www.oeko.de

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Ein Beitrag zur Energiewende?

Nachhaltigkeit auf dem Strom- und Energiemarkt und welche Rolle Kläranlagen dabei übernehmen können

Dr. Matthias Koch

Umweltethische Diskussionen zur "Kläranlage der Zukunft"

Online Workshop, 10.11.2022

Agenda

- Vorstellung Öko-Institut e.V.
- Transformation der Strom- und Wärmeversorgung in Richtung Klimaneutralität
- Rolle von Flexibilitätsoptionen in einer klimaneutralen Strom- und Wärmeversorgung
- Einbindung von Kläranlagen in den Strommarkt und in Wärmenetze

Vorstellung Öko-Institut e.V.

- Gegründet 1977, gemeinnütziger Verein
- Standorte in Freiburg, Darmstadt und Berlin
- Aktuell rund 190 Beschäftigte (2022)
- Auftraggeber: Europäische Union, Ministerien auf Bundes- und Landesebene, Unternehmen, Stiftungen, Verbände, NGO

Auf Basis einer interdisziplinären Forschung

- erstellen wir wissenschaftliche Studien,
- entwickeln wir methodische Grundlagen,
- beraten wir Entscheidungsträger*innen aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft,
- bearbeiten wir rund 380 nationale und internationale Projekte pro Jahr.

Unsere Forschungsthemen im Überblick

Chemikalien- und Technologiebewertung

Energie und Klimaschutz

Internationale Zusammenarbeit

Konsum und Unternehmen

Mobilität und Verkehr

Nukleare Anlagen und Risikotechnologien

Umweltpolitik und Umweltrecht

Radioaktive Abfälle und Strahlenschutz

Rohstoffe und Recycling

Promotion zu Co-Vergärungsanlagen

- Zeitraum: 2005 – 2009
- Landwirtschaftliche (Mais und Gülle) und abfallwirtschaftliche (Bioabfälle, Gülle, Klärschlamm) Co-Vergärungsanlagen
  - Die Kombination der Substrate bestimmt die Gärrestverwertung:
    - Ohne Klärschlamm: stoffliche Verwertung (Dünger)
    - Mit Klärschlamm: thermische Verwertung (Kraftwerk)
- Methodik:
  - Stoff- und Energiestrommodellierung
  - Ökologische und ökonomische Bewertung
  - Standortplanung
- https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000010806

Transformation der Strom- und Wärmeversorgung in Richtung Klimaneutralität

- Reduktion des Strom- und Wärmeverbrauchs („Efficiency first“)

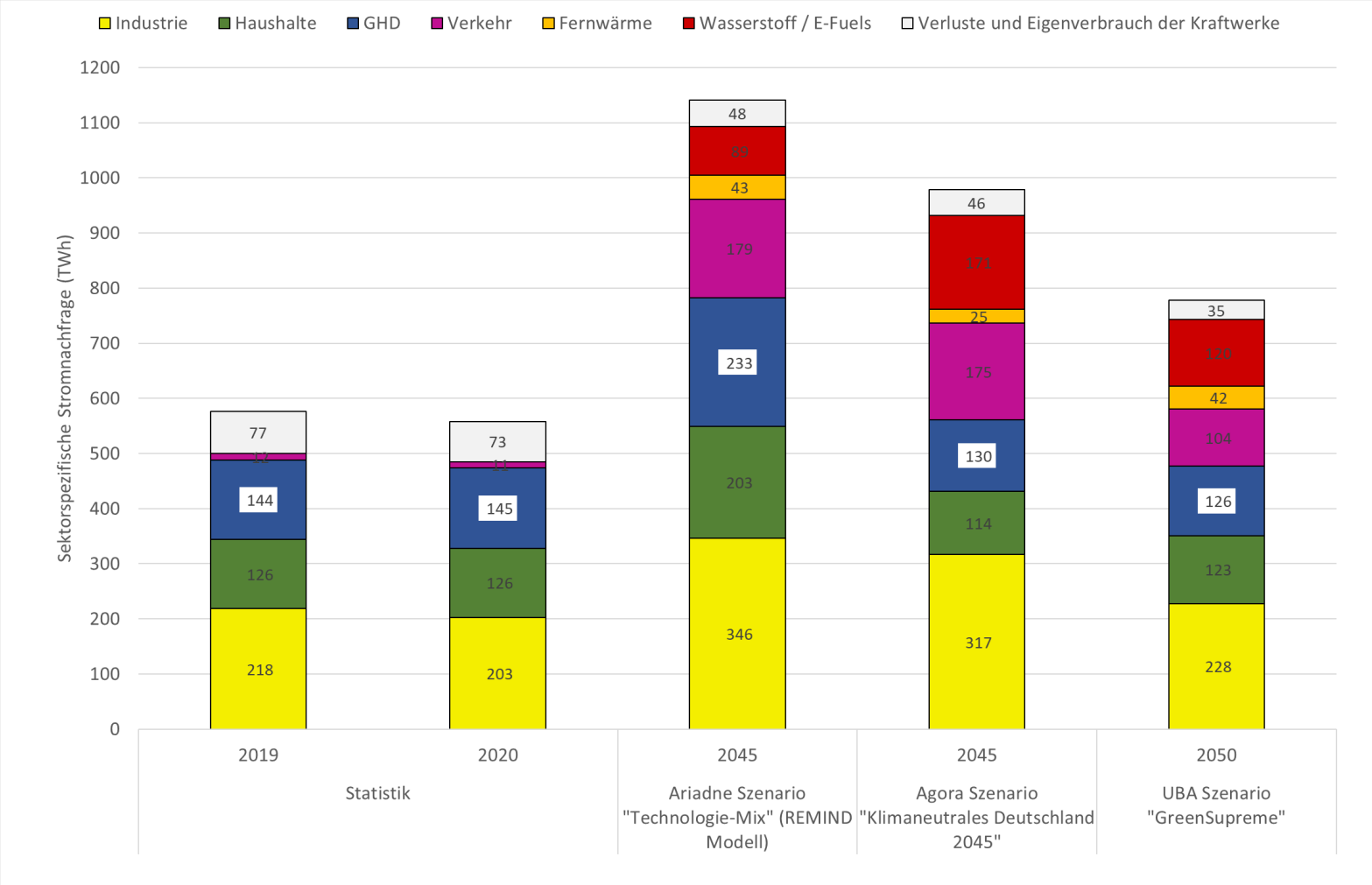
- Ausstieg aus der Verbrennung fossiler Energieträger für die Strom- und Wärmeversorgung
  - Kohleausstieg: Schrittweise Reduzierung und Beendigung der Kohleverstromung in Deutschland bis spätestens 2038 („Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung“)
  - Erdgasausstieg: Schrittweise Umstellung auf grünen Wasserstoff („H2-ready“)

- Ausbau der Erneuerbaren Energien
  - Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG): 80% EE-Anteil am Bruttostromverbrauch bis 2030 (≈ 600TWh)
  - Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW): Wärmenetze zunehmend auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme umstellen
  - Weiterentwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Modernisierung und Flexibilisierung

Vorstellung von drei klimaneutralen Szenarien für Deutschland

	Ariadne-Szenario „Technologie-Mix“ (REMIND Modell)	Agora-Szenario „Klimaneutrales Deutschland 2045“	UBA-Szenario „GreenSupreme“
Klimaneutralität	2045	2045	2050
Rolle von Suffizienz	keine	keine	Zentraler Bestandteil des Szenarios
Stromverbrauch	1.150 TWh	950 TWh	750 TWh
EE-Mix zur Stromerzeugung	• Wind onshore: 582 TWh • Wind offshore: 114 TWh • PV: 329 TWh	• Wind onshore: 292 TWh • Wind offshore: 239 TWh • PV: 336 TWh	• Wind onshore: 423 TWh • Wind offshore: 132 TWh • PV: 134 TWh
Netto-Stromimporte	53 TWh	22 TWh	43 TWh
Verwendung von Biomasse	v.a. für biogene Kraftstoffe (Verkehr)	v.a. für Wärmeerzeugung (Industrie und Haushalte)	v.a. stoffliche Nutzung
Wasserstoff und E-Fuels	• 400 TWh • 73% Import	• 425 TWh • 78% Import	• 455 TWh • 81% Import

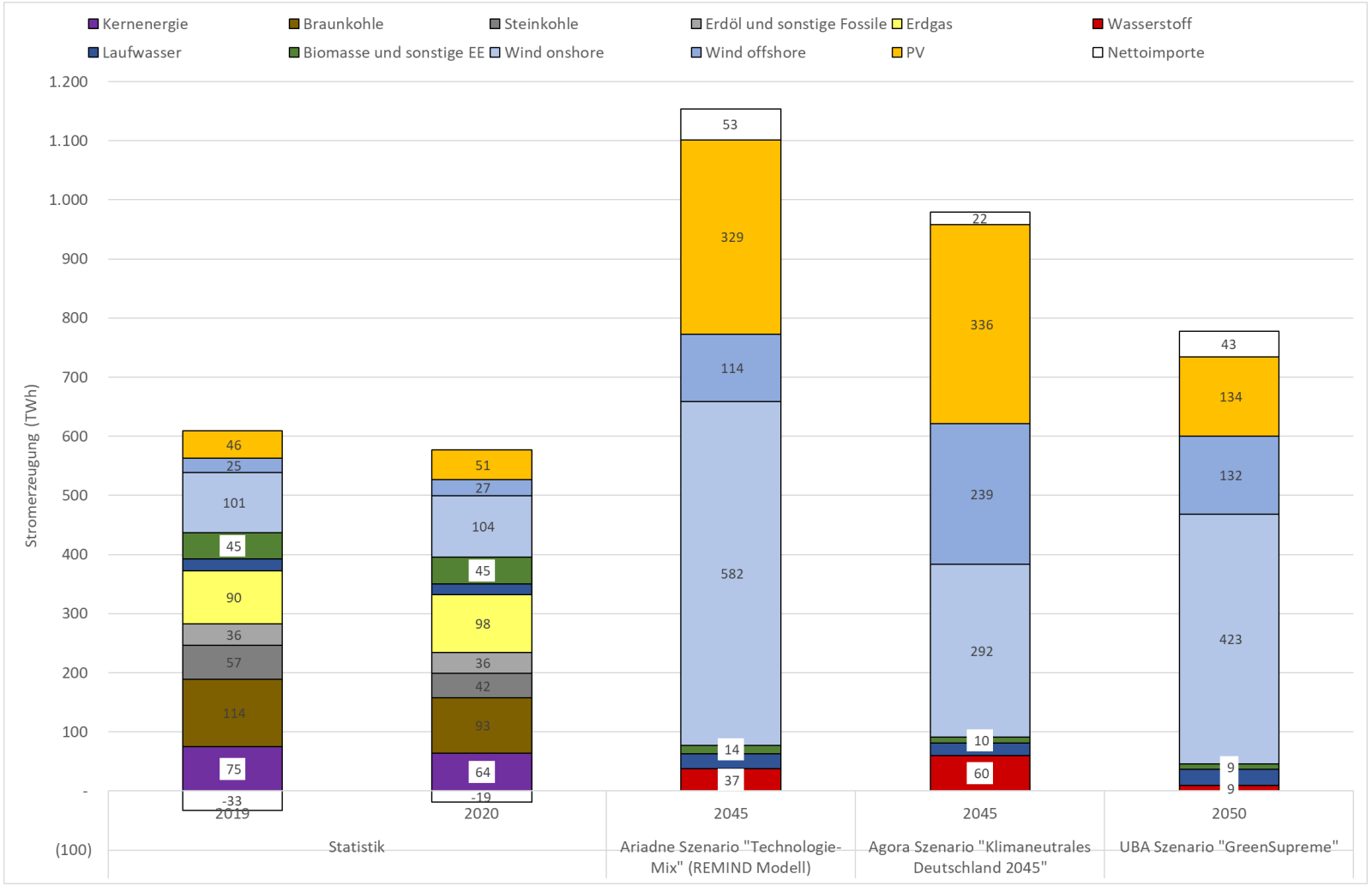
Entwicklung der Stromnachfrage in einem klimaneutralen Energiesystem



- Anstieg der Stromnachfrage durch Elektrifizierung
  - Elektromobilität
  - Wärmepumpen und elektrische Heizsysteme
  - Wasserstoffelektrolyse
- Anstieg der Stromnachfrage wird abgeschwächt durch
  - Effizienz
  - Suffizienz

Quelle: 100% klimaneutrale Energieversorgung – der Beitrag Baden-Württembergs und seiner zwölf Regionen, Studie im Auftrag des BUND Landesverband Baden-Württemberg, https://www.oeko.de/publikationen/p-details/100-klimaneutrale-energieversorgung-der-beitrag-baden-wuerttembergs-und-seiner-zwoelf-regionen

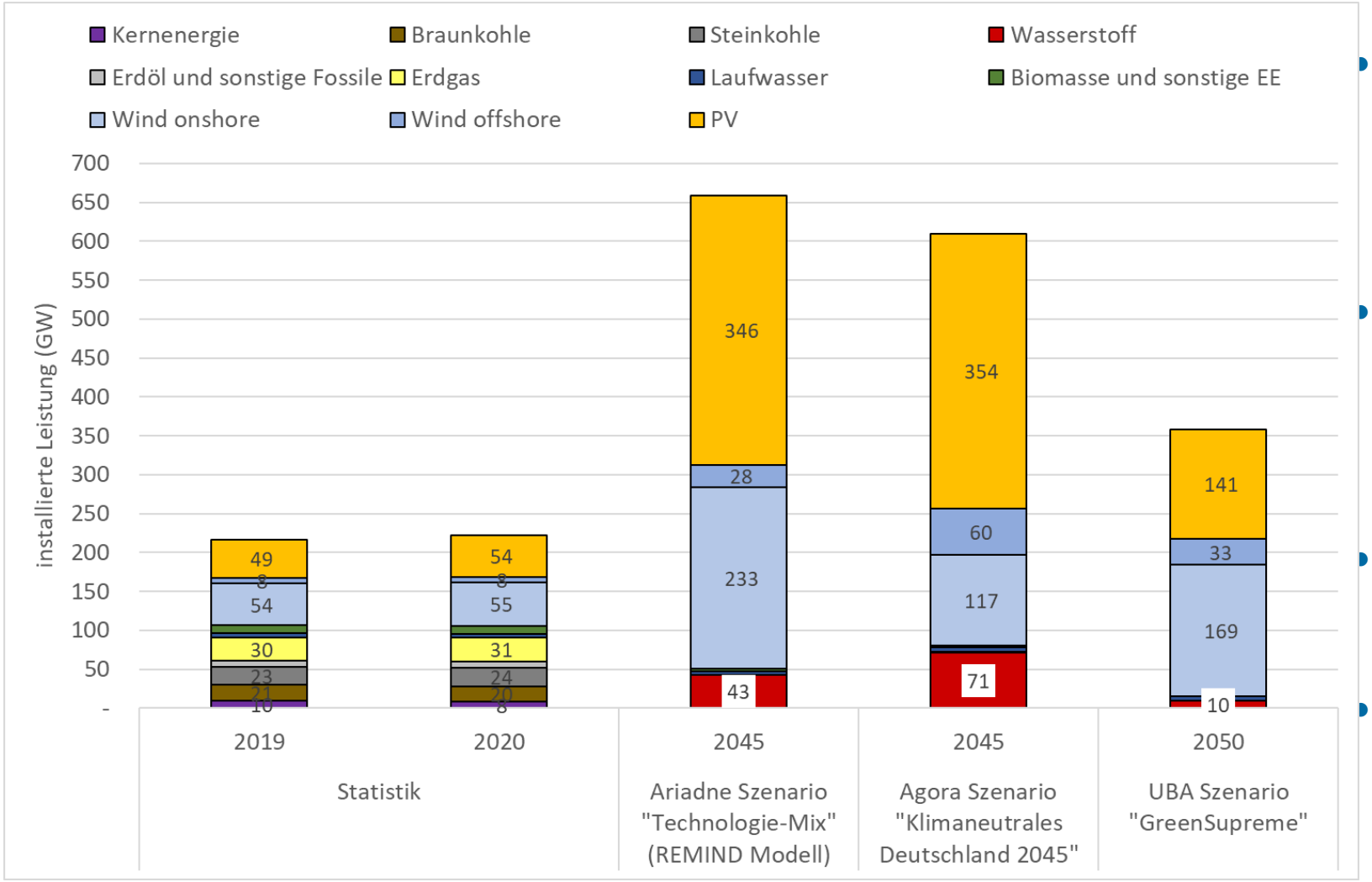
Entwicklung der Stromerzeugung in einem klimaneutralen Energiesystem



- Es dominieren die fluktuierenden Energieträger Wind und PV
- Steuerbare Energieträger sind Wasserstoff und Biomasse
- Klärgas 2021: ca. 1,5 TWh
- Steigender Flexibilitätsbedarf
  - Tagesspeicher
  - Saisonale Speicher / Backup

Quelle: 100% klimaneutrale Energieversorgung – der Beitrag Baden-Württembergs und seiner zwölf Regionen, Studie im Auftrag des BUND Landesverband Baden-Württemberg, https://www.oeko.de/publikationen/p-details/100-klimaneutrale-energieversorgung-der-beitrag-baden-wuerttembergs-und-seiner-zwoelf-regionen

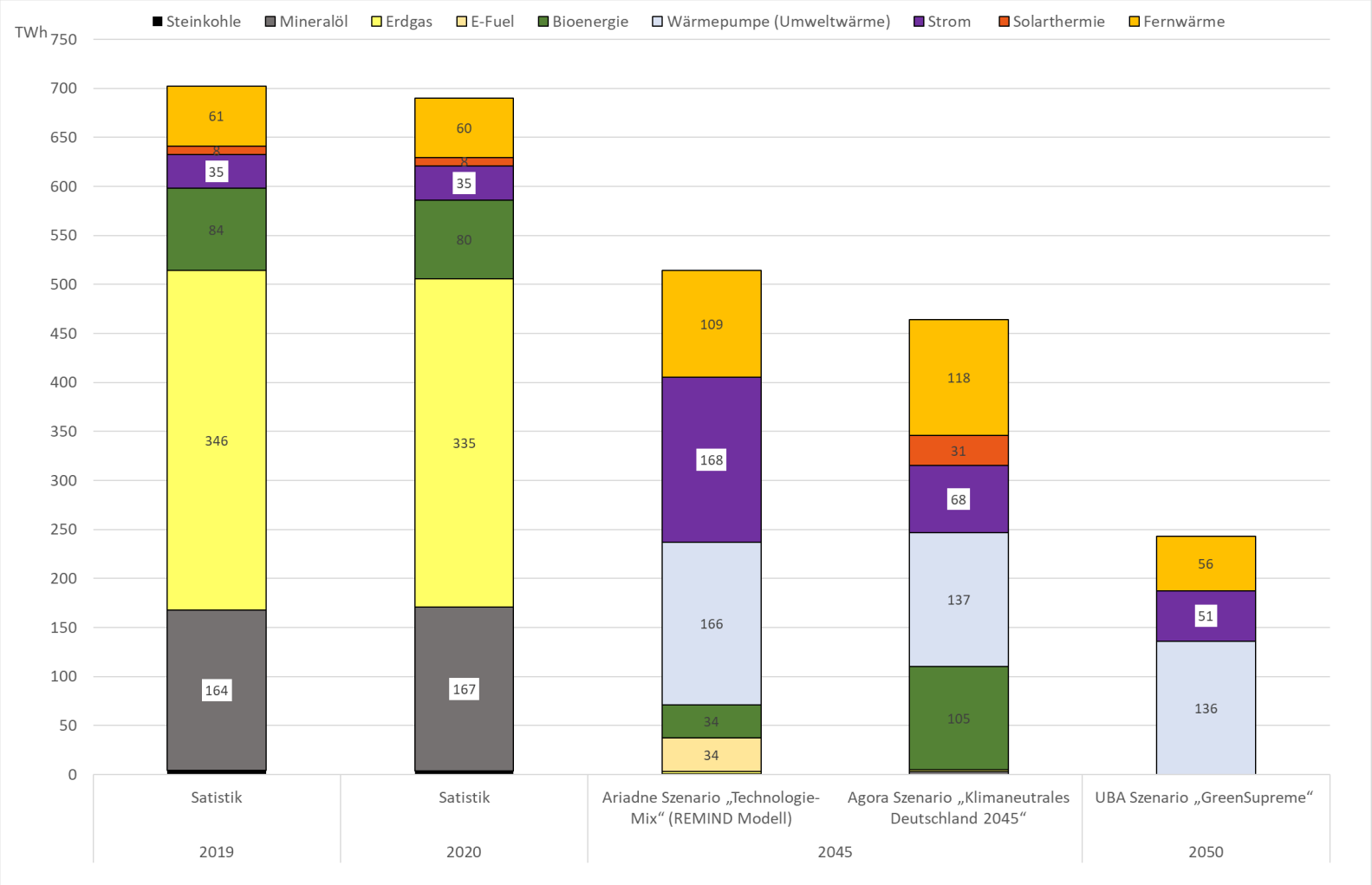
Entwicklung der Stromerzeugungskapazitäten in einem klimaneutralen Energiesystem



- Es dominieren die fluktuierenden Energieträger Wind und PV
- Steuerbare Energieträger sind Wasserstoff und Biomasse
- Klärgas 2021: ca. 0,25 GW_{el}
- Steigender Flexibilitätsbedarf
  - Tagesspeicher
  - Saisonale Speicher / Backup

Quelle: 100% klimaneutrale Energieversorgung – der Beitrag Baden-Württembergs und seiner zwölf Regionen, Studie im Auftrag des BUND Landesverband Baden-Württemberg, https://www.oeko.de/publikationen/p-details/100-klimaneutrale-energieversorgung-der-beitrag-baden-wuerttembergs-und-seiner-zwoelf-regionen

Entwicklung der Gebäudewärmeerzeugung in einem klimaneutralen Energiesystem



- Rückgang der Wärmenachfrage durch stärkere Gebäudedämmung
- Effizientere Heizsysteme
- Technologiewechsel
  - Ausstieg bei Gas- und Ölheizungen
  - Ausbau bei Wärmepumpen, Wärmenetzen und Solarthermie

Quelle: 100% klimaneutrale Energieversorgung – der Beitrag Baden-Württembergs und seiner zwölf Regionen, Studie im Auftrag des BUND Landesverband Baden-Württemberg, https://www.oeko.de/publikationen/p-details/100-klimaneutrale-energieversorgung-der-beitrag-baden-wuerttembergs-und-seiner-zwoelf-regionen

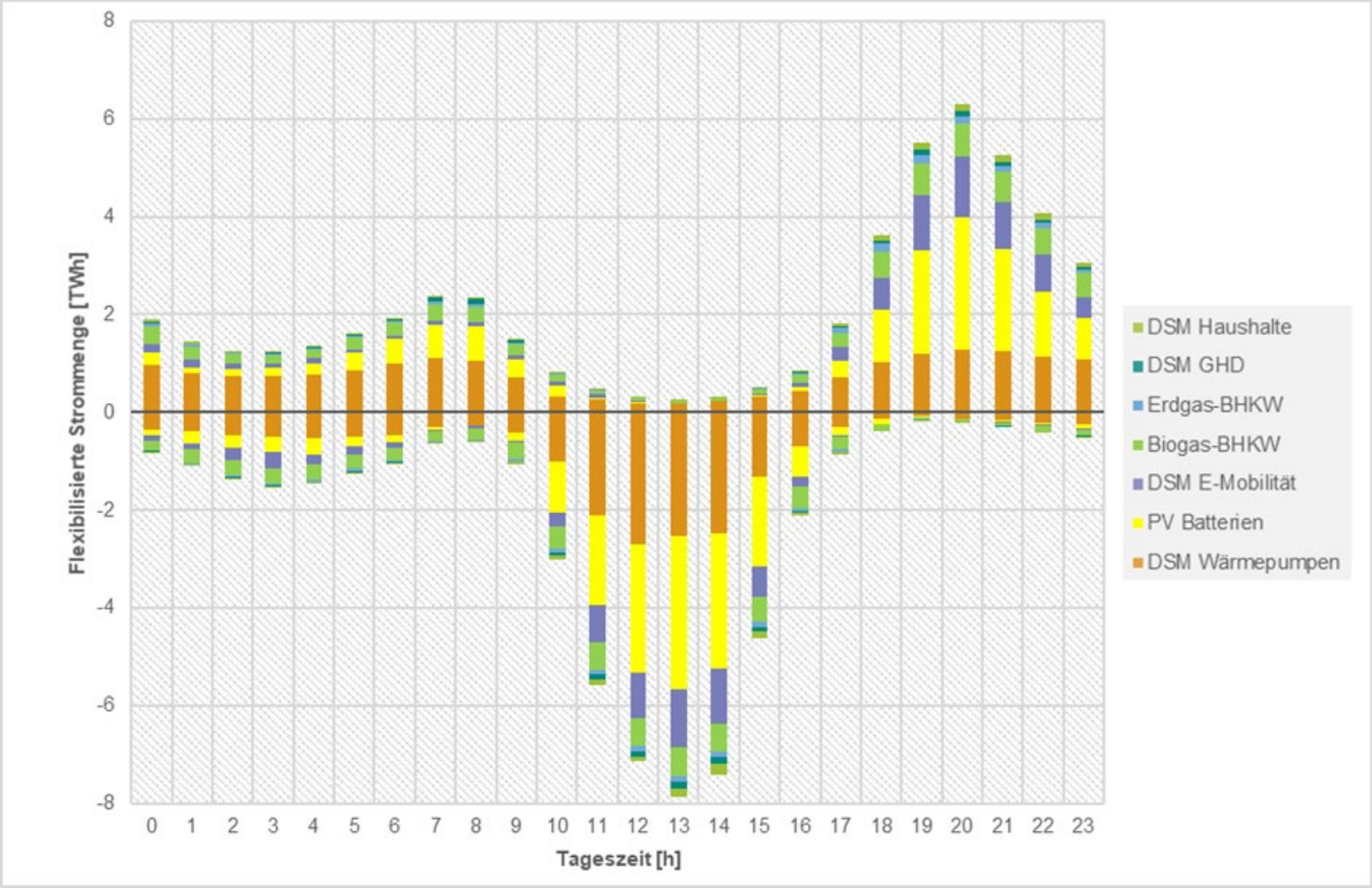
Rolle von Flexibilitätsoptionen in einer klimaneutralen Strom- und Wärmeversorgung

- Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch zu jedem Zeitpunkt des Jahres

- Stromversorgung
  - Einsatzreihenfolge der Kraftwerke („Merit Order“)
  - Arbitragegeschäfte von Speichern am Strommarkt
  - Ausgleich von Fahrplanabweichungen und Prognosefehlern bei anderen Akteuren
  - Regelenergie und Redispatch für Versorgungssicherheit und Netzbetrieb

- Wärmeversorgung
  - Einsatzreihenfolge der Wärmeerzeugungstechnologien („multivalenter Betrieb“)
  - Wechselwirkung mit Strompreis bei elektrischen Wärmeerzeugern und KWK-Technologien
  - Wärmespeicher für zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Nachfrage

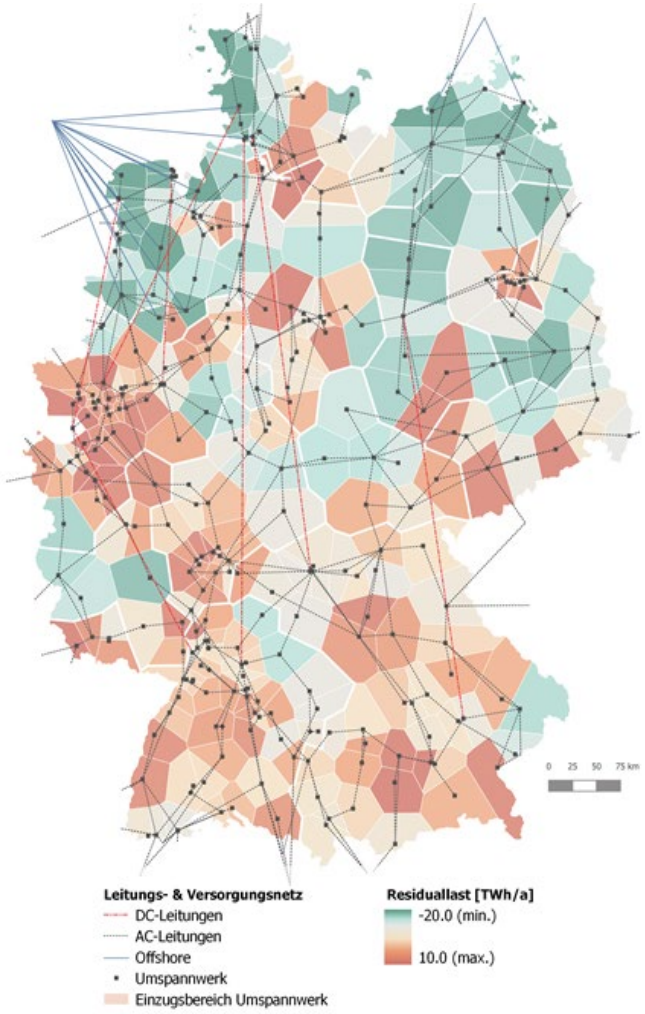
Strommarktbasierter Einsatz von dezentralen Flexibilitätsoptionen im Tagesverlauf im „Enera Best Case“ Szenario 2050

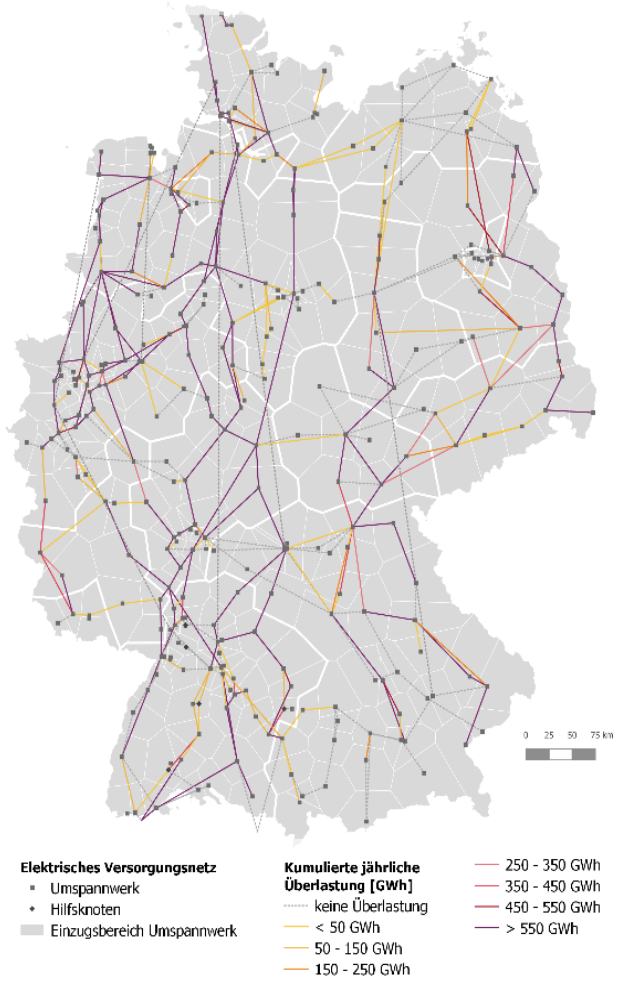


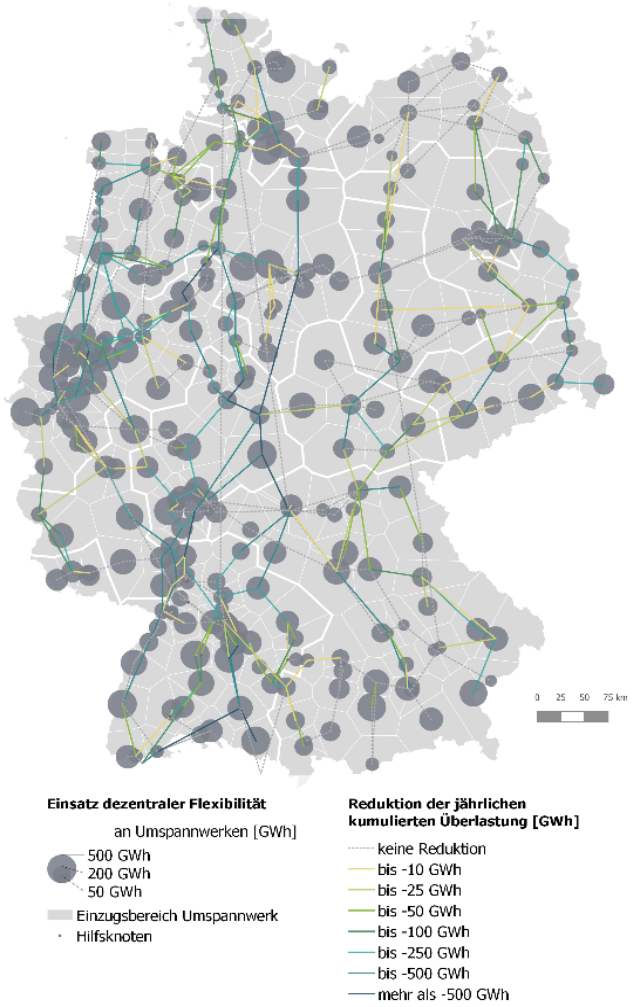
- Einspeicherung, Lasterhöhung und Reduktion der steuerbaren Stromerzeugung vor allem zwischen 10 und 16 Uhr
- Ausspeicherung, Lastreduktion und Erhöhung der steuerbaren Stromerzeugung vor allem zwischen 18 und 23 Uhr
- Rolle von Tagesspeichern: Ausgleich des PV-Einspeiseprofils

Quelle: Die enera Roadmap: enera übertragen und international verankern „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“, https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/enera-Roadmap.pdf

Übertragungsnetzdienlicher Einsatz von dezentralen Flexibilitätsoptionen im „Enera Best Case“ Szenario 2050







Quelle: Die enera Roadmap: enera übertragen und international verankern „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“, https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/enera-Roadmap.pdf

Einsatzmöglichkeiten für Kläranlagen in einer klimaneutralen Strom- und Wärmeversorgung

- Stromversorgung
  - Steuerbare Klärgas-BHKW
  - PV-Anlage auf Betriebsgebäude / Betriebsgelände
  - Lastmanagement bei Rührwerken, Pumpen und Klärschlammentwässerung
  - Eigenverbrauchsdeckung
  - Einspeisung in das Stromnetz (zu Zeiten mit möglichst hohen Strompreisen)
  - Bereitstellung von Systemdienstleistungen (z.B. Regelenergie, Bilanzkreismanagement, Redispatch)
- Wärmeversorgung
  - Steuerbare Klärgas-BHKW
  - Solarthermie-Anlage auf Betriebsgebäude / Betriebsgelände
  - Großwärmepumpe
  - Eigenverbrauchsdeckung
  - Einbindung in ein Wärmenetz
- Chance
  - Weiterentwicklung und Aufwertung der Kläranlage durch erneuerbare Energien und neue Aufgabenfelder

Einbindung einer Kläranlage in den Strommarkt und in Wärmenetze

- Virtuelle Kraftwerke / Aggregatoren
  - Z.B. Energy & Meteo Systems: https://www.energymeteo.de/
  - Z.B. Next Kraftwerke: https://www.next-kraftwerke.de/
  - Voraussetzung: Digitalisierung und Automatisierung der Prozesse und Erlaubnis (Vertrauen) zur externen Steuerung

- EnWG §14a (Steuerbare Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannung)
  - Vertrag zwischen Verteilnetzbetreiber und Letztverbraucher
  - Voraussetzung: separaten Zählpunkt
  - Reduziertes Netzentgelt für netzdienliche Steuerung

- Lokale (Nah-)Wärmenetzbetreiber (z.B. über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze)

Ihr Ansprechpartner

Dr. Matthias Koch

Senior Researcher

Öko-Institut e.V.
Geschäftsstelle Freiburg
Postfach 17 71
79017 Freiburg

Telefon: +49 761 45295-218
E-Mail: m.koch@oeko.de

Homepage: www.oeko.de