Energieinstitut Vorarlberg

Ökologisch optimale Lebensdauer von Weißware

Recherche zu Lebenszyklus-Studien (LCA) ausgewählter Produktgruppen (Weißware).

Energieinstitut Vorarlberg, Bereich Ökologisch Bauen
Lara Bodlak, B.Sc.
Bmst. Harald Gmeiner
Dornbirn, am 20. Dezember 2016

Im Auftrag von:
Amt der Vorarlberger Landesregierung
Fachbereich Energie und Klimaschutz
DI Christian Vögel
Römerstraße 15
6901 Bregenz

energie autonomie Vorarlberg

Eine Maßnahme im Rahmen der Energiesparoffensive 2020

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
Zusammenfassung 3
Textteile für mögliche Energiespartipps 5
Einleitung 7
Ausgangslage, Projektbeschreibung, Ziele 8
Ausgangslage 8
Projektziel 8
Material und Methode 9
Rechtliche Grundlagen 9
Ergebnisse 11
Kühl- und Gefriergeräte 11
Elektroherde und Backöfen 15
Waschmaschinen 21
Wäschetrockner 25
Geschirrspülmaschine 29
Umwälzpumpen 34
LED Beleuchtungsmittel 37
Schlussfolgerung 41
Anhang 42
Definitionen 42
Tabellenverzeichnis 44
Abbildungsverzeichnis 45
Literaturverzeichnis 45

Zusammenfassung

Die durchschnittliche Lebensdauer für Weißware, also Kühlschränke, Waschmaschinen, Herde und andere große Haushaltsgeräte hat eine große Spannweite und beträgt zwischen 12 und 23 Jahre. Diese lange Lebensdauer und der anteilig hohe Stromverbrauch (>10% des Strombedarfs eines Haushaltes) führen dazu, dass diese Produktgruppe über den gesamten Lebenszyklus hinweg ökologisch relevante Auswirkungen mit sich bringt. Es handelt sich dabei um nutzungsrelevante Produkte, das heißt, die Nutzungsphase ist hinsichtlich des Energieverbrauchs am dominantesten. Die große Variation der Umweltbelastung zwischen den verschiedenen Modellen zeigt aber auch, dass auf dem heutigen Markt große energetische und ökologische Qualitätsunterschied bei den Geräten bestehen. Mit wenigen Ausnahmen (Herde) sind für alle Produkte Energieetiketten vorhanden.
Die Entscheidung, wann ein Haushaltsgroßgerät aus ökologischer Sicht ersetzt werden soll, muss in jedem Fall auf Produktebene im direkten Gerätevergleich getroffen werden. Anhand von Ökobilanzen kann bestimmt werden, ob das neue Produkt besser ist als das alte. Unter besser versteht man die Kompensation der Umweltbelastungen aus der Entsorgung des alten und der Produktion des neuen Produkts aufgrund einer Reduzierung der Umweltbelastungen in der anschließenden Nutzungsphase des neuen Produkts. Je nach technischem Fortschritt von Produkten, kann es daher sinnvoll sein, das Produkt heute, in Zukunft oder gar nicht zu ersetzen (Dettli et al., 2014).

Aus den in dieser Arbeit analysierten Studien lässt sich ableiten: je energieeffizienter das betrachtete Gerät ist, desto länger ist die ökologische Amortisationszeit (ökologische Rückzahldauer), also die Länge der Nutzungsdauer, ab der sich der Austausch des betrachteten Geräts durch ein neues, effizienteres Gerät unter ökologischer Betrachtung lohnt. Als „Faustregel“ wird in der betrachteten Literatur angeführt, dass sich der vorzeitige Ersatz dann lohnt, wenn diese Zeitspanne, also die ökologische Rückzahldauer, kleiner oder gleich 5 Jahre ist (Gensch und Blepp, 2015).
Die Ergebnisse der ökologischen Amortisationszeit der in dieser Arbeit betrachteten Weißware sind in Tabelle 1 als Überblick für zwei wichtige Indikatoren, kumulierter Energieaufwand (KEA) und Treibhauspotenzial (GWP), dargestellt. Durch mangelnde Literatur konnte zu der Produktgruppe Elektroherde und Backöfen keine exakte Zeitangabe gemacht werden.

Tabelle 1 Überblick der ökologischen Amortisationszeit

ökolog. Amortisationszeit (a)					
EEK	*KEA*	*GWP*	**EEK**	*KEA*	*GWP*
Kühlgeräte			**Waschmaschinen**		
C	4	4	**C**	19	30
B	5	6	**B**	> 40	> 40
A	> 25	> 30	**A**	> 40	> 40
Kühl-u. Gefrierkombi			**Wäschetrockner**		
C	3	3	**C**	2	4
B	5	5	**B**	10	15
A	> 25	> 30	**A**	>35	>40
Gefriertruhen			**Geschirrspülmaschinen**		
C	5	6	**C**	2	3
B	> 40	> 50	**B**	3	4
A	> 100	> 100	**A**	8	12

Aus der Tabelle 1 ist abzulesen, dass ein Austausch von veralteten Kühlgeräten (Energieklasse B, C oder schlechter) sich bei Betrachtung der zwei wichtigsten ökologischen Indikatoren, kumulierter Energieaufwand (KEA) und Treibhausgaspotenzial (GWP), nach 4-6 Jahren amortisiert. Somit ist ein Ersatz, vor allem des schlechter bewerteten C-Geräts jedenfalls ökologisch sinnvoll.
Im Gegensatz dazu ist bei der Produktgruppe Waschmaschinen, der Austausch eines Modells der Klasse C erst nach 19 bzw. 30 Jahren ökologisch sinnvoll (also verhältnismäßig lange). Wird die Faustregel von 5 Jahren berücksichtigt, so ist ein vorzeitiger Ersatz dieser Geräte nicht gerechtfertigt. Nur bei Betrachtung des Indikators „Rohstoffentnahme Wasser“ würde sich der Austausch bereits nach weniger als einem Jahr ökologisch gesehen rentieren. Analog dazu sind die ökologischen Amortisationszeiten der anderen Produktgruppen und der jeweiligen Energieeffizienzklassen in der Tabelle 1 abzulesen.
Abgesehen von Gefriertruhen und Waschmaschinen ist ein vorzeitiger Ersatz von veralteten, ineffizienten Geräten (Klasse B und schlechter) ökologisch gerechtfertigt, solange diese mit den besten Geräten (A+++) am Markt ersetzt werden.
Sind die Konsumenten und Konsumentinnen jedoch bereits im Besitz eines relativ neuen Geräts (Klasse A oder besser) ist eine Verlängerung der Lebensdauer, beispielsweise durch Reparatur, anzustreben.

Untersuchungen zur Verlängerung der Nutzungsdauer zeigen, dass langlebigere Produkte aus ökologischen Gesichtspunkten den kurzlebigeren Varianten deutlich überlegen sind. Bei Waschmaschinen sind der kumulierte Energieaufwand (KEA) und das Treibhauspotenzial (GWP) eines kurzlebigen Geräts (Lebensdauer 5 Jahre) ca. 40% höher als von langlebigen Waschmaschinen (Lebensdauer 20 Jahre). Auch bei der Produktgruppe Spülmaschinen kann eine Verlängerung der Lebensdauer die ökologischen Umweltauswirkungen bis zu 30% reduzieren. Deshalb ist es wichtig Bestandsgeräte nur dann auszutauschen, wenn diese sehr stark veraltet sind, und dann nur durch das beste Gerät (A+++) am Markt zu ersetzten.

Als weitere Empfehlungen ergeben sich somit neben den Strategien zur Lebensdauerverlängerung durch Reparatur, Maßnahmen zu einer Verlängerung der Produktnutzungsdauer, wie zum Beispiel verbesserte Kundeninformation zu Energie- und Kosteneinsparungen, ebenfalls bereitzustellen (Prakash et al., 2016).
Zur Frage, ob ein defektes Haushaltsgerät aus ökonomischer Sicht repariert oder ersetzt werden soll, hat Energie Schweiz eine Entscheidungshilfe publiziert, die in dieser Arbeit bei jedem Gerätetyp betrachtet wurde und in der detaillierten Gerätebetrachtung zu finden ist. Darin werden die Faktoren Alter und Energieklasse des defekten Geräts, die Höhe der zu erwartenden Reparaturkosten und der Neupreis berücksichtigt (Energieschweiz, 2012).

Die bisherigen Analysen der Studien zeigen, dass exakte Empfehlungen zur Optimierung der ökologischen Nutzungsdauer schwierig zu treffen sind. Das kommt daher, dass es vom betrachteten Umweltindikator abhängig ist und zum anderen der Einfluss des Konsumentenverhaltens für das Ermitteln der ökologisch optimalen Lebensdauer relevant und somit mit Unsicherheit behaftet ist. (Dettli et al., 2014).

Textteile für mögliche Energiespartipps

Energiespartipps für Haushaltsgeräte werden in der Regel anhand konkreter Handlungsempfehlungen für die jeweilige Zielgruppe/die Nutzer erstellt. Beispielhafte Stichworte dazu sind:

- Stand-by-Geräte ausschalten
- Backen, aber richtig
- Auf die Topfgröße achten
- Das Geschirr nicht mit der Hand spülen
- Mit 40° statt 60° waschen
- LED-Lampen verwenden
- …

Trotzdem wurden aus den Ergebnissen der Recherche nachstehend Handlungsempfehlungen bezogen auf die jeweilige Gerätegruppe abgeleitet. Die Textteile sind jedoch als inhaltliche Ausrichtung zu verstehen und nicht als direkt verwendbare Texte zur Veröffentlichung. Weitere Hinweise und Tipps sind zur jeweiligen Geräteklasse unter „Fazit“ sowie unter dem Punkt „Schlussfolgerung“ zu finden.

Kühl- und Gefriergeräte

Aufgrund ihres relativ hohen Energieverbrauchs lohnt sich der vorzeitige Ersatz von alten ineffizienten Geräten mit schlechter Energieeffizienzklasse (B, C, D, E) ökologisch, wenn sie mit den energieeffizientesten Modellen (A+++) ersetzt werden. Bei Geräten der Energieeffizienzklasse A und besser ist die Reparatur aus ökologischer Sicht sinnvoll (www.energieschweiz.ch - Entscheidungshilfe reparieren oder ersetzen?)
Die ökonomische Amortisationszeit ist meistens höher als die ökologische. Sie wird durch die Stromkosten und die große Bandbreite der Anschaffungskosten bestimmt, wobei energieeffizienteste Geräte nicht zwangsläufig teuer sind.
Da Gefriertruhen durchschnittlich eine längere Lebensdauer aufweisen als Kühlgeräte sind die Stromkosteneinsparungen während der Nutzung von energieeffizientesten Geräten deutlich größer als die bei Kühlgeräten.

Elektroherde und Backöfen

Die Umweltauswirkungen werden maßgeblich durch die Nutzung (das Konsumentenverhalten, wie und wie oft gekocht wird…) und pyrolytische Selbstreinigungsverfahren bestimmt. Aus ökologischer Sicht ist daher der Verzicht auf pyrolytische Reinigungsverfahren sinnvoll, der frühzeitige Gerätetausch jedoch nicht.

Waschmaschinen

Der Austausch alter sehr ineffizienter Geräte ist meistens sowohl ökologisch, als auch ökonomisch sinnvoll. Der Austausch ist ökologisch dann sinnvoll, wenn Bestandsgeräte eine Energieeffizienzklasse C oder schlechter aufweisen und mit energie- und wassereffizientesten Modellen (A+++) ersetzt werden. Für neuere Geräte (Energieeffizienzklasse B und besser) gilt: Geräte behalten und reparieren, sofern möglich und sinnvoll. (www.energieschweiz.ch - Online-Tool Entscheidungshilfe reparieren oder ersetzen?)

Wäschetrockner

Viele Haushalte verwenden noch stark veraltete Geräte. Der Austausch von Geräten der Energieeffizienzklasse C und schlechter durch effizienteste Geräte (A+++) ist daher ökologisch sehr sinnvoll. Bei Geräten mit moderner Wärmepumpentechnologie

hingegen gilt: Geräte behalten und reparieren, sofern möglich und sinnvoll. (www.energieschweiz.ch - Online-Tool Entscheidungshilfe reparieren oder ersetzen?)

Geschirrspülmaschinen

Der Austausch von Altgeräten mit einer Energieeffizienzklasse B und schlechter ist hinsichtlich Strom- und Wassereinsparung ökologisch sehr sinnvoll, wenn sie mit energie- und wassereffizientesten Geräten (A+++) ersetzt werden. Für energieeffiziente Geräte (der Klasse A und besser) gilt: Geräte behalten und reparieren, sofern möglich und sinnvoll. (www.energieschweiz.ch - Online-Tool Entscheidungshilfe reparieren oder ersetzen?).

Umwälzpumpen

Der Austausch veralteter Umwälzpumpen (älter als 5 Jahre) mit energieeffizientester Pumpentechnologie ist ökologisch sehr sinnvoll. Auch die Anschaffungskosten amortisieren sich durch die Energieeinsparungen bereits nach wenigen Jahren.

LED Beleuchtungsmittel

Der Austausch veralteter Glühbirnen (Halogen- und Sparlampen) ist aus ökologischer Sicht sehr sinnvoll. Den etwas höheren Anschaffungskosten (im Vergleich zu Halogen- oder Energiesparlampen) stehen die längere Lebensdauer und die Energieeffizienz gegenüber, wodurch sie auch ökonomisch sinnvoll sind.

Einleitung

Produkte der hochtechnisierten Dienstleistungsgesellschaft des 21. Jahrhunderts verursachen unter anderem durch zwei Gegebenheiten signifikante Umweltauswirkungen: Erstens steigt die Anzahl der Produkte stetig an und zweitens sind teilweise immer kürzere Lebens- und Nutzungsdauern und hohe Austauschzyklen zu beobachten. Die daraus resultierenden Herstellungs-, Nutzungs- und Abfallaufkommen von Elektro- und Elektronikgeräten haben negative Auswirkungen auf unsere Umwelt (Prakash et al., 2016).
Auf der anderen Seite stehen jedoch die technologischen Fortschritte neuer, moderner Geräte. Besonders bei Haushaltsgroßgeräten hat sich in den letzten 20 Jahren viel getan. Deren verbesserte Effizienz steht im Zusammenhang mit großen Energie- und Ressourceneinsparungen. Dies führt auch zu großen Kosteneinsparungen für die Konsumenten und Konsumentinnen.

Dieser Bericht beschreibt die Wirksamkeit, Relevanz und das Potenzial von bestehenden Maßnahmen und Empfehlungen zur Optimierung der Lebens- und Nutzungsdauer von zehn Produktkategorien. Eine ökologische Optimierung der Lebensdauer von Weißware kann einen Beitrag zu einer ressourcenschonenderen Wirtschaft leisten. Denn in allen Lebenszyklusphasen, also der Herstellung, der Nutzung, wie auch der sachgerechten Entsorgung, wird die Umwelt direkt oder indirekt in unterschiedlichem Ausmaß beansprucht. Als Optimierung der Lebensdauer wird in dieser Arbeit die Reduktion der Umweltbelastung verstanden, wobei alle Lebensphasen berücksichtigt werden. Die Analyse des Lebenszyklus der Produkte zeigt, dass nicht immer der Herstellungsprozess oder die Entsorgung eines Produkts, sondern häufig seine Nutzung die größten Umwelteinwirkungen verursacht. Ein vorzeitiger Ersatz bei fortschreitender technologischer Entwicklung kann zu einer Optimierung bei diesen Produkten bezüglich der Umweltbelastung führen. Eine Optimierung der Lebens- und Nutzungsdauer ist folglich nicht immer gleichbedeutend mit der reinen Verlängerung dieser (Dettli et al., 2014).

Bei den Haushaltsgroßgeräten ist das Angebot von Neugeräten am Markt in den letzten zehn Jahren deutlich energieeffizienter geworden. Allerdings gibt es auch Geräte, bei denen ein Ende der Effizienzsteigerung vermutet werden kann. So sind beispielsweise der weiteren Reduktion des Wasserverbrauchs und damit auch des Energieverbrauchs von Waschmaschinen physikalische Grenzen gesetzt, z.B. durch die Mindestmenge an benötigtem Wasser zur Benetzung der Wäsche und Schmutzentfernung mit der Waschlauge (Gensch und Blepp, 2015).

Bei einigen Produkten kann es angebracht sein, Maßnahmen zu treffen, die eine Verlängerung der Produktnutzung zur Folge haben. Dies kann beispielsweise das Anbieten von Ersatzteilen, Reparaturdienstleistungen oder die Rücknahme entsprechender Produkte verbunden mit einer alternativen Wiederverwertung, wie zum Beispiel Recycling sein (Dettli et al., 2014).

Ausgangslage, Projektbeschreibung, Ziele

Ausgangslage

Im Zuge der Kampagne Energiesparoffensive (ESO) in Vorarlberg werden alte Haushaltsgeräte (wie Kühlschränke, Gefriergeräte,…) aber auch Umwälzpumpen und Beleuchtungsmittel in Austauschaktionen ersetzt und gefördert. Der Austausch erfolgt primär anhand ihres Stromsparpotentiales. Als Entscheidungsgrundlage für den Austausch könnten jedoch auch die gesamten ökologischen Auswirkungen während des Lebenszyklus herangezogen werden. Deshalb ist das Ziel dieser Arbeit, sowohl den ökonomischen, als auch den ökologisch optimalen Austauschzeitpunkt durch Literaturrecherche und Vergleich bereits vorhandener Studien herauszufinden.

Es wird oft angenommen, dass ein vorzeitiger Ersatz von Haushaltsgeräten sinnvoll ist, da es konstant zu technologischen Verbesserungen und Effizienzsteigerungen von neueren Geräten kommt. Solche Annahmen basieren oft ausschließlich auf dem Vergleich von direktem Energieeinsatz. Oft werden aber andere ökologische Auswirkungen ignoriert (Steiner et al., s.a.). Deshalb wird hier versucht, auch auf andere ökologisch relevante Indikatoren (siehe Anhang) einzugehen.

Vorzeitiger Ersatz in diesem Zusammenhang bezeichnet die Strategie, vorhandene und voll funktionsfähige, aber im Vergleich zu Neugeräten weniger energieeffiziente Haushaltsgeräte noch vor Ablauf der technisch möglichen Lebensdauer durch neue, energieeffizientere Geräte zu ersetzen. Der Kerngedanke ist dabei, in einer ganzheitlichen Betrachtung Energie und damit zusammenhängende Umweltbelastungen einzusparen. Ganzheitlich heißt in diesem Zusammenhang, dass nicht nur der Energieverbrauch der Geräte während der Nutzung sondern auch der gesamte Ressourcenverbrauch sowie die Umweltauswirkungen zur Herstellung der neuen Geräte und die Entsorgung der zu ersetzenden Geräte mitbetrachtet werden (Gensch und Blepp, 2015).

Projektziel

Das Ziel dieses Berichts ist die Ausarbeitung der Frage, wann (mit welchem Alter und/oder Energieeffizienzklasse) ist der Austausch von Weißware-Produkten ökologisch sinnvoll? Dabei werden die gesamten (energetischen, ökologischen, ökonomischen) Auswirkungen betrachtet.
Die Empfehlungen in diesem Bericht können zur Justierung einer Weißware - Austauschförderung herangezogen werden.

Es wurden für die nachfolgend angeführten Produktgruppen mittels Recherche die am Markt befindlichen Studien und Ökobilanzierungen erhoben und hinsichtlich ihrer wissenschaftlichen Aussagekraft und fachlichen Verwendbarkeit qualitativ bewertet.

Folgende Produktgruppen und Produkte wurden betrachtet:

- Kühlschränke, Kühl- und Gefrierkombinationen und Gefriergeräte
- Elektroherde und Backöfen
- Waschmaschinen
- Wäschetrockner
- Geschirrspülmaschine
- Umwälzpumpen
- LED Beleuchtungsmittel

Material und Methode

Im Projektbericht wurden für die nachfolgend angeführten Produktgruppen mittels Literaturrecherche die am Markt befindlichen Studien zu Ökobilanzen erhoben und analysiert. Durch online-Datenbanken, wie ScienceDirect oder Scholar, sowie den online Zugriff auf die Bibliothek der Universität für Bodenkultur konnte die relevante Literatur erhoben und recherchiert werden. Die Ergebnisse wurden bereits bestehenden Ökobilanzen und wissenschaftlichen Studien zum Thema Weißwaren entnommen.

Zudem wurden Interviews mit Fachpersonen, zu nennen sind Gregor Sellner und Molly Saylor, bezüglich Ökobilanzierungen durchgeführt.

Die Aktualität und Belastbarkeit der dreißig verwendeten Studien sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 Belastbarkeit der untersuchten Studien

	Belastbarkeit der Studien	
Aktualität	sehr belastbar	weniger belastbar
sehr gut	Gensch et al., 2013	Meyer, 2013
(2013-2016)	Motschall et al., 2013	van Dyk, 2015
	US Department of Energy, 2013	N.n., 2015
	Ardente u. Mathieux, 2014	
	Dettli et al., 2014	
	Fulvio u. Peiró, 2015	
	Stiftung Warentest, 2015	
	Gensch u. Blepp, 2015	
	Prakash et al., 2016	
mittel	Rüdenauer u. Gensch, 2007	Frank, 2007
(2007-2011)	GfK, 2008	Horowitz, 2011
	HEA, 2008	Boehm, 2011
	Motschall u. Bleher, 2008	
	vzbz, 2008	
	Quack, 2008	
	WRAP, 2010	
	Bendt, 2010	
	ETH Zürich, 2011	
gering	FH-ISI, 2000	Kasanen, 2000
(2000-2006)	FH-ISI, 2004	Yuhta, 2004
	Rüdenauer u. Gensch, 2005	Bole, 2006
	Rüdenauer, 2006	

Rechtliche Grundlagen

Da in den Studien gelegentlich auf gesetzliche Bestimmungen hingewiesen wird, sind im Folgenden die wichtigsten und für das Thema relevanten rechtlichen Grundlagen aufgeführt:

- Elektroaltgerätverordnung (EAG-VO): Die Verordnung über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten, BGBl. II Nr. 121/2005, ist mit 30.4.2005, die Bestimmungen über die Rücknahmeverpflichtung und die Verpflichtung zur Finanzierung durch die Hersteller sind mit 13.8.2005 in Kraft getreten.

- EAG-VO-NOVELLE 2016: Neue Stoffverbote der RoHS-RL umgesetzt: Ab Juli 2019 dürfen gemäß der Elektroaltgeräteverordnung Novelle 2016 in neuen Elektrogeräte bestimmte Weichmacher nicht mehr verwendet werden (DEHP, BBP, DBP und DIBP). Für die bisherigen Verbote von Blei und Quecksilber werden zwei Ausnahmen für medizinische Geräte zugelassen. Weiteres erfolgt eine Vereinfachung der Meldepflicht für die Wirtschaft, da Abholmeldungen von Altgeräten nicht mehr über das Register des Bundes laufen müssen, sondern direkt an die Elektroaltgerätekoordinierungsstelle gehen (BMLFUW, 2014).
- Kreislaufwirtschaftsgesetz: Am 1. Juni 2012 ist das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG) in Kraft getreten. Das KrWG, das als Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts verkündet wurde, löst das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) ab. Mit dem KrWG werden Vorgaben der EU-Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/98/EG) in nationales Recht umgesetzt. Die Kreislaufwirtschaft soll noch stärker auf den Ressourcen-, Klima- und Umweltschutz ausgerichtet werden (siehe § 1 KrWG).
- WEEE: Die europäische Richtlinie für Elektro- und Elektronik-Altgeräte WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) regelt die Vermeidung, Verringerung und Entsorgung der zunehmenden Menge an Elektroschrott aus nicht mehr benutzten Elektro- und Elektronikgeräten. Diese Rechtsnormen regeln damit die Verwertung und Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten und legen in diesem Zusammenhang bestimmte Forderungen und Stoffbeschränkungen bei der Gestaltung der Produkte fest. Betroffen davon sind fast alle Hersteller, Importeure und Vertreiber von Elektro(nik)geräten. Nach § 4 ElektroG sind Elektro(nik)produkte möglichst so zu gestalten, dass insbesondere die Wiederverwendung, die Demontage und die Verwertung von Altgeräten, ihren Bauteilen und Werkstoffen, berücksichtigt und erleichtert werden. Insbesondere die Wiederverwendung soll nicht durch besondere Konstruktionsmerkmale oder Herstellungsprozesse verhindert werden.
- ElektroG: Am 23. März 2005 wurde das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten, ElektroG.) verabschiedet. Verbraucherinnen und Verbraucher können damit ab 24. März 2006 ihre Altgeräte kostenlos bei kommunalen Sammelstellen abgeben. Dies gilt sowohl für „Historische Altgeräte“ (solche, die vor dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden) als auch für „neue Altgeräte“ (solche die nach dem 13.08.2005 in Verkehr gebracht wurden). Die Hersteller sind verpflichtet, die gesammelten Geräte zurückzunehmen und nach dem Stand der Technik sicher zu entsorgen. Die im ElektroG. genannten Entsorgungs- und Recyclingquoten müssen ab dem 31.12.2006 eingehalten werden. Außerdem dürfen besonders schädliche Substanzen wie Blei-, Quecksilber, Cadmium oder bestimmte Bromverbindungen ab Juli 2006 in den meisten Geräten überhaupt nicht mehr verwendet werden (Ausnahmen müssen bei der EU beantragt werden). Das ElektroG. setzt zwei zugrunde liegende EU-Richtlinien um: die EU-Richtlinie 2002/96/EG über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (so genannte „WEEE-Richtlinie“) und die EU-Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektround Elektronikgeräten (so genannte „RoHS-Richtlinie“) (BMU 2005).

Ergebnisse

Kühl- und Gefriergeräte

Fazit

Durch die Analyse fünf verschiedener Studien (Rüdenauer und Gensch, Hakenes, Rüdenauer, SAFE, Gensch und Blepp) bezüglich Kühl- und Gefriergeräten können folgende Aussagen hinsichtlich eines vorzeitigen Ersatzes und der ökologisch optimalen Lebensdauer getroffen werden:

- Die ökologische Amortisationszeit ist abhängig vom Gerätetyp, von den betrachteten Wirkungsindikatoren, vom Alter des zu ersetzenden Geräts und vom Energieverbrauch des neuen Modells.
- Generell kann festgestellt werden, dass je moderner das Bestandsgerät und je höher der Energieverbrauch des Neuen ist, desto länger ist die ökologische Amortisationszeit.
- Der geringere Stromverbrauch der neuen Kühlschränke hat meistens nach 5 Jahren die Umweltbelastungen der Herstellung ausgeglichen. Dies gilt, wenn die Geräte die älter als 10 Jahre sind, durch energieeffiziente Geräte der Klasse A+ oder besser ersetzt werden.
- Die ökologische Rückzahldauer (Amortisationszeit) der Indikatoren KEA und GWP beim Austausch von alten Kühl- und Gefriergeräten (Klasse C oder schlechter), mit neuen Modellen (A+ und besser), sind ähnlich und meistens unter 5 Jahren, manchmal sogar weniger als ein Jahr.
- Die Ausnahme sind Gefriertruhen, deren Rückzahldauer ökologisch gesehen über 5 Jahre beträgt, manchmal sogar länger als die angenommene Lebensdauer von 17 Jahren, und somit einen Austausch ökologisch gesehen nicht rechtfertigen.
- Die ökonomische Amortisationszeit (mehr als 20 Jahre) ist um einiges höher als die ökologische. Jedoch sind die Ergebnisse mit einer relativ hohen Unsicherheit behaftet, aufgrund der hohen Bandbreite der Preise und dem schwer vorherzusagendem Zusammenhang zwischen Preis und Energieeffizienzklasse.

Als Empfehlung gilt,

- den Austausch von veralteten, ineffizienten Kühl- und Gefriergeräten (Klasse B und schlechter) mit den neuesten Modellen (A+++) am Markt zu fördern.
- die Reparatur und Ersatzteilbereitstellung für Bestandsgeräte der Energieeffizienzklasse A und besser, zu erleichtern um eine Lebensverlängerung zu ermöglichen.

Allgemein

Kühl- und Gefriergeräte sind in den allermeisten Haushalten im Dauerbetrieb – 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr. Ineffiziente Geräte können dadurch zu einem sehr hohen Stromverbrauch führen und negative Auswirkungen auf die Umwelt haben.

In der vom Öko-Institut Freiburg durchgeführten Studie „Kühl- und Gefriergeräte als EcoTopTen-Produkte“ wurden verschiedene Modelle der Kategorien Kühl- und Gefriergeräte hinsichtlich ihrer Ökobilanz betrachtet. In Tabelle 3 sind die jeweiligen Ka-

tegorien, inklusive Kühl-/Gefriervolumen und durchschnittliche erwartete Lebensdauer aufgelistet (Rüdenauer und Gensch, 2007).

Tabelle 3 Spezifikation der betrachteten Kühlgeräte (Rüdenauer und Gensch, 2007)

Kategorie	Kühlvolumen	Gefriervolumen	Lebensdauer
Kühlschrank (ohne Gefrierfach)	155 Liter	--	14 Jahre
Kühl-Gefrierkombination (zweitürig)	200 Liter	90 Liter	14 Jahre
Gefrierschrank	--	190 Liter	17 Jahre
Gefriertruhe	--	190 Liter	17 Jahre

Der durchschnittliche Energieverbrauch von Kühlgeräten hat sich zwischen 1980 und 2005 je nach Gerätekategorie um etwa 60% reduziert. Trotz dieser bemerkenswerten Verbesserung der Energieeffizienz bleibt das durchschnittliche Austauschintervall der Kühlgeräte unverändert bei ca. 14 Jahren (Rüdenauer und Gensch, 2007).

Obwohl das Ersetzen von alten Modellen durch neue, effizientere Kühlgeräte eine wichtige Maßnahme zur Einsparung von Stromkosten darstellt, führt es auch zu ökologischen Auswirkungen, beispielsweise durch die Produktion neuer Produkte und die Beseitigung alter Geräte (Yuhta, 2004).

Aufgrund des oft sehr hohen Stromverbrauchs ist die dauerhafte Nutzung von Altgeräten ökologisch nicht sinnvoll. Zwar trifft es zu, dass die Herstellung eines Neugerätes mit Emissionen verbunden ist, welche die Umwelt ebenfalls belasten. Jedoch stellt man diese dem unnötigen Energieverbrauch gegenüber, ist die Anschaffung eines Neugerätes in den meisten Fällen sinnvoll. Ein Altgerät der Energieeffizienzklasse B oder schlechter hat mit 250 kWh einen mehr als dreifach so hohen Energieverbrauch wie ein vergleichbares Gerät der Energieeffizienzklasse A++ (N.n., 2015).

Kosten

Bei Produkten, die zum Betrieb Energie benötigen, werden die realen produktbezogenen Kosten für den Verbraucher nicht nur vom Kaufpreis, sondern zu einem großen Anteil auch von den Kosten für den Stromverbrauch bestimmt. Dies gilt vor allem für Kühl- und Gefriergeräte, die meistens im Dauerbetrieb sind.
Bei der Betrachtung der Gesamtkosten ist die große Bandbreite der Anschaffungspreise zu berücksichtigen. Meistens, jedoch nicht zwangsläufig, sind die effizientesten Geräte teurer, als Modelle mit schlechteren Energieklassen. Das Ergebnis der gesamten Kosten wird daher von den Investitionskosten beeinflusst (Rüdenauer und Gensch, 2007).

Kühlschränke: Obwohl der Energieverbrauch eines A+++ Geräts im Vergleich zu einem A Modell um die Hälfte geringer ist (Vgl. Tabelle 4) und somit Stromkosten eingespart werden, gleichen die höheren Investitionskosten des modernen Geräts diesen Vorteil wieder aus, und nach der betrachteten Lebensdauer von 14 Jahren kommt es ökonomisch sogar zu einem kleinen Verlust (Vgl. Tabelle 5). Die Entsorgung wird wegen der gratis Rückgabe als kostenlos angenommen.

Tabelle 4 Kühlschrank Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+++	80	13,06	14	182,90
A	173	28,25	14	395,51
			Einsparung ggü. A	212,62

Tabelle 5 Kühlschrank Gesamtkosten

Geräteklasse	Investition (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung	**Gesamtkosten (€)**
A+++	698,00	182,90	0,00	880,90
A	399,00	395,51	0,00	794,51
			Einsparung ggü. A	-86,38

Kühl- und Gefrierkombination: Bei den Geräten des Typs Kühl- und Gefrierkombination, also ein Kühlschrank mit integriertem Gefrierfach, sind die Einsparungen während der Nutzung durch die verbesserte Energieeffizienz über die Lebensdauer noch größer als bei den Kühlgeräten (Tabelle 6). Sie könne bis zu ca. Euro 480,- betragen.

Tabelle 6 Kühl- und Gefrierkombi Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+++	150	24,50	14	342,93
A	360	58,79	14	823,03
			Einsparung ggü. A	480,10

In der Tabelle 7 ist ersichtlich, dass sich die Anschaffung eines A+++ Geräts trotz des höheren Preises lohnt. Es können ca. Euro 220,- eingespart werden. Die Kosten für die Entsorgung sind nicht relevant, da eine gratis Rückgabe gesetzlich verpflichtend ist.

Tabelle 7 Kühl- und Gefrierkombi Gesamtkosten

Geräteklasse	Investition (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung	**Gesamtkosten (€)**
A+++	765,00	342,93	0,00	1107,93
A	510,00	823,03	0,00	1333,03
			Einsparung ggü. A	225,10

Gefriertruhen: Da Gefriertruhen durchschnittlich eine längere Lebensdauer haben als Kühlgeräte, sind die Kosteneinsparungen während der Nutzung (Tabelle 8) die durch das effizienteste Gerät gemacht werden können noch größer als bei Kühlgeräten und Kühl- und Gefrierkombinationen und betragen ca. Euro 550,-.

Tabelle 8 Gefriertruhe Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+++	130	21,23	17	360,89
A	329	53,73	17	913,34
			Einsparung ggü. A	552,44

Durch dieses Einsparpotenzial rentiert sich der Kauf eines teureren, effizienteren Gerätes schon nach 6 Jahren und der Konsument spart über die Lebensdauer mehr als Euro 380,- (Tabelle 9) (Rüdenauer, 2006).

Tabelle 9 Gefriertruhe Gesamtkosten

Geräteklasse	Investition (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung	**Gesamtkosten (€)**
A+++	510,00	360,89	0,00	870,89
A	340,00	913,34	0,00	1253,34
			Einsparung ggü. A	382,44

Ökologische Betrachtung

Die wichtigsten Ergebnisse der durchgeführten Ökobilanz von Rüdenauer und Gensch (2007) können wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Nutzungsphase ist die unter Umweltgesichtspunkten wichtigste Lebenszyklusphase. Je nach Wirkungskategorie trägt die Nutzung zu etwa 75% Treibhauspotenzial und Gesamtumweltauswirkung bzw. 90% Primärenergieverbrauch bei.

- Die Herstellung trägt mit etwa 10 bis 25% zu den Umweltauswirkungen bei. Der Beitrag des Recyclings ist sehr gering, zum Teil gibt es sogar ökologische Gutschriften (Primärenergieverbrauch, Treibhauspotenzial).
- Das Ozonbildungspotenzial (ODP) ist bei neuen Kühl- und Gefriergeräten vernachlässigbar da keine FCKW oder FKW verwendet werden.
- Vergleicht man die Umweltauswirkungen von Gefrierschränken und –truhen gleicher Kapazität und Energieeffizienzklasse, so schneiden die Gefriertruhen besser ab.

Ökologisch optimale Lebensdauer

Die in allen Studien errechnete durchschnittliche technische Lebensdauer von Kühlschränken liegt bei 14 Jahren, bei Gefrierschränken und –truhen bei 17 Jahren.

Kühlschränke: In der Studie des Öko-Institut Freiburg wurde ermittelt, dass der geringere Stromverbrauch der neuen Kühlschränke meistens nach fünf Jahren die Umweltbelastungen der Herstellung ausgleicht. Zumindest dann, wenn die Geräte, die älter als zehn Jahre sind, durch energieeffiziente Geräte der Klasse A+ oder besser ersetzt werden. (Hakenes, 2014).

Da die Nutzungsphase der wichtigste Faktor für das Maß der Umweltbelastung ist, gilt je stromsparender das Gerät ist, desto kleiner ist die resultierende Umweltbelastung. Die ökologische Rückzahldauer beträgt für 10-jährige Altgeräte (Klasse B und schlechter) weniger als 6 Jahre. Daher ist der Austausch sowohl ökologisch als auch ökonomisch gerechtfertigt (S.A.F.E. 2010).

Die Amortisationszeit unterscheidet sich, je nachdem welcher Indikator betrachtet wird. Für die Bestandsgeräte aus den Jahren 2000 bis 2005 (Klasse C) lohnt sich der vorzeitige Ersatz für KEA, GWP und das Eutrophierungspotenzial nach knapp 4 Jahren. Bei den anderen Wirkungskategorien liegt die ermittelte ökologische Rückzahldauer deutlich höher als 5 Jahre (Rüdenauer und Gensch, 2007).

Kühl- und Gefrierkombination: Wird ein Bestandsgerät der Energieklasse C mit einem modernen A+++ Gerät ausgetauscht, so ist die ökologische Amortisationszeit beim Indikator Rohstoffentnahme Wasser (für die Produktion) bei 1 Jahr, beim KEA sowie GWP bei 3 Jahren. Das bedeutet, dass nach der Faustregel (kleiner gleich 5 Jahre) ein Ersatz ökologisch sehr sinnvoll ist.

Beim Austausch eines Modells mit der Klasse B liegt die ökologische Rückzahldauer bei der Rohstoffentnahme Wasser (für die Produktion) bei 2 Jahren. Beim KEA und GWP hingegen bei 5 Jahren, was den vorzeitigen Ersatz ökologisch jedoch immer noch rechtfertig. Ist das Bestandsgerät aber der Energieklasse A oder besser zugehörig, ist ein Austausch nicht angebracht und kann sogar negative Auswirkungen auf die Umwelt haben. (Gensch und Blepp, 2015).

Gefrierschränke und –truhen: Die ökologische Rückzahldauer von Gefrierschränken verhält sich analog zu denen der Kühl- und Gefrierkombinationsgeräten. Die Ausnahme sind Gefriertruhen, deren Rückzahldauer ökologisch gesehen über 5 Jahre beträgt, manchmal sogar länger als die angenommene Lebensdauer von 17 Jahren (Rüdenauer und Gensch, 2007).

Zu der Produktgruppe Gefrierschränke konnte aus der vorhandenen Literatur keine eindeutige Angabe zur ökologisch optimalen Lebensdauer gemacht werden.
Es gilt jedoch, dass ein Ersatz des Bestandsgeräts nur dann ökologisch vertretbar ist, wenn es stark veraltet ist (Klasse C und schlechter). Zum Beispiel, würde durch den Austausch eines A Gefrierschranks mit einem A+++ Gefrierschranks, die ökologische Amortisationsdauer bei 169 Jahren liegen, was nicht sinnvoll wäre (van Dyk, 2015).

Reparatur

Unter der Annahme, dass in den kommenden Jahren zur Stromproduktion vermehrt erneuerbare Energieträger eingesetzt werden, sinken anteilmäßig die in der Nutzungsphase der Hausgeräte anzurechnenden Treibhausgasemissionen und der Energieverbrauch.

Dies führt wiederum dazu, dass für alle betrachteten Indikatoren die ökologisch optimale Lebensdauer gegenüber der heutigen Situation ansteigt. Deshalb wird zukünftig eine Verlängerung der Lebensdauer, durch Reparatur oder Bereitstellung von Ersatzteilen immer relevanter. Mit dem Online-Tool der Energieschweiz (www.energieschweiz.ch) kann berechnet werden, ob eine Reparatur des Bestandgeräts sinnvoll ist (siehe Abbildung 1 und 2).

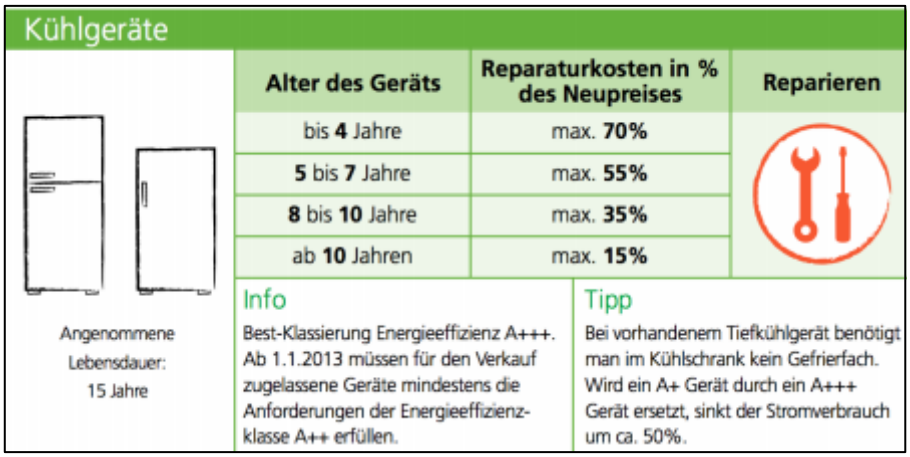

Abbildung 1 Kühlgeräte – reparieren oder ersetzen? (Energieschweiz, 2012)

Abbildung 2 Gefriergeräte – reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)

Elektroherde und Backöfen

Fazit

Für die Produktgruppen Elektroherde und Backöfen konnte keine detaillierte und aussagekräftige Studie bezüglich der ökologisch optimalen Lebensdauer gefunden werden. Es wurden zwar Ökobilanzen durchgeführt, die hier auch analysiert wurden, jedoch gibt es keine deutliche Aussage hinsichtlich eines vorzeitigen Ersatzes. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass der Energieverbrauch in der Nutzungsphase vor allem durch das Konsumentenverhalten und die Gerätefunktionen (z.B. Elektrische Backreinigung, etc.) bestimmt wird, und somit sehr variabel ist.

Elektroherde: Bei Elektroherden wird zwischen verschiedenen Arten von Kochplatten (Gusseiserne Massekochplatte, Glaskeramikkochfeld und Induktionskochfeld) unterschieden. Bei der Induktionskochplatte können die Investitionskosten doppelt so groß sein wie bei einer Gusseisernen Massekochplatte, jedoch wird pro Jahr fast die Hälfte des Energieverbrauchs eingespart. Da die Nutzungsphase bei der elektrischen Koch-

stelle 99% der Umweltauswirkungen beträgt, kann durch bewusstes Konsumentenverhalten, wie zum Beispiel die Nutzung eines Schnellkochtopfs, viel Energie eingespart werden.

Backöfen: Die Herstellung von Backöfen beträgt 20-30% der relevanten Umweltauswirkungen. Deshalb ist eine lange Lebensdauer essentiell und eine mögliche Verlängerung jener, durch Reparatur und Ersatzteilbereitstellung, eine sinnvolle Alternative zum vorzeitigen Ersatz alter Geräte.

Als Empfehlungen ergeben sich:

- Die Information der Konsumenten über energiesparendes kochen sollte verstärkt werden.
- Produktneutrale Anlaufstellen zur Wartung und Reparatur von Bestandsgeräten sollte eingerichtet werden.
- Für eine belastbare Aussage zur ökologisch optimalen Lebensdauer benötigt es eine vertiefende Studie.

Allgemein

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. 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 (Mottschall et al., 2010). Herde und Kochfelder werden in unterschiedlichen Bauformen angeboten (vzbv, 2008):

- Ein- und Unterbauherde: Backofen mit Kochplattensteuerung, der in ein Modul der Kücheneinrichtung eingebaut werden muss; zusätzlich wird ein Kochfeld benötigt. Die Kochstelle wird in eine in die Küchenplatte eingesetzte Öffnung eingesetzt.
- Standherde: Backofen und Kochfeld stellen eine Baueinheit dar, die nicht in einen Küchenschrank eingebaut werden kann. Wichtiges Unterscheidungsmerkmal zu den Ein- und Unterbauherden: die Verwendung eines Standherdes bedingt die Unterbrechung der Tisch- oder Küchenplatte der umgebenden Bauelemente.
- Einbaubacköfen: Backofen ohne Kochplattensteuerung, der in einen Küchenschrank eingebaut werden muss.
- Autarke Kochfelder: Diese haben eine eigene Steuerung und können so mit einem Einbaubackofen kombiniert werden.
- 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).

Hochwertige Elektroherde besitzen eine durchschnittliche Lebensdauer von 12 bis 15 Jahren (Quack und Rüdenauer, 2006). Diese kann durch eine gute Versorgung von Ersatzteilen und Reparatur verlängert werden (Mottschall et al., 2013).

Marktangebot

Da in beinahe jedem Haushalt gekocht wird, wird in der Studie des Marktforschungsinstituts „Gesellschaft für Konsum-, Markt-, und Absatzforschung“ (GfK) davon ausgegangen, dass jeder Haushalt über einen Herd verfügt. Oft gehört er auch zur Grundausstattung von Mietwohnungen dazu. Nach Angaben der Studie lag die Marktsättigung bei Elektroherden und -backöfen in Deutschland im Jahr 2008 bei 85% der Haushalte, wobei dieser Anteil seit 2005 konstant blieb. Bei den restlichen 15% handelt es sich um Gas- und Holzherde (GfK/ZVEI, 2008). Heute sind rund 33,9 Mio. Geräte in den Haushalten im Einsatz.
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). 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. Jedoch kann davon ausgegangen werden, dass durch die Zunahme von Kleinhaushalten die Anzahl von Haushaltsgroßgeräten ansteigt (Mottschall et al., 2013).

Kosten

Eine Marktbetrachtung für Elektroherde mit einer Breite von 60 cm ergab eine breite Fächerung der Preise, abhängig vom Grad der Ausstattung des Ofens und der Art des Kochfeldes (siehe Tabelle 10). Ziel der Studie war es (preisliche) 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 (Mottschall et al., 2013).

Elektroherde: Tabelle 10 gibt einen Überblick über die große Preisspanne von Elektroherden und elektrischen Kochstellen. Die angegebenen Preise sind aus dem Jahr 2013 und somit nicht mehr ganz aktuell, jedoch geben sie die Tendenz der Kostenunterschiede passend wieder. Für einen 60 cm breiten Elektroherd mit gusseisernen Kochplatten bewegt sich der Preis zwischen Euro 200,- und 750,-. Bei einer Kombination von Elektrobackofen und Kochfeld aus Glaskeramik liegt die Preisspanne zwischen Euro 300,- und rund 1900,-. Bei elektrischen Kochzonen bewegen sich die Preise zwischen Euro 120,- und über 1600,-. Zu beachten ist, dass die Anschlusskosten für Elektroherde bei etwa Euro 100,- liegen (Mottschall et al., 2013).

Tabelle 10 Preisspanne Elektrokochfelder und elektrischen Herde (60 cm) (Motschall et al., 2013)

	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 €

Backöfen: Die Nutzungskosten zweier Geräte verschiedener Energieeffizienzklassen unter Berücksichtigung einer Lebensdauer von 15 Jahren, sind in Tabelle 11 dargestellt. Durch die verbesserte Effizienz können bis zu Euro 120,- an Stromkosten eingespart werden.

Tabelle 11 Backofen Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+	35	5,72	15	85,73
B	84	13,72	15	205,76
			Einsparung ggü. B	120,03

Tabelle 12 zeigt, dass die Investitionskosten die Gesamtkosten stark beeinflussen. Es ist außerdem zu erkennen, dass mit dem effizienteren Gerät in der Nutzungsphase relativ große Einsparungen gemacht werden, diese jedoch durch die höheren Anschaffungskosten wieder ausgeglichen werden. Das bedeutet, dass die durchschnittlichen Preisannahmen der Geräte in Tabelle 10 das Ergebnis stark prägen. Tatsächlich muss ein effizientes Gerät in der Anschaffung nicht teurer sein als ein weniger effizientes Gerät.

Tabelle 12 Backofen Gesamtkosten

Geräteklasse	Investition (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung	**Gesamtkosten (€)**
A+	799,00	85,73	0,00	884,73
B	486,00	205,76	0,00	691,76
			Einsparung ggü. B	-192,97

Für Konsument und Konsumentinnen, die ihren Backofen häufiger nutzen oder ihn stärker beladen, kann sich die Investition dennoch rentieren. So weisen die Geräte der Kategorie A und A+ ab etwa 145 Backvorgängen im Jahr die gleichen Lebenszykluskosten wie das Gerät der Kategorie B auf. Das effizienteste Gerät amortisiert sich ab 155 jährlichen Backvorgängen. Für die Kaufentscheidung spielt auch aus ökonomischer Sicht das Nutzerverhalten eine entscheidende Rolle (Motschall und Bleher, 2010).

Energieverbrauch

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. Vereinzelte Literaturangaben zeigen, dass bezüglich der Anheizphase (also dem Zeitraum von Inbetriebnahme bis zur Erhitzung zum Siedepunkt) Induktionsherde am effizientesten hinsichtlich Zeit- und Energieverbrauch sind.

In der Realität auftretende Vorgänge zeigen jedoch, dass es aufgrund der beim Induktionsfeld fehlenden Masseerwärmung beim Fortkochen von Speisen zu einer Angleichung des Energieverbrauchs gegenüber den Strahlungskochfeldern kommt (HEA, 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 (Motschall und Bleher, 2010).

Die Bestimmung der Anteile von Kochen und Backen am Energieverbrauch und den Gesamtauswirkungen ist wichtig. Entsprechende Angaben des Bundesverbands der Verbraucherzentralen in Deutschland 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).

Elektroherde: Tabelle 13 zeigt den Endenergieverbrauch pro Jahr elektrischer Kochstellen mit unterschiedlichen Technologien berechnet auf Basis von Verbrauchsmessungen der Stiftung Warentest (Motschall et al., 2013).

Tabelle 13 Endenergieverbrauch pro Jahr verschiedener elektrischer Kochstellen (Motschall und Bleher, 2010)

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

Backöfen: Elektrobacköfen sind im Gegensatz zu Kochstellen in Energieeffizienzklassen (EEK) eingeteilt. Tabelle 14 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“ (Kasanen, 2006).

Tabelle 14 Energieeffizienzklassen für Elektrobacköfen (Motschall et al., 2013)

Energie-effizienz klasse	Energieverbrauch bei Standardbeladung [kWh]		
	Backofen klein 12 l ≤ Volumen < 35 l	*Backofen mittel 35 l ≤ Volumen < 65 l*	*Backofen groß 65 l ≤ Volumen*
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

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 (Mottschall et al., 2013).

Über das Backen hinaus verursachen 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 einer Studie (HEA, 2002) werden dabei für einen Pyrolysevorgang 4,5 bis 6 kWh Strom benötigt. Andere Recherchen ergaben einen Strombedarf von 2,4 bis 9 kWh (AEG, 2008).

Ökologische Betrachtung

Elektroherde: Vergleicht man die Umweltauswirkungen der einzelnen Lebensphasen, so zeigt sich, dass sich für die betrachteten Umweltauswirkungen 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 (KEA, GWP: Vgl. Tabelle 15).
Eine von Mottschall et al. durchgeführte Ökobilanz zeigt, dass die Treibhausgasemissionen durch die Herstellung und Entsorgung der Kochstellen deutlich unter 5 kg CO2-Äq. pro Jahr liegen und somit kaum relevant sind (Mottschall et al., 2013).

Tabelle 15 Ökologische Betrachtung von elektrischen Kochfeldern (nach Motschall et al., 2013)

Elektr. Kochfelder	Herstellung	Nutzung	Enstorgung	Gesamt
KEA (MJ)	18,30	2320,00	0,50	2338,00
GWP (CO2-Äq.)	1,23	139,60	0,02	140,80

Backöfen: Im Gegensatz zu den elektrischen Kochfeldern ist ersichtlich, dass die Herstellung von Backöfen mit etwa 20% der Treibhausgasemissionen einen relativ großen Anteil hat. Dies ist vor allem dadurch begründet, dass die vergleichsweise geringe Nutzungsintensität von Backöfen niedrige nutzungsbedingte Treibhausgasemissionen verursacht. Aufgrund der Effizienzsteigerung im Stromverbrauch steigt die Relevanz der Herstellungsphase und führt beim effizientesten Gerät zu einem Anteil von ca. 30%, siehe Tabelle 16.

Daher ist die Einflussmöglichkeit Emissionen zu minimieren, in der Nutzungsphase am größten. Das A+ Gerät emittiert mit 27 kg CO2-Äq./a etwa 25 kg weniger als die heute auf dem Markt üblichen B-Geräte. Dies entspricht den zweifachen Emissionen der Herstellung (Mottschall und Bleher, 2010).

Tabelle 16 Ökologische Betrachtung von Backöfen (nach Motschall und Bleher, 2010)

Backöfen	Geräteklasse	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
KEA (MJ/a)	A+	169	403	2	574
	B	169	766	2	937
GWP (kg CO2-Äq.)	A+	11	27	0	38
	B	11	52	0	63

Ökologisch optimale Lebensdauer

Für eine detaillierte Aussage bezüglich der ökologisch optimalen Lebensdauer von Elektroherd und Backofen bedarf es einer zusätzlichen Ökobilanz mit Fokus auf dem idealen Austauschzeitpunkt.

Belastbare Studien oder Angaben zur ökologisch optimalen Lebensdauer wurden in der Recherche und der erhobenen Literatur nicht gefunden. Es kann jedoch festgestellt werden, dass elektrische Herde und Kochstellen, die eine lange Lebensdauer aufweisen Treibhausrelevante Emissionen und Abfälle vermeiden. Um defekte Geräte reparieren zu können, ist eine möglichst lange Ersatzteilversorgung erforderlich. Es ist daher wichtig, dafür zu sorgen, dass die Reparatur der Geräte und die Ersatzteilversorgung für mindestens 12 Jahre ab Produktionseinstellung sichergestellt sind.

Da vor allem bei Backöfen die Herstellung 20-30% der gesamten Umweltauswirkungen ausmacht, ist es offensichtlich, eine lange Lebensdauer dieser Geräte anzustreben (Motschall et al., 2010).

Reparatur

Wegen der vergleichsweisen hohen Umweltbelastungen bei der Herstellung von Backöfen, ist eine Reparatur der Bestandgeräte oft die ökologisch sinnvollste Variante. Das Online-Tool der Energieschweiz (www.energieschweiz.ch), zeigt einfach die Handlungsempfehlung auf (Vgl. Abbildung 3).

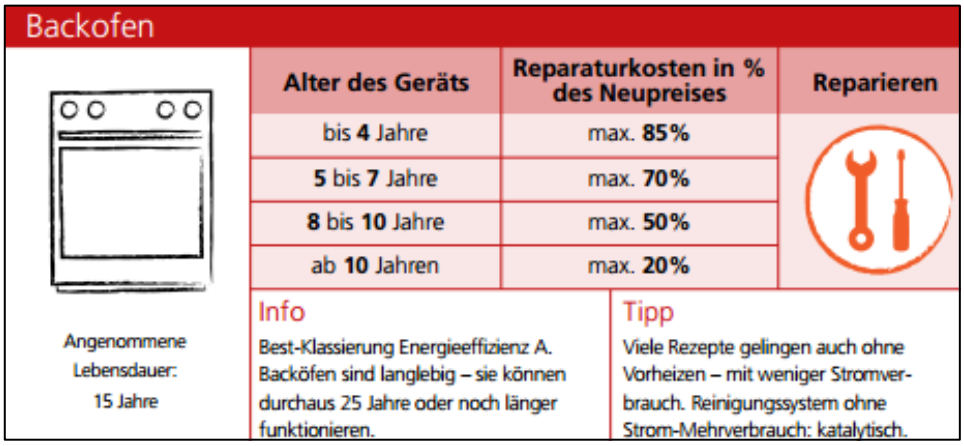

Abbildung 3 Backofen - reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)

Waschmaschinen

Fazit

Die Energieeffizienz von Waschmaschinen hat sich seit 1980 um fast 90% gesteigert. Daraus folgt, dass der Austausch alter, sehr ineffizienter Modelle sowohl ökologisch, als auch ökonomisch äußerst sinnvoll ist.

Der Vergleich fünf verschiedener Studien (ETH, Prakash et al., Gensch und Blepp, WRAP, Ardente und Mathieux) zum optimalen Austauschzeitpunkt von Waschmaschinen zeigt, dass die ökologischen Vorteile einer Auswechslung der alten Geräte davon abhängen, wie ineffizient die bereits vorhandene Maschine im Vergleich zu der potentiell Neuen ist.

Folgendes kann aus den Studien abgeleitet werden:

- Wird eine Maschine der Klasse C oder schlechter mit einem sehr effizienten Gerät (Klasse A+++) ersetzt, so liegt die ökologische Rückzahldauer beim Indikator Rohstoffentnahme Wasser bei einem halben Jahr, beim kumulierten Energieaufwand (KEA) bei knapp 20 Jahren und bei allen anderen Wirkkategorien bei über 30 Jahren.
- Wenn ein Gerät der Klasse B durch das modernste Gerät (A+++) ausgetauscht wird, so liegt die Amortisationszeit bei der Rohstoffentnahme Wasser bei weniger als einem Jahr und bei allen anderen betrachteten Wirkkategorien bei über 40 Jahren und mehr und gilt somit als ökologisch ungünstig.

Als Empfehlung gilt somit:

- Der Austausch einer Waschmaschine ist also nur dann sinnvoll, wenn das ersetzte Gerät das umwelttechnisch effizienteste Modell (A+++) auf dem Markt ist und das Bestandsgerät stark veraltet ist (Klasse C oder schlechter/10 Jahre oder älter).
- Daher sollte nur der Verkauf der energie- und wassereffizientesten Geräte (A+++) gefördert werden.
- Ist der Konsument jedoch im Besitz einer relativ modernen Maschine (Klasse B oder besser), ist ein vorzeitiger Ersatz dieser ökologisch nicht sinnvoll.

Allgemein

Waschmaschinen sind dazu da, Kleidung zu reinigen und dabei deren Qualität zu bewahren. Jedoch ist der Gebrauch von hohem Energie- und Wasserverbrauch gekennzeichnet und hat somit negative Auswirkungen auf die Umwelt (ETH, 2011).

Eine amerikanische Studie im Jahr 2006 ergab, dass die Energieeffizienz einer durchschnittlichen Waschmaschine zwischen 1981 und 2003 um 88,4% gestiegen ist. So erscheint das Argument nachvollziehbar, dass die Konsumenten und Konsumentinnen durch den vorzeitigen Tausch ihrer Geräte einen individuellen Beitrag zum Klimaschutz leisten können (Eisenriegler, 2009).

Eine Materialanalyse einer modernen Waschmaschine der Effizienzklasse A+++ ist in Abbildung 4 zu sehen. Eisen zählt mit 80% zu der wichtigsten Komponente in der Produktion, wobei der Elektronikanteil bei nur ca. 0,4% der Masse liegt (Steiner et al., s.a.).

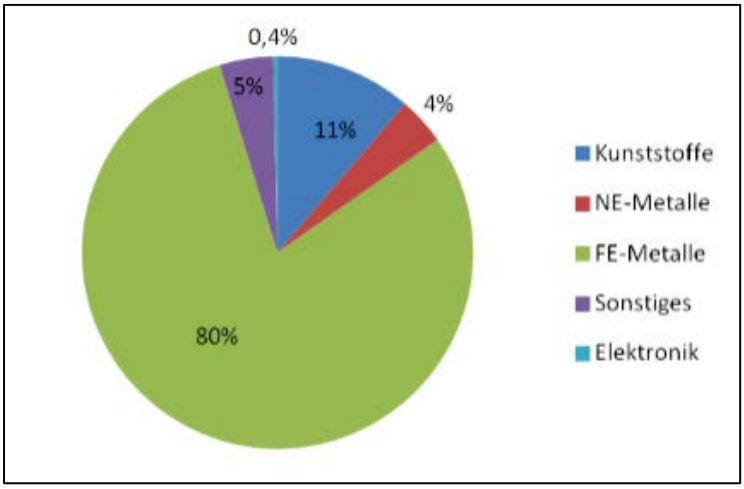

Abbildung 4 Materialanalyse Waschmaschine (Gensch und Blepp, 2015)

Um die ganzen ökologischen Auswirkungen des Austausch eines Bestandgeräts miteinzubeziehen, werden im Folgenden die vorhandenen Studien und Ökobilanzen zu der Produktgruppe Waschmaschine betrachtet.

Kosten

In Tabelle 17 wurden die Nutzungskosten zweier Waschmaschinen mit vergleichbarer Größe und unterschiedlicher Energieeffizienzklasse verglichen. Die Lebensdauer wird in allen Studien mit durchschnittlich 15 Jahren angesetzt, kann jedoch in Einzelfällen auch bis zu 20 Jahren betragen. Es zeigt sich, dass durch die verbesserte Energieeffizienz fast Euro 90,- an Stromkosten über die Lebensdauer gespart werden können.

Tabelle 17 Waschmaschine Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+++	168	27,43	15	411,52
A	204	33,31	15	499,70
			Einsparung	88,18

Die Investitionskosten der verschiedenen Waschmaschinen variieren stark. Meist sind jedoch die neueren, effizienteren Geräte etwas teurer als ältere Maschinen. Durch die verbesserte Effizienz können in der Nutzung Strom und somit auch Kosten gespart werden, die höheren Anschaffungskosten gleichen jedoch diesen Vorteil wieder aus. Das zeigt aber, dass der Preis der Waschmaschine die Gesamtkosten (Tabelle 18) sehr stark beeinflusst und dadurch ein weiteres Kosteneinsparungspotenzial vorhanden ist. Die Entsorgung ist durch die Gratis Rückgabe an Sammelstellen kostenlos.

Tabelle 18 Waschmaschine Gesamtkosten

Geräteklasse	Investiton (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung (€)	**Gesamtkosten (€)**
A+++	1249,00	411,52	0,00	1660,52
A	879,00	499,70	0,00	1378,70
			Einsparung ggü. A	-281,82

Ökologische Betrachtung

Die Betrachtung der Lebenszyklusphasen für die bilanzierte Waschmaschine (A+) ist in Tabelle 19 in absoluten Zahlen dargestellt. Es zeigt sich, dass die Nutzungsphase im Vergleich zu den anderen Lebenswegphasen bei den meisten betrachteten Wirkungskategorien (Ausnahme Rohstoffentnahme Metalle) mit den höchsten Umweltauswirkungen verbunden sind. Umgekehrt spielen die Lebenswegabschnitte Fertigung, Distribution und Entsorgung eine untergeordnete Rolle, der Beitrag zu dem Gesamtergebnis beträgt hier bei den betrachteten Indikatoren jeweils maximal 2% (Gensch und Blepp, 2015).

Tabelle 19 Ergebnisse der Ökobilanz Waschmaschine (nach Gensch und Blepp, 2015)

Indikator	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
KEA (MJ)	448	1781	15	2244
Rohstoffent. Wasser	159	9857	3	10019
Rohstoffent. Metalle	31,4	6,5	0,2	38,1
GWP (kg CO2 Äq.)	35	106	2	143

Anm.: Angaben von Wasser in Liter und Metalle in Kilogramm

Eine Studie der ETH Zürich zeigt, dass die ökologischen Vorteile einer Auswechslung von Waschmaschinen davon abhängen, wie ineffizient die bereits vorhandene Maschine im Vergleich zu der potentiell Neuen ist. Es wird also empfohlen, dass der Austausch eines alten, ineffizienten Geräts nur dann sinnvoll ist, wenn die ersetzte Maschine das umwelttechnisch effizienteste Modell (A+++) auf dem Markt ist.

Eine andere Studie stellt fest, dass ein Wechsel von einer ökologisch schlecht bewerteten Waschmaschine (C) zu einem nicht signifikant besseren Gerät (A), sogar zu negativen Auswirkung für die Umwelt führen kann. Von einem umweltverträglichen Standpunkt aus ist es also besser die ineffizientere Maschine (C) zu behalten und möglicherweise zu reparieren (s. Tabelle 20), als sie mit einem unbedeutend besseren Modell (A) zu ersetzen. (WRAP, 2010).

Tabelle 20 Ökologisch beste Option – reparieren oder erneuern (neu) (WRAP, 2010)

ökologisch beste Option		Austauschgerät		
Energieeffizienzklasse		A	A+	A++
Bestandsgerät	C	reparieren	neu	neu
	A	reparieren	reparieren	neu

Ökologisch optimale Lebensdauer

In der Studie des Weißwaren Herstellers „Miele“, wurde die ökologische Lebensdauer einer moderne Waschmaschine (A+++) mit zwei Bestandsprodukten (jeweils aus dem Jahr 2000 – Klasse C und 2005 – Klasse B) verglichen.

Die ökologische Rückzahldauer (Amortisation) ist für beide Bestandsgeräte bei fast alle betrachteten Wirkungskategorien weit über 5 (zwischen 30 und mehreren hundert) Jahren. Neben dem Wasserverbrauch mit einer sehr geringen Rückzahldauer von weniger als einem Jahr gibt es im Vergleich zu den anderen Indikatoren nur für den KEA und die GWP bei Ersatz des Bestandgeräts der Klasse C vergleichsweise kurze Rückzahldauern von 19 bzw. 30 Jahren. Bei Annahme der eingeführten „Faustregel“, wonach sich ein vorzeitiger Ersatz von Bestandsgeräten nur dann lohnt, wenn die ökologische Rückzahldauer kleiner gleich 5 Jahre beträgt, lohnt sich abgesehen vom Verbrauch an Wasser somit bei beiden betrachteten Waschmaschinen ein vorzeitiger Ersatz nicht (Gensch und Blepp, 2015).

Eine weitere Studie, finanziert von der Europäischen Kommission, vergleicht den Austausch zweier Waschmaschinen (WM1 - Mittelklasse/Billiggerät und WM2 - Hochklassegerät) mit einem neuen Gerät, miteinander. Die Daten der Geräte wurden aus bereits vorhandenen Studien (Rüdenauer und Gensch 2005) übernommen und mit Informationen von Herstellern vervollständigt. Weiteres wurden umfangreiche Berechnungen mit Hilfe eines Modells, dass sowohl das Treibhauspotential (GWP), sowie die terrestrische Ökotoxizität (TE), als auch den abiotischen Ressourcenverbrauch (ADP) berücksichtigt, durchgeführt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass, je niedriger der Energieverbrauch des Neugeräts ist, desto kleiner sind die positiven Effekte der Reparatur des Altgeräts (Ardente und Mathieux, 2014).

Weiter Ergebnisse der Studie:

- Eine Lebensverlängerung der WM1 um 4 Jahre und die WM2 um 3 Jahre kann das Treibhauspotenzial (GWP) des Produkts um 3% reduzieren.
- Im Gegensatz dazu würde ein Austausch des Altgeräts zu einem neueren Modell, welches um 10% Energieeffizienter ist 3% mehr GWP verursachen.
- Unter der Annahme dass zukünftig Geräte am Markt angeboten werden, die 30% Energieeffizienter sind als A+++ wäre eine Reparatur ökologisch gleichwertig anzusehen.
- Die Vorteile einer Sanierung der alten Maschinen sind jedoch noch deutlicher in anderen Wirkungskategorien, wie etwa abiotischen Ressourcen (ADP). Beispielsweise wird bei einer Verlängerung der Lebensspanne der WM2 um 4 Jahre, das ADP um 25% reduziert – unabhängig von der Energieeffizienz des Austauschgeräts.

Es kann also zusammengefasst werden:

- Dass, eine Verlängerung der Lebenspanne einer Waschmaschine, durch Reparatur und Sanierung ökologische Vorteile bringt. Dies gilt sogar, wenn sie durch ein effizienteres Gerät (A+++) ausgetauscht werden. Allerdings sind die ökologischen Nutzen variabel und abhängig von der betrachteten Wirkungskategorie, der verlängerten Nutzungsdauer und den Auswirkungen der Reparatur.
- Bei Waschmaschinen sind der kumulierte Energieaufwand (KEA) und das Treibhauspotenzial eines kurzlebigen Geräts (Lebensdauer 5 Jahre) ca. 40% höher im Vergleich zu der langlebigen Waschmaschine (Lebensdauer 20 Jahre).
- Über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren verursacht eine langlebige Waschmaschine knapp 1100 kg weniger CO2 als die kurzlebige Variante.
- Das Versauerungspotenzial einer kurzlebigen Waschmaschine ist ca. 60% höher im Vergleich zu der langlebigen Waschmaschine.
- Der Unterschied zwischen einer langlebigen Waschmaschine und einer durchschnittlichen Waschmaschine (Lebensdauer 10 Jahre) ist deutlicher geringer; die langlebige Waschmaschine schneidet aber trotzdem in den meisten Umweltkategorien besser ab (z.B. 12% weniger Treibhauspotenzial und 18% weniger Versauerungspotenzial) (Prakash et al., 2016).

Reparatur

Auf dem online Portal der Energieschweiz (www.energieschweiz.ch) kann berechnet werden, ob sich ein Austausch oder eine Reparatur der alten Maschine eher lohnt (Vgl. Abbildung 5).

WASCHMASCHINEN

Angenommene Lebensdauer: 15 Jahre

Alter des Geräts	Reparaturkosten in % des Neupreises	Empfehlung
3 bis **4** Jahre	max. **40%**	reparieren
5 bis **7** Jahre	max. **30%**	reparieren
8 bis **10** Jahre	max. **10%**	reparieren
ab **10** Jahren	–	ersetzen

Info

Best-Klassierung Energieeffizienz A+++
Best-Klassierung Schleuderwirkung A

Tipp

Am meisten Strom benötigt die Erwärmung des Wassers. Waschen bei 20° statt 60°C benötigt rund 70% weniger Strom. Moderne Waschmaschinen und entsprechend auch viele Waschmittel eignen sich für tiefe Waschtemperaturen von 15°, 20° oder 30°C.

Abbildung 5 Waschmaschine – reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)

Wäschetrockner

Fazit

Im Vergleich zu den Waschmaschinen hat sich der Energieverbrauch von Wäschetrockner nicht so rasant reduziert, wobei die neuere Technologie der Wärmepumpen entscheidendes Verbesserungspotenzial lieferte. Da aber viele Haushalte noch stark veraltete Geräte besitzen, bietet eine Förderung von neuen Maschinen ein enormes Potenzial zur Energieeinsparung.

Die Analyse drei verschiedener Studien (Horowitz, Gensch und Blepp, WRAP) zur ökologisch optimalen Lebensdauer von Wäschetrocknern zeigt, dass die ökologischen Vorteile einer Auswechslung der alten Geräte davon abhängen, wie ineffizient die bereits vorhandene Maschine im Vergleich zu der potentiell Neuen ist. Das bedeutet, dass

- bei veralteten Wäschetrocknern (älter als 10 Jahre) die ermittelte ökologische Rückzahldauer bei Austausch durch ein effizientes Gerät, zwischen 1 und 4 Jahren liegt.
- bei modernen Wäschetrocknern (10 Jahre oder jünger) beträgt die ökologisch optimale Lebensdauer (Amortisationszeit) mindestens 16 Jahre (bei der Rohstoffentnahme Wasser) und bis über 1000 Jahre (bei der Rohstoffentnahme Metalle), wenn der neue Trockner in der Nutzung 10% energieeffizienter ist.

Daraus folgen die Empfehlungen, dass

- veraltete Geräte (Klasse C und schlechter) definitiv durch effiziente Wäschetrockner (Klasse A+++) ersetzt werden sollten.
- der Austausch von Maschinen, die bereits über moderne Wärmepumpentechnologie verfügen, ökologisch gesehen nachteilig ist.
- eine Verkaufsförderung moderner, sehr effizienter Geräte (A+++) und Kundeninformation zu den Einsparungspotenzialen zukünftig erforderlich ist.

Allgemein

Wäschetrockner werden in österreichischen Haushalten immer üblicher. Sie stellen einen Ersatz zu der früher üblichen Lufttrocknung von Wäsche dar, in dem sie Kleidung und andere Textilien einfach und zeitsparend trocknen. Jedoch brauchen Wäschetrockner im Vergleich zu anderen großen Haushaltsgeräten viel Energie.

Eine US-amerikanische Studie (die natürlich nicht direkt auf Österreich übertragbar ist) zeigt anschaulich, wie groß die Einsparpotenziale hinsichtlich Energie eigentlich sind. Denn die in der Bevölkerung übliche Annahme, dass alle Trockner etwa gleich effizient arbeiten, ist falsch. Laut der US-Studie können Konsumenten und Konsumentinnen bis zu 5000 kWh über die gesamte Lebensdauer (durchschnittlich 15 Jahre) eines Wäschetrockners einsparen, wenn ein sehr effizienteres Gerät gekauft wird. Wird dies auf alle Haushalte der USA umgerechnet, ergibt sich ein Einsparungspotenzial von mehr als 3 Milliarden US-Dollar pro Jahr (ca. Euro 2,67 Mill.). Auch für den Konsumenten persönlich würde das Einsparungen bedeuten. Ca. 60 US-Dollar könnten im Jahr gespart werden, das sind beinahe 1000 US-Dollar (ca. Euro 890,-) über die gesamte Lebensdauer des Trockners – die Einsparung entspricht mehr oder weniger dem Anschaffungspreis des Geräts in den USA. Zusätzlich ist auch die Einsparung von Treibhausrelevanten Gasen relevant und ein Grund, auf ineffiziente Wäschetrockner zu verzichten (Bendt, 2010).

Während moderne Waschmaschinen bis zu 70% weniger Energie benötigen als vor 18 Jahren, haben sich Wäschetrockner in derselben Zeitspanne kaum in ihrer Effizienz verbessert. Das bedeutet, dass der durchschnittliche, neue Trockner jährlich ca. dreimal so viel Energie verbraucht, als eine moderne Waschmaschine. Wird beim Kauf eines Wäschetrockners falsch entschieden, wird das den Konsumenten mehr kosten, als er durch die effizienteste Waschmaschine auf dem Markt einsparen kann. Deshalb ist es wichtig, in einen modernen, bereits mit Wärmepumpentechnologie ausgestatteten Wäschetrockner (A+++) zu investieren und somit Energie und Kosten zu sparen (Horowitz, 2011).

Eine Materialanalyse eines Wäschetrockners (Abbildung 6) ergab, dass der Anteil der FE-Metalle im Unterschied zu Waschmaschinen (80% entspricht ca. 75kg) mit 44% (entspricht ca. 26kg) weitaus geringer ausfällt.

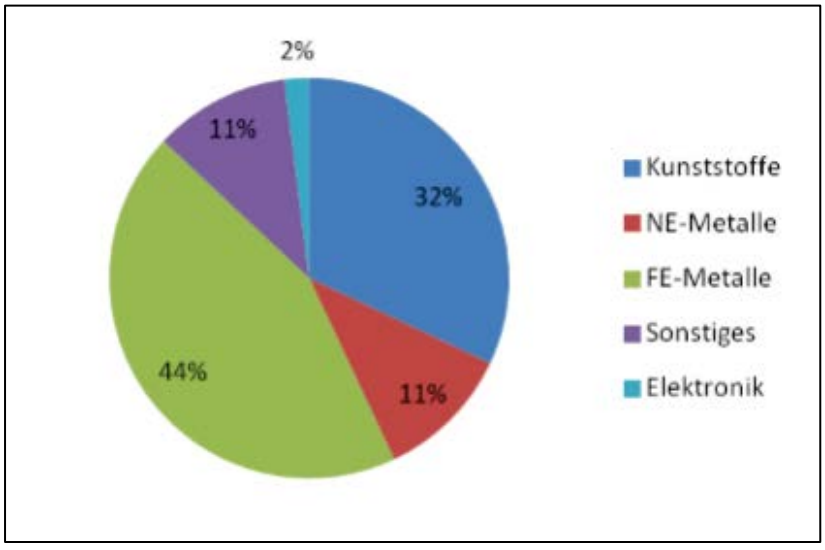

Abbildung 6 Materialanalyse Wäschetrockner (Gensch und Blepp, 2015)

Kosten

In Tabelle 21 werden die Nutzungskosten von zwei Wäschetrocknern mit verschiedener Energieeffizienzklasse verglichen. Es zeigt klar, dass ein Austausch eines veralteten Geräts (Energieklasse B), welche bei Wäschetrocknern noch zulässig sind, mit einem modernen, effizienten Wäschetrockner ökonomisch sinnvoll ist, da das Einsparungspotenzial der Stromkosten bei fast Euro 900,- liegt.

Tabelle 21 Wäschetrockner Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+++	137	22,37	15	335,58
B	504	82,30	15	1234,55
			Einsparung ggü. B	898,97

Obwohl hier die Preisspanne der Anschaffungskosten sehr breitgefächert ist und die Investitionskosten nur einen Durchschnitt darstellen, ist bei der Betrachtung der Gesamtkosten in Tabelle 22 zu erkennen, dass durch das enorme Stromsparpotenzial ein großer Teil der Kosten eingespart werden kann. Die Entsorgung ist kostenlos (WRAP, 2010).

Tabelle 22 Wäschetrockner Gesamtkosten

Geräteklasse	Investition (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung (€)	**Gesamtkosten (€)**
A+++	499,00	335,58	0,00	834,58
B	279,00	1234,55	0,00	1513,55
			Einsparung ggü. B	678,97

Ökologische Betrachtung

In einer vom Öko-Institut Freiburg durchgeführten Studie wurde die Produktgruppe Wäschetrockner betrachtet und bezüglich der Beladung analog zum Waschen modelliert. Dem lag die Annahme zugrunde, dass bei maschineller Trocknung der Wäsche die Beladungsmenge der Waschmaschine mit der des Trockners identisch ist.

Es wurde jeweils ein Bestandsgerät aus dem Jahr 2004-05 (Klasse C) und 2008 (Klasse A) mit einem modernen, effizienten Referenzgerät (A++) durch eine Ökobilanz verglichen (Tabelle 23). Es ist zu erkennen, dass sich der Energieverbrauch in den letzten 15 Jahren enorm verbessert hat (Gensch und Blepp, 2015).

Tabelle 23 Verbrauch (kWh) verschiedener Wäschetrockner (Gensch und Blepp, 2015)

Verbrauch Trockner	**Referenzgerät**	**Bestandsgeräte**	
Typ	**TKR350 WP**	**T8626**	**T4223**
Baujahr	ab 07/2013	ab 2008	2004-2005
EEK	A++	A	C
Zuladung in kg	8	6	5
	Verbrauchswerte pro Jahr in kWh		
160 Zyklen[10]	232	230	360

Die Ergebnisse der Ökobilanz für den Wäschetrockner A++, in Tabelle 24 dargestellt, zeigen noch ausgeprägter als bei der Waschmaschine die große Bedeutung der Nutzungsphase, die bei der Produktgruppe Wäschetrockner ausschließlich durch den Stromverbrauch bestimmt wird.

Bei der Herstellung bestimmt erwartungsgemäß die Rohstoffentnahme Metalle mit 85% des Ergebnisses. Wie bei den Waschmaschinen sind die Anteile der Fertigung, Distribution und Entsorgung bei allen betrachteten Indikatoren vernachlässigbar. Das ist darauf zurückzuführen, dass in Wäschetrocknern im Vergleich zu Waschmaschinen weniger Materialen zur Herstellung benötigt werden (rund 65 kg gegenüber 100 kg) und in der Nutzungsphase der Energieverbrauch rund doppelt so hoch ist.

Die Umweltauswirkungen durch geringe Kältemittelverluste (bei der Entsorgung) wirken sich nur geringfügig auf die Ergebnisse aus. Insgesamt überwiegt bei weitem der Energieverbrauch während der Nutzungsphase und dominiert somit die Umweltauswirkungen (prosa, s.a.).

Tabelle 24 Ergebnisse der Ökobilanz Wäschetrockner (nach Gensch und Blepp, 2015)

Indikator	Herstellung	Nutzung	Entsorgung	Gesamt
KEA (MJ)	335	2222	11	2568
Rohstoffent. Wasser	105	1373	2	1480
Rohstoffent. Metalle	30,6	5,4	0,2	36,2
GWP (kg CO2 Äq.)	29,2	134	1,6	164,8

Anm.: Wasser in Liter, Metalle in Kilogramm

Ökologisch optimale Lebensdauer

Die ermittelte ökologische Rückzahldauer zeigt, dass die dominierenden Indikatoren KEA, Rohstoffentnahme Wasser, GWP und Eutrophierung die Rückzahldauer bei Ersatz des Bestandgeräts aus den Jahren 2004-05 zwischen 1 und 4 Jahren ausfällt. Unter Anwendung der „Austausch-Faustformel“ von 5 Jahren würde sich somit der vorzeitige Ersatz lohnen.
Beim Bestandsgerät aus dem Jahr 2008 trifft dies hingegen nicht zu: dieses Gerät verfügt bereits über die Wärmepumpentechnologie mit entsprechend geringeren Energieverbrauchswerten, die Rückzahldauer ist daher je nach betrachteten Indikator wesentlich höher, sie reicht von 5 Jahren (Rohstoffentnahme Wasser), über 10 Jahre beim KEA bis hin zu über 70 Jahren (Versauerungspotenzial AP). Bei der ausschließlich von den Materialvorketten bestimmten Rohstoffentnahme Metalle würde die ökologische Rückzahldauer rund 350 Jahre betragen.

Auch bei den Leitindikatoren KEA und GWP ist die ökologische Rückzahldauer mit 10 bis 15 Jahren rund doppelt bis dreifach so hoch wie die Faustzahl von 5 Jahren, die als Grenze für den vorzeitigen Ersatz von Bestandsgeräten empfohlen wurde. Das heißt das bei Bestandsgeräten, die bereits über eine Wärmepumpe verfügen, ein vorzeitiger Ersatz ökologisch nicht sinnvoll ist (Gensch und Blepp, 2015).

Reparatur

Analog zur Produktgruppe Waschmaschine kann auf dem online Portal der Energieschweiz (www.energieschweiz.ch) berechnet werden, ob sich ein Austausch oder eine Reparatur von alten Geräten eher lohnt (Vgl. Abbildung 7)

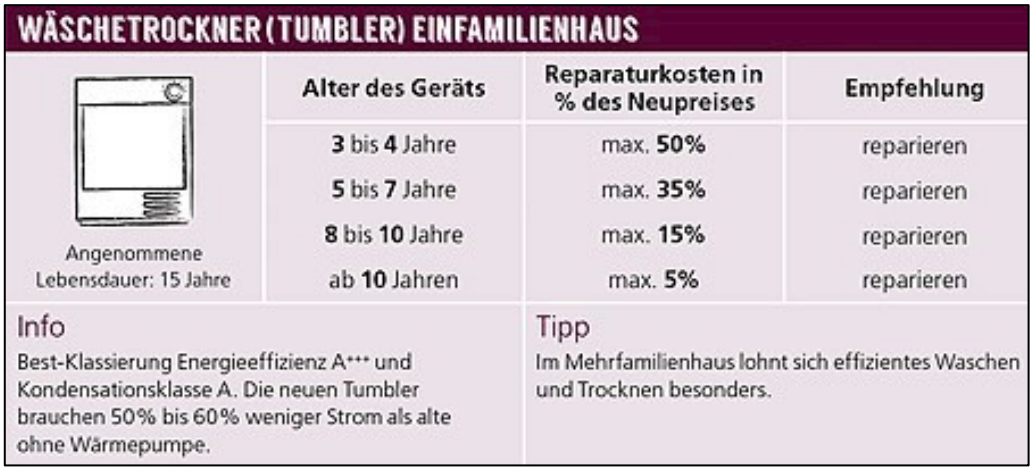

Abbildung 7 Wäschetrockner – reparieren oder ersetzen? (Energieschweiz, 2012)

Geschirrspülmaschine

Fazit

Seit 1990 hat sich bei Geschirrspülmaschinen der Energieverbrauch um mehr als das Doppelte und der Wasserverbrauch um das Vierfache reduziert. Da die Nutzungsphase hinsichtlich der ökologischen Auswirkungen am dominantesten ist, kann durch die Anschaffung eines sehr effizienten Gerätes Strom und somit auch treibhausrelevante Gase eingespart werden.

Jedoch ist ein Austausch nur dann ökonomisch und ökologisch sinnvoll, wenn das Altgerät eine sehr geringe Energieeffizienz (Klasse B oder geringer) aufweist. Denn der Anschaffungspreis effizientester Geräte ist um einiges höher als eines veralteten Modells und amortisiert sich bei geringer Differenz des Stromsparpotenzial nur langsam.

Aus den vier betrachteten Studien (Gensch und Blepp, GfK, Fluvio und Peiró, Gensch et al.) kann folgendes abgeleitet werden:

- Geräte, die älter als 15 Jahre sind (Klasse B-D), verbrauchen mehr als doppelte so viel Strom und Wasser, wie effiziente Neugeräte (Klasse A und besser).
- Der Austausch des Bestandgeräts ist nur dann ökologisch sinnvoll, wenn dieses essentiell schlechter in seiner Energieeffizienz ist (Klasse B-D).
- Die Verlängerung der Lebensdauer von Geschirrspülmaschinen der Klasse A und besser, ist ökologisch so gut wie immer von Vorteil, auch wenn das Gerät durch ein effizienteres Gerät ersetzt werden könnte.
- Die Verlängerung der Lebensdauer (siehe Reparaturempfehlung) von Geräten der Klasse A und besser, reduziert bis zu 30% der ökologischen Umweltauswirkungen.
- Die ökologisch optimale Lebensdauer variiert stark, da sie vom Gerätetyp und den betrachteten (Umwelt)Wirkkategorien abhängig ist. Sie beträgt knapp 8 Jahre beim Indikator Kumulierter Energie Aufwand (KEA), 9 Jahre beim Indikator Rohstoffentnahme Wasser und mehreren hundert Jahren beim Indikator Rohstoffentnahme Metalle, wenn die neue Spülmaschine in der Nutzung 10% energieeffizienter ist.

Folgende Empfehlungen lassen sich ableiten:

- Der Ersatz stark veralteter Geräte sollte ausschließlich mittels Kauf der effizientesten Geräte (A+++) erfolgen bzw. nur diese sollten gefördert werden.
- Der Austauschzyklus sollte also gering gehalten werden.
- Ansonsten sollte durch Reparaturförderung, Ersatzteilbereitstellung und Kundendienste kann die Verlängerung der Lebensdauer von Geschirrspülmaschinen angestrebt werden.

Allgemein

Als Geschirrspülmaschine wird allgemein ein Gerät für das Reinigen, Spülen und Trocknen von Geschirr, Glaswaren, Besteck und Kochutensilien mit chemischen, mechanischen, thermischen und elektrischen Mitteln bezeichnet (ISIS, 2007).

Eine typische Materialanalyse einer modernen Geschirrspümaschine (Abbildung 8) mit der Energieeffizienzklasse A+++ zeigt, dass diese zu 55% der Masse aus Eisen besteht. Der Elektronikanteil beträgt 3% (Gensch und Blepp, 2015).

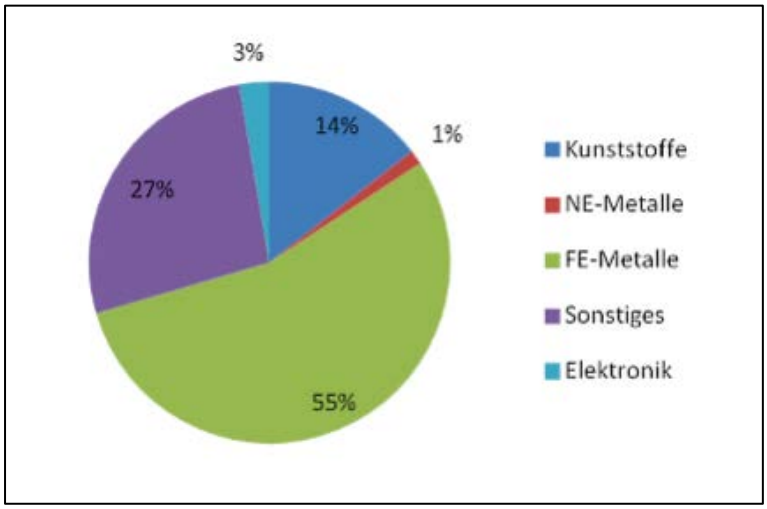

Abbildung 8 Materialanalyse Spülmaschine (Gensch und Blepp, 2015).

Im typischen Hausgebrauch werden effiziente Geräte hauptsächlich in zwei Größen (45cm und 60cm) verwendet. Automatikprogramme und die neue Sensortechnik haben mit dazu beigetragen, dass Geschirrspülmaschinen in den letzten 20 Jahren immer effizienter geworden sind. So reduzierten sich der Wasser- und Salzverbrauch um 70% und der Stromverbrauch um ca. 50%. Gegenüber einem 10 Jahre alten Geräte kann man mit einem effizienten Neugerät jährlich bis zu 30% der Stromkosten sparen (Forum Waschen 2012 und Umweltbundesamt 2012).

Immer noch entscheidend für die Umweltauswirkungen ist der Bestand an ineffizienten Altgeräten. Dies zeigt eine Studie des Marktforschungsinstituts Gesellschaft für Konsum-, Markt-, und Absatzforschung (GfK), die im Jahr 2011 die Altersstruktur von großen Hausgeräten im Haushalt in Deutschland untersucht hat. Von den fast 180 Millionen Hausgeräten im Bestand sind 41% (fast 75 Millionen) mindestens zehn Jahre alt. 31 Millionen Geräte sind sogar 14 Jahre oder älter (ZVEI 2012). Geschirrspülmaschinen dieser Altersklasse verbrauchen im Schnitt mehr als doppelt so viel Strom und Wasser als effiziente Neugeräte (Vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25 Durchschnittsverbrauch an Strom und Wasser pro Jahr (280 Spülgänge, 60cm Breite) (Gensch und Blepp, 2015)

Baujahr	1990	1995	2000	2012
Energieverbrauch pro Jahr in kWh	490	420	370	ab 194
Wasserverbrauch pro Jahr in l	7.870	6.130	4.770	ab 1.970

Marktangebot

Im Jahr 2010 waren fast alle Modelle im Handel (Österreich, Deutschland, Schweiz) in der Energieeffizienzklasse A einzuordnen. Innerhalb dieser Klasse gab es dennoch große Unterschiede beim Energieverbrauch. Um diesen technischen Fortschritt darstellen zu können, hat die EU-Energieverbrauchs-Kennzeichnung seit Dezember 2010 drei zusätzlichen Klassen A+, A++ und A+++ (vgl. Tabelle 26) eingeführt. Folgende Verbesserungen sind dadurch erreicht worden:

- Gegenüber der Klasse A verbrauchen vergleichbare Geschirrspüler der Klasse A+++ etwa 30 Prozent weniger Strom.
- Gemäß der aktuellen Energielabel-Direktive (Verordnung (EU) Nr. 1016/2010) dürfen in Europa keine Geschirrspülmaschinen mit einer Energie-Effizienzklasse schlechter als A verkauft werden.
- Eine Ausnahme bilden 45 cm breite Geräte mit einer Nennkapazität von 10 Gedecken. Diese dürfen noch der Klasse B entsprechen (Gensch et al., 2013).

Tabelle 26 Grenzwerte für den Energieverbrauch der Energieeffizienzklassen von Geschirrspülmaschinen (EU-Verordnung 1059/2010)

Energieeffizienzklassen	Energieeffizienzindex	Ø Bandbreite in kWh / Jahr	Ø Einsparung im Vergleich zu „A“
A+++ (höchste Effizienz)	EEI < 50	194–238	30%
A ++	50 ≤ EEI < 56	257–266	21%
A +	56 ≤ EEI < 63	290–299	11%
A	63 ≤ EEI < 71	311–327	
B	71 ≤ EEI < 80		
C	80 ≤ EEI < 90		
D (geringste Effizienz)	EEI ≥ 90		

Kosten

In Tabelle 27 sind die durchschnittlichen Preise der Hersteller von effizienten Geschirrspülmaschinen aufgelistet, wie sie in der EcoTopTen-Marktübersicht aufzufinden sind.

Unter den 60 cm breiten Geräten sind mit 46% die meisten Modelle der Klasse A++ eingeordnet. Lediglich 14% davon sind bereits so effizient, dass sie der Klasse A +++ zugeordnet werden.

Bei den Modellen mit einer Breite von 45 cm werden noch fast 60% der niedrigsten Klasse A zugeordnet und nur knapp sieben Prozent der Klasse A ++. Modelle der Effizienzklasse B wurden nicht mehr angeboten (Fluvio und Peiró, 2015)

Tabelle 27 Preisübersicht effizienter Geschirrspülmaschinen und weniger effizienter Vergleichsprodukten (Gensch und Blepp, 2015)

Gerätetyp	Breite (cm)	Energieeffizienzklasse	Ø Preis (€)
Standgeräte	45	A	1.028*
		A+	526*
		A++	669
	60	A	744*
		A++	733
		A+++	1.102
Einbaugeräte	45	A	619*
		A+	502*
		A++	919
	60	A	639*
		A++	902
		A+++	1.415

Bei Geschirrspülmaschinen existiert eine große preisliche Spannbreite. Die Geräte können ab Euro 185,- bis über Euro 2000,- kosten. Einige Hersteller bieten teurere Geräte an, werben aber mit überdurchschnittlich langer Lebensdauer. Es kann beobachtet werden, dass die effizienteren Geräte eher im hochpreisigen Segment zu finden sind, während der Preis bei weniger effizienten Geräten fällt (Gensch und Blepp, 2015).

Die Gesamtkosten werden vor allem durch die Anschaffungskosten und die Kosten während der Nutzungsphase bestimmt. In Tabelle 28 wurden die Nutzungskosten zweier Geräte mit der Größe von 60cm verschiedener Energieklassen über die durchschnittliche Lebensdauer hinweg betrachtet. Durch die verbesserte Effizienz ist ein Einsparungspotenzial von über Euro 220,- möglich.

Tabelle 28 Geschirrspülmaschine Nutzungskosten

Geräteklasse	Energie (kWh/a)	Nutzungskosten/a (€)	Lebensdauer (a)	**Nutzungskosten (€)**
A+++	195	31,84	12	382,12
A	311	50,79	12	609,44
			Einsparung ggü. A	227,31

Bei der Gegenüberstellung der Gesamtkosten (Tabelle 29) ist zu erkennen, dass diese am stärksten von den Investitionskosten beeinflusst werden, und sich somit die Einsparungen durch die Nutzungskosten wieder ausgleichen können.

Tatsächlich muss ein effizientes Gerät in der Anschaffung jedoch nicht teurer sein als ein weniger effizientes Gerät. Die Entsorgung kann hingegen vernachlässigt werden, da diese durch die Rückgabe an kommunalen Sammelstellen gratis ist (Elektro- und Elektronikgerätegesetz).

Tabelle 29 Geschirrspülmaschine Gesamtkosten

Geräteklasse	Investiton (€)	Nutzungskosten (€)	Entsorgung	**Gesamtkosten (€)**
A+++	1102	382,12	0	**1484,12**
A	744	609,44	0	**1353,44**
			Einsparung ggü. A	-130,68

Eine untergeordnete Rolle, deshalb hier vernachlässigt, spielen die Wasserkosten. Die Kosten für die Multi-Tabs und die Reparatur sind unabhängig von der Effizienz der Geräte (Gensch und Blepp, 2015).

Ökologische Betrachtung

In einer vom Öko-Institut Freiburg durchgeführten Ökobilanz werden zwei Geräte mit unterschiedlicher Energieklasse untersucht. In der nachstehenden Tabelle 30 sind beispielhaft die ökologischen Auswirkungen sehr energieeffizienter und Standardgeräte mit einer Breite von 60 cm gegenübergestellt (Gensch et al., 2013).

In der ökologischen Bilanzierung wurden die Indikatoren kumulierter Primärenergiebedarf (KEA) Treibhauspotenzial (GWP) und der europäische Strom-Mix berücksichtigt. Die Bilanzierung ist in die Produkt-Lebensphasen Herstellung, Nutzung und Entsorgung unterteilt.

Tabelle 30 Ökologische Betrachtung von Geschirrspülmaschinen der Klasse A und A+++ (60cm)

	Herstellung	**Nutzung**		**Entsorgung**	**Gesamt**	
Gerät A			Einsparung			Einsparung
KEA (MJ)	329	4097	0%	-24,3	4402	0%
GWP (kg CO2-Äq.)	23	240	0%	0	262	0%
Gerät A+++						
KEA (MJ)	329	2648	35%	-24	2952	33%
GWP (kg CO2-Äq.)	23	157	34%	0	180	32%
	*Einsparung des A+++ Gerät ggü. dem A Gerät					

Folgendes kann aus der Gegenüberstellung abgeleitet werden:

- Über 30% beträgt das Einsparpotential, dass durch effiziente Geräte erzielt werden kann (Breite 60 cm).
- Über 90% des kumulierten Energieaufwandes (KEA) und 87% des Treibhauspotentials (GWP) werden während der Nutzung verursacht. Bezogen auf die Nutzungsphase liegt das Einsparpotential bei ca. 35%.
- Innerhalb der Nutzungsphase dominiert der Stromverbrauch die Umweltauswirkungen. Dieser liegt – je nach Gerätetyp und Wirkungskategorie – zwischen 88 und 94%. Der zweitgrößte Anteil innerhalb der Nutzungsphase wird über die

Spülmaschinentabs verursacht. Er liegt zwischen 5 und maximal 12%. Die Wassernutzung und Abwasserentsorgung sind mit Anteilen zwischen 0,1 und 0,5% – je nach Wirkkategorie und Gerätetyp – sehr gering.
- Die Herstellung verursacht hingegen lediglich 7 bis 13% je nach Gerätetyp und Wirkkategorie.
- Die Umweltauswirkungen der Entsorgung liegt bei beiden Wirkkategorien und Gerätetypen unter einem Prozent.

Der ökologische Vergleich der Spülmaschine zeigt ähnliche Ergebnisse wie der der Waschmaschine. Die Lebenswegabschnitte Herstellung (Fertigung, Distribution) sowie Entsorgung spielen bei allen betrachteten Wirkungskategorien eine untergeordnete Rolle in der Ökobilanzierung. Für die Rohstoffentnahme Metalle sind die Prozesse der Materialvorketten mit einem Anteil von 73% dominierend. Bei allen anderen Indikatoren ist hingegen die Nutzungsphase dominierend, wobei hier der Stromverbrauch der maßgebende Treiber für den kumulierten Energieaufwand und das Treibhauspotenzial ist. Die Rohstoffentnahme Wasser wird erwartungsgemäß mit über 60% des Gesamtverbrauchs von der Nutzungsphase der Spülmaschine bestimmt (Gensch et al., 2013).

Ökologisch optimale Lebensdauer

Die ökologische Rückzahldauer einer neuen Spülmaschine bei vorzeitigem Ersatz unterscheidet sich wie bei den anderen betrachteten Produktgruppen dieser Arbeit je nach Wirkkategorie und Alter des Bestandgeräts.

- Ist das Bestandgerät älter als 15 Jahre oder die Energieeffizienzklasse schlechter als B, amortisiert sich der Kauf einer neuen, sehr effizienten Spülmaschine (A+++) nach weniger als 4 Jahren.
- Ist das Bestandgerät jedoch besser in der Energieeffizienz als die Klasse B, beträgt die ökologisch optimale Lebensdauer (Amortisationszeit) mindestens 8 Jahre beim KEA, 9 Jahre beim Indikator Rohstoffentnahme Wasser, ca. 12 Jahre beim GWP und bis zu rund 800 Jahre (bei Rohstoffentnahme Metalle), wenn die neue Spülmaschine in der Nutzung 10% energieeffizienter ist, als das Bestandsgerät.
- Wird ein eher unwahrscheinliches zukünftiges Szenario angenommen, in dem eine ambitionierte Effizienzsteigerung um 40% gegenüber dem Referenzgerät (Klasse A+++) möglich ist, würde die ökologisch optimale Lebensdauer beispielsweise beim KEA von ca. 8 Jahre auf rund 5 Jahre sinken.
- Jedoch muss beachtet werden, dass die Amortisationszeit mit dem Zeitpunkt der Verfügbarkeit einer alternativen, energieeffizienteren Technologie beginnt. Sollte beispielsweise in 10 Jahren ein Gerät zur Verfügung stehen, das rund 20% energieeffizienter als das Referenzgerät ist, dann fällt beim GWP die technische Lebensdauer des Referenzgerätes mit der ermittelten optimalen Lebensdauer ungefähr zusammen (technische Lebensdauer bis zu 20 Jahren möglich; Implementierungsdauer 10 Jahre + 11 Jahre ökologisch optimale Lebensdauer hinsichtlich des GWP)
- Wird der Vorarlberger Strommix statt des EU-Strommix bei der Bilanzierung berücksichtigt, so zeigt sich bei allen betrachteten Indikatoren eine Verschiebung hin zu höheren Werten für die ökologisch optimale Lebensdauer. Zurückzuführen ist dies darauf, dass mit Blick auf die Umweltauswirkungen, wie zum Beispiel das GWP, die Nutzungsphase anteilmäßig gegenüber der Herstellung der Geräte an Bedeutung abnimmt und sich daher die Amortisationszeiten zu höheren Werten verschieben (Gensch und Blepp, 2015).

Als Schlussfolgerung ergibt sich, dass die Verlängerung der Lebensdauer von Geschirrspülmaschinen

- ökologisch fast immer von Vorteil ist, auch wenn sie durch ein effizienteres Gerät ersetzt wird.
- die ökologischen Umweltauswirkungen bis zu 30% reduzieren, wie zum Beispiel das Versauerungspotenzial und die Wasserentnahmen, die Kategorien, die am meisten durch die Produktionsphase beeinflusst werden (Fulvio und Talens Peiró, 2015).

Reparatur

Da durch die Verlängerung der Geräte-Lebensdauer bis zu 30% an Umweltauswirkungen bei Geräten der Klasse A und besser eingespart werden können, nimmt die Bedeutung der Geräte-Reparatur zu. Im Hinblick auf die lange Lebensdauer von Geschirrspülmaschinen über 12 Jahre sollte für die Reparatur der Geräte die Ersatzteilversorgung bei laufender Produktion und für mindestens 10 Jahre nach Produktionseinstellung sichergestellt sein. Der Hersteller sollte sich außerdem verpflichten, einen Kundendienst vorzuhalten oder zu beauftragen, der eine vor Ort-Reparatur der Geräte beim Kunden ermöglicht (Gensch et al., 2013).

Mit dem Online-Tool der Energieschweiz (www.energieschweiz.ch) lässt sich einfach berechnen, ob und wann eine Reparatur des Altgeräts empfehlenswert ist (Vgl. Abbildung 9).

GESCHIRRSPÜLER

Angenommene Lebensdauer: 10 Jahre

Alter des Geräts	Reparaturkosten in % des Neupreises	Empfehlung
3 bis **4** Jahre	max. **40%**	reparieren
5 bis **7** Jahre	max. **20%**	reparieren
8 bis **10** Jahre	max. **5%**	reparieren
ab **10** Jahren	–	ersetzen

Info

Best-Klassierung Energieeffizienz A***
Best-Klassierung Trockenwirkung A

Tipp

Am meisten Strom benötigt die Erwärmung des Wassers. Wird es durch erneuerbare Energie aufbereitet, ist ein Warmwasseranschluss sinnvoll (gilt auch für die Waschmaschine).

Abbildung 9 Geschirrspülmaschine - reparieren oder ersetzen? (Energieschweiz, 2012)

Umwälzpumpen

Fazit

Hocheffiziente Umwälzpumpen reduzieren den Stromverbrauch gegenüber veralteten Pumpen um bis zu 80%. In den meisten installierten Heizanlagen verrichten derzeit noch überdimensionierte Umwälzpumpen mit einer Leistung von 80 bis 110 Watt ihre Arbeit und sind somit verantwortlich für einen ineffizienten Stromeinsatz. Die neue Umwälzpumpe benötigt für dieselbe Arbeit weniger als 20 Watt und spart somit Strom und Energie. Die Anschaffungskosten amortisieren sich durch diese Einsparungen somit schon nach zwei bis drei Jahren.

Auch ökologisch gesehen macht ein Austausch von veralteten Pumpen mit effizienten Pumpen der Energieklasse A Sinn, da die Energieeinsparungen auch zur Reduktion von treibhausrelevanten Gasen führen und somit die Umwelt schonen. Außerdem kann durch das Einsetzen von kleineren Pumpen im Vergleich zu herkömmlichen Pumpen auch beim Materialverbrauch eingespart werden.

Als Empfehlung gilt:

- Den Austausch veralteter Pumpen (älter als 5 Jahre) nur mit der modernsten Pumpentechnologie zu ersetzen bzw. diesen zu fördern.
- KonsumentInnen besser über die Ineffizienz alter Bestandspumpen und die großen möglichen Einsparpotenziale durch deren Ersatz zu informieren.

Allgemein

Der Einbau von Hocheffizienzpumpen ist seit 2013 aufgrund der Vorgaben der Ökodesign-Richtlinie* beim Austausch externer Heizungspumpen Pflicht. Ab 2017 gilt dies auch für integrierte Heizungspumpen. Es liegen jedoch kaum genaue Informationen darüber vor, wie sich der Bestand an Heizungspumpen in Wohngebäuden zusammensetzt und welches Einsparpotenzial hier noch vorhanden ist (Dünnhoff et al., 2015).

**Richtlinie 2005/32/EG zur umweltgerechte Gestaltung von Nassläufer-Umwälzpumpen*

Bei den derzeit üblicherweise eingesetzten Pumpen (ca. 80% des Marktes) handelt es sich um ungeregelte Umwälzpumpen mit drei Betriebsstufen. Zumeist sind sie auf die dritte Stufe eingestellt und benötigen somit 80 bis 90 Watt, was eine Leistungsüberdimensionierung von Faktor 3 bis 4 zur Folge hat. Alleine die Anpassung an die tatsächlich erforderliche hydraulische Leistung kann über 50% Energie sparen (Benke und Unterpertinger, 2015).

In Deutschland sind ca. 20% der eingebauten Heizungspumpen Hocheffizienzpumpen mit einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 12 Watt. Betrachtet man nur die externen Heizungspumpen, ist etwa ein Viertel Hocheffizienzpumpen. Mehr als die Hälfte der Heizungspumpen sind noch ungeregelt, davon sind 15% einstufig mit einer durchschnittlichen Leistungsaufnahme von 74 Watt. (Dünnhoff et al., 2015)

Pumpentechnologie

Bei den am Markt befindlichen Umwälzpumpen kann zwischen drei technischen Modellen unterschieden werden.

- Ungeregelte Pumpe: Zum einen gibt es die sehr ineffizienten Varianten der ungeregelten Pumpen, die vor allem aufgrund des niedrigen Einkaufspreises, aber auch mangelnder Information der Nutzer, einen Marktanteil von immer noch über 80% ausmachen. Diese verfügen über Asynchronmotoren in Spaltrohrbauweise und zumeist über drei Drehzahlstufen, die „per Hand" geschaltet werden.
- Elektronisch geregelte Pumpe: Seit Beginn der 90-er Jahre gibt es andererseits auch elektronisch geregelte Umwälzpumpen, die aber weiterhin Asynchronmotoren verwenden. Bei diesen kann eine stufenlose optimale Pumpenkennlinie eingestellt werden. Durch die Änderung der Förderhöhe kommt es zur Energieeinsparung. Obwohl diese Technologie nun schon relativ lange am Markt ist und wegen der drehzahlgeregelten Betriebsweise (theoretisch) um einiges effizienter ist als die herkömmliche Technik, liegt ihr Marktanteil bei lediglich 10 bis 15%.
- Hocheffiziente Umwälzpumpen: Verwenden einen elektronisch geregelten Synchronmotor anstelle eines Asynchronmotors, es gibt sie zum Beispiel in Ventilatoren kleiner u. mittlerer Leistung. Üblicherweise werden diese als Umwälzpumpen mit Permanentmagnetmotor oder als EC-Motor-Pumpe bezeichnet (Benke und Unterpertinger, 2015).

Energieverbrauch

Der Energieverbrauch von Umwälzpumpen wird bei der energetischen Betrachtung von Heizungs- und Solaranlagen oft unterschätzt. Dabei ist in manchem Einfamilienhaus die Umwälzpumpe für 10% der Stromkosten verantwortlich.

Hocheffizienzpumpen benötigen 40-50% weniger Energie als moderne Standardpumpen mit Asynchronmotoren und bis zu 80% weniger als ungeregelte Pumpen, die noch vielfach in Gebäudebeständen vorhanden sind.

Werden die Kosten für den Lebenszyklus von Umwälzpumpen betrachtet, ist zu erkennen, dass die Stromkosten ein Vielfaches der Anschaffungskosten betragen. Aus ökonomischer Perspektive amortisieren sich die Mehrkosten einer Hocheffizienzpumpe relativ schnell, oft sogar schon nach 2 Jahren. (Meyer, 2013)

Ökologische Betrachtung

Wenn diese neue energiesparende Pumpentechnologie europaweit zum Standard wird, könnten rund 60% des jährlichen Stromverbrauchs für Pumpen in Europa eingespart werden. Dies entspricht einer CO2-Reduktion von über 15 Mio. Tonnen pro Jahr.

Wird eine hydraulische Optimierung vorgenommen, kann zumeist eine kleinere Pumpe eingesetzt werden, was zu einem geringeren Energie- und Materialverbrauch führt, was wiederum schonend für die Umwelt ist (Barthel und Wohlauf, 2010).

Einsparpotenzial

Durch ungeregelte Pumpen kommen ca. 6000 Betriebsstunden pro Heizperiode zusammen. Mehr als 80% der Heizungsumwälzpumpen sind veraltet und deshalb nicht regelbar und verbrauchen dadurch eine große Menge unnötigen Strom. Selbst Pumpen, wie sie vor wenigen Jahren noch eingebaut wurden und schon regelbar sind, sind in vielen Heizungsanlagen falsch eingestellt oder überdimensioniert. Diese Modelle arbeiten stets mit der gleichen Drehzahl und können sich nicht dem tatsächlichen Bedarf anpassen.
Ein weiterer Nachteil: Wenn die Heizanlagenregelung nicht auf den Sommerbetrieb umgestellt ist, sind sie sogar im Sommer aktiv. Gegenüber einer modernen Hocheffizienzpumpe verbrauchen sie so oft 80% mehr Strom. Die Heizungspumpen arbeiten durchschnittlich mit einer Leistung von 50 bis 70 Watt, obwohl bei Ein- und Zweifamilienhäusern meist 10 Watt ausreichen würden, sofern es sich um eine moderne Pumpentechnik handelt.

Hocheffizienz-Pumpen sind erst seit einigen Jahren auf dem Markt erhältlich und mittlerweile auch preislich interessant. Sie passen ihre Drehzahl elektronisch geregelt an die unterschiedlich erforderlichen Wassermengen an. Neben dieser stufenlosen und automatischen Anpassung trägt auch der Strom sparende Motor neuerer Technologie zur deutlich besseren Effizienz bei. Dieser Motor erzielt einen wesentlich höheren Wirkungsgrad als ein herkömmlicher Pumpenmotor.

Deshalb ist ein Austausch veralteter Umwälzpumpen oft unumgänglich, aber auch sinnvoll. Bei Investitionskosten von Euro 350,- bis 400,- machen sich Kauf und Einbau einer Hocheffizienzpumpe im Schnitt bereits nach drei bis fünf Jahren bezahlt. Durch die Nutzung von Fördermitteln für den Austausch der Heizungspumpe sinken die Investitionskosten zusätzlich.

Sowohl ökonomisch (siehe Abbildung 10) als auch ökologisch macht also ein Austausch veralteter Pumpen Sinn und es wird Konsumenten deshalb empfohlen, mit dem Einbau einer neuen Pumpe nicht bis zum Lebensende der alten Technik zu warten (Heimann, 2013).

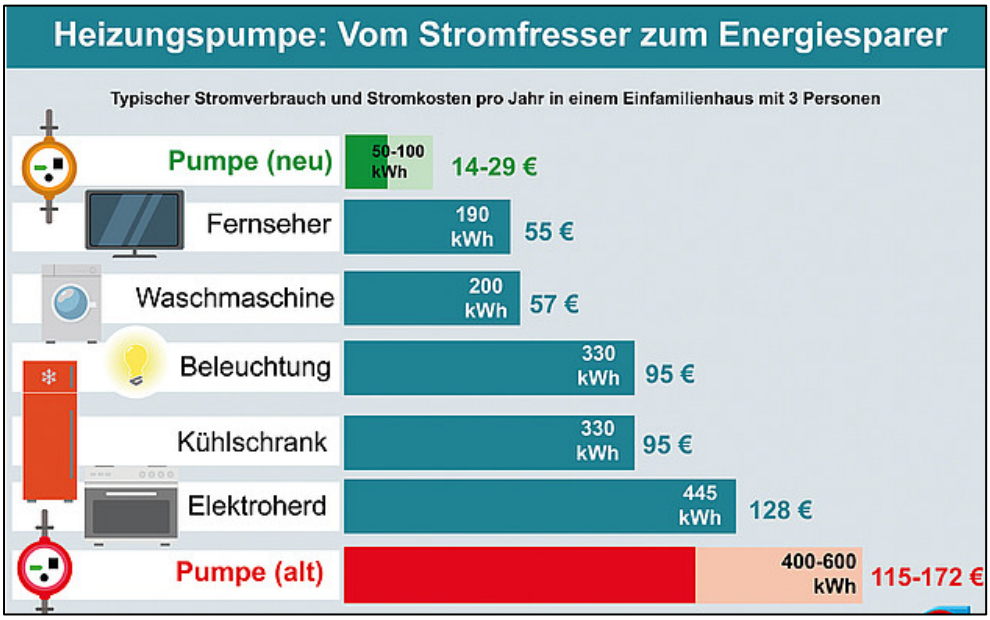

Abbildung 10 Stromverbrauch und Stromkosten von Heizungspumpen im Vergleich (co2online, 2016)

Förderung

Ein Großteil der Heizungspumpen in Vorarlberg ist ineffizient und entspricht nicht dem Stand der Technik. Deshalb unterstützen die Vorarlberger Kraftwerke (VKW) ihre Kunden, deren Heizsystem älter als fünf Jahre ist, indem sie den Austausch mit Euro 50,- je Pumpe fördern. Zusätzlich erhalten Kunden einen Rabatt eines an der Aktion teilnehmenden Installateurs in Höhe von Euro 30,- je Pumpe (VKW, 2015).

LED Beleuchtungsmittel

Fazit

Durch die Analyse verschiedener Literaturquellen hat sich ein klares Ergebnis bezüglich der Energieeffizienz und ökologischen Bewertung von Leuchtdioden (LEDs) abgezeichnet. Obwohl LEDs hinsichtlich der Anschaffungskosten etwas teurer ausfallen als Halogen- oder Energiesparlampen, sind sie jedoch in der Nutzungsphase um ein Vielfaches effizienter und damit auch ökonomisch gesehen günstiger.

Durch das Betrachten der Ökobilanz der verschiedenen Beleuchtungstypen ist zu erkennen, dass auch ökologisch gesehen die Nutzungsphase am relevantesten ist. Durch die viel höhere Effizienz und längere Lebensdauer der LED ist der Austausch von Halogen und Sparlampen durch LED auch ökologisch gerechtfertigt. Die Umweltbelastung des gesamten Lebenszyklus beträgt bei der Leuchtdiode nur etwa 20% von der Gesamtbelastung der Halogenlampe.

Auch hinsichtlich ihrer Lebensdauer mit bis zu 20 Jahren übertrifft die moderne LED andere Beleuchtungstypen bei weitem.

Als Empfehlungen ergeben sich aus ökologischer Sicht deshalb,

- den Kauf von LEDs sowie den Austausch veralteter Glühbirnen (Halogen- und Sparlampen) zu fördern.
- Kundeninformation zum enormen Einsparpotenzial des Austauschs bereitzustellen.

Allgemein

Leuchtdioden, kurz LED ("Licht-emittierende Diode") haben das Potenzial Energie zu sparen und die Lichtqualität, im Vergleich zu herkömmlicher Lichttechnologie, zu verbessern. Um aber die ganzen energetischen und ökologischen Auswirkungen abschätzen zu können, müssen alle verwendeten Ressourcen des gesamten Lebenszyklus evaluiert werden.

Im Vergleich zu der Kompaktleuchtstofflampe ist die verbrauchte Gesamtenergie der LED in den letzten Jahren um die Hälfte gesunken. Wegen der niedrigen Energieeffizienz gilt die herkömmliche Halogenlampe als am umweltschädlichsten.
Der einzige Punkt, in dem Kompaktleuchtstofflampen einen Vorteil gegenüber den LEDs haben, ist bei der Deponie gefährlicher Stoffe, wegen des Aluminium Kühlkörpers der Leuchtdiode. Da aber die Effizienz der LED ständig steigt, wird davon ausgegangen, dass die Größe der Kühlkörper in Zukunft stark reduziert werden kann. Außerdem können jene Auswirkungen durch angemessene Recyclingmethoden auch vermindert werden (Energieleben, 2014).

Wie in Abbildung 11 genauer beleuchtet wird, überwiegen die Vorteile der LED bei weitem und rechtfertigen sowohl ökonomisch als auch ökologisch einen Austausch von Halogen- oder Kompaktleuchtstofflampe (Umweltinstitut München e.V., 2013).

	HALOGENLAMPE	SPARLAMPE	LED-LAMPE
Energieeffizienz (*Lumen/Watt*)	Niedrig *15-20 lm/W*	Hoch *40-60 lm/W*	Sehr hoch *60 bis über 100 lm/W*
Lebensdauer (*in Stunden*)	Gering *2 000 h*	Hoch *6 000 - 15 000 h*	Sehr hoch *10 000 - 50 000 h*
Startzeit bis zur vollen Lichtleistung	Sehr gut *Sofortstart*	Unbefriedigend *20-180 Sek.*	Gut bis sehr gut *Sofortstart*
Farbwiedergabe	Sehr gut *100*	Gut *80*	Gut bis sehr gut *80-95*
Dimmbar	Ja, alle Lampen	Wenige	Viele
Anteil Graue Energie	Sehr niedrig *Ca. 2%*	Niedrig *Max. 10%*	Niedrig *Max. 10%*
Kaufpreis	2€	8-10€	10-15€
Betriebskosten f. 6000 Stunden	55€	15€	8€

Abbildung 11 Vergleich Halogen-, Spar- und LED-lampe (nach Umweltinstitut München e.V., 2013)

Kosten und Leistung

Die Lichtausbeute ist ein Maß für die Effizienz einer Lampe. Sie gibt an, wie viel Licht aus einer bestimmten Menge Strom gewonnen wird. Im Schnitt waren LED-Lampen in einem durchgeführten Test etwa sechsmal effizienter als Halogenlampen, wie die Abbildung 12 darstellt.

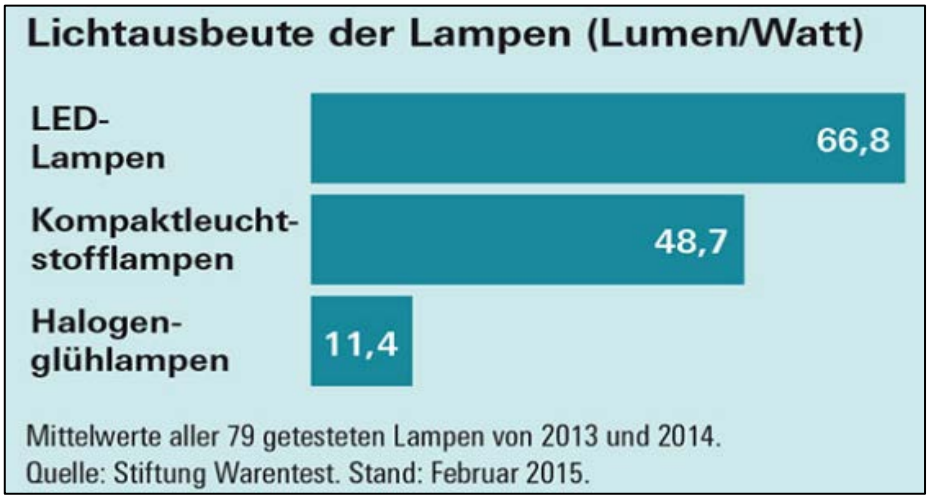

Abbildung 12 Lichtausbeute der Lampen im Vergleich (Stiftung Warentest, 2015).

Die Investitionskosten für LED-Lampen sind zwar deutlich höher als die für Halogenglühlampen, die Anschaffung rechnet sich aber trotzdem. Der Preis für LEDs wurde für Euro 10,- angesetzt, für Halogenlampen Euro 2,-. Durch den geringeren Stromverbrauch der LEDs sind die Mehrkosten nach etwa einem Jahr wieder amortisiert (siehe Tabelle 31). Da zukünftig die Preise der Leuchtstoffdiode voraussichtlich weiter fallen werden, wird sich die Amortisationszeit dadurch noch mehr verkürzen (Stiftung Warentest, 2015).

Tabelle 31 Kostenvergleich LED und Halogenlampe

Lampenart	Investition (€)	Nutzungskosten (€/6000h)	**Gesamtkosten (€)**
LED	10	8	18
Halogenlampe	2	55	57
		Einsparung	39

Ökologische Betrachtung

Der Energieverbrauch und die ökologischen Auswirkungen dominieren auch hier bei allen drei Beleuchtungstypen in der Nutzungsphase. Deshalb ist es wichtig, sich auf die Effizienzsteigerung und die Marktakzeptanz der LED zu fokussieren.
Die größten ökologischen Auswirkungen, nach der Nutzung, stellt bei der LED die Herstellung (Aluminiumherstellung) dar. Diese wird jedoch durch steigende Effizienz reduziert werden. Außerdem könnten diese Einflüsse auch durch verbesserte Recyclingmethoden reduziert werden (U.S. Department of Energy, 2013).

Eine Untersuchung der Stiftung Warentest belegt dasselbe: LED- und Kompaktleuchtstofflampen belasten die Umwelt etwa drei- bis fünfmal weniger als Halogenlampen. Der Stromverbrauch spielt dabei die Hauptrolle. Auch die Produktion ist umweltverträglicher geworden, die ökologischen Auswirkungen der Herstellung haben sich in den vergangenen Jahren stetig verringert. Das zeigt eine Auswertung der Ökobilanzen von 79 Lampen, die zwischen 2013 und 2014 getestet wurden. Ausschlaggebend ist immer noch der Stromverbrauch.

Obwohl LED-Lampen aufwendiger herzustellen sind, belasten sie die Umwelt weniger als Halogenlampen (siehe Abbildung 13). Denn die Stromproduktion im Kraftwerk verursacht große Mengen klimaschädlicher Abgase und giftiger Abfälle, der Abbau fossiler Rohstoffe belastet Böden und Gewässer. Das schadet der Umwelt weit mehr als die Produktionsprozesse, der Transport und die Entsorgung der Lampen. Da LEDs im Betrieb viel weniger Strom verbrauchen als Halogenlampen, ist ihre Ökobilanz deutlich besser (Stiftung Warentest, 2015).

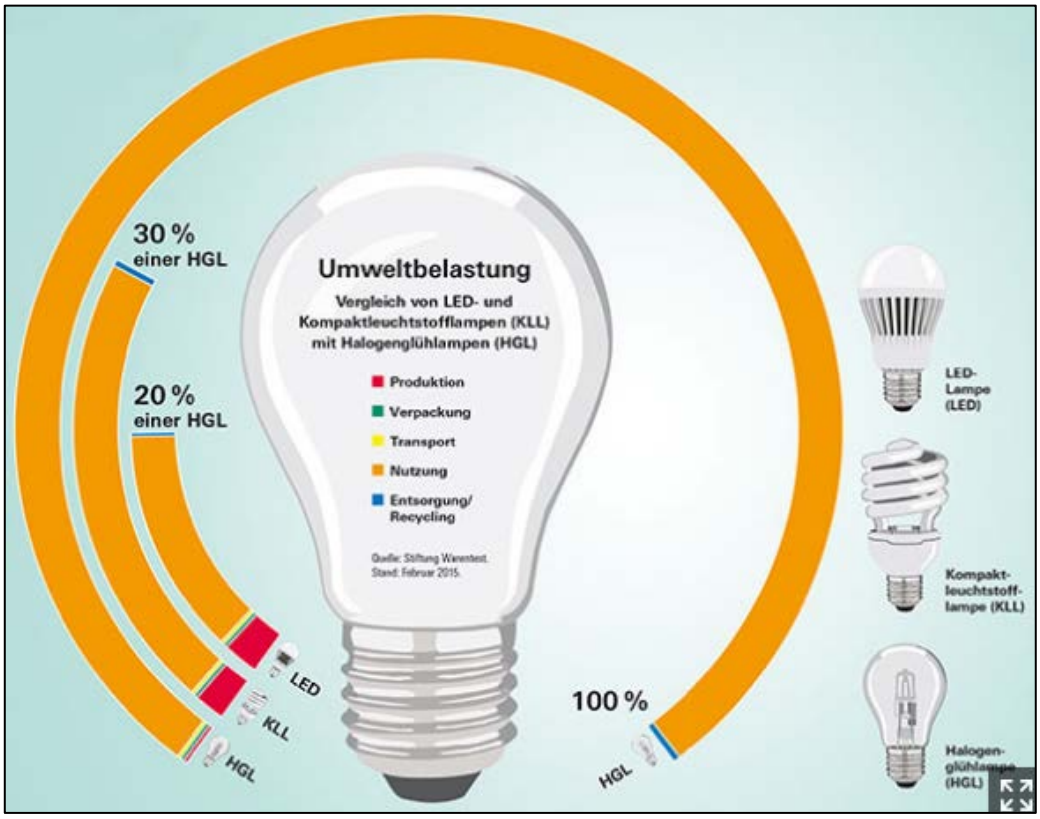

Abbildung 13 Umweltbelastungen der LED, KLL, HGL im Vergleich (Stiftung Warentest, 2015)

Die Entsorgung spielt in der Ökobilanz eine untergeordnete Rolle. Ein Teil der Materialien wird recycelt, was die Umweltbilanz verbessert.

Lebensdauer und Qualität

Moderne, hochwertige LEDs halten mehr als 20 Jahre. Außerdem enthalten sie kein Quecksilber, das bedeutet es werden keine Schadstoffe frei, wenn eine Lampe kaputt geht. LED-Lampen bieten zudem die beste Qualität, sie sind nach dem Einschalten in der Regel sofort hell und bleiben es auch bei Kälte und hohen Temperaturen (Umweltinstitut München e.V., 2013).
Immer besser geworden ist auch ihre Farbwiedergabe. Die größten Vorteile sind die hohe Schaltfestigkeit und lange Lebensdauer. Bei täglich drei Betriebsstunden gilt eine durchschnittliche Lebensdauer der LEDs von 12 Jahren, 6 Jahre für Kompaktleuchtstofflampen und 3 Jahre für Halogenlampen. Alle LEDs haben zudem den Dauertest von 6 000 Brennstunden bestanden. Die Tester der Stiftung Warentest haben die LEDs weiter brennen lassen: Sie leuchteten mehr als 20 000 Stunden – bei drei Stunden pro Tag entspricht das min. 20 Jahren Lebensdauer (Energieleben, 2014).

Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen der Studien ist abzuleiten, dass nach den bisherigen Prognosen die Energieeffizienzeinsparungen bei Haushaltsgeräten in Zukunft geringer ausfallen als in der Vergangenheit und dadurch ihre Realisierung mehr Zeit beanspruchen wird. Auch dies bestätigt die laut Herstellern verfolgte Strategie, Haushaltsgeräte auf eine hohe technische Produktlebensdauer auszulegen (Gensch und Blepp, 2015).

Eine lange Nutzung (Lebensdauer) von Elektro- und Elektronikgeräten - vor allem von Energieeffizienten - ist aus ökologischen Gesichtspunkten grundsätzlich sinnvoll und sollte daher angestrebt werden, da langlebige Produkte umweltfreundlicher und ressourcenschonender sind, weil sie den zusätzlichen Herstellungsaufwand für neue Produkte vermeiden. Dabei gilt aber, dass langlebige Geräte tatsächlich bis zum Funktionsende genutzt und nicht vorzeitig ersetzt werden.

Bei sehr großen Energieeinsparpotentialen während der Nutzung, kann auch der vorzeitige Ersatz (z.B. Ersatz von sehr ineffizienten Waschmaschinen durch A+++ Geräte) ökologisch sinnvoll sein. Wird ein stark veraltetes Gerät (Klasse C oder schlechter) ausgetauscht, so ist dies ausschließlich mit dem besten auf dem Markt befindlichen Gerät (Klasse A+++) zu erfolgen.

Darüber hinaus könnten auch innovative Servicemodelle der Produkthersteller (z.B. Rückkaufvereinbarung oder Kundendienste) sowie verpflichtende Mindestanforderungen an die Geräte dazu beitragen, dass die technische Produktlebensdauer auch erreicht werden kann (z.B. durch Wiederaufbereitung für die Weiter- bzw. Wiederverwendung, garantierte Reparaturen durch die Hersteller, usw.).

Maßnahmen zur Verbesserung der Verbraucherinformationen (z.B. ökologische Vorteile von langlebigen Produkten) und die Erhöhung der Informationspflichten der Hersteller (z.B. eindeutige Deklaration von Verschleißteilen) sind weitere wichtige Instrumente, um die Kaufentscheidung zu Gunsten von langlebigeren Produkten zu beeinflussen (Prakash et al., 2016).

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass die Ergebnisse einer umfangreichen ökologischen Analyse darlegen, dass eine Verlängerung der Lebens- und Nutzungsphase in vielen Fällen umweltverträglicher ist, als ein frühzeitiger Austausch des entsprechenden Geräts. Dies trifft vor allem auf moderne, hocheffiziente Geräte zu (Steiner et al., s.a.).

Anhang

Definitionen

- Energieeffizienzklassen: Die EU-Energieverbrauchs-Kennzeichnung - auch EU-Label oder Energieetikett genannt - hat seit ihrer Einführung im Jahre 1998 dazu beigetragen, die Energieeffizienz der gekennzeichneten Geräte wesentlich zu steigern. Der durchschnittliche Energieverbrauch der gekennzeichneten Geräte konnte von 2005 bis 2010 um 9% (GfK Studie Energieverbrauch von Elektrogroßgeräten) gesenkt werden. Das führte dazu, dass momentan die meisten Geräte in der Klasse A zu finden sind. Innerhalb der Klasse A gab es dennoch große Unterschiede beim Energieverbrauch. Als Zwischenlösung wurden 2004 für effizientere Kühl- und Gefriergeräte Pfeile mit A+ und A++ eingeführt. 2011 wurde die gesamte Energieverbrauchskennzeichnung überarbeitet, damit die Produkte wieder unterscheidbar sind. (Umweltbundesamt, 2015)
- Graue Energie: Der Begriff graue Energie bezeichnet die Energie, die vom Verbraucher nicht direkt eingekauft wird, die jedoch für die Herstellung von Gütern sowie für Transport, Lagerung und Entsorgung benötigt wird. Auf diese Weise entsteht häufig ein erheblicher Energieverbrauch, ohne dass dies für die Verbraucher direkt erkennbar ist. Offenkundig ist die graue Energie relevant im Zusammenhang mit sich erschöpfenden Ressourcen und auch der Klimaproblematik. Unmittelbar mit grauer Energie verbunden sind nämlich graue Emissionen von Kohlendioxid (CO2) und anderen Treibhausgasen (Paschotta, 2015).
- Indikatoren für Umweltauswirkungen:
  - 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. Er wird immer in Megajoule (MJ) angegeben.
  - 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 charakterisiert. Das spezifische Treibhauspotenzial beschreibt den Treibhauseffekt von chemischen Substanzen im Verhältnis zu Kohlenstoffdioxid (CO2) mit Hilfe von CO2-Äquivalenten. Die Einheit ist daher in Kilogramm CO2-Äquivalent angeführt.
  - Eutrophierungspotenzial: Die Eutrophierung steht für eine Nährstoffzufuhr im Übermaß, sowohl für Gewässer als auch für Böden. Das Eutrophierungspotenzial des Nährstoffeintrages wird gemäß CML 2001 v3.9 ermittelt und in kg (PO4)3- -eq (Phosphat-Äquivalenten) angegeben.
  - Versauerungspotenzial: Eine Versauerung kann ebenfalls sowohl bei terrestrischen als auch bei aquatischen Systemen eintreten. Verantwortlich

sind die Emissionen säurebildender Abgase. Es wird in Schwefeldioxid-(SO2)-Äquivalenten gemessen.
  - Ozonzerstörungspotenzial (ODP): es ist die potentielle Fähigkeit einer Substanz, in der Stratosphäre mittels katalytischer Kreisläufe Ozon zu zerstören. Solche Verursacher sind beispielsweise FCKWs.
  - Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP): beschreibt, welche nicht regenerativen abiotischen Ressourcen in welchem Maß aus der Umwelt entnommen werden (Mottschall et al., 2013).
- Ökobilanz**:** Die Ökobilanz (ISO 14044) steht für eine Methode zur Abschätzung der Auswirkungen eines Produktes und seines Herstellungsprozesses auf die Umwelt. Sie umfasst drei maßgebliche Teile: die Sachbilanz, die Wirkungsbilanz und die Bewertung. Der Bilanzierungsbereich teilt sich in Bereiche wie Rohstoffeinsatz, Energieeinsatz, Emissionen, Wasser, Abfallaufkommen sowie toxikologische und ökologische Bewertungen der verursachten Emissionen. Ziel der Ökobilanz ist eine Abwägung der Vor- und Nachteile von Produkten und Verfahren (DIN Norm 33926).
- Ökologisch optimale Lebensdauer: Ist jene Lebensdauer die unter Berücksichtigung alle umweltrelevanten Faktoren für das jeweilig betrachtete Gerät am sinnvollsten, das heißt am umweltfreundlichsten, ist (Gensch und Blepp, 2015).
- Ökologische Rückzahldauer: Ist die ökologische Amortisationszeit (Gensch et al., 2013).
- Vorzeitiger Ersatz: Unter vorzeitigem Ersatz wird der Austausch eines vorhandenen Gerätes durch ein Neugerät verstanden, obwohl das Bestandsgerät noch funktioniert und ein Austausch unter dem Aspekt der Nutzenbereitstellung für den Konsumenten noch nicht notwendig wäre (Gensch und Blepp, 2015).
- Weißware: als Weißware werden alle gängigen haushaltstypischen Elektrogeräte bezeichnet. Darin eingeschlossen sind elektrische Haushaltsgeräte die zum Waschen, Reinigen, Backen, Kochen und zur Körperpflege verwendet werden. Bei den Weißwaren gibt es eine Unterteilung der elektrischen Geräte in Klein- und Großgeräte. Gefriertruhe, Kühlschrank, Gefrierschrank, Geschirrspülmaschine, Waschmaschine, Elektroherd und Wäschetrockner zählen bei den weißen Waren zur Kategorie der Großgeräte. Durch die typische, klassische weiße Farbe der Küchengeräte und der Waschgeräte, erhielten die Elektrogeräte im Laufe der Zeit die Bezeichnung weiße Ware. Aus diesem Grund wird der Begriff heutzutage auch als Gattungsmarke verwendet (etu, s.a.).

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Überblick der ökologischen Amortisationszeit (eigene Darstellung)
Tabelle 2	Belastbarkeit der untersuchten Studien (eigene Darstellung)
Tabelle 3	Spezifikation der betrachteten Kühlgeräte (Rüdenauer und Gensch, 2007)
Tabelle 4	Kühlschrank Nutzungskosten (eigene Darstellung)
Tabelle 5	Kühlschrank Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 6	Kühl- und Gefrierkombi Nutzungskosten (eigene Darstellung)
Tabelle 7	Kühl- und Gefrierkombi Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 8	Gefriertruhe Nutzungskosten (eigene Darstellung
Tabelle 9	Gefriertruhe Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 10	Preisspanne Elektrokochfelder und elektrische Herde (Motschall et al., 2013)
Tabelle 11	Backofen Nutzungskosten (eigene Darstellung)
Tabelle 12	Backofen Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 13	Endenergieverbrauch pro Jahr verschiedener elektrischer Kochstellen (Motschall und Bleher, 2010)
Tabelle 14	Energieeffizienzklassen für Elektrobacköfen (Motschall et al., 2013)
Tabelle 15	Ökologische Betrachtung von elektrischen Kochfeldern (nach Motschall et al., 2013)
Tabelle 16	Ökologische Betrachtung von Backöfen (nach Motschall und Bleher, 2010)
Tabelle 17	Waschmaschine Nutzungskosten (eigene Darstellung)
Tabelle 18	Waschmaschine Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 19	Ergebnisse der Ökobilanz Waschmaschine (nach Gensch und Blepp, 2015)
Tabelle 20	Ökologisch beste Option – reparieren oder austauschen (WRAP, 2010)
Tabelle 21	Wäschetrockner Nutzungskosten (eigene Darstellung)
Tabelle 22	Wäschetrockner Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 23	Verbrauch (kWh) verschiedener Wäschetrockner (Gensch und Blepp, 2015)
Tabelle 24	Ergebnisse der Ökobilanz Wäschetrockner (nach Gensch und Blepp, 2015)
Tabelle 25	Durchschnittsverbrauch an Strom und Wasser pro Jahr (Gensch und Blepp, 2015).
Tabelle 26	Grenzwerte für den Energieverbrauch der Energieeffizienzklassen von Geschirrspülmaschinen (EU-VO 1 059/2010)
Tabelle 27	Preisübersicht effizienter EcoTopTen-Geschirrspülmaschinen und weniger effizienter Vergleichsprodukten (Gensch und Blepp, 2015)
Tabelle 28	Geschirrspülmaschine Nutzungskosten (eigene Darstellung)
Tabelle 29	Geschirrspülmaschine Gesamtkosten (eigene Darstellung)
Tabelle 30	Ökologische Betrachtung von Geschirrspülmaschinen der Klasse A und A+++ (nach Gensch et al., 2013)
Tabelle 31	Kostenvergleich LED und Halogenlampe (eigene Darstellung)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Kühlgeräte – reparieren oder ersetzen? (Energieschweiz, 2012)
Abbildung 2	Gefriergeräte – reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)
Abbildung 3	Backofen – reparieren oder ersetzen? (Energieschweiz, 2012)
Abbildung 4	Materialanalyse Waschmaschine (Gensch und Blepp, 2015)
Abbildung 5	Waschmaschine – reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)
Abbildung 6	Materialanalyse Wäschetrockner (Gensch und Blepp, 2015)
Abbildung 7	Wäschetrockner – reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)
Abbildung 8	Materialanalyse Spülmaschine (Gensch und Blepp, 2015)
Abbildung 9	Geschirrspülmaschine – reparieren oder ersetzten? (Energieschweiz, 2012)
Abbildung 10	Stromverbrauch und Stromkosten von Heizungspumpen im Vergleich (co2online, 2016)
Abbildung 11	Vergleich Halogen-, Spar- und LED-Lampe (nach Umweltinstitut München e.V., 2013)
Abbildung 12	Lichtausbeute der Lampen im Vergleich (Stiftung Warentest, 2015)
Abbildung 13	Umweltbelastungen der LED, KLL, HGL um Vergleich (Stiftung Warentest, 2015)

Literaturverzeichnis

AEG (2008). EU-Datenblatt Öfen. AEG Electrolux Hausgeräte Vertriebs GmbH.

Ardente, F. und Mathieux, F. (2014). Environmental assessment of the durability of energy-using products: method and application. Elsevier: Journal of Cleaner Producion.

Barthel, C. Dr.; Wohlauf, G. (2010). Energy Plus Pumps. Energieeffiziente Umwälzpumpe für Heizungsanlagen. Wuppertal: Wuppertal Institut.

Bendt, P. (2010). Are we missing energy savings in clothes dryers?. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Builidings.

Benke, G. Dr.; Unterpertinger, F. Dr. (2015). Technologieleitfaden Umwälzpumpen. Wien: Austrian Energy Agency.

BMLFUW (2014). Elektroaltgeäteverordnung [online]. URL: https://www.bmlfuw.gv.at/greentec/abfall-ressourcen/abfall-altlastenrecht/awg-verordnungen/eagvo.html [abgefragt am 22.08.2016].

Boehm, P. Dr. (2011). Supereffiziente Hausgeräte: Breite Vermarktung statt Premiumstrategie. Berlin: BSH bosch und Siemens Hausgeräte GmbH.

Bole, R. (2006). Life-Cycle Optimization of Residential Clothes Washer Replacement. University of Michigan: Center for Sustainable Systems. Report No. CSS06-03.

Dettli, R.; Preiss, P.; Grütter, M.; Zellweger, H.; Althaus, H.-J. (2014). Optimierung der Lebens- und Nutzungsdauer von Produkten. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Schweiz: econcept AG.

Dünnhoff, E.; Obermeyer, H.; Palm, A. (2015). Heizungspumpen in privat genutzten Wohngebäuden. Mainz: Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz.

Eisenriegler, S. (2009). Reparatur und Wiederverwendung versus „Timely Replacement“ von Haushaltsgroßgeräten. Im Auftrag des BMLFUW.

Energieleben (2014). LED und Energiesparlampen bei Ökobilanz gleichauf [online]. URL: http://www.energieleben.at/led-und-energiesparlampen-bei-okobilanz-gleichauf/ [abgefragt am 22.08.2016].

Energieschweiz (2012). Reparatur oder Neukauf [online]. URL: http://www.energieschweiz.ch/wohnen/haushaltsgeraete/geschirrspueler.aspx [abgefragt am 24.08.2016]

ETH Zürich (2011). Washing Machine - ETH sustainability summer school 2011.

Etu (s.a.). Weißware. Elektro Technik Unger GmbH. URL: http://www.etu.co.at/portfolio/elektrotechnik/weissware/ [abgefragt am 22.08.2016].

EUR-Lex (2009). Verordnung (EG) Nr. 641/2009. URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32009R0641 [abgefragt am 31.08.2016].

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.

FH-ISI et al. (2000). Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FHISI); 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.

FH-ISI et al. (2004). Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung; 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.

Frank, S. (2007). Haushalts-Tipp: „Kochen mit Induktion“ in Kaffee oder Tee“, SWR 24.05.07

Fulvio, A.; Talens Peiró, L. (2015). Environmental Footprint and Material Efficiency Support for Product Policy. European Commission: JRC Science and Policy Report.

Gensch, C.; Blepp, M. (2015). Betrachtungen zu Produktlebensdauer und Ersatzstrategien von Miele-Haushaltsgeräten. Freiburg: Öko-Institut e.V.

Gensch, C.; Stratmann, B.; Quack, D.Dr. (2013). PROSA Geschirrspülmaschinen für den Hausgebrauch. Freiburg: Öko-Institut e.V.

GfK (2008). Marketing Services GmbH und Hausgeräte-Fachverbände im Zentralverband Elektrotechnik und Elektroindustrie e.V. (Hrsg.): Zahlenspiegel des deutschen Elektro-Hausgerätemarktes 2008. URL: http://www.zvei.org/index.php?id=613&no_cache=1&tx_ZVEIpubFachverbaende_pi1[download]=679&type=98 [abgefragt am am 16.08.2016].

Gloor, R. (2013). Umwälzpumpen [online]. URL: http://www.energie.ch/umwaelzpumpe [abgefragt am 29.08.2016].

Hakenes, J. (2014). Kühlschrank austauschen? Der alte tut doch noch [online]. URL: http://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/stromfresser-kuehlschrank/kuehlschrank-austauschen-entsorgen/ [abgefragt am 09.08.2016].

HEA (2002). Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. (Hrsg.): Grundlagen Haushaltstechnik: Elektroherde, Publikation der Initiative Hausgeräte+.

HEA (2008). Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. (Hrsg.): Herde & Kochfelder. Checkliste für Ihre Kaufentscheidung. Berlin: Publikation der Initiative Hausgeräte+.

HEA (2009). Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung e.V. URL: http://www.hausgeraete-plus.de/kochen-backenbraten/kochfelder/energieverbrauch.php [abgefragt am 16.08.2016).

Heimann, S. (2013). Förderung effizienter Heizungspumpen [online]. URL: http://www.meine-heizung.de/rund-um-die-heizung/umwaelzpumpe/umwaelzpumpe-foerderung-fuer-austausch/ [abgefragt am 29.08.2016].

Horowitz, N. (2011). Residential Clothes Dryers: A Closer Look at Energy Efficiency Test Procedures and Savings Opportunities. Colorado: Natural Resources Defense Council.

Yuhta, A. H. (2004). Life Cycle Optimization of Household Refrigerator-Freezer Replacement. University of Michigan: Center of Sustainable Systems. Report No. CSS04-13.

Kasanen, P. (2000). Efficient domestic ovens. Final Report. Save II Project. Helsinki.

Meyer, F. Dr. (2013). Stromsparende Pumpen für Heizungen und Solaranlagen. Karlsruhe: BINE Informationsdienst.

Mottschall, M.; Bleher, D. (2010). PROSA Elektrische Backöfen. Entwicklung der Vergabekriterien für ein klimaschutzbezogenes Umweltzeichen. Studie im Rahmen des Projekts „Top 100 – Umweltzeichen für klimarelevante Produkte“. Freiburg: Öko-Institut e.V.

Mottschall, M.; Daniel, B.; Quack, D. Dr. (2013). PROSA - Elektroherde und elektrische Kochstellen. Freiburg: Öko-Institut e.V.

N.n. (2015). Kühlschrank Ratgeber – Tipps zu Anschaffung und Stromverbrauch [online]. URL: http://www.strompreis-vergleich.de/index.php/2015/06/11/kuhlschrank-ratgeber/ [abgefragt am 09.08.2016].

Paschotta, R. (2015). Graue Energie [online]. URL: https://www.energie-lexikon.info/graue_energie.html [abgefragt am 22.08.2016].

PE international (2011). Ökobilanzierte Umweltindikatoren im Bauwesen. Version 2.

Prakash, S.; Dehoust, G.; Gsell, M.; Schleicher, T. (2016). Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf iher Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen "Obsoleszenz". Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

prosa (s.a.). Fallbeispiel Ökobilanz Wäschetrocknungssysteme [online]. URL: http://www.prosa.org/index.php?id=190 [abgefragt am 23.08.2016].

Quack, D. (2008). Szenarien Nachhaltiger Konsum 2020 - Teilbericht. Freiburg: Öko-Institut e.V.

REMODECE (2008). Residential monitoring to decrease energy use and carbon emissions in Europe. ISR University of Coimbra.

Rüdenauer, I. (2006) Kühl- und Gefriergeräte als EcoTopTen-Produkte. Freiburg: Öko-Institut e.V.

Rüdenauer, I. und Gensch, C. (2005). Integrated Environmental and Economic Assessment of Products and Processes. Freiburg: Öko-Institut e.V.

Rüdenauer, I. und Gensch, C. (2007). Environmental and economic evaluation of the accelerated replacement of domestic appliances. Case study refrigerators and freezers - final report. Freiburg: Öko-Institut Freiburg.

Steiner, R.; Emmenegger, M. F.; Frischknecht, R. (2005). Ökobilanz Kombi-Kühlschrank Electrolux ERB3105. Uster: S.A.F.E. Schweizerische Agentur für Energieeffizienz, Bundesamt für Energie (BFE).

Steiner, R.; Emmenegger, M.F.; Jungbluth, N.; Frischknecht, R. (s.a.). TIMELY REPLACEMENT OF WHITE GOODS – INVESTIGATION OF MODERN APPLIANCES IN A LCA. Uster: ESU-Services.

StiWa (2004). Klassisch oder Hightech? Systemvergleich Kochfelder. Stiftung Warentest. In: test, Heft 8/2004, S. 69-70

Stiftung Warentest (2015). Ökobilanz von Lampen: LEDs - viel Licht pro Watt [online]. URL: https://www.test.de/Oekobilanz-von-Lampen-LEDs-viel-Licht-pro-Watt-4817139-0/ [abgefragt am 22.08.2016].

Umweltbundesamt (2015). Energieverbrauchskennzeichnung [online]. URL: https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energieverbrauchskennzeichnung [abgefragt am 2.9.2016].

Umweltinstitut München e.V. (2013). LED - die moderne Energiesparlampe [onlien]. URL: http://www.umweltinstitut.org/fragen-und-antworten/energie-klima/led.html [abgefragt am 22.8.2016].

U.S. Department of Energy (2013). Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products. U.S. Department of Energy: Energy Efficiency & Renewable Energy.

van Dyk, L. (2015). Practical Guidelines on how to save energy at home [online]. URL: http://www.nwu.ac.za/faculty-engineering-energy-saving-home-refrigerators [abgefragt am 09.08.2016].

VKW (2015). Stromkennzeichnung [online]. URL: https://www.vkw.at/stromkennzeichnung-vkw-privat.htm [abgefragt am 29.08.2016].

VKW (s.a.). VKW Umwälzpumpentausch-Aktion [online]. URL: www.VKW_Folder_UmwaelzpumpentauschAktion2015_web%20(1).pdf [abgefragt am 29.08.2016].

vzbz (2008). Elektro-/Gasherde, Kochgeschirr. Deutschland: Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.

WRAP (2010). Environmental life cycle assessment (LCA) study of replacement and refurbishment options for domestic washing machines. Oxon: Waste & Resource Action Programme.

ZVEI (2012). Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. – ZVEI. Energieeffizienz bei Hausgeräten – welche Potenziale gibt es noch? [online]. URL: www.zvei.org [abgefragt am 24.08.2016].