

**Ausgewählte Studien zur CO₂-Intensität
von langlebigen Produkten im Vergleich zu
kurzlebigen Produkten über den gesamten
Lebenszyklus**

Sascha Lehmann, Vicki Duscha

Karlsruhe, 15.07.2020

Inhalt

1	Ausgewählte Studien zur CO₂-Intensität von langlebigen Produkten im Vergleich zu kurzlebigen Produkten über den gesamten Lebenszyklus	3
2	Handlungsempfehlungen	12
3	Literaturverzeichnis.....	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Auf Farbbeschichtung normierte THG-Emissionsverhältnisse der drei betrachteten Verfahren..... 10

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick über die aufgeführten Studien 8

Abkürzungsverzeichnis

CO₂	Kohlenstoffdioxid
ErP	Europäische Ökodesign-Richtlinie
EU ETS	EU-Emissionshandelssystem
MW	Megawatt
nEHS	Nationales Emissionshandelssystem

1 **Ausgewählte Studien zur CO₂-Intensität von langlebigen Produkten im Vergleich zu kurzlebigen Produkten über den gesamten Lebenszyklus**

Die Bepreisung von Treibhausgasemissionen stellt ein Instrument der Klimapolitik dar, durch das Emissionen kosteneffizient reduziert werden können, da die Bepreisung treibhausgasintensive Produkte stärker verteuert und somit für den Käufer unattraktiver macht. Diese Wirkung kann in Fällen, in denen zwei vergleichbare Produkte, die sich nur anhand der Langlebigkeit und anhand der in der Herstellung eingesetzten Energie unterscheiden, die Kaufentscheidung hin zum kurzlebigeren Produkt beeinflussen. So werden für ein sehr langlebiges Produkt, das eine hohe Treibhausgasintensität in der Herstellung aufweist höhere CO₂-Preise fällig als für ein in Bezug auf den Einsatzzweck äquivalentes, jedoch kurzlebigeres Produkt, das weniger Energie in der Herstellung benötigt. Dadurch können ggf. ohnehin schon auftretende Preisunterschiede, die eine Kaufentscheidung für das kurzlebigere Produkt begünstigen, zusätzlich verstärkt werden. Dies wiederum kann aus Gesamtsystem- und klimapolitischer Sicht unerwünscht sein, wenn die Nutzung des langlebigeren Produkts über den gesamten Lebenszyklus mit geringeren Treibhausgasemissionen verbunden ist. Dies liegt daran, dass in der Lebenszeit des langlebigen Produktes mehrere kurzlebige Produkte zum Einsatz kommen müssen. In einem perfekten Markt würde ein solcher CO₂-Preis die Kaufanreize nicht verzerren, da der Käufer zwar den größeren Preisunterschied wahrnimmt, aber sich bewusst ist, dass er das langlebige Produkt seltener ersetzen muss als das kurzlebige Produkt. Jedoch können die Anwendung von Amortisationszeiten anstelle von Lebensdauern, Unsicherheit und unvollständige Informationen über die zu erwartende Lebensdauer der Produkte, Unsicherheit über die Geschwindigkeit der technischen Entwicklung oder auch Liquiditätsbeschränkungen dazu führen, dass der Käufer nicht die ökonomischste Kaufentscheidung trifft oder treffen kann. In diesem Falle kann ein CO₂-Preis den Kaufanreiz für das günstigere und kurzlebigere Produkt verstärken, was allerdings weder aus Sicht des Käufers, noch aus Gesamtsystemsicht erwünscht wäre.

Lebenszyklusanalysen setzen sich mit genau solchen Fragestellungen auseinander. Dabei werden Treibhausgasemissionen, aber auch andere Umweltauswirkungen über den gesamten Produktionsprozess sowie die Lebensdauer eines Produktes untersucht. Die verfügbaren Lebenszyklusanalysen befassen sich schwerpunktmäßig mit Endprodukten für Privatkunden, insbesondere elektronische Endgeräte. Analysen zu energieintensiven Industrieprodukten liegen dagegen bisher in der wissenschaftlichen Literatur nicht vor, wobei gerade für diese aufgrund der hohen Energiekostenanteile der Einfluss eines CO₂-Preises auf den Endpreis des Produktes deutlich größer sein dürfte als bei elektronischen Endprodukten für Privatanwender.

Lebenszyklusanalysen von elektronischen Endgeräten

Die Mehrheit der Studien über die Treibhausgasemissionen von elektronischen Endgeräten kommt zu dem Ergebnis, dass langlebigere Produkte in den meisten Fällen über den Lebenszyklus geringere Treibhausgasemissionen verursachen als kurzlebige Produkte. So findet beispielsweise das Öko-Institut (2012), dass in der Herstellungsphase eines Notebooks etwa 56 % des Energieverbrauchs des gesamten Lebenszyklus des Notebooks anfallen. Die Anschaffung eines neuen Notebooks, das etwa 10 % energieeffizienter wäre würde sich mit Blick auf die Treibhausgase in der Studie erst nach etwa 33 bis 88 Jahren amortisieren. Selbst eine Verbesserung der Energieeffizienz um 70 % würde eine Nutzungsdauer von 13 Jahren voraussetzen damit die in der Produktion angefallenen Treibhausgasemissionen amortisiert würden. Da die Europäische Ökodesign-Richtlinie (ErP)¹ sich bisher fast ausschließlich mit der Nutzungsphase von Geräten befasst hat, empfehlen die Autoren, dass künftig der gesamte Lebenszyklus von Produkten mit in Betracht gezogen werden sollte. In einer späteren Studie des Öko-Institut (2016) kommen die Autoren in ihrer Analyse von Waschmaschinen, TV-Geräten und Notebooks zu dem Schluss, dass in den meisten Fällen die langlebigeren Varianten aus ökologischen Gesichtspunkten besser abschneiden als die kurzlebigeren Alternativen. Im Falle von Waschmaschinen wird von einer Lebensdauer von etwa 20 Jahren beim langlebigen Produkt, 10 Jahren bei einem mittleren Produkt und etwa 5 Jahren bei einem einfachen günstigen Produkt ausgegangen. Dabei sind die kumulierten Treibhausgasemissionen über 20 Jahre bei der Nutzung der günstigsten Variante etwa 40 % höher als bei der Nutzung der langlebigsten Variante, obwohl Energieeffizienzsteigerungen bei der Anschaffung von Neugeräten der günstigen Alternative und eine höhere Energieintensität bei der Herstellung der hochwertigen Maschine mit eingerechnet wurden. Ausschlaggebend für das Ergebnis sind die im Verhältnis hohen Treibhausgasemissionen des Herstellungsprozesses im Vergleich zur Nutzungsphase. Insgesamt müssen bei der Wahl der günstigeren Alternative innerhalb von 20 Jahren vier Geräte hergestellt werden, wohingegen im gleichen Zeitraum nur eine langlebige Maschine hergestellt werden muss.

Aufschlussreich ist ein Blick in die detaillierte Treibhausgasemissionsberechnung der Studie. So fallen für die Produktion und Auslieferung der langlebigen Waschmaschine etwa 691 kg CO₂e an und für Herstellung und Auslieferung einer kurzlebigen Maschine etwa 449 kg CO₂e, also 242 kg CO₂e weniger. Ein CO₂-Preis von 30 € würde demnach

¹ Die ErP legt die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung „energieverbrauchsrelevanter Produkte“ im Binnenmarkt der Europäischen Union fest. https://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/ecodesign_en

zu einem Preisaufschlag für die langlebige Maschine von 20,73 € führen und für die kurzlebige Maschine von 13,47 €. Es ist nicht davon auszugehen, dass die Differenz von 7,26 € die Kaufentscheidung des Kunden maßgeblich beeinflussen würde. Da die Preisdifferenz der günstigen zu der teuren Waschmaschine in der Studie bereits 650 € beträgt, schlagen weitere 7,26 € Preisdifferenz für den Käufer kaum ins Gewicht. Daher kann mit großer Wahrscheinlichkeit eine negative Auswirkung eines CO₂-Preises, in dem Sinne, dass das aus ökologischen Gesichtspunkten nachteilige Produkt stärker bevorzugt würde, hier weitgehend ausgeschlossen werden.

Auch bei der Analyse der TV-Geräte kommt die Studie zu dem Schluss, dass die langlebigere Variante aus Sicht der anfallenden Treibhausgasemissionen zu bevorzugen wäre. In diesem Falle würden etwa 25 % der Emissionen bei der langlebigen Variante eingespart und die Preisdifferenz von langlebigem und kurzlebigen Produkt durch einen CO₂-Preis von 30 € um etwa 6 € zugunsten des kurzlebigeren Produktes erhöht werden. Bei einer ohne CO₂-Preis bestehenden Preisdifferenz von 250 €, würde auch in diesem Falle der zusätzliche Aufschlag kaum ins Gewicht fallen. Für Notebooks kommt die Studie zu etwa 36 % weniger THG-Emissionen bei der Nutzung von langlebigeren Produkten und einer zusätzlichen Preisdifferenz von etwa 2 € zugunsten des kurzlebigeren Produktes. Auch für Notebooks wird eine Preisdifferenz von 250 € zwischen dem kurzlebigen und dem langlebigen Produkt angenommen, was bedeutet, dass auch in diesem Falle die 2 € zusätzliche Differenz kaum die Kaufentscheidung beeinflussen würde. Pereira et al. (2018) bestätigen diese Untersuchungen.

In einer weiteren Studie des Öko-Institut (2005) werden Waschmaschinen in Bezug auf die ideale ökologische und ökonomische Lebensdauer verglichen. Wenngleich dies nicht der primäre Fokus der Studie ist, lässt sich aus den Ergebnissen dennoch ableiten, dass aus ökologischen Gesichtspunkten ein Ersatz der Waschmaschine nach 15 Jahren vorteilhaft sein kann, wenn die neue Maschine eine höhere Energieeffizienz aufweist. Auch Ardente und Mathieux (2014) kommen zu dem Schluss, dass langlebige Waschmaschinen aus ökologischen Gesichtspunkten vorteilhaft sind. Sie identifizieren zudem anhand einer selbstentwickelten Methodik, dass die Verlängerung der Lebensdauer, die Auswirkungen der Reparatur auf Treibhausgase und Lebensdauer sowie die Effizienz des Ersatzprodukts die größten Einflussfaktoren bei der Gegenüberstellung von langlebigen und kurzlebigen Produkten sind. Auch eine Untersuchung des Öko-Institut in 2015 (Öko-Institut 2015) zu einer Reihe von Haushaltsgeräten von Miele kommt zu dem Ergebnis, dass der vorzeitige Ersatz von Geräten aus ökologischen Gesichtspunkten in den wenigsten Fällen sinnvoll ist. Die untersuchten Produkte sind in diesem Falle Waschmaschinen, Wäschetrockner, Geschirrspülmaschinen und Kühl-Gefrier-Kombinationen. Für Waschmaschinen und Geschirrspüler ist ein vorzeitiger Ersatz nicht sinnvoll, da die Amortisation aus

ökologischer Sicht mehr als 5 Jahre² beträgt. Für Wäschetrockner und Kühl-Gefrier-Kombinationen sind die Ergebnisse je nach Gerät unterschiedlich und liegen in einem Bereich von 3-23 Jahren bzw. 3-8 Jahren. Iraldo et al. (2017) kommen in ihrer Studie zu dem Schluss, dass langlebige Produkte nur dann von Vorteil sind, wenn in der Nutzungsphase im Vergleich zur Produktion und Distribution wenig oder gar keine Energie verbraucht wird. Bei Kühl-Gefrier-Kombinationen kann in der Studie beispielsweise bereits eine Effizienzsteigerung von < 10% eine signifikante Reduzierung der Umweltauswirkung über den Lebenszyklus entfalten. Sie widersprechen damit nicht den vorangegangenen Studien, sondern zeigen, dass das Verhältnis von Energieverbrauch von Produktions- und Nutzungsphase einen großen Einfluss bei der Bewertung der Umweltauswirkungen von lang- und kurzlebigen Produkten hat.

Die große Mehrzahl an Lebenszyklusstudien zu elektronischen Geräten kommt zu dem Schluss, dass das langlebige Produkt im Vergleich zum kurzlebigen Produkt aus ökologischer Sicht vorteilhaft ist. Lediglich für Geräte, bei denen der Energieverbrauch in der Nutzungsphase deutlich höher ist als der Energieverbrauch in der Produktion und Distribution, gilt, dass die Energieeffizienzsteigerungen, die häufig neue Geräte realisieren können, zu weniger Energieverbrauch über den Lebenszyklus von kurzlebigeren Produkten führen als von langlebigeren Produkten.

Lebenszyklusanalysen zu Bau- und Einrichtungsmaterialien

Neben den Studien zu elektronischen Haushaltsgeräten existiert auch eine Reihe an Studien zu Bau- und Einrichtungsmaterialien, wobei bei diesen der Fokus in der Regel nicht auf Treibhausgasemissionen oder der Langlebigkeit, sondern vielmehr auf den generellen Umweltauswirkungen verschiedener Materialien liegt. So untersuchen Zabalza Bribián et al. (2011) die Treibhausgasemissionen verschiedener Baumaterialien wie Stahl, Aluminium, PVC, Beton und Zement pro Kilogramm, Jönsson et al. (1997) analysieren die Umweltauswirkungen von Bodenbelägen und Carlisle und Friedlander (2016) analysieren die Umweltauswirkungen verschiedener Materialien für Fensterrahmen. In allen drei Studien kann keine Aussage zu Vor- und Nachteilen von langlebigen Produkten in Bezug auf das Klima getroffen werden. Richter et al. (2019) analysieren die Umweltauswirkungen von LED-Leuchtmittel. Sie kommen zu dem Schluss, dass verschiedene Einflussfaktoren unterschiedlich auf die Vor- und Nachteile von langlebigen Produkten wirken. So erhöhen kurzlebigere Produkte den Bedarf an Rohmaterialien, beschleunigen aber auch den Ersatz zu energieeffizienteren Produkten

² 5 Jahre gelten in der Literatur als gängige Zielgröße für die Amortisation der ökologischen Auswirkungen. D.h. die in der Nutzung durch Energieeffizienzsteigerung eingesparte Energie sollte nach spätestens 5 Jahren die zusätzliche Energie aus der Produktion überschritten haben, damit sich ein Ersatz eines funktionierenden Altgerätes lohnt.

und umgekehrt. Der zugrunde gelegte Strommix, also die CO₂-Intensität des durch die LED-Leuchtmittel im Lebenszyklus verbrauchten Stroms ist dabei von entscheidender Bedeutung. CO₂-intensiver Strom führt dazu, dass kurzlebige Leuchtmittel aus ökologischer Perspektive zu bevorzugen wären, da energieeffizientere Produkte die Treibhausgasemissionen aus der Produktion über den Lebenszyklus frühzeitig ausgleichen und somit die negativen Auswirkungen der Produktion neuer Leuchtmittel überkompensiert werden. In einem Szenario in dem der Strom zu einem großen Teil aus erneuerbaren Energien gewonnen wird, ist dagegen ein langlebiges Leuchtmittel zu bevorzugen, da durch den Gebrauch dieser Leuchtmittel kaum negative Umweltauswirkungen entstehen und die Effizienzsteigerungen neuer Leuchtmittel zu nur geringen Verbesserungen der Umweltauswirkungen in der Nutzungsphase führen. In diesem Szenario schaffen es energieeffizientere neue Leuchtmittel nicht die negativen Umweltauswirkungen aus der Produktion zu kompensieren. Ein Strommix mit geringer CO₂-Intensität führt damit zu einem Vorteil für langlebige Produkte.

Die Studie von Richter et al. (2019) zeigt, dass neben dem Verhältnis zwischen Energieverbrauch in der Produktion und Energieverbrauch in der Nutzungsphase, auch der Energieträger bzw. die Zusammensetzung des eingesetzten Stroms von entscheidender Bedeutung bei der Treibhausgasbewertung von kurz- und langlebigen Produkten sind. Unter der Annahme, dass Strom künftig immer weniger aus fossilen Energieträgern gewonnen wird und Strom hauptsächlich in der Nutzungsphase von Produkten eingesetzt wird, wohingegen in der Produktion und Distribution auch andere schwieriger durch umweltfreundlichere Alternativen zu ersetzende Energieträger wie Erdgas und Mineralöl zum Einsatz kommen, wird künftig der ökologische Vorteil der langlebigen Produkte noch verstärkt werden bzw. wird auch für Produkte, die viel Strom in der Nutzungsphase verbrauchen und für die bisher die kurzlebigeren Varianten aus Treibhausgasperspektive vorteilhaft waren, die langlebige Variante von Vorteil sein.

Der kompakte Literaturüberblick zeigt auch, dass der Einfluss eines CO₂-Preises auf den Endpreis eines Produktes zumindest bei den in den Studien analysierten Geräten sehr gering und in den meisten Fällen weniger als 5 % Preisaufschlag bedeutet, wodurch die Kaufentscheidungen zwischen langlebigem und kurzlebigen Produkt durch einen CO₂-Preis kaum beeinflusst sein dürften.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die in der Produktion und Distribution entstehenden Mengen an Treibhausgasen für die in den Studien analysierten Produkte. Unterschiede für die gleichen Produkte sind insbesondere auf unterschiedliche Studiendesigns, aber auch auf unterschiedliche Annahmen zum Strommix zurückzuführen. Wenn möglich wurde in der Spalte zu den Treibhausgasemissionen der Produktion immer ein unterer Wert für die kurzlebige und ein oberer Wert für die langlebige Variante dargestellt. Die

Spalte zu den CO₂-Kosten, zeigt dann den durch einen CO₂-Preis von 30 € hinzukommenden Preisaufschlag für diese Produkte.

Tabelle 1: Überblick über die aufgeführten Studien

Autor	Untersuchte(s) Produkt(e)	THG-Emissionen Produktion (+ Distribution) [kg CO₂e]	CO₂-Kosten bei 30€ /tCO₂
Öko-Institut (2016)	Waschmaschine	449 - 691	13,47 - 20,73
	TV	958 - 1060	28,74 - 31,80
	Notebook	412 - 489	12,36 - 14,67
Öko-Institut (2012)	Notebook	91 - 243	2,73 - 7,29
Pereira et al. (2018)	Notebooks	450	13,5
Öko-Institut (2005)	Waschmaschinen	314	9,42
Öko-Institut (2015)	Waschmaschinen	35	1,05
	Wäschetrockner	30,3	0,909
	Spülmaschine	16	0,48
	K-G-Kombination	30	0,9
Iraldo et al. (2017)	Kühl-Gefrier- Kombination Backofen	-	-
Ardente und Mathieux (2014)	Waschmaschinen	200 - 310	6 - 9,3
Zabalza Bribián et al. (2011)	gängige Baumaterialien	-	-
Jönsson et al. (1997)	Bodenbeläge	-	-
Richter et al. (2019)	LED Leuchtmittel	137 - 168*	4,11 - 5,04*
Carlisle und Friedlander (2016)	Fensterrahmen	-	-

* Gesamter Lebenszyklus

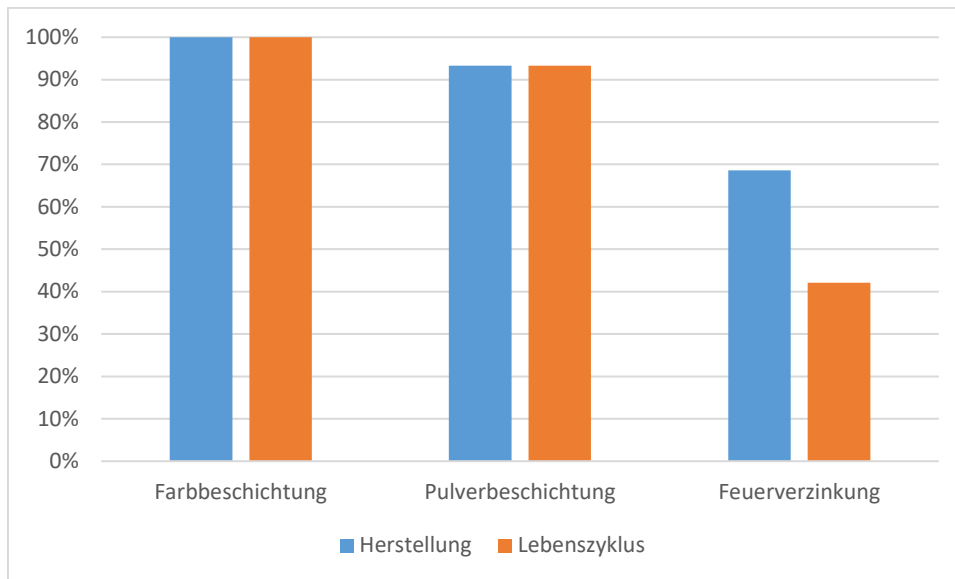
Quelle: Eigene Kalkulation basierend auf den jeweiligen Studienergebnissen

Beispiel für die Industrie:

Zwar ist die wissenschaftliche Literatur zu langlebigen und kurzlebigen energieintensiven Industrieprodukten recht dünn, jedoch lassen sich basierend auf industrieinternen Studien oder den in öffentlich zugänglichen Datenbanken wie der ecoinvent Datenbank (Wernet et al. 2016) hinterlegten Energieeinsätzen in der Produktion, Aussagen über den Einfluss eines CO₂-Preises auf die Produktionskosten und inwiefern ein CO₂-Preis Anreize zum Kauf von bestimmten Produkten fördert, treffen. Im Folgenden wird ein Fallbeispiel aus der Industrie vorgestellt.

Als Korrosionsschutz für Stahl bieten sich in der Industrie verschiedene Verfahren an, die je nach Anforderungen auch kombiniert, aber auch eigenständig als Korrosionsschutz eingesetzt werden können. Im Folgenden werden die Verfahren Feuerverzinkung, Pulverbeschichtung und Farbbeschichtung in Bezug auf die Langlebigkeit und die verursachten Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus verglichen. Dies drei Verfahren können auch miteinander kombiniert werden, so kann die Feuerverzinkung als Grundierung für die Pulver- oder Farbbeschichtung dienen. In diesem Beispiel werden die drei Verfahren allerdings getrennt betrachtet. Da sich die zugrunde gelegten Zahlen auf verschiedene Maßeinheiten wie Tonnen oder Quadratmeter beziehen, werden im Folgenden zur besseren Vergleichbarkeit nur prozentuale Werte dargestellt. Abbildung 1 zeigt die Verhältnisse der bei der Herstellung oder den gesamten Lebenszyklus entstehenden Treibhausgase normiert auf die THG-intensivste Form das Farbbeschichten. Die Abbildung zeigt, dass die Pulverbeschichtung zu nur leicht geringeren Emissionen als die Farbbeschichtung führt. Die Feuerverzinkung führt dagegen in der Produktion zu lediglich knapp 70 % an Emissionen und über den Lebenszyklus nur zu gut 40 % der Emissionen der Farbbeschichtung. Dass die Feuerverzinkung über den Lebenszyklus nochmal deutlich weniger Treibhausgasemissionen verursacht als die anderen beiden Verfahren, liegt an der längeren Haltbarkeit, sowie dem geringeren Wartungsaufwand. So müssen bei den Beschichtungsverfahren alle 15 bis 20 Jahre die Anstriche erneuert werden. Damit ist das in der Herstellung bereits klimafreundlichste Verfahren auch über den Lebenszyklus das zu bevorzugende.

Abbildung 1: Auf Farbbeschichtung normierte THG-Emissionsverhältnisse der drei betrachteten Verfahren



Quelle: Eigene Kalkulation basierend auf Wernet et al. (2016) und Europäische Initiative Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen (2008).

Setzt man die Analyseergebnisse in Bezug zu einem CO₂-Preis, so wird deutlich, dass dieser das in der Herstellung weniger treibhausgasintensive Verfahren der Feuerverzinkung weniger stark belastet als die alternativen Verfahren Farb- und Pulverbeschichtung. Basierend auf Daten von Wernet et al. (2016) und Europäische Initiative Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen (2008), führt ein CO₂-Preis von 30 € je Tonne zu etwa 4,24 Cent zusätzlichen Produktionskosten pro Quadratmeter Feuerverzinkung, zu etwa 5,77 Cent pro Quadratmeter Pulverbeschichtung und zu etwa 6,18 Cent pro Quadratmeter Farbbeschichtung. Damit ist die zusätzliche Belastung für die Feuerverzinkung geringfügig niedriger als für die beiden alternativen Herstellungsverfahren. Ein CO₂-Preis würde daher in diesem Beispiel dem Käufer keinen Anreiz schaffen, die über den Lebenszyklus treibhausgasintensiveren Verfahren zu wählen, sondern würde das aus Treibhausgasperspektive günstigste Verfahren auch am wenigsten stark belasten. Inwieweit sich ein solcher Preisunterschied in den Endpreisen der jeweiligen Verfahren widerspiegeln würde, wurde hier nicht untersucht.

Fazit

Die genannten Studien und Beispiele beziehen sich auf den aktuellen Status Quo. Grundsätzlich sind die genannten Preisdifferenzen zwischen kurz- und langlebigen Produkten stark vom CO₂-Preis abhängig. D.h. bei höheren CO₂-Preisen könnte auch die Preisdifferenz zwischen langlebigem und kurzlebigen Produkt zunehmen. Gleichzeitig ist jedoch davon auszugehen, dass die CO₂-Intensität der eingesetzten Energieträger, insbesondere im Falle von Strom, künftig abnehmen und die CO₂-

Intensität der Produkte damit sinkt, was wiederum ein Absinken der Preisdifferenz zur Folge hätte. Ob in Zukunft die Preisdifferenz zwischen langlebigem und kurzlebigen Produkt zunimmt oder eher zurückgeht hängt also neben dem CO₂-Preis sowohl von den eingesetzten Energieträgern als auch von deren CO₂-Intensität ab. Zudem ist die Produktion von einigen in den Studien betrachteter Produkte häufig im außereuropäischen Ausland angesiedelt, wie beispielsweise bei Laptops, was den Einfluss eines europäischen oder nationalen CO₂-Preises auf den Endpreis stark begrenzt.

Grundsätzlich ist denkbar, dass bei umkämpften Endkundenmärkten, auf denen der Fokus des Kunden nicht auf Langlebigkeit, sondern auf anderen Eigenschaften liegt, bereits geringere preisliche Verschiebungen zu einer Anpassung des Kaufverhaltens führen. Ob ein CO₂-Preis jedoch in vollem Umfang auf den Endkundenpreis aufgeschlagen wird, hängt von einigen weiteren Faktoren ab, beispielsweise auch von den Margen, die in den Lieferketten der Produkte realisiert werden können. Durch die weite Verbreitung von gebrochenen Preisen kann davon ausgegangen werden, dass die Preise nicht ausschließlich die Produktionskosten widerspiegeln, sondern weitere Einflussfaktoren, wie Marketingüberlegungen darauf wirken, was eine vollständige Weiterleitung des CO₂-Preises an den Endkunden fraglich erscheinen lässt. Unter diesen Umständen würde der in diesem Kapitel errechnete Einfluss eines CO₂-Preises eher geringer ausfallen als hier dargestellt.

Für Investitionsgüter der Industrie, die hier nur illustrativ an Hand eines Beispiels betrachtet wurden, gelten zudem unter Umständen andere Maßstäbe. Hier werden in der Regel Businesspläne ausgearbeitet, die insbesondere auch die Lebensdauer, Kosten über den Lebenszyklus und Kosten bei der Anschaffung betrachten. Ein CO₂-Preis führt in diesem Falle mit geringerer Wahrscheinlichkeit zu einer Benachteiligung des aus Treibhausgassicht zu bevorzugenden Produktes. Zwar beeinflusst ein CO₂-Preis unter Umständen den Kaufpreis des zu bevorzugenden Produktes stärker, jedoch stellt er über den Lebenszyklus gesehen das zu bevorzugende Produkt besser, da das kurzlebige Produkt häufiger gekauft und damit auch die CO₂-Kosten des kurzlebigeren Produkts häufiger getragen werden müssen. Dieser Effekt wird in der Regel in Businessplänen einkalkuliert. Investitionsbeschränkungen und Anforderungen an die Amortisationszeit von Investitionen wiederum können den Kauf des aus Treibhausgassicht zu bevorzugenden Produktes verhindern.

2 Handlungsempfehlungen

Auf die Frage, ob CO₂-Preise Auswirkungen auf die Kaufentscheidung bei industriellen Investitionsgütern haben, hat die vorliegende Untersuchung in erster Linie die fehlende Datenlage offensichtlich gemacht. Anhand des hier untersuchten Beispiels konnte dabei keine Schlechterstellung des langlebigeren Produktes gegenüber dem kurzlebigeren Produkt aufgrund der im Herstellungsprozess anfallenden CO₂-Kosten nachgewiesen werden. Entsprechende Handlungsempfehlungen zielen daher auch in diesem Bereich auf eine Erweiterung der Datenlage allgemein sowie die Information von Mitgliedern ab:

- Erhebung von Daten zum CO₂-Bedarf in der Produktion von industriellen Investitionsgütern.
- Information von Mitgliedern hinsichtlich des Erstellens von Businessplänen bei Investitionsentscheidungen sowie der Bedeutung von Lebensdauern vs. kurzfristigerer Gewinnabsichten.

3 Literaturverzeichnis

Ardente, Fulvio; Mathieux, Fabrice (2014): Environmental assessment of the durability of energy-using products: method and application. In: *Journal of Cleaner Production* 74, S. 62–73. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.03.049.

Carlisle, Stephanie; Friedlander, Elizabeth (2016): The influence of durability and recycling on life cycle impacts of window frame assemblies. In: *Int J Life Cycle Assess* 21 (11), S. 1645–1657. DOI: 10.1007/s11367-016-1093-x.

Europäische Initiative Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen (2008): Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen. Ein Leitfaden. Hg. v. Europäische Initiative Feuerverzinken und nachhaltiges Bauen. Online verfügbar unter https://www.feuverzinken.com/fileadmin/Uploads_Glinde/Broschueren/Leitfaden_Feuerverzinken_und_Nachhaltiges_Bauen_A4.pdf, zuletzt geprüft am 18.06.2020.

Iraldo, Fabio; Facheris, Camilla; Nucci, Benedetta (2017): Is product durability better for environment and for economic efficiency? A comparative assessment applying LCA and LCC to two energy-intensive products. In: *Journal of Cleaner Production* 140, S. 1353–1364. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.10.017.

Jönsson, Å.; Tillman, A-M.; Svensson, T. (1997): Life cycle assessment of flooring materials: Case study. In: *Building and Environment* 32 (3), S. 245–255. DOI: 10.1016/S0360-1323(96)00052-2.

Öko-Institut (2005): Eco-Efficiency Analysis of Washing machines. Life Cycle Assessment and determination of optimal life span. Unter Mitarbeit von Ina Rüdener, Carl-Otto Gensch, Dietlinde Quack. Hg. v. Öko-Institut. Freiburg. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/publikationen/p-details/eco-efficiency-analysis-of-washing-machines>, zuletzt geprüft am 08.06.2020.

Öko-Institut (2012): Timely replacement of a notebook under consideration of environmental aspects., zuletzt geprüft am 02.06.2020.

Öko-Institut (2015): Betrachtungen zu Produktlebensdauer und Ersatzstrategien von Miele-Haushaltsgeräten. Unter Mitarbeit von Markus Blepp Carl-Otto Gensch. Hg. v. Öko-Institut. Freiburg. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Lebensdauer-Ersatzstrategien-Miele-HH-Geraete.pdf>, zuletzt geprüft am 08.06.2020.

Öko-Institut (2016): Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau (UBA

Texte 11). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_11_2016_einfluss_der_nutzungsdauer_von_produkten_obsoleszenz.pdf, zuletzt geprüft am 02.06.2020.

Pereira et al. (2018): Discarded energy and CO₂ emission during the life cycle of laptops in the context of planned obsolescence. Hg. v. Proceeding of the 48th international conference on computers and industrial engineering. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Joao_Ferreira25/publication/329738608_DISCARDED_ENERGY_AND_CO2_EMISSION_DURING_THE_LIFE_CYCLE_OF_LAPTOPS_IN_THE_CONTEXT_OF_PLANNED_OBSOLESCENCE/links/5cbe6a0392851c8d22fea128/DISCARDED-ENERGY-AND-CO2-EMISSION-DURING-THE-LIFE-CYCLE-OF-LAPTOPS-IN-THE-CONTEXT-OF-PLANNED-OBSOLESCENCE.pdf, zuletzt geprüft am 02.06.2020.

Richter, Jessika Luth; Tähkämö, Leena; Dalhammar, Carl (2019): Trade-offs with longer lifetimes? The case of LED lamps considering product development and energy contexts. In: *Journal of Cleaner Production* 226, S. 195–209. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.331.

Wernet, Gregor; Bauer, Christian; Steubing, Bernhard; Reinhard, Jürgen; Moreno-Ruiz, Emilia; Weidema, Bo (2016): The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. In: *Int J Life Cycle Assess* 21 (9), S. 1218–1230. DOI: 10.1007/s11367-016-1087-8.

Zabalza Bribián, Ignacio; Valero Capilla, Antonio; Aranda Usón, Alfonso (2011): Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. In: *Building and Environment* 46 (5), S. 1133–1140. DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.12.002.