

PROSA
Elektroherde und elektrische
Kochstellen
Entwicklung der Vergabekriterien für ein
klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Studie im Rahmen des Projekts
„Top 100 – Umweltzeichen für klima-
relevante Produkte“

12. März 2013

Autoren:

Moritz Mottschall

Daniel Bleher

Dr. Dietlinde Quack

Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71

79017 Freiburg, Deutschland

Hausadresse

Merzhäuser Straße 173

79100 Freiburg, Deutschland

Tel. +49 (0) 761 – 4 52 95-0

Fax +49 (0) 761 – 4 52 95-88

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95

64295 Darmstadt, Deutschland

Tel. +49 (0) 6151 – 81 91-0

Fax +49 (0) 6151 – 81 91-33

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7

10179 Berlin, Deutschland

Tel. +49 (0) 30 – 40 50 85-0

Fax +49 (0) 30 – 40 50 85-388

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



**DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE**

Zur Entlastung der Umwelt ist dieses Dokument für den
beidseitigen Druck ausgelegt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Methodisches Vorgehen	1
3	Teil I	3
3.1	Definition	3
3.2	Markt- und Umfeldanalyse	5
3.2.1	Marktsättigung	5
3.2.2	Kosten	5
3.2.3	Konsumtrends	6
3.2.4	Technologien und Markttrends	7
3.2.5	Energieverbrauch	8
3.2.6	Elektromagnetische Felder EMF	13
3.3	Nutzenanalyse	15
3.3.1	Gebrauchsnutzen	17
3.3.2	Symbolischer Nutzen	19
3.3.3	Gesellschaftlicher Nutzen	19
3.3.4	Zusammenfassung der Nutzenanalyse	20
4	Teil II	21
4.1	Lebenszyklusanalyse	21
4.2	Analyse der Lebenszykluskosten	26
5	Teil III: Ableitung von Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen	31
6	Literatur	39
7	Anhang	43
7.1	Kenngroßen Lebenszyklusanalyse	43
7.2	Methode der Wirkungsabschätzung	43
7.2.1	Kumulierter Energieaufwand (KEA)	43
7.2.2	Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP)	43
7.2.3	Eutrophierung	44
7.2.4	Versauerung	44
7.3	Prüfbedingungen für zur Messung von Energieverbräuchen von Elektro-Kochstellen	44
7.4	Prüfbedingungen für Formaldehydemissionen	45

1 Einleitung

Die vorliegende Untersuchung zu Elektroherden und elektrischen Kochstellen ist Teil eines mehrjährigen Forschungsvorhabens, bei der die aus Klimasicht wichtigsten hundert Haushaltsprodukte im Hinblick auf ökologische Optimierungen und Kosteneinsparungen bei Verbrauchern analysiert werden.

Auf Basis dieser Analysen können Empfehlungen für verschiedene Umsetzungsbereiche erteilt werden:

- für Verbraucherinformationen zum Kauf und Gebrauch klimarelevanter Produkte (einsetzbar bei der Verbraucher- und Umweltberatung von Verbraucherzentralen, Umweltorganisationen und Umweltportalen wie www.utopia.de etc.),
- für die freiwillige Umweltkennzeichnung von Produkten (z.B. das Umweltzeichen Blauer Engel, für das europäische Umweltzeichen, für Marktübersichten wie www.topten.info und www.ecotopten.de oder für Umwelt-Rankings wie etwa die Auto-Umweltliste des VCD),
- für Anforderungen an neue Produktgruppen bei der Ökodesign-Richtlinie und für Best-Produkte bei Förderprogrammen für Produkte,
- für produktbezogene Innovationen bei den Unternehmen.

2 Methodisches Vorgehen

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung des Produktes relevant sind – neben Energie-/Treibhauseffekt kommen Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungs-Potenzial, Lärm, Toxizität, etc. in Betracht.

Methodisch wird die Analyse mit der Methode PROSA – Product Sustainability Assessment durchgeführt (Abbildung 1). PROSA umfasst mit der Markt- und Umfeld-Analyse, der Ökobilanz, der Lebenszykluskostenrechnung und der Benefit-Analyse die zur Ableitung der Vergabekriterien erforderlichen Teil-Methoden und ermöglicht eine integrative Bearbeitung und Bewertung.

Eine Sozialbilanz wird nicht durchgeführt, weil soziale Aspekte, z. B. bei der Herstellung der Produkte beim Umweltzeichen, bisher nicht oder nicht gleichrangig einbezogen werden.

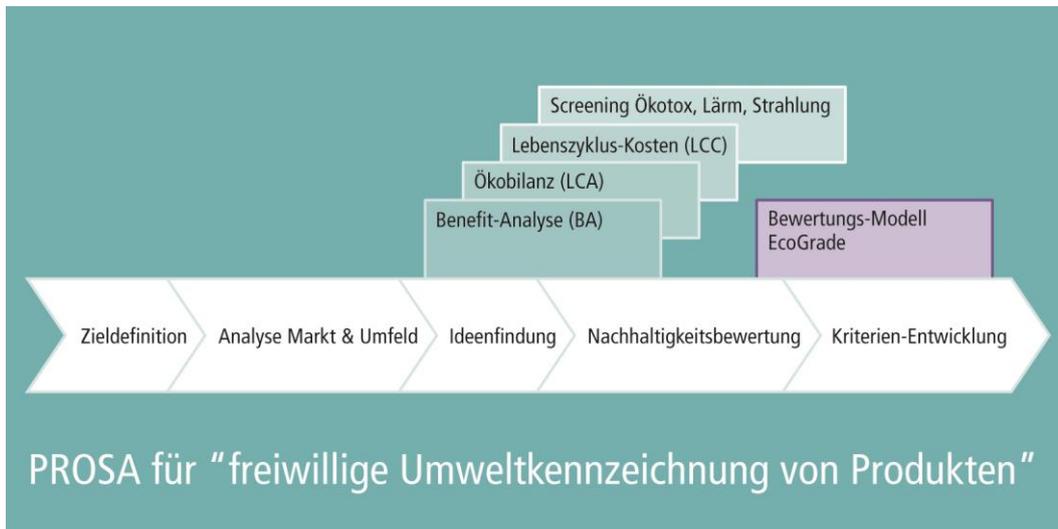


Abbildung 1 Die Grundstruktur von PROSA

3 Teil I

In Kapitel 3.1 wird zunächst die Produktgruppe Elektroherde und elektronische Kochstellen definiert, anschließend wird in Kapitel 3.2 Markt und Umfeld dieser Geräte beschrieben und in Kapitel 3.3 der Nutzen von Elektroherden und elektronischen Kochstellen für den Endverbraucher im Alltag skizziert.

3.1 Definition

Ein **Herd** ist eine Kombination aus einer Kochstelle und einem Backofen. Die **Kochstelle** ist der obere Teil des Herdes, auf den die Töpfe und Pfannen zum Kochen und Garen von Speisen gestellt werden. Der Begriff Kochstelle umfasst die darauf befindlichen baulichen Bestandteile Kochzonen bzw. -felder. Der Begriff Kochmulde kennzeichnet i. d. R. die in Edelstahl gefassten Kochplatten aus Gusseisen (Massekochplatten).

Der **Backofen** ist der untere Teil des Herdes, der zum Backen, Braten und Grillen von Lebensmitteln dient. Backöfen werden auf dem Markt mit unterschiedlichen Volumina angeboten, typisch für Haushalte sind Backöfen mit einem mittleren Volumen von 35 bis 64 Litern. Backöfen wurden gesondert im Rahmen einer eigenen PROSA-Studie untersucht, so dass sich diese Studie auf Elektroherde und elektrische Kochstellen fokussiert [Mottschall et al. 2010].

Herde und Kochfelder werden in unterschiedlichen Bauformen angeboten [vzbv 2008]:

- *Standherde:* Backofen und Kochfeld stellen eine Baueinheit dar, die nicht in einen Küchenschrank eingebaut werden kann (Darstellung a in Abbildung 1). Wichtiges Unterscheidungsmerkmal zu den Ein- und Unterbauherden: die Verwendung eines Standherdes bedingt die Unterbrechung der Tisch- oder Küchenplatte der umgebenden Bauelemente.
- *Ein- und Unterbauherde:* Backofen mit Kochplattensteuerung, der in ein Modul der Kücheneinrichtung eingebaut werden muss; zusätzlich wird ein Kochfeld benötigt (Darstellung b und c in Abbildung 1). Die Kochstelle wird in eine in die Küchenplatte eingesetzte Öffnung eingesetzt.
- *Einbaubacköfen:* Backofen ohne Kochplattensteuerung, der in einen Küchenschrank eingebaut werden muss (Darstellung d in Abbildung 1).
- *Autarke Kochfelder:* Diese haben eine eigene Steuerung und können so mit einem Einbaubackofen kombiniert werden (Darstellung e in Abbildung 1).
- *Andere Kochfelder* sind nur in Kombination mit einem Backofen funktionsfähig, da die Steuerung des Kochfeldes über die Schaltleiste des Backofens erfolgt (bei Stand-, Einbau- oder Unterbauherden).

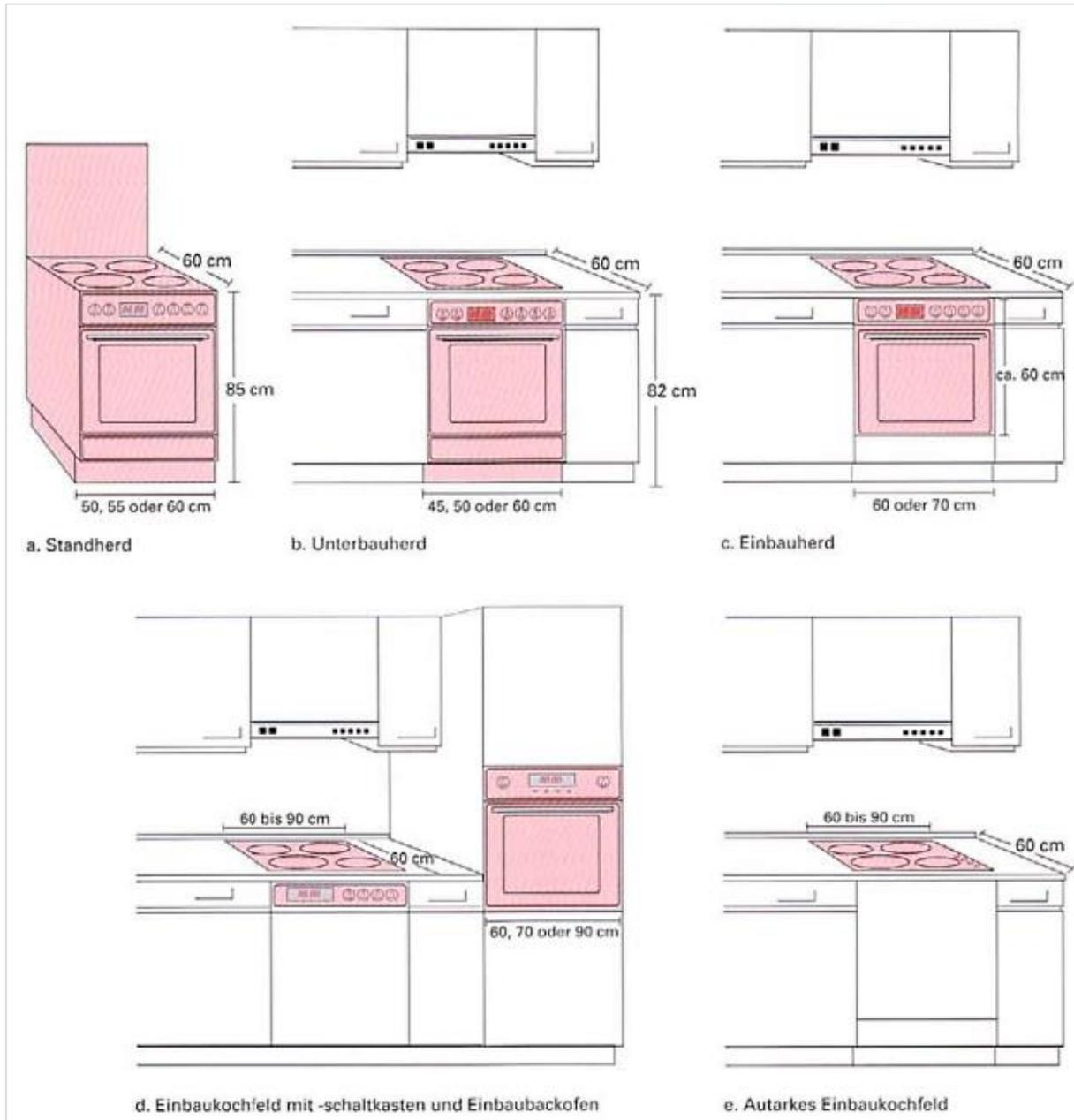


Abbildung 2 Bauformen nach HEA 2002

Die Kochstelle ist i. d. R. mit bis zu vier Kochzonen ausgerüstet, deren Funktionsweise auf vier verschiedenen Technologien/Bauarten basiert:

- Klassische, meist gusseiserne Kochplatten, bei denen die Heizspiralen in der Kochplatte liegen (Massekochplatten),
- Glaskeramikkochfelder mit Infrarot-betriebenen Heizwendeln oder Heizbändern (Strahlungsfelder),

- Glaskeramikkochfelder mit Halogentechnik, bei der die Heizwendeln (Wolframdraht) in einem Edelgasgefüllten Glaskörper liegen
- Induktionskochfelder mit einer elektromagnetischen Spule, die nur bei Berührung mit dem Topfboden Wärme erzeugt. Hierfür wird spezielles Kochgeschirr (magnetisch leitend) benötigt.

3.2 Markt- und Umfeldanalyse

In der Markt- und Umfeldanalyse werden zunächst Markttrends für die Produktgruppe Elektroherde/-kochfelder erörtert, bevor im weiteren Verlauf auf Konsum- und auf Technologietrends eingegangen wird.

3.2.1 Marktsättigung

Gekocht wird in nahezu jedem Haushalt, d.h. es kann davon ausgegangen werden, dass jeder Haushalt über einen Herd verfügt. Vielfach gehört er auch zur Grundausstattung von Mietwohnungen dazu.

Nach Angaben von GfK und ZVEI [2008] lag die Marktsättigung bei Elektroherden und -backöfen in Deutschland im Jahr 2008 bei 85 Prozent der Haushalte, wobei dieser Anteil seit 2005 konstant blieb. 1980 lag der Anteil noch bei 77%; in den 1980er und 1990er Jahren folgte ein kontinuierlicher Zuwachs bei Elektroherden und -backöfen. Heute sind rund 33,9 Mill. Geräte in den Haushalten im Einsatz. [GfK/ZVEI 2008].

Davon abweichend weisen EWI/Prognos [2007] einen Ausstattungsgrad der privaten Haushalte im Jahr 2005 mit Elektroherden von 79,4%, mit Gasherden von 7,4% und mit Kohle- bzw. Holzherden von 0,3% aus. Für die Zukunft sehen EWI/Prognos – wie schon in der Vergangenheit – eine leichte Tendenz zu Gunsten von Elektroherden.

Die Unterschiede in den Zahlen sind aller Wahrscheinlichkeit nach dadurch begründet, dass die Statistiken nicht zwischen den einzelnen Bauformen unterscheiden. So spielen Standherde heute eine geringe Rolle. Standherde hatten beispielsweise 2008 am Gesamtumsatz (inkl. MwSt) für Elektroherde/-Backöfen/-Kochstellen in Höhe von 1.760 Mill. Euro nur einen Anteil von 6,6% (2001: 9,7%) [GfK/ZVEI 2008].

3.2.2 Kosten

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Preisspanne von Elektroherden und elektrischen Kochstellen. Die Preise für einen 60 cm breiten Elektroherd mit gusseisernen Kochplatten bewegen sich zwischen 200 und 750 Euro. Bei einer Kombination von Elektrobackofen und Kochfeld aus Glaskeramik liegt die Preisspanne zwischen 300 und rund 1900 Euro. Bei elektrischen Kochzonen bewegen sich die Preise zwischen 120 und über 1600 Euro. Zu beachten ist, dass die Anschlusskosten für Elektroherde bei etwa 100 Euro liegen.

Tabelle 1 Preisspanne der Elektrokochfelder und elektrischen Herde, ca. 60 cm Breite (eigene Recherche)

	Standherd	Kochstelle	Einbauherd
Gusseiserne Massekochplatte	200–600 €	80–230 €	250–750 €
Glaskeramikkochfeld	300–1670 €	120–1220 €	370–1910 €
Induktionskochfeld	870–1330 €	350–1630 €	610–1820 €

3.2.3 Konsumtrends

Laut einer Studie von FH-ISI, Öko-Institut und TU München nutzen 62% der befragten Haushalte den Herd mindestens täglich, 16% sogar mehrmals täglich [FH-ISI et al. 2000]. In einer aktuelleren Untersuchung von FH-ISI und anderen Forschungsinstituten wurden ermittelt, dass pro Haushalt durchschnittlich 6,9 warme Mahlzeiten pro Woche mit einem Elektroherd gekocht werden [FH-ISI et al. 2004]. Zum Gebrauch des Backofens gibt es hingegen keine Zahlen die auf repräsentative Befragungen basieren: die Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. (EHA) geht davon aus, dass der Backofen rund dreimal die Woche zum Einsatz kommt [EHA 2008].

Es wird erwartet, dass die demographische Entwicklung und die damit verbundene Zunahme kleiner Haushalte zu einem Rückgang der Nutzungsintensität der Herde führen. Unterstützt wird die Entwicklung durch die Zunahme der Außer-Haus-Verpflegung und die Belieferung älterer Haushalte mit Fertiggerichten. Wie bereits erwähnt, wird zudem eine Verlagerung der Kochfunktion vom Herd auf elektrische Kleingeräte wie z. B. die Mikrowelle erwartet [EWI/Prognos 2005]. Schon heute wird die Mikrowelle durchschnittlich 7,9 mal in der Woche genutzt [FH-ISI et al. 2004].

Der Energieverbrauch beim Kochen, Braten und Backen hängt in starkem Maße auch vom Nutzungsverhalten des Anwenders ab. Energiesparendes Kochen oder energiesparendes Backen bietet erhebliches Sparpotential. In der Literatur finden sich vielseitige Empfehlungen für ein energiesparendes Koch- und Backverhalten. Für das Backen gilt: z. B. Verzicht auf Vorheizen, Verzicht auf häufiges Öffnen der Tür, Nutzung von Umluft. Für das Kochen gilt: z.B. Kochen mit wenig Wasser, Verwendung des zur Größe des Kochfelds passendem Topf, Einsatz von Schnellkochgeschirr. Zwischen Theorie und Praxis besteht noch ein großer Unterschied. Das zeigt sich bei der allseits bekannten und einfach umzusetzenden Maßnahme, beim Kochen einen Deckel zu nutzen. Eine Befragung in mehreren europäischen Ländern ergab, dass in Deutschland nur 48% der Befragten angaben regelmäßig einen Deckel beim Kochen zu verwenden. [REMODECE 2008].

Auch die Nutzung anderer Haushaltsgeräte (z. B. Aufwärmen kleiner Mengen mit der Mikrowelle, Aufbacken von Brötchen mit dem Toaster) bietet erhebliche Einsparmöglichkeiten beim Energieverbrauch. Ausführliche Informationen hierzu können unter www.stromeffizienz.de und www.ecotopten.de gefunden werden [siehe auch vzbv 2008].

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass Haushalte durch energiesparendes Kochen und Backen ihren Energieverbrauch weiter senken können, ohne sich ein neues, effizientes Gerät anschaffen zu müssen.

3.2.4 Technologien und Markttrends

Kochstellen

Bei Elektrokochstellen fand in den letzten Jahren ein Umstieg von Gusskochplatten auf Strahlungsfelder statt [EWI/Prognos 2005]. In den letzten Jahren haben induktionsbetriebene Kochfelder stetig Marktanteile hinzu gewonnen. Für das Jahr 2007 wird ein Marktanteil von knapp 13% genannt [HEA 2013]. Der Marktanteil von Massekochplatten dürfte bei rund 10% liegen, somit verbleiben rund 77% Marktanteil für Strahlungskochfelder.

Damit bestätigt sich die im Jahr 2005 von EWI/Prognos getroffene Prognose, dass Induktionskochfelder an Bedeutung zunehmen.

Kochfelder mit reiner Halogenbeheizung sind nicht mehr im Markt vertreten und finden deshalb keine Berücksichtigung in der vorliegenden Studie [HEA 2002].

Als Status-Quo Betrachtung dürften in den Haushalten aber aufgrund der hohen Lebensdauer von Herden gusseiserne Kochplatten neben Strahlungsfeldern noch weit verbreitet sein.

Die auf dem Markt befindlichen autarken Kochstellen unterscheiden sich durch verschiedene Bedienungsmöglichkeiten wie befestigte Schalter oder Sensortasten. Daneben zeichnen sich einige hochpreisige Modelle durch Sensoren zur Temperaturregulierung beim Kochen und Braten aus.

Backöfen

Backöfen können über die verschiedenen Beheizungsarten Ober- und Unterhitze (konventionelle Heizfunktion), Umluftbeheizung, Grillbeheizung und Abwandlungen sowie Kombinationen der Beheizungsarten verfügen. Bei der Umluftbeheizung erfolgt die Wärmeübertragung aufgrund der erzwungenen Konvektion schneller, dadurch kann die Gartemperatur im Vergleich zur konventionellen Beheizung um 20 bis 30°C reduziert werden. [HEA 2002]

Backöfen werden häufig mit Funktionen zur Selbstreinigung bzw. Reinigungserleichterung der Öfen angeboten. Dabei finden vier Mechanismen Anwendung:

- Glatt-Emaille (besonders glatte Spezialmaillierung der Innenflächen, von der Verschmutzungen leicht entfernbar sind)
- Katalytisch beschichtete Oberfläche (Oxidation des Schmutzes im regulärem Backofenbetrieb ab 200°C)
- Reinigung durch Einweichprogramm (Einweichprogramm mit Spülmittellauge bei ca. 60°C)

- pyrolytische Reinigung (Veraschen des Schmutzes bei bis zu 500°C)

Auf dem Markt werden Geräte angeboten, bei denen sich die Dauer des Pyrolyseprogramms abhängig vom Grad der Verschmutzung verkürzen lässt (Eco-Pyrolyse) oder die den Zeitpunkt der vollständigen Pyrolyse mit Sensoren anhand des Rauchgases automatisch bestimmen. [ARD 2005, HEA 2002]

Einige Modelle sind mit einer Funktion ausgestattet, die es ermöglicht, manuell oder automatisch nach einer vorgegebenen Zeit die Backofenbeleuchtung abzuschalten, um so den Energieverbrauch zu reduzieren. [Miele 2009]

3.2.5 Energieverbrauch

Kochstellen

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass für die Messung des Energieverbrauchs von elektrischen Kochstellen kein standardisiertes Messverfahren und keine allgemein gültige DIN Norm mit der Festlegung von Grenzwerten existiert. Dies wird auf den Umstand zurückgeführt, dass der Einfluss des Benutzers beim Kochen besonders groß ist (z.B. durch Topfgröße und Topfqualität, Zeitpunkt des Zurückschaltens, Kochen mit Topfdeckel usw.) [HEA 2009, Scholz 2009].

Es wurde ein Normungsprozess zur Energieverbrauchsmessung initiiert und die Ausarbeitung einer DIN Norm ist im Gang. Zum aktuellen Zeitpunkt liegen allerdings noch keine öffentlich zugänglichen Dokumente vor [Sitzmann 2009]. Im Rahmen Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG wird derzeit untersucht, inwiefern eine Energiekennzeichnung für Kochstellen realisierbar ist. Zur Einteilung in Energieeffizienzklassen wäre ebenfalls eine Messung des Energieverbrauchs von Kochstellen notwendig. Auch hier stocken die Beratungen und es ist zum jetzigen Zeitpunkt keine übertragbare Messmethode vorhanden.

Vereinzelte Literaturangaben (vgl. Tabelle 2) und Aussagen in persönlichen Gesprächen zeigen einen allgemeinen Trend in der Form, dass bezüglich der Anheizphase (also dem Zeitraum von Inbetriebnahme bis zur Erhitzung zum Siedepunkt) Induktionsherde am effizientesten hinsichtlich Zeit- und Energieverbrauch abschneiden. Betrachtet man allerdings die Summe der in der Koch-Realität auftretenden Vorgänge, so zeigt sich vor allem, dass es aufgrund der beim Induktionsfeld fehlenden Masseerwärmung beim Fortkochen von Speisen zu einer Angleichung des Energieverbrauchs gegenüber den Strahlungskochfeldern kommt [HEA 2009, Scholz 2009]. Der Energieverbrauch hängt also stark von den Kochgewohnheiten und der Konsistenz der verarbeiteten Speisen ab. Die Schwierigkeit, hierfür einen allgemein gültigen und übertragbaren Vorgang zu definieren, ist einer der Gründe weshalb die Verhandlungen bei der Erarbeitung einer Messnorm stocken.

Folgende Berechnungen zur Bestimmung der durchschnittlichen Energieverbrauchswerte von Elektrokochfeldern beruhen auf Literaturangaben:

Nach EWI/Prognos 2007 verwendeten die deutschen Haushalte 2005 rund 2% ihres Endenergieverbrauchs (55,6 PJ im Jahr 2005) für die Funktionen Kochen und Backen. Der jährliche Energieverbrauch eines Elektroherdes liegt nach diesen Berechnungen bei 355 kWh. Bis zum Jahr 2020 wird von EWI/Prognos erwartet, dass die spezifischen Energieverbräuche von Elektroherden auf 273 kWh pro Jahr und Gerät bzw. Haushalt abnehmen. Neben der steigenden Geräteeffizienz wird nach heutiger Einschätzung ein Teil der Reduktion auf eine Verschiebung der Speisenerhitzung vom Herd auf andere Küchengeräte (z. B. Mikrowelle) sowie auf die zunehmende Verkleinerung der Haushaltsgrößen zurückzuführen sein [EWI/Prognos 2007].

In einer früheren Untersuchung errechnet Kasanen einen Endenergieverbrauch für Elektro- und Gasbacköfen in Deutschland von 8,5 PJ. Bezogen auf den von EWI/Prognos 2007 genannten Endenergieverbrauch für die beiden Funktionen Kochen und Backen, würde dies bedeuten, dass auf das Backen 19% des gesamten Energiebedarfs entfällt. Der mittlere Verbrauch liegt nach Kasanen bei 80,3 kWh/a für einen Elektrobackofen [Kasanen 2000]. Somit fällt ein Großteil des Energieverbrauches bei der Essenszubereitung auf die Kochstellen. Über den Energieverbrauch der unterschiedlichen Technologien sind in der Literatur unterschiedliche Angaben zu finden (vgl. Tabelle 2).

DECADE (1995) geben die durchschnittliche Energieeffizienz der verschiedenen Kochstellen an. Der Energieverbrauch eines mit Halogenstrahlern beheizten Kochfeldes liegt demnach um 21%, der eines Induktionskochfeldes um 45% unter dem einer konventionellen Kochmulde mit gusseiserner Kochplatte.

Frank (2007) betont, dass die oftmals genannten Einsparpotentiale eines Induktionskochfeldes gegenüber einer Kochmulde mit gusseisernen Kochplatten von bis zu 50% lediglich für die Anheizphase gelten würden, im Durchschnitt läge der Minderverbrauch bei nur 30%.

Deutlich unter diesen Annahmen liegen Angaben bezüglich der Energieeffizienz für den Einsatz von Induktionskochfeldern in Restaurants. Gegenüber einer elektrischen Standardkochplatte wird ein Minderverbrauch von 9% angenommen. [APS 2009]

Dies ist vermutlich der Tatsache geschuldet, dass gerade in Restaurants bei kontinuierlichem Betrieb die Anheizphase weniger Gewicht hat.

Tabelle 2 Einsparpotential verschiedener Kochfeldtechnologien gegenüber einer gusseisernen Massekochplatte

Quelle	Glaskeramikkochfeld Infrarot	Glaskeramikkochfeld Infrarot + Sensor	Induktionskochfeld
Frank 2007			30%
HEA 2002	13%		
StiWa 2004 Wasser erhitzen	15%	12%	31%
StiWa 2004 Essen erhitzen	20%	30%	40%
StiWa 2004 Essen warmhalten	0%	57%	43%

Die Stiftung Warentest hat im Rahmen eines Tests den Energieverbrauch unterschiedlicher Kochfelder bei folgenden unterschiedlichen Kochvorgängen direkt gemessen [StiWa 2004]:

- *Wasser erhitzen*: erhitzen von 1,5 Liter Wasser in einem Topf (Durchmesser 20 cm) ohne Deckel von 15°C auf 90°C;
- *Linseneintopf aufwärmen*: Aufwärmen von 600 g Linseneintopf von Kühlschranktemperatur auf max. 80°C;
- *Linseneintopf warmhalten*: Warmhalten von 600 g auf 80°C erhitzten Linseneintopfs über 45 Minuten.

Abbildung 3 gibt den von Stiftung Warentest ermittelten Energieverbrauch von unterschiedlichen Kochvorgängen wieder. Dabei wird einerseits der absolute Energieverbrauch pro Kochvorgang dargestellt, gleichzeitig wird die Differenz zum selben Kochvorgang mit der Masseplatte aufgezeigt. Es zeigt sich: Kochen mit der gusseisernen Massekochplatte führt zu den absolut höchsten Energieverbrauchswerten. Bei fast allen Kochvorgängen führt das Induktionskochfeld zu dem geringsten Energieverbrauch. Eine Ausnahme stellt das Essen warmhalten mit dem Glaskeramikkochfeld mit Sensor dar, hier ist der Energieverbrauch am niedrigsten. Induktion schneidet auch im Vergleich zu strahlungsbeheizten Kochfeldern besser ab, allerdings hängt der Unterschied von der Kochfunktion ab, beim Aufwärmen und Warmhalten sind die Unterschiede nicht so deutlich wie beim reinen Erhitzen von Speisen [StiWa 2004].

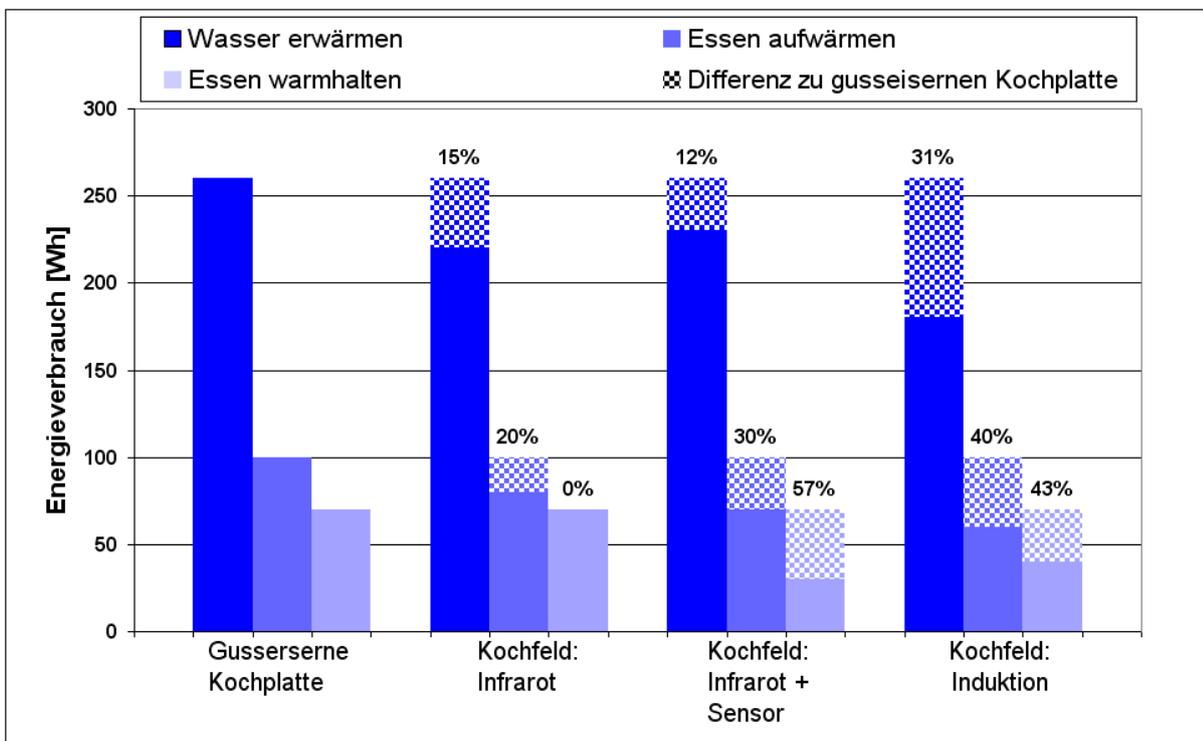


Abbildung 3 Energieverbrauch (in Wh) verschiedener Kochfelder für einzelne Kochvorgänge. [StiWa 2004]

Es ist davon auszugehen, dass die drei im Test der Stiftung Warentest betrachteten Kochvorgänge – Wasser erhitzen, Essen aufwärmen und Essen warmhalten – nicht gleichermaßen genutzt werden. Daher müssen Annahmen zu deren jährlichen Nutzungshäufigkeit getroffen werden. Es wird für die folgende Berechnung des Jahresendenergieverbrauchs der verschiedenen Kochstellen-Technologien davon ausgegangen, dass zweimal täglich Wasser erhitzt und zweimal täglich Essen aufgewärmt wird und dass pro Woche das Essen rund 90 Minuten warmgehalten wird. Unter dieser Annahme ergeben sich die in Abbildung 4 ausgewiesenen Endenergieverbräuche pro Jahr. Dieser bottom-up Ansatz kommt dem in Kapitel 4.1 dargestellten top-down Ansatz bezüglich des auf das Kochen entfallenden Jahresenergieverbrauchs sehr nahe (vgl. Tabelle 7 mit der Annahme, dass Zweidrittel des Energieverbrauchs für Kochen und Backen rein auf das Kochen entfällt).

Die oben gemachte Annahme der in der Praxis angewendeten Kochvorgänge führt zu dem Ergebnis, dass „Wasser erwärmen“ einen verhältnismäßig großen Anteil am Gesamtenergieverbrauch hat. Daher schneidet das induktionsbetriebene Kochfeld 34% besser ab als gusseiserne Massekochplatten. Werden in der Praxis andere Kochvorgänge realisiert als angenommen, verschieben sich die in Abbildung 4 dargestellten Verbrauchswerte als auch die Differenzen zur gusseisernen Kochplatte.

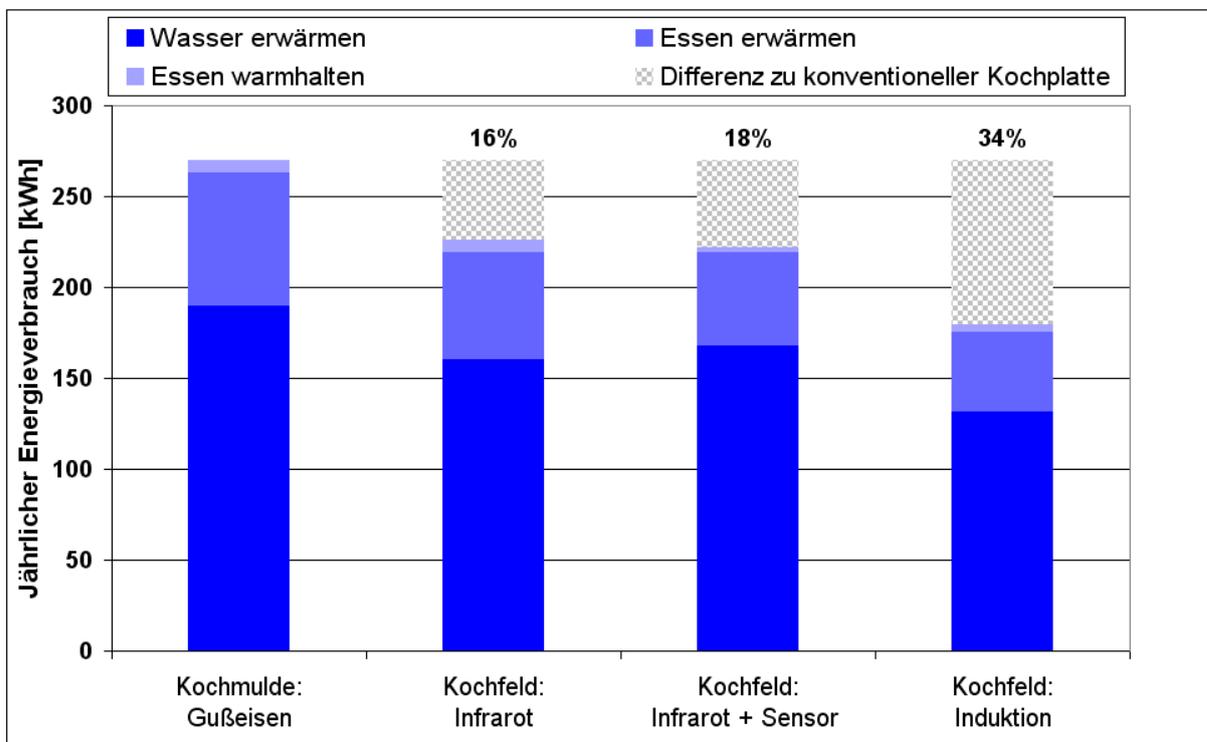


Abbildung 4 Jährlicher Energieverbrauch in Wh verschiedener Kochstellen unter Annahme eines bestimmten Mix an Kochvorgängen (Berechnungen Öko-Institut)

Backöfen

Elektrobacköfen sind im Gegensatz zu Kochstellen in Energieeffizienzklassen (EEF) eingeteilt. Tabelle 3 gibt den in der EU-Richtlinie 2002/40/EG festgelegten Energieverbrauch nach Energieeffizienzklassen für Elektrobacköfen wieder.

Bei Elektroherden und -backöfen entsprechen heute fast alle angebotenen Modelle der Energieeffizienzklasse A und B, wobei der Anteil der Effizienzklasse A über 85% liegt [HEA 2008].

Das durchschnittliche nutzbare Volumen beträgt 53 Liter, etwa 88% aller Modelle an freistehenden und Einbauöfen fallen in die Kategorie „Mittel“ [WG Database & Ceceded 2 Database, gefunden in Kasanen 2000].

Tabelle 3 Energieeffizienzklassen für Elektrobacköfen mittleren Volumens [2002/40/EG]

Energieeffizienzklasse	Energieverbrauch bei Standardbelastung [kWh]		
	<i>Backofen klein 12 l ≤ Volumen < 35 l</i>	<i>Backofen mittel 35 l ≤ Volumen < 65 l</i>	<i>Backofen groß 65 l ≤ Volumen</i>
A	E < 0,60	E < 0,80	E < 1,00
B	0,60 ≤ E < 0,80	0,80 ≤ E < 1,00	1,00 ≤ E < 1,20
C	0,80 ≤ E < 1,00	1,00 ≤ E < 1,20	1,20 ≤ E < 1,40
D	1,00 ≤ E < 1,20	1,20 ≤ E < 1,40	1,40 ≤ E < 1,60
E	1,20 ≤ E < 1,40	1,40 ≤ E < 1,60	1,60 ≤ E < 1,80
F	1,40 ≤ E < 1,60	1,60 ≤ E < 1,80	1,80 ≤ E < 2,00
G	E ≥ 1,60	E ≥ 1,80	E ≥ 2,00

Die Einstufung in Energieeffizienzklasse A erfordert die Einhaltung des in Tabelle 3 angegebenen Grenzwertes entweder in der konventionellen Beheizungsart und/oder im Umluft bzw. Heißluftbetrieb. Eigene Recherchen ergaben, dass die auf dem Markt befindlichen Geräte überwiegend mit einer der beiden Funktionen knapp unterhalb des Grenzwertes liegen, mit der andern Beheizungsart oft deutlich darüber. Dabei kommt es vor, dass sowohl die konventionelle Beheizungsart als auch die Umluft- bzw. Heißluftfunktion die Einstufung in Kategorie A ermöglicht. Da aber die Beladung bei der Heiß- bzw. Umluftfunktion durch den gleichzeitigen Einsatz von mehreren Backrösten auf verschiedenen Ebenen deutlich erhöht werden kann, ergibt sich ein ökologischer Vorteil.

In den bestehenden Vergabegrundlagen für den Blauen Engel für Gasherde wurde für Gerätekombinationen aus gasbeheizter Kochstelle und elektrisch betriebenem Backofen deshalb die Ausstattung mit Umluft- oder Heißluftfunktion gefordert. Zudem darf der Mittelwert des Energieverbrauchs aus der Beheizungsart konventionell und der Beheizungsart Um-/Heißluft in kWh – ermittelt bei Standardbelastung gemäß DIN EN 50304 – folgenden Wert nicht überschreiten:

- Mittlere Backöfen: $35 \text{ l} \leq \text{Volumen} < 65 \text{ l}$: 0,84 kWh
- Große Backöfen: $65 \text{ l} \leq \text{Volumen}$: 1,00 kWh

Über das Backen hinaus verursachen die oben beschriebenen Reinigungsfunktionen wie das Einweichprogramm und die pyrolytische Selbstreinigung einen zusätzlichen Energieverbrauch. Bei der Pyrolyse wird der Ofen auf sehr hohe Temperaturen von bis zu 500°C aufgeheizt, um anhaftenden Schmutz in Asche umzuwandeln. Laut [vzbv 2004 und HEA 2002] werden dabei für einen Pyrolysevorgang 4,5 bis 6 kWh Strom benötigt. Eigene Recherchen ergaben einen Strombedarf von 2,4 bis 9 kWh [AEG 2008, Bosch 2007, Siemens 2007]. Die anderen Reinigungshilfen wie Spezialemaillierung oder katalytische Beschichtungen benötigen keine zusätzliche Energie in der Nutzungsphase.

3.2.6 Elektromagnetische Felder EMF

Induktionsherde erzeugen die Wärme direkt in den Topfböden. Durch ein sich zeitlich veränderndes Magnetfeld werden Ströme induziert, die zur Erwärmung der Töpfe führen. Das Magnetfeld wird erzeugt, indem Wechselstrom in einem Bereich von 20-100 kHz durch eine Spule fließt. Die Stromzufuhr bleibt aktiv, solange ein Topf oder eine Pfanne aus ferromagnetischem Material zentriert auf dem Kochfeld abgestellt ist. Da technisch bedingt beim Betrieb von Induktionskochfeldern elektromagnetische Streufelder in der Umgebung entstehen, wurden in einer 1999 EU Ratsempfehlung Grenzwerte vorgeschlagen (vgl. Tabelle 4). Wichtig zu beachten ist, dass sich die Festlegung dieses Grenzwerts auf die Summe aller auf einen menschlichen Körper einwirkende Felder bezieht. Die Strahlenschutzkommission (SSK) sieht die Expositionsgrenzwerte daher als grundsätzlich nicht geeignet, um sie als Immissionsgrenzwerte für einzelne Quellen zu verwenden [SSK 2003c]. Die Festlegung der Grenzwerte basiert auf einer Richtlinie des ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) aus dem Jahr 1994.

Tabelle 4 Grenzwertempfehlung des Europäischen Rates 1999/519/EG

Referenzwerte für elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder (0 Hz-300 GHz, ungestörte Effektivwerte)				
Frequenzbereich	Stärke des E-Felds (V/m)	Stärke des H-Felds (A/m)	B-Feld (µT)	Entsprechende Leistungsdichte ebener Wellen S_{eq} (W/m ²)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	—
1-8 Hz	10 000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8-25 Hz	10 000	$4\,000/f$	$5\,000/f$	—
0,025-0,8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0,8-3 kHz	$250/f$	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92/f$	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92/f$	—
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2 000 MHz	$1,375 f^{1/2}$	$0,0037 f^{1/2}$	$0,0046 f^{1/2}$	$f/200$
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Die Bestimmung des Expositionsgrenzwerts von 6,25 Mikrotesla (µT) hat ebenfalls Eingang in die zur Messung elektromagnetischer Felder gültigen DIN Norm [DIN EN 62233:2008] gefunden.

In der Literatur fand und findet nach wie vor eine umfangreiche Diskussion über die angemessene Höhe dieses Grenzwertes sowie über weitere Gesundheitsrisiken im Zusammenhang mit dem Betrieb von induktionsbetriebenen Kochfeldern statt.

Ein Kritikpunkt an der betreffenden Norm ist die verfahrenstechnische Festlegung, entstehende elektromagnetische Felder stets nur beim Betrieb eines Kochfeldes/-zone zu messen. Die Strahlenschutzkommission sieht daher die Erfordernis, dass der Grenzwert durch einzelne Produkte grundsätzlich nicht ausgeschöpft wird und dass die Produktnorm gewährleisten sollte, dass jetzt und in Zukunft ein ausreichender Spielraum für andere Immissionen erhalten bleibt [SSK 2003c]. Die SSK wies im Jahr 2003 darauf hin, dass die damals aktuelle Produktnorm (EN 50366, heute ersetzt durch DIN EN 62233:2008) als nicht geeignet angesehen wurde, den Nachweis einer Konformität mit den „*grundlegenden Anforderungen (Vorsorge) zu gewährleisten*“ [SSK 2003c]. Weiter wurde gefordert, dass die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte in allen zugänglichen Bereichen und nicht erst ab einem Mindestabstand zu den Quellen (laut Norm: 30 cm) gewährleistet wird. Hinzu kommt die Forderung nach einer Berücksichtigung des gleichzeitigen Betriebs mehrerer Kochplatten sowie die Verpflichtung

der Hersteller auf die Randbedingungen und die maximal zulässigen Umgebungsfelder in der Gebrauchsanweisung hinzuweisen [SSK 2003c und SSK 2003a].

Im Jahr 2007 formulierte die SSK einen Vorschlag, der den Grad des Ausschöpfens der Expositionsgrenzwerte durch eine einzelne Feldquelle adressiert. Hierdurch soll erreicht werden, dass bei im Alltag auftretenden Situationen, die gekennzeichnet sind durch die Überlagerung multipler Expositionen, die Einhaltung des Basisgrenzwertes gesichert bleibt. Als Schwellenwert für eine Quelle wurde ein Drittel des Basisgrenzwerts definiert. Die SSK empfahl in diesem Zusammenhang dem BMU geeignete Schritte (Selbstverpflichtung, Mandate für technische Normen, gesetzliche Regelungen) zu ergreifen [SSK 2007].

Einige Untersuchungen und behördliche Stellungnahmen weisen darauf hin, dass es neben einer Ausschöpfung auch zu einer Überschreitung der bestehenden Grenzwerte kommen kann. Als wesentliche Schwachstelle werden das verwendete Kochgeschirr (das Kochgeschirr und die Induktionsspulen bilden einen elektrischen Kondensator, wodurch es zu Ableitströmen durch den Körper kommen kann) und die unsachgemäße Handhabung der Kochfelder (nicht Zentrierung des Topfes auf der Kochstelle) angeführt [BfS 2009, UBA 2008, ITIS 2006, BAG 2009].

Die Bewertungen der biologischen Wirksamkeit elektromagnetischer Streufelder beim Menschen gehen in manchen Untersuchungen/Publikation so weit, dass *„im Sinne der Minimierung unnötiger Strahlenbelastungen und aufgrund des unsicheren wissenschaftlichen Kenntnisstandes der Einsatz konventioneller Kochherde, bzw. Herde mit konventionellen Kochfeldern (besser: Gasherde) empfohlen wird* [Lehmann 2006].

Besondere Vorsicht ist bei Personen mit Herzschrittmachern geboten. Die bei Induktionsherden entstehenden Streufelder stehen im Verdacht, möglicherweise Funktionen des Schrittmachers zu beeinflussen [BfS 2008, BAG 2009, SSK 2003b]

3.3 Nutzenanalyse

Die Analyse des Nutzens wird nach der Benefit-Analyse von PROSA durchgeführt. Dabei werden die drei Nutzenarten Gebrauchsnutzen, Symbolischer Nutzen und Gesellschaftlicher Nutzen qualitativ analysiert. Für die Analyse gibt PROSA jeweils Checklisten vor. Aufgrund der Besonderheiten einzelner Produktgruppen können einzelne Checkpunkte aus Relevanzgründen entfallen oder neu hinzugefügt werden. Die drei Checklisten sind nachstehend wiedergegeben.

Checkliste Gebrauchsnutzen

- Leistung (Kernanforderungen)
- Zusatzleistungen
- bedarfsgerecht
- Haltbarkeit
- Zuverlässigkeit in der Funktion
- Sicherheit/Versorgungssicherheit
- Service/Reparierbarkeit/Ersatzteile
- Convenience/Zeit
- gute Verbraucherinformation
- Verfügbarkeit

Abbildung 5 Checkliste Gebrauchsnutzen

Checkliste Symbolischer Nutzen

- Äußere Erscheinung /Design/
Geschmack/ Haptik/Akkustik o.ä.
- Prestige/Status
- Identität/Autonomie/Entfaltung
- Kompetenz
- Sicherheit/Vorsorge/Sorge für Andere
- Privatheit
- Sozialer Kontakt/Gemeinschaftspflege
- Genuss/Vergnügen/Freude/Erlebnis
- Kompensation/Belohnung
- Konsonanz mit gesellschaftlichen, religiösen oder ethischen Meta-Präferenzen

Abbildung 6 Checkliste Symbolischer Nutzen

Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

- Armutsbekämpfung
- Grundbedürfnis Ernährung
- Grundbedürfnis Wohnen
- Grundbedürfnis Gesundheit
- Information und Bildung
- Friedenssicherung
- Klimaschutz
- Biodiversität
- Qualifizierte Arbeitsplätze
- Gesellschaftliche Stabilität

Abbildung 7 Checkliste Gesellschaftlicher Nutzen

Im Folgenden wird der Nutzen von Elektroherden und elektrischen Kochstellen analysiert.

3.3.1 Gebrauchsnutzen

Der Gebrauchsnutzen von Elektroherden und elektrischen Kochstellen liegt in der Möglichkeit Speisen zu kochen und zu backen. Sie erfüllen damit ein elementares Bedürfnis und haben dementsprechend einen hohen Ausstattungsgrad (vgl. Kapitel 3.2.1).

Convenience

Moderne Elektroherde und elektrische Kochstellen können mit Automatikprogrammen und Sensoren zum Kochen und Backen ausgestattet sein. Solche Geräte nehmen dem Verbraucher verschiedene Aufgaben ab und erleichtern daher die Zubereitung von Speisen. Sie können z.B. durch Sensoren die Temperatur im Kochgeschirr überwachen und so Überkochen und Überhitzen von Speisen verhindern. Im Backofen können schnurlose oder kabelgebundene Thermometer die Temperatur im Gargut messen und damit ein Gelingen des Zubereitungsprozesses erleichtern. Induktionskochstellen verfügen häufig über Zonen, die besonders schnelles Ankochen ermöglichen, was zu einer Zeitersparnis führen kann.

Bedienbarkeit

Ein wichtiger Gebrauchsnutzen ist eine einfache Bedienbarkeit. So sollten sowohl die Grundfunktionen als auch die Einstellung von den immer weiter verbreiteten Automatikprogrammen einfach erfasst werden können und sich über eine überschaubare und leicht verständliche Steuerung bedienen lassen. Bei autarken Kochfeldern sollte die problemlose Bedienung auch dann gewährleistet sein, wenn Speisen überkochen und in Kontakt mit den Bedienele-

menten kommen. Bei den verbreiteten Sensortasten ist in solchem Fall eine Sperre hilfreich, so dass durch ein Aufwischen keine ungewollten Änderungen an den Einstellungen vorgenommen werden.

Zudem werden Herde mit unterschiedlich zu öffnenden Türen angeboten. So kann je nach Ort des Einbaus ein Gerät gewählt werden, dessen Tür sich nach vorne oder zur Seite öffnet oder bei dem die Tür ganz im unteren Teil des Herdes verschwindet.

Moderne Herde sind häufig durch eine hohe Anzahl von Beheizungsarten gekennzeichnet. So werden neben der klassischen Ober-/Unterhitze viele verschiedene Um- oder Heißluftfunktionen angeboten. Üblicherweise verfügen teure Geräte zum Beispiel über Auftau- oder Pizzafunktionen.

Sicherheit

Bei der Verwendung von Elektroherden und elektrischen Kochstellen kann es zu Sicherheitsrisiken durch hohe Temperaturen kommen. Induktionskochfelder verringern das Risiko systembedingt, da die Wärme erst im Topfboden erzeugt wird, wodurch die Gefahr durch Verbrennungen an der heißen Glaskeramikplatte erheblich reduziert ist. Daneben sind moderne Kochfelder überwiegend mit Anzeigen zur Restwärme ausgestattet, die optisch signalisieren, wenn Verbrennungsgefahr besteht.

Backöfen mit Mehrfachverglasung sind besser isoliert und weisen dadurch niedrigere Temperaturen an der Außenseite der Backofentüren auf. Sind die Öfen mit pyrolytischer Selbstreinigungsfunktion ausgestattet, erhöhen spezielle Mechanismen die Sicherheit, die die Öfen bei hohen Temperaturen ab ca. 300°C verriegeln.

Reinigung

Der Verbraucher erwartet von den Geräten, dass ihre Gestaltung (z.B. Form, Material) eine einfache Reinigung ermöglicht. Bei Kochstellen wird dies durch die immer weiter verbreiteten Kochfelder mit Glaskeramik realisiert. Diese sind einfach mit einem Glasschaber von Übergekochtem zu befreien. Handelt es sich nicht um ein strahlungsbeheiztes, sondern um ein Induktionskochfeld, ist die Reinigung noch einfacher. In diesem Fall kommt es nicht zum Ein- und Anbrennen auf dem Kochfeld, da die Wärme erst im Topfboden erzeugt wird und die Glasfläche (fast) kalt bleibt.

Ein zusätzlicher Nutzen liegt in den die Reinigung erleichternden Funktionen in Backöfen. So erspart die Pyrolysefunktion umständliches Reinigen des Ofens unter Verwendung von Reinigungsmitteln wie Backofenspray oder Scheuermilch, verursacht dafür aber einen zusätzlichen Energieverbrauch. Viele Herde sind heutzutage mit porenarmer Spezialemaille ausgestattet, die nicht durchrosten kann und von der sich Verschmutzungen leichter entfernen lassen. Spezielle Oberflächenbeschichtungen können dafür sorgen, dass Fingerabdrücke auf der Backofenaußenwand nicht sichtbar werden, so dass diese seltener gereinigt werden müssen [Mottschall et al. 2010].

Langlebigkeit

Hochwertige Elektroherde und Kochstellen besitzen eine lange Lebensdauer. Eine lange Ersatzteilversorgung ermöglicht eine Verlängerung der Nutzungsdauer durch Reparatur im Bedarfsfall.

3.3.2 Symbolischer Nutzen

In erster Linie stellen Elektroherde und elektrische Kochstellen elektrische Haushaltsgeräte dar, die zum Grundbedürfnis Wohnen notwendig sind.

Darüber hinaus besitzen Herde zunehmend eine optische Funktion in der Wohnung. Einbauherde werden in verschiedenen Farben angeboten (z.B. weiß/schwarz/Edelstahl) so dass sie nicht mehr allein den Nutzen eines technischen Gerätes zum Kochen und Backen besitzen. Auch der Trend zu mehr Augenmerk auf das Design (z.B. Facettenschliff von Kochfeldern) ist ein Ausdruck für den Geschmack des Besitzers. Dies kann für manche Verbraucher wichtiger sein als die reinen Nutzungsfunktionen der Geräte und würde in diesem Fall eher Zusatz und Prestige als Notwendigkeit darstellen.

Zudem kann in der Wahl der Marke als Ausdrucksmöglichkeit des Status ein symbolischer Nutzen liegen. Neben der Preisfrage spielt auch die Frage nach der Erfahrung mit bestimmten Marken oder Vergleichen zu Erfahrungen von anderen Personen eine Rolle.

3.3.3 Gesellschaftlicher Nutzen

Wenn bei der Verwendung von besonders energieeffizienten Elektroherden und elektrischen Kochstellen eine Senkung des Energieverbrauchs erreicht wird, dann stellt dies einen direkten Beitrag zum Klimaschutz und Schutz der Ressourcen und damit einen Nutzen für die Gesellschaft dar. Abhängig von der Technologie der Kochstellen können eigenen Berechnungen zufolge damit jährlich bis zu 90 kWh Elektrizität eingespart werden.

Noch größere Einsparpotentiale ergeben sich aus energiesparendem Verhalten und der Verwendung von geeigneten Kochutensilien. Entsprechende Produktinformationen können hier zu einer Verhaltensänderung bei Verbrauchern beitragen, die sowohl zu Energie- als auch zu Zeitersparnissen führt.

Neben diesen Informationen können Hinweise zur acrylamidarmen Zubereitung von Lebensmitteln der Gesundheit der Bevölkerung dienlich sein. Dabei könnte darauf hingewiesen werden, dass sich Acrylamid beim Braten, Frittieren und Backen von kohlehydrathaltigen Lebensmitteln bildet, wenn eine zu hohe Temperatur gewählt wird.

3.3.4 Zusammenfassung der Nutzenanalyse

Elektroherde und elektrische Kochstellen dienen dem Grundbedürfnis Wohnen und der Nahrungsmittelzubereitung. Die Geräte sollten so konstruiert sein, dass sie leicht zu reinigen sind und bei der Nutzung einen möglichst geringen Energieverbrauch aufweisen. Neben dem spezifischen Energieverbrauch der Geräte hat das Verhalten einen großen Einfluss auf die Umweltauswirkungen. Darüber kann in den Bedienungsanleitungen informiert werden.

Tabelle 5 Preisspanne der Elektrokochfelder und elektrischen Herde, ca. 60 cm Breite (eigene Recherche)

Nutzen	Produktspezifische Aspekte
Gebrauchsnutzen	
Leistung (Kernanforderungen)	Tägliche Speisenzubereitung
bedarfsgerecht	Einfache Bedienbarkeit
	Sperrung von Sensortasten zum Schutz vor versehentlicher Bedienung beim Überkochen
	Backofentür versenkbar
Reinigung	Einfache Reinigung möglich
	Reduziertes Einbrennen durch Induktion
	Pyrolytische Selbstreinigungsfunktion oder Katalytische Oberflächenbeschichtung bei den Öfen
Haltbarkeit/Langlebigkeit	Langfristige Versorgung mit Ersatzteilen
Sicherheit	Induktionskochfelder reduzieren Verbrennungsgefahr
	Anzeigen zur Restwärme
	Mehrfachverglasung bei den Öfen
	Türsperre beim Pyrolysevorgang
Convenience/Zeit	Automatikprogramme und Sensoren
	Schnelles erwärmen durch „Booster“-Funktion
gute Verbraucherinformation	Hinweise zum sicheren und energiesparenden Kochverhalten
	Verbraucherinformationen zu Acrylamid
Symbolischer Nutzen	
Prestige / Status	Marke, Design
Gesellschaftlicher Nutzen	
Förderung von Gesundheit	Verbraucherinformationen zu Acrylamid
Förderung Klima- und Ressourcenschutz	Energieeinsparung durch Technologien
	Energieeinsparung durch Verhalten

4 Teil II

Anhand der orientierenden Ökobilanz sowie der Analyse der Lebenszykluskosten soll ein Eindruck über Umweltauswirkungen und Lebenszykluskosten von Elektroherden und elektrischen Kochstellen ermittelt werden.

Wie die Marktanalyse zeigt, sind die Bauteile Backofen und Kochfeld separat erhältlich. Hieraus leitet sich die grundsätzliche Überlegung ab, Kochfeld und Ofen getrennt zu betrachten. Um die Umwelt- und Kostenwirkung von Kochfeld-Ofen Kombination abbilden zu müssen, muss zusätzlich der relative Anteile von Kochfeld und Ofen an der Gesamtnutzung „Essenszubereitung“ bestimmt werden. Nach Literaturangaben ist festzustellen, dass das Kochen gegenüber dem Backen deutlich dominiert [vgl. Kapitel 3.2; vzbv 2008; BdEV 2006]. Da die orientierende Ökobilanz in erster Linie die Unterschiede zwischen den Umweltauswirkungen der Herstellung und der Nutzungsphase deutlich machen soll, wurde aus Gründen der vereinfachten Betrachtung nur das Kochen auf einem elektrischen Kochfeld dargestellt. Eine gesonderte Ökobilanz für Backöfen ist der PROSA Studie zu Backöfen zu entnehmen [Mottschall et al. 2010].

Die Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz bieten eine Orientierungshilfe zur Identifikation von Verbesserungspotentialen bei dieser Produktgruppe.

4.1 Lebenszyklusanalyse

Die folgenden Abschnitte dokumentieren die Annahmen und Daten, die zur Modellierung der orientierenden Ökobilanz und der Lebenszykluskosten der betrachteten Alternativen verwendet wurden. Folgende Alternativen wurden betrachtet:

- autarke Elektrokochstelle mit Masegussplatten (AEM)
- autarke Elektrokochstelle mit Heizwendel oder -band unter einer Glaskeramikplatte (AEH)
- autarke Elektrokochstelle mit Heizwendel oder -band unter einer Glaskeramikplatte mit Brat- und Kochsensor (AEHS)
- autarke Elektrokochstelle mit Induktionskochfeld (AEI)
- bzw.
- Standherd mit Elektrokochmulde mit Masegussplatten (SEM)
- Standherd Elektrokochstelle mit Heizspiralen unter einer Glaskeramikplatte (SEH)
- Standherd mit Induktionskochfeld (SEI)

Es wurde von einer durchschnittlichen Lebensdauer der Geräte von 15 Jahren ausgegangen [GfK Consumer Panel 2007 zitiert in Gutberlet 2008].

Die **funktionelle Einheit** ist wie folgt definiert:

Bereitstellung und Nutzung einer elektrischen Kochstelle für ein Jahr.

Herstellung Kochfelder

Ausgangspunkt für die Bilanzierung der Herstellung einer elektrischen Kochstelle ist ihre Materialzusammensetzung dieses Gerätetypen. Die Bilanzierung basiert auf Gewichtsangaben marktdurchschnittlicher Geräte sowie auf einer Abschätzung der dabei zum Einsatz kommenden Materialien. Zur Bilanzierung der Materialvorketten wurden Daten aus EcoInvent 2.0 sowie GEMIS^{4.4} herangezogen (verwendete Datensätze siehe Anhang).

Es wurde ein Gesamtgewicht der Kochstelle von 7 kg angenommen und eine Materialzusammensetzung aus einer 2 kg schweren Glaskeramikplatte [modelliert nach RDC 2007, eigene Annahmen], einem 5 kg schweren Gehäuse sowie 1 kg verarbeitetem Edelstahl.

Mangels spezifischer Daten für die Endmontage beider Gerätetypen wurden Literaturdaten zugrunde gelegt, die einen Energieeinsatz von 2,0 kWh pro montiertem Gerät beziffern [AEG 2004].

Es ist wichtig an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die beschriebenen Annahmen für die Materialzusammensetzung den heute gängigen Marktmodellen entsprechen. Die statistischen Daten für den Energieverbrauch beziehen sich dagegen auf die durchschnittlich in den deutschen Haushalten vorhandenen Geräten und schließen damit ältere Modelle mit anderen Materialzusammensetzungen mit ein. Wie die weitere Bilanzierung zeigt, ist die Ergebnisrelevanz der in der Herstellung verwendeten Materialien jedoch sehr gering.

Die Umweltauswirkungen durch die Herstellung wurden auf die funktionelle Einheit, d. h. pro Jahr, umgerechnet.

Energieverbrauch

Beim Kochen mit einem Elektrokochfeld wird Strom (sekundärer Energieträger) zunächst mit Wandlungsverlusten in Wärme umgewandelt. Hierbei treten in der Vorkette sowohl Verluste beim Erzeugen von Strom (durchschnittliche Kraftwerkseffizienz ca. 45%) und dem Transport des Stroms (Überlandleitungsverluste 10%) auf.

Zudem tritt ein Wärmeverlust auf der Kochplatte auf. Dieser Wärmeverlust ist bei Massegussplatten höher als bei Heizspiralen unter Glaskeramikplatten. Noch geringer fallen sie bei Induktionskochfeldern aus. Tabelle 6 gibt den für die Berechnung zugrunde gelegten Endenergieverbrauch der Elektroherde an.

Tabelle 6 Jährlicher spezifischer Endenergieverbrauch eines Elektroherds [EWI/Prognos 2007]

	Einheit	2005	2009 (interpoliert)	2010
Elektroherd	kWh/a	355	341	337

Für die Lebenszyklusanalyse wird davon ausgegangen, dass die Nutzung der verschiedenen Herdtypen Einbauherd, freistehender Herd und autarke Kochstelle mit gleicher Häufigkeit und in gleicher Weise geschieht.

Neben dem Energieverbrauch aus dem Betrieb ist in den aufgeführten Werten der Verbrauch aus dem Standby enthalten, welcher bei aktuellen Geräten abhängig von der Ausstattung jedoch maximal 2 Watt und damit rund 17,5 kWh pro Jahr betragen darf.

Nutzerverhalten der Funktionen „Kochen“ und „Backen“

Wie einleitend dargestellt ist eine Bestimmung der Anteile von Kochen und Backen am Energieverbrauch und den Gesamtwirkungen notwendig. Entsprechende Angaben des Bundesverbands der Verbraucherzentralen weisen auf einen Anteil der Nutzungsfunktion Kochen von 67% des gesamten Energieverbrauchs aus.

Der anteilige Energieverbrauch für die Funktion „Backen“ im Backofen ist deutlich niedriger und wird mit ca. 15% angegeben [vzbv 2008, den Verbleib der fehlenden 18% benennt die Quelle nicht]. Der Energieratgeber der Stadtwerke Velbert gibt ein Verhältnis von 80% Kochfeld zu 20% Backofen an [Stadtwerke Velbert 2008].

Aufgrund der inhaltlichen Ungenauigkeiten der Literaturangaben wurde in Form einer Basisbetrachtung zunächst ein anteiliger Energieverbrauch des Kochfelds von 67% angenommen. In einer Sensitivitätsanalyse wurde anschließend ein Energieanteil des Kochfelds von 80% angenommen.

Tabelle 7 Jährlicher spezifischer Endenergieverbrauch des Kochfeldes am Gesamtenergieverbrauch eines Herdes

	Einheit	2005	2009 (interpoliert)	2010
Elektroherd	kWh/a	355	341	337
Basisbetrachtung (Kochen 67% von gesamt)	kWh/a	234	225	222
Sensitivität (Kochen 80% von gesamt)	kWh/a	284	272	270

Entsorgung

Für die Entsorgung wurde zunächst angenommen, dass das Gerät ordnungsgemäß entsorgt, zerlegt, geschreddert und anschließend einer stofflichen Verwertung zugeführt wird.

Aus der Zerlegung und mechanischen Behandlung des Altgeräts werden Sekundärrohstoffe gewonnen. Diese wurden im Rahmen dieser Studie nicht ökobilanziell gutgeschrieben, da bei der Bilanzierung der Herstellung der Materialien Sekundärrohstoffanteile eingesetzt werden, für die keine Lastschrift angesetzt wurden. Bilanztechnisch wurde somit eine „Quasi-Closed-Loop“-Situation zugrunde gelegt.

Die bei Elektroherden verwendeten elektrischen und elektronischen Bauteile können bei Nicht-Ausbau zu der Kontamination der Schredderleichtfraktion führen.

Die Umweltauswirkungen durch die Entsorgung wurden auf die funktionelle Einheit, d.h. pro Jahr, umgerechnet. In der Literatur wird die Lebensdauer von Herden mit 12-15 Jahren angegeben [Quack/Rüdenauer 2006, Ivisic 2002]. Für die Berechnung wurde von einer durchschnittlichen Lebensdauer von 15 Jahren ausgegangen [GfK Consumer Panel 2007 zitiert in Gutberlet 2008].

Methode der Wirkungsabschätzung

Die Umweltauswirkungen, die von den unterschiedlichen Alternativen verursacht werden, werden anhand folgender Parameter quantifiziert:

- Kumulierter Energieaufwand,
- Treibhauspotenzial,
- Versauerung.
- Eutrophierung.

Alle vier Indikatoren sind im Anhang genauer erläutert.

Umweltauswirkungen

Vergleicht man die Umweltauswirkungen der einzelnen Lebenswegphasen, so zeigt sich, dass sich für alle Umweltauswirkung die Nutzungsphase am deutlichsten auf die Gesamtbilanz der einzelnen Indikatoren auswirkt. Konkret bedeutet dies für die elektrischen Kochfelder (EKF) einen Beitrag der Nutzungsphase von bis zu 99% an der Gesamtbilanz (z. B. für GWP).

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse für die verschiedenen Wirkungskategorien dargestellt.

Tabelle 8 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz für elektrische Kochfelder (EKF) für den kumulierten Energieaufwand (KEA) in MJ/a

Betrachtete Alternativen [MJ/a]	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
EKF Basisbetrachtung	18,3	2.320	0,5	2.338
EKF Sensitivität	18,3	2.812	0,5	2.831

Tabelle 9 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz für elektrische Kochfelder (EKF) für das Treibhauspotenzial (GWP) in kg CO₂-Äq./a

Betrachtete Alternativen [kgCO ₂ -Äq./a]	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
EKF Basisbetrachtung	1,23	139,6	0,02	140,8
EKF Sensitivität	1,23	169,2	0,02	170,4

Tabelle 10 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz für elektrische Kochfelder (EKF) für das Versauerungspotenzial in g SO₂-Äq./a

Betrachtete Alternativen [g SO ₂ -Äq./a]	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
EKF Basisbetrachtung	0,0042	0,17	0,0001	0,17
EKF Sensitivität	0,0042	0,20	0,0001	0,21

Tabelle 11 Ergebnisse der orientierenden Ökobilanz für elektrische Kochfelder (EKF) für das Eutrophierungspotenzial in g PO₄-Äq./a

Betrachtete Alternativen [g PO ₄ -Äq./a]	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
EKF Basisbetrachtung	0,0005	0,0179	0,0000	0,0183
EKF Sensitivität	0,0005	0,0217	0,0000	0,0221

Treibhauspotenzial verschiedener Kochstellen

Grundsätzlich liegen für verschiedene Elektro-Kochstellentechnologien (klassisch, Glaskeramik, Induktion) keine normierten Energieverbrauchsdaten vor. Auch in detaillierten Energiestatistiken für Deutschland (z. B. [EWI/Prognos 2007]) sind hierfür keine differenzierten Energieverbrauchsdaten enthalten. Die Stiftung Warentest hatte im Jahr 2004 aber den Energieverbrauch verschiedener Kochstellentypen für Wasser erhitzen, Essen aufwärmen und Essen 45 Minuten warmhalten erhoben [StiWa 2004]; diese Untersuchung wurde bereits vorgestellt und anhand eines erstellten Nutzerprofils Jahresendenergieverbräuche errechnet. Im Folgenden werden auf Basis dieser Jahresendenergieverbräuche die Treibhausgasemissionen (als CO₂-Äa./a) berechnet. Damit wird ausschließlich die Nutzungsphase in den Vergleich einbezogen. Da aber der Anteil der Herstellung und Entsorgung am Gesamttreibhauspotenzial weit unter 5% liegt, ist dieses Vorgehen für einen orientierenden Vergleich der Technologien durchaus gerechtfertigt.

Tabelle 12 Endenergieverbrauch pro Jahr für verschiedene elektrische Kochstellen mit unterschiedlichen Technologien berechnet auf Basis von Verbrauchsmessungen der Stiftung Warentest [StiWa 2004; Berechnungen des Öko-Instituts]

Kochstellenart	Gusseiserne Massekochplatte	Glaskeramik-kochfeld	Glaskeramik-kochfeld + Sensor	Induktions-kochfeld
Energieverbrauch [kWh/a]	269	226	222	179

Basierend auf diesen Endenergieverbräuchen wurden für die verschiedenen Kochstellentechnologien die damit verbundenen Treibhausgaspotentiale berechnet. Das Ergebnis dieser Berechnung ist in Abbildung 8 dargestellt, wobei die Anteile für die Funktionen Wasser erhitzen, Essen aufwärmen und Essen warmhalten ausgewiesen sind. Die Ergebnisse, die nur orientierenden Charakter haben und nur die Nutzungsphase einbeziehen, zeigen den

ökologischen Vorteil der Induktionskochfelder und Glaskeramikkochfelder mit Infrarotheizwendel in Bezug auf das Treibhausgaspotenzial auf.

Die vorangegangene orientierende Ökobilanz zeigt, dass die Treibhausgasemissionen durch die Herstellung und Entsorgung der Kochstellen deutlich unter 5 kg CO₂-Äq. pro Jahr liegen. Der Einbezug dieser Emissionen würde damit an der in Abbildung 8 dargestellten Reihenfolge nichts ändern.

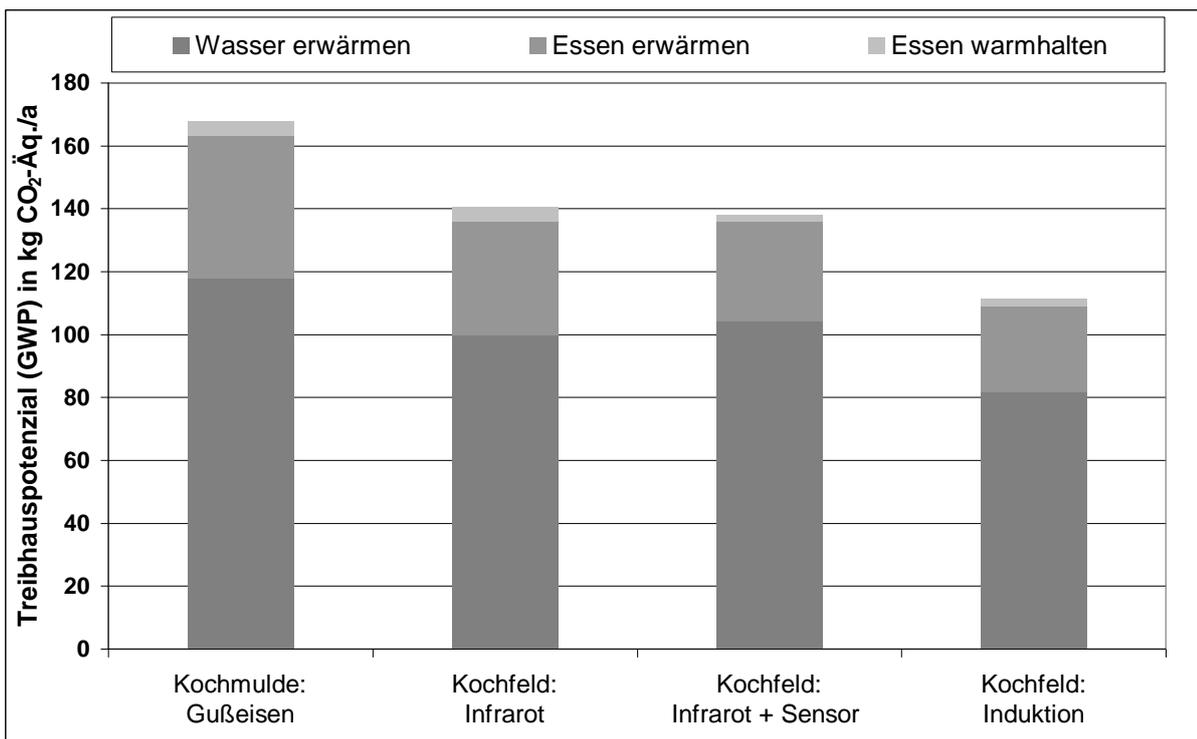


Abbildung 8 Treibhauspotenzial (GWP) verschiedener Elektrokochstellen in kg CO₂-Äq./a [StiWa 2004; Berechnungen des Öko-Instituts]

4.2 Analyse der Lebenszykluskosten

Bei der Berechnung der Lebenszykluskosten werden die Anschaffungs-, die Installations-, Nutzungs- und (prinzipiell auch) die Entsorgungskosten berücksichtigt.

Die Analyse der Lebenszykluskosten wird exemplarisch an jeweils miteinander vergleichbaren Geräten eines Herstellers durchgeführt. Als Anschaffungspreise wurde der günstigste verfügbare Preis inklusive der Versandkosten bei verschiedenen Preisvergleichsportalen herangezogen.

Anschaffung

Eine Marktbetrachtung für Elektrostandherde mit einer Breite von 60 cm ergab eine breite Fächerung der Preise, abhängig vom Grad der Ausstattung des Ofens und der Art des Kochfeldes. Einen Überblick gibt Tabelle 1.

Bei der Betrachtung der Kochstellen zeigt sich, dass neben den funktionellen Eigenschaften eines Kochfeldes auch das Design wie z.B. Facettenschliff oder Edelstahlrahmen und Ausführung der Bedienelemente einen großen Einfluss auf den Preis haben. Bei der Berechnung der Lebenszykluskosten wurden Modelle mit gleicher Funktionalität in der jeweils günstigsten Ausführung herangezogen.

Ziel war es Mittelklassegeräte eines Herstellers mit vergleichbarer Ausstattung zu betrachten. Dies war nur bedingt möglich, da z.B. in Standherden mit Induktionskochfeld oftmals keine Ausführung mit einem einfachen Backofen angeboten wird. Um diese dennoch einordnen zu können wurden dann auf höherpreisige Geräte mit Heizwendel unter Glaskeramik zurückgegriffen.

Tabelle 13 Anteilige jährliche Anschaffungskosten von elektrischen Kochstellen und Standherden unter Berücksichtigung einer Lebensdauer von 15 Jahren [in Euro]

Hersteller	Gerätetyp	Kochmulde mit Gusseisernen Kochplatten	Glaskeramik-kochfeld: Infrarot	Glaskeramik-kochfeld Infrarot + Sensor	Induktions-kochfeld
1	Kochfeld	19 €	23 €		44 €
	Kochfeld (HP)		58 €	63 €	
2	Standherd	26 €	35 €		
	Standherd (HP)		42 €		60 €
3	Standherd	37 €	48 €		69 €

HP = höherpreisig

Installation

Der Anschluss eines Elektroherdes bzw. einer elektrischen Kochstelle sollte von einem konzessionierten Fachmann vorgenommen werden, da bei fehlerhaftem Anschluss im Schadensfall der Garantieanspruch entfallen kann. Es bestehen keine grundlegenden Unterschiede in der Leistungsaufnahme der verschiedenen Kochstellen und Elektroherde, so dass die Kosten der Installation als identisch angenommen werden und somit keinen Einfluss auf unterschiedliche Lebenszykluskosten haben. In der vorliegenden Studie werden Installationskosten von 120 € veranschlagt.

Nutzung

Für elektrische Kochstellen gibt es – wie bereits oben ausgeführt – keine vergleichbaren normierten Angaben zum Energieverbrauch. Basierend auf den Verbrauchsmessungen der

Stiftung Warentest wurden die Jahresendenergieverbräuche für Elektro-Kochstellen abgeleitet (siehe Tabelle 12) [StiWa 2004]. Basierend auf diesen Werten wurden die Lebenszykluskosten für die Nutzungsphase der verschiedenen Elektrokochstellen berechnet. Es wurde wiederum ein mittlerer Strompreis von 0,262 €/kWh¹ zugrunde gelegt.

Tabelle 14 Jährliche Nutzungskosten durch den Stromverbrauch einer elektrischen Kochstelle

	Kochmulde mit Gusseisernen Kochplatten	Glaskeramikkochfeld: Infrarot	Glaskeramikkochfeld Infrarot + Sensor	Induktionskochfeld
Jährliche Stromkosten [€/a]	71,3	59,7	58,6	47,4

Entsorgung

Die Entsorgung der Elektroherde ist gemäß WEEE bzw. Elektro- und Elektronikgesetz seit März 2006 für private Haushalte kostenfrei.

Ergebnis des Kostenvergleichs

In der nachfolgenden Tabelle 15 sind die jährlichen Lebenszykluskosten von jeweils vergleichbaren Geräten dreier Hersteller gegenübergestellt. Die Gesamtkosten sind in den einzelnen Bestandteilen aufgelistet. Sie setzen sich zusammen aus den anteiligen Investitionskosten und Installationskosten bei einer angenommenen Nutzungsphase von 15 Jahren und den durch die Nutzung entstehenden Kosten. In den Ergebnissen wurde keine Barwertbetrachtung durchgeführt, durch die sich die Gesamtkosten der Geräte mit hohen Investitionskosten im Vergleich zu den günstigeren Geräten erhöhen würden. Die Nutzungskosten wurden anhand der von StiWa [2004] bestimmten Verbrauchswerte und oben beschriebenen Nutzungsprofil und Strompreise ermittelt.

¹ Der Strompreis eines durchschnittlichen Haushalts (2,04 Personen) beträgt 26,4 Cent/kWh (Arbeitspreis und Grundpreis). Eigene Recherchen.

Tabelle 15 Ergebnis der Lebenszykluskosten für elektrische Kochstellen. Eigene Zusammenstellung auf Basis von Herstellerangaben.

Produkt		Investition	Installation	Nutzung	Entsorgung	Summe
		€/a				
Hersteller 1	AEM	19	8	71	0	99
	AEH	23	8	60	0	91
	AEI	44	8	47	0	99
	AEH (HP)	58	8	60	0	126
	AEHS	63	8	59	0	130
Hersteller 2	SEM	26	8	71	0	105
	SEH	35	8	60	0	103
	SEH (HP)	42	8	60	0	110
	SEI	60	8	47	0	115
Hersteller 3	SEM	37	8	71	0	116
	SEH	48	8	60	0	116
	SEI	69	8	47	0	124

Erläuterung der Abkürzungen:
AEM: autarke Elektrokochstelle mit Massegussplatten
AEH: autarke Elektrokochstelle mit Heizwendel oder -band unter einer Glaskeramikplatte
AEHS: autarke Elektrokochstelle mit Heizwendel oder -band unter einer Glaskeramikplatte mit Brat- und Kochsensor
AEI: autarke Elektrokochstelle mit Induktionskochfeld
SEM: Standherd mit Elektrokochmulde mit Massegussplatten
SEH: Standherd Elektrokochstelle mit Heizspiralen unter einer Glaskeramikplatte
SEI: Standherd mit Induktionskochfeld
HP: Hochpreisiges Gerät

Abbildung 9 veranschaulicht die Lebenszykluskosten der verschiedenen Geräte (Kochfelder, Kochmulden und Standgeräte). In der Abbildung werden die jährlichen Installationskosten in blau, die jährlichen Investitionskosten in grau bzw. grün (Vollfarben) und die jährlichen Nutzungskosten grau und grüntönen (Karomuster) dargestellt. Während bei den günstigen Geräten der Großteil der Kosten durch die Nutzung entsteht, halten sich bei den teureren Geräten Nutzungs- und Investitionskosten die Waage. Unabhängig vom Hersteller und der Produktkategorie weisen die Geräte mit Glaskeramikkochfeld (Infrarot) die geringsten jährlichen Lebenszykluskosten auf. Die Gesamtkosten der grau dargestellten Geräte mit gusseisernen Kochplatten liegen bei zwei Herstellern über denen mit Glaskeramikkochfeld (Infrarot). Bei Hersteller drei hingegen liegen die Gesamtkosten in beiden Fällen bei 116 € pro Jahr. Die höheren Investitionskosten der Induktionskochfelder können bei dem angenommenen Nutzungsprofil nicht durch Einsparungen in der Nutzungsphase ausgeglichen werden und liegen bei allen Herstellern über denen vergleichbarer Produkte (mit anderer Technologie).

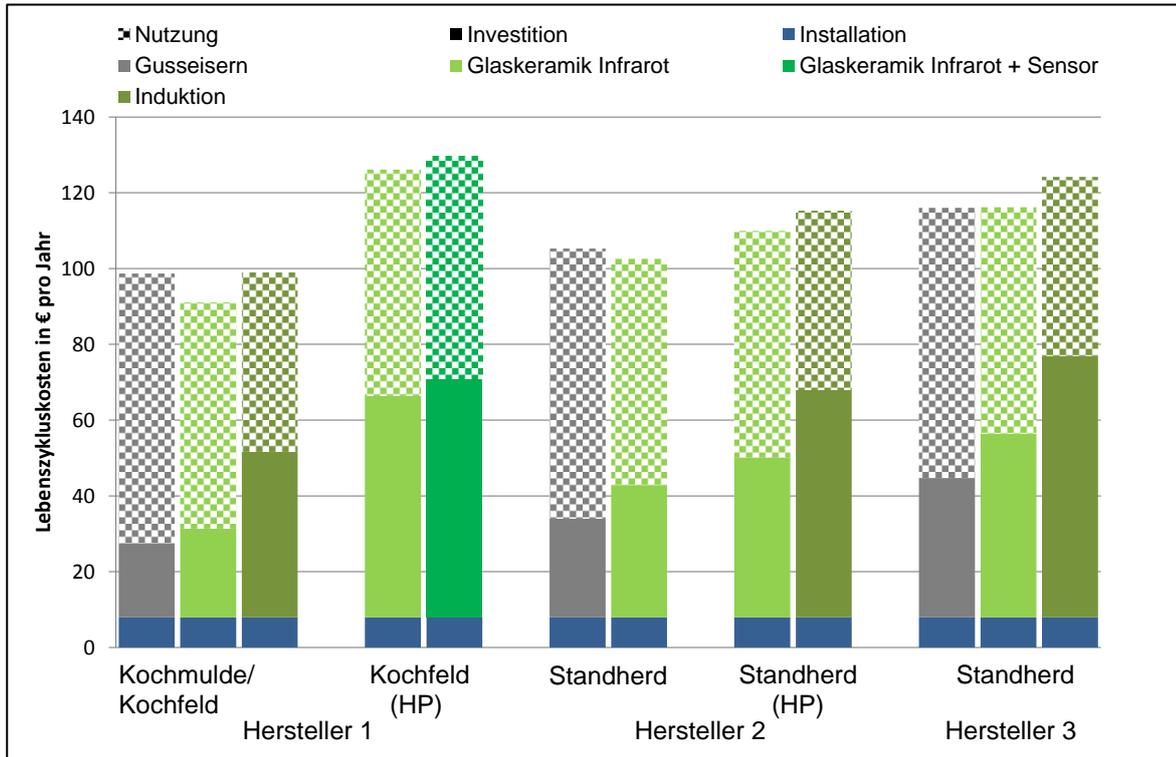


Abbildung 9 Gegenüberstellung der Anschaffungs- und Nutzungskosten vergleichbarer Geräte von unterschiedlichen Herstellern (HP= hochpreisiges Gerät)

Es zeigt sich, dass die ökologisch vorteilhaften Kochstellen mit Induktion in der ökonomischen Betrachtung nicht zu Vorteilen führen. Auch die höheren Kosten einer Kochstelle mit Heizwendel unter einer Glaskeramikplatte amortisieren sich nicht zwangsläufig.

Die höheren jährlichen Kosten für ein Induktionskochfeld können bis zu 8 € pro Jahr bzw. 7% betragen. Diese Kosten müssten vom Konsumenten durch zusätzlichen Nutzen wie Zeiterparnis, erleichtertes Putzen und erhöhte Sicherheit getragen werden. Bei einer intensiveren Nutzung der Geräte werden diese zusätzlichen Kosten geringer ausfallen.

5 Teil III: Ableitung von Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus Teil I und Teil II werden in Teil III Vorschläge für Vergabekriterien verfasst.

Insgesamt wurden zwei Schwerpunkte für die verfassten Vergabekriterien gewählt. Dies ist zum einen der Energieverbrauch der Geräte als auch die vom Hersteller bereitzustellenden Verbraucherinformationen für ein energiesparendes Kochverhalten. Diese beiden Schwerpunkte wurden gewählt, da die vorangegangene Untersuchung gezeigt hat, dass die wesentlichen Umweltauswirkungen durch den Energieverbrauch in der Nutzungsphase entstehen.

Der Energieverbrauch von elektrischen Herden und Kochfeldern wird einerseits durch den Stand-by Verbrauch als auch durch den Energieverbrauch einzelner Kochvorgänge bestimmt. Daher bezieht sich ein Vergabekriterium auf den Stand-by Verbrauch der Geräte. Der Stand-by Verbrauch wird durch die EG-Verordnung 1275/2008 geregelt. Darin wird zwischen Bereitschaftszustand (Stand-by) mit Information- oder Statusanzeige und Bereitschaftszustand (Stand-by) mit Reaktivierungsfunktion unterschieden. In der EG-Verordnung 1275/2008 werden für verschiedene Jahre und unterschiedliche Funktionen (Statusanzeige, Reaktivierungsfunktion) unterschiedliche maximal zulässige Energieverbrauchswerte genannt. Die Vorschläge für Vergabegrundlagen heben diese Unterscheidung auf und fordern pauschal für den Bereitschaftszustand einen maximalen Verbrauchswert von 1 Watt. Damit wird der technischen Entwicklung der entsprechenden Bauteile Rechnung getragen und auf den Einsatz sparsamer Komponenten fokussiert.

Allgemeiner Energieverbrauch der Geräte

Die Leistungsaufnahme der Kochstelle oder der Kombination aus Kochstelle und Backofen darf in den Betriebszuständen „Aus-Zustand“; „Bereitschaftszustand mit oder ohne kontinuierliche Information oder Statusanzeige“ (z.B. Timer oder Uhr; ggf. verbunden mit einer Reaktivierungsfunktion) maximal 1 Watt betragen.

Nachweis

Die Einhaltung aller oben genannten Leistungswerte wird gemessen nach DIN EN 50304/DIN EN 60350:2009-10 und durch Vorlage eines Prüfgutachtens eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors nachgewiesen.

Ein weiteres wichtiges Vergabekriterium ist der Energieverbrauch während der Nutzungsphase. Da es hierzu keine standardisierten Messverfahren gibt, wurden die intern vorliegenden Verbrauchsmessungen der Stiftung Warentest zu Grunde gelegt. Diese wurden durch

die in der Studie vielfach zitierten Kochvorgänge – Wasser erhitzen, Essen erwärmen und Essen warmhalten – ermittelt. Das Vergabekriterium greift den Messvorgang auf und definiert für verschiedenen Technologien (strahlungsbeheizt, Induktion) und verschiedene Kochvorgänge maximal zulässige Energieverbrauchswerte. Die definierten Verbrauchswerte liegen unter den durchschnittlichen von der Stiftung Warentest ermittelten Werten.

Für den Gerätetyp Herd, wurden für den Bauteil Backofen die in der Vergabegrundlage für das Umweltzeichen für elektrische Backöfen formulierten Energieverbrauchswerte übernommen [Mottschall et al. 2010]. Diese liegen unter den derzeit gültigen Verbrauchswerten für Backöfen der Energieeffizienzklasse A.

Energieverbrauch elektrischer Kochstellen

Beim Einsatz einer strahlungsbeheizten Kochstelle (durch Heizwendel oder -spirale unter Glaskeramik) darf der Energieverbrauch eines einzelnen Kochfelds beim Ankochen von 1000g der im Vordruck zur Anlage 3 im Anhang genannten Referenzmenge nicht höher als **139 Wh** betragen. Der Energieverbrauch beim Warmhalten (30 Minuten) darf nicht höher als **23 Wh** betragen.

Bei der Verwendung einer induktionsbeheizten Kochstelle darf der Energieverbrauch eines einzelnen Kochfelds beim Ankochen von 1000g einer Referenzmenge nicht höher als **106 Wh** betragen. Der Energieverbrauch beim Warmhalten darf nicht höher als **35 Wh** betragen.

Nachweis

Dies wird durch Vorlage eines Prüfgutachtens eines unabhängigen Prüflabors nachgewiesen. Ein Prüfprotokoll befindet sich in Anhang.

Energieverbrauch Elektrobacköfen

Werden in Kombination mit elektrischen Kochstellen Elektrobacköfen eingesetzt, muss der eingesetzte Backofen die in der EU-Richtlinie 2002/40/EG festgelegten Energieverbrauchswerte für Geräte der Energieeffizienzklasse A erfüllen sowie über eine Umluft- oder Heißluftfunktion verfügen.

Zusätzlich darf der Mittelwert des Energieverbrauchs aus der Beheizungsart konventionell und der Beheizungsart Um-/Heißluft in kWh folgenden Wert nicht überschreiten:

Mittlere Backöfen: $35 \text{ l} \leq \text{Volumen} < 65 \text{ l}$: 0,82 kWh

Große Backöfen: $65 \text{ l} \leq \text{Volumen}$: 1,00 kWh

Nachweis

Dies wird durch Vorlage eines Prüfgutachtens eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors nachgewiesen. Die Energieverbrauchsmessung erfolgt nach DIN EN 50304/DIN EN 60350:2009.

Wie die vorliegende Studie gezeigt hat, kommt dem Nutzerverhalten eine wichtige Rolle im Hinblick auf den Energieverbrauch beim Kochen und Backen zu. Daher wurde als weiterer Schwerpunkt ein Vergabekriterium definiert, dass die Verbraucherinformation zum energiesparenden Kochverhalten beinhaltet. Auch wenn der Gerätehersteller keinen direkten Einfluss auf das Kochverhalten des Kunden hat, so sollen umfassende und ausreichend beschriebene Tipps und Empfehlungen zum energiesparenden Nutzerverhalten gegeben werden. Ergänzt werden sollen diese Verbraucherhinweise um Informationen zur Sicherheit von Induktionskochstellen, da die bei der Technologie entstehenden elektromagnetischen Strahlungen entsprechenden des Vorsorgeprinzips nicht unerwähnt bleiben dürfen. Durch die Verbraucherhinweise zur Sicherheit von Induktionskochstellen soll erreicht werden, dass sich ein Nutzerverhalten einstellt, welches zu keiner großen Entstehung und Exposition von elektromagnetischen Feldern führt.

Verbraucherinformationen

Eine verständliche und ausführliche Bedienungsanleitung und Produktinformation muss in gedruckter Form dem Produkt beigelegt werden. Die Produktinformationen des Gerätes müssen Angaben über den Energieverbrauch in den verschiedenen Betriebszuständen sowie eine Herstellerempfehlung für die optimale Warmhaltestufe enthalten.

Sicherheit bei Induktionskochstellen

Die Nutzung von induktionsbetriebenen Kochstellen verursacht Magnetfeld-Expositionen und kann zu Ableitströmen führen. Durch richtiges Nutzerverhalten kann dies minimiert werden. Aus diesem Grund müssen die Produktunterlagen von Geräten mit Induktionskochstellen folgende Hinweise sinngemäß enthalten:

- Die Töpfe sollten entsprechend der Kochfeldgröße ausgewählt und zentriert platziert werden und wenn möglich sollte ein Mindestabstand von 5 bis 10 cm von der Vorderkante des Herdes eingehalten werden.
- Es sollten keine Metallkochlöffel verwendet werden.
- Aus Vorsorgegründen sollten Personen mit Herzschrittmacher und Schwangere besonders auf den Sicherheitsabstand zum Gerät achten und ggf. die Nutzung mit ihrem Arzt abstimmen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen vor.

Energiesparendes Kochen und Backen

Der Energieverbrauch der Geräte ist in erheblichem Maße abhängig vom Nutzerverhalten. Die Produktunterlagen müssen daher im vorderen Teil folgende weitere Hinweise für die energieeffiziente Nutzung des Geräts bzw. energieeffizientes Kochen und Backen sinngemäß enthalten:

- Der Durchmesser des Topfbodens sollte mit dem der Kochplatte übereinstimmen. Speisen sollten im geschlossenen Topf zubereitet werden und je nach Gartechnik mit möglichst wenig Flüssigkeit garen.
- Hinweis auf rechtzeitiges Umschalten auf eine niedrigere bzw. frühzeitiges Abschalten der Kochstufe.
- Bei Gerichten mit langer Gardauer sollte ein Dampfdrucktopf (Schnellkochtopf) genutzt werden.
- Hinweise zum energiesparenden Vorheizen des Backofens.
- Die Umluft- bzw. Heißluftfunktion des Backofens sollte vorzugsweise genutzt werden.
- Hinweis auf die empfohlene Nutzung von dunklen, schwarz lackierten oder emaillierten Backformen, die die Hitze besonders gut aufnehmen.
- Um die Nachwärme zu nutzen, beim Braten oder Backen den Backofen 5 bis 10 Minuten vor Ende der Gar- und Backdauer abschalten.
- Hinweise zur sachgerechten und energiesparenden Anwendung der pyrolytischen Selbstreinigungsfunktion, sofern am Gerät vorhanden.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen vor.

Bauart Kochfeld

Das Kochfeld muss über eine Restwärmeanzeige verfügen, welche für jede Kochstelle separat anzeigt, ob Restwärme genutzt werden kann.

Dieses Kriterium dient dem Benutzerkomfort und trägt indirekt zu einem geringeren Energieverbrauch bei.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung und legt die entsprechenden Produktunterlagen vor.

Elektrische Herde und Kochstellen, die eine lange Lebensdauer aufweisen, helfen Abfälle zu vermeiden. Um defekte Geräte reparieren zu können, ist eine möglichst lange Ersatzteilversorgung sinnvoll. Ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen sollte deshalb die Sicherstellung der Ersatzteilversorgung als Kriterium beinhalten.

Langlebigkeit

Der Antragsteller verpflichtet sich, dafür zu sorgen, dass für die Reparatur der Geräte die Ersatzteilversorgung für mindestens 12 Jahre ab Produktionseinstellung sichergestellt ist.

Ersatzteile sind Funktionsteile sowie Komponenten der direkten Bedienung. Ästhetische Komponenten werden hiervon ausgenommen.

Die Produktunterlagen müssen Informationen über die genannten Anforderungen enthalten.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen und legt die entsprechenden Seiten der Produktunterlagen vor.

Neben den genannten, anhand der vorliegenden PROSA-Studie abgeleiteten Anforderungen, sollte ein produktbezogenes Umweltzeichen in Bezug auf die Materialzusammensetzung und Schadstofffreiheit folgende Standardkriterien für Produkte mit dem Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ erfüllen:

Materialanforderungen an die Kunststoffe der Gehäuse und Gehäuseteile

Den Kunststoffen dürfen als konstitutionelle Bestandteile keine Stoffe zugesetzt sein, die eingestuft sind als

- a) krebserzeugend der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008²

² Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, Anhang VI Harmonisierte Einstufung und Kennzeichnung für bestimmte gefährliche Stoffe, Teil 3: Harmonisierte Ein-

- b) erbgutverändernd der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008
- c) fortpflanzungsgefährdend der Kategorien 1 oder 2 nach Tabelle 3.2 des Anhangs VI der EG-Verordnung 1272/2008
- d) persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT-Stoffe) oder sehr persistent und sehr bioakkumulierbar (vPvB-Stoffe) nach den Kriterien des Anhang XIII der REACH-Verordnung oder besonders besorgniserregend aus anderen Gründen und die in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sog. Kandidatenliste³) aufgenommen wurden.

Halogenhaltige Polymere sind nicht zulässig. Ebenso dürfen halogenorganische Verbindungen nicht als Flammschutzmittel zugesetzt werden. Zudem dürfen keine Flammschutzmittel zugesetzt werden, die gemäß Tabelle 3.2 des Anhang VI der EG-Verordnung 1272/2008 mit dem R-Satz R 50/53 gekennzeichnet sind.

Von dieser Regelung ausgenommen sind:

- prozessbedingte, technisch unvermeidbare Verunreinigungen;
- fluororganische Additive (wie z.B. Anti-Dripping-Reagenzien), die zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften der Kunststoffe eingesetzt werden, sofern sie einen Gehalt von 0,5 Gew.-% nicht überschreiten;
- Kunststoffteile, die weniger als 25 g wiegen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderungen. Bezüglich der auszuschließenden Substanzen in Kunststoffen für Gehäuse und Gehäuseteile veranlasst er eine schriftliche Erklärung der Kunststoffhersteller oder -lieferanten, dass diese nicht zugesetzt sind. Zugleich verpflichtet er sich, die Hersteller oder Lieferanten der

stufung und Kennzeichnung – Tabellen, Tabelle 3.2 Die Liste der harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe aus Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG,

kurz: GHS-Verordnung http://www.reach-info.de/ghs_verordnung.htm, in der jeweils gültigen Fassung.

Die GHS-Verordnung (Global Harmonization System), die am 20.01.2009 in Kraft getreten ist, ersetzt die alten Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG. Danach erfolgt die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe bis zum 1. Dezember 2010 gemäß der RL 67/548/EWG (Stoff-RL) und für Gemische bis zum 1. Juni 2015 gemäß der RL 1999/45/EG (Zubereitungs-RL). Abweichend von dieser Bestimmung kann die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung für Stoffe und Zubereitung bereits vor dem 1. Dezember 2010 bzw. 1. Juni 2015 nach den Vorschriften der GHS-Verordnung erfolgen, die Bestimmungen der Stoff-RL und Zubereitungs-RL finden in diesem Fall keine Anwendung.

³ Link zur Kandidatenliste der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH):

http://echa.europa.eu/consultations/authorisation/svhc/svhc_cons_en.asp

Gehäusekunststoffe zu veranlassen, die chemische Bezeichnung der eingesetzten Flammschutzmittel (CAS-Nr.) vertraulich zu übermitteln.

Organische Lösungsmittel in Lacken der Gehäusebeschichtungen

Weiterhin dürfen für die Lackierung der Gehäuse keine Lacke eingesetzt werden, die mehr als 250 g/l organische Lösungsmittel enthalten.

Es gilt folgende Berechnungsgrundlage:

$$\text{VOC-Wert [g/l]} = \frac{\text{Masse der flüchtigen Anteile [g]} - \text{Masse Wasser [g]}}{\text{Volumen Beschichtungsstoff [l]} - \text{Volumen Wasser [l]}}$$

Der Gehalt an flüchtigen organischen Verbindungen (VOC-Wert) im Beschichtungsstoff ist gleich der Masse der flüchtigen Anteile ohne Wasser ins Verhältnis gesetzt zum Volumen des Beschichtungsstoffes abzüglich des Volumens des darin enthaltenen Wassers. Der VOC-Wert bezieht sich auf den anwendungsfertigen Beschichtungsstoff, einschließlich der vom Lackhersteller vorgegebenen oder empfohlenen Verdünnungen. Die Definition der Begriffe erfolgt in Anlehnung an die DIN 55945 „Lacke und Anstrichstoffe - Fachausdrücke und Definitionen für Beschichtungsstoffe“. Ausgenommen von diesen Anforderungen sind Lackieranlagen, die über Abgaseinrichtungen verfügen, die den Anforderungen des Anhang III Nr. 8.1 der 31. BImSchV und der TA Luft entsprechen.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Anforderung.

Dämmstoffe

Für die verwendeten Faserdämmstoffe (Mineralwolle, Glaswolle, Steinwolle) nach DIN 51001 ist mittels Prüfgutachten nachzuweisen, dass der Kanzerogenitäts-Index der betreffenden Produkte $KI \geq 40$ ist und damit nach dem gültigen Einstufungskonzept der TRGS 905 weder eine Einstufung als krebserzeugender Stoff noch als krebverdächtiger Stoff erforderlich ist.⁴ Keramische Mineralfasern, d.h. glasige (Silikat-) Fasern mit einem Anteil an Alkali- und Erdalkalimetalloxiden ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$) von weniger oder gleich 18 Gewichtsprozent dürfen nicht eingesetzt werden.

⁴ Vgl. Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder Fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ Ausgabe Juli 2005 sowie die späteren Ergänzungen.

Nachweis

Der Antragsteller legt ein Prüfgutachten eines nach DIN EN ISO/ IEC 17025 akkreditierten Prüflabors vor. Die Bestimmung des Kanzerogenitäts-Index erfolgt nach DIN 51001.

Formaldehyd in Backöfen

Beim erstmaligen Aufheizen der Backöfen darf die Formaldehydkonzentration von 0,3 ppm (Luftwechsel: 1h⁻¹) in der Raumluft nicht überschritten werden, bei wiederholtem Aufheizen nicht von 0,1 ppm.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Formaldehyd-Anforderung. Dies wird durch Vorlage eines Prüfgutachtens eines nach DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditierten Prüflabors nachgewiesen. Ein Prüfprotokoll nach DIN 44 971 Teil 2 und VDI 3484 Blatt 1 befindet sich in Anhang.

Weiterhin sollten mit einem Umweltzeichen ausgezeichnete Elektroherde und elektrische Kochstellen Anforderungen an die Sicherheit erfüllen. Dazu zählt das nachfolgende Kriterium an die Oberflächentemperatur der Sichtfenster der Öfen.

Sicherheit

Bei Backofenmodellen mit Sichtfenster darf keine Sicherheitsgefährdung durch zu heiße Oberflächentemperaturen des Sichtglases entstehen. Das Sichtglas bei entsprechender Ausstattung muss die Anforderungen der DIN 60335 einhalten.

Nachweis

Der Antragsteller erklärt die Einhaltung der Sicherheitsanforderung und legt ein Prüfprotokoll nach DIN 60335 bei.

6 Literatur

- AEG 2004 AEG Hausgeräte GmbH (Hrsg.): Umwelterklärung 2003 der AEG Hausgeräte GmbH. 2004
- AEG 2008 AEG Electrolux Hausgeräte Vertriebs GmbH (Hrsg.): EU-Datenblatt Öfen 2008
- APS 2009 Arizona Public Service; „Energy efficient commercial cooking“; abgerufen am 07.04.2009;
http://www.aps.com/main/_files/services/BusWaysToSave/Cooking.pdf
- ARC 2007 Gernot Schmid; Austrian Research Centers GmbH “Niederfrequente und hochfrequente elektromagnetische Felder in Innenräumen – Quellen, Messung und typische Werte“; IMB Kongress in Wien, 2007
- ARD 2005 ARD Ratgeber Technik, Selbstreinigende Backöfen – sauber ohne Schrubben?, 13.02.2005
- BAG 2009 EMF Faktenblätter; Bundesamt für Gesundheit (BAG) Schweiz, Stand 21.01.2009, abgerufen am 05.05.09;
<http://www.bag.admin.ch/themen/strahlung/00053/00673/03156/index.html?lang=de>
- BdEV 2006 Bund der Energieverbraucher (BdEV): Eine Formel für den Stromverbrauch. Düsseldorf 2006
- Bertoldi et al. 2001 Bertoldi, P.; Ricci, A. und De Almeida, A. (Hrsg.): “Energy efficiency in household appliances and lightning”. Springer Verlag 2001
- BfS 2008 Bundesamt für Strahlenschutz; „FAQ Haushaltsgeräte – 5. Induktionsherde“; Stand 10.09.2008;
http://www.bfs.de/de/elektro/faq/faq_haushalt.html (abgerufen 21.04.09)
- Bosch 2007 Robert Bosch Hausgeräte GmbH (Hrsg.): Perfect. Das Programm für die Küchenmodernisierung. 2007
- DECADE 1995 Energy and Environment Programm. Environmental Change Unit, University of Oxford: Domestic equipment and carbon dioxide emissions. Second year report. November 1995
- DIN EN 62233:2008 Verfahren zur Messung der elektromagnetischen Felder von Haushaltsgeräten und ähnlichen Elektrogeräten im Hinblick auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern (IEC 62233:2005, modifiziert)
- Eberle 2007 Eberle, U.: Herde als Eco-Top-Ten Produkte. Öko-Institut 2007
- ECUEL 1999 Siedler, C. und PW Consulting for the Commission of the European Communities, contract N° 4.1031/Z/96-164, ADEME, and EDF: Electricity demand-side management: an experimental investigation of cooking appliances, domestic cold appliances and cloth-dryers in 100 households – project ECUEL“. Juni 1999
- EWI/Prognos 2005 Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI); Prognos AG: Energiereport IV. Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030. Schlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit. 2005

- EWI/Prognos 2007 Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI)/Prognos AG: Endbericht Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Auftraggeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Juli 2007
- FH-ISI et al. 2000 Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FH-ISI); Öko-Institut e.V.; Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik an der TU München (TUM): Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten. Abschlussbericht im Auftrag des Umweltbundesamtes. 2000
- FH-ISI et al. 2004 Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FH-ISI); Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW); GfK Marketing Services GmbH & Co. KG; GfK Panel Services Consumer Research GmbH; Institut für Energetik und Umwelt gGmbH; Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik an der TU München (TUM): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Abschlussbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. 2004
- Frank 2007 Silvia Frank; Haushalts-Tipp: „Kochen mit Induktion“ in Kaffee oder Tee“, SWR 24.05.07
- Gutberlet 2008 Kurt-Ludwig Gutberlet (BSH Bosch und Siemens Haushaltsgeräte GmbH, Vorsitzender der Geschäftsführung): Energieeffizienz im Haushalt. Präsentation im Rahmen der GfK-Tagung „Klimafreundlicher Konsum: Herausforderung und Chance für Hersteller und Verbraucher“ am 4.7.2008 in Nürnberg
- HEA 2002 HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. (Hrsg.): Grundlagen Haushaltstechnik: Elektroherde, Publikation der Initiative Hausgeräte+. Berlin 2008
- HEA 2008 HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. (Hrsg.): Herde & Kochfelder. Checkliste für Ihre Kaufentscheidung. Publikation der Initiative Hausgeräte+. Berlin 2008
- HEA 2009 HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V.; abgerufen am 08.06.2009;
<http://www.hausgeraete-plus.de/kochen-backen-braten/kochfelder/energieverbrauch.php>
- HEA 2013 HEA – Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V.; abgerufen am 14.03.2013;
<http://www.hea.de/service/fachwissen/elektroherde/kochstellen/kochzonen.php#induktionsbeheizung>
- ITIS 2006 C. Viellard, A. Romann, U. Lott and N. Kuster; Foundation for Research on Information Technologies in Society (IT IS Foundation): B-Field Exposure From Induction Cooking Appliances. Zürich, July 2006 (revised July 2007)
- Ivisic 2002 Ivisic, Robert: Management kreislauforientierter Entsorgungskonzepte, Schriftenreihe Logistik der Kühne-Stiftung, Bd. 2. Paul Haupt Verlag, Bern 2002
- Kasanen 2000 Kasanen, P.: Efficient domestic ovens. Final Report. Save II Project. Helsinki 2000

Lehmann 2006	Ulrich Lehmann, Störfeld Service: Das Elektromog Kompendium, Hamburg 2006; abrufbar unter http://www.stoerfeldservice.de/elektromog.html
Miele 2009	Miele & Cie. KG; Einbau-Herde und Einbau-Backöfen. Wirtschaftlichkeit; abgerufen am 10.06.09; http://www.miele.de/de/haushalt/produkte/1207_17239.htm#p17225
Mottschall et al 2010	Mottschall, M.; Bleher, D.: PROSA Elektrische Backöfen. Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen. Studie im Rahmen des Projekts „Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte“. Öko-Institut 2010
Quack/Rüdenauer 2006	Quack, D.; Rüdenauer, I.: Stoffstromanalyse relevanter Produktgruppen. Energie- und Stoffströme der privaten Haushalte in Deutschland im Jahr 2005. Öko-Institut 2006
RDC Environnement 2007	Monétarisation des impacts environnementaux du recyclage: méthodologie et applications. In: Collection «Études et synthèses» de la Direction des Études Économiques et de l'Évaluation Environnementale. 2007
REMODECE 2008	Residential monitoring to decrease energy use and carbon emissions in Europe, ISR University of Coimbra 2008
Scholz 2009	Werner Scholz, Geschäftsführer der ZVEI-Hausgerätefachverbände, persönliche Kommunikation, 03.06.2009
Siemens 2007	Siemens-Electrogeräte GmbH (Hrsg.): Technische Daten Einbaugeräte. Stand 2/2007., München 2007
Sitzmann 2009	Katrin Sitzman, LGA QualiTest GmbH, persönliche Kommunikation, 03.06.2009
SSK 2003a	Strahlenschutzkommission: Neue Technologien (einschließlich UMTS) Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 184. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 31. März/01. April 2003
SSK 2003b	Strahlenschutzkommission: Elektromagnetische Felder neuer Technologien. Statusbericht der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 188. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 2./3. Dezember 2003
SSK 2003c	Strahlenschutzkommission: Europäische Produktnormung zur Begrenzung elektromagnetischer Felder. Stellungnahme der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 188. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 2./3. Dezember 2003
SSK 2007	Strahlenschutzkommission: Grundsätze bei der Ableitung von Emissionsstandards bei gleichzeitig betriebenen Feldquellen. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 214. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 23. Februar 2007
SSK 2008	Strahlenschutzkommission: Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und -anwendung. Empfehlungen der Strahlenschutzkommission. Verabschiedet in der 221. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 21./22. Februar 2008
Stadtwerke Velbert 2008	EnergieSpar-Ratgeber der Stadtwerke Velbert GmbH; www.stwvelbert.de/media/download/flyer_energieratgeber.pdf

StiWa 2004	Stiftung Warentest (Hrsg.): Klassisch oder Hightech? Systemvergleich Kochfelder. In: test, Heft 8/2004, S. 69-70
StiWa 2009	Stiftung Warentest (Hrsg.): Heiß, die kalte Platte. In test, Heft 9/2009, S. 56-62
UBA 2008	Umweltbundesamt (Hrsg.): Start ins Leben – Einflüsse aus der Umwelt auf Säuglinge, ungeborene Kinder und die Fruchtbarkeit. Berlin 2008
vzbv 2008	Verbraucherzentrale Bundesverband e.V. (Hrsg.): Elektro-/Gasherde, Kochgeschirr. Stand: Oktober 2008
ZGfK/ZVEI 2008	GfK Marketing Services GmbH und Hausgeräte-Fachverbände im Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie e.V. (Hrsg.): Zahlenspiegel des deutschen Elektro-Hausgerätemarktes 2008; online unter: http://www.zvei.org/index.php?id=613&no_cache=1&tx_ZVEIpubFachv erbaende_pi1[download]=679&type=98 (abgerufen am 03.11.2008)

7 Anhang

7.1 Kenngrößen Lebenszyklusanalyse

Tabelle 16 Zuordnung der verwendeten Datensätze zur Bilanzierung der Stoffströme

Stoffstrom	Masse	Datensatz
Edelstahl	1 kg/EKF 7 kg/GKF	Ecoinvent 2.01: Chromstahl 18/8, ab Werk
Verarbeitung von Edelstahl	1 kg/EKF 7 kg/GKF	Ecoinvent 2.01: Blech walzen, Chromstahl
Feinblech aus Kaltwalzwerken	5 kg/EKF	Gemis 4.4: Metall/Stahl-DE-Blech
Feldspat für Glaskeramik (EKF)	61 kg/1 t Glaskeramik	Ecoinvent 2.01: Feldspat ab Werk
Titandioxid für Glaskeramik (EKF)	50 kg/1 t Glaskeramik	Ecoinvent 2.01: Titandioxid, Chlorid-Verfahren, ab Werk
Soda für Glaskeramik (EKF)	196 kg/1 t Glaskeramik	Gemis 4.4: Chem-Anorg\Soda
Dolomit/Kalkstein für Glaskeramik (EKF)	254 kg/1 t Glaskeramik	Gemis 4.4: Xtra/Abbau Dolomit
Quarzsand für Glaskeramik (EKF)	669 kg/1 t Glaskeramik	Ecoinvent 2.01: Quarzsand, ab Werk
Energie (Herstellung)	1250 kWh/1 t Glaskeramik 2 kWh/EKF 2 kWh/GKF	Gemis 4.4: Gas-HW-DE-2005 Gemis 4.4: Gas-HW-DE-2005 (50%) Gemis 4.4: Stram-D-MS-2005 (50%)
Energie (Nutzung)	EKF GKF	Gemis 4.4.: Netz-el-DE-Verteilung-NS-2005 Gemis 4.4.: Gas-Kochen-HH/KV-2005-Endenergie
Entsorgung	EKF+GKF	Ecoinvent 2.01: Schreddern, Elektro- und Elektronikschrott

7.2 Methode der Wirkungsabschätzung

7.2.1 Kumulierter Energieaufwand (KEA)

Der kumulierte Energieaufwand ist ein Maß für den gesamten Verbrauch an energetischen Ressourcen, die für die Bereitstellung eines Produkts oder einer Dienstleistung benötigt werden. Im KEA enthalten ist auch der Energiegehalt, der im Produkt selbst enthalten ist (z. B. der KEA eines Liter Benzins ist die Summe aus dem Verbrauch an energetischen Ressourcen zur Bereitstellung und dem Energiegehalt des Liters Benzin). Der KEA weist alle nicht-erneuerbaren und erneuerbaren energetischen Ressourcen als Primärenergiewerte aus.

7.2.2 Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP)

Das Treibhauspotenzial beschreibt den Beitrag anthropogener Emissionen an der Wärmeabsorption in der Atmosphäre und ist damit ein Indikator zur Messung des so genannten Treibhauseffekts. Luftemissionen, die zum Treibhauseffekt beitragen, werden bilanziert und entsprechend ihres spezifischen Treibhauspotenzials zum gesamten Treibhauspotenzial cha-

rakterisiert. Das spezifische Treibhauspotenzial beschreibt den Treibhauseffekt von chemischen Substanzen im Verhältnis zu Kohlenstoffdioxid (CO₂) mit Hilfe von CO₂-Äquivalenten. Die Charakterisierungsfaktoren (GWP-100) wurden IPCC [2007] entnommen.

7.2.3 Eutrophierung

Die Eutrophierung steht für eine Nährstoffzufuhr im Übermaß, sowohl für Gewässer als auch für Böden. Im vorliegenden Projektzusammenhang wird der Nährstoffeintrag über Luft und Wasser (bzw. Boden) betrachtet. Das Eutrophierungspotenzial von Nährstoffemissionen wird hierbei durch die Aggregation von Phosphat-Äquivalenten nach [CML 2004] ermittelt.

7.2.4 Versauerung

Eine Versauerung kann ebenfalls sowohl bei terrestrischen als auch bei aquatischen Systemen eintreten. Verantwortlich sind die Emissionen säurebildender Abgase. Die Berechnung erfolgt in Form von Säurebildungspotenzialen mit den Charakterisierungsfaktoren nach [CML 2004].

7.3 Prüfbedingungen für zur Messung von Energieverbräuchen von Elektro-Kochstellen

Die Durchführung der Verbrauchsmessung erfolgt in Anlehnung an die Norm DIN EN 50304 / DIN EN 60350:2009, Elektrische Herde, Kochmulden, Backöfen und Grillgeräte – Verfahren zur Messung der Gebrauchseigenschaften.

1. Messraum

- 1.1 Die Prüfungen sind in einem zugluftfreien Raum mit einer Raumtemperatur von 20°C ± 5°C durchzuführen.
- 1.2. Die bei der Verbrauchsmessung angelegte Spannung ist auf 230 Volt ± 1% zu stabilisieren.

2. Kochgeschirr und Messausrüstung

- 2.1. Bei dem zur Verbrauchsmessung verwendeten Kochtöpfe handelt es sich um die Modelle Silit Silargan und WMF Gala Plus mit einem Bodendurchmesser von jeweils 185mm. Die Messung wird mit beiden Modellen durchgeführt und protokolliert.
- 2.2. Das Temperaturmessinstrument einschließlich Thermoelemente muss im Temperaturbereich von 0°C bis 100°C eine Messgenauigkeit von 0,5 K aufweisen.
- 2.3. Das Energiemessgerät muss eine Messgenauigkeit von 1% aufweisen.
- 2.4. Die Ablesegenauigkeit beim Wiegen muss ± 1 g genau sein.

3. Herstellerangaben / Leistungsstufen

- 3.1. Die Verbrauchsmessung erfolgt unter Einhaltung der vom Hersteller gemachten Bedienanweisungen zum „Warmhalten“. Die zu wählende Leistungsstufe ist entsprechend der Angaben aus den gerätespezifischen Produktunterlagen (Gebrauchsanleitung, Gartabelle, Rezepte) zu wählen und zu protokollieren.

4. Kochgut / Menge

- 4.1. Die Verbrauchsmessung erfolgt unter Verwendung des Fertigprodukts „Erasco Linsenterrine mit Würstchen“. Die zu verwendende Menge beträgt 1000 g bei einer Ausgangstemperatur von 5,5 °C ($\pm 0,5$ °C).

5. Messablauf

- 5.1. Wahl der Kochzone

Die zur Messung verwendete Kochzone muss eine runde Form aufweisen und ein Durchmesser von ≤ 180 mm besitzen. Die Maße der zur Messung verwendeten Kochzone werden in Millimeter, gerundet auf 5 mm, angegeben.

- 5.2. Das Ankochen erfolgt ohne Verwendung des Topfdeckels bei der Wahl der höchsten Leistungsstufe und gleichzeitigem Messen der Temperatur, mittig in Bodennähe.

- 5.3. Die Verbrauchsmessung zur Bestimmung des Energieverbrauchs „Ankochen“ erfolgt, sobald das Kochgut eine Temperatur von 75°C erreicht hat.

- 5.4. Anschließend wird das Kochgut umgerührt und auf die – entsprechend der Herstellerangabe – zum Warmhalten vorgesehene Leistungsstufe zurückgeschaltet.

- 5.5. Die Verbrauchsmessung zur Bestimmung des Energieverbrauchs „Warmhalten“ erfolgt nach 30 Minuten.

- 5.6. Das Kochgut ist regelmäßig ohne am Boden zu kratzen umzurühren.

7.4 Prüfbedingungen für Formaldehydemissionen

1. Messraum

- 1.1 Größe und Beschaffenheit

Der Prüfraum ist entsprechend DIN 44 971 Teil 2 zu wählen, jedoch ohne weitere Möbel.

Standgeräte sind frei an der gegenüberliegenden Wandseite der Tür aufzustellen.

Einbaugeräte sind in einem nicht bzw. nur gering formaldehydemittierenden Einbaumöbel zu prüfen.

- 1.2 Raumklimatische Bedingungen

- 1.2.1 Die Raumtemperatur ist vor Versuchsbeginn auf 20°C \pm 5°C einzustellen.

- 1.2.2 Die relative Luftfeuchte ist zu Beginn auf 50% \pm 5% einzustellen.

- 1.2.3 Luftwechsel

bei Gasgeräten 1h-1. (Die nachgeführte Luft muss formaldehydfrei sein.)

bei Elektrogeräten 0h-1.

Die Luft in der Normküche ist mittels Ventilatoren zu vermischen.

2. Messverfahren

Die Messung erfolgt entsprechend Richtlinie VDI 3484 Blatt 1 oder andere gleichwertige Verfahren (z.B. Acetyl-Aceton-Verfahren, Chromotropsäure-Verfahren).

3. Messort

Die Messung ist 1,2 m mittig vor der Bedienerseite in 1,2 m Höhe durchzuführen.

4. Messablauf

4.1 Nullwertbestimmung:

Vor Beginn der Messung ist der Nullwert in der Raumluft zu bestimmen. Er darf maximal 0,05 Pm betragen und ist zu messen nachdem der Prüfraum eine Stunde nicht gelüftet wurde.

4.2 Der Backofen/Herd wird 1 Stunde auf 250°C (Reglerstellung oder höchste Temperatur) mit Ober-/Unterhitze aufgeheizt.

4.3 Die erste Messung wird 30 Minuten nach dem Einschalten des Gerätes als Doppelbestimmung durchgeführt. Messdauer: 30 Minuten.

4.4 Die zweite Messung wird nach dem Ausschalten des Gerätes (Gerät an der Stromversorgung lassen) als Doppelbestimmung über einen Zeitraum von 30 Minuten durchgeführt.

4.5 Mittelwertbestimmung:

Aus den 4 Messwerten ist der Mittelwert zu bilden

4.6 Die Messung wird nach frühestens 12 Stunden einmal wiederholt.

Zwischen den Messungen sollte der Raum intensiv gelüftet und feucht gereinigt werden (Oberflächen nass abwischen).

4.7 Geruch und Rauchentwicklung sind zu beschreiben.