maßnahmen umgesetzt werden, welche die Handlungsfelder Bildung (für Kinder und Jugendliche), Bewusstseinsbildung bei Erwachsenen, die keinem der Energieverbrauchssektoren allein zuzuordnen sind, sowie Konsum und Ernährung adressieren. Die Maßnahmenvorschläge für dieses Handlungsfeld konnten im Rahmen des Fachgutachtens nicht in der gleichen Tiefe beschrieben werden wie die in den Energieverbrauchssektoren, da der Fokus des Gutachtens auf den Handlungsfeldern lag, die direkt auf das Emissionsminderungsziel einzahlen und damit auf den Energieverbrauchssektoren, die im Rahmen der Emissionsbilanzierung erfasst sind. Zudem sind für eine detailliertere Ausgestaltung der Maßnahmen, insbesondere jedoch für die Wirkungsabschätzung, weitere Daten zu den zu erreichenden Zielgruppen notwendig, die im Rahmen des Fachgutachtens nicht erhoben werden konnten. Methodische Ansätze zur Bewertung von Informations-, Vernetzungs- und Bildungsmaßnahmen befinden sich derzeit bundesweit noch in der Entwicklung, hier liegen keine anwendungsbereiten Methodiken vor.

Trotzdem können die skizzierten Vorschläge für Maßnahmen und Projekte Hinweise für eine weitere Adressierung der genannten Handlungsfelder geben. Es wird empfohlen, bei einer weiteren Ausarbeitung der Vorschläge für Kampagnen mit den jeweiligen Zielgruppen und Akteuren einer Maßnahme zu kooperieren, um deren spezifische Bedürfnisse zu ermitteln sowie auf die Unterstützung von Marketing-Experten zurückzugreifen.

Maßnahmen, die ein nachhaltiges Verhalten in bestimmten Energieverbrauchssektoren adressieren, sind diesen Sektoren in den Kapiteln 8.5 bis 8.9 zugeordnet.

Tabelle 8-14: Maßnahmenideen und –vorschläge in den Handlungsfeldern Ernährung / Konsum, sektorübergreifende Suffizienz / Verhalten sowie Bildung

Maßnahme	Kurzbeschreibung
Ernährung / Konsum	
Fortführung der Förderung von NGO	Finanzielle, organisatorische und operative Unterstützung von NGO (z.B. durch Projektförderung, Teilnahme an Veranstaltungen durch Vertreter von Stadtpolitik und Verwaltung, Bewerbung von Projekten und Veranstaltungen von NGO)
PJ „Bunter Teller“	Kampagne mit Restaurants, die pro Woche ein wechselndes Gericht anbieten, welches komplett aus regionalen Produkten und entsprechend des saisonalen Gemüseangebots kreiert wird. Branding und Marketing erfolgt gemeinsam.
Fortführung bereits laufender Projekte zu (Bio-)Lebensmitteln	z.B. Biostadt München mit Kampagnen und Leitprojekten, PJ Reduzierung von Lebensmittelabfällen
Vorbildfunktion der LH München ausbauen	Bio-Catering in städtischen Einrichtungen Nachhaltige Beschaffung sicherstellen, Verwaltungshemmnisse abschaffen (Vorschlag aus dem Beteiligungsworkshop im Herbst 2015)
Bioessen in Schulen und Kitas	Biologisch–regionales Essen in städtischen Schulen und Kindertagesstätten, an den Schulen und Kitas wieder verstärkt selber kochen, um Kinder über Lebensmittel und deren Herkunft zu sensibilisieren; Weniger Fleischangebote in Schulen, Kitas und Unternehmens-Kantinen in Verbindung mit einer entsprechenden „Umweltbildung“
Fortführung und Ausbau der bereits laufenden Projekte zur Verringerung des Konsums	Projekte zu Tauschbörsen, Upcycling, Teilen und Reparieren, Fairem Konsum, zur Reduktion des Konsums, wie „Das Rätsel des Überflüssigen, Faire Kleidung, Kleidertausch und Upcycling schonen Geldbeutel und Umwelt“
Nachbarschaftsnetzwerke für Sharing Economy fördern	Nachbarschaftsnetzwerke für Sharing Economy und gegenseitige Hilfestellung durch die u.a. durch die Stadt München fördern bzw. ausbauen; Baumärkte als Sharing-Partner gewinnen; z.B. im Rahmen des neuen Stadtteils (Freiham und Projekt Smart City)
Repair-Cafés bekannter machen	Nachbarschaftstreffs (in München in verschiedenen Stadtteilen vorhanden) nutzen um Repair-Cafés zu verbreiten oder sogenannte „Aktive Zentren“ aufzuwerten
Up-Cycling Angebote besser bekannt machen	Vorschlag aus dem Beteiligungsworkshop im Herbst 2015
Up-Cycling Stationen durch Abfallbetriebe München einrichten	Zum Beispiel an den Wertstoffhöfen; Vorschlag aus dem Beteiligungsworkshop im Herbst 2015

Initiierung eines wachstumskritischen Dialoges in und mit der Bevölkerung	Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015
Förderung des verpackungsfreien Einkaufens	Förderung von verpackungsfreien Supermärkten, Wiedereinführung von Bauernmärkten durch die Landeshauptstadt (Räumlichkeiten anbieten...); Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015
Werbung für Konsum drastisch reduzieren	Keine öffentlichen Flächen im Stadtgebiet für Konsumwerbung zur Verfügung stellen; Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015
Transition Town Projekte fördern	Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015
Suffizienz / Verhalten (sektorübergreifend)	
Fortführung der Förderung von NGO	Finanzielle, organisatorische und operative Unterstützung von NGO (z.B. durch Projektförderung, Teilnahme an Veranstaltungen durch Vertreter von Stadtpolitik und Verwaltung, Bewerbung von Projekten und Veranstaltungen von NGO)
PJ zur ressourcenschonenden Freizeitgestaltung	Organisation/Marketing nachhaltiger Freizeitaktivitäten (Reise-)Führer mit Freizeitzielen im Münchner Umland, die mit dem ÖPNV erreicht werden können
Initiierung von nicht profitorientierten, nicht kommerziellen Nachbarschaftsnetzwerken	Beispiel Polly & Bob, Berlin http://blog.pollyandbob.com/afterwork-mailer/?lang=de
Förderung von Nachbarschaften	Förderrichtlinie „Kurze Wege für den Klimaschutz“ im Rahmen der Nationalen Klimaschutz Initiative (NKI) ermöglicht ab März 2016 für begrenzte Zeit die Förderung von Nachbarschaftsprojekten wie z.B. Maßnahmen auf Nachbarschaftsebene zur Bildung, Information und Aufklärung im Klimaschutz, Maßnahmen zur Aktivierung von Bürgerinnen und Bürgern für klimaschonendes Alltagsverhalten auf Nachbarschaftsebene, die Einrichtung und den Betrieb von Begegnungsstätten/-flächen mit klimaschutzbezogenen Angeboten auf Nachbarschaftsebene, sowie innovative Ideen mit den genannten Zielen.
Vorbildfunktion der LH München ausbauen	„Grüne Dienstreisen“ – weniger Fliegen, mehr Zug fahren (z.B. bis 7 h Zug fahren, erst ab >7h Reisezeit fliegen; Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015)

Sympathie-Kampagne für nachhaltige Lebensweise	<p>Nachhaltige Lebensweise (inkl. nachhaltiger Konsum) positiver besetzen, nachhaltige Lebensweise ist „chic“ und bringt Mehrwert</p> <p>z.B. „Suffizienzwoche“ des Oberbürgermeisters / Umweltbürgermeisters; alternativ mit Münchner Prominenten:</p> <p>OB verhält sich medial aufbereitet eine Woche lang möglichst suffizient (Fahrten mit Fahrrad/Elektroauto, keine Dienstreisen, statt dessen Video-konferenzen, Ernährung nur regional und saisongerecht, Stromsparen...)</p> <p>Alternativ werden Prominente dafür gewonnen, eine Woche lang suffizienter zu leben, d.h., Ernährung, Konsum, Fortbewegung, Stromverbrauch usw. nachhaltig zu gestalten. Aktion wird ausführlich dokumentiert, medial aufbereitet und verbreitet</p>
Klimawirkungen von Handeln besser bewusst machen	Zum Beispiel CO ₂ -Rechner zur Verfügung stellen, „Alles ist Klimarelevant“; Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015
„Green map“ erstellen	Zur Darstellung von Beispielen nachhaltiger Lebensweise in München (Vorschlag aus dem Teilnehmertag im Herbst 2015)
Bildung	
Fortführung der bereits laufenden Projekte	Zum Beispiel das Angebot der SWM für Schulen: Besichtigungen, Veranstaltungen, Infomaterial, Energiespartipps
Ausbau des „Klimaschutznetzwerks“ an Münchner Schulen	Bisher nehmen 27 Schüler von 7 verschiedenen Schulen teil, Angebot sollte auf alle Schulen und auch inhaltlich ausgeweitet werden
Vermittlung zwischen Anbietern und Nachfragern für Angebote zum Thema Umweltbildung etablieren	Vermittlung zwischen Angeboten im Bereich der Umweltbildung (z.B. NGO, Privatpersonen) und denen, die eine Nachfrage haben (z.B. Schulen, Kindergärten) sind notwendig, um Angebot und Nachfrage zusammen zu bringen. Eine solche Dienstleistung sollte finanziert werden, inklusive der Vermarktung
„Ohne-Strom-Tag“ in ersten Klassen der Grundschulen	An Grundschulen wird an einem Tag pro Monat / pro Schulhalbjahr auf den Einsatz von Strom verzichtet, elektrische Geräte werden nicht genutzt, das Thema Strom- und Energieverbrauch wird mit den Kindern altersgerecht bearbeitet
Projekt für Grundschüler im Rahmen der Ferienbetreuung oder im Ganztagschulbetrieb	<p>Erfahrungen in München selbst und in anderen Kommunen haben gezeigt, dass es schwierig ist, Klimaschutzthemen in den Unterricht bzw. in den Lehrplan zu integrieren. Daher sollte geprüft werden, ob eine Integration des Themas in die Ferienbetreuung (z.B. als einwöchiges Betreuungsangebot) oder in den Ganztagschulbetrieb (z.B. als Schulprojekt) möglich ist.</p> <p>Dazu könnte zum Beispiel eine Förderung der Erarbeitung von Konzepten und Angeboten für Grundschüler im Rahmen der Ferienbetreuung durchgeführt werden, z.B. eine Woche Ferienbetreuung mit Schwerpunkt auf die altersgerechte Vermittlung von Klimaschutzthemen, Finanzierung (anteilig) durch die Eltern, Stadtverwaltung engagiert sich durch Finanzierung der Erarbeitung eines pädagogischen Konzeptes u.ä. (z.B. Raumbereitstellung) und (anteilig) durch die Finanzierung des Angebotes selbst</p>

Weiterführung und Ausbau der fifty/fifty-Projekte an Münchner Schulen

Die LH München sollte gegenüber dem Land Bayern aktiv werden, um BNE als Pflichtfach zu etablieren

BNE = Bildung für nachhaltige Entwicklung

9. Strategischer Ausblick

Die Ergebnisse der verschiedenen Arbeiten des vorliegenden Fachgutachtens haben gezeigt, wie dringend die Treibhausgas-Emissionen in Städten wie München gesenkt werden müssen, wie groß die möglichen Minderungen sowohl beim Energieverbrauch als auch bei den Treibhausgas-Emissionen auf kommunaler Ebene sind und welche erheblichen Herausforderungen auf jeden einzelnen Energieverbrauchssektor und jedes einzelne Handlungsfeld zukommen, wenn ambitionierter Klimaschutz ernst genommen wird und tatsächlich umgesetzt werden soll.

Stadtpolitik und -verwaltung sollten ihre ernsthafte Absicht, sich diesen Herausforderungen zu stellen, zunächst damit bekräftigen, dass ein ambitioniertes Klimaschutzziel beschlossen wird. Dieses Ziel sollte sich wie vorgeschlagen an der schnellstmöglichen Minderung der Emissionen und dem Erreichen der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 orientieren. In Kapitel 6 dieses Fachgutachtens wird für die LH München ein Ziel von 0,3 Tonnen energiebedingter Treibhausgase pro Kopf und Jahr im Jahr 2050 vorgeschlagen.

Kommunaler Klimaschutz muss, wenn er erfolgreich sein will, „Chefsache“ sein. Ambitionierte Klimaziele auf kommunaler Ebene können nur dann erreicht werden, wenn sie von den höchsten Ebenen in Politik und Verwaltung mitgetragen und von allen Fachverwaltungen aktiv unterstützt werden. Dies umzusetzen ist eine wesentliche Voraussetzung, um einmal beschlossene Klimaziele zu erreichen.

Im Rahmen einer weiterentwickelten Klimaschutzstrategie sollte die LH München sowohl ihre Rolle als Change Agent, als Motivator, Moderator, Organisator und Inspirator in Sachen Klimaschutz stärker ausbauen, als auch ihre Rolle als Vorreiter und Umsetzer von eigenen Klimaschutzmaßnahmen.

In der LH München gibt es bereits eine ganze Reihe wegweisender Pilotvorhaben und Modellprojekte. Als aktuelle Beispiele seien die „Grüne Welle für Radfahrer“ auf der Schellingstraße in der Maxvorstadt, die „E-Sharing-Station“ im Domagkpark und das LHMobil - Pedelecs für die Verwaltung“ aus dem Verkehrsbereich sowie der energetische Stadtumbau im Rahmen des Sanierungsgebietes Neuaubing-Westkreuz und die IHKM-Maßnahme "Gebäudemodernisierungsscheck" aus dem Gebäudebereich genannt. Eine dringliche Aufgabe der Weiterentwicklung des Klimaschutzes ist es nun, die Erfahrungen und Ergebnisse der Modellvorhaben auf das gesamte Stadtgebiet zu übertragen.

Im Bereich der Energieumwandlung ist die geplante Umstellung der Fernwärmeversorgung auf Geothermie und andere erneuerbare Energieträger von zentraler Bedeutung für die Erreichung ambitionierter Klimaschutzziele der Stadt. Die Szenarien haben dabei gezeigt, dass der bisher diskutierte Umfang an Geothermie-Bohrungen bis zum Jahr 2040 möglicherweise nicht ausreicht, um den überwiegenden Anteil des Fernwärmebedarfs zu decken. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Stadt eine Wärmestrategie umsetzt, die umfassend auf die Fernwärme als CO₂-armen Energieträger setzt. Zu empfehlen ist daher, dass Stadt und Stadtwerke ihre längerfristigen Pla-

nungen zur Rolle der Fernwärme und dessen Umstellung auf erneuerbare Energien im Rahmen einer umfassenden Wärmeplanung aktualisieren und neu abstimmen. Zu einer solchen Planung gehören Zielwerte zur Entwicklung des Wärmebedarfs der Gesamtstadt und des Beitrags der Fernwärme zu dessen Deckung, verlässliche Daten zum lokalen Geothermie-Potenzial und eine konkrete Planung der SWM zur Erschließung dieser Potenziale bzw. zum ergänzenden Einsatz weiterer erneuerbarer Energien sowie Abwärme. Hierdurch sollte sichergestellt werden, dass die Fernwärme bis zum Jahr 2040 weitgehend aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden kann.

Ergänzend zur Geothermie können Solarthermie und längerfristig ggf. auch Wärmepumpen in das Fernwärmenetz eingebunden werden. Von Bedeutung kann auch die Nutzung von Abwärme sein, die jedoch möglichst langfristig gesichert zur Verfügung stehen sollte. Zudem müssten die Prozesse, die die Abwärme bereitstellen, auf längere Sicht ihrerseits so weit wie möglich auf erneuerbare Energien bzw. Strom als Energieträger umgestellt werden. Synthetisches, aus Strom erzeugtes Gas als Brennstoff für Heizkraftwerke kommt dagegen aus heutiger Sicht eher nicht in Frage, da die Kosten dieses Energieträgers und die Umwandlungsverluste in der Kette der beteiligten Prozesse voraussichtlich sehr hoch sind.

Auf mittlere Sicht sollte die Stadt in Abstimmung mit den SWM zudem eine Entscheidung zur evtl. vorzeitigen Stilllegung des mit Steinkohle gefeuerten Heizkraftwerks Nord 2 treffen. Die Szenarien unter Einbezug des Territorialmixes Strom haben deutlich gezeigt, dass dieses Kraftwerk aufgrund des Einsatzes von Kohle hohe Emissionen aufweist, die auch durch die hohe Effizienz der Anlage nicht kompensiert werden können. Je schneller und stärker der bundesweite Mix der Stromerzeugung auf erneuerbare Energien umgestellt wird, desto schlechter stellen sich die Emissionen des lokalen Strommixes gegenüber dem Bundesmix dar. Anzumerken ist dabei, dass in allen dargestellten Szenarien angenommen wurde, dass das Heizkraftwerk Nord 2 zwischen den Jahren 2025 und 2030 abgeschaltet wird und dass der jährliche Einsatz von Kohle im Zeitraum bis zur Abschaltung gedrosselt wird. Über beide Aspekte sollten rechtzeitig Entscheidungen getroffen werden.

Über diese beiden zentralen Aspekte des Umwandlungssektors hinaus ist auch der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien bei der lokalen Stromerzeugung (hier vor allem durch Photovoltaik) von großer Bedeutung.

Für die Erreichung des Ziels einer klimaneutralen LH München müssen zudem alle Verbrauchssektoren weitgehende Beiträge leisten.

Im Sektor Private Haushalte verdeutlichen die Szenarien, welche großen Anstrengungen im Bereich der Gebäudesanierung nötig sind, um ein klimaneutrales München zu erreichen. Hier müssen konsequent neue Ansätze der Motivation und Unterstützung der Gebäudeeigentümer für die Durchführung einer Sanierung gefunden und umgesetzt werden. Es gibt bereits jetzt engagierte Akteure, die nah an der Praxis arbeiten und über eine hohe Sensibilität für die Probleme und Hemmnisse bei der Umsetzung energetischer Maßnahmen im Gebäudebereich verfügen. Exemplarisch sei hier das Bauzentrum als innovativer Akteur hervorgehoben, welches vielfältige Informations-, Beratungs- und Schulungsangebote sowohl für das Baugewerbe als auch für Gebäudeeigentümer anbietet und sein Programm beständig erweitert. Solche regional verankerte und akzeptierte Akteure sind sehr wertvoll und sollten in ihrer Rolle stärker unterstützt werden, sowohl personell wie auch finanziell.

Die in den Sanierungsgebieten Neuaubing / Westkreuz gewonnenen Erfahrungen sollten weiterentwickelt und perspektivisch zügig auf weitere Sanierungsgebiete übertragen werden.

Im Neubau müssen bereits heute Standards realisiert werden, die kompatibel zu einem klimaneutralen München sind. So sollte das neu zu entwickelnde Gebiet im Münchner Osten (Stadtbezirk

Bogenhausen) schon im Sinne eines ambitionierten Klimaschutzzieles der Klimaneutralität geplant und umgesetzt werden.

„No regret“ Maßnahmen, die schon jetzt umgesetzt werden sollten, auch wenn z.B. bundespolitische Ziele bis 2050 noch nicht konkretisiert sind, sind grundsätzlich solche, die die Energieeffizienz erhöhen. Hierunter fallen im Gebäudebereich neben der energetischen Ertüchtigung der Gebäudehülle die Umstellung der Heizungssysteme auf solche Systeme, die mit niedrigen Vorlauftemperaturen ($< 35^{\circ}\text{C}$) arbeiten. Dies ermöglicht sowohl eine verbesserte Einbindung erneuerbarer Energieträger in das Heizungssystem als auch eine Verringerung der Energieverluste bei der Wärmebereitstellung und –verteilung.

In diesem Zusammenhang wird auch die Frage angemessener Sanierungs- und Neubaustandards in Fernwärmegebieten diskutiert. Grundsätzlich gilt, dass auch erneuerbare Energien nicht unbegrenzt zur Verfügung stehen und auch ihre Nutzbarmachung Emissionen und Kosten verursacht. In München gilt der Sonderfall, dass mit der Geothermie ein Energieträger flächendeckend zur Verfügung steht, der für eine Nutzung für die Raumwärmeversorgung geeignet ist. Aus Sicht der Gutachter sollten in Fernwärmegebieten nur dann Abstriche bei den hohen energetischen Standards gemacht werden, wenn die vorstehend genannte langfristige Wärmeplanung für die LH München dies vertretbar erscheinen lässt. Das heißt konkret, dass mit Blick auf das gesamte Stadtgebiet eine ausreichende Wärmemenge aus der Geothermie oder anderen erneuerbaren Energieträgern zu vertretbaren Kosten verfügbar gemacht werden kann. Nur unter dieser Bedingung ist die Einhaltung der gesetzlichen Standards bei Neubau und Sanierung in Fernwärmegebieten als ausreichend anzusehen.

Die Szenarioergebnisse haben außerdem gezeigt, wie wichtig Verhaltensänderungen der privaten Haushalte sind. Hinsichtlich der energiebedingten Emissionen innerhalb der Kommune sind vor allem die Menge des Warmwasserverbrauchs sowie die Ausstattung und Nutzung elektrischer und elektronischer Geräte in den Haushalten relevant. Auch eine Verringerung des Konsums und eine klima- und umweltfreundliche Ernährung leisten einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz, wenn sie auch nicht in Emissionsminderungen auf dem Stadtgebiet messbar sind. Diese Aspekte sollten konsequent mit dem Klimaschutzaktionsplan aufgegriffen und intensiv verfolgt werden.

In einem klimaneutralen München muss auch die Wirtschaft einen maßgeblichen Beitrag zur Verringerung der Emissionen und zur Dekarbonisierung der Energieversorgung leisten. Die LH München sollte noch stärker auf die Wirtschaft zugehen, um eine solche Entwicklung sowohl einzufordern als auch zu unterstützen. Die regionale Wirtschaft sollte in die entsprechenden Prozesse und Entscheidungen eingebunden und zur Mitwirkung motiviert und wenn möglich verpflichtet werden. Wo immer erforderlich und sinnvoll sollte die Stadt die Unternehmen bei der Realisierung ambitionierter Klimaziele unterstützen. Maßnahmen und Projekte wie der Klimapakt der Münchner Wirtschaft mit Großunternehmen und das Projekt ÖkoProfit mit mittleren Unternehmen sind gute und richtige Schritte in diese Richtung. Hier sollten der Zeithorizont erweitert und die Zahl erreichter Unternehmen vergrößert werden. Dabei ist die Strategie richtig, für Unternehmen unterschiedlicher Größe unterschiedliche Ansätze zu verfolgen. Sie sollte fortgeführt und weiterentwickelt werden. Sie sollte außerdem um den Ansatz erweitert werden, für Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen geeignete eigene Instrumente für die Ansprache, Verpflichtung und Unterstützung zu finden. Dabei sollten aktive Partnerschaften mit Unternehmensverbänden und –vertretungen gesucht und begründet werden. Auch hierfür ist es hilfreich, wenn die Anbahnung solcher Partnerschaften von der Verwaltungsspitze ausgeführt wird.

Die Szenariorechnungen haben auch gezeigt, dass allein mit einem Umstieg auf erneuerbare Energien die Dekarbonisierung nicht zu schaffen ist. Auch die Verringerung des Energiebedarfs, sowohl durch Steigerung der Energieeffizienz als auch durch eine Verringerung der Aktivität mit

Energieverbrauch (zum Beispiel durch verändertes, nachhaltiges Verhalten, Stichwort Suffizienz) ist erforderlich. Trotzdem ist festzuhalten, dass bei der dezentralen Versorgung mit erneuerbaren Energien für die Wärmebereitstellung in München ein großer Nachholbedarf besteht. Erneuerbare Energien wie zum Beispiel die Solarthermie sind im Energieträgermix bisher kaum vertreten und müssen massiv ausgebaut werden. Hier sollten detaillierte Konzepte zur Zukunft der Wärmeversorgung in München, zum Ausbau der Technologien und zur Nutzung vorhandener Potenziale, auch außerhalb der Fernwärmegebiete, erarbeitet und umgesetzt werden, die sich am Ziel eines klimaneutralen Wärmesektors bis spätestens zum Jahr 2050 orientieren.

Der Verkehrssektor der Stadt ist besonders geprägt durch das beständige Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum Münchens und die erheblichen Pendlerströme aus dem Umland. Jedoch muss auch der Verkehrssektor einen wesentlichen Minderungsbeitrag für ein klimaneutrales München leisten. Dem Ausbau des ÖPNV kommt daher eine immense Bedeutung zu. Hier sollten entsprechende Entscheidungen zeitnah getroffen und notwendige Infrastrukturprojekte frühzeitig umgesetzt werden. Dies ist erforderlich, um zunächst überhaupt die bereits bestehende Nachfrage nach ÖPNV, insbesondere im Berufsverkehr, decken zu können. Auch für eine Ausschöpfung bestehender Verlagerungspotenziale auf den Rad- und Fußverkehr müssen zunächst entsprechende Voraussetzungen geschaffen werden. Hier müssen eine verkehrsreduzierende Stadtplanung und der Infrastrukturausbau Hand in Hand gehen. Die Einführung alternativer und effizienterer Antriebstechnologien und treibhausgasärmerer Energieträger sollte ebenfalls unterstützt werden. Hier ist mit dem IHFEM-Projekt bereits ein erster Schritt erfolgt. Um Lösungen und Konzepte für eine Reduzierung des innerstädtischen und regionalen Wirtschaftsverkehrs zu erarbeiten, sollte auch hier die Zusammenarbeit mit Wirtschaftsverbänden und Unternehmen gesucht werden.

Abschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die wichtige Größe für den Klimaschutz nicht die relative Treibhausgas-Emissionsminderung gegenüber einem Ausgangsjahr ist, die bis zu einem Zieljahr erreicht wird. Entscheidend ist vielmehr, welche Menge an Treibhausgasen bis dahin insgesamt in die Atmosphäre emittiert wird. Denn die wesentliche Größe für die Klimaerwärmung ist die Treibhausgas-Konzentration in der Atmosphäre. Das in diesem Fachgutachten beschriebene Szenario Klimaneutrales München beschreibt einen Pfad, in dem die LH München das Treibhausgas-Budget, das ihr im Rahmen einer Klimapolitik zusteht, die den weltweiten Klimawandel auf 2 Grad begrenzen will, nahezu erreichen kann. Zur Einhaltung des 2 Grad Ziels oder gar eines Ziels von 1,5 Grad wären noch drastischere Reduktionen erforderlich. Je später mit einer wirkungsvollen Reduktion der Emissionen begonnen wird, desto schwieriger wird es, das Treibhausgas-Budget noch einzuhalten. Daher ist es entscheidend, rasch aktiv zu werden und Maßnahmen zu ergreifen, die schnell zu einer frühzeitigen Absenkung des aktuell hohen Niveaus an Emissionen führen.

10. Literaturverzeichnis

- ADAC (2010): Beiträge der Anwohner zum Straßenausbau in Städten und Gemeinden, München.
- AG Energiebilanzen e.V. (AGEB) (2013): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2011 und 2012 mit Zeitreihen von 2008 bis 2012. Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Hg. v. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB).
- Agora Energiewende (2016): Elf Eckpunkte für einen Kohlekonkurs. Konzept zur schrittweisen Dekarbonisierung des deutschen Stromsektors (Langfassung). Unter Mitarbeit von Patrick Graichen, Barbara Praetorius, Gerd Rosenkranz, Philipp Litz, Julius Ecke und Tim Steinert. enervis energy advisors GmbH. Berlin.
- Becker, Martin; Knoll, Peter (2011): „Energieeffizienz durch Gebäudeautomation mit Bezug zur DIN V 18599 und DIN EN 15232“. Unter Mitarbeit von Martin Becker und Peter Knoll. Hochschule Biberach (HBC), Institut für Gebäude- und Energiesysteme (IGE). Biberach, zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2016): Zahlen und Fakten - Energiedaten.
- Bundesregierung (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Hg. v. Bundesregierung Deutschland.
- Bürger, Veit; Hesse, Tilman; Palzer, Andreas; Köhler, Benjamin; Herkel, Sebastian; Engelmann, Peter (2016): Klimaneutraler Gebäudebestand 2050. Endbericht. Unter Mitarbeit von Dietlinde Quack. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Climate Change, 06/2016).
- Destatis (2013): Zensus 2011. Hg. v. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter http://www.bundeswahlleiter.de/de/europawahlen/EU_BUND_09/strukturdaten/.
- Deutsches Institut für Urbanistik (Difu); Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu); Klima-Bündnis - Climate Alliance - Alianza del Clima e.V. (Klima-Bündnis) (2011): Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden. Berlin, zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- Diefenbach, Nikolaus; Cischinsky, Holger; Rodenfels, Markus; Clausnitzer, Klaus-Dieter (2010): Datenbasis Gebäudebestand - Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand (0049).
- Diefenbach, Nikolaus; Stein, Britta; Loga, Tobias; Rodenfels, Markus; Gabriel, Jürgen; Fette, Max (2011): Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2011 (August 2012).
- GEWOFAG (2016a): Energiebericht 2015. München.
- GEWOFAG (2016b): Forschungsprojekt Riem. Forschung für Energiesparendes Bauen der Zukunft. Hg. v. GEWOFAG. München.
- Grießhammer, Rainer; Brohmann, Bettina (2015): Wie Transformationen und gesellschaftliche Innovationen gelingen können. Transformationsstrategien und Models of Change für nachhaltigen gesellschaftlichen Wandel. Unter Mitarbeit von Dierk Bauknecht, Martin David, Dirk A. Heyen, Inga Hilbert und Lucia Reisch. 1. Auflage. Baden-Baden: Nomos.
- GWG (2015): Energiebericht 2014. München.
- Heinemann, Christoph; Bürger, Veit; Bauknecht, Dierk; Ritter, David; Koch, Matthias (2014): Widerstandsheizungen: ein Beitrag zum Klimaschutz und zur Integration fluktuierender Erneuerbarer? In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 64 (5), S. 45–48, zuletzt geprüft am 11.07.2014.
- Hertle, Hans; Dünnebeil, Frank; Gugel, Benjamin; Heuer, Carsten; Kutzner, Frank; Vogt, Regine (2014): Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Im Rahmen des Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Heidelberg, zuletzt geprüft am 17.03.2016.

- Hertle, Hans; Dünnebeil, Frank; Gugel, Benjamin; Rechsteiner, Eva; Reinhard, Carsten (2016): BISKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Kurzfassung. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Heidelberg, zuletzt geprüft am 25.07.2016.
- Hertle, Hans; Dünnebeil, Frank; Gugel, Benjamin; Rechtsteiner, Eva; Reinhard, Carsten (2015): Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Kurzfassung. Im Rahmen des Vorhabens „Klimaschutz-Planer - Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). Heidelberg, zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- Höhne, Niklas; Kuramochi, Takeshi; Sterl, Sebastian; Röschel, Lina (2016): Was bedeutet das Pariser Abkommen für den Klimaschutz in Deutschland? Hg. v. Greenpeace. NewClimate – Institute for Climate Policy and Global Sustainability gGmbH, zuletzt geprüft am 21.03.2016.
- Intraplan et. al. (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030, im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Intraplan, BVU, IVV, planco.
- IPCC (2014): Climate Change 2014. Synthesis Report. Contribution of Writing Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental panel on Climate Change. Hg. v. Core Writing Team, R.K. Pauchari and L.A. Meyer. Geneva, Switzerland. Online verfügbar unter https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.
- IZES; BEI (2007): Energieeffizienzpotenziale durch Ersatz von elektrischem Strom im Raumwärmebereich. Unter Mitarbeit von co2online gGmbH. Hg. v. Günther Frey, Wolfgang Schulz, Juri Horst und Uwe Leprich. Saarbrücken (Studie).
- Jahnke, Katy; Jank, Stefanie (2016): Heizspiegel München. Trendauswertungen des Heizenergieverbrauchs - Stand 23.02.2016. co2online gGmbH. Berlin, zuletzt geprüft am 21.03.2016.
- Keimeyer, Friedhelm; Kenkmann, Tanja; Hennig, Peter; Jank, Stefanie; Metzger, Sebastian; Lück, Mario; Seidensal, Olga (2015): Informativ und transparente Heizkostenabrechnung als Beitrag für den Klimaschutz. Teilbericht 2 des Projekts „Rechtliche Hemmnisse für den Klimaschutz bei der Planung von Gebäuden“. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Öko-Institut e.V.; co2online gGmbH. Dessau-Roßlau (Climate Change, 01/2016), zuletzt geprüft am 22.03.2016.
- Kirsche, Uwe (2016): Zahlen und Fakten zum Klimawandel in Deutschland. Deutscher Wetterdienst (DWD). Berlin (Klima-Pressekonferenz des Deutschen Wetterdienstes am 8. März 2016 in Berlin), zuletzt geprüft am 21.03.2016.
- Kleber, Carolin (2011): Gestaltungskriterien für ein Folgeabkommen zum Kyoto-Protokoll. Eine ökonomische Analyse des globalen Klimaschutzes. Hg. v. University of Freiburg, Department of International Economic Policy (IEP) (Discussion Paper Series, 16), zuletzt geprüft am 13.07.2016.
- Koppen, Georg-Friedrich (2013): Verkehrsvermeidende Stadtstrukturplanung – Beispiel München, In: Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung, Kap. 2. Grundlagen des kommunalen Verkehrs, VDE Verlag.
- Kraftfahrt-Bundesamt (2010): Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 1. Januar 2014.
- Kürbis, Ilka (2015): Demografiebericht München – Teil 1. Analyse und Bevölkerungsprognose 2013 bis 2030. Hg. v. Landeshauptstadt München. München (Perspektive München, Analysen), zuletzt geprüft am 22.03.2016.
- Landeshauptstadt München (2014): IHKM - Integriertes Handlungsprogramm Klimaschutz in München. Klimaschutzprogramm 2015, Maßnahmenkatalog. München, zuletzt geprüft am 25.10.2016.

- LHM (2006): Verkehrsentwicklungsplan, Perspektive München, Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung.
- LHM (2009): Radverkehr in München. Grundsatzbeschlusses zur Förderung des Radverkehrs in München, Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Referat für Gesundheit und Umwelt, Kreisverwaltungsreferat, Baureferat.
- LHM (2013): Nahmobilität in München - Konzeption und weiteres Vorgehen, Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung, Kreisverwaltungsreferat, Baureferat.
- LHM (2015): Förderrichtlinie Elektromobilität im Rahmen des „Integrierten Handlungsprogramms zur Förderung der Elektromobilität in München“, Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt.
- LHM, M.V.V. (2010): Mobilität in Deutschland (MiD). Alltagsverkehr in München, im Münchner Umland und im MVV-Verbundraum, Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung und Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (MVV).
- Loga, Tobias; Stein, Britta; Diefenbach, Nikolaus; Born, Rolf (2015): Deutsche Wohngebäudetypologie. Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden. zweite erweiterte Auflage. IWU.
- Marina Cazorla and Michael Toman (2000): International Equity and Climate Change Policy. Hg. v. Resources for the Future. Washington D. C (Climate Issue Brief No. 27), zuletzt geprüft am 13.07.2016.
- Matthes, Felix Chr. (Hg.) (2009): Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050. Zentrale Ergebnisse zur Umsetzung. Modell Deutschland - Klimaschutz bis 2050. Vom Ziel her denken. Berlin.
- McKinsey & Company (2009): Pathways to a low-carbon economy. Version 2 of the global greenhouse gas abatement cost curve.
- Michelsen, Claus; Neuhoff, Karsten; Schopp, Anne (2014): Wärmemonitor Deutschland 2013. Gesunkener Heizenergiebedarf, gestiegene Kosten (DIW Wochenbericht, 41).
- Öko-Institut; Fraunhofer ISI: Klimaschutzszenario 2050 – 2. Endbericht. 2. Modellierungsrunde. Unter Mitarbeit von Hans-Joachim Ziesing, zuletzt geprüft am 26.07.2016.
- Öko-Institut e.V. (2013): Strombasierte Kraftstoffe im Vergleich - Stand heute und die Langfristperspektive. In: *Working Paper des Öko-Instituts* (1/2013).
- Rudolph, Frederic (2014): Klimafreundliche Mobilität durch Förderung von Pedelecs. Lokale Langfristszenarien über die Wirkung von Instrumenten und Maßnahmen am Beispiel der Stadt Wuppertal. Dissertation, Bergische Universität Wuppertal. Wuppertal.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (Hg.) (2005): Potenziale und Instrumente zur CO₂-Verminderung von PKW, zuletzt geprüft am 01.08.2016.
- Schlomann, Barbara; Wohlfahrt, Katharina; Kleeberger, Heinrich; Hardi, Lukas; Geiger, Bernd; Pich, Antje et al. (2015): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013. Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). IREES - Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien; GfK Retail and Technology GmbH; Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI); Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE), Technische Universität München (TUM). Karlsruhe, München, Nürnberg. Online verfügbar unter http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/x/projekte/ghd_314889_sm.php.
- Seifert, Joachim; Meinzenbach, Andrea; Haupt, Jens; Perschk, Alf (2011): Energieeinsparung durch den Austausch von thermostatischen Reglern. Technische Universität (TU) Dresden (HLH Bd. 62 (2011) Nr. 11), zuletzt geprüft am 17.03.2016.
- Simons, Harald; Heising, Petra; Thomschke, Lorenz (2015): Erwerbstätigenprognose für die Landeshauptstadt München und die Planungsregion 14. empirica forschung und Beratung (empirica). Berlin, zuletzt geprüft am 21.03.2016.

Steinert, Corinna; Rebitzer, Simon (2015): Erstellung einer Wärmebedarfskarte für München. Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE). München, zuletzt geprüft am 22.03.2016.

STMUG Bayern (2010): Luftreinhalteplan für die Stadt München. 4. Fortschreibung. Erarbeitet von der Regierung von Oberbayern. Stand: September 2010. Hg. v. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (STMUG Bayern).

sustainable (2014): Gesamtfazit zum Integrierten Handlungsprogramm für Klimaschutz in München (IHKM), zuletzt geprüft am 23.03.2016.

Timpe, Christof; Brohmann, Bettina; Bürger, Veit; Loose, Willi; Mohr, Mario (2004): Kommunale Strategien zur Reduktion der CO₂-Emissionen um 50% am Beispiel der Stadt München. Endbericht. Öko-Institut e.V. Freiburg, zuletzt geprüft am 22.03.2016.

Timpe, Christof; Rausch, Lothar; Gores, Sabine; Ritter, David; Henle, Markus; Barth, Wenke (2015): Untersuchung unterschiedlicher Szenarien zum Ausstieg aus der Kohleverbrennung am Standort Nord. Dokumentation zum Projekt, zuletzt geprüft am 30.10.2016.

Timpe, Christof; Rausch, Lothar; Henle, Markus (2016): Untersuchung unterschiedlicher Szenarien zum Ausstieg aus der Kohleverbrennung am Standort Nord. Dokumentation zum Projekt, zuletzt geprüft am 30.10.2016.

Umweltbundesamt (UBA) (Hg.) (2013): Bestandsaufnahme und Analyse von Studien zur Schätzung von Klimaschutznutzen und -kosten. Dessau-Roßlau (Climate Change, 20/2013), zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Wiesenberg, Soeren (2016): Energieberatung Mittelstand Jahresstatistik 2015. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), zuletzt geprüft am 15.03.2016.

11. Abkürzungsverzeichnis

ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrradclub e.V.
AMS:	Aktuelle-Maßnahmen-Szenario aus Öko-Institut und Fraunhofer ISI
A _N :	Gebäudenutzfläche
BAFA:	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAK:	Baualtersklasse
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BIP:	Bruttoinlandsprodukt
BMUB:	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BWS:	Bruttowertschöpfung
Bündnis Mfk	Bündnis „München für Klimaschutz“
COP21:	21st Conference of the Parties (Pariser Klimagipfel Dezember 2015)
DBU:	Deutschen Bundesstiftung Umwelt
EE:	Erneuerbare Energien
EEB:	Endenergiebedarf
EEV:	Endenergieverbrauch
EEWärmeG:	Erneuerbare-Energien-Wärme Gesetz
EF	Emissionsfaktor
EKSP:	Erweitertes Klimaschutzprogramm
EnEV:	Energieeinsparverordnung
ENP:	Energienutzungsplan
EPBD:	Energy Performance of Buildings Directive (EU Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden)
EZFH:	Ein-/Zweifamilienhaus
FES:	Förderprogramm Energieeinsparung
FuE:	Forschung und Entwicklung
GEMIS:	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme?
GHD:	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GMH:	Großes Mehrfamilienhaus
Gt	Gigatonnen

HEL:	Heizöl extra leicht
HKW Nord 2:	Heizkraftwerk Nord 2
HKW:	Heizkraftwerk
HS:	Handlungsstrategien
IAO:	Fraunhofer-Institut für Arbeit und Organisation
IFHEM	Integriertes Handlungsprogramm zur Förderung der Elektromobilität in München
IHFEM:	Integriertes Handlungsprogramm zur Förderung der Elektromobilität
IHKM:	Integriertes Handlungsprogramm Klimaschutz München
IPCC:	International Panel on Climate Change
ISI:	Institut für Solare Energiesysteme, Fraunhofer Institut
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KN	Szenario Klimaneutrales München
KSAP:	Klimaschutzaktionsplan
KSmod	Szenario Klimaschutz moderat
KWK:	Kraft-Wärme-Kopplung
LEEN:	Lernende Energieeffizienz Netzwerke
LH:	Landeshauptstadt
LHM	Landeshauptstadt München
MA:	Mitarbeiter
MEA	Münchner Energieagentur
MFH:	Mehrfamilienhaus
MfK:	München für Klimaschutz
MiD:	Studie Mobilität in Deutschland
MIV:	Motorisierter Individualverkehr
MVG:	Münchner Verkehrsgesellschaft
MVV:	Münchner Verkehrs- und Tarifverbund
MWMS:	Mit-weiteren-Maßnahmen Szenario des Projektionsberichts 2015 (Öko-Institut et al., Stand Dez. 2015, noch unveröffentlicht)
NAPE:	Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz
NGO:	Nichtregierungsorganisation
ÖPNV:	Öffentlicher Personennahverkehr

ÖV:	Öffentlicher Verkehr
PEB:	Primärenergiebedarf
PEV:	Primärenergieverbrauch
PHH:	Private Haushalte
Pkm	Personenkilometer
PLAN:	Referat für Stadtplanung und Bauordnung der Landeshauptstadt München
PtL	Power to Liquid
PV	Photovoltaik
RAW:	Referat für Arbeit und Wirtschaft der Landeshauptstadt München
Ref.-Sz.	Referenzszenario
RGU:	Referat für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München
SIM	Solarinitiative München
STMUG:	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
SWM:	Stadtwerke München
TEMPS:	Transport Emissions and Policy Scenarios
THG:	Treibhausgase
TUM:	Technische Universität München
UP:	Umwandlungspfad
VCD	Verkehrsclub Deutschland e.V.
WiM V	Wohnen in München V

12. Anhang

12.1. Anhang 1: Überprüfung des Fernwärme-Emissionsfaktors für München und ergänzende Berechnung des Primärenergiefaktors der Münchner Fernwärme

Bei den Größen des Emissionsfaktors und des Primärenergiefaktors der Fernwärme hängt das geeignete Berechnungsverfahren von dem Verwendungszweck der Größen ab. Ein wichtiger Anwendungsfall ist die Bewertung des Energiebezugs aus den Fernwärmenetzen im Rahmen der Energieeinsparverordnung (EnEV). Ein anderer Anwendungsfall sind kommunale CO₂-Bilanzen wie sie als Teil dieses Fachgutachtens entwickelt wurden.

Anwendung des Primärenergiefaktors im Rahmen der EnEV

Nach Anlage 1 und 2 der EnEV ist der Jahres-Primärenergiebedarf Q_p von Gebäuden nach dem Berechnungsverfahren der DIN V 18599 zu ermitteln. Als Primärenergiefaktoren (f_p) sind die Werte für den nicht erneuerbaren Anteil zu verwenden. Die Primärenergiefaktoren finden sich in Anhang A der DIN V 18599. Für Nah- und Fernwärme aus Heizwerken gilt hierbei pauschal ein nicht erneuerbarer f_p von 1,3 (fossile Brennstoffe) bzw. 0,1 (erneuerbarer Brennstoff). Für Nah- und Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung weist die DIN einen pauschalen nicht erneuerbaren f_p von 0,7 (fossile Brennstoffe) bzw. 0 (erneuerbare Brennstoffe) aus.

Nach der Auslegung der Fachkommission Bautechnik der Länderministerkonferenz kann im Falle fossiler KWK der in der DIN angegebene Pauschalfaktor von 0,7 nur dann angewendet werden, wenn der KWK-Anteil im Wärmenetz mindestens 70 % beträgt (dabei ist nicht festgelegt, wie der KWK-Anteil nachgewiesen oder ausgewiesen werden muss).⁴⁸ Ist diese Bedingung nicht gegeben, muss der Primärenergiefaktor individuell bestimmt werden. Hierfür hat die AGFW⁴⁹ im Jahr 2009 das Arbeitsblatt FW 309-1 erarbeitet, das 2014 zuletzt überarbeitet wurde. Bei der Neufassung der DIN V 18599 im Jahr 2011 hat das zuständige DIN-Gremium das Arbeitsblatt FW 309-1 als mit geltende Regel berücksichtigt. Die f_p -Bescheinigung nach FW 309-1 darf nur von einem „ f_p -Gutachter FW 609“ ausgestellt werden, der die Prüfung nach dem AGFW-Arbeitsblatt FW 609 bestanden und eine gültige Prüfbescheinigung hat.

Für KWK-Anlagen erfolgt die Berechnung der Primärenergiefaktoren nach dem AGFW-Arbeitsblatt FW 309-1 über die Methode der Stromgutschrift. Dabei wird unterstellt, dass jede Kilowattstunde KWK-Strom eine fossil erzeugte Kilowattstunde Kondensationsstrom verdrängt. Bei KWK-Anlagen mit anteiliger ungekoppelter Stromerzeugung (Kondensationsstrom) wird nur die Strommenge positiv angerechnet, die rechnerisch dem KWK-Anteil entspricht. Die rechnerische Aufteilung in einen Kondensations- und einen KWK-Teil erfolgt entsprechend dem AGFW-Arbeitsblatt FW-308. Die Brennstoffmenge, die der Kondensationsstrommenge zugerechnet werden kann, wird bei der Berechnung des Primärenergiefaktors nicht berücksichtigt. Sofern wegen fehlender Messdaten der KWK-Strom und die Brennstoffwärme der Kondensationsstromerzeugung nicht ermittelt werden können, kann ersatzweise der Kondensationsteil der Anlage mitbilanziert werden.

⁴⁸ Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz: Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 19: Auslegung XIX-3 zu § 3 Absatz 3 i. V. m. Anlage 1 Nr. 2.1.1 und 2.1.2 EnEV 2013 sowie zu § 4 Absatz 3 i. V. m. Anlage 2 Nr. 2.1.1 EnEV 2013 (Primärenergiefaktoren bei Wärmeversorgungsnetzen)

⁴⁹ AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., Website: www.agfw.de

Die Berechnung des Primärenergiefaktors für die Fernwärme erfolgt über folgende Formel:

$$f_{P,FW} = \frac{\sum_i W_{Br,i} \times f_{P,Br,i} + (A_{HN} - A_{Bne,KWK}) \times f_{P,verdr}}{\sum_j Q_{FW,j}}$$

mit

$f_{P,FW}$	Primärenergiefaktor des Fernwärmesystems
$W_{Br,i}$	Brennstoffwärme des Energieträgers i in MWh (bezogen auf den unteren Heizwert))
$f_{P,Br,i}$	Primärenergiefaktor des Brennstoffes i
A_{HN}	Stromarbeit zum Betrieb des Heiznetzes (Umwälzung und Druckhaltung, ggf. Hilfsenergie)
$A_{Bne,KWK}$	KWK-Nettostromproduktion nach AGFW FW 308
$f_{P,verdr}$	Primärenergiefaktor des Verdrängungsmixes Strom (zunächst auf 3,0 festgelegt, seit 2014 auf 2,8)
$Q_{FW,j}$	Auf der Primärseite der Hausstation des versorgten Gebäudes j gemessener Wärmeenergieverbrauch

Bei der Stromgutschriftenmethode ist der Primärenergiefaktor der Wärmeschiene abhängig vom Primärenergiefaktor, der für den Strommix angesetzt wird, der durch die KWK-Stromeinspeisung verdrängt wird. In der aktuell gültigen Fassung des Arbeitsblatts FW 309-1 gilt für den Primärenergiefaktor des Verdrängungsmixes Strom (analog zur Festlegung in der EnEV), ein Wert von 2,8. Bis zur Novelle des Arbeitsblatts im Jahr 2014 galt ein Wert von 3,0 (ebenfalls analog zur EnEV). Diese hohen Werte führen dazu, dass der Primärenergiefaktor für die Wärmeschiene einen verhältnismäßig geringen Wert annimmt.⁵⁰ Für Bauherren ist dies von Vorteil, da sie damit problemlos die Anforderungen an den Primärenergiekennwert der EnEV erfüllen können. Dies kann dazu führen, dass Neubauten mit Fernwärme-Versorgung (soweit die Fernwärme anteilig über KWK gespeist wird) einen geringeren Wärmeschutz aufweisen als Gebäude mit einem Erdgas-Brennwertkessel.⁵¹

Die SWM haben den Primärenergiefaktor ihrer Wärmenetze (Wärmeverbundnetz und Netz Riem) im Jahr 2012 durch einen externen Gutachter ermitteln lassen. Dies erfolgte auf Grundlage der Daten aus den Jahren 2009 bis 2011 und auf Basis der im Jahr 2012 geltenden Fassung der FW-309. Das so erstellte Gutachten hat eine Gültigkeit bis zum Jahr 2022.

In dem Gutachten werden folgende Ergebnisse ausgewiesen:

Wärmeverbundnetz	$f_{P,FW} = 0,11$
Fernwärmenetz Riem	$f_{P,FW} = 0,41$

Die beiden Faktoren liegen sehr niedrig und begünstigen die Fernwärme bei der Bestimmung des gebäudespezifischen Primärenergiebedarfes im Rahmen der EnEV deutlich gegenüber anderen Energieträgern. Der Grund hierfür ist im Falle des Wärmeverbundnetzes zum einen, dass aufgrund des in der EnEV und im Arbeitsblatt FW 309-1 relativ hoch angesetzten Primärenergiefaktors des Verdrängungsmixes Strom in jedem der betrachteten drei Jahre nur etwa 10 % der in den KWK-Anlagen im Fernwärmenetz eingesetzten Primärenergie (ohne Müll) der Wärmeseite zugeordnet werden. Die verbleibenden 90 % der eingesetzten Primärenergie werden dem erzeugten Strom zugeordnet. Zum anderen wird der eingesetzte Müll gemäß einer Setzung im Arbeitsblatt FW

⁵⁰ Beispielrechnung: Erdgas-KWK mit $h_{el}=0,3$, $h_{th}=0,6$ führt bei $f_{P,Gas}=1,1$ zu einem $f_{P,Wärme}$ von etwa 0,43.

⁵¹ Grenze ist hier die bauliche Nebenanforderung an den Transmissionswärmeverlust.

309-1 mit einem Primärenergiefaktor von Null bewertet. Das Fernwärmenetz Riem profitiert von dem hohen Anteil an Geothermie an der Wärmeerzeugung, der gemäß dem Arbeitsblatt ebenfalls mit einem Primärenergiefaktor von Null bewertet wird.⁵²

Die SWM haben dem Öko-Institut das Gutachten und die ihm zugrunde liegenden Berechnungen zur Verfügung gestellt. Die Berechnung ist nach Einschätzung des Öko-Instituts korrekt durchgeführt worden und die Ergebnisse können bestätigt werden.

Anzumerken ist hier allenfalls, dass die Berechnung im Jahr 2012 durchgeführt wurde, in dem der normativ festgelegte Parameter für den Primärenergiefaktor des Verdrängungsmixes Strom noch bei 3,0 lag. Würde man den in der Ausgabe der FW 309-1 aus dem Jahr 2014 aktualisierten Wert von 2,8 zugrunde legen, so würde sich der Primärenergiefaktor des Wärmeverbundnetzes auf 0,31 erhöhen.⁵³ Allerdings ist in der Geschäftsordnung der AGFW für die Bescheinigungen nach FW 309-1 festgehalten, dass die Gültigkeitsdauer einer Bescheinigung von Veränderungen der Primärenergiefaktoren der eingesetzten Brennstoffe, des Strommix und des Verdrängungsmixes unberührt bleibt. Insofern kann der im Gutachten aus dem Jahr 2012 ermittelte Wert bis zum Jahr 2022 verwendet werden.

Berechnung des CO₂-Emissionsfaktors für Fernwärme nach AGFW FW-309-6

Die Bestimmung spezifischer CO₂-Emissionsfaktoren für die Fernwärme kann über das AGFW-Arbeitsblatt FW 309-6 erfolgen. Anlagen, die thermisch über ein Wärmenetz verbunden sind, werden dabei gemeinsam bilanziert. Ähnlich wie bei der Bestimmung der Primärenergiefaktoren muss demnach bei KWK-Anlagen eine Aufteilung des Brennstoffeinsatzes bzw. der damit verbundenen CO₂-Emissionen auf die Strom- und Wärmeschiene erfolgen. Nach dem Arbeitsblatt FW 309-6 erfolgt diese Aufteilung jedoch über den Stromverlust im KWK-Prozess aufgrund der Auskoppelung von Wärme. Mit dieser anlagenspezifischen Kennzahl kann der Anteil des Brennstoffs und damit auch der Emissionen ermittelt werden, der der Wärmeauskopplung zuzuordnen ist. Der verbleibende Teil des Brennstoffeinsatzes und der Emissionen wird dann der Stromerzeugung zugeordnet.

Falls der Stromverlust einer Anlage nicht analytisch bestimmt werden kann (dies gilt z.B. für Anlagen mit Gegendruckturbinen und Motor-BHKW), wird als konservativer Ansatz der Exergiegehalt der ausgekoppelten Wärme als Obergrenze für den Stromverlust angesetzt. Bei dieser Berechnung soll gemäß Arbeitsblatt FW 309-6 zwischen Heißwasser- und Dampfnetzen unterschieden werden. (Dies bedeutet jedoch nicht, dass separate Emissionsfaktoren für thermisch verbundene Heißwasser- und Dampfnetze ausgewiesen werden müssen.)

Die SWM haben dem Öko-Institut zusammen mit dem Gutachten zum Primärenergiefaktor der Fernwärmenetze auch eine Berechnung des CO₂-Emissionsfaktors für das Wärmeverbundnetz zur Verfügung gestellt. In dieser Berechnung wurden die mit Dampf und mit Heißwasser gespeisten Teilnetze über gewichtete Mittelwerte gemeinsam als thermisch verbundenes Wärmenetz abgebildet. Nach Abstimmung des so gewählten Berechnungsverfahrens zwischen SWM und Öko-Institut kann für die Jahre 2009 bis 2011 folgender durchschnittlicher CO₂-Emissionsfaktor ausgewiesen werden:

Wärmeverbundnetz $f_{WL} = 156 \text{ g/kWh CO}_2$

⁵² Gemäß den Regelungen des Arbeitsblatts FW 309-1 (Stand 2012) werden jedoch der Strombedarf der Geothermie-Anlage und der eingesetzte Pumpstrom mit einem Primärenergiefaktor von 2,6 bewertet (in der aktuellen Fassung der FW 309-1 wurde dieser Faktor auf 2,4 reduziert).

⁵³ Die Berechnung des Primärenergiefaktors für das Fernwärmenetz Riem wird durch die Änderung nicht beeinflusst, da dort keine KWK-Anlagen betrieben werden.

Dieser Faktor bezieht sich auf die direkten CO₂-Emissionen ohne Berücksichtigung der Vorketten und ist auf die Wärmelieferung an die Endverbraucher bezogen, berücksichtigt also bereits die Verluste im Wärmenetz. Er liegt relativ niedrig, da das Berechnungsverfahren gemäß Arbeitsblatt FW 309-6 dazu führt, dass in jedem der betrachteten drei Jahre nur etwa 19 % der gesamten Emissionen der KWK-Anlagen im Fernwärmenetz der Wärmeseite zugeordnet werden. Die verbleibenden 81 % werden dem erzeugten Strom zugeordnet. Zu dem niedrigen Emissionsfaktor trägt auch wesentlich bei, dass der eingesetzte Müll gemäß einer Setzung im Arbeitsblatt FW 309-6 mit einem Emissionsfaktor von Null bewertet wird.

Das Arbeitsblatt FW 309-6 sieht vor, dass bei KWK-Anlagen ohne analytisch bestimmbar Kennzahl für den Stromverlust danach unterschieden werden muss, ob die Wärme in ein Dampfnetz oder in ein Heißwassernetz eingespeist wird. Im Falle eines Dampfnetzes wird die Wärme auf einem höheren Temperaturniveau ausgekoppelt als bei einem Heißwassernetz. Dies führt zum einen dazu, dass in der KWK-Anlage weniger Strom erzeugt werden kann und zugleich führt die exergetische Bewertung im Falle dieser Anlage dazu, dass der Wärme in einem Dampfnetz ein größerer Anteil der Emissionen des KWK-Prozesses zugeordnet wird als dies bei einem Heißwassernetz der Fall ist. In der Berechnung der SWM wird dem über die Anwendung leistungsgewichteter Temperaturmittelwerte der Teilnetze Rechnung getragen.

Im Fernwärmenetz München liegt eine komplexe Struktur an Erzeugungsanlagen und Teilnetzen mit verschiedenen Netzparametern vor. Daher ist die von den SWM bei der Anwendung des Arbeitsblatts FW 309-6 gewählte Methodik nachvollziehbar, die verschiedenen Netzparameter über geeignete gewichtete Mittelwerte in die Berechnung einzubeziehen. Allerdings wäre es wünschenswert, dass die SWM zukünftig zusätzlich zu dem bisherigen Berechnungsverfahren mit einheitlichem Emissionsfaktor für das Wärmeverbundnetz auch separate Emissionsfaktoren für die an das Dampfnetz angeschlossenen und die über die Heißwassernetze belieferten Abnehmer aufweist. Zu erwarten ist, dass das Dampfnetz einen deutlich höheren und das Heißwassernetz einen niedrigeren Emissionsfaktor aufweist als der bisher verwendete Durchschnittswert über das gesamte Wärmeverbundnetz.

Vereinfachte Berechnung der CO₂-Emissionen und des Primärenergiefaktors für Fernwärme im Rahmen der kommunalen Klimabilanz und den Szenarien

Für die in Kapitel 5 dieses Gutachtens dargestellten Szenarien für den Energieverbrauch und die klimarelevanten Emissionen der LH München einschließlich der Berechnungen für das Basisjahr 1990 musste ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der CO₂-Emissionen und des Primärenergiefaktors für die Fernwärme angewendet werden. Ein wesentlicher Grund hierfür ist, dass die detaillierten Daten, die für die Anwendung der Arbeitsblätter FW 309-1 und FW 309-6 erforderlich sind, für die in den Szenarien abgebildete Zukunft nicht zur Verfügung stehen. Zum anderen wird in der Methodik gemäß Hertle et al. (2015) empfohlen, die Allokation der Emissionen von KWK-Prozessen im Rahmen kommunaler Klimabilanzen grundsätzlich nach dem Exergiegehalt der Produkte Strom und Wärme durchzuführen.

Aus diesem Grund wurden für die einzelnen KWK-Anlagen, die in den Szenarien für die Erzeugung von Fernwärme eingesetzt werden, Allokationsfaktoren für den Anteil der Emissionen dieser Anlagen abgeschätzt, der der erzeugten Wärme zuzuordnen ist. Diese Faktoren berücksichtigen das Temperaturniveau der ausgekoppelten Wärme. Sie wurden auch für die Ermittlung des der Fernwärme zuzuordnenden Primärenergieaufwands verwendet.

Eine weitere Änderung gegenüber den Ansätzen der Arbeitsblätter FW 309-1 und FW 309-6 ist, dass der in den Blöcken 1 und 3 des Heizkraftwerks Nord eingesetzte Müll in den Szenarien mit

einem Emissionsfaktor angesetzt wurde, der den nicht erneuerbaren Anteil des Mülls reflektiert. Angesetzt wurde hier ein Wert von 153 g/kWh CO₂ bzw. von 155 g/kWh CO₂e.

Aus diesen Gründen sind die in den Szenarien verwendeten Emissionsfaktoren für die Münchner Fernwärme (siehe Tabelle 5-52) nicht mit dem oben ausgewiesenen, gemäß Arbeitsblatt FW 309-6 berechneten Emissionsfaktor vergleichbar.

12.2. Anhang 2: CO₂-Monitoring mit ECORegion: Plausibilisierung und Möglichkeiten zur Verbesserung

Die CO₂-Bilanz der LH München wird derzeit mit dem vom Konvent der Bürgermeister empfohlenen Bilanzierungstool ECORegion erstellt. Eine Aufgabe des Fachgutachtens war die Überprüfung der Methodik und der Ergebnisse des Bilanzierungstools auf Plausibilität. Im Rahmen der Bearbeitung wurde versucht, Berechnungsalgorithmen und für die Startbilanz von ECORegion verwendete Datenquellen nachzuvollziehen. Dies ist jedoch aufgrund fehlender Transparenz und Dokumentation trotz Nachfrage bei ECOSpeed nur ansatzweise gelungen.

Folgenden Fragen wurde gemäß Leistungsbeschreibung für das Fachgutachten insbesondere nachgegangen:

- (A) Nicht-leitungsgebundene Energieträger
- (B) Aufteilung des Energieverbrauchs / THG-Emissionen nach Sektoren
- (C) Lokale Strom- bzw. Fernwärmeproduktion in der CO₂-Bilanz mit ECOSpeed Region

(A) Plausibilitätsprüfung der durch ECORegion ausgegebene Verbrauchsdaten für nicht-leitungsgebundene Energieträger und Korrektur der Energieverbrauchsbilanz

Das ECORegion-Ergebnisblatt „Energieverbrauch Gebäude/Infrastruktur“ enthält den gesamten Endenergieverbrauch im Münchner Stadtgebiet mit Ausnahme des Verkehrssektors. Inputdaten der SWM für die leitungsgebundenen Energieträger Erdgas („Kommunalgas“), Strom und Fernwärme („nutzbare FW-Abgabe“) finden sich hier wieder.

Vom „Strom“ ist der Stromverbrauch der Münchner Verkehrsgesellschaft abzuziehen.

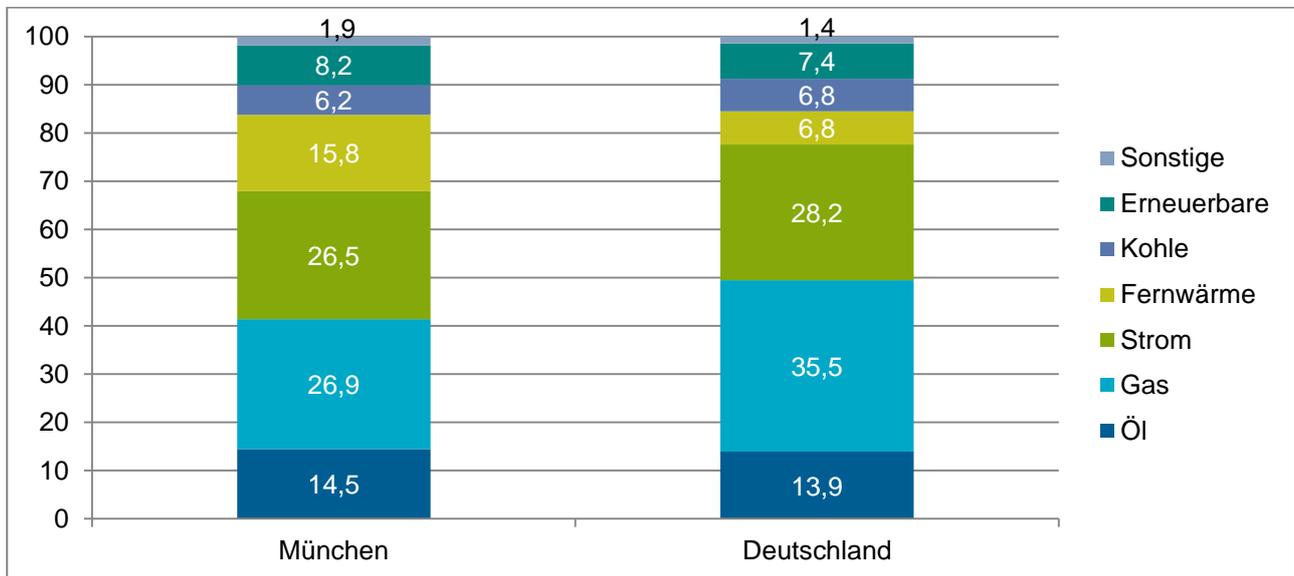
Der Verbrauch an allen nicht-leitungsgebundenen Energieträgern wird durch ECORegion anhand von bundesweiten Mittelwerten ermittelt. Der genaue Algorithmus, auch die Herkunft der Mittelwerte, ist trotz Nachfrage bei ECOSpeed nicht bekannt.

Zunächst wurde geprüft, ob die ECORegion-Ergebnisse für München nachvollzogen werden können. Abbildung 12-1 zeigt einen Vergleich statistischer Werte für Deutschland und der ECORegion-Werte für München, beides für das Jahr 2012. Es ist zu erkennen, dass zwar der Fernwärmeanteil in ECORegion für München mehr als doppelt so hoch ist als im deutschen Mittel, jedoch scheint dies vollständig zu Lasten des Gasanteils zu gehen, da der Ölanteil im Energieträgermix in München nach ECORegion sogar höher ist als im deutschen Mittel. Dies ist nicht nachvollziehbar und scheint nicht plausibel. Zu erwarten wäre, dass ein höherer Fernwärmeanteil zu Lasten nicht-leitungsgebundener Energieträger geht, das heißt, dass der Ölanteil sehr viel geringer sein müsste als im deutschen Mittel. Bei den anderen Energieträgern ist zu erkennen, dass ECORegion deutschlandweite Mittelwerte zu Grunde legt, da die Abweichungen jeweils gering sind.

Das Hauptproblem liegt demnach in der Ausweisung des Ölverbrauchs für München anhand deutschlandweiter Mittelwerte, da dieses ECORegion-Verfahren den Ölverbrauch in München stark überschätzt, und damit auch den Energieverbrauch insgesamt.

Im Folgenden wurden alle von ECORegion berechneten Verbräuche nicht-leitungsgebundener Energieträger auf Plausibilisierung geprüft.

Abbildung 12-1: Anteile der Energieträger am Energieverbrauch der Sektoren Haushalte, GHD und Industrie in München und Deutschland im Jahr 2012 im Vergleich



Quellen: München: Ergebnistabelle ECORegion Energieverbrauch Gebäude/Infrastruktur, Deutschland: AG Energiebilanzen e.V. (AGEB) (2013); sonstiges: Flüssiggas und Abfall

Tabelle 12-1: Auszug aus ECORegion Ergebnistabelle „Energieverbrauch Gebäude/Infrastruktur“, Angaben in MWh/a

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Öl	4.661.828	4.560.330	3.775.890	3.833.113	3.871.115	4.003.227
Gas	7.787.390	7.832.112	6.962.044	7.121.220	7.655.209	6.988.633
Strom	6.965.711	7.029.523	6.893.471	7.016.754	6.947.023	6.771.290
Fernwärme	4.333.022	4.505.196	4.190.280	4.187.665	4.471.343	3.705.257
Holz	1.403.777	1.370.027	1.755.490	1.787.375	1.447.861	1.484.715
Umweltwärme	79.918	81.200	102.656	104.717	141.943	144.659
Sonnenkollektoren	91.978	94.341	90.636	92.312	119.510	121.834
Biogase	200.070	197.659	200.526	192.291	299.269	316.574
Abfall	309.404	269.638	222.763	226.014	306.842	323.448
Flüssiggas	247.899	238.988	261.024	264.934	257.513	266.593
Pflanzenöl	0	0	0	0	0	0
Braunkohle	336.945	308.567	247.016	249.297	260.581	267.868
Steinkohle	1.175.905	1.038.646	1.373.650	1.384.711	1.181.248	1.260.684
Summe	27.593.848	27.526.227	26.075.446	26.460.404	26.959.457	25.654.783

Quellen: Die grün dargestellten Werte sind von den SWM bereitgestellte Verbrauchsdaten, alle anderen Werte wurden von ECORegion berechnet.

Die Abschätzung des Heizöl- und Festbrennstoffverbrauchs über die Statistiken der Kaminkehrer⁵⁴ ist eine gängige Methode, die sehr häufig angewendet wird und oft zuverlässige Ergebnisse liefert (z.B. Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) et al. 2011 und Hertle et al. 2014). Anhand verfügbarer Daten zum Gasverbrauch kann in der Regel eine Plausibilitätsprüfung für die errechneten Verbräuche für nicht-leitungsgebundene Energieträger durchgeführt werden. Dabei sollte, bei Übertragung der Methodik auf die Berechnung des Gasverbrauchs, der errechnete Verbrauch mit geringen Abweichungen dem gemessenen Gasverbrauch in der Kommune entsprechen.

Der nach dieser Methodik für München für das Jahr 2014 ermittelte Gasverbrauch liegt jedoch bei nur 77,7 % des von den SWM für 2014 angegebenen Verbrauchs; 2009 sind es gar nur 43,7 %. Für diese große Abweichung erscheint folgende Erklärung plausibel: In der höchsten Leistungsklasse der Daten der Kaminkehrerinnung sind alle Anlagen >100 kW zusammengefasst. Der Prüfung durch die Kaminkehrer unterliegen jedoch Anlagen bis 10 MW, damit ist es nahezu unmöglich, eine plausible mittlere installierte Leistung für diese Anlagenkategorie zu bestimmen. Es ist wahrscheinlich, dass in einer Metropole wie München mit viel Gewerbe und Industrie vergleichsweise viele Anlagen mit hoher Leistung (zwischen 1 - 10 MW) installiert sind. Bei diesen Anlagen handelt es sich oft um gewerbliche Anlagen, die nicht der Raumwärmebereitstellung dienen und daher außerdem eine höhere Zahl von jährlichen Volllaststunden als für Heizzwecke angenommen, aufweisen⁵⁵. Unter Berücksichtigung dieser Überlegungen erscheint es nachvollziehbar, dass gemessene und errechnete Gasverbräuche nicht übereinstimmen. Für nicht-leitungsgebundene Energieträger sind solche Effekte kaum zu erwarten, da größere Anlagen mit hohen jährlichen Laufzeiten aufgrund der einfacheren Versorgung über das Netz eher mit Gas betrieben werden.

Somit gibt es keine Hinweise darauf, dass die über die Kaminkehrer-Statistik ermittelten Verbrauchsdaten für Heizöl, Holz und Kohle für München grundsätzlich angezweifelt werden müssen. Daher wird für die Korrektur der kommunalen Energiebilanz auf die nach den Kaminkehrer-Daten errechneten Verbrauchswerte zurückgegriffen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass alle Verbräuche nicht-leitungsgebundener Energieträger in München in ECORegion stark überschätzt sind. Für jeden Energieträger wurden die Verbrauchswerte aus ECORegion detailliert geprüft und eine Methodik zur Korrektur entwickelt. Eine wichtige Datenquelle dafür war die Statistik „Energieverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe“ des Bayrischen Landesamtes für Statistik. Das Ergebnis ist in Tabelle 12-2 dargestellt. Für einige Energieträger wird die Methodik darüber hinaus im Folgenden näher beschrieben.

⁵⁴ Dabei wird in mehreren Leistungsklassen über eine mittlere Leistungszahl, die Zahl der Heizanlagen sowie die Zahl der Volllaststunden der Verbrauch des Energieträgers abgeschätzt.

⁵⁵ Der von den SWM übermittelten Kommunalgasverbrauch beinhaltet den gesamten Gasabsatz im Stadtgebiet, damit auch die Gasverbräuche industrieller und gewerblicher Abnehmer.

Tabelle 12-2: Korrektur der Bilanz für den stationären Energieverbrauch (d.h. ohne Verkehr) nach ECORegion für das Jahr 2014, nicht temperaturbereinigt

Energieträger	Energieverbrauch nach ECORegion 2014 „Gebäude/Infrastruktur“ [MWh/a]	Korrigierter Verbrauchswert [MWh/a]	Begründung
Öl	4.003.227	3.000.066	Berechnung auf Basis der Kaminkehrerdaten, zuzüglich Ölverbrauch im Verarbeitenden Gewerbe
Gas	6.988.633	6.982.633	SWM-Verbrauchsdaten; ohne Gasverbrauch im Verkehr
Strom	6.771.290	6.418.103	SWM-Verbrauchsdaten abzüglich Stromverbrauch des ÖPNV (zu Verkehr)
Fernwärme	3.705.257	3.705.257	SWM-Verbrauchsdaten
Holz	1.484.715	268.066	Berechnung auf Basis der Kaminkehrerdaten für Holzheizungen und Einzelraumfeuerungsanlagen Holz, zuzüglich „Energieverbrauch Verarbeitendes Gewerbe“ für München Wert für „Erneuerbare Energie“
Umweltwärme	144.659	60.000	Eigene Schätzung, Erläuterung siehe unten
Sonnenkollektoren	121.834	39.512	Eigene Schätzung, Erläuterung siehe unten
Biogase	316.574	0	Keine größere Nutzung bekannt
Abfall	323.448	0	Abfallverbrennung geht entweder in die Strom- oder in die Fernwärmeproduktion oder beides
Flüssiggas	266.593	0	keine industrielle Anwendung von Flüssiggas bekannt; Verwendung stationär zum Heizen eher in ländlichen Gebieten; zum Kochen in Dtl. kaum verbreitet
Braunkohle	267.868	0	Keine Nutzung bekannt
Steinkohle	1.260.684	6.288	Errechnet aus Landesamt für Statistik „Energieverbrauch Verarbeitendes Gewerbe“ für München; zuzüglich Berechnung auf Basis der Kaminkehrerdaten

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Der Kohleverbrauch im Stadtgebiet soll nach ECORegion im Jahr 2012 6,2 % des gesamten stationären Energieverbrauchs betragen haben⁵⁶. Die Kohlenutzung in Privathaushalten lag 2012 deutschlandweit bei 1,1 %, im Sektor GHD bei 2,2 % und in der Industrie bei 14,1 % (AG Energiebilanzen e.V. (AGEB) 2013). Das Bayerische Landesamt für Statistik weist für München keine Kohlenutzung im Verarbeitenden Gewerbe aus⁵⁷. Gleichzeitig ist in der Umweltverwaltung kein größerer Kohlenutzer in der Wirtschaft bekannt. Wegen des hohen Fernwärmeanteils ist eher ein geringerer Kohleanteil für die Sektoren Private Haushalte und GHD zu erwarten. Die Abschätzung mit Hilfe der Kaminkehrerdaten ergab für München einen Kohleverbrauch von 336 MWh im Jahr 2014 gegenüber 1,53 Mio. MWh in ECORegion (vgl. Tabelle 12-1). Dieser Wert erscheint plausibel.

Auch die Verbrauchsdaten für erneuerbare Energieträger werden in ECORegion nach eigener Aussage anhand deutschlandweiter Mittelwerte für München berechnet, wobei die Methodik nicht nachvollziehbar ist. Daher wurden eigene Abschätzungen durchgeführt.

Statistische Werte zum Bestand an Wärmepumpen in München, die zur Erreichung des Anteils von Umweltwärme genutzt werden können, liegen nur für genehmigungspflichtige Wärmepumpen vor. Daher wurde der Anteil von Umweltwärme abgeschätzt über den deutschlandweiten Anteil der Wohnungen mit Wärmepumpen, mit Annahmen zur mittleren Wohnungsgröße und zum mittleren Wärmeverbrauch in München, sowie einer mittleren Jahresarbeitszahl. Im aktuellen Bericht zum „Heizspiegel München“ (Jahnke und Jank 2016) sind Wärmepumpen mit Stromdirektheizungen zusammengefasst. Das konkrete Vorgehen ist im Anhang 6 nachvollziehbar.

Der Energieverbrauch aus Solarthermieanlagen erfolgte über eine Abschätzung der Kollektorfläche in München, die aus den über das städtische Förderprogramm Energieeinsparung (FES) geförderten Anlagen und eine Annahme über nicht über das FES geförderte Anlagen getroffen wurde. Auch dieses Vorgehen ist in Anhang 6 nachzuvollziehen.

(B) Aufteilung des (stationären) Energieverbrauchs nach Sektoren

Die Stadtwerke München stellen Verbrauchsdaten für leitungsgebundene Energieträger für alle Abnehmer zur Verfügung. Eine Unterteilung in Wirtschaft und Haushalte ist auf der Basis dieser Daten jedoch nicht möglich. Von ECORegion wird daher eine nach eigenen Aussagen auf bundesweiten Daten beruhende prozentuale Aufteilung aller stationären Energieverbräuche zwischen den Sektoren Haushalte und Wirtschaft durchgeführt. Die Methodik zur Aufteilung ist nicht transparent und kann trotz Nachfrage bei ECOSpeed nicht nachvollzogen werden⁵⁸.

Daher wird für das Jahr 2014 der Endenergieverbrauch des Sektors GHD unter Verwendung vorliegender Beschäftigtenzahlen der Agentur für Arbeit und spezifischer Endenergieverbräuche nach Schlomann et al. (2015) sowie der Statistik „Energieverbräuche des Verarbeitenden Gewerbes“ (Landesamt für Statistik Bayern) abgeschätzt. Das Ergebnis ist in Tabelle 12-3 dargestellt. Dort werden die Ergebnisse, die im Rahmen des Fachgutachtens erzielt wurden, den Zahlen von ECORegion gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass zwar der gesamte Endenergieverbrauch nach ECORegion um 20 % höher ist als nach der Korrektur, die anteilige Verteilung des Endenergieverbrauchs zwischen den Sektoren ist jedoch nicht so unterschiedlich. Nach beiden Methoden entspricht das Ergebnis nahezu einer Gleichverteilung von jeweils etwa 50 %. Auch hinsichtlich der jeweiligen Aufteilung des Strom- und Brennstoffverbrauchs ist die Aufteilung nicht so unterschied-

⁵⁶ 1990 war Kohle nach ECORegion in München sogar für 17,5% der Emissionen verantwortlich.

⁵⁷ Tabelle „Energieverbrauch (Verarbeitendes Gewerbe): Kreis München, Landeshauptstadt“, Abruf 02.01.2016: „Zahlenwert unbekannt oder geheimzuhalten“

⁵⁸ Gemäß ECORegion, z.B. Benutzerhandbuch S. 201, wird „vom gesamten Energieverbrauch ein anhand der Einwohnerzahl und des mittleren Pro-Kopf-Verbrauchs auf nationaler Ebene ermittelter Haushalts-Energieverbrauch abgezogen.“ Die Differenz bildet den Energieverbrauch der Wirtschaft

lich. Der Stromverbrauch der Wirtschaft beträgt demnach etwa zwei Drittel des gesamten Stromverbrauchs, der der privaten Haushalte etwa einem Drittel. Beim Brennstoffverbrauch ist nach beiden Methodiken der Verbrauch der privaten Haushalte höher als der der Wirtschaft.

Die Abschätzungsmethodik des Öko-Instituts ist wie die in ECORegion mit Unsicherheiten behaftet, da auch sie auf der Verwendung deutschlandweiter Mittelwerte und zahlreicher Annahmen beruht. Der Vorteil dieser Methodik ist, dass sie nachvollzogen werden kann. Die Aufteilung gemäß ECORegion ist jedoch nicht unplausibel und kann daher beibehalten werden. Die nachträgliche zusätzliche Bottom-up-Berechnung der Energieverbräuche mit Hilfe des Szenariotools erbrachte ähnliche Ergebnisse. Eine Aufteilung des Verbrauchs nach der einzelnen Brennstoffe und der Fernwärme innerhalb der Sektoren kann ohne zusätzliche Daten nicht vorgenommen werden. Daher kann auch keine Berechnung der Emissionen über die Emissionsfaktoren (vgl. Tabelle 3-2) erfolgen.

Tabelle 12-3: Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren

	Sektor	Bezugsjahr	Öko-Institut	Anteil	ECORegion	Anteil
			GWh/a	%	GWh/a	%
Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch	Wirtschaft	2013 /2014	6.813	48,5 %	8.289	43,9 %
Stromverbrauch	Wirtschaft	2013 /2014	4.181	65,1 %	4.261	62,9 %
Endenergieverbrauch	Wirtschaft	2013 /2014	10.999	53,7 %	12.550	48,9 %
Endenergieverbrauch mit Szenariotool	GHD und Industrie	2014	11.028			
Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch	PHH	2014	7.241	51,5 %	10.594,79	56,1 %
Stromverbrauch	PHH	2014	2.237	34,9 %	2.510,30	37,1 %
Endenergieverbrauch	PHH		9.478	46,3 %	13.105,09	51,1 %
Endenergieverbrauch mit Szenariotool	PHH	2014	10.171			
Brennstoff- und Fernwärmeverbrauch	Gesamt		14.068		18.883,49	
Stromverbrauch	Gesamt		6.418		6.771,29	
Endenergieverbrauch	Gesamt	2014	20.480		25.654,78	

Quelle: Berechnung Öko-Institut / ECORegion

(C) Lokale Strom- bzw. Fernwärmeproduktion in der CO₂-Bilanz mit ECOSpeed Region

Zur Berechnung der Emissionen aus der regionalen Fernwärmeproduktion erfordert ECOSpeed Region die Eingabe der zur Fernwärmeproduktion eingesetzten Energieträger in der Tabelle „Netzeinspeisung regionale Fernwärmeproduktion (MWh/Jahr)“. Einzugeben ist nicht die Menge der eingesetzten Energieträger, sondern die Menge der Fernwärme, die mit den jeweiligen Energieträgern in den Heizwerken erzeugt wird. Analog zu dieser Tabelle gibt es die Eingabetabelle „Netzeinspeisung regionale KWK-Produktion (MWh/Jahr)“, in die die in den Heizkraftwerken er-

zeugten Strom- und Fernwärmemengen unterteilt nach Brennstoff eingegeben werden müssen. Von den SWM werden dagegen dem RGU bisher Werte für den Brennstoffeinsatz aufgeteilt nach Art des Brennstoffs in den Anlagen zur Fernwärmeerzeugung der Stadtwerke bereitgestellt.

Für die SWM wäre es sicherlich möglich, die für ECOSpeed Region benötigten Informationen bereit zu stellen. Allerdings wäre vor einer Anwendung dieses Verfahrens zu prüfen, mit welchen Nutzungsgraden ECOSpeed Region die eingegebenen Daten zur Fernwärme- und Stromproduktion in Brennstoffeinsätze und zugehörige Emissionen umrechnet. Falls hier mit Standardwerten gerechnet wird, könnte diese Berechnung die konkreten Verhältnisse in München nicht adäquat abbilden und könnte zu relevanten Fehlern in der Berechnung führen. Für eine Berechnung jenseits des starren Formats von ECOSpeed Region wären die bisher von den SWM übermittelten Daten (nach Energieträgern differenzierte Einsatzmengen an Brennstoffen sowie die Summe an erzeugtem Strom und Fernwärme) ausreichend. Sie müssten allerdings ergänzt werden um ebenfalls nach Energieträgern differenzierte Allokationsfaktoren, die die anteilige exergetische Zuordnung des Brennstoffeinsatzes auf die Strom- und Wärmeerzeugung beschreiben.

Die regional produzierte Strommenge aus anderen Anlagen als den Heizkraftwerken, aufgeteilt nach den eingesetzten Energieträgern, ist in die ECOSpeed Region-Eingabetabelle „Netzeinspeisung regionale Stromproduktion (MWh/Jahr)“ einzugeben. Diese Daten stehen bisher nicht vollständig in der benötigten Form zur Verfügung. Die SWM stellen dem RGU bisher die Menge erzeugten Stroms in SWM-eigenen regionalen erneuerbaren Kraftwerken sowie die Stromerzeugung aus EEG-Anlagen im Stadtgebiet aufgeschlüsselt nach Energieträgern zur Verfügung. Hierbei sind jedoch folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Die SWM betreiben fünf Wasserkraftanlagen, die nicht auf dem Gebiet der LH München liegen, aber direkt in das Netz der SWM einspeisen (Uppenborn 1+2 und Leitzach 1-3). Diese Anlagen sind in den von SWM ausgewiesenen Erzeugungsmengen enthalten.
- Allerdings handelt es sich bei Leitzach 1-3 um Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss. Bei diesen Anlagen sollte nur die Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss erfasst werden.
- Zum Teil gibt es je EE-Technologie unterschiedliche Abgrenzungen, in wieweit SWM-Anlagen in der Aufstellung der EEG-Anlagen enthalten sind oder nicht. Dies sollte zwischen RGU und SWM geklärt werden.

Gemäß den Bilanzierungsempfehlungen in Hertle et al. (2015) und Hertle et al. (2016) soll jedoch für die kommunale Treibhausgasbilanz grundsätzlich der Emissionsfaktor des bundesweiten Strommixes verwendet werden. Es wäre zu prüfen, inwieweit diese methodische Vorgabe in ECOSpeed Region umgesetzt werden kann. In diesem Fall ist die detaillierte Erfassung regional produzierten Stroms aus Heizkraftwerken und lokalen EE-Anlagen nicht erforderlich. Sofern mit vertretbarem Aufwand möglich, kann jedoch auf Basis dieser Daten eine ergänzende Darstellung der kommunalen Treibhausgasbilanz unter Verwendung eines Territorialmix Strom erfolgen, so wie dies auch in diesem Fachgutachten realisiert wurde.

12.3. Anhang 3: Methodik der Anrechnung der THG-Einspar-Wirkungen - Ergebnisse des Arbeitspaketes 4.2 des Fachgutachtens

Als Bilanzierungsprinzip für die Treibhausgas-Emissionen eines bestimmten Gebietes hat sich der territoriale Ansatz durchgesetzt. Die bedeutet, dass alle Emissionen innerhalb des betrachteten Gebietes berücksichtigt werden. Auf kommunaler Ebene wird im Allgemeinen ebenfalls das Territorialprinzip verfolgt, allerdings wird im Bereich des Strom- und Fernwärmeverbrauchs vom klassischen Ansatz des Emissionskatasters (Quellenbilanz) zu Gunsten einer Verursacherbilanz abge-

wichen. Man spricht von einer endenergiebasierten Territorialbilanz (Hertle et al. 2016). Lediglich im Sektor Verkehr wird teilweise ein Mix aus Verursacherprinzip und Territorialprinzip angewendet, was fachlich durchaus sinnvoll sein kann.

Für die Bewertung des Strommixes wird vom IFEU-Institut die Verwendung des Bundesweiten Strommixes empfohlen (Hertle et al. 2016), eine Ansicht, die vom Fachgutachter geteilt wird. Ziel ist es, so einen Vergleich der Bilanzen zwischen den Kommunen zu ermöglichen. Zusätzlich kann ein Territorialmix für den Strom nachrichtlich in den Bilanzierungsbericht aufgenommen werden, um lokale Bemühungen im Stromerzeugungsbereich darzustellen.

Aus diesem Grunde werden auch für die Landeshauptstadt München die Anwendung des Territorialprinzips sowie die Verwendung des bundesweiten Strommixes für die Bewertung der Emissionen aus dem Stromverbrauch empfohlen.

Wirkungen von Maßnahmen, die außerhalb der Stadtgrenzen Münchens umgesetzt werden, z.B. aus der Ausbauoffensive Erneuerbare Energien der Stadtwerke München, können demnach nicht bei der Bilanzierung berücksichtigt werden. Deren Wirkungen können lediglich nachrichtlich in den Bilanzierungsbericht übernommen werden.

Es wird empfohlen, die von der sustainable AG durchgeführte Bilanzierungsmethodik wie im Gesamtfazit zum IHKM (Nr. 14-20/V01751, Anlage 11) beschrieben mit Anpassungen beizubehalten. Wie in Tabelle 12-4 aufgeführt, gibt es Maßnahmen im Klimaschutzprogramm des IHKM, deren dort ausgewiesene CO₂-Minderungswirkung geprüft und angepasst werden sollte. Darüber hinaus wird vorgeschlagen, einen jährlichen Degressionsfaktor von 15 % bei der Maßnahmenbewertung zu verwenden. Dieser trägt der Tatsache Rechnung, dass über die Zeit die „low-hanging fruit“ schon „abgeerntet“ sein werden und somit jedes zusätzliche Kilogramm CO₂ nur mit höheren Kosten eingespart werden kann (anders gesagt: bei gleichem Mitteleinsatz wird über die Zeit immer weniger CO₂ eingespart). Außerdem ist es bei einer Gesamtbewertung der Klimaschutzwirkung in München wichtig, mögliche Doppelzählungen zu vermeiden. So sollte beispielsweise vermieden werden, CO₂ Einsparungen infolge einer Gebäudesanierung neben dem stadt-eigenen FES auch den bundesweiten KfW-Sanierungsprogrammen zuzuordnen (sofern beide Programme zur Förderung genutzt wurden). In der Bilanzierungsmethodik der sustainable AG findet sich auch der wichtige Hinweis, dass Stromerzeugungsanlagen, die im Münchner Stadtgebiet durch das EEG gefördert werden, nicht in die Territorialbilanz Münchens Eingang finden dürfen, da sie schon dem Bundesdeutschen Strommix zugeschrieben werden.

Tabelle 12-4: Übersicht der wichtigsten IHKM Maßnahmen bei denen eine Verringerung der Wirksamkeit hinsichtlich ihrer CO₂-Minderungswirkung vorgenommen wurde

Maßnahme	Minderungswirkung über Lebensdauer der durchgeführten Maßnahme	Minderungswirkung nach Öko-Institut im Jahr 2030	Begründung
	[t CO ₂ e]	[t CO ₂ e]	
Beratungszuschüsse KMU und Modellprojekte (4.4.3)	140.000	43.202	Wirksamkeit überschätzt – eine Beratung an sich führt nicht notwendigerweise zu umgesetzten Maßnahmen; Der Ansatz, Minderungen von Öko-Profit Betrieben zugrunde zu legen, führt zu einer zu hohen Minderungswirkung.
Freiwillige Selbstverpflichtung im Gewerbe (4.4.4)	240.000	54.456	Die Bewertung basiert auf Zahlen zu einer freiwilligen Selbstverpflichtung von 15 Unternehmen in Hamburg; im Vergleich zu München besteht dort allerdings eine andere Wirtschaftsstruktur mit größeren Unternehmen und auch höheren Einsparpotenzialen. Die Wirksamkeit wird deshalb als zu hoch abgeschätzt angesehen und bei der Bewertung bis 2030 deutlich abgesenkt.
Weiterführung und Intensivierung von ÖKOPROFIT (4.5.1)	431.100	192.229	Hier schlägt der Effekt der über die Zeit schon gepflückten „low-hanging fruit“ zu: pro eingesetztem Fördereuro wird immer weniger Minderungswirkung erzielt.
Ökostrom in stadt-eigenen Gebäuden (6.6.3)	116.800	0	Der Bezug von <i>M-Ökostrom</i> der SWM erbringt keinerlei zusätzliche Emissionsminderungen. In den zusätzlichen Ausbau erneuerbarer Energien wird laut SWM nur bei dem Produkt <i>M-Ökostrom aktiv</i> investiert.

Quelle: sustainable (2014), Berechnung Öko-Institut

12.4. Anhang 4: Ergebnistabellen der Szenariorechnung zur Entwicklung der direkten CO₂-Emissionen

Tabelle 12-5: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.711	943	980	959	944	931	897	785	667
Erdgas	510	790	740	694	646	573	495	400	312
Heizöl leicht	1.288	639	533	441	351	277	205	153	103
Fernwärme	332	348	297	286	175	170	173	182	184
Kohle	57,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.898	2.719	2.549	2.381	2.117	1.950	1.769	1.520	1.266
Minderung um ggü. 1990		30,3 %	34,6 %	38,9 %	45,7 %	50,0 %	54,6 %	61,0 %	67,5 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,22	1,81	1,51	1,34	1,14	1,01	0,88	0,75	0,62
Minderung pro Kopf ggü. 1990		43,9 %	53,1 %	58,4 %	64,5 %	68,6 %	72,6 %	76,7 %	80,8 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-6: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.711	943	809	725	648	544	417	269	121
Erdgas	510	790	688	649	607	500	410	331	258
Heizöl leicht	1.288	639	526	410	298	219	153	102	56,4
Fernwärme	332	348	276	246	174	151	127	122	115
Kohle	57,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.898	2.719	2.298	2.031	1.726	1.415	1.108	824	551
Minderung um ggü. 1990		30,3 %	41,0 %	47,9 %	55,7 %	63,7 %	71,6 %	78,9 %	85,9 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,22	1,81	1,36	1,14	0,93	0,73	0,55	0,41	0,27
Minderung pro Kopf ggü. 1990		43,9 %	57,7 %	64,5 %	71,1 %	77,2 %	82,8 %	87,4 %	91,6 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-7: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Private Haushalte: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.711	943	734	572	408	325	231	121	20,5
Erdgas	510	790	653	546	443	292	163	86,9	19,8
Heizöl leicht	1.288	639	484	325	182	99,3	32,6	15,3	0
Fernwärme	332	348	285	252	201	177	129	103	78,7
Kohle	57,6	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.898	2.719	2.156	1.695	1.234	893	556	326	119
Minderung um ggü. 1990		30,3 %	44,7 %	56,5 %	68,3 %	77,1 %	85,7 %	91,6 %	96,9 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	3,22	1,81	1,28	0,95	0,67	0,46	0,28	0,16	0,06
Minderung pro Kopf ggü. 1990		43,9 %	60,3 %	70,3 %	79,3 %	85,6 %	91,4 %	95,0 %	98,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-8: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.651	1.935	2.102	2.063	1.990	1.851	1.700	1.429	1.160
Erdgas	734	486	518	510	486	437	374	260	141
Heizöl leicht	608	301	238	188	135	111	86,4	61,4	39,3
Fernwärme	274	560	540	451	232	188	157	148	131
Kohle	16,9	0,91	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.284	3.283	3.399	3.211	2.844	2.586	2.317	1.898	1.472
Minderung um ggü. 1990		0,0 %	-3,5 %	2,2 %	13,4 %	21,2 %	29,4 %	42,2 %	55,2 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	2,71	2,18	2,02	1,81	1,54	1,34	1,16	0,94	0,72
Minderung pro Kopf ggü. 1990		19,6 %	25,7 %	33,3 %	43,4 %	50,5 %	57,4 %	65,5 %	73,5 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-9: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO ₂									
Strom	1.651	1.935	1.746	1.554	1.336	1.024	719	426	172
Erdgas	734	486	493	431	357	269	174	95	7,8
Heizöl leicht	608	301	173	149	122	96	71	47	27
Fernwärme	274	560	503	414	274	232	190	137	88
Kohle	16,9	0,9	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.284	3.283	2.915	2.548	2.089	1.621	1.155	705	295
Minderung um ggü. 1990		0,0 %	11,2 %	22,4 %	36,4 %	50,7 %	64,8 %	78,5 %	91,0 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	2,71	2,18	1,73	1,43	1,13	0,84	0,58	0,35	0,14
Minderung pro Kopf ggü. 1990		19,6 %	36,3 %	47,1 %	58,4 %	69,0 %	78,8 %	87,2 %	94,7 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-10: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO ₂									
Strom	1.651	1.935	1.525	1.087	699	470	274	113	12,6
Erdgas	734	486	506	437	348	261	177	69,9	0
Heizöl leicht	608	301	154	112	73,6	44,3	21,0	7,37	0
Fernwärme	274	560	441	350	248	175	101	56,3	22,2
Kohle	16,9	0,91	0	0	0	0	0	0	0
Summe	3.284	3.283	2.626	1.986	1.369	949	573	246	34,8
Minderung um ggü. 1990		0,0 %	20,0 %	39,5 %	58,3 %	71,1 %	82,6 %	92,5 %	98,9 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	2,71	2,18	1,56	1,12	0,74	0,49	0,29	0,12	0,02
Minderung pro Kopf ggü. 1990		19,6 %	42,6 %	58,8 %	72,8 %	81,8 %	89,5 %	95,5 %	99,4 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-11: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Industrie: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.028	489	446	346	306	255	162	107	60,4
Erdgas	240	102	88,7	71,1	60,4	49,6	33,1	26,2	16,5
Heizöl leicht	67,9	6,53	5,12	3,58	2,68	2,15	1,32	0,90	0,52
Fernwärme	97,6	58,7	52,8	46,5	28,7	26,7	20,4	18,6	14,4
Summe	1.433	656	593	468	398	334	217	153	91,8
Minderung um ggü. 1990		54,2 %	58,6 %	67,4 %	72,2 %	76,7 %	84,9 %	89,3 %	93,6 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	1,18	0,44	0,35	0,26	0,21	0,17	0,11	0,08	0,04
Minderung pro Kopf ggü. 1990		63,2 %	70,3 %	77,8 %	81,8 %	85,4 %	90,9 %	93,6 %	96,2 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-12: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.028	489	371	254	205	149	77,4	38,3	12,0
Erdgas	240	102	82,3	60,3	50,0	44,1	27,6	21,6	13,0
Heizöl leicht	67,9	6,53	4,97	3,27	2,42	1,98	1,23	0,85	0
Fernwärme	97,6	58,7	47,1	35,0	24,2	20,1	13,7	11,6	8,40
Summe	1.433	656	506	352	282	216	120	72	33
Minderung um ggü. 1990		54,2 %	64,7 %	75,4 %	80,3 %	85,0 %	91,6 %	95,0 %	97,7 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	1,18	0,44	0,30	0,20	0,15	0,11	0,06	0,04	0,02
Minderung pro Kopf ggü. 1990		63,2 %	74,7 %	83,2 %	87,1 %	90,6 %	94,9 %	97,0 %	98,6 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-13: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Industrie: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	1.028	489	351	217	138	95,6	47,5	20,6	2,55
Erdgas	240	102	79,4	40,4	19,5	12,2	6,06	2,77	0,77
Heizöl leicht	67,9	6,53	5,04	3,37	2,44	1,90	1,13	0,74	0
Fernwärme	97,6	58,7	44,3	33,3	24,4	18,1	9,18	5,63	2,60
Summe	1.433	656	479	294	184	128	63,8	29,7	5,92
Minderung um ggü. 1990		54,2 %	66,6 %	79,5 %	87,2 %	91,1 %	95,5 %	97,9 %	99,6 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	1,18	0,44	0,28	0,17	0,10	0,07	0,03	0,01	0
Minderung pro Kopf ggü. 1990		63,2 %	76,0 %	86,0 %	91,6 %	94,4 %	97,3 %	98,8 %	99,8 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-14: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	582	458	525	566	608	624	633	584	515
Erdgas	0	22,2	14,8	12,3	13,9	15,4	16,2	16,3	16,1
Benzin	1.870	849	768	693	636	600	584	568	551
Diesel	918	1.609	1.620	1.495	1.368	1.274	1.206	1.142	1.093
Summe	3.370	2.938	2.928	2.767	2.626	2.514	2.439	2.310	2.175
Minderung um ggü. 1990		12,8 %	13,1 %	17,9 %	22,1 %	25,4 %	27,6 %	31,5 %	35,5 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	2,78	1,95	1,74	1,56	1,42	1,30	1,22	1,14	1,06
Minderung pro Kopf ggü. 1990		29,9 %	37,6 %	44,0 %	49,1 %	53,2 %	56,3 %	59,0 %	61,8 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-15: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	582	458	477	501	509	456	371	253	106
Erdgas	0	22,2	13,1	9,83	10,4	11,0	10,9	10,1	9,60
Benzin	1.870,4	848,7	737,0	636,8	549,8	488,8	445,1	397,9	374,2
Diesel	917,6	1.608,7	1.564,7	1.385,6	1.190,0	1.035,4	912,6	789,8	707,8
Summe	3.370	2.938	2.792	2.533	2.259	1.991	1.740	1.450	1.198
Minderung um ggü. 1990 [%]		12,8 %	17,2 %	24,8 %	33,0 %	40,9 %	48,4 %	57,0 %	64,5 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	2,78	1,95	1,66	1,43	1,22	1,03	0,87	0,72	0,59
Minderung pro Kopf ggü. 1990		29,9 %	40,6 %	48,8 %	56,2 %	62,9 %	68,8 %	74,3 %	79,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-16: Entwicklung CO₂-Emissionen im Sektor Verkehr: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom ⁵⁹	582	458	452	416	371	753	699	344	53,7
Erdgas	0	22,2	3,71	0,37	0	0	0	0	0
Benzin	1.870	850	719	601	474	250	99,8	27,5	0
Diesel	918	1.605	1.528	1.300	1.004	496	180	46,0	0
Summe	3.370	2.935	2.703	2.317	1.850	1.499	979	418	53,7
Minderung um ggü. 1990 [%]		12,9 %	19,8 %	31,3 %	45,1 %	55,5 %	70,9 %	87,6 %	98,4 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	2,78	1,95	1,60	1,30	1,00	0,78	0,49	0,21	0,03
Minderung pro Kopf ggü. 1990		30,0 %	42,4 %	53,1 %	64,1 %	72,1 %	82,5 %	92,6 %	99,1 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

⁵⁹ Die Berechnung der CO₂-Emissionen für Strom, die durch den Verbrauch von PtL-Kraftstoffen entstehen, schließt die CO₂-Emissionen durch den zusätzlichen Energieverbrauch durch die Umwandlung von Strom in Flüssigkraftstoffe mit ein.

Tabelle 12-17: Entwicklung CO₂-Emissionen gesamt: Referenzszenario

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO ₂								
Strom	4.972	3.824	4.054	3.935	3.849	3.662	3.391	2.905	2.402
Erdgas	1.484	1.400	1.361	1.287	1.206	1.074	918	703	485
Heizöl leicht	1.964	946	776	632	490	390	293	215	143
Fernwärme	703	967	890	784	436	384	350	348	330
Kohle	74,4	0,91	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	1.870	849	768	693	636	600	584	568	551
Diesel	918	1.609	1.620	1.495	1.368	1.274	1.206	1.142	1.093
Summe	11.986	9.596	9.469	8.827	7.984	7.384	6.743	5.881	5.004
Minderung ggü. 1990		19,9 %	21,0 %	26,4 %	33,4 %	38,4 %	43,7 %	50,9 %	58,2 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	9,90	6,38	5,61	4,97	4,31	3,83	3,36	2,90	2,45
Minderung pro Kopf ggü. 1990		35,6 %	43,3 %	49,8 %	56,5 %	61,3 %	66,0 %	70,7 %	75,3 %
Minderung ggü. 2014			1,3 %	8,0 %	16,8 %	23,0 %	29,7 %	38,7 %	47,8 %
Minderung pro Kopf ggü. 2014			12,0 %	22,0 %	32,4 %	39,9 %	47,3 %	54,5 %	61,6 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-18: Entwicklung CO₂-Emissionen gesamt: Szenario Klimaschutz moderat

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
kt/a CO₂									
Strom	4.972	3.824	3.404	3.035	2.697	2.173	1.585	986	420
Erdgas	1.484	1.400	1.276	1.150	1.025	824	623	457	289
Heizöl leicht	1.964	946	704	562	422	317	226	150	84
Fernwärme	703	967	820	689	472	407	345	278	209
Kohle	74,4	0,91	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	1.870	849	737	637	550	489	445	398	374
Diesel	918	1.609	1.565	1.386	1.190	1.035	913	790	708
Summe	11.986	9.596	8.505	7.458	6.357	5.246	4.136	3.059	2.084
Minderung ggü. 1990		19,9 %	29,0 %	37,8 %	47,0 %	56,2 %	65,5 %	74,5 %	82,6 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	9,90	6,38	5,04	4,20	3,43	2,72	2,06	1,51	1,02
Minderung pro Kopf ggü. 1990		35,6 %	49,1 %	57,6 %	65,3 %	72,5 %	79,2 %	84,8 %	89,7 %
Minderung ggü. 2014			11,4 %	22,3 %	33,8 %	45,3 %	56,9 %	68,1 %	78,3 %
Minderung pro Kopf ggü. 2014			20,9 %	34,1 %	46,2 %	57,3 %	67,7 %	76,3 %	84,0 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

Tabelle 12-19: Entwicklung CO₂-Emissionen gesamt: Szenario Klimaneutrales München

	1990	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	kt/a CO₂								
Strom	4.972	3.824	3.063	2.293	1.616	1.643	1.252	598	89,3
Erdgas	1.484	1.400	1.242	1.024	810	565	347	160	20,6
Heizöl leicht	1.964	946	644	441	258	145	54,7	23,4	0
Fernwärme	703	967	770	635	474	370	239	165	103
Kohle	74,4	0,91	0	0	0	0	0	0	0
Benzin	1.870	850	719	601	474	250	100	27,5	0
Diesel	918	1.605	1.528	1.300	1.004	496	180	46,0	0
Summe	11.986	9.593	7.965	6.293	4.637	3.469	2.172	1.020	213
Minderung um ggü. 1990		20,0 %	33,5 %	47,5 %	61,3 %	71,1 %	81,9 %	91,5 %	98,2 %
Emissionen gesamt t pro Kopf	9,90	6,37	4,72	3,54	2,50	1,80	1,08	0,50	0,10
Minderung pro Kopf ggü. 1990		35,6 %	52,3 %	64,2 %	74,7 %	81,8 %	89,1 %	94,9 %	98,9 %
Minderung ggü. 2014			17,0 %	34,4 %	51,7 %	63,8 %	77,4 %	89,4 %	97,8 %
Minderung pro Kopf ggü. 2014			25,9 %	44,4 %	60,7 %	71,8 %	83,0 %	92,1 %	98,4 %

Quelle: Berechnung Öko-Institut

12.5. Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme - strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie der in München wirkenden Maßnahmen des Landes Bayern und des Bundes

In den folgenden Tabellen werden die Ergebnisse der Bestandsaufnahme zu den im Stadtgebiet München wirkenden Klimaschutzmaßnahmen dargestellt. Es sind Strategien, Instrumente und Maßnahmen mit den jeweiligen Akteuren, den adressierten kommunalen Umsetzungspfaden, den Adressaten, der Art des Instrumentes und dem Umsetzungsstand dargestellt für die folgenden Handlungsfelder: Gebäude und Wohnen, Wirtschaft, Verkehr / Mobilität, Energieversorgung / -verteilung, Bewusstseinsbildung / Verhalten, LHM als Energieverbraucher, Stadtentwicklung sowie handlungsfeldübergreifende Projekte der LH München.

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Gebäude und Wohnen

Handlungsfeld Gebäude und Wohnen

			dynamische Zielstandards für Neubauten, besser als Bundesrecht	Erhöhung energetische Sanierungsrate (Gebäudehülle und -technik)	Erhöhung energetische Sanierungstiefe (Gebäudehülle und -technik)	Qualitätssicherung bei durchgeführten Maßnahmen (Gebäudehülle und -technik)	Erhöhung Anteil Wärme aus erneuerbaren Energien	Verstärkter Einsatz innovativer Technologien für Sanierung und Energieversorgung	Capacity building in der Wirtschaft / in Handwerksbetrieben	Erhöhung der Stromeffizienz	Ersatz veralteter Heizungstechnik durch Hocheffizienztechnik, insbes. Ersatz von Nachtspeicher- und Ölheizungen	Herbeiführen von Verhaltensänderungen im Wärme- und Stromverbrauch	soziale Stadt	Verringerung / Stabilisierung der Pro-Kopf-Wohnfläche	Quartiersbezogene Ansätze stärken	Bewusstseinsänderung	Jährliche CO2-Einsparung quantifiziert	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	Förderprogramm Energieeinsparung	LHM	•	•	•		•										•	Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft	Anreiz	in Umsetzung
2	Höhere energetische Standards im geförderten Wohnungsbau "Münchner Standard"	LHM	•														•	Bauherren	Ordnungsrecht	in Umsetzung
3	Gebäudemodernisierungsscheck	LHM		•	•	•												Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft, WEG	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
4	Mietspiegel für M.: Untersuchung der EnEff von Gebäuden	LHM		•	•													Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
5	Klimaschutzmaßnahmen der städtischen Wohnungsbaukonzerne GWG und GEWOFAG	LHM		•	•												•	städtische Wohnungsbaukonzerne	städtische Vorbildwirkung	in Umsetzung
6	Erhöhte Förderung beim Programm „Ankauf von Belegungsrechten“ im Bestand bei gutem energetischen Zustand	LHM		•														Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
7	Ökologischer Kriterienkatalog: Energetischer Mindeststandard auf allen ehemaligen städtischen Grundstücken – Wohnen und Gewerbe	LHM	•															Bauherren, auch NWG	Ordnungsrecht	in Umsetzung
8	Bauzentrum München	LHM	•	•	•	•	•											Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
9	Förderung energieeffizienter Heizungskonzepte mit Schichtspeichern	LHM						•	•									Multiplikatoren und Fachleute	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
10	(Be-)Förderung von energieeffizienter Beleuchtung der Verkehrsflächen in und vor den Gebäuden	LHM								•								Multiplikatoren und Fachleute	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
11	Wohnungswirtschaftsgipfel	LHM	•	•	•	•	•		•									Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
12	Münchner EnergieSparTage	LHM					•			•	•							selbstnutzende Eigentümer, Haushalte	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
13	Aktualisierung von Ausstellungsinhalten im Bauzentrum München	LHM	•		•	•	•	•		•	•							selbstnutzende Eigentümer, Haushalte	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
14	Fachforen zur Gebäudesanierung im Bauzentrum München	LHM			•	•												Handwerkerschaft, kleinere mittelständische Akteure	Capacity Building	in Umsetzung
15	Förderung der Netzwerkbildung für energieeffiziente und regenerative Maßnahmen	LHM				•			•									Handwerkerschaft, Banken, allgemein Marktakteure	Capacity Building	in Umsetzung
16	Qualitätsoffensive / Münchner Sanierungsstandard	LHM				•												Handwerkerschaft, Bauwirtschaft	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
17	Münchner Heizspiegel und Online-Energiesparratgeber	LHM								•		•				•		Haushalte	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
18	Kampagne zur Energieberatung	LHM	•	•	•	•	•	•		•	•	•				•		Bauherren, auch NWG, zunehmend Bevölkerung mit Migrationshintergrund	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
19	Münchner Modernisierungsvereinbarung	LHM		•	•	•												Gebäudeeigentümer, inkl. Wohnungswirtschaft	Beratung, Information, Motivation	abgeschlossen
20	Verschiedene Aktivitäten im Sanierungsgebiet Neuaubing/Westkreuz in Verbindung mit der Müncher Gesellschaft für Stadterneuerung (MGS): energiebezogenes Sanierungsmanagement, Gebäudedatenbank für energetische Planungen und Sanierungen, Fördermodell "Energie" für eine wärmestabile Sanierung	LHM		•	•	•	•				•		•		•			Sonstige	Kombination	

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Wirtschaft

Handlungsfeld Wirtschaft

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Realisierung wirtschaftlicher Energieeffizienzpotenziale	Bestverfügbare Technologien in Querschnittstechnologien	Hohe energetische Neubaustandards bei NWG	Erhöhung energetische Sanierungsrate (Gebäudehülle und -technik)	Erhöhung energetische Sanierungstiefe (Gebäudehülle und -technik)	Verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger	Implementierung innovativer Technologien	Qualitätssicherung bei durchgeführten Maßnahmen (Gebäudehülle und -technik)	Etablierung von Wärmeverbänden, KWK, Abwärmenutzung	Erschließung wirtschaftlicher Einsparpotenziale in der Produktion	Ressourceneffizienz (Wasser, Material, andere)	energieeffiziente Beschaffung	Erhöhung Stromeffizienz	Energieeffiziente Reisen / Fuhrparks	Motivation (der Mitarbeiter)	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	Förderprogramm für energieeffiziente Planung von Gewerbeneubauten sowie der energetischen Sanierung im Bestand der Gewerbebauten im Stadtgebiet	LHM			•	•	•											alle Unternehmen, <i>Eigentümer Gewerbeimmobilien</i>	Anreiz	
2	Investitionszuschüsse für Wärmedämmung und hocheffiziente Energiespeicher im Bestand und Neubau von Gewerbeimmobilien	LHM				•	•	•										KMU	Anreiz	
3	Unterstützung bei Aufbau von Umweltmanagementsystemen bei Filialbetrieben	LHM		•														Eigentümer Gewerbeimmobilien	Anreiz	in Umsetzung
4	Energieeffizienzinitiativen im Gewerbe	LHM																KMU	?	in Umsetzung
5	Beratungszuschüsse kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und Modellprojekte	LHM		•		•	•	•				•						KMU	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
6	Freiwillige Selbstverpflichtung im Gewerbe	LHM		•	•	•	•	•		•	•	•						Großunternehmen	freiwillige Selbstverpflichtung	in Umsetzung
7	Förderprogramm Lichtplanung – Beratungszuschüsse	LHM		•														Eigentümer Gewerbeimmobilien	Anreiz	in Umsetzung
8	Stärkere Öffnung des Münchner Förderprogramms Energieeinsparung für Unternehmen – Beratungszuschüsse	LHM			•	•	•			•								Eigentümer Gewerbeimmobilien	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
9	Ökologischer Kriterienkatalog: Energetischer Mindeststandard auf allen ehemaligen städtischen Grundstücken – Wohnen und Gewerbe	LHM			•													alle Bauherren, auch NWG	Ordnungsrecht	in Umsetzung
10	Weiterführung und Intensivierung von ÖKOPROFIT	LHM		•								•	•					KMU	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
11	(Be)-Förderung von energieeffizienter Beleuchtung der Verkehrsflächen in und vor den Gebäuden	LHM			•	•												Eigentümer Gewerbeimmobilien		in Umsetzung
12	Fachforum Energieeffizienz in Bürogebäuden	LHM		•											•			Eigentümer Gewerbeimmobilien	Beratung, Information, Motivation	abgeschlossen, in anderem PJ weitergeführt
13	München für Klimaschutz-Club (MfK-Club)	LHM		•		•	•	•	•	•	•	•			•			alle Unternehmen	freiwillige Selbstverpflichtung	abgeschlossen
14	Nachhaltigkeitskonferenz für Unternehmen und Verwaltung (alle 2 Jahre)	LHM																alle Unternehmen	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
15	Umweltpreis München	LHM															•		Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
16	Klimaschutzmaßnahmen der Städtischen Klinikum München GmbH – Smart Logistik-med	städt. Klinikum						•										Eigenbetriebe	Strategie/Konzept	in Umsetzung
17	Energetische Maßnahmen im Tierpark Hellabrunn	Tierpark				•		•										Eigenbetriebe	Ohnehin-Maßnahme	in Umsetzung
18	Gasteig München GmbH	Gasteig				•												Eigenbetriebe	Ohnehin-Maßnahme	in Umsetzung
19	Energie- und CO2-Management am Flughafen München	Flughafen M		•	•			•	•									Eigenbetriebe	Ohnehin-Maßnahme	in Umsetzung
20	LEEN Energieeffizienz-Netzwerk München Oberbayern	IHK		•														alle Unternehmen	Vernetzung	in Umsetzung
21	Arbeitskreis "Energieeffizienz" München und Oberbayern	IHK		•											•			Großunternehmen	Vernetzung	in Umsetzung
22	CO2ncept plus - Verband der Wirtschaft für Emissionshandel und Klimaschutz e.V. mit breitem, meist kostenpflichtigen und nur für Mitglieder verfügbaren Angebot an Informationen und Veranstaltungen zu den Themen Klima, Emissionshandel, Energie und Nachhaltigkeit	vbw - Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.	•	•								•	•					Industrie, <i>Großunternehmen; ursprünglich nur Industrieunternehmen, die dem Emissionshandel unterliegen</i>	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Wirtschaft

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Realisierung wirtschaftlicher Energieeffizienzpotenziale	Bestverfügbare Technologien in Querschnittstechnologien	Hohe energetische Neubaustandards bei NWG	Erhöhung energetische Sanierungsrate (Gebäudehülle und -technik)	Erhöhung energetische Sanierungstiefe (Gebäudehülle und -technik)	Verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger	Implementierung innovativer Technologien	Qualitätssicherung bei durchgeführten Maßnahmen (Gebäudehülle und -technik)	Etablierung von Wärmeverbänden, KWK, Abwärmenutzung	Erschließung wirtschaftlicher Einsparpotenziale in der Produktion	Ressourceneffizienz (Wasser, Material, andere)	energieeffiziente Beschaffung	Erhöhung Stromeffizienz	Energieeffiziente Reisen / Fuhrparks	Motivation (der Mitarbeiter)	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
39	Bayerisches Energieforschungsprogramm	Land Bayern							•			•						alle Unternehmen	F&E-Förderung	in Umsetzung
40	Förderung von Energiekonzepten, insbesondere von Energie- einsparkonzepten und kommunalen Energienutzungsplänen	Land Bayern				•	•		•									alle Unternehmen, <i>Kommunen</i>	Anreiz	in Umsetzung
41	Investivkredit Energie	Land Bayern																KMU	Anreiz	in Umsetzung
42	Umweltpakt Bayern zwischen Bayrischer Staatsregierung und Bayrischer Wirtschaft	Land Bayern																alle Unternehmen	freiwillige Vereinbarung	in Umsetzung
43	Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz	Bund	•	•				•										KMU	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
44	BAFA - Förderung von hocheffizienten Querschnittstechnologien	Bund		•														alle Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
45	BAFA - Energieberatung Mittelstand	Bund	•	•	•	•	•	•				•						KMU	Anreiz	in Umsetzung
46	BAFA - Förderung Energiemanagementsysteme	Bund	•	•											•			alle Unternehmen, die nicht zu Energieaudits verpflichtet sind	Anreiz	in Umsetzung
47	KfW-Energieeffizienzprogramm - Produktionsanlagen/-prozesse	Bund										•						Unternehmen, Contractinggeber, Freiberufler	Anreiz	in Umsetzung
48	KfW-Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Bauen und Sanieren-Gewerbegebäude	Bund			•	•	•	•										Unternehmen, Contractinggeber, Freiberufler	Anreiz	in Umsetzung
49	KfW-Förderprogramme erneuerbare Energien: Strom, Wärme, Speicher, Tiefengeothermie, Offshore-Wind	Bund						•	•									Unternehmen, Freiberufler, Landwirte	Anreiz	in Umsetzung
50	KfW-Umweltprogramm	Bund											•			•		Unternehmen, Contractinggeber, Freiberufler	Anreiz	in Umsetzung
51	KfW-Konsortialkredit	Bund	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•					große gewerbliche Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
52	BMUB-Umweltinnovationsprogramm	Bund							•									Unternehmen, Eigenbetriebe, Beteiligungsgesellschaften, <i>Kommunen</i>	Anreiz	in Umsetzung
53	Einführung eines wettbewerblichen Ausschreibungsmodells für Energieeffizienz	Bund	•	•								•						alle Unternehmen	Ordnungsrecht	geplant
54	Förderprogramm Einsparcontracting	Bund	•	•				•				•			•			alle Unternehmen	Anreiz	geplant
55	Weiterentwicklung der KfW-Energieeffizienzprogramme	Bund	•	•								•						alle Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
56	Offensive Abwärmenutzung	Bund							•		•							alle Unternehmen	Kampagne	geplant
57	Pilotprogramm Einsparzähler	Bund	•															alle Unternehmen	Modellprojekt	geplant
58	Initiative Energieeffizienznetzwerke	Bund	•	•														alle Unternehmen	Vernetzung	geplant
59	Beratung zu kommunalen Energieeffizienznetzwerken	Bund																alle Unternehmen, <i>Kommunen</i>	Beratung, Information, Motivation	geplant
60	Förderung von „Energieeffizienzmanagern“ zur Hebung von Potenzialen z.B. in Gewerbegebieten	Bund	•	•								•						alle Unternehmen	Anreiz	geplant
61	Branchenspezifische Effizienzkampagnen	Bund	•	•		•	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	alle Unternehmen	Beratung, Information, Motivation	geplant
62	Nationale Top-Runner Initiative	Bund	•	•														alle Unternehmen	Beratung, Information, Motivation	geplant
63	Energieauditpflicht für Nicht-KMU gemäß EU-Energieeffizienzrichtlinie	Bund	•	•														alle Unternehmen	Ordnungsrecht	in Umsetzung
64	Weiterentwicklung Mittelstandsinitiative Energiewende und Klimaschutz	Bund	•	•														alle Unternehmen	Beratung, Information, Motivation	geplant
65	Nationales Effizienzlabel für Heizungsanlagen	Bund	•					•										alle Unternehmen	Ordnungsrecht	in Umsetzung
66	Förderprogramm Energieeffizienz in der Abwasserbehandlung	Bund	•															alle Unternehmen	Anreiz	geplant
67	Wiederaufnahme des Bundesprogramms zur Förderung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau	Bund	•															alle Unternehmen	Anreiz	geplant

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Wirtschaft

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Realisierung wirtschaftlicher Energieeffizienzpotenziale	Bestverfügbare Technologien in Querschnittstechnologien	Hohe energetische Neubaustandards bei NWG	Erhöhung energetische Sanierungsrate (Gebäudehülle und -technik)	Erhöhung energetische Sanierungstiefe (Gebäudehülle und -technik)	Verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger	Implementierung innovativer Technologien	Qualitätssicherung bei durchgeführten Maßnahmen (Gebäudehülle und -technik)	Etablierung von Wärmeverbänden, KWK, Abwärmenutzung	Erschließung wirtschaftlicher Einsparpotenziale in der Produktion	Ressourceneffizienz (Wasser, Material, andere)	energieeffiziente Beschaffung	Erhöhung Stromeffizienz	Energieeffiziente Reisen / Fuhrparks	Motivation (der Mitarbeiter)	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
68	LED-Leitmarktinitiative	Bund		•											•			alle Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
69	Qualitätssicherung und Optimierung / Weiterentwicklung der bestehenden Energieberatung	Bund	•	•	•	•	•	•	•	•		•		•	•			alle Unternehmen	Beratung, Information, Motivation	geplant
70	Gebäudeindividuelle Sanierungsfahrpläne für Wohngebäude und Nichtwohngebäude	Bund			•	•	•	•										alle Unternehmen	Beratung, Information, Motivation	geplant
71	Fortentwicklung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien (MAP)	Bund				•		•	•									alle Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
72	Richtlinie zur Förderung von KWK-Anlagen bis 20 MWel	Bund	•			•												alle Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
73	Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlage	Bund	•	•												•		alle Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
74	BAFA-Förderung von Beratungen zum Energiespar-Contracting	Bund	•	•														KMU, Kommunen	Anreiz	in Umsetzung
75	EU-Energieeffizienz-RL: Energieaudits	EU/Bund		•		•	•		•			•						Nicht-KMU	Ordnungsrecht	in Umsetzung
76	EU-Energieeffizienz-Labeling und Ökodesign	EU/Bund													•				Ordnungsrecht	in Umsetzung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Verkehr / Mobilität

Handlungsfeld Verkehr / Mobilität

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼		Integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung	Umverteilung Straßenraum zugunsten von Rad- und Fußverkehr	Erhöhung des Anteils an Fuß- und Radverkehr am Modal Split	Erhöhung des Anteils ÖPNV am Modal Split	Verbesserung der Vernetzung von Verkehrsmitteln	Umsetzung der Strategie "Nutzen statt Belastung"	Reduzierung des Pkw Besitzes	Ausweitung Mobilitätsmanagement zur Stärkung umweltfreundlichen Verkehrsverhaltens	Nachhaltige Verkehrssteuerung und -information	Einsatz effizienter Fahrzeuge im MIV und ÖPNV	Erhöhung des Anteils Elektromobilität	Einführung ordnungspolitischer Maßnahmen wie z.B. Zufahrtsbeschränkungen	Stärkung regionaler Stoffkreisläufe zur Minderung des Wirtschaftsverkehrs	Nachhaltige und innovative Stadt-Logistik	Institutionalisierungsmaßnahmen zur Umsetzung integrierter Lösungen	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme
1	Beschaffung energieeffizienter Fahrzeuge im städtischen Fuhrpark einschl. energieeff. Fahren	LHM																	
2	Anreiz zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs durch energie- und umweltschonendes Fahren im städtischen Fuhrpark	LHM								•								FahrerInnen der Dienstwagenflotte der LHM	Bildung/Kampagne zur Veränderung des Fahrverhaltens
3	verbrauchsoptimierte Antriebstechniken beim Kfz	LHM										•						FahrerInnen der Dienstwagenflotte der LHM	Technologische Maßnahme
4	Dienstgeschäfte vorrangig mit dem ÖPNV und Dienstrad	LHM			•	•												FahrerInnen der Dienstwagenflotte der LHM	Verkehrsverlagerung
5	Leichtere Fahrzeugkonzepte (am Beispiel eines Müllfahrzeugs - Test)	LHM										•						Müllabfuhr	Technologische Maßnahme
6	Start-Stopp Anlage	LHM										•						FahrerInnen der Dienstwagenflotte der LHM	Technologische Maßnahme
7	Energieeinsparung durch Optimierungsmaßnahmen im Fuhrpark	LHM										•					•	FahrerInnen der Dienstwagenflotte der LHM	Verkehrsoptimierung
8	Förderung des Radverkehrs durch Umsetzung des Grundsatzbeschlusses „Radverkehr in München“ vom 20.05.2009	LHM		•	•		•			•								VerkehrsteilnehmerInnen*	Verkehrsverlagerung
9	Weitere Steigerung des Radverkehrsanteils in München über das bereits im Grundsatzbeschluss zur Förderung des Radverkehrs 2009 festgelegte Ziel hinaus	LHM		•	•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
10	Schnellerer Ausbau der Fahrradmobilität / Radschnellwege im Stadt bzw. Stadt-Umland-Verkehr	LHM		•	•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
11	MVG - Rad	MVG			•		•											VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
12	Müchner Radnetz	LHM			•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
13	RadlStadtplan	LHM			•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
14	MVV - Radroutenplaner	MVV/LHM			•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
15	Integration des CO2-Rechners in den (neuen) Radroutenplaner	MVV/LHM			•														
16	Umsetzung Nahverkehrsplan der LHM: Ausbau der U-Bahn-Infrastruktur	LHM					•											VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
17	Umsetzung Nahverkehrsplan der LHM: Ausbau der Trambahn-Infrastruktur	LHM					•											VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
18	Umsetzung Nahverkehrsplan der LHM: ÖPNV-Beschleunigung Bus und Tram	LHM					•											VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
19	Verbesserung beim ÖPNV - Beitrag MVV:	MVV																	
20	Ausweitung des Einsatzes von umweltfreundlichen Antrieben im MVV-Regionalbus	MVV										•						VerkehrsteilnehmerInnen	Technologische Maßnahme
21	Konzeptionelle Planungen zur Verbesserung des Stadt-Umland-Verkehrs insbesondere der S-Bahn	MVV					•											VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
22	Förderung der Multimodalität (Mietfahrrad und ÖV, Car Sharing und ÖV)	MVV			•	•	•	•										VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
23	Verkehrsübergreifendes Verbundmarketing bei der MVV	LHM				•	•		•									VerkehrsteilnehmerInnen	Öffentlichkeitsarbeit zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
24	Verbesserung beim ÖPNV - Beitrag MVG	MVG					•											VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
25	Förderung der Nahmobilität durch Umsetzung des Beschlusses „Nahmobilität in München – Konzeption und weiteres Vorgehen“ vom 24.07.2013	LHM		•	•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
26	Kartierung von Fußwegen zur Verbesserung der Information über Nahmobilität	LHM			•													VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
27	MVG-multimodal MVG-more - Apps zur Vernetzung ÖPNV, Carsharing, MVG Rad	MVG			•	•	•	•	•	•								VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
28	4togo – Multimodale Mobilitätsstationen	LHM		•	•	•	•	•	•									VerkehrsteilnehmerInnen	Infrastrukturelle Maßnahmen zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
29	Kooperationen zwischen MVG und carsharing Unternehmen	MVG / Carsharingfirmen				•	•	•	•									VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
30	Ausbau Park and Ride und Bike and Ride	LHM		•	•	•	•											VerkehrsteilnehmerInnen	Infrastrukturelle Maßnahmen zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
31	Mifaz – Mitfahrzentrale für Pendler in und um München	LHM						•	•									VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Verkehr / Mobilität

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼		Integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung	Umverteilung Straßenraum zugunsten von Rad- und Fußverkehr	Erhöhung des Anteils an Fuß- und Radverkehr am Modal Split	Erhöhung des Anteils ÖPNV am Modal Split	Verbesserung der Vernetzung von Verkehrsmitteln	Umsetzung der Strategie "Nutzen statt Belastung"	Reduzierung des Pkw Besitzes	Ausweitung Mobilitätsmanagement zur Stärkung umweltfreundlichen Verkehrsverhaltens	Nachhaltige Verkehrssteuerung und -information	Einsatz effizienter Fahrzeuge im MIV und ÖPNV	Erhöhung des Anteils Elektromobilität	Einführung ordnungspolitischer Maßnahmen wie z.B. Zufahrtsbeschränkungen	Stärkung regionaler Stoffkreisläufe zur Minderung des Wirtschaftsverkehrs	Nachhaltige und innovative Stadt-Logistik	Institutionalisierungsmaßnahmen zur Umsetzung integrierter Lösungen	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme
32	Mobilitätsmanagement:	LHM																VerkehrsteilnehmerInnen	
33	„Familienoffensive – ein Beratungsangebot für werdende Eltern und junge Familien“	LHM			•	•	•	•		•								werdende Eltern/Familien	Mobilitätsberatung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
34	Radlauptstadt	LHM			•					•								VerkehrsteilnehmerInnen	Kampagne/Informationbereitstellung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
35	Mob.beratung für Senioren/innen	LHM/MVG			•	•	•	•		•								SeniorInnen	Mobilitätsberatung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
36	Mob.beratung für Migranten/innen (Unterrichtsmaterialien in Deutschkursen)	LHM/MVG			•	•	•	•		•								MigrantInnen	Mobilitätsberatung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
37	Mob.beratung für Kinder/Jugendliche (z.B. Bus mit Füßen, MVG: mobi-race)	LHM/MVG			•	•	•	•		•								Kinder/Jugendliche	Mobilitätsberatung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
38	Mob.beratung für Neubürger	LHM/MVG			•	•	•	•		•								Neubürger	Mobilitätsberatung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
39	Wohn- und Mobilitätskostenrechner des MVV	MVV/LHM	•				•			•								vorwiegend Pendler	Informationsbereitstellung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens unter ökonomischen Gesichtspunkten
40	Weiterentwicklung des Mobilitätsmanagements	LHM								•								VerkehrsteilnehmerInnen	Kampagnen/Informationbereitstellung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
41	Betriebliches Mobilitätsmanagement	LHM			•	•	•	•		•								ArbeitnehmerInnen	Kampagnen/Informationbereitstellung zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
42	Elektromobilität - Teilmaßnahmen des IHFEM:	LHM																VerkehrsteilnehmerInnen, Carsharing-NutzerInnen	
43	Ausbau Ladeinfrastruktur + Co-förderung privater Ladeinfrastruktur	LHM/SWM/Firmen											•					VerkehrsteilnehmerInnen, Carsharing-NutzerInnen	Technologische /infrastrukturelle Maßnahme
44	Förderung gewerblich E-Pkw (mobile Pflegedienste, Handwerksbetriebe bis hin zu Taxiunternehmen; Förderung von E-bikes/Pedelecs im Stadtgebiet und bei Fahrradverleihsystemen, Lasten Pedelecs)	LHM											•					Unternehmen	Technologische Maßnahme durch finanzielle Anreize
45	ÖPNV: Hybridbusse + ab 2015 rein batterieelektrische E-Bussen (2 batterieelektrischer Solobusse (12m); 10 Gelenkbusse mit Supercaps)	LHM/MVG											•					MVG	Technologische Maßnahme durch finanzielle Anreize
46	E-sharing (Mobilitätsstationen, stat. E-Sharing, etc.)	LHM/MVG					•	•					•					Bewohner, Wohnungsbaunternehmen	(Infrastrukturelle) Maßnahme zur Verkehrsverlagerung
47	Pendler (Standortuntersuchungen für E-Ladestationen; Bestückung von P+R Plätzen mit Ladeinfrastruktur)	LHM							•				•					vorw. Pendler	(Infrastrukturelle) Maßnahme zur Verkehrsverlagerung
48	Zweiräder: Konzept für die Förderung von E-Bike/Pedelecs in Umland und der Region	LHM			•								•					vorw. Pendler	Technologische Maßnahme durch finanzielle Anreize
49	Elektrofahrzeuge im kommunalen Fuhrpark	LHM											•					FahrerInnen der Dienstwagenflotte der LHM	Technologische Maßnahme
50	Bildung/Ausbildung/Kommunikation	LHM								•			•					VerkehrsteilnehmerInnen, Carsharing-NutzerInnen	Kampagnen/Informationbereitstellung/Mobilitätsberatung für technologische Veränderungen
51	Umweltorientiertes Verkehrsmanagement	LHM									•							VerkehrsteilnehmerInnen, vorwiegend MIV	Verkehrsoptimierung
52	Verkehrsverflüssigung ÖPNV	LHM									•							VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsoptimierung, Verkehrsverlagerung
53	Verstetigung des Verkehrsflusses durch Geschwindigkeitsreduzierung	LHM									•							VerkehrsteilnehmerInnen, vorwiegend MIV	Verkehrsoptimierung
54	Fortführung des Optimierungsprogramms für Grüne Wellen	LHM									•							VerkehrsteilnehmerInnen, vorwiegend MIV	Verkehrsoptimierung
55	Ausweitung des Parkraummanagements auf Gebiete außerhalb des Mittleren Rings	LHM		•	•	•			•									VerkehrsteilnehmerInnen	Preisliche Maßnahme zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
56	PERSPEKTIVE MÜNCHEN Fortschreibung Innenstadt-konzept	LHM	•															VerkehrsteilnehmerInnen	Infrastrukturelle Maßnahme zur verkehrsreduzierende Stadtplanung
57	Fußgängerzone Sendlingerstr.	LHM		•	•													VerkehrsteilnehmerInnen	Infrastrukturelle Maßnahme zur verkehrsreduzierende Stadtplanung
58	Grüne Citylogistik: dezentral verteilte GVZ-Standorte - Konzept, Standorte bestimmen	LHM															•	Logistikunternehmen	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: Verkehrsvermeidung
59	Micro-depots, um Lastenfahräder zur Belieferung verwenden zu können (UPS Konzept in Hamburg)	LHM															•	Logistikunternehmen	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: Verkehrsverlagerung
60	Grüne Citylogistik: Green-City-Cargo-Projekt (Nachlieferungen durch Händler, Büroservice, Same Day-Lieferungen von Innenstadthändlern zum Kunden mit emissionsarmen Fahrzeugen)	LHM															•	Kurier/Lieferdienste	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: technologische Maßnahmen

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Verkehr / Mobilität

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼		Integrierte Siedlungs- und Verkehrsentwicklung	Umverteilung Straßenraum zugunsten von Rad- und Fußverkehr	Erhöhung des Anteils an Fuß- und Radverkehr am Modal Split	Erhöhung des Anteils ÖPNV am Modal Split	Verbesserung der Vernetzung von Verkehrsmitteln	Umsetzung der Strategie "Nutzen statt Besitz"	Reduzierung des Pkw Besitzes	Ausweitung Mobilitätsmanagement zur Stärkung umweltfreundlichen Verkehrsverhaltens	Nachhaltige Verkehrssteuerung und -information	Einsatz effizienter Fahrzeuge im MIV und ÖPNV	Erhöhung des Anteils Elektromobilität	Einführung ordnungspolitischer Maßnahmen wie z.B. Zufahrtsbeschränkungen	Stärkung regionaler Stoffkreisläufe zur Minderung des Wirtschaftsverkehrs	Nachhaltige und innovative Stadt-Logistik	Institutionalisierungsmaßnahmen zur Umsetzung integrierter Lösungen	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme
61	Klimaschutzmaßnahmen der Städtischen Klinikum München GmbH – Smart Logistik-med	LHM											•					Logistikunternehmen	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: Verkehrsvermeidung
62	Lastenräder / Lasten-Pedelecs für Münchner Gewerbetreibende	LHM/IHK											•					Logistikunternehmen	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: Verkehrsverlagerung
63	Lkw-Durchfahrtsverbot verstärkt kontrollieren	LHM					•							•				Güterverkehr	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: Verkehrsvermeidung
64	Stationsgebundenes und flexibles Carsharing	car2go, DriveNow, Stattauto, CiteeCar, Stadtteilauto, Flinkster, drive-CarSharing						•	•									VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsverlagerung
65	Elektrofahrzeuge im Carsharing	DriveNow						•					•					VerkehrsteilnehmerInnen	Technologische Maßnahme
66	Light and Charge (Laden an Laternen)	BMW/LHM						•					•					VerkehrsteilnehmerInnen	Technologische Maßnahme
67	City2share (Modellquartiere Sendlingen?)	LHM, IHK, BMW AG					•	•	•				•						Maßnahme zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
68	Kooperation Wohnungsbaugesellschaften und Sharing Konzepte: (E-)Carsharing, (E-)Bike sharing; Beispiele: Projekt Reimarplatz, Domagk-Park, Einbeziehung Mob.konzept in Vergabekriterien in städt. Wohnungsbaugrundstücke	GEWOFAG/wogeno/ Carsharing Unternehmen, MVG Rad, Pedelec Anbieter	•	•	•	•		•	•									BewohnerInnen, Wohnungsbauunternehmen	Maßnahme zur Verkehrsverlagerung und -vermeidung? (bereits am Wohnort und bei verbesserter Nahversorgung)
69	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Park(ing) Day, MUCohneMief, Radl-Shuttle)	Green City		•	•	•		•	•									VerkehrsteilnehmerInnen	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit zur Veränderung des Verkehrsverhaltens
70	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit, Bildung (z.B. Repairservice, Radtouren, Radfahrunterricht für Migranten und Übersetzung der Verkehrsregeln für Asylsuchende, Vorträge,...)	ADFC			•				•									VerkehrsteilnehmerInnen	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit zur Verkehrsverlagerung
71	Firma zum Ausleihen von Lastenfahrrädern (10 Stück)	ADFC			•				•									Unternehmen	Maßnahme zum Wirtschaftsverkehr: Verkehrsverlagerung
72	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Wohnen ohne Auto, Förderung Radverkehr, Vereinfachung Tarifsyst. MVV etc.)	VCD		•	•	•		•	•									VerkehrsteilnehmerInnen	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit zur Verkehrsverlagerung
73	Klimaherbst (Veranstaltungsreihe - Münchens Klimapolitik)	Netzwerk Klimaherbst e.V.			•	•			•									VerkehrsteilnehmerInnen	Bewusstseinsbildung, Öffentlichkeitsarbeit zur Verkehrsverlagerung
74	Gutachterliche Ermittlung der verkehrlichen Bedingungen und Auswirkungen verkehrssteuernder Maßnahmen mit dem Ziel der Minderung der Verkehrsmenge auf besonders belasteten Abschnitten sowie deren Stickstoffdioxid-Minderungspotentials und sonstiger Auswirkungen auf die Luftqualität	LHM Lfu /ABD Südbayern - Luftreinhalteplan 6									•							VerkehrsteilnehmerInnen	Verkehrsoptimierung
75	Anpassungen der bestehenden Umweltzone zur Reduzierung der NO2-Belastung	LHM, Freistaat Bayern, Innenministerium, Umweltministerium - Luftreinhalteplan 6										•						VerkehrsteilnehmerInnen	
76	Elektromobilitätsgesetz	Bund											•					VerkehrsteilnehmerInnen, Carsharing Unternehmen, weitere Unternehmen mit Elektrofahrzeugen	Verbesserte Rahmenbedingungen zum Ausbau Elektromobilität
77	Carsharing Gesetz	Bund						•										Carsharing Unternehmen	Verbesserte Rahmenbedingungen zum Ausbau Nutzen statt Besitzen
78	2. S-Bahn-Stammstrecke	Bund/Land/LHM/DB				•												VerkehrsteilnehmerInnen	Infrastrukturelle Maßnahmen zur Verkehrsverlagerung
79	Europ. Metropolregion: Arbeitsgruppe „Mobilität“ für die Optimierung der Verkehrssituation in der EMM	LHM/IHK															•	VerkehrsteilnehmerInnen	Institutionalisierungsmaßnahmen zur Verkehrsvermeidung, -verlagerung, -optimierung
80	Inzell-Initiative	LHM, Wirtschaft, Forschung															•	Personen- und Güterverkehr	Institutionalisierungsmaßnahmen zur Verkehrsvermeidung, -verlagerung, -optimierung
81	E-Allianz	IHFEM (Wirtschaft, Verwaltung, Forschung, Verbände,...)											•				•	Personen- und Güterverkehr	Institutionalisierungsmaßnahmen zur Verkehrsverlagerung, -optimierung

* Unter VerkehrsteilnehmerInnen werden Bürger und Bürgerinnen im Personenverkehr, die am Verkehrsgeschehen teilnehmen, verstanden.

Handlungsfeld Energieversorgung / -verteilung

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromversorgung	Ausbau regenerativer Energien in der Fernwärmeversorgung	Ausbau erneuerbarer Energien bei der dezentralen Wärmeversorgung	Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung bei der netzgebundenen Wärmeversorgung	Etablierung von Wärmeverbänden, industrieller KWK	Ausbau der KWK in der Objektversorgung außerhalb von Fernwärmegebieten	Ausbau Kraft-Wärme-Kälte-Erzeugung	Ausbau und Verdichtung bestehender Netze	Verbesserung der Effizienz bestehender Netze und Anlagen	Vorbildwirkung der Kommune	Anwendung / Etablierung innovativer Technologien	Energieeinspar- und -versorgungscontracting stärken	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	Ausbau des Fernwärmenetzes und zentraler KWK	SWM								•	•				keine	Strategie	abgeschlossen, in anderem PJ weitergeführt
2	(SWM - Ausbauoffensive Erneuerbare Energien)	SWM	•												keine	Strategie	in Umsetzung
3	Nutzung der Tiefengeothermie durch SWM	SWM	•	•		•									keine	Strategie	in Umsetzung
4	(PV-Solarpark Gut Marienhof)	MSE	•												keine	Ohnehin-Maßnahme	in Umsetzung
5	Erneuerung Blockheizkraftwerke Klärwerk Gut Großlappen	MSE									•				keine	Ohnehin-Maßnahme	in Umsetzung
6	Erneuerung Blockheizkraftwerke Klärwerk Gut Marienhof	MSE									•				keine	Ohnehin-Maßnahme	in Umsetzung
7	Modellprojekt: Regenerative Stromerzeugung durch Windräder	LHM	•									•	•		keine	Modellprojekt	in Umsetzung
8	Potentialanalyse „Windkraft“ für die Flächen des Kommunalreferates (Stadtgüter München und Forstverwaltung München)	LHM	•												keine	Analyse/Studie	in Umsetzung
9	Müncher Solartage, seit 2014 zusammen mit Müncher Energiespartagen durchgeführt	LHM	•		•										Selbstnutzer	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
10	Solar-Info-Mobil	LHM													Selbstnutzer	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
11	Ausbau Fernkälte	SWM						•							keine	Strategie/Konzept	in Umsetzung
12	Solarpark Hadern; Sonne für alle; Solarparks machen Schule	ergon e.V.	•												keine	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
13	Förderprogramm „Nachhaltige Stromerzeugung durch Kommunen und Bürgeranlagen“ (NaStromE-För)	Land Bayern	•												Kommunen, Bürgerzusammenschlüsse	Anreiz	in Umsetzung
14	<i>Förderung von Tiefengeothermie-Wärmenetzen</i>	Land Bayern		•											Unternehmen, kommunale Gebietskörperschaft, kommunale Zweckverbände, kommunale Beteiligungen und Unternehmen	Anreiz	in Umsetzung
15	Förderprogramm zum Einsatz fester Biomasse (in Heizwerken)	Land Bayern		•											alle Betreiber	Anreiz	in Umsetzung
16	Offensive Abwärmennutzung	Bund		•												Strategie/Konzept	in Umsetzung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Bewusstseinsbildung / Konsum

Handlungsfeld Bewusstseinsbildung / Verhalten

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Erhöhung des Umwelt- und Klimabewusstseins bei Kindern und Jugendlichen	Bewusstseinsbildung und Motivation bei Erwachsenen	Herbeiführen von Verhaltensänderungen bezügl. Energie- und Ressourcenverbrauch bei Erwachsenen	Verstärkung des nachhaltigen Konsums bei Konsumgütern / Produkten	Stärkung der nachhaltigen Ernährung / des nachhaltigen Konsums von Lebensmitteln	Nachhaltiger Konsum von Energie, Wasser und Wohnfläche	Vorbildwirkung der Kommune LHM	Unterstützung bürgerschaftlichen Engagements	Öffentlichkeitsarbeit	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	Aufbau einer sozial und ökologisch orientierten Hausverwaltung	LHM		•								Mieter	Strategie/Konzept	in Umsetzung
2	Let's go! - ein Theaterstück zum Thema „Bewusste und nachhaltige Mobilität“ für Jugendliche ab 13 Jahren	LHM	•									Kinder und Jugendliche	Umweltbildung	in Umsetzung
3	Anpassung und Intensivierung des Programms Fifty-Fifty zu energieeffizienten und wassersparenden Nutzerverhalten in Münchner Schulen und Kitas	LHM	•									Kinder und Jugendliche	Umweltbildung	in Umsetzung
4	Klimaschutznetzwerk Münchner Schulen	LHM	•									Kinder und Jugendliche	Umweltbildung	in Umsetzung
5	(Be-)Förderung des Einsatzes von regional erzeugten Lebensmitteln im Geschäftsbereich der LHM	LHM					•					Verwaltungsmitarbeiter	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
6	Anpassung des Programmes Pro Klima Contra CO2	LHM		•	•							Verwaltungsmitarbeiter	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
7	Bewusstseinsbildung: Klimaschutz in der Verwaltung --> Kommunikative Begleitung der IHKM-Maßnahmen 8.2.	LHM		•	•							Verwaltungsmitarbeiter	Öffentlichkeitsarbeit	in Umsetzung
8	Integrierte Online-Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Klimaschutz in München	LHM							•			andere Kommunen, interessierte Fachöffentlichkeit	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
9	Erweitertes Klimaschutzprogramm (EKSP)	LHM												in Umsetzung
10	Informationsveranstaltung des Sozialreferates für Multiplikatoren der offenen Kinder- und Jugend-(kultur)arbeit	LHM	•									Multiplikatoren	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
11	Erstellung eines Karteikastens zur Sammlung aller klimaschutzwirksamer Maßnahmen der Stadtverwaltung	LHM										Verwaltungsmitarbeiter	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
12	Klimaschutzstadtplan	LHM									•	Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
13-16	Biostadt München: Kampagne mit Veranstaltung ("München schmeckt Bio") und Leitprojekten (Bio in der Gastronomie, Bio in der Verwaltung, Mehr Bio für Kinder)	LHM										Verwaltungsmitarbeiter	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
17-20	4 weitere Konsumprojekte: Projekte: Das Rätsel des Überflüssigen, Faire Kleidung, Kleidertausch und Upcycling schonen Geldbeutel und Umwelt, Reduzierung von Lebensmittelabfällen	LHM				•						Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
21	Klimasparbuch	LHM	•	•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
22	Solarenergie und Pädagogik	LHM	•									Kinder und Jugendliche	schulische Bildung	in Umsetzung
23	Nacht der Umwelt	LHM		•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
24	Auf geht's beim Klimaschutz / Klimaschutzhandbuch	LHM		•	•	•	•	•				Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	abgeschlossen, Material noch verfügbar

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Bewusstseinsbildung / Konsum

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Erhöhung des Umwelt- und Klimabewusstseins bei Kindern und Jugendlichen	Bewusstseinsbildung und Motivation bei Erwachsenen	Herbeiführen von Verhaltensänderungen bezügl. Energie- und Ressourcenverbrauch bei Erwachsenen	Verstärkung des nachhaltigen Konsums bei Konsumgütern / Produkten	Stärkung der nachhaltigen Ernährung / des nachhaltigen Konsums von Lebensmitteln	Nachhaltiger Konsum von Energie, Wasser und Wohnfläche	Vorbildwirkung der Kommune LHM	Unterstützung bürgerschaftlichen Engagements	Öffentlichkeitsarbeit	Adressaten	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
25	Fortlaufende Motivation von Anbietern und Besuchern der Markthallen zu klimafreundlichem Verhalten	Markthallen München		•		•						Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
26	Umfangreiches Angebot für Schulen: Besichtigungen, Veranstaltungen, Infomaterial, Energiespartipps	SWM	•									Schüler	Umweltbildung	in Umsetzung
27	Bildungsarbeit Fair-Cycle-Messe	Netzwerk für Bild				•						Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
28	Verantaltungsreihe "Mutbürger für Energiewende"	Umwelt-Akademi		•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
29	Kleidertausch und Upcycling schonen Geldbeutel und Umwelt / Kleidertauschparties	Greencity e.V.				•						Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
30	Grüne Bühne: Vortragsreihe zu ökologischen Fragen	Greencity e.V.		•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
31	Divestment	Greencity e.V.										Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
32	Anziehend - mit Kleidung die Welt fairändern; Kakaobohne und Kinderrechte - mehr als nur eine Süßigkeit; Regenwald und Klimaschutz	Ökoprojekt Mobil	•			•						Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
33	Nachhaltig lernen - von Kindesbeinen an	Umwelt-Akademi	•									Kinder und Jugendliche	Umweltbildung	in Umsetzung
34	Ökologische Ernährung	Umwelt-Akademi					•					Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
35	Infoveranstaltungen bei Müncher Klimaherbst	Bürgerstiftung M	•	•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
36	Pflanzen sie mit; Hadern isst gut; Haderner Bauernmarkt	ergon e.V.		•			•					Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
37	Zukunftssalon; Forum Nachhaltigkeit	oekom e.V.		•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
38	Müncher Klimaherbst	Netzwerk Klimaherbst		•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
39	Internetportal www.klimadiplomatie.de	oekom e.V.		•								Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
40	Information und Kampagnen	rehab republic		•	•	•	•				•	Erwachsene	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
41	Umweltbildung.Bayern	Land Bayern	•								•	Kinder und Jugendliche	Label	in Umsetzung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld LHM als Energieverbraucher
Handlungsfeld LHM als Energieverbraucher

	Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	Sonderprogramm „Energieeffiziente Gebäudehülle und Heizungssanierungen“ (EGuH)	LHM	Investition	in Umsetzung
2	Fortschreibung der energetischen Standards im Neubau und Gebäudebestand	LHM	Ordnungsrecht	in Umsetzung
3	Intensivierung des Erfahrungsaustausch zum nachhaltigem Bauen (DGNB, BNB) und Modellprojekt mit Nachhaltigkeitszertifizierung	LHM	Vernetzung	in Umsetzung
4	Modellprojekte (Neubauten) in Passivhaus- bzw. Niedrigstenergiebauweise mit Evaluierung	LHM	Modellprojekte	in Umsetzung
5	Bestand sanieren in Niedrigstenergiebauweise mit Passivhauskomponenten	LHM	Investition	in Umsetzung
6	Sonderprogramm Stromsparen mit Schwerpunkt Beleuchtungssanierung	LHM	Investition	in Umsetzung
7	Zusätzliche Finanzmittel für den Einsatz EE im Bestand (Strom und Wärme)	LHM	Investition	in Umsetzung
8	Bezug von Ökostrom in stadteigenen Gebäuden	LHM	Investition	in Umsetzung
9	Systematisierung und Katalogisierung der Solarpotenziale im stadteigenen Gebäudebestand – Technische und wirtschaftliche Detailprüfung	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
10	Systematische energetische Schwachstellenanalysen im Gebäudebestand – Fortführung Energiesparkonzept ESK 2000	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
11	Anpassung der Programme zum energieeffizienten Nutzerverhalten Fifty/Fifty und Pro Klima-Contra CO2	LHM	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
12	Energieeinsparung durch den Einsatz von LED-Signalgebern und effizientere Steuergeräte	LHM	Investition	in Umsetzung
13	Einsparung bei der Beleuchtung in Straßentunneln	LHM	Investition	in Umsetzung
14	Einsparung bei der Straßenbeleuchtung	LHM	Investition	in Umsetzung
16	Einsatz von sparsamen (verbrauchsoptimierten) Antriebstechniken bei Kfz	LHM	Investition	in Umsetzung
17	Leitfaden Nachhaltige Beschaffung	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
18	Durchführung von Dienstgeschäften vorrangig mit ÖPNV und Dienstrad	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
19	CO2-Zertifikate für Dienstreisen mit dem Flugzeug „München fliegt atmosfair“	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
20	LHMobil	LHM	Beratung, Information, Motivation, <i>Bewusstseinsbildung</i>	in Umsetzung
21	Energie- und umweltschonendes Fahren schulen	LHM	Umweltbildung	in Umsetzung
22	Leichtere Fahrzeugkonzepte	LHM	Strategie/Konzept, <i>Investition</i>	in Umsetzung
23	Ersatz von Diesel durch Gas-to-Liquid	LHM	Strategie/Konzept, <i>Investition</i>	in Umsetzung
24	Energieeinsparung durch Optimierungsmaßnahmen im Fuhrpark	LHM	Strategie/Konzept, <i>Investition</i>	in Umsetzung
25	Reduzierung des Energieverbrauchs bei Geräten der Büroausstattung	LHM	Strategie/Konzept, <i>Investition</i>	

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld LHM als Energieverbraucher

	Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
26	Ersatz von konventionellen Scheinwerfern 100 PAR64 1000 W und 60 PAR 56 300 W durch PAR 56 LED Scheinwerfer 40 W	LHM	Strategie/Konzept, <i>Investition</i>	
27	Infrakredit Energie/Kommunal	Land Bayern	Anreiz	
28	KfW-Förderung "Energetische Stadtsanierung", KfW 432	Bund	Anreiz	
	NKI - Kommunalrichtlinie mit Förderung von	Bund, BMUB	Anreiz	
29	Integrierten Klimaschutzkonzepte	Bund, BMUB		
30	Klimaschutzteilkonzepten	Bund, BMUB		
31	Klimaschutzmanagern	Bund, BMUB		
32	Umsetzung einer ausgewählten Klimaschutzmaßnahmen	Bund, BMUB		
33	Innen-, und Außenbeleuchtungserneuerung mit LED-Leuchten	Bund, BMUB		
34	Lüftungsanlagen	Bund, BMUB		
35	Projekten zum Energieeinsparmanagement, darunter fifty-fifty-F	Bund, BMUB		
36	Kommunen innovativ	Bund, BMBF		
37	BAFA-Förderung von Beratungen zum Energiespar-Contracting	Bund	Anreiz	in Umsetzung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeld Stadtentwicklung
Handlungsfeld Stadtentwicklung

	kommunale Umsetzungspfade ► / Strategie / Instrument / Maßnahme ▼	Akteur	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	Energiekonzepte für Neubaugebiete, Nachverdichtungsbereiche, Bestandsareale	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
2	Energiekonzepte für neue Baugebiete	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
3	Energetischer Stadtbau im Rahmen des Sanierungsgebietes Neuaubing-Westkreuz (Aktive Stadt- und Ortsteilzentren)	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
4	Energienutzungsplan	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
5	Solarpotenzialanalyse für alle Gebäude im Stadtgebiet München - Aktualisierung und Konkretisierung der Solarpotenzialanalyse aus dem Jahr 2005	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
6	Planungsgrundlagen „Siedlungsentwicklung und Energieversorgung“	LHM	Planungsinstrument	in Umsetzung
7	Landschaftsbezogene Wegekonzeption für den Grüngürtel	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
8	(Erhalt und Entwicklung klimawirksamer Freiflächen und Siedlungsstrukturen)	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
9	(Landschaftsentwicklung in Kooperation mit dem Umland)	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
10	Entwicklung eines STADT-KLIMA-Parks	LHM	Umweltbildung	in Umsetzung
11	Klimafunktionsanalysen und Studien zu Auswirkungen des Klimawandels	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
12	Integration der Ergebnisse der Klimastudien in die Bauleitplanung	LHM	Planungsinstrument	in Umsetzung
13	Zukauf von Waldflächen im Umgriff von München	LHM	Erhöhung THG-Senkenfunktion	in Umsetzung
14	Aufforstungen von Ausgleichsflächen im Grüngürtel	LHM	Erhöhung THG-Senkenfunktion	in Umsetzung
15	Humus-, Nährstoff- und Energiebilanzen für alle Stadtgüter Münchens erstellen	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
16	Szenarien zur Umsetzung der 2000-Watt Gesellschaft	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
17	Vulnerabilitäts- und Resilienzanalyse städtischer Strukturen	LHM	Studie/Analyse	in Umsetzung
18	Förderung von Energiekonzepten, insbesondere von Energieeinsparkonzepten und kommunalen Energienutzungsplänen	Land Bayern	Anreiz	in Umsetzung
19	KfW-Förderung "Energetische Stadtsanierung", KfW 432	Bund	Anreiz	
	NKI - Kommunalrichtlinie mit Förderung von	Bund, BMUB	Anreiz	
20	Integrierten Klimaschutzkonzepte	Bund, BMUB		
21	Klimaschutzteilkonzepten	Bund, BMUB		
22	Klimaschutzmanagern	Bund, BMUB		
23	Kommunen innovativ	Bund, BMBF		
24	BAFA-Förderung von Beratungen zum Energiespar-Contracting	Bund	Anreiz	in Umsetzung

Anhang 5: Ergebnis der Bestandsaufnahme: strukturierte Übersicht der Klimaschutzmaßnahmen der Gesamtstadt sowie weiterer Akteure - Handlungsfeldübergreifende Projekte
Handlungsfeldübergreifende Projekte

	Handlungsfeldübergreifende Projekte der LHM	Akteur	Art des Instruments / der Maßnahme	Umsetzungsstand
1	EU-Projekt Imagine	LHM	Strategie/Konzept	in Umsetzung
2	Terminkalender Energie und Klimaschutz	LHM	Beratung, Information, Motivation	in Umsetzung
3	Betreuung internationaler Delegationen	LHM	Beratung, Information, Motivation, <i>Vernetzung</i>	in Umsetzung
4	Best-Practice-Förderung / Energien	LHM	Anreiz, <i>Förderprogramm</i>	in Umsetzung
5	Leitlinie Ökologie	LHM		in Umsetzung
6	EU-Projekt Smart Cities	LHM		in Umsetzung
7	Gutachten Perspektive München 2040	LHM		
8	Gutachten 2000-Watt-Gesellschaft	LHM		
9	Stoffstrom-Modell München	LHM		
10	München für Klimaschutz MfK	LHM		