

TEXTE

17/2022

Teilbericht

Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs vernetzter Elektro- und Elektronikgeräte – Mögliche Lösungs- und Regulierungsansätze im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie

Kurzexpertise

von:

Ina Rüdener und Jens Gröger
Öko-Institut, Freiburg

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 17/2022

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 37 305 0

FB000704

Teilbericht

Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs vernetzter Elektro- und Elektronikgeräte – Mögliche Lösungs- und Regulierungsansätze im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie

Kurzexpertise

von

Ina Rüdener und Jens Gröger
Öko-Institut, Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Öko-Institut e.V.
Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg

Abschlussdatum:

Juni 2021

Redaktion:

Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Dr. Thomas Ebert

Fachgebiet V 1.4 Energieeffizienz
Andreas Halatsch

Beratungsstelle nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnik (Green-IT)
Marina Köhn

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Februar 2022

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs vernetzter Elektro- und Elektronikgeräte – Mögliche Lösungs- und Regulierungsansätze im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die umweltbezogenen Belastungen infolge einer zunehmenden Vernetzung von Elektro- und Elektronikgeräten in Bezug auf den zusätzlichen Energie- und Ressourcenbedarf zu identifizieren sowie mögliche Lösungs- und Regulierungsansätze abzuleiten, anhand derer die negativen Umwelteffekte wirksam reduziert werden können.

Zu diesem Zweck erfolgt zunächst eine Online-Recherche nach Gerätearten, die sich unter dem Begriff „Internet der Dinge“ subsummieren lassen. Zwischen diesen Geräten werden Gemeinsamkeiten herausgearbeitet, die für eine Definition der betreffenden Produktgruppen geeignet sind.

Anschließend wird untersucht, welche Konsequenzen das Vorhandensein einer Netzwerkschnittstelle hat. Sowohl auf den Herstellungsaufwand und die Produktlebensdauer, auf den Energieverbrauch der Geräte selbst, als auch auf den Energieverbrauch infolge der Datenübertragung in Telekommunikationsnetzwerken und Datenverarbeitung in Rechenzentren.

Ausgehend von diesen Problemlagen werden mögliche Lösungsansätze zur Reduzierung der hiermit einhergehenden negativen Umweltwirkungen entwickelt. Anschließend werden potenzielle Regulierungsansätze im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie und der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung identifiziert.

Die Kurzexpertise schließt ab mit der Auswertung der Diskussion eines durchgeführten Fachgesprächs und der Ableitung von konkreten Empfehlungen für Regulierungsansätze. Zusätzlich wird der verbleibende Forschungsbedarf identifiziert.

Abstract: Network-connected electrical and electronic equipment - challenges, approaches to solutions and need for further research

The aim of this study is to identify the environmental burdens resulting from the increasing connectivity of electrical and electronic devices in terms of additional energy and resource requirements and to derive possible solutions and regulatory approaches that can be used to effectively reduce the negative environmental impacts.

For this purpose, an online search is first carried out for types of devices that can be subsumed under the term "Internet of Things". Common features between these devices will be worked out, which are suitable for a definition of the relevant product groups.

Subsequently, the consequences of the presence of a network interface are examined. These include the manufacturing costs and product lifetime, the energy consumption of the devices themselves, as well as the energy consumption resulting from data transmission in telecommunication networks and data processing in data centres.

Based on these problems, possible solutions for reducing the associated negative environmental impacts are developed. Subsequently, potential regulatory approaches within the framework of the EU Ecodesign Directive and the Energy Efficiency Labelling Regulation are identified.

The short expertise concludes with the evaluation of the discussion of a conducted expert meeting and the derivation of concrete recommendations for regulatory approaches. In addition, the remaining need for research is identified.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	7
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
Zusammenfassung.....	9
Summary	14
1 Hintergrund und Zielsetzung.....	18
2 Gegenstand der Untersuchung: Vernetzte Elektro- und Elektronikgeräte.....	19
3 Lebenszyklus vernetzter Geräte: Assoziierte Umweltprobleme und -wirkungen	22
3.1 Herstellung vernetzter Geräte: Energie- und Rohstoffaufwand.....	22
3.1.1 Zusätzlicher Ressourcenverbrauch für die Vernetzung.....	22
3.1.2 Kurze Lebens- und Nutzungsdauern.....	23
3.2 Nutzung vernetzter Geräte: Erhöhter Energieverbrauch	24
3.2.1 Erhöhter Energieverbrauch der Geräte selbst.....	24
3.2.2 Zusätzlicher Energieverbrauch im Übertragungsnetz und in Rechenzentren	26
3.3 Entsorgung, Behandlung und Verwertung vernetzter Geräte.....	28
3.4 Zusammenfassung	30
4 Handlungsbedarf und mögliche Lösungsansätze	31
5 Regulierungsansätze unter der Ökodesign-Richtlinie und Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung.....	33
5.1 Mindestanforderungen zur Materialeffizienz bei vernetzten Geräten	34
5.2 Erweiterung und Anpassung der Standby-Verordnung.....	36
5.3 Anforderungen zur Senkung des zusätzlichen Energieverbrauchs in Übertragungsnetzen und Rechenzentren.....	38
6 Diskussion der Regulierungsansätze und Empfehlungen.....	41
6.1 Verlängerung der Produktnutzungsdauer	41
6.2 Reduktion des Standby-Energieverbrauchs vernetzter Geräte	42
6.3 Energieverbrauch in Übertragungsnetzwerken und Rechenzentren	42
7 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf.....	43
8 Literaturverzeichnis.....	45
A Anhang: Recherche nach Produkten des „Internet der Dinge“	47
B Anhang: Zu diskutierende Fragen im Rahmen des Fachgesprächs.....	52
B.1 Fragen an die teilnehmenden Gerätehersteller	52
B.2 Fragen an die teilnehmenden Hersteller von Schnittstellen	53
B.3 Fragen an die teilnehmenden Verbraucherverbände	54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht: Verschiedene Produkttypen des „Internet der Dinge“, Schnittstellen und energiebezogener Zusatzaufwand	19
Abbildung 2:	Entwicklung des globalen Standby-Energieverbrauchs von vernetzten Geräten, die fest mit dem Stromnetz verbunden sind.....	25
Abbildung 3:	Standby-Leistungsaufnahmen verschiedener Netzwerk-Technologien.....	26
Abbildung 4:	Rohstoffverluste ausgewählter Metalle beim Recycling von Notebooks	30
Abbildung 5:	Verortung der mit vernetzten Geräten assoziierten Umweltprobleme und -wirkungen	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Problembereiche vernetzter Geräte und mögliche Regulierungsansätze	12
Table 2:	Problem areas of networked devices and possible regulatory approaches	17
Tabelle 3:	Problembereiche vernetzter Geräte und mögliche Lösungsansätze	33
Tabelle 4:	Exemplarische Produkte des „Internet der Dinge“	47

Abkürzungsverzeichnis

5G	Fünfte Mobilfunkgeneration
BattG	Batteriegelgesetz
Bluetooth	Markenbegriff, Funkstandard für kurze Übertragungswege
bspw.	beispielsweise
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications, Funkstandard
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EAG	Elektro- und Elektronikaltgeräte
ElektroG	Elektro- und Elektronikgerätegesetz
Gadget	Technische Spielerei
HiNa	High Network Availability / Hohe Netzwerkverfügbarkeit
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
LoNa	Low Network Availability / Niedrige Netzwerkverfügbarkeit
LTE	Long-Term Evolution (vierte Mobilfunkgeneration)
RFID	Radio-frequency identification
RL	Richtlinie
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System (dritte Mobilfunkgeneration)
USB	Universal Serial Bus
usw.	und so weiter
VDSL	Very high-speed digital subscriber line
VO	Verordnung
WEEE	Waste of Electrical and Electronic Equipment
Wi-Fi	Markenbegriff der Wireless Ethernet Compatibility Alliance für WLAN
WKRL	Warenkauf-Richtlinie (2019/771)
WLAN	Wireless Local Area Network
z.B.	zum Beispiel
Zigbee	Markenbegriff, Funkstandard für kurze Übertragungswege

Zusammenfassung

Hintergrund und Zielsetzung der Studie

Immer mehr Produkte sind mit dem Internet, dem Heimnetzwerk oder einem Firmennetzwerk verbunden. Das sogenannte „Internet der Dinge“ verknüpft physische Gegenstände mit Daten-netzwerken und Rechenzentren und schafft damit eine erweiterte Funktionalität für die Produkte und neue Anwendungsfälle. Ein gemeinsames Merkmal solcher Produkte ist, dass sie über Netzwerkschnittstellen verfügen, über die digitale Daten übertragen werden. Die Vernetzung von Geräten bietet sowohl Chancen als auch Risiken. Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Risiken durch die zunehmende Vernetzung von Produkten in Bezug auf den zusätzlichen Energie- und Ressourcenbedarf zu identifizieren und Empfehlungen abzuleiten, wie die negativen Umweltaffekte wirksam reduziert werden können. Die Vorschläge sind dabei größtenteils als Beiträge zu aktuellen einschlägigen Aktivitäten und Entwicklungen zu verstehen.

Vorgehen

Im Rahmen der vorliegenden Kurzexpertise wurde zunächst untersucht, welche Konsequenzen das Vorhandensein einer Netzwerkschnittstelle auf den Energieverbrauch der Geräte selbst, aber auch auf den Energieverbrauch infolge der Datenübertragung in Netzwerken und Datenverarbeitung in Rechenzentren hat. Außerdem wurde die zusätzliche Umweltbelastung für die Vernetzungseinheit sowie deren Einfluss auf die Produktlebensdauer untersucht. Ausgehend von diesen Problemlagen wurden mögliche Lösungsansätze zur Reduzierung der hiermit einhergehenden negativen Umweltwirkungen entwickelt und skizziert. Anschließend wurden potenzielle Regulierungsansätze im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie und der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung identifiziert.

Untersuchungsgegenstand

Um den **Untersuchungsgegenstand „vernetzte Elektro- und Elektronikgeräte“** präzise zu fassen und zu beschreiben, werden zunächst ausgehend von dem Begriff „Internet der Dinge“ (engl.: „Internet-of-Things“ – „IoT“) entsprechende Gerätetypen identifiziert und weitere gemeinsame und unterscheidende Merkmale herausgearbeitet.

Die Geräte lassen sich in unterschiedliche Produkttypen einteilen. Alle verfügen über Schnittstellen, werden durch Software gesteuert und erzeugen einen zusätzlichen Energieaufwand, der bei anderen Geräten oder anderen Infrastrukturen stattfindet. Eine Gemeinsamkeit der meisten recherchierten Geräte ist, dass ein weiteres Gerät für die Bedienung benötigt wird, in den meisten Fällen ist ein Smartphone notwendig. Dazu muss in der Regel eine herstellerspezifische App auf dem Smartphone installiert werden. Nur zusammen mit dieser App sind die vernetzten Geräte in vollem Umfang funktionsfähig. In Ausnahmefällen können die Geräte auch über einen Webbrowser bedient werden und damit auch mit anderen Computer-Endgeräten oder über einen separaten Sprachassistenten.

Zusammenfassend kann der Untersuchungsgegenstand beschrieben werden als **Geräte, die über eine Netzwerkschnittstelle verfügen**. *Netzwerk* bezeichnet dabei gemäß der Definition in der Standby-Verordnung (EG) 801/2013 (European Commission 2013) „eine Kommunikationsinfrastruktur mit einer Verbindungstopologie, einer Architektur, einschließlich der physischen Komponenten, der Organisationsprinzipien sowie der Kommunikationsverfahren und -formate (Protokolle)“.

Ergebnisse

Aus **Umweltsicht** können aktuell verschiedene **Probleme bzw. Defizite vernetzter Geräte** reklamiert werden, die in Kapitel 3 dargestellt sind. Diese sind zusammenfassend:

- ▶ Erstens stellt der Energie- und Rohstoffaufwand zur Herstellung der zusätzlich benötigten Elektronik ein Problem dar.
- ▶ Zweitens besteht durch die zusätzliche Elektronik und Softwareabhängigkeit ein höheres Risiko für eine kürzere Nutzungsdauer der Geräte.
- ▶ Drittens führen die vernetzten Geräte zu einem zusätzlichen Stromverbrauch, sowohl der Geräte selbst als auch in Übertragungsnetzwerken und in Rechenzentren.
- ▶ Viertens stellen am Ende der Nutzungszeit die ordnungsgemäße Sammlung und Entsorgung der Altgeräte ein Problem dar sowie die Schwierigkeit insbesondere die kritischen Materialien im Rahmen der Verwertung zurückzugewinnen.

Die **Herstellung elektronischer Geräte** ist mit einem erheblichen Energie- und Rohstoffaufwand sowie mit erheblichen negativen Umwelteffekten verbunden. Es werden Rohstoffe aus aller Welt eingesetzt. Metalle wie Kobalt, Tantal, Palladium, Gold und Silber werden teilweise unter bedenklichen Arbeitsbedingungen und Umweltbelastungen abgebaut und zu vermarktbar Rohstoffen aufbereitet (vgl. Schleicher et al. 2019). Der zusätzliche Aufwand für die Herstellung von Netzwerkschnittstellen in den Geräten macht dabei einen vergleichsweise kleinen Anteil aus, verglichen mit dem Herstellungsaufwand von Smartphones oder Computern. Dadurch, dass perspektivisch sehr viele Dinge des täglichen Lebens, zum Beispiel im Haushalt, in der Industrie, im Dienstleistungssektor, im Verkehr, in der Energieversorgung usw. mit Netzwerkschnittstellen ausgestattet sein werden, summiert sich jedoch die Relevanz der Herstellung solcher Komponenten. Ein weiterer negativer Aspekt liegt in der Verteilung kleinster Mengen an wertvollen Rohstoffen in diversen Produkten. Das erschwert ein wirtschaftliches Recycling bzw. erhöht den Aufwand für die Wiederverarbeitung von Komponenten und Rohstoffen.

Vernetzte Geräte zeichnen sich oftmals durch eine **kürzere Lebens- oder Nutzungsdauer** aus als äquivalente, nicht vernetzte Geräte, die den gleichen Kernnutzen erfüllen. Hierdurch werden deutlich mehr Geräte gekauft und produziert. Gründe für eine möglicherweise kürzere Lebensdauer- oder Nutzungsdauer sind:

- ▶ Höheres Ausfallrisiko und schlechtere Reparierbarkeit bei zusätzlichen integrierten Bauteilen mit einer hohen Komplexität, insbesondere wenn eher günstige Komponenten eingesetzt werden,
- ▶ Schnelle Veralterung kommunikationstechnischer Schnittstellen,
- ▶ Softwarebedingte Obsoleszenz durch
 - auslaufenden Support für die zum Betrieb erforderlichen Smartphone-Apps,
 - fehlende Sicherheitsupdates,
 - Abschalten von Cloud-Services, die zur Nutzung der Geräte erforderlich sind,
- ▶ Psychologische Obsoleszenz aufgrund einer hohen Innovationsdynamik.

Vernetzte Geräte weisen aufgrund ihrer zusätzlich erforderlichen Vernetzungskomponenten einen **erhöhten Energieverbrauch** auf. Ein Großteil dieses Energieverbrauchs entsteht durch die kontinuierliche Ansprechbarkeit der Geräte über das Netzwerk. Viele Kommunikationsstandards gehen außerhalb der Kommunikationszyklen nicht in einen Ruhezustand über, sondern befinden sich im permanenten Leerlaufzustand (idle-mode). Dies ist insbesondere für solche

Geräte relevant, die mit dem Stromnetz verbunden sind, da akku- oder batteriebetriebene Geräte in der Regel auf lange Akku-/Batterielaufzeiten und damit effizienten Betrieb optimiert sind. Friedli et al. (2016) rechnen auf Grundlage des Standby-Verbrauchs von fest mit dem Stromnetz verbundenen vernetzten Geräten vor, dass die globalen Standby-Verluste von 7,5 TWh im Jahr 2015 auf 47 TWh im Jahr 2025 zunehmen werden (Faktor 6).

Vernetzte Geräte weisen noch weitere Energieverbräuche auf. Nutzen die Geräte externe Cloud-Dienste, so müssen alle Daten, die generiert werden, über Datennetze übertragen und in Rechenzentren verarbeitet werden. Bislang gibt es kaum konkrete Berechnungen, wie hoch der **Energieverbrauch in Datennetzen und Rechenzentren** ist. Und die vorhandenen Zahlen weisen große Spannbreiten auf. Innerhalb dieser Kurzexpertise wird exemplarisch für eine Videoüberwachungskamera abgeschätzt, dass diese ein jährliches Datenvolumen von 3 Terabyte erzeugen kann, welches im Telekommunikationsnetzwerk zu einem Energieverbrauch von knapp 6 bis 222 kWh pro Jahr führt. Würde diese Datenmenge in einem Cloud-Rechenzentrum gespeichert werden, würde dies dort – abhängig von der Effizienz des Rechenzentrums – Treibhausgasemissionen zwischen 500 und 840 kg CO₂-Äquivalenten pro Jahr verursachen.

Mit der Zunahme an Elektro- und Elektronikgeräten steigt auch das entsprechende Abfallaufkommen (Forti V. et al. 2020). Im Jahr 2019 sind allein in Europa 12 Megatonnen an **Elektro- und Elektronikschrott** angefallen und damit mit 16,2 kg die größte pro Kopf-Menge weltweit. Vernetzte Geräte sind häufig klein, von kurzer technischer Lebensdauer und darüber hinaus im Abfallstrom oft nicht als elektronische Geräte zu erkennen. Es wird daher befürchtet, dass viele der vernetzten Geräte in den falschen Abfallstrom geraten und die enthaltenen Rohstoffe nicht oder unzureichend wiedergewonnen werden.

Die Autor*innen der Kurzexpertise arbeiten in Kapitel 4 den **Handlungsbedarf bei vernetzten Geräten** und mögliche Lösungsansätze zur Verringerung der mit ihnen zusammenhängenden negativen Umweltwirkungen heraus.

Um den **zusätzlichen Energie- und Rohstoffaufwand bei der Herstellung** vernetzter Geräte zu reduzieren, gibt es verschiedene Ansatzpunkte. Im Kern geht es dabei darum, dass Geräte und die zugehörige Software so gestaltet werden, dass sie möglichst lange genutzt werden können und eine Kreislaufführung ermöglicht wird. Dadurch kann die Menge produzierter und genutzter Geräte insgesamt reduziert werden. Um dies zu erreichen, gibt es sowohl Ansatzpunkte bei der Hardware als auch bei der Software solcher Produkte. Lösungsansätze für die Hardware beziehen sich auf die Materialeffizienz, beispielsweise durch Anforderungen an den Rezyklatgehalt von Gehäuseteilen und Komponenten, an die Reparierbarkeit der Geräte und die Ersatzteilverfügbarkeit sowie die Demontierbarkeit und Recyclingfähigkeit. Solche hardwarebezogenen Anforderungen sollten für alle energieverbrauchsrelevanten Geräte gelten, unabhängig davon, ob sie mit Netzwerkschnittstellen ausgestattet sind oder nicht. Speziell bei den vernetzten Geräten kommen noch softwarebedingte Ursachen für eine kurze Lebensdauer hinzu. Lösungsansätze, die softwarebedingte Obsoleszenz zu verringern, beziehen sich auf die langfristige Bereitstellung von Software-Updates, die Offenlegung von Schnittstellen oder Programmcode und die mögliche Entkopplung der Gerätefunktionalität zu externen Datendiensten (z.B. Cloud-Dienstleistungen).

Der **erhöhte Energieverbrauch der Geräte** selbst entsteht im Wesentlichen durch den vergleichsweise hohen Standby-Energieverbrauch. Es wird gezeigt, dass es technisch möglich ist, den Standby-Verbrauch vernetzter Geräte unter die aktuell geltenden Grenzwerte zu reduzieren. Darüber hinaus sollte künftig auch der Standby-Verbrauch von Geräten mit externem Niederspannungsnetzteil reguliert werden, insbesondere der nicht tragbaren Geräte, die dauerhaft über das externe Netzteil mit dem Stromnetz verbunden sind.

Um den **zusätzlichen Energieverbrauch in Übertragungsnetzen und Rechenzentren** zu reduzieren, erscheint ein gestuftes Vorgehen sinnvoll. Im ersten Schritt könnte eine Kennzeichnung am vernetzten Gerät Auskunft darüber geben, welche Datenmenge (z.B. pro Jahr oder pro Serviceeinheit) dieses sendet und empfängt. Im zweiten Schritt könnten die Betreiber von Kommunikationsnetzen dazu verpflichtet werden, den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen pro übertragenem Datenvolumen in den Netzwerken offenzulegen (z.B. Kilowattstunden pro Gigabyte). Im dritten Schritt sollten Cloud-Dienstleister Auskunft darüber geben, wie hoch der Energieaufwand zum Verarbeiten der jeweiligen Daten im Rechenzentrum ist (z.B. Kilowattstunden pro Serviceeinheit). Durch diese drei Informationen kann schließlich quantifiziert werden, wie hoch der zusätzliche, bislang „unsichtbare“ Energieverbrauch von vernetzten Geräten in Übertragungsnetzen und Rechenzentren ist. Damit werden durch private oder professionelle Kund*innen transparentere Kaufentscheidungen ermöglicht. Mittelfristig können mithilfe dieser Informationen außerdem verpflichtende Vorgaben für Mindesteffizienzen festgelegt werden.

Die Problematik des hohen **Abfallaufkommens an Elektro- und Elektronikgeräten** wird zum einen über die gleichen Ansatzpunkte adressiert, die den zusätzlichen Energie- und Rohstoffaufwand reduzieren sollen. Zusätzlich sind weitere Maßnahmen sinnvoll: Beispielsweise ist eine Erhöhung der Sammelquoten und eine Weiterentwicklung der Kreislaufführung wichtig, um so neben dem Recycling auch Möglichkeiten zur Wiederverwendung ganzer Geräte und von Teilen auszuschöpfen.

In Kapitel 5 dieser Kurzepertise werden mögliche **Regulierungsansätze** skizziert, um die beschriebenen Problembereiche zu adressieren. Die jeweils genannten möglichen Anforderungen sind erste Vorschläge, um grundsätzliche Regulierungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Problembereiche und die Lösungsansätze.

Tabelle 1: Problembereiche vernetzter Geräte und mögliche Regulierungsansätze

Problembereich	Regulierungsansatz
Energie- und Rohstoffaufwand zur Herstellung der Geräte	Horizontale Mindestanforderungen zur Materialeffizienz („Circularity“). Produkte so gestalten, dass sie möglichst lange genutzt werden können und eine Kreislaufführung ermöglicht wird. Das heißt konkret und in Bezug auf die Geräteeigenschaft „Vernetzung“, Mindestanforderungen an die physische und softwarebedingte Lebens- und Nutzungsdauer der Geräte zu stellen. (Details siehe Kapitel 5.1)
Energieverbrauch der Geräte selbst	Erweiterung des Geltungsbereichs und Anpassung der Standby-Verordnung (EU) 801/2013 (Details siehe Kapitel 5.2)
Energieverbrauch im Übertragungsnetz und in Rechenzentren	Anforderungen an die Kennzeichnung der Datenintensität vernetzter Geräte und an den Energieverbrauch / CO ₂ -Emission von Online-Diensten (Details siehe Kapitel 5.3)
Querliegend	Anforderungen an die Berichterstattung gegenüber der EU-Kommission (Details siehe Kapitel 5.4)

Quelle: eigene Zusammenstellung

Im Rahmen der Kurzepertise wurde ein Fachgespräch durchgeführt, in dem die Ergebnisse der vorliegenden Recherchen einer interessierten Fachöffentlichkeit vorgestellt wurden. Die bei der Bearbeitung entstandenen Fragestellungen wurden diskutiert und die jeweiligen Einschätzungen der Fachleute dokumentiert (siehe Kapitel 6).

Empfehlungen der Gutachter*innen

Auf Basis der Recherche und nach der Diskussion im Rahmen des Fachgesprächs werden folgende **Empfehlungen der Gutachter*innen** formuliert:

- ▶ Die Einführung einer horizontalen (d. h. alle elektrischen Produkte betreffenden) Ökodesign-Verordnung zur Verringerung der softwarebedingten Obsoleszenz und zur Festlegung der Funktionsbeständigkeit/Mindestlebensdauer von Produkten (z.B. 5 Jahre). In dieser Zeit muss die volle Funktionalität der Geräte garantiert werden (inkl. Verfügbarkeit von Sicherheitsupdates, Cloud-Services, etc.)
- ▶ Geräte müssen auch ohne aktivierte Netzwerkfunktion ihre Kernfunktionalitäten erfüllen.
- ▶ Vereinfachungen und Verschärfungen der existierenden Standby-Verordnung sowie Erweiterung des Geltungsbereiches auf alle elektrisch betriebenen Geräte, die dauerhaft oder temporär mit dem Stromnetz verbunden sind ohne Ausschluss von fest verdrahteten elektrischen Geräten (z.B. Gebäudetechnik, Smart-Home-Geräte) oder Geräten mit „einem externen Niederspannungsnetzteil“.
- ▶ Kennzeichnung am Produkt, dass es auf eine Internetverbindung bzw. auf externe Cloud-Dienstleistungen angewiesen ist.
- ▶ Informationspflichten über typisches Datenvolumen eines vernetzten Gerätes (z.B. Datenübertragung pro Jahr).
- ▶ Telekommunikationsanbieter und Betreiber von Rechenzentren bzw. Cloud-Dienst-Anbieter sollten in naher Zukunft Auskunft über die Effizienz ihrer Dienste geben (z.B. Energieverbrauch pro Datenübertragung oder pro Dienstleistungseinheit).

Summary

Background and objectives of the study

More and more products are connected to the Internet, the home network or a company network. The so-called "Internet of Things" links physical objects with data networks and data centers, thus creating enhanced functionality for the products and new use cases. A common feature of such products is that they have network interfaces through which digital data is transmitted. The networking of devices offers both opportunities and risks. The aim of this study is to identify the risks posed by the increasing networking of products in terms of additional energy and resource requirements and to derive recommendations on how the negative environmental effects can be effectively reduced. In this context, the proposals are largely to be understood as contributions to current relevant activities and developments.

Procedure

Within the scope of this brief expert report, it was first examined what consequences the presence of a network interface has on the energy consumption of the devices themselves, but also on the energy consumption as a result of data transmission in networks and data processing in data centers. Furthermore, the additional environmental impact for the network interface as well as its influence on the product lifetime was investigated. Based on these problems, possible solutions for reducing the associated negative environmental impacts were developed and outlined. Subsequently, potential regulatory approaches were identified within the framework of the EU Ecodesign Directive and the Energy Labelling Regulation.

Object of investigation

In order to precisely define and describe the **object of investigation "networked electrical and electronic devices"**, the corresponding device types are first identified on the basis of the term "Internet of Things" (IoT) and further common and distinguishing characteristics are worked out.

The devices can be divided into different product types. All of them have data interfaces, are controlled by software and generate an additional energy demand that is requested by other devices or other infrastructures. A common feature of most of the devices investigated is that another device is required for operation, in most cases a smartphone. This usually requires a manufacturer-specific app to be installed on the smartphone. Only together with this app are the networked devices fully functional. In exceptional cases, the devices can also be operated via a web browser and thus also with other computer end devices or via a separate voice assistant.

In summary, the subject matter of the investigation can be described as **devices that have a network interface**. According to the definition in the Standby Regulation (EC) 801/2013 (European Commission 2013), *network* means "a communication infrastructure with a topology of links, an architecture including the physical components, organisational principles, communication procedures and formats (protocols)".

Results

From an **environmental point of view**, various **problems or deficits of networked devices** can currently be claimed, which are presented in Chapter 3. These are summarised below:

- ▶ First, the amount of energy and raw materials required to manufacture the additional electronics for network components needed is a problem.
- ▶ Secondly, the additional electronics and software dependency which lead to a higher risk of a shorter useful lifetime for the devices.

- ▶ Third, networked devices lead to additional power consumption, both of the devices themselves and in transmission networks and data centers.
- ▶ Fourthly, at the end of their useful lifetime, the proper collection and disposal of end-of-life equipment is a problem, as is the difficulty of recovering critical materials in particular.

The **manufacturing of electronic devices** involves a considerable amount of energy and raw materials, and is associated with significant negative environmental effects. Raw materials from all over the world are used. Metals such as cobalt, tantalum, palladium, gold and silver are sometimes mined and processed under questionable working conditions and with harmful effects on the environment (cf. Schleicher et al. 2019). The additional cost of manufacturing network interfaces in the devices is comparatively small compared with the cost of manufacturing smartphones or computers. However, the fact that, in perspective, very many things in everyday life, for example in households, in industry, in the service sector, in transport, in energy supply, etc., will be equipped with network interfaces, adds up to the relevance of the manufacture of such network components. Another negative aspect is the distribution of very small quantities of valuable raw materials in various products. This makes economic recycling more difficult or increases the cost of reprocessing components and raw materials.

Networked devices are often characterized by a **shorter life or useful lifetime** than equivalent, non-networked devices that fulfill the same core benefit. As a result, significantly more devices are purchased and produced. Reasons for a possibly shorter life or useful lifetime are:

- ▶ Higher risk of failure and poorer repairability with additional integrated components with a high level of complexity, especially if rather inexpensive components are used,
- ▶ Rapid obsolescence of communication interfaces,
- ▶ Software-related obsolescence due to
 - expiring support for the smartphone apps required for operation,
 - Lack of security updates,
 - Turning off cloud services that are required to use the devices,
- ▶ Psychological obsolescence due to a high innovation dynamic.

Networked devices have **increased energy consumption** due to their additional required networking components. A large part of this energy consumption is caused by the continuous responsiveness of the devices via the network. Many communication standards do not enter a standby mode outside of the communication cycles, but are in a permanent idle mode. This is particularly relevant for devices that are connected to the power grid, since battery-powered devices are usually optimized for long battery runtimes and thus efficient operation. Friedli et al. (2016) project, based on the standby consumption of networked devices which are permanently connected to the power grid, that global standby losses will increase from 7.5 TWh in 2015 to 47 TWh in 2025 (factor 6).

Networked devices have other energy consumptions that go beyond their own supply. If the devices use external cloud services, all the data that is generated must be transmitted via data networks and processed in data centers. So far, there are hardly any concrete calculations of how much **energy is consumed in data networks and data centers**. And the available figures show a wide range. Within this short expert report, it is estimated that a video surveillance camera can generate an annual data volume of 3 terabytes, which leads to an energy consumption from almost 6 up to 222 kWh per year in the telecommunications network. If this amount of data were stored

in a cloud data center, it would cause greenhouse gas emissions of between 500 and 840 kg CO₂ equivalents per year, depending on the efficiency of the data center.

With the increase in the number of electrical and electronic appliances, the corresponding amount of waste is also increasing (Forti V. et al. 2020). In 2019, Europe alone generated 12 megatonnes of **e-waste**, the largest per capita amount in the world at 16.2 kg. Networked devices are often small, of short technical lifespan and, furthermore, often unrecognisable as electronic devices in the waste stream. It is therefore feared that many of the networked devices end up in the wrong waste stream and that the raw materials they contain are not sufficiently or even not at all recovered.

In Chapter 4 the authors of the brief expert report elaborate on **the need for action with regard to networked devices** and possible solutions for reducing the negative environmental impacts associated with them.

There are various approaches to reducing the **additional energy and raw materials required in the manufacturing** of networked devices. Essentially, this involves designing devices and the associated software in such a way that they can be used for as long as possible and enable recycling. This can reduce the total amount of equipment produced and used. To achieve this, there are starting points for both the hardware and the software of such products. Approaches for the hardware relate to material efficiency, for example through requirements for the recycle content of housing parts and components, for the reparability of the devices and the availability of spare parts, as well as for dismantlability and recyclability. Such hardware-related requirements should apply to all energy-related devices, regardless of whether they are equipped with network interfaces or not. In the case of networked devices in particular, there are also software-related causes for a short useful lifetime. Approaches to reducing software-related obsolescence relate to the long-term provision of software updates, the disclosure of interfaces or program code and the possible decoupling of device functionality to external data services (e.g. cloud services).

The **increased energy consumption of the devices** themselves is mainly due to the relatively high standby energy consumption. It is shown that it is technically possible to reduce the standby consumption of networked devices to below the currently applicable legal limits. In addition, the standby consumption of devices with an external low-voltage power supply should also be regulated in future, in particular of non-portable devices that are permanently connected to the mains via an external power supply.

In order to reduce the **additional energy consumption in transmission networks and data centers**, a staged approach seems to make sense. In the first step, a label on the networked device could provide information about the amount of data it sends and receives (e.g. per year or per service unit). In a second step, the operators of electronic communication networks could be obliged to disclose the energy consumption and greenhouse gas emissions per volume of data transmitted in the networks (e.g. kilowatt hours per gigabyte). In the third step, cloud service providers should provide information on how much energy is required to process the respective data in the data center (e.g. kilowatt hours per service unit). Finally, these three pieces of information can be used to quantify the additional, previously "invisible" energy consumption of networked devices in transmission networks and data centers. This will enable private or professional customers to make more transparent purchasing decisions. In the medium term, this information can also be used to set binding targets for minimum efficiencies.

The problem of the high **volume of waste electrical and electronic equipment** is addressed on the one hand by the same approaches, which are intended to reduce the additional energy and raw material input. In addition, further measures make sense: for example, it is important to

increase collection rates and further develop closed-loop recycling in order to exploit opportunities for the reuse of entire appliances and parts in addition to recycling.

Chapter 5 of this brief expert report outlines possible **regulatory approaches** to address the problem areas described. The possible requirements mentioned in each case are initial suggestions for identifying basic regulatory options. Table 2 provides an overview of the problem areas and the possible solutions.

Table 2: Problem areas of networked devices and possible regulatory approaches

Problem area	Regulatory approach
Energy and raw material consumption for the production of the devices	Horizontal minimum requirements for material efficiency ("circularity"). Design products in such a way that they can be used for as long as possible and enable recycling. In concrete terms, and in relation to the "networking" characteristic of devices, this means setting minimum requirements for the physical and software-related life and service life of the devices (for details see chapter 5.1).
Energy consumption of the devices themselves	Extension of the scope and adaptation of the Standby Regulation (EU) 801/2013 (for details see chapter 5.2).
Energy consumption in the transmission network and in data centres	Requirements for labelling the data intensity of networked devices and the energy consumption / CO ₂ emissions of online services (for details see Chapter 5.3).
Crosswise	Reporting requirements to the EU Commission (for details see chapter 5.4).

Source: own compilation

As part of the short expert report, an expert discussion was held in which the results of the available research were presented to an interested expert audience. The questions that arose during the process were discussed and the respective assessments of the experts were documented (see Chapter 6).

Recommendations

On the basis of the research and after the discussion during the expert meeting, the **experts formulate the following recommendations:**

- ▶ The introduction of a horizontal ecodesign regulation (i.e. covering all electrical products) to reduce software-related obsolescence and to define the functional durability/minimum service life of products (e.g. 5 years). During this time, the full functionality of the devices must be guaranteed (incl. availability of security updates, cloud services, etc.).
- ▶ Devices must be able to fulfil their core functionalities even without an activated network function.
- ▶ Simplification and tightening of the existing standby regulation as well as extension of the scope to all electrically operated devices that are permanently or temporarily connected to the mains without exclusion of permanently wired electrical devices (e.g. building technology, smart home devices) or devices with "an external low-voltage power supply".
- ▶ Labelling on the product that it relies on an internet connection or external cloud services.
- ▶ Information requirements on typical data volume of a networked device (e.g. data transmission per year).
- ▶ Telecommunications providers and operators of data centres or cloud service providers should provide information on the efficiency of their services in the near future (e.g. energy consumption per data transmission or per service unit).

1 Hintergrund und Zielsetzung

Die derzeit stattfindende digitale Transformation führt dazu, dass in immer mehr Produkten digitale Technik Einzug hält. Auch Alltagsgegenstände, die in der Vergangenheit ohne Strom und ohne Elektronik ausgekommen sind, wie beispielsweise Textilien, Türschlösser, Fitnessgeräte, Dekorationsartikel, Möbel oder Sanitärinstallationen, werden zunehmend mit Mikroelektronik, Funkschnittstellen und der hierfür erforderlichen Einheit für die Energieversorgung ausgestattet. Elektrische Geräte, die bisher für sich allein funktionstüchtig waren, wie beispielsweise Lampen, Küchengeräte, Armbanduhren oder Lautsprecher, werden zunehmend in das Heimnetzwerk eingebunden und können über Kommunikationsgeräte angesteuert werden. Das sogenannte „Internet der Dinge“ verknüpft physische Gegenstände mit Telekommunikationsnetzwerken und Rechenzentren und schafft damit eine erweiterte Funktionalität und neue Anwendungsfälle.

Untersuchungen zur globalen Marktentwicklung gehen von einer deutlich steigenden Anzahl vernetzter Geräte¹ aus. So schätzen Friedli et al. (2016), dass die Anzahl der vernetzten Geräte mit Anschluss an das Stromnetz von weltweit 720 Millionen im Jahr 2015 auf weltweit 5,7 Milliarden im Jahr 2025 ansteigen wird. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 23 Prozent und einer Verachtfachung im Zeitraum von 10 Jahren.

Mit dieser Entwicklung sind verschiedene Problemlagen verbunden. So werden zusätzliche, oftmals kritische Rohstoffe in der Produktion der Geräte und der zusätzlich benötigten Elektronik verwendet. Während der Nutzungsphase verbrauchen die vernetzten Geräte zusätzliche Energie – sowohl am Ort der tatsächlichen Verwendung/ des tatsächlichen Betriebs als auch in Datennetzwerken und Rechenzentren. Und schließlich führt die Entsorgung dieser Geräte zu einem erhöhten Aufkommen an Elektroschrott. Dabei ist anzunehmen, dass Altgeräte zumindest teilweise über den Restmüll entsorgt werden, etwa wenn die Geräte entsprechend klein sind² oder die Elektronik so verbaut ist, dass sie für Endverbraucher*innen nicht sichtbar ist. Insgesamt werden einige dieser Problemlagen durch die Tatsache verschärft, dass eine Vielzahl der Geräte sehr klein ist und die Geräte häufig kurze Nutzungsdauern aufweisen. Gleichzeitig erschweren die Vielzahl und die Unterschiedlichkeit der Gerätearten sowie schnelle Entwicklungszyklen bzw. Produktgenerationen eine sachgemäße und wirksame Regulierung.

Im Rahmen der vorliegenden Kurzexpertise sollen die angesprochenen Problemlagen genauer beschrieben und mögliche Lösungsansätze entwickelt werden, wie die negativen Umweltwirkungen dieser Entwicklung durch umweltpolitische Maßnahmen reduziert werden können. Konkrete Vorschläge für mögliche Regulierungsansätze beziehen sich dabei auf solche, die im Rahmen der EU-Ökodesign Richtlinie (RL 2009/125/EG) und der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (VO (EU) 2017/1369) umgesetzt werden können. Die Vorschläge sind dabei größtenteils als Beiträge zu aktuell bereits laufenden Aktivitäten in diesem Rechtsrahmen zu verstehen.

¹ Mit dem Begriff „vernetzte Geräte“ sind in der Regel eigentlich „vernetzbare Geräte“ gemeint: d. h. Geräte, die grundsätzlich vernetzungsfähig sind, in der Realität aber nicht unbedingt tatsächlich vernetzt sein müssen (bspw. da die Vernetzungsfunktion ausgeschaltet werden kann).

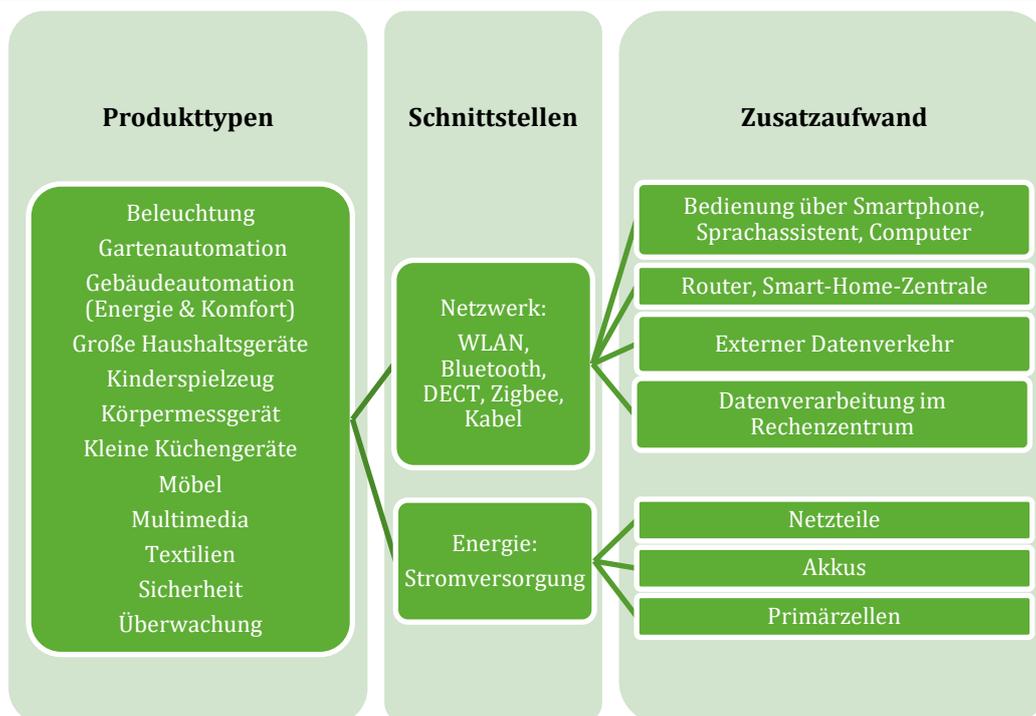
² Laut Statista 2021 wurden allein von so genannten Wearables (Computersysteme, die am Körper getragen werden) im Jahr 2020 in Deutschland rund 6,8 Millionen Stück abgesetzt.

2 Gegenstand der Untersuchung: Vernetzte Elektro- und Elektronikgeräte

Um den Untersuchungsgegenstand „vernetzte Elektro- und Elektronikgeräte“ präzise zu fassen und zu beschreiben, wurden zunächst ausgehend von dem Begriff „Internet der Dinge“ (engl.: „Internet-of-Things“ – „IoT“) Gerätetypen mit dieser Bezeichnung recherchiert und deren weitere gemeinsame und unterscheidende Merkmale herausgearbeitet. Zu diesem Zweck erfolgten entsprechende Recherchen auf Internetplattformen, die entweder auf den Verkauf und/oder das Marketing vernetzter Alltagsgegenstände abzielen. Die Ergebnisse der Recherche sind im Anhang A dokumentiert.

Die Auswertung zu Geräten des „Internet der Dinge“ ist in Abbildung 1 zusammengefasst.

Abbildung 1: Übersicht: Verschiedene Produkttypen des „Internet der Dinge“, Schnittstellen und energiebezogener Zusatzaufwand



Quelle: Öko-Institut (eigene Darstellung)

Die Geräte lassen sich in unterschiedliche Produkttypen einteilen. Alle verfügen über Schnittstellen und erzeugen einen zusätzlichen Energieaufwand, der bei anderen Geräten oder anderen Infrastrukturen stattfindet. Bei den Schnittstellen kann man unterscheiden in Netzwerkschnittstellen und solche, die den Übergang zur Energieversorgung darstellen. Eine Gemeinsamkeit der meisten recherchierten Geräte ist, dass sie über ein Smartphone bedient werden können. Dazu muss in der Regel eine herstellereigene App auf dem Smartphone installiert werden. Nur zusammen mit dieser App sind die vernetzten Geräte in vollem Umfang funktionsfähig. In Ausnahmefällen können die Geräte auch über einen Webbrowser bedient werden und damit auch mit anderen Computer-Endgeräten oder über einen separaten Sprachassistenten.

Die Datenübertragung zwischen den Geräten und dem Smartphone erfolgt in der Regel über eine Funkschnittstelle (WLAN oder Bluetooth), teilweise aber auch über eine Kabelverbindung (Kopfhörerbuchse oder USB). Die Verbindung zwischen Gerät und Smartphone erfolgt meist als „Punkt zu Punkt“-Verbindung, sodass die Geräte ihre Daten direkt (via Bluetooth oder Kabel) oder über

den Router (WLAN) bzw. die lokale Smart-Home-Steuerungszentrale (z.B. Zigbee, DECT) an die Smartphone-App senden und die Daten direkt vom Smartphone erhalten.

In einigen Fällen findet die Verbindung zwischen dem Gerät und dem Smartphone aber auch über externe Rechenzentrumsdienste – sogenannte „Cloud-Services“ – statt. So werden beispielsweise die Videobilder von Überwachungskameras im jeweiligen Rechenzentrum des Dienst-Anbieters abgelegt und können von dort über einen bestimmten Zeitraum wieder abgerufen werden. Ebenso werden die Tonaufnahmen von Sprachassistenten zunächst in ein Rechenzentrum übertragen, dort ausgewertet und die Antwort von dort wird anschließend zurück an das Gerät übertragen.

Die Verknüpfung zu einem Cloud-Dienst schafft weitere Abhängigkeiten, denn das Gerät kann nur solange genutzt werden, wie der externe Dienst zur Verfügung steht. Wird der Dienst abgestellt, wird auch das Gerät nutzlos. Außerdem werden damit weitere Infrastrukturen (u. a. Datennetze und Rechenzentren) genutzt, die ihrerseits Energie- und Ressourcen verbrauchen. Zusätzlich stellt die externe Datenübertragung ein potenzielles Risiko für die Sicherheit persönlicher Daten dar.

Die Energieversorgung der Geräte unterscheidet sich. Während die mobilen Geräte des „Internets der Dinge“ in der Regel über einen integrierten wiederaufladbaren Lithium-Ionen-Akku oder über Primärbatterien (d. h. „Einwegbatterien“) verfügen, werden ortsfeste Geräte über ein Netzteil mit dem Stromnetz verbunden. So werden beispielsweise „smarte Lampen“ über das Stromnetz versorgt. Anders als bei batteriebetriebenen Geräten, die sparsam mit den begrenzten Batteriekapazitäten umgehen müssen, haben solche fest mit dem Stromnetz verbundenen Geräte wenig Anreiz, Energie einzusparen. Dies macht sie potenziell zu hohen Standby-Verbrauchern.

Zusammenfassend kann der Untersuchungsgegenstand beschrieben werden als Geräte, die über eine Netzwerkschnittstelle verfügen. *Netzwerk* bezeichnet dabei gemäß der Definition in der Standby-Verordnung (EG) 801/2013 (European Commission 2013) „eine Kommunikationsinfrastruktur mit einer Verbindungstopologie, einer Architektur, einschließlich der physischen Komponenten, der Organisationsprinzipien sowie der Kommunikationsverfahren und -formate (Protokolle)“.

Die *Netzwerkschnittstelle* bezeichnet gemäß der Standby-Verordnung „eine drahtgebundene oder drahtlose physische Schnittstelle zur Netzwerkverbindung an dem Gerät, über die das Gerät aus der Ferne aktiviert werden kann“. Die eigentliche Aufgabe der Netzwerkschnittstelle ist in der Regel nicht nur die Reaktivierungsfunktion aus der Ferne, sondern vielmehr die Übertragung von Daten vom Gerät ins Netzwerk. Die Definition der Netzwerkschnittstelle in der Verordnung greift daher zu kurz und sollte angepasst werden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden auch solche Geräte betrachtet, die nicht „aus der Ferne aktiviert werden“ können, indem sie beispielsweise selbst über den Rhythmus des Datensendens entscheiden (wie etwa eine Videoüberwachungskamera oder andere Sensoren). Wesentliches Merkmal der hier untersuchten Geräte ist, dass sie über eine Netzwerkschnittstelle verfügen, die die Aufgabe erfüllt, Daten aus dem Gerät in ein Netzwerk zu senden und von dort zu empfangen.

Die technische Abgrenzung gegenüber nicht-vernetzten Geräten ist das Vorhandensein von zusätzlichen elektronischen Komponenten, die eine Netzwerkschnittstelle bilden. Bei einer drahtgebundenen Schnittstelle ist dazu mindestens eine physische Netzwerk-Steckverbindung (z.B. LAN-Buchse, USB-Port, optischer Port) erforderlich sowie ein Microchip, der das physische Signal entgegennimmt und die Kommunikation mit der Steuerungslogik des eigentlichen Geräts organisiert. Bei einer drahtlosen Schnittstelle tritt an die Stelle der Steckverbindung eine Funkeinheit (z.B. WLAN, Zigbee, Bluetooth) mit einem zugehörigen Schnittstellen-Microchip, der sowohl die Sende- und die Empfangseinheit koordiniert als auch die Signale verarbeitet und an das Hauptgerät weiterleitet.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wird dargestellt, welche Konsequenzen das Vorhandensein einer Netzwerkschnittstelle hat. Sie führt zu einem zusätzlichen Rohstoffbedarf zur Herstellung des Geräts sowie zu einem zusätzlichen Energieverbrauch durch die zusätzlichen Komponenten und zu einem zusätzlichen Energieverbrauch in Telekommunikationsnetzen und Rechenzentren während ihrer Nutzungsphase. Außerdem ist die Netzwerkschnittstelle ein mögliches Einfallstor für softwarebedingte Obsoleszenz. Der Hersteller kann durch seine „Updatepolitik“ oder seinen verknüpften externen Dienst unmittelbar Einfluss auf die Produktlebensdauer nehmen. Insbesondere bei kleinen oder so genannten „untypischen“ Elektrogeräten gibt es außerdem die Schwierigkeit, dass diese häufig nach Ende ihrer Nutzungsdauer nicht der korrekten Altgerätesammlung zugeführt, sondern über den Restmüll entsorgt werden. Hierdurch werden sie weder einer Prüfung zur Vorbereitung zur Wiederverwendung unterzogen, noch erfolgt eine ordnungsgemäße Behandlung der Geräte. In der Regel wird der Restmüll thermisch verwertet. Das heißt, es erfolgt keine Separation der in den Altgeräten enthaltenen Materialien und somit auch kein werkstoffliches Recycling. Diese Aspekte werden in den folgenden Kapiteln genauer beschrieben. Im Anschluss werden mögliche Lösungs- sowie potenzielle Regulierungsansätze für die Adressierung dieser Problemlagen abgeleitet.

3 Lebenszyklus vernetzter Geräte: Assoziierte Umweltprobleme und -wirkungen

Aus Umweltsicht können aktuell verschiedene Probleme bzw. Defizite vernetzter Geräte reklamiert werden. Diese werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

- ▶ Erstens stellt der Energie- und Rohstoffaufwand zur Herstellung der zusätzlich benötigten Elektronik ein Problem dar (siehe Kapitel 3.1.1).
- ▶ Zweitens besteht durch die zusätzliche Elektronik und Softwareabhängigkeit ein höheres Risiko für eine kürzere Nutzungsdauer der Geräte (siehe Kapitel 3.1.2)
- ▶ Drittens führen die vernetzten Geräte zu einem zusätzlichen Stromverbrauch, sowohl der Geräte selbst als auch in Datennetzwerken und in Rechenzentren (siehe Kapitel 3.2).
- ▶ Viertens stellen am Ende der Nutzungszeit die ordnungsgemäße Sammlung und Entsorgung der Altgeräte ein Problem dar sowie die Schwierigkeit, insbesondere die kritischen Materialien im Rahmen der Verwertung zurückzugewinnen (siehe Kapitel 3.3).

3.1 Herstellung vernetzter Geräte: Energie- und Rohstoffaufwand

3.1.1 Zusätzlicher Ressourcenverbrauch für die Vernetzung

Untersuchungen zur globalen Marktentwicklung gehen von einer deutlich steigenden Anzahl vernetzter Geräte aus. So schätzen Friedli et al. (2016), dass die Anzahl der vernetzten Geräten mit Anschluss an das Stromnetz von weltweit 720 Millionen im Jahr 2015 auf weltweit 5,7 Milliarden im Jahr 2025 ansteigen wird. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von 23 Prozent und einer Verachtfachung im Zeitraum von 10 Jahren. Für die batterie- bzw. akkubetriebenen vernetzten Geräte sagt die gleiche Quelle voraus, dass deren globale Anzahl von 5 Milliarden im Jahr 2015 auf 23 Milliarden im Jahr 2025 ansteigen wird, was einem jährlichen Wachstum von 16 Prozent und rund einer Verfünffachung pro Dekade entspricht.

Die Herstellung elektronischer Geräte ist mit einem erheblichen Energie- und Rohstoffaufwand sowie mit erheblichen negativen Umwelteffekten verbunden. Es werden Rohstoffe aus aller Welt eingesetzt. Metalle wie Kobalt, Tantal, Palladium, Gold und Silber werden teilweise unter bedenklichen Arbeitsbedingungen abgebaut und ihre Aufbereitung zu vermarktbareren Rohstoffen führt zu erheblichen Umweltbelastungen (vgl. Schleicher et al. 2019).

Um die Größenordnung des Energie- und Rohstoffaufwands durch die Vernetzung von Geräten einschätzen zu können, können diese mit anderen Geräten der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) in Verhältnis gesetzt werden. Ökobilanzen zu Smartphones, Notebooks und Computern weisen für die Treibhausgasemissionen in der Herstellungsphase Werte zwischen 100 und 350 Kilogramm pro Gerät auf (Gröger 2020). Die deutlich kleineren elektronischen Einheiten, die als Netzwerkschnittstellen in typischen vernetzten Geräten verbaut sind, haben mit rund 4 Kilogramm CO₂-Äquivalenten pro Gerät einen vergleichsweise kleinen Treibhausgas-Fußabdruck, wie die orientierende Ökobilanz eines vernetzten Schalters zeigt („Amazon Dash Button“, vgl. Prakash und Hilbert 2016). Verglichen mit einem Smartphone weisen die Netzwerkschnittstellen einfacher vernetzter Geräte also etwa ein Fünfundzwanzigstel der Treibhausgasemissionen von Smartphones auf. Anders als bei Smartphones ist die Anzahl an vernetzten Geräten jedoch typischerweise nicht auf ein Gerät pro Person beschränkt, sondern hat keine erkennbare Obergrenze. Ein Haushalt kann mit beliebig vielen vernetzten Geräten ausgestattet

sein. Durch das erwartete rasante Wachstum der Anzahl an vernetzten Geräten in Haushalten summiert sich daher auch dieser vergleichsweise kleine zusätzliche Aufwand pro Gerät schnell auf Mengen, die für den globalen Ressourcenverbrauch relevant sind. Eine überschlägige Abschätzung für den europäischen Wirtschaftsraum einschließlich Großbritannien von Hintemann und Hinterholzer (2018) berechnet für die Herstellung der zusätzlichen Komponenten in vernetzten Geräte für das Jahr 2025 einen Primärenergiebedarf von 9 TWh, ein Treibhauspotenzial von 1 Milliarde Tonnen CO₂-Äquivalente und einen Wasserbedarf von 12 Millionen Kubikmetern.

3.1.2 Kurze Lebens- und Nutzungsdauern

Vernetzte Geräte zeichnen sich oftmals durch eine kürzere Lebens- oder Nutzungsdauer aus als äquivalente, nicht vernetzte Geräte, die den gleichen Kernnutzen erfüllen. Hierdurch werden deutlich mehr Geräte gekauft und produziert. Dieser beobachtete Trend wurde jedoch bislang noch nicht systematisch untersucht oder gar quantifiziert, dennoch trägt er zu einem steigenden Ressourcenverbrauch bei. Gründe für eine möglicherweise kürzere Lebensdauer- oder Nutzungsdauer sind:

- ▶ Höheres Ausfallrisiko und schlechtere Reparierbarkeit bei zusätzlichen integrierten Bauteilen mit einer hohen Komplexität, insbesondere wenn eher günstige Komponenten eingesetzt werden (vgl. Prakash et al. (2016)),
- ▶ Schnelle Veralterung kommunikationstechnischer Schnittstellen,
- ▶ Softwarebedingte Obsoleszenz durch
 - auslaufenden Support für die zum Betrieb erforderlichen Smartphone-Apps,
 - fehlende Sicherheitsupdates,
 - Abschalten von Cloud-Services, die zur Nutzung der Geräte erforderlich sind,
- ▶ Psychologische Obsoleszenz aufgrund einer hohen Innovationsdynamik.

Tatsächlich wird die Problematik der Veralterung von Software bzw. von digitalen Elementen von Produkten allgemein bereits durch verschiedene Regulierungen in Ansätzen adressiert, z.B. durch entsprechende Anforderungen in der EU-Warenkauf-Richtlinie (RL (EU) 2019/771; WKRL) und in verschiedenen produktspezifischen Ökodesign-Verordnungen:

Die WKRL gilt u. a. für Waren mit digitalen Elementen, d. h. sie gilt für digitale Inhalte oder digitale Dienstleistungen, die in Waren enthalten oder mit ihnen verbunden sind und gemäß dem Kaufvertrag mit diesen Waren bereitgestellt werden.

Artikel 7, (3) lautet:

„Im Falle von Waren mit digitalen Elementen sorgt der Verkäufer dafür, dass der Verbraucher über Aktualisierungen, einschließlich Sicherheitsaktualisierungen, die für den Erhalt der Vertragsmäßigkeit dieser Waren erforderlich sind, informiert wird und solche erhält

a) während des Zeitraums, den der Verbraucher aufgrund der Art und des Zwecks der Waren und der digitalen Elemente und unter Berücksichtigung der Umstände und der Art des Vertrags vernünftigerweise erwarten kann, wenn im Kaufvertrag die einmalige Bereitstellung des digitalen Inhalts oder der digitalen Dienstleistung vorgesehen ist, oder

b) während des gesamten in Artikel 10 Absatz 2 oder Absatz 5 genannten Zeitraums, wenn im Kaufvertrag die fortlaufende Bereitstellung des digitalen Inhalts oder der digitalen Dienstleistung über einen Zeitraum vorgesehen ist.“

Einschränkend ist anzumerken, dass

- ▶ sich die WKRL nur auf bewegliche Gegenstände bezieht, d. h. unbewegliche Gegenstände, beispielsweise Wohngebäude und ihre Hauptkomponenten, sind nicht im Geltungsbereich. Entsprechend fallen festinstallierte, vernetzte Waren eventuell nicht in den Geltungsbereich der WKRL.
- ▶ der Zeitraum, in dem der Verkäufer Aktualisierungen zur Verfügung stellen muss, recht allgemein formuliert ist als „Zeitraum[s], den der Verbraucher [...] vernünftigerweise erwarten kann“. Dies lässt gewisse Gestaltungspielräume offen.

Konkreter werden die produktspezifischen Ökodesign-Verordnungen, die im so genannten Winterpaket Ende 2019 beschlossen wurden. Hier werden für verschiedene Produktgruppen im Rahmen der Anforderungen bezüglich der Materialeffizienz auch Anforderungen an die Verfügbarkeit von Software- oder Sicherheitsaktualisierungen gestellt.

Beispielsweise muss für Server und Datenspeicherprodukte „die neueste verfügbare Version der Firmware [...] für einen Zeitraum von mindestens acht Jahren nach dem Inverkehrbringen des letzten Produkts eines bestimmten Produktmodells [...] zur Verfügung gestellt“ werden. Zusätzlich muss die „letzte verfügbare Sicherheitsaktualisierung der Firmware [...] bis mindestens acht Jahre nach dem Inverkehrbringen des letzten Produkts eines bestimmten Produktmodells kostenlos zur Verfügung gestellt“ werden (Verordnung (EU) 2019/424).

Die Mindestanforderungen im Rahmen der Ökodesign-Verordnungen sind deutlich präziser als die der WKRL, da eine konkrete Dauer genannt wird, wie lange Softwareaktualisierungen nach Inverkehrbringen des letzten Produkts eines bestimmten Modells zur Verfügung gestellt werden müssen. Allerdings gelten diese Anforderungen nur für bestimmte Produktgruppen.

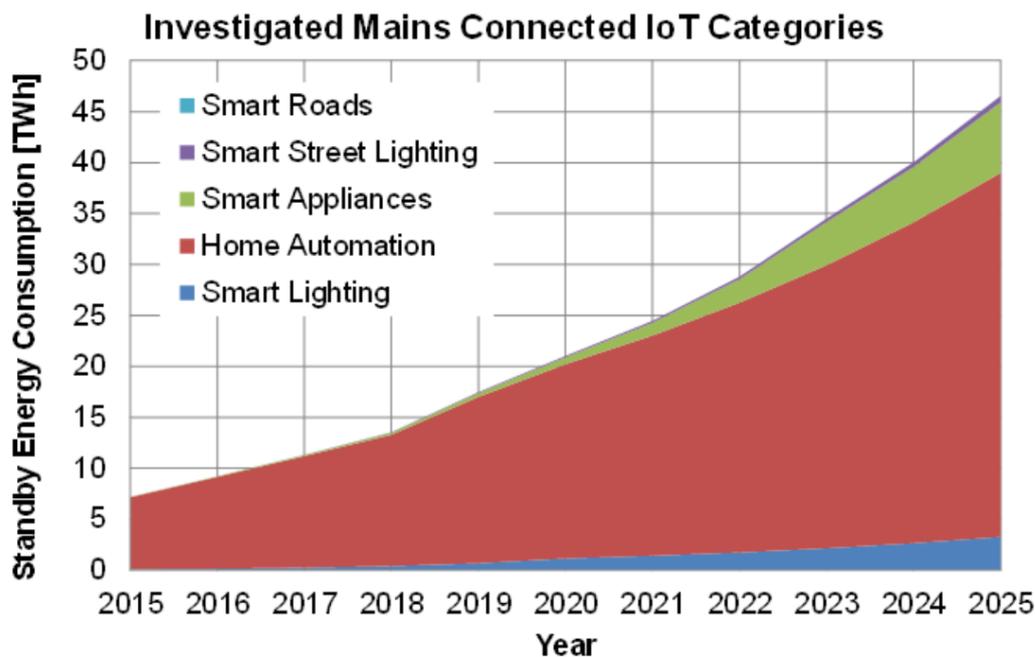
3.2 Nutzung vernetzter Geräte: Erhöhter Energieverbrauch

3.2.1 Erhöhter Energieverbrauch der Geräte selbst

Werden Produkte oder Geräte zusätzlich mit einer Netzwerkschnittstelle ausgestattet, so erhöht sich deren Energieverbrauch um den Verbrauch der zusätzlichen Vernetzungskomponenten.

Ein Großteil dieses Energieverbrauchs entsteht durch die kontinuierliche Ansprechbarkeit der Geräte über das Netzwerk. Viele Kommunikationsstandards gehen außerhalb der Kommunikationszyklen nicht in einen Ruhezustand über, sondern befinden sich im permanenten Leerlaufzustand (idle-mode). Dies ist insbesondere für solche Geräte relevant, die mit dem Stromnetz verbunden sind, da akku- oder batteriebetriebene Geräte in der Regel auf lange Akku-/Batterielaufzeiten und damit effizienten Betrieb optimiert sind (vgl. auch Viegand et al. 2017). Friedli et al. (2016) rechnen auf Grundlage des Standby-Verbrauchs von fest mit dem Stromnetz verbundenen vernetzten Geräten vor, dass die globalen Standby-Verluste von 7,5 TWh im Jahr 2015 auf 47 TWh im Jahr 2025 zunehmen werden (Faktor 6). Den größten Anteil davon machen die Geräte zur Heimautomation aus (78 Prozent), gefolgt von smarten Haushaltsgeräten (15 Prozent) und smarter Beleuchtung (7 Prozent) (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Entwicklung des globalen Standby-Energieverbrauchs von vernetzten Geräten, die fest mit dem Stromnetz verbunden sind



Quelle: Friedli et al. 2016

Hintemann und Hinterholzer (2018) kommen bei einer angenommenen Ausstattung eines Haushalts mit verschiedenen vernetzten Geräten und Lampen auf einen Mehrverbrauch von ca. 330 kWh pro Haushalt und Jahr. Dieser ist im Wesentlichen auf die Mehrverbräuche durch den Bereitschaftsmodus der Geräte zurückzuführen. Quack et al. (2019) beziffern die Mehrverbräuche auf 55 bis 224 kWh für Wohnungen bzw. 100 bis 564 kWh für Wohnhäuser im Vergleich zu einem Referenzhaushalt ohne „smarte“ Anwendungen (je nach Ausstattungsgrad mit „Smart Home“-Anwendungen).

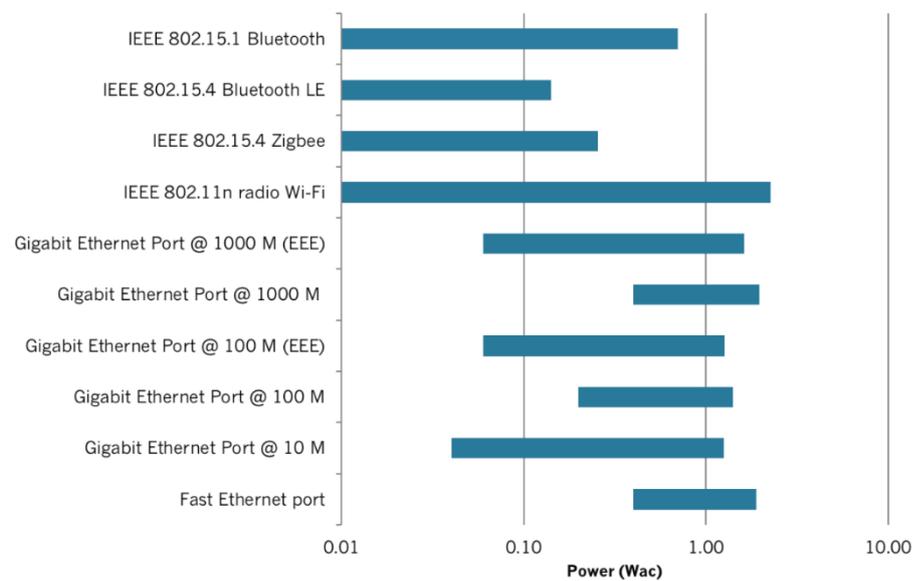
Der hohe Standby-Energieverbrauch resultiert auch aus den vergleichsweise wenig ambitionierten Anforderungen der EU-Verordnung 801/2013. Sie sieht für Netzwerkgeräte mit niedriger Netzwerkverfügbarkeit („LoNa“) seit dem 01.01.2019 einen zulässigen Standby-Energieverbrauch von maximal 2 Watt vor, für Netzwerkgeräte mit hoher Netzwerkverfügbarkeit („HiNa“)³ sogar einen Wert von bis zu 8 Watt. Nicht-vernetzte Geräte dürfen dagegen gemäß der Verordnung 1275/2008 (European Commission 2008) seit Januar 2013 maximal 0,5 Watt im Standby-Zustand verbrauchen.

Dass die Werte für vernetzte Geräte zu großzügig bemessen sind, zeigt eine Untersuchung von Mercier et al. (2018). Für häufig verwendete Netzwerkschnittstellen zur Heimvernetzung zeigen die Autoren, dass Bandbreiten von 0,01 Watt bis 2 Watt möglich sind (siehe Abbildung 3). Die Unterschiede sind einerseits durch das jeweilige Übertragungsprotokoll bzw. den technischen Standard (z.B. Bluetooth, Zigbee, Wi-Fi) bestimmt. Andererseits zeigt die Bandbreite, beispielsweise von Wi-Fi (deutsch: WLAN), dass trotz des gleichen Übertragungsprotokolls unterschiedliche Energieeffizienzen realisiert werden können. Typischerweise benötigen Netzwerkschnittstellen,

³ HiNA-Geräte und Geräte mit HiNA-Funktionen. Unter „HiNA-Gerät“ werden Geräte verstanden, die als Hauptfunktion(en) ausschließlich eine oder mehrere der folgenden Funktionen erfüllen: Router, Netzwerk-Schalter, Drahtlos-Netzzugangspunkt, Hub, Modem, VoIP-Telefon, Videotelefon. „Vernetztes Gerät mit HiNA-Funktionen“ bezeichnet ein Gerät, das unter anderem die Funktionen eines Routers, Netzwerk-Schalters, Drahtlos-Netzzugangspunkts oder eine Kombination dieser Funktionen erfüllt, aber kein HiNA-Gerät ist.

die in akkubetriebenen Geräten eingebaut sind (z.B. Smartphones) deutlich weniger Energie als solche, die in Geräten mit Netzstromversorgung verbaut sind. Dies macht deutlich, dass die vergleichsweise hohen Standby-Verbrauchswerte nicht technisch begründet sind und sich durch ein intelligentes Produktdesign deutlich verringern lassen.

Abbildung 3: Standby-Leistungsaufnahmen verschiedener Netzwerk-Technologien



Quelle: Mercier et al. 2018

Ein weiterer Grund für teilweise hohe Standby-Verbräuche ist die Ausnahme von Geräten mit externem Niederspannungsnetzteil von der Standby-Richtlinie. Die Ausnahme wurde begründet mit den bereits zum Zeitpunkt der Einführung der Standby-Verordnung strengen Ökodesignanforderungen für externe Netzteile (damals: VO EG/278/2009) und zielte scheinbar darauf, Mobiltelefone vom Anwendungsbereich der Standby-Verordnung auszunehmen (Viegand et al. 2017). Die Ausnahme gilt laut Viegand et al. (2017) mittlerweile jedoch für viele Produkte, die eigentlich in den Anwendungsbereich fallen sollten: kleine Netzwerkgeräte, Ladestationen, Überwachungskameras, Digitalkameras, Spielekonsolen, Lautsprecher, drahtlose Headsets, etc. Bei vielen mobilen Geräten kann angenommen werden, dass sie die Grenzwerte der Standby-Verordnung ohnehin einhalten (s.o.). Insbesondere nicht tragbare Geräte, die dauerhaft über das externe Netzteil mit dem Stromnetz verbunden sind, sind jedoch häufig weniger effizient und haben dadurch höhere Standby-Verbrauchswerte.

Viegand et al. (2017) schätzen, dass zum Zeitpunkt der Studie europaweit 262 Mio. Geräte aufgrund des Niederspannungsnetzteils von der Standby-VO ausgeschlossen sind, das sind ca. 16 % des Gesamtbestandes für Produkte, die derzeit unter die Standby-VO fallen. Es wird angenommen, dass die Anzahl an Produkten mit externem Niederspannungsnetzteil eher zunimmt.

3.2.2 Zusätzlicher Energieverbrauch im Übertragungsnetz und in Rechenzentren

Vernetzte Geräte weisen noch weitere Energieverbräuche auf. Diese weiteren Energieverbräuche sind in den Haushalten oder Büros, in denen sie betrieben oder genutzt werden, für Endverbraucher*innen nicht ersichtlich: Nutzen die Geräte externe Cloud-Dienste, so müssen alle Daten, die generiert werden, über Datennetze übertragen und in Rechenzentren verarbeitet werden. Bislang gibt es kaum konkrete Berechnungen, wie hoch der Energieverbrauch in Datennetzen und Rechenzentren ist, und die vorhandenen Zahlen weisen große Spannbreiten auf. Im Folgenden

wird der Sachverhalt daher zunächst grundsätzlich und mit Hilfe von illustrierenden Beispielen erläutert.

Besonders große Datenmengen treten bei der Video- und Bildübertragung auf. So führt beispielsweise eine Videoübertragung in HD-Qualität („High-Definition“) zu einem Datenverkehr von rund 2 Gigabyte pro Stunde (Gröger 2020). Werden von einer vernetzten Überwachungskamera Fotos im Intervall von 10 Sekunden mit einer Dateigröße von jeweils 1 MB aufgenommen⁴ und an einen externen Server übertragen, so resultiert dies in einem Datenstrom von 0,36 Gigabyte pro Stunde und mehr als 3.000 GB pro Jahr. Je nach technischem System werden diese Daten am Gerät selbst (z.B. auf einer SD-Karte) gespeichert, im lokalen Netzwerk (z.B. auf einer externen Festplatte) oder über das externe Netzwerk zu einem Cloud-Anbieter übertragen. Die Höhe des mit der Datenübertragung zusammenhängenden Energieverbrauchs ist für den/die Nutzer*in derzeit noch unbekannt. Tatsächlich gehen auch die methodischen Ansätze zur Berechnung dieses Energieverbrauchs derzeit noch deutlich auseinander, was zu einer großen Bandbreite an unterschiedlichen Ergebnissen führt.

In einer Studie des Umweltbundesamtes zum Thema Cloud-Computing (Gröger und Liu 2021) wird der Energiebedarf im Telekommunikationsnetzwerk bei einem Zugang über VDSL (very high-speed digital subscriber line) bei einem Technikstand von 2017 mit rund 2 Wattstunden pro Gigabyte Datenmenge angegeben:

$$W_{\text{Netzwerk}}[\text{Wh}] = \text{Datenmenge} [\text{GB}] * 1,92 \text{ Wh/GB}$$

Schien et al. (2014) berechnen den Energieverbrauch dagegen für ein generisches Netzwerk mit einem rund 26 mal höheren Wert von 52 Wattstunden pro Gigabyte:

$$W_{\text{Netzwerk}}[\text{Wh}] = t [h] * 4 \text{ W} + \text{Datenmenge} [\text{GB}] * 52 \text{ Wh/GB}$$

Die Deutsche Telekom (2020) nennt in ihrem Corporate Responsibility Bericht 2019 als Kennzahl für die „Energieintensität“ für ihre Unternehmensaktivitäten in Deutschland die Zahl von 74 Wattstunden pro Gigabyte übertragene Datenmenge. Um diese Kennzahl zu berechnen, setzt das Unternehmen seinen gesamten Energieverbrauch mit der gesamten Datenmenge in allen Netzwerktypen (Mobilfunk, Telefon, DSL, Richtfunk usw.) ins Verhältnis. Der sich daraus ergebende Wert liegt noch einmal rund 50 Prozent oberhalb von dem Energieverbrauch zur Datenübertragung von Schien et al. Die „Energieintensität“ der Deutschen Telekom setzt sich zusammen aus rund 80 % für den Energieverbrauch der Netzwerke und 20 % für die Immobilien in Deutschland und den Fuhrpark.

Je nach Berechnungsmethode beträgt der Energieverbrauch im Übertragungsnetz für das oben genannte Beispiel einer Überwachungskamera, die insgesamt ein Datenvolumen von 3.000 GB pro Jahr überträgt, knapp 6 bis 222 kWh pro Jahr.

Für die großen Unterschiede zwischen den verschiedenen Werten gibt es mehrere Ursachen. Je nachdem, ob der Zugang kabelgebunden (Glasfaserkabel, VDSL oder Koaxialkabel) oder über eine Mobilfunkverbindung erfolgt (UMTS, LTE, 5G, Satellitenverbindung), benötigt der Netzzugangspunkt zwischen rund 1 Watt und 30 Watt (Gröger und Liu 2021). Außerdem entwickelt sich die Technik beständig weiter hin zu Netzwerkkomponenten mit geringerem Energieverbrauch oder zumindest zu Geräten mit einer höheren Effizienz (z.B. höherer Datendurchsatz bei gleichbleibendem Energieverbrauch). Daher ist das Alter der Netzwerkkomponenten für die Berechnung des Energiebedarfs entscheidend. Als weitere Variable kommen die Bilanzierungsgrenzen

⁴ <https://www.haus.de/smart-home/ueberwachungskameras-im-test-wlan-kameras>, zuletzt aufgerufen am 24.3.2021

hinzu. Während die unternehmensbezogenen Bilanzen alle Unternehmensaktivitäten inklusive Gebäude, Verwaltung und Fuhrpark einbeziehen, berücksichtigt die reine Bilanzierung des Netzwerks nur die Netzwerkkomponenten und deren Energieverbrauch.

Unabhängig von der methodischen Herangehensweise und den technologischen Unterschieden bei der Übertragung ist die Menge der Datenübertragung eine relevante Umweltgröße bei vernetzten Geräten⁵. Vor diesem Hintergrund hat die EU-Kommission in ihrer Digitalen Agenda (Shaping Europe's Digital Future, European Commission 2020) reklamiert, dass Rechenzentren und Telekommunikationsnetze energieeffizienter werden müssen und gefordert, dass sie bis zum Jahr 2030 klimaneutral werden sollen.

Im Rechenzentrum angekommen müssen die Daten weitergehend verarbeitet werden. So löst beispielsweise ein Sprachbefehl an einen Sprachassistenten zunächst einen Datenstrom der Audiodaten ins Rechenzentrum aus. Anschließend müssen jedoch die enthaltenen gesprochenen Informationen im Rechenzentrum erkannt und verarbeitet werden und eine entsprechende Aktion oder Antwort auslösen, die ihrerseits Rechenleistung benötigt und Datenverkehr verursacht. Dies ist mit einem Energie- und Ressourcenaufwand verbunden, der den Nutzenden bislang verborgen bleibt. Neben der Datenverarbeitung führt auch das Abspeichern von Daten in Cloud-Speichersystemen zu einem dauerhaften Energieverbrauch zum Betrieb der dafür erforderlichen technischen Infrastruktur. In einem Forschungsprojekt des Öko-Instituts im Auftrag des Umweltbundesamtes werden die Umwelteffekte durch Cloud-Dienste genauer untersucht (Gröger und Liu 2021). Das Speichern von Daten ist gemäß dieser Studie je nach der Auslastung und der Effizienz des Rechenzentrums beispielsweise mit Treibhausgasemissionen zwischen 166 und 280 Kilogramm CO₂-Äquivalenten pro Terabyte und Jahr verbunden. Würde die oben genannte Datenmenge der Videoüberwachungskamera von 3 Terabyte ein Jahr lang gespeichert werden, würde dies Treibhausgasemissionen zwischen 500 und 840 kg CO₂-Äquivalenten verursachen. Wie bei den Übertragungsnetzen ist auch der Energie- und Ressourcenverbrauch in Rechenzentren nicht nur von der Datenmenge und der benötigten Rechenleistung abhängig, sondern auch von der spezifischen Effizienz des Rechenzentrums.

3.3 Entsorgung, Behandlung und Verwertung vernetzter Geräte

Mit der Zunahme an Elektro- und Elektronikgeräten steigt auch das entsprechende Abfallaufkommen (Forti V. et al. 2020). Im Jahr 2019 sind allein in Europa 12 Mt an Elektro- und Elektronikschrott angefallen und damit mit 16,2 kg die größte pro Kopf-Menge weltweit (vgl. ebd.).

Die Sammlung und Verwertung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (EAG) sind in Europa über die WEEE-Richtlinie (RL 2012/19/EU) geregelt. Diese schreibt Sammelquoten und die ordnungsgemäße Behandlung der gesammelten Altgeräte vor. Die Sammelquoten geben vor, welche Menge (bezogen auf die in Verkehr gebrachten Neugeräten pro Jahr) wiederum als Altgeräte gesammelt und der Verwertung zugeführt werden muss. Derzeit werden in Europa lediglich 42,5 % des „rechnerisch“ angefallenen Elektroschrotts einer geregelten Sammlung und Verwertung zugeführt (Forti V. et al. 2020).

Insbesondere zwei Gruppen von Elektro- und Elektronikgeräten sind dabei besonders problematisch:

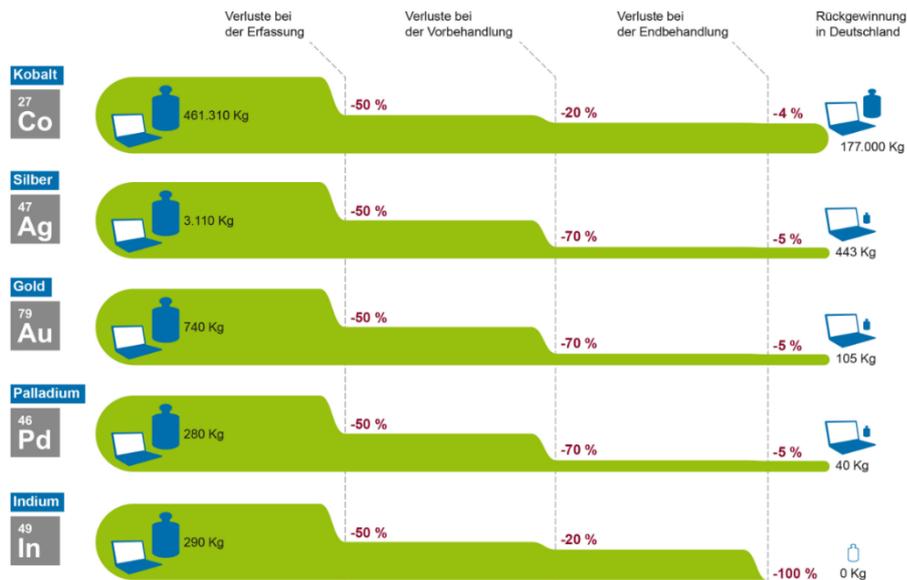
⁵ Wobei die Höhe des verursachten Datenverkehrs vermutlich stark von der Gerätekategorie und den verbundenen Diensten abhängt. Die Spannbreite des jährlich übertragenen Datenvolumens dürfte mehrere Zehnerpotenzen betragen.

- ▶ Zum einen werden viele kleine Geräte (z.B. Smartphones, Bluetooth-Lautsprecher, Elektronik-Gadgets) häufig nicht einer Sammelstelle zugeführt, sondern zu Hause gelagert oder werden aufgrund ihrer geringen Größe über den Restmüll entsorgt. Vgl. z.B. die in Schischke et al. (2020) gesammelten Informationen zum Verbleib alter Smartphones: in Belgien landen 20 % der zu entsorgenden Smartphones im Hausmüll, 65 % werden in Haushalten gelagert. Nur 12 bis 15 % werden ordnungsgemäß gesammelt. Für Deutschland wird eine Quelle zitiert, nach der nur etwa 1 % der Mobiltelefone und Smartphones gesammelt werden. Watson et al. (2017) sagen aus, dass 20 % aller jungen Erwachsenen in Norwegen ihre ausgediente Kleinelektronik im Hausmüll entsorgen.
- ▶ Zum anderen muss bei sogenannten „untypischen“ EAG⁶ angenommen werden, dass ein gewisser Teil nicht im korrekten Entsorgungsstrom landet, da nicht unbedingt davon ausgegangen werden kann, dass die Verbraucher*innen über entsprechende Kenntnisse in Bezug auf die jeweils sachgemäße Entsorgung von Geräten verfügen, die in den offenen Anwendungsbereich des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes fallen. (vgl. z.B. Köhler et al. (unveröffentlicht))

Selbst für den Anteil an Elektronikgeräten, die sachgerecht gesammelt werden, indem sie bei kommunalen Sammelstellen oder beim Handel abgegeben werden, wird nur ein Teil der enthaltenen Materialien zurückgewonnen. Buchert et al. (2012) gehen davon aus, dass bei der Vorbehandlung der Produkte (beispielsweise im Shredder) 20 bis 70 Prozent wichtiger Metalle verloren gehen (siehe Abbildung 4). Der anschließende Recyclingprozess konzentriert sich auf die Edelmetalle, die am wirtschaftlichsten extrahiert werden können (d. h. Kobalt, Silber, Gold und Palladium). Alle übrigen kritischen Rohstoffe (genannt bei Buchert et al. sind: Neodym, Tantal, Praseodym, Dysprosium, Indium, Platin, Yttrium, Gallium, Gadolinium, Cer, Europium, Lanthan und Terbium) gehen vollständig verloren. Trotz gewisser Veränderungen, z.B. beim Kobaltgehalt von Batterien/Akkus oder bei der Rückgewinnung von Indium in der Endbehandlung von Geräten mit kleinem Display, hat sich die Situation seither nicht grundsätzlich geändert. Eine vollständige Rückgewinnung ist schon aus technischen Gründen nicht möglich: so wird es v.a. bei der Endbehandlung immer Verluste geben und bei komplex verschränkten Materialien gibt es Zielkonflikte, die eine Rückgewinnung eines Materials nur auf Kosten des Verlusts eines anderen Materials ermöglichen.

⁶ Beispielsweise mit Elektronik ausgestattete Bekleidung oder Möbel o.ä. Teilweise ist die verbaute Elektronik nicht sichtbar oder zum Zeitpunkt der Entsorgung defekt und somit nicht mehr als solche erkennbar. Auch ist Verbraucher*innen oft nicht bekannt, dass es sich bei solchen Produkten, die nur einen relativ kleinen Elektronikanteil haben, um „Elektro- oder Elektronikgeräte“ handelt.

Abbildung 4: Rohstoffverluste ausgewählter Metalle beim Recycling von Notebooks

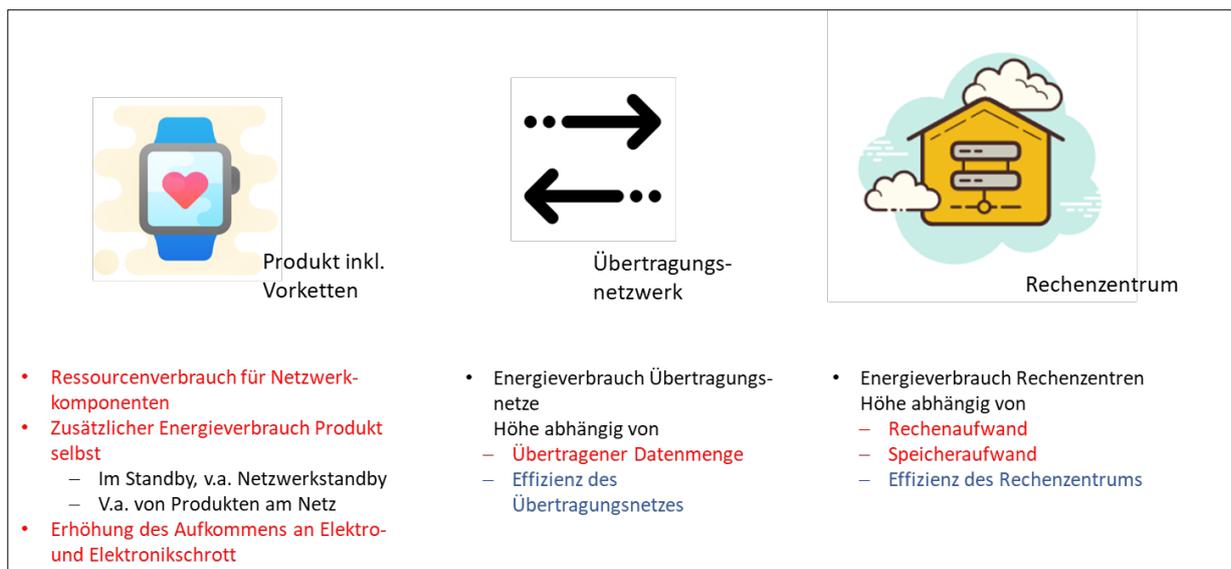


Quelle: Buchert et al. 2012, Gewichtsangaben bezogen auf die im Jahr 2010 verkauften Notebooks

3.4 Zusammenfassung

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die identifizierten Problembereiche und wo diese verortet sind – am Gerät selbst, im Übertragungsnetz oder im Rechenzentrum. Dabei kennzeichnen die rot dargestellten Aspekte die Punkte, die im direkten Einflussbereich des Geräts bzw. des zugehörigen Diensts liegen, auch wenn der Energieaufwand an anderer Stelle erfolgt. Die blau markierten Aspekte sind nicht direkt durch Änderungen des Gerätedesigns beeinflussbar.

Abbildung 5: Verortung der mit vernetzten Geräten assoziierten Umweltprobleme und -wirkungen



Quelle: eigene Abbildung.

4 Handlungsbedarf und mögliche Lösungsansätze

Wie in den vorigen Kapiteln dargestellt, entstehen durch die Vernetzung von Geräten verschiedene Umweltprobleme und -wirkungen. Um diese Auswirkungen zu reduzieren, gibt es verschiedene grundsätzliche Lösungsansätze, die im Folgenden dargestellt werden.

Um den **zusätzlichen Energie- und Rohstoffaufwand bei der Herstellung** vernetzter Geräte zu reduzieren, gibt es verschiedene Ansatzpunkte. Im Kern geht es dabei darum, dass Geräte und die zugehörige Software so gestaltet werden, dass sie möglichst lange genutzt werden können und eine Kreislaufführung ermöglicht wird. Dadurch kann die Menge produzierter und genutzter Geräte insgesamt reduziert werden. Um dies zu erreichen, gibt es sowohl Ansatzpunkte bei der Hardware als auch bei der Software solcher Produkte. Lösungsansätze für die Hardware beziehen sich auf die Materialeffizienz, beispielsweise durch Anforderungen an den Rezyklatgehalt von Gehäuseteilen und Komponenten, an die Reparierbarkeit der Geräte und die Ersatzteilverfügbarkeit sowie die Demontierbarkeit und Recyclingfähigkeit. Solche hardwarebezogenen Anforderungen sollten für alle energieverbrauchsrelevanten Geräte gelten, unabhängig davon, ob sie mit Netzwerkschnittstellen ausgestattet sind. Speziell bei den vernetzten Geräten kommen noch softwarebedingte Ursachen für eine kurze Lebensdauer hinzu. Lösungsansätze, die softwarebedingte Obsoleszenz zu verringern, beziehen sich auf die langfristige Bereitstellung von Software-Updates und erforderlicher externer Cloud-Dienstleistungen, die Offenlegung von Schnittstellen oder Programmcode und die mögliche Entkopplung der Gerätefunktionalität zu externen Datendiensten (z.B. Cloud-Dienstleistungen).

Der **erhöhte Energieverbrauch der Geräte** selbst entsteht im Wesentlichen durch den vergleichsweise hohen Standby-Energieverbrauch. Wie gezeigt, ist es technisch möglich, den Standby-Verbrauch vernetzter Geräte unter die aktuell geltenden Grenzwerte zu reduzieren. Darüber hinaus sollte künftig auch der Standby-Verbrauch von Geräten mit externem Niederspannungsnetzteil reguliert werden, insbesondere der nicht tragbaren Geräte, die dauerhaft über das externe Netzteil mit dem Stromnetz verbunden sind.

Um den **zusätzlichen Energieverbrauch in Übertragungsnetzen und Rechenzentren** zu reduzieren, erscheint ein gestuftes Vorgehen sinnvoll. Im ersten Schritt könnte eine Kennzeichnung am vernetzten Gerät Auskunft darüber geben, welche Datenmenge (z.B. pro Jahr oder pro Serviceeinheit) dieses sendet und empfängt. Im zweiten Schritt könnten die Betreiber von Kommunikationsnetzen dazu verpflichtet werden, den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen pro übertragenem Datenvolumen in den Netzwerken offenzulegen (z.B. Kilowattstunden pro Gigabyte). Im dritten Schritt sollten Cloud-Dienstleister Auskunft darüber geben, wie hoch der Energieaufwand zum Verarbeiten der jeweiligen Daten im Rechenzentrum ist (z.B. Kilowattstunden pro Serviceeinheit). Durch diese drei Informationen kann schließlich quantifiziert werden, wie hoch der zusätzliche, bislang „unsichtbare“ Energieverbrauch von vernetzten Geräten in Übertragungsnetzen und Rechenzentren ist. Damit werden durch private oder professionelle Kund*innen transparentere Kaufentscheidungen ermöglicht. Mittelfristig können mithilfe dieser Informationen außerdem verpflichtende Vorgaben für Mindesteffizienzen festgelegt werden.

Bezogen auf die CO₂-Emissionen wird die Forderung nach mehr Transparenz bei vernetzten Diensten auch in den politischen Handlungsempfehlungen des Umweltbundesamtes (Köhn et al. 2020) gestellt: Cloud-Dienstleistungen sollen demnach „mit einem CO₂-Fußabdruck pro Serviceeinheit Auskunft über ihre Umweltwirkungen geben“ und „Betreiber von Telekommunikationsnetzen sollen ihr Angebot mit einem CO₂-Fußabdruck pro Übertragungseinheit kennzeichnen“.

Die Problematik des hohen **Abfallaufkommens an Elektro- und Elektronikaltgeräten** wird zum einen über die gleichen Ansatzpunkte adressiert, die den zusätzlichen Energie- und Rohstoffaufwand reduzieren sollen (s.o.: Erhöhung der Langlebigkeit und Kreislauffähigkeit von Geräten). Zusätzlich sind weitere Maßnahmen sinnvoll: Beispielsweise ist eine Erhöhung der Sammelquoten und eine Weiterentwicklung der Kreislaufführung wichtig, um so neben dem Recycling auch Möglichkeiten zur Wiederverwendung ganzer Geräte und von Teilen auszuschöpfen. Solche Aspekte werden im Rahmen der WEEE-Richtlinie behandelt (Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte) und in der vorliegenden Kurzepertise daher nicht weiter vertieft. Das Forschungsvorhaben FKZ 3718 34 307 0 des Umweltbundesamtes befasst sich zudem mit den Möglichkeiten und Herausforderungen bei der Erfassung und Entsorgung von Elektro-Altgeräten, die für Elektro- und Elektronikgeräte untypische Materialien besitzen und enthalten, z.B. Möbel, Textilien etc., in denen Elektronik enthalten ist (Köhler et al. unveröffentlicht).

5 Regulierungsansätze unter der Ökodesign-Richtlinie und Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung

Im Folgenden werden mögliche Regulierungsansätze skizziert, um die beschriebenen Problembereiche zu adressieren. Die jeweils genannten möglichen Anforderungen sind erste Vorschläge, um grundsätzliche Regulierungsmöglichkeiten aufzuzeigen. Um diese Vorschläge weiter auszuarbeiten (exakte Definition des Geltungsbereichs, Grenzwerte, mögliche Ausnahmen etc.) wären vertiefte Untersuchungen notwendig. Außerdem sind sie größtenteils als Beiträge zu aktuell bereits laufenden Debatten und Aktivitäten zu verstehen. Bestehende Regulierungsansätze sollten idealerweise ergänzt, präzisiert oder angepasst werden (z.B. Vorschläge zur Materialeffizienz oder zum Standby-Verbrauch).

Die Lösungsansätze beziehen sich ausschließlich auf solche, die im Rahmen der EU-Ökodesign-Rahmenrichtlinie (2009/125/EG) bzw. der Rahmenverordnung zur Energieverbrauchskennzeichnung (2017/1369/EU) umgesetzt werden können. In diesen Rechtsrahmen werden meist vertikale, d. h. auf bestimmte Produktgruppen bezogene Verordnungen erlassen, die Mindestanforderungen an diese Produktgruppe stellen (Ökodesign) bzw. die Ausgestaltung eines produktspezifischen Energielabels definieren (Energieverbrauchskennzeichnung).

Aufgrund der Vielzahl an verschiedenen, teils neuartigen Produkten und der häufig kurzen Entwicklungszyklen, deren Geschwindigkeit die der Gesetzgebung deutlich überschreitet, erscheinen horizontale Verordnungen im vorliegenden Kontext jedoch zielführender, zumindest für solche Produktgruppen, die nicht bereits einer produktspezifischen Einzelregulierung unterliegen. Eine *horizontale Verordnung* ist dabei eine Verordnung, die für eine Vielzahl an Produktgruppen gleichzeitig gilt. Ein Beispiel einer bereits bestehenden horizontalen Verordnung ist die Standby-Verordnung (EU) 1275/2008 bzw. (EU) 801/2013, die für alle elektrischen und elektronischen Haushalts- und Bürogeräte gilt. So können verschiedene horizontale Regulierungen entstehen, die jeweils einen Problembereich für alle davon betroffenen Geräte adressieren. Denkbar ist auch, allgemeine Anforderungen in einer horizontalen Verordnung zu regeln, produktspezifische Besonderheiten dann in einzelnen vertikalen Verordnungen (für einzelne Produktgruppen) zu präzisieren.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die Problembereiche und die Lösungsansätze.

Tabelle 3: Problembereiche vernetzter Geräte und mögliche Lösungsansätze

Problembereich	Lösungsansatz
Energie- und Rohstoffaufwand zur Herstellung der Geräte	Horizontale Mindestanforderungen zur Materialeffizienz („Circularity“) Produkte so gestalten, dass sie möglichst lange genutzt werden können und eine Kreislaufführung ermöglicht wird. Das heißt konkret und in Bezug auf die Geräteeigenschaft „Vernetzung“, Mindestanforderungen an die physische und softwarebedingte Lebens- und Nutzungsdauer der Geräte zu stellen. (Details siehe Kapitel 5.1)
Energieverbrauch der Geräte selbst	Erweiterung des Geltungsbereichs und Anpassung der Standby-Verordnung (EU) 801/2013 (Details siehe Kapitel 5.2)
Energieverbrauch im Übertragungsnetz und in Rechenzentren	Informationsanforderungen an die Kennzeichnung der Datenintensität vernetzter Geräte und an den Energieverbrauch / CO ₂ -Emission von Diensten (Details siehe Kapitel 5.3)
Querliegend	Anforderungen an die Berichterstattung gegenüber der EU-Kommission (Details siehe Kapitel 5.4)

Quelle: eigene Zusammenstellung

5.1 Mindestanforderungen zur Materialeffizienz bei vernetzten Geräten

Derzeit werden bereits verschiedene Anforderungen an die Langlebigkeit und Reparierbarkeit von Produkten im Rahmen einiger vertikaler Ökodesign-Verordnungen gestellt (bspw. an Waschmaschinen, Spülmaschinen, Kühl- und Gefriergeräte oder an elektronische Displays). Die bereits eingeführten Mindestanforderungen sind ein erster Schritt auf dem Weg zu einer umfassenderen Kreislaufführung von Produkten. Diesbezügliche Mindestanforderungen sollten dabei darauf hinwirken, dass Produkte möglichst lange genutzt werden können und die Kreislaufführung von Geräten, Komponenten und Rohstoffen ermöglicht und gefördert wird. So kann die Menge genutzter Geräte und Rohstoffe insgesamt reduziert werden.

Wie einführend dargelegt, sind aufgrund der Vielzahl an verschiedenen Produkten und der teils kurzen Entwicklungszyklen horizontale Vorgaben zur Materialeffizienz zielführender als spezifische (vertikale) Vorgaben. Darüber hinaus waren einige vernetzte Produktgruppen auch Untersuchungsgegenstand in der vorbereitenden Studie zum nächsten Ökodesign- und Energielabel-Arbeitsplan 2020-2024 der Europäischen Kommission⁷, z.B. kleine Küchengeräte oder vernetzte Heim-Audio- und Video-Technik. Es kann jedoch sein, dass diese aufgrund ihres vergleichsweise geringen produktspezifischen Energieeinsparpotenzials nicht als eigenständige Produktgruppe in den Arbeitsplan aufgenommen werden.

In der vorbereitenden Studie zum nächsten Ökodesign- und Energielabel-Arbeitsplan 2020-2024 der Europäischen Kommission wurde das Thema Langlebigkeit, das auch Aspekte wie Reparierbarkeit und Wiederverwendung / Wiederaufbereitung umfasst, entsprechend gesondert analysiert und künftige Politikoptionen zum Aufgreifen dieses Themas entworfen. Dies beinhaltet u. a. auch die Möglichkeit zur Einführung einer horizontalen Verordnung.⁸ Darüber hinaus ist mit der neuen Normenreihe EN 4555X⁹ zur Materialeffizienz in den letzten Jahren eine produktübergreifende Grundlage geschaffen worden, um diese Aspekte im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung zu adressieren.

Grundsätzliche Empfehlungen der Gutachter*innen zum Thema Materialeffizienz bei vernetzten Geräten:

- ▶ Die Einführung einer horizontalen Ökodesign-Verordnung zur Materialeffizienz wird seitens der Gutachter*innen explizit befürwortet.
- ▶ Bezüglich vernetzter Geräte geht es insbesondere darum, dass die Produkte und die zugehörige Software so gestaltet werden, dass sie möglichst lange genutzt werden können und eine Kreislaufführung ermöglicht wird. Das heißt, physische und softwarebedingte Ursachen einer kurzen Lebensdauer, die speziell durch die Vernetzung auftreten, sollten reduziert oder ausgeräumt werden.

Im Folgenden werden besondere Aspekte herausgestellt, die im Hinblick auf die besonderen Problemlagen, die aus der Vernetzung resultieren, aus Sicht der Gutachter*innen durch Mindestanforderungen adressiert werden sollten.

⁷ Vgl. Online: <https://www.ecodesignworkingplan20-24.eu/>, zuletzt aufgerufen am 19. April 2021

⁸ Graulich, 2020: Task 3, Preliminary analysis of product groups and horizontal initiatives – Durability. Draft report, September 2020; online verfügbar unter https://4b53564a-99a6-428e-9c2f-c6596d6ff2ec.usrfiles.com/ugd/4b5356_3fabd6a3fc0a4b91ad5feb271432aa56.pdf

⁹ Vgl. CEN/CLC/JTC 10 -Energy-related products - Material Efficiency Aspects for Ecodesign (https://standards.cen.eu/dyn/www/?p=204:7:0:::FSP_ORG_ID:2240017&cs=146F3F0C3434E2342477B7A2945D5E308) und https://ecostandard.org/news_events/new-common-standards-to-rate-product-circularity-now-published-a-cornerstone-for-sustainability/

Batterien / Akkus¹⁰

- ▶ Anforderungen an die Austauschbarkeit von Batterien und Akkus mit Hilfe allgemein verfügbarer Werkzeuge und ohne dauerhafte Beschädigungen am Gerät.
- ▶ Anforderungen zur Qualität und Haltbarkeit von Batterien und Akkus in batteriebetriebenen Produkten: z.B. erreichbare Mindestanzahl der Ladezyklen eines Akkus. Dies gilt insbesondere für Akkus, die nicht von den Endnutzer*innen wechselbar sind.
- ▶ Anforderungen an standardisierte Ladeschnittstellen und standardisierte Netzteile für Akkus.

Netzwerkschnittstellen

- ▶ Nutzung standardisierter und langfristig unterstützter Netzwerkschnittstellen, um eine Interoperabilität mit anderen Geräten zu gewährleisten. Werden herstellereigene Schnittstellen verwendet (nicht genormte Steckverbindungen, nicht standardisierte Funkfrequenzen oder proprietäre Übertragungsstandards), so sollte es eine Kennzeichnung am Produkt geben, die auf die Inkompatibilität des Produkts hinweist (z.B. bei RFID-Schlüsselsystemen, bei denen die gesamte Schließanlage von der Verfügbarkeit geeigneter elektronischer Schlüssel abhängig ist). In diesem Fall hat der Hersteller eine erweiterte Verantwortung, Ersatzteile oder ergänzende Produkte über die übliche Garantiezeit hinaus bereitzustellen, damit die Nutzungsdauer nicht eingeschränkt wird. Bei standardisierten Schnittstellen, die auch mit Fremdprodukten zusammenarbeiten, kann diese Verpflichtung entfallen.
- ▶ Besteht die Kernfunktionalität eines Gerätes nicht in dem Empfang oder dem Senden von Daten über das Netzwerk (z.B. Küchengerät, Haushaltsgroßgerät, Heizungsanlage, Leuchte, Lautsprecher, Uhr), so müssen die Geräte auch bei fehlender Netzwerkverbindung (ggf. mit eingeschränkter Funktionalität) weiter hinsichtlich ihrer Kernfunktionalität funktionstüchtig sein. Beispielsweise muss eine Küchenmaschine weiterhin ihre üblichen Funktionen wie Rühren, Kneten, Zerkleinern, Wiegen, Erwärmen, etc. ausführen können, auch wenn zum Beispiel eine Verknüpfung mit Rezeptvorschlägen aus dem Internet nicht möglich ist.
Die Internetverbindung muss zudem deaktivierbar sein, wenn der Kunde bzw. die Kundin keine Internetverbindung wünscht oder damit ein Gerät, das keine Sicherheitsupdates mehr erhält, ohne Risiko betrieben werden kann.

Softwareanforderungen und Support

- ▶ Anforderungen an den Support und an die Bereitstellung von Updates der eingesetzten Software: Die für den Betrieb des Produkts notwendigen Programme und Apps sollten längerfristig unterstützt werden, d. h. es sollte eine Verpflichtung für die Hersteller und Anbieter geben, die Software für eine bestimmte Anzahl an Jahren nach dem Inverkehr-

¹⁰ Batterien und Akkus sind grundsätzlich nicht auf vernetzte/vernetzbare Geräten beschränkt. Da jedoch fast alle vernetzten Geräte damit ausgestattet sind und defekte Akkus ein häufiger Grund für die Entsorgung eines Geräts darstellen, sind diese Aspekte dennoch hier aufgeführt.

bringen des letzten Exemplars eines Modells zu unterstützen. Die Dauer sollte sich an der zu erwartenden Lebensdauer der jeweiligen Geräte orientieren, wobei zwischen Sicherheits- und Funktionsupdates unterschieden werden kann.

Tatsächlich besteht hier die Schwierigkeit, in einer horizontalen Verordnung möglichst konkrete Vorgaben an die Dauer, wie lange Software-Updates zur Verfügung gestellt werden sollen, zu stellen. Eine horizontale Verordnung bezieht sich naturgemäß auf eine Vielzahl von (vernetzten) Produkten, für die unterschiedliche „typische Nutzungsdauern“ angenommen werden können. Eine Lösung könnte sein, zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen der Warenkauf-Richtlinie (WKRL), die Hersteller vernetzter Geräte dazu zu verpflichten, beim Verkauf des Produktes einen konkreten Zeitraum in Jahren zu benennen, für den Sicherheits- und/oder Funktionsaktualisierungen zur Verfügung gestellt werden (siehe beispielhaft Display-Verordnung 2017/1369/EU). Der Zeitraum sollte 5 Jahre nach Inverkehrbringen des letzten Exemplars eines Modells nicht unterschreiten dürfen (vgl. „Kontinuität des Softwareproduktes“ RAL gGmbH 2020).

- ▶ Hersteller sollten darüber hinaus auch hinsichtlich erforderlicher Cloud-Dienstleistungen in Rechenzentren zu einem längerfristigen Support der Geräte verpflichtet werden, sodass der Betrieb des Gerätes aufrechterhalten werden kann (z.B. für einen Zeitraum von mindestens 5 Jahren nach dem Inverkehrbringen des letzten Exemplars eines Modells). Bei Abstellen des externen Cloud-Dienstes muss der/die Nutzer*in entweder durch die bereits eingebaute Funktionalität oder durch entsprechende Software-Updates von der Kopplung an den externen Dienst „befreit“ werden und das Gerät davon unabhängig nutzen können.

5.2 Erweiterung und Anpassung der Standby-Verordnung

Die Verordnung 1275/2008 der EU-Kommission (European Commission 2008) regelt den Stromverbrauch von elektrischen und elektronischen Haushalts- und Bürogeräten im Bereitschafts- und Auszustand. Außerdem schreibt sie vor, dass ein solches Gerät automatisch nach einer gewissen Zeit in einen Bereitschafts- und Auszustand versetzt werden muss, wenn es mit dem Netz verbunden ist, aber seine Hauptfunktion nicht bereitgestellt wird oder keine anderen energiebetriebenen Produkte auf seine Funktionen angewiesen sind. Die Verordnung enthält Vorgaben zur Messung der Verbrauchswerte und zu Informationspflichten von Herstellern. Die Verordnung (EG) 801/2013 (European Commission 2013) erweitert (EG) 1275/2008 um Vorgaben für vernetzte Geräte.

Grundsätzlich liegt damit schon eine horizontale Verordnung vor, die überarbeitet werden sollte, um ggf. den Geltungsbereich zu erweitern, weitere Anforderungen aufzunehmen bzw. bestehende Anforderungen an den aktuellen Stand der Technik anzupassen. Tatsächlich wurde bereits 2017 eine Überarbeitungsstudie abgeschlossen (Viegand et al. 2017). Die Überarbeitung der Regulierung steht derzeit aus.

Konkret sollten aus Sicht der Gutachter*innen folgende Aspekte ergänzt oder angepasst werden:

- ▶ Ausweitung des Geltungsbereichs der Standby-Richtlinie auf alle elektrisch betriebenen Geräte, die dauerhaft oder temporär mit dem Stromnetz verbunden sind.

- Der Geltungsbereich sollte Geräte umfassen, die als „eine Funktionseinheit auf dem Markt angeboten werden“, unabhängig davon, ob sie für den Endverbraucher oder einen Zwischenhändler (z.B. Elektroinstallateur) angeboten werden.¹¹
 - Die regulierten Geräte sollten sich nicht nur auf die „in der Liste der energiebetriebenen Produkte in Anhang I“ der Verordnung (EG) 801/2013 genannten Geräte beschränken, sondern grundsätzlich auf alle elektrischen Geräte ausgeweitet werden. Die einschränkende Liste sollte dagegen entfallen.
 - Ebenso sollte es keinen Ausschluss von fest verdrahteten elektrischen Geräten (z.B. Gebäudetechnik, Smart-Home-Geräte) oder Geräten mit „einem externen Niederspannungsnetzteil“ geben. Letzteres führt in der gültigen Fassung dazu, dass viele IKT-Geräte und Geräte der Unterhaltungselektronik nicht von der Verordnung reguliert werden (Viegand et al. 2017).
 - Die Ausnahmen für die in der Verordnung genannten Geräte (Großformatdrucker, Telepräsenz-Systeme, Desktop-Thin-Clients, Workstations usw.) sollten entfallen.
- Die Unterscheidung zwischen HiNA-Geräten¹² und Nicht-HiNA-Geräten („LoNA“)¹³ sollte entfallen, da die Unterschiede im Energiebedarf zwischenzeitlich technisch überholt sind (siehe Abbildung 2). Stattdessen sollte das Vorhandensein einer Netzwerkschnittstelle zur Reaktivierung aus dem Standby-Zustand pauschal durch einen Leistungsaufschlag berücksichtigt werden (siehe folgender Punkt).
- Weist ein Gerät eine Netzwerkschnittstelle (gemäß der bestehenden Definition der Verordnung) auf und nutzt diese zur Reaktivierung aus dem Standby-Zustand, so darf die Leistungsaufnahme des vernetzten Gerätes im Zustand des vernetzten Bereitschaftsbetriebs 1 Watt höher liegen als die maximale Leistungsaufnahme eines nicht-ernetzten Gerätes. Konkret ergeben sich aus den derzeit (seit 01.01.2015) gültigen Anforderungen gemäß Anhang II der Standby-Verordnung folgende zulässige Werte für den Stromverbrauch im Bereitschaftszustand:
- Die Leistungsaufnahme des Geräts in einem Zustand, in dem eine **nicht-ernetzte Reaktivierungsfunktion** bereitgestellt wird, darf **0,50 W** nicht überschreiten.
 - Die Leistungsaufnahme eines Geräts, das **zusätzlich** zur nicht-ernetzten Reaktivierungsfunktion **eine Informations- oder einer Statusanzeige** bereitstellt, darf **1,00 W** nicht überschreiten.

¹¹ Die bestehende Formulierung des Geltungsbereichs der Standby-Richtlinie Artikel 2 lautet dagegen: ... „als eine Funktionseinheit auf dem Markt angeboten werden und für Endnutzer bestimmt sind“

¹² HiNA: High Network Availability. Unter „HiNA-Gerät“ werden Geräte verstanden, die als Hauptfunktion(en) ausschließlich eine oder mehrere der folgenden Funktionen erfüllen: Router, Netzwerk-Schalter, Drahtlos-Netzzugangspunkt, Hub, Modem, VoIP-Telefon, Videotelefon. „Vernetztes Gerät mit HiNA-Funktionen“ bezeichnet ein Gerät, das unter anderem die Funktionen eines Routers, Netzwerk-Schalters, Drahtlos-Netzzugangspunkts oder eine Kombination dieser Funktionen erfüllt, aber kein HiNA-Gerät ist.

¹³ LoNa: Low Network Availability. Der Begriff wurde in der Vorstudie geprägt. In der Verordnung selbst taucht er nicht mehr auf. Gemeint sind Geräte, die eine längere Reaktionszeit aufweisen als „HiNA“-Geräte.

- Die Leistungsaufnahme eines Geräts, in dem eine Reaktivierungsfunktion über die **Netzwerkschnittstelle** bereitgestellt wird, darf **1,50 W** nicht überschreiten.
- Die Leistungsaufnahme eines Geräts, das **zusätzlich** zur Reaktivierungsfunktion über die Netzwerkschnittstelle eine **Informations- oder einer Statusanzeige** bereitgestellt, darf **2,00 W** nicht überschreiten.
- ▶ Bei vernetzten Geräten sollten alle drahtlosen Netzwerkverbindungen im Auslieferungszustand ausgeschaltet sein. Auch nach der Inbetriebnahme sollten die Anwender*innen dabei unterstützt werden, Offline- und Energiesparmodi leicht auszuwählen (z.B. Schalter am Gerät, einfache Bedienung der Software).
- ▶ Die Verordnung sollte so angepasst werden, dass die Geräte tatsächlich, wie beabsichtigt, automatisch in den Bereitschafts- oder den Auszustand versetzt werden, wenn für einen bestimmten Zeitraum keine Hauptfunktion ausgeführt wird bzw. keine anderen energiebetriebenen Produkte auf seine Funktionen angewiesen sind (Verbrauchsminimierungsfunktion). Möglichkeiten zur Umgehung der Anforderung durch Definition neuer Betriebsmodi, die zur Überbrückung von Nichtnutzungsphasen geeignet sind, (z.B. „Schnellstart-Modus“, „Instant-on-Standby“) sollten ausgeschlossen werden.

5.3 Anforderungen zur Senkung des zusätzlichen Energieverbrauchs in Übertragungsnetzen und Rechenzentren

Die verpflichtende Bereitstellung von Informationen über den Datenverkehr vernetzter Geräte verfolgt das Ziel, den Datenstrom und den damit zusammenhängenden, bislang „unsichtbaren“ Energieverbrauch in Übertragungsnetzen und Rechenzentren sichtbar zu machen. Damit können transparentere Kaufentscheidungen ermöglicht werden. Außerdem sollte, ggf. in einem zweiten Schritt, der Datenverkehr mit Hilfe von verpflichtenden Mindestanforderungen, auf das jeweils notwendige Maß reduziert werden.

Der Energieverbrauch durch die Nutzung von Cloud-Diensten (Datenverarbeitung, Datenspeicherung, Datenlieferung etc.) ist sowohl von Parametern abhängig, die durch das lokal genutzte Produkt definiert werden (Datenmenge, Datenhäufigkeit, externer Rechenaufwand) als auch durch die spezifische Effizienz des Übertragungsnetzes bzw. des Rechenzentrums. Der Einfluss von Ökodesign bzw. Energielabel für vernetzte Geräte beschränkt sich dabei zunächst auf das lokal genutzte Gerät und wirkt nur indirekt über den Dienstanbieter auf die Effizienz von Netzen und Rechenzentren.

Wie in Kapitel 3.2.2 dargestellt, gibt es derzeit nur wenig quantitative Informationen über den Energieverbrauch in Übertragungsnetzen und Rechenzentren. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zielen daher zunächst auf mehr Transparenz durch Informationspflichten. Die vorgeschlagenen Maßnahmen starten dabei mit weniger ambitionierten Anforderungen, indem nur Informationsanforderungen zu Eigenschaften des Geräts bzw. des Dienstes gefordert werden. Ambitionierter wären dagegen konkrete Vorgaben zur Datensparsamkeit, also Grenzwerte für die maximale Datenübertragung pro bereit gestellten Dienst, die nicht überschritten werden dürfen. Bei der derzeitigen Datenlage können solche Grenzwerte noch nicht festgelegt werden. Im Rahmen weiterer Forschungsaktivitäten sollte hier eine breitere Datenbasis erstellt werden, um in Zukunft wirksame Anforderungen stellen zu können.

Der letzte Vorschlag geht über Eigenschaften des Geräts bzw. des entsprechenden Dienstes hinaus, indem auch die Effizienz von Übertragungsnetzen und Rechenzentren für die Angabe des Energieverbrauchs mitberücksichtigt werden. Hierfür müssen Netz- bzw. Rechenzentrumsbetreiber Informationen an den Geräte- bzw. Diensteanbieter übermitteln. Dieser Punkt ist sicher nicht kurzfristig umsetzbar und es ist fraglich, ob Verbraucher*innen mit einer solchen, eher komplexen Information ggf. überfordert sind. Eventuell ist es zielführender, Übertragungsnetze und Rechenzentren direkt mit Hilfe von Informationsanforderungen oder Vorgaben zu adressieren. Informationsanforderungen ließen sich ebenfalls in einer horizontalen Ökodesign-Verordnung zur Materialeffizienz festschreiben. Es wäre auch denkbar ein horizontales Energie-/ und Materialeffizienzlabel für alle vernetzten Geräte einzuführen.

Anforderungen an den Datenverkehr vernetzter Geräte:

- ▶ Kennzeichnung, dass das Produkt auf eine Internetverbindung bzw. auf externe Cloud-Dienstleistungen angewiesen ist. Eine solche Kennzeichnung kann ein Logo beispielsweise auf dem EU-Energielabel sein, sofern die Produkte in den Geltungsbereich der Energielabel-Regulierungen fallen, oder als alleinstehendes Logo auf dem Produkt angebracht sein (vergleichbar mit dem Entsorgungshinweis zur Kennzeichnung von Elektrogeräten). Zusätzlich sollte die angesteuerte Webseite oder IP-Adresse im Produktdatenblatt angegeben werden.
- ▶ Angaben am Produkt zur übertragenen Datenmenge für ein bestimmtes Nutzungsszenario (Datenmenge pro Jahr) oder den Betriebszustand des Geräts (Übertragungsrate). Denkbar ist beispielsweise, dass vernetzte Geräte die übertragene Datenmenge pro Zeiteinheit verbindlich auf dem Energielabel angeben müssen, sofern sie in den Geltungsbereich der Energielabel-Regulierungen fallen, vergleichbar mit der Angabe des jährlichen Wasserverbrauchs von Wasch- oder Spülmaschinen. Alternativ wäre auch eine Darstellung in einem verbindlichen Produktdatenblatt oder einem elektronischen Produktpass denkbar oder die Berücksichtigung der Datenintensität bei der Berechnung des Energieeffizienzindex.
- ▶ Auskunft im Produktdatenblatt bzw. in der zugehörigen Produktinformation darüber, welche Daten (Qualität), für wen (Empfänger), in welchem Intervall (Häufigkeit) und zu welchem Grad der Verschlüsselung (Sicherheit) übertragen werden. Diese Informationen sind insbesondere zum Schutz der Privatsphäre von Interesse der Anwender*innen.
- ▶ Vorgaben zur Datensparsamkeit: Abhängig von der Funktion und vom Anwendungskontext können Anforderungen hinsichtlich der Menge an übertragenen Daten durch vernetzte Geräte gestellt werden. So könnte es beispielsweise Default-Einstellungen geben, die eine externe Datenübertragung auf die sparsamste Stufe reduzieren (z.B. Bildwiederholraten und Auflösung der Videokamera) oder einen konfigurierbaren Zeitplan, vergleichbar mit den Energiesparfunktionen von Routern zum Abschalten des WLAN. Ist die Funktionalität des Geräts auch mit geringeren Datenmengen sichergestellt, so sollte die Grundeinstellung auf der geringsten Stufe liegen.
- ▶ Vorgaben zur Stärkung der Datensouveränität für Verbraucherinnen und Verbrauchern: Nutzerinnen und Nutzern könnten durch entsprechende Anforderungen an das Geräte-

und Softwaredesign in die Lage versetzt werden, auf die Art und die Menge der zu übertragenden Daten Einfluss zu nehmen, um diese auf Wunsch reduzieren oder auch deaktivieren zu können („Recht auf Nicht-Vernetzung“).

Ausblick

Anforderungen an den Energieverbrauch, der durch die mit dem Gerät verknüpften Cloud-Dienste verursacht wird

- ▶ Einen Schritt weiter zu mehr Transparenz geht eine Angabe über den Energieverbrauch durch die mit den Geräten verknüpften Cloud-Dienste. So könnte ein smartes Haushaltsgerät, das auf die externe Datenverarbeitung angewiesen ist, zusätzlich zum lokalen Energieverbrauch auch den Energieverbrauch in Datennetzwerken und Rechenzentren ausweisen. Dadurch haben Verbraucher*innen die Möglichkeit, besonders sparsame Kombinationen von Gerät und Cloud-Dienst auszuwählen.
- ▶ Damit die Umweltwirkungen des Datenverkehrs von vernetzten Geräten transparent gemacht werden können, ist auch mehr Transparenz seitens der Übertragungsnetzbetreiber und der Rechenzentren erforderlich. Diese sollten perspektivisch Auskunft über ihren spezifischen Energieverbrauch pro Datenmenge (Übertragungsnetzbetreiber) oder pro erbrachter Cloud-Dienstleistung (Rechenzentren) geben. Ergänzend zum Energieverbrauch sollte diese Information auch als spezifische Treibhausgasemissionen ausgewiesen werden.
- ▶ Ein aktuelles Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes (Gröger und Liu 2021) hat eine Bilanzierungsmethode entwickelt, mit der der Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen von Cloud-Diensten pro Serviceeinheit berechnet werden können. Im Projektbericht wird dies anhand von Beispielen aufgezeigt. Die Methode wurde bisher noch nicht weiter in der Praxis angewendet, weshalb nur wenige solcher Beispieldaten vorliegen. Für die Zukunft wäre es wünschenswert, wenn Rechenzentrumsbetreiber bzw. Anbieter von Cloud-Diensten solche Daten regelmäßig zur Verfügung stellen.

5.4 Anforderungen an die Berichterstattung gegenüber der EU KOM

Zur Vorbereitung sachgerechter Anforderungen an vernetzte Geräte sowie zur Identifizierung relevanter Produktgruppen wäre es gegebenenfalls zielführend, die Mitgliedstaaten zu verpflichten, die Gerätegruppen und -arten, die in einem Mitgliedstaat in Verkehr gebracht wurden – einschließlich der durch die Netzwerkfunktion verursachten Energieverbräuche des Endgeräts sowie der bei Netzbetreibern und Rechenzentren anfallenden Energieverbräuche, an die EU Kommission zu melden. Ziel ist der Aufbau einer Informationsgrundlage nach Produktgruppen für gegebenenfalls weiterführende Anforderungen, insbesondere mit Blick auf ergänzende Produktinformationen auf dem Energielabel zum indirekten Stromverbrauch.

6 Diskussion der Regulierungsansätze und Empfehlungen

Im Rahmen der Kurzexpertise wurde am 25. Mai 2021 ein Fachgespräch durchgeführt, in dem die Ergebnisse der vorliegenden Recherchen einer interessierten Fachöffentlichkeit vorgestellt wurden. Die bei der Bearbeitung entstandenen Fragestellungen (siehe Anhang B) wurden diskutiert und die jeweiligen Einschätzungen der Fachleute eingeholt. Teilgenommen haben Vertreter*innen von Ministerien, Behörden, Forschungseinrichtungen, Herstellern von Elektro- und Elektronikgeräten sowie Umwelt- und Verbraucherverbänden. In dem Fachgespräch wurden die vorgeschlagenen potenziellen Regulierungsansätze diskutiert und auf ihre Akzeptanz und Machbarkeit innerhalb des Teilnehmer*innenkreises hin überprüft. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Diskussion in aggregierter Form dargestellt. Vor diesem Hintergrund werden Empfehlungen der Gutachter*innen (der Autor*innen dieser Kurzexpertise) ausgesprochen, wie die mit vernetzten Geräten zusammenhängenden Problemlagen adressiert werden können.

6.1 Verlängerung der Produktnutzungsdauer

Die verkürzte Nutzungsdauer durch zusätzliche Hard- und Softwareabhängigkeiten wird als ein wesentliches Problemfeld der vernetzten bzw. vernetzbaren Geräte gesehen (siehe Kapitel 5.1). Umwelt- und Verbraucherverbände wünschen sich möglichst langlebige Produkte und Zusagen von Herstellern und Betreibern von Cloud-Plattformen, dass Produkte langfristig unterstützt werden. Softwarebedingte Obsoleszenz sollte vermieden werden. Hersteller verweisen jedoch auf externe Abhängigkeiten ihrer Geräte bspw. von Herstellern von Komponenten (z.B. Chips, Bauteile, Baugruppen) und deren Entwicklungszyklen, Softwareabhängigkeiten (z.B. Betriebssysteme, Firmware, Sicherheitsupdates), schnell ändernde Standards sowie unzuverlässige Support-Zeiträume externer Datendienste (z.B. Cloud-Services). Hierauf haben einzelne Gerätehersteller wenig direkten Einfluss. Grundsätzlich wird es begrüßt, Mindestzeiträume gesetzlich vorzuschreiben, innerhalb derer ein Produkt nutzbar sein muss („Mindestlebensdauer“). Die genannte Anzahl von 5 Jahren stellt einige Hersteller wegen der rasch fortschreitenden technischen Entwicklung bereits vor Herausforderungen. Die jeweils mögliche Mindestlebensdauer hängt darüber hinaus auch stark von der Produktgruppe ab. Für große Haushaltsgeräte müssen beispielsweise längere Mindestlebensdauern gelten als für kostengünstige Konsumgüter. Die Erwartung von Konsument*innen ist, dass hochpreisige Produkte auch eine lange technische Lebensdauer aufweisen. In der Praxis ist dieser Zusammenhang jedoch nicht gegeben. Kostspielige Smartphones weisen in der Regel eine sehr kurze Lebensdauer auf, während beispielsweise kostengünstige Rundfunkempfänger oder Audioabspielgeräte mehrere Jahrzehnte genutzt werden können. Eine Festschreibung konkreter Lebensdauern in einer horizontalen Verordnung wird daher seitens einiger Hersteller problematisch gesehen. Einigkeit besteht jedoch darin, dass Geräte auch ohne aktivierte Netzwerkfunktion ihre Kernfunktionalitäten erfüllen sollen. Eine unmittelbare Abhängigkeit von externen Diensten sollte daher durch geeignete Anforderungen an die Produkte verhindert werden.

► Empfehlungen der Gutachter*innen:

Die Einführung einer horizontalen (d. h. alle elektrischen Produkte betreffenden) Ökodesign-Verordnung zur Verringerung der softwarebedingten Obsoleszenz und zur Festlegung von Mindestlebensdauern (z.B. 5 Jahre) ist, auch vor dem Hintergrund der geführten Diskussion, ein geeignetes Instrument, um die Nutzungsdauer von vernetzten Produkten zu erhöhen. Gleiches gilt für elektronische Dienste, von denen die vernetzten Geräte abhängig sind (z. B: Cloud-Services zum Betrieb von Geräten), die ebenfalls eine

Mindestverfügbarkeitsdauer aufweisen sollten.

Um eine Mehrfachregulierung zu verhindern, sollte dies in einer ohnehin geplanten horizontalen Regulierung, wie beispielsweise einer **Ökodesign-Verordnung für Materialeffizienz** untergebracht werden. Die Anforderungen müssen dabei nicht auf vernetzte Geräte beschränkt sein, auch wenn sie hier besonders relevant sind. Für solche Produkte, die bereits durch vertikale Ökodesign-Verordnungen adressiert werden (z.B. große Haushaltsgeräte) könnten die Anforderungen alternativ jeweils in den spezifischen produktscharfen Verordnungen untergebracht werden.

6.2 Reduktion des Standby-Energieverbrauchs vernetzter Geräte

Die vorliegende Kurzexpertise schlägt Vereinfachungen und Verschärfungen der existierenden Standby-Verordnung vor (siehe Kapitel 5.2). Diesen Vorschlägen stimmen die Teilnehmer*innen des Fachgesprächs weitgehend zu. Die geforderten Grenzwerte werden bereits jetzt durch die am Markt angebotenen Geräte erfüllt oder übererfüllt. In der aktuellen Ökodesign-Verordnung für Lichtquellen gilt ab dem 1. September 2021 sogar ein noch ambitionierterer Grenzwert für vernetzte Leuchtmittel: „Die Leistungsaufnahme im vernetzten Bereitschaftsbetrieb P_{net} einer vernetzten Lichtquelle darf 0,5 W nicht übersteigen“ (European Commission 2019). Vor diesem Hintergrund sollten die Grenzwerte der aktuell gültigen horizontalen Standby-Verordnungen (European Commission 2008, 2013) geprüft und bei der Überarbeitung angepasst werden.

Ob es möglich sein wird, die Unterscheidung zwischen vernetzten Geräten mit niedriger Netzwerkverfügbarkeit (LoNa) und solchen mit hoher Verfügbarkeit (HiNa) in der Verordnung genannten Ausnahmen aufzuheben, konnte in dem Fachgespräch nicht eindeutig beantwortet werden. Dies zu prüfen, sollte Bestandteil der jeweiligen Überarbeitungsstudien der Standby-Verordnung sein.

► Empfehlungen der Gutachter*innen:

Die **Standby-Verordnung** stellt ein wichtiges und in der Vergangenheit sehr effektives Instrument dar, unnötigen Stromverbrauch von elektrischen Haushalts- und Bürogeräten zu reduzieren. Die Verordnung sollte daher dringend überarbeitet werden und die aktuelle Problematik vernetzter Geräte darin **mit ambitionierteren Mindestanforderungen** berücksichtigt werden.

Vorschläge zur Überarbeitung werden in Kapitel 5.2 dieser Kurzstudie formuliert.

6.3 Energieverbrauch in Übertragungsnetzwerken und Rechenzentren

Die Thematik des zusätzlichen Energie- und Ressourcenverbrauchs durch vernetzte Geräte (siehe Kapitel 5.3) wurde in dem Fachgespräch kontrovers diskutiert. Es wurde festgestellt, dass hierzu wenig verlässliche Daten vorliegen und gleichzeitig wurde infrage gestellt, ob hier überhaupt ein Regulierungsbedarf besteht. Die Diskussion machte dabei insbesondere deutlich, dass im Bereich der indirekten Umwelteffekte in Übertragungsnetzwerken und Rechenzentren noch ein erheblicher Klärungs- und Forschungsbedarf besteht. Die im Rahmen dieser Kurzstudie vorgeschlagenen Maßnahmen zur Erhöhung der Transparenz (z.B. Nennung der vom vernetzten Gerät übertragenen Datenmenge, Schutz der Privatsphäre, Datensparsamkeit und Datensouveränität) werden grundsätzlich begrüßt. Ob eine Regulierung hierfür das geeignete Instrument ist, um diese Transparenz herzustellen und ob hier Doppelungen zu anderen gesetzlichen Regelungen (z.B. Datenschutz-Grundverordnung – DSGVO) auftreten werden, konnte jedoch nicht abschließend geklärt werden. Die Teilnehmer*innen sind sich aber darin einig, dass

das Thema eine hohe Relevanz hat und in diesem Bereich noch geeignete Metriken und Berichtsformate (z.B. Energieeffizienzkennzahlen für Netzwerkverbindungen, CO₂-Fußabdrücke von Cloud-Dienstleistungen) entwickelt werden müssen.

► **Empfehlungen der Gutachter*innen:**

Beim Energieverbrauch in Übertragungsnetzwerken und Rechenzentren sind zunächst **Telekommunikationsanbieter und Betreiber von Rechenzentren** bzw. Cloud-Dienste-Anbieter gefragt. Diese **sollten in naher Zukunft über die Effizienz ihrer Dienste Auskunft geben** (z.B. Energieverbrauch pro Datenübertragung oder pro Dienstleistungseinheit). Hierfür sollten geeignete Regulierungen für Telekommunikationsdienste geschaffen werden. Die Ableitung solcher Auskunftspflichten sollte Gegenstand der weiteren umweltbezogenen Forschung sein. Für eine **produktbezogene Regulierung** auf der Ebene vernetzter Geräte, die über eine reine Informationsanforderung hinausgeht, scheint es dagegen zum jetzigen Zeitpunkt **zu früh** zu sein. Es wäre denkbar, bestimmte Daten, wie beispielsweise das typische Datenvolumen eines vernetzten Gerätes (z.B. Datenübertragung pro Jahr) als Pflichtangabe am Produkt zu fordern, vergleichbar der Angabe einzelner Produktkennwerte (z.B. Wasserverbrauch von Geschirrspülmaschinen, Lärmemissionen von Klimaanlage, Bildschirmdiagonalen von Displays) innerhalb der Energieverbrauchskennzeichnung für einzelne Produkte. Hierfür fehlt jedoch bislang noch ein horizontales Regelwerk, das alle vernetzten Geräte betreffen würde und die zugehörige Messmethodik.

7 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf

Die vorliegende Kurzexpertise hatte zum Ziel, die mit vernetzten Geräten zusammenhängenden ökologischen Problemlagen zu identifizieren und daraus mögliche Lösungsansätze sowie potenzielle Regulierungsansätze im Rahmen der EU-Ökodesign Richtlinie und der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung zu entwickeln.

Für die beiden Problembereiche Produktlebensdauer und Standby-Energieverbrauch wurden in diesem Rahmen konkrete Regulierungsansätze identifiziert Diese sind

- eine horizontale Ökodesign-Verordnung zur Verbesserung der Materialeffizienz, einschließlich einer Verringerung der softwarebedingten Obsoleszenz (siehe Kapitel 5.1) sowie
- ein deutlich höheres Ambitionsniveau der bestehenden Mindestanforderungen der Standby-Verordnung für vernetzte Geräte (siehe Kapitel 5.2).

Da es sich bei der vorliegenden Studie lediglich um eine Kurzstudie handelt, wurden die jeweiligen Fragestellungen nicht in einem Detaillierungsgrad behandelt, der die quantitative Konkretisierung der Mindestanforderungen sowie weitere Formulierungen für die eine geänderte Ökodesign-Verordnung oder Energieverbrauchskennzeichnung ermöglicht. Eine wesentlicher Grund hierfür ist insbesondere die defizitäre Datenlage und die intransparenten Abhängigkeiten zwischen den Inverkehrbringer der Geräte, den Komponenten-Herstellern, Software-Herstellern, Netz- und Cloud-Anbieter. Dies sollte jedoch Gegenstand weiterer Studien auf deutscher oder EU-Ebene sein. Beispielsweise benötigen folgende Fragestellungen und Aspekte eine weitere, detailliertere Erhebung, Untersuchung und Prüfung:

- ▶ Welche Definition von vernetzten / vernetzbaren Geräten bzw. Netzwerkschnittstelle wäre unter der Standby-Verordnung sachgerecht und gleichermaßen für einen möglichst effizienten Vollzug geeignet?
- ▶ Welche maximalen Leistungsaufnahmen einer Reaktivierungsfunktion (mit und ohne Statusanzeige) sind im Rahmen der Standby-Verordnung für vernetzte Geräte ökologisch vertretbar und technisch realisierbar? Welche technischen Hemmnisse bestehen, welche Produkte können welche Grenzwerte einhalten?
- ▶ Ist es möglich und sinnvoll, die Unterscheidung zwischen vernetzten Geräten mit niedriger Netzwerkverfügbarkeit (LoNa) und solchen mit hoher Verfügbarkeit (HiNa) und die in der Standby-Verordnung genannten Ausnahmen aufzuheben?

Für den zusätzlichen Energie- und Ressourcenverbrauch in Übertragungsnetzen und Rechenzentren wurde weiterer Forschungsbedarf identifiziert, der einer Erarbeitung konkreter Regelungsvorschläge vorgeschaltet sein sollte.

Hier wird der Forschungsbedarf gesehen,

- ▶ Methoden und Kennzahlen zur Bewertung der **Energieeffizienz von Übertragungsnetzen** und verschiedenen Netzwerktechnologien zu entwickeln sowie
- ▶ die Methodik zur Bewertung von Cloud-Dienstleistungen („Green Cloud Computing“) (Gröger und Liu 2021) insofern praxisgerecht weiter zu entwickeln, dass Diensteanbieter zukünftig die Umweltwirkungen ihrer Dienste verbindlich benennen und diese damit den vernetzten Geräten zuordnen können.
- ▶ Darüber hinaus sollte eine breitere Datenbasis zur Höhe des Datenverkehrs durch vernetzte Geräte geschaffen werden und zu Möglichkeiten, diesen zu minimieren. Hierzu sollten geeignete Monitoring-Instrumente entwickelt und in der Praxis angewandt werden.
- ▶ Mit Hilfe von empirischen Studien sollte der Bedarf nach und das Verständnis von Verbraucher*innen für Informationen bezüglich der Art und Höhe des Datenverkehrs abgeprüft werden.

8 Literaturverzeichnis

- Buchert, Matthias; Manhart, Andreas; Bleher, Daniel; Pingel, Detlef (2012): Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten. LANUV-Fachbericht 38. Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. Öko-Institut e.V. Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30038.pdf, zuletzt geprüft am 17.08.2020.
- Deutsche Telekom (2020): Corporate Responsibility Bericht 2019. ESG KPI „Energy Intensity“ Konzern DT in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.cr-bericht.telekom.com/site20/steuerung-fakten/umwelt/energieverbrauch-effizienz#atn-534-10901,atn-534-10900,atn-534-16355>, zuletzt geprüft am 05.03.2021.
- European Commission (2008): Commission Regulation (EC) No 1275/2008 of 17 December 2008 implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for standby and off mode electric power consumption of electrical and electronic household and office equipment. In: *OJ L* (339), S. 45–52. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:339:0045:0052:en:PDF>, zuletzt geprüft am 07.03.2015.
- European Commission (2013): Commission Regulation (EU) No 801/2013 of 22 August 2013 amending Regulation (EC) No 1275/2008 with regard to ecodesign requirements for standby, off mode electric power consumption of electrical and electronic household and office equipment, and amending Regulation (EC) No 642/2009 with regard to ecodesign requirements for televisions. In: *OJ L* (225), S. 1–12. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R0801&from=EN>, zuletzt geprüft am 04.05.2015.
- European Commission (2019): Verordnung (EU) 2019/2020 der Kommission vom 1. Oktober 2019 zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Lichtquellen und separate Betriebsgeräte gemäß der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates und zur Aufhebung der Verordnungen (EG) Nr. 244/2009, (EG) Nr. 245/2009 und (EU) Nr. 1194/2012 der Kommission Text von Bedeutung für den EWR. 2019. Online verfügbar unter <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2020&from=EN>, zuletzt geprüft am 10.06.2021.
- European Commission (2020): Shaping Europe's digital future. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/communication-shaping-europes-digital-future-feb2020_en_4.pdf, zuletzt geprüft am 08.04.2021.
- Forti V.; Baldé, C.P; Kuehr, R.; Bel, G. (2020): The Global E-waste Monitor 2020. Quantities, flows, and the circular economy potential. Hg. v. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA). Bonn, Geneva, Rotterdam, zuletzt geprüft am 03.08.2020.
- Friedli, M.; Kaufmann, L.; Paganini, F.; Kyburz, R. (2016): Energy Efficiency of the Internet of Things. Technology and Energy Assessment Report. Online verfügbar unter <https://www.iea-4e.org/document/384/energy-efficiency-of-the-internet-of-things-technology-and-energy-assessment-report>, zuletzt geprüft am 07.08.2020.
- Gröger, J. (2020): Digitaler CO2-Fußabdruck. Datensammlung zur Abschätzung von Herstellungsaufwand, Energieverbrauch und Nutzung digitaler Endgeräte und Dienste. Im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND).
- Gröger, Jens; Liu, Ran (2021): Green Cloud Computing. Lebenszyklusbasierte Datenerhebung zu Umweltwirkungen des Cloud Computing. Unter Mitarbeit von Lutz Stobbe, Jan Druschke und Nikolai Richter. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-06-17_texte_94-2021_green-cloud-computing.pdf.
- Hintemann, Ralph; Hinterholzer, Simon (2018): Smarte Rahmenbedingungen für Energie- und Ressourceneinsparungen bei vernetzten Haushaltsprodukten. Kurzstudie im Auftrag des Bund für Umwelt und

Naturschutz Deutschland e.V. (BUND). Hg. v. Borderstep Institut. Online verfügbar unter https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/energiewende/energiewende_studie_vernetzte_produkte.pdf, zuletzt geprüft am 03.08.2020.

Köhler, A.; Hermann A., Gsell, M.; Löw, C.; Moch, K.; Baron, Y.; Beilke, N.; Verbücheln M. (unveröffentlicht): Herausforderungen bei der Erfassung und Entsorgung von Elektro-Altgeräten mit untypischem Design und Materialien („untypische“ EAG). Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Texte).

Mercier, Catherine; Dayem, Katherine; May-Ostendorp, Peter; Wagner, Jason (2018): Network Standby Power Basics: Factors Impacting Network Standby Power in Edge Devices. IEA 4E EDNA. Online verfügbar unter <https://www.iea-4e.org/document/414/network-standby-power-basics-revised-april-2018>, zuletzt geprüft am 07.08.2020.

Prakash, Siddharth; Dehoust, Günther; Gsell, Martin; Schleicher, Tobias; Stamminger, Rainer (2016): Einfluss der Nutzungsdauer von Produkten auf ihre Umweltwirkung: Schaffung einer Informationsgrundlage und Entwicklung von Strategien gegen „Obsoleszenz“. Öko-Institut e.V. 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 04.01.2017.

Prakash, Siddharth; Hilbert, Inga (2016): Nachhaltigkeit 4.0 – Digitalisierung im Alltag und Industrie 4.0. Öko-Institut e.V. Freiburg.

Quack, Dietlinde; Liu, Ran; Gröger, Jens (2019): Smart Home – Energieverbrauch und Einsparpotenzial der intelligenten Geräte. Freiburg, Berlin. Online verfügbar unter <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Smarthome-Stromverbrauch.pdf>, zuletzt geprüft am 03.08.2020.

RAL gGmbH (Hg.) (2020): Ressourcen- und energieeffiziente Softwareprodukte (DE-UZ 215). Vergabekriterien Ausgabe Januar 2020 Version 1. Umweltzeichen Blauer Engel. Bonn. Online verfügbar unter <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20215-202001-de%20Kriterien-2020-01-16.pdf>, zuletzt geprüft am 29.04.2021.

Schien, Daniel; Coroama, Vlad C.; Hilty, Lorenz M.; Preist, Chris (2014): The Energy Intensity of the Internet: Edge and Core Networks (DOI: 10.1007/978-3-319-09228-7_9). Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/266968255_The_Energy_Intensity_of_the_Internet_Edge_and_Core_Networks/, zuletzt geprüft am 09.05.2020.

Schischke, K.; Clemm, C.; Berwald, A.; Proske, M.; Dimitrova, G.; Reinhold, J. et al. (2020): Ecodesign preparatory study on mobile phones, smartphones and tablets. Draft Task 4 Report. Technologies. Hg. v. European Commission. Brüssel. Online verfügbar unter <https://www.ecosmartphones.info/documents/>, zuletzt geprüft am 26.01.2021.

Schleicher, Tobias; Tür, Maria; Manhart, Andreas; Gröger, Jens (2019): Machbarkeitsstudie zur Integration sozialer Aspekte in das Umweltzeichen Blauer Engel am Beispiel eines Tablet-PCs. Öko-Institut e.V. im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.blauer-engel.de/sites/default/files/publication/2019-03-04-texte-19-2019-bep-anlage-soziale-aspekte-tablet.pdf>, zuletzt geprüft am 07.08.2020.

Statista (Hg.) (2021): Absatz von Wearables in Deutschland in den Jahren 2015 bis 2020 (in Millionen Stück). Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/551366/umfrage/absatz-von-wearables-in-deutschland/>, zuletzt aktualisiert am 11.06.2021.

Viegand, J.; Huangand, B.; Maya-Drysdale, L.; Kemna, R. (2017): Review study on Standby Regulation. Study on the Regulation of the Regulation (EC) No. 1275/2008. Final Report Draft Version. Online verfügbar unter <https://www.ecostandbyreview.eu/downloads/Review%20study%20standby%20regulation%20draft%20final%20report%20april%202017.pdf>, zuletzt geprüft am 07.08.2020.

A Anhang: Recherche nach Produkten des „Internet der Dinge“

Tabelle 4: Exemplarische Produkte des „Internet der Dinge“

Gerätetyp	Bezeichnung	Beschreibung	Datenübertragung	Energieversorgung	Website
großes Haushaltsgerät	Intelligenter Backofen	Auswahl von Backprogrammen, Überwachung der Backwaren per Bildübertragung auf das Smartphone	WLAN	Netzstrom	https://juneoven.com/
großes Haushaltsgerät	Smarter Kühlschrank	Füllbestand wird auf dem Smartphone angezeigt. Temperatur lässt sich extern regulieren	WLAN	Netzstrom	https://www.lg.com/eastafrica/refrigerators/lg-GC-X247CSAV
Küchengerät	Smartes Grillthermometer	Misst die Temperatur von Grillgut	Bluetooth	Akku	https://www.weber.com/US/en/igrill/weber-25969.html
Küchengerät	Netzwerk Kaffeemaschine	Überwachung und Planung der Kaffeezubereitung	WLAN	Netzstrom	https://www.nespresso.com/de/en/prodigio-machines-range
Küchengerät	Präzisionskochgerät	Stabboiler mit Temperaturüberwachung und Kochprogrammen	WLAN	Netzstrom	https://anovaculinary.com/anova-precision-cooker/
Körpermessgerät	Intelligente Yogamatte	Messung der Körperhaltung anhand von Druckpunkten, Yoga-Training per Smartphone	Bluetooth	Akku	https://smartmat.com/
Körpermessgerät	Fitnesstracker-Armband	Messung von Körpertemperatur, Schritten und Herzschlag	Bluetooth	Akku	diverse
Körpermessgerät	Smartes Fieberthermometer	Fieberthermometer mit Datenschnittstelle zum Smartphone	Kabel	über Smartphone	https://www.kinsahealth.co
Körpermessgerät	Blutdruckmessung	Blutdruckmessung mit Anzeige und Aufzeichnung und Smartphone	Bluetooth	Primärbatterien	https://www.withings.com/de/de/

Gerätetyp	Bezeichnung	Beschreibung	Datenübertragung	Energieversorgung	Website
Körpermessgerät	Smarter Strampelanzug	Drucksensor im Strampelanzug, der die Atembewegung misst	WLAN	Akku	https://www.mimobaby.com/
Körpermessgerät	Smarter Babystrumpf	Messung von Herzschlag und Sauerstoffgehalt im Blut	WLAN	Akku	https://owletbabycare.co.uk/
Körpermessgerät	Intelligenter Schnuller	Zeigt durchgehend die Körpertemperatur des Babys an. Per Smartphone kann der Schnuller lokalisiert werden	Bluetooth	Primärbatterien	https://bluemaestro.com/products
Körpermessgerät	Smarte Zahnbürste	Nimmt Verbindung mit Smartphones auf. Die entsprechende App kann ein persönliches Mundpflegeprogramm empfehlen	Bluetooth	Akku	https://www.saturn.de/de/product/_oral-b-white-pro-7000-1847831.html
Körpermessgerät	Smarte Gabel	Analysiert Essverhalten und schickt Informationen an das Smartphone	Bluetooth	Akku	https://slowcontrol.com/en-us/
Körpermessgerät	Schlafüberwachung	Matte zur Messung von Druck, Feuchtigkeit und Temperatur auf der Matratze und Überwachung des Schlafverhaltens	Kabel	über Smartphone	https://www.beddit.com/
Überwachung	Smartes Sicherheitssystem	Live Video- und Audio-Übertragung von zu Hause auf das Smartphone	WLAN	Akku	https://canary.is/
Überwachung	Bitdefender Box	Schützt IoT-Geräte vor eingehenden Bedrohungen, wie Malware und Hackerangriffen	WLAN	Akku	https://www.bitdefender.de/box/
Überwachung	Intelligentes Luftqualitätsmonitoring	Luftqualitäts-Messgerät der Innenraumluft; Anzeige auf dem Smartphone	Bluetooth	Akku	https://foobot.io/

Gerätetyp	Bezeichnung	Beschreibung	Datenübertragung	Energieversorgung	Website
Überwachung	Sensor zur Produktnachverfolgung	Ein Tracking-Sensor z.B. für Schlüssel oder Geldbeutel, damit diese nachverfolgt werden können	Bluetooth	Primärbatterien	https://linquet.com/
Sicherheit	Fahrassistenzsystem für das Auto	Sensoren für Spurhalteassistent, Spurwechselwarnung und Einparkhilfe	WLAN/ Bluetooth	Akku	https://www.all-electronics.de/internet-of-things-iot-im-vernetzten-fahrzeug/
Sicherheit	Intelligentes Türschloss	Öffnet und verriegelt Türen automatisch. Steuerbar durch das Smartphone	WLAN	Primärbatterien	https://august.com/
Sicherheit	Intelligentes Fahrradschloss	Das Schloss lässt sich per App öffnen und schließen	Bluetooth	Primärbatterien	https://noke.com/u-lock
Kinderspielzeug	Spielzeugfigur (Roboter)	Spielzeugfigur enthält Mikrofon mit Spracherkennungssoftware und Lautsprecher	Bluetooth	Primärbatterien	https://www.genesis-toys.com/ique-intelligent-robot
Kinderspielzeug	Interaktive Spielkonsole	Spielsteine für draußen für Bewegungsspiele. Daten werden auf das Smartphone übertragen.	WLAN	Primärbatterien	https://www.indiegogo.com/projects/roxs-real-life-gaming-console#/
Kinderspielzeug	Intelligenter Mini-Fußball	Kleiner Roboter-Fußball, der sich über das Smartphone steuern und schießen lässt	Bluetooth	Akku	https://sphero.com/collections/all/products/mini-soccer
Gebäudeautomation (Energie)	Smarter Thermostat	Programmierbarer intelligenter Thermostat, der über das Smartphone reguliert werden kann	WLAN	Primärbatterien	https://www.cnet.com/products/nest-learning-thermostat-third-generation/specs/
Gebäudeautomation (Energie)	Smartes Zusatzgerät für Klimaanlage	Automatische Steuerung der Klimaanlage; passt sich an Bedürfnisse von Personen an	WLAN	Akku	https://www.ambiclimat.com/

Gerätetyp	Bezeichnung	Beschreibung	Datenübertragung	Energieversorgung	Website
Gebäudeautomation (Energie)	Smarte Glühbirne	Glühbirne, die über das Smartphone angesteuert wird. Auswahl von vielen verschiedenen Farben	Bluetooth	Netzstrom	https://www.amazon.com/Misfit-Wearables-B00YZ-Wireless-Bluetooth/dp/B00TIYO2S0
Gebäudeautomation (Komfort)	Automatischer Futterspender für Haustiere	Fütterungszeiten und -menge können bei Abwesenheit über das Smartphone bestimmt werden	WLAN	Akku	https://www.petnet.io/
Gebäudeautomation (Komfort)	Smartes Kopplungsgerät zum Telefonieren	Ergänzung des Sprachassistenten Alexa, um Echo-Lautsprecher mit Festnetzanschluss zu koppeln	WLAN	Netzstrom (USB-Kabel)	https://www.amazon.com/dp/B076ZRFP6Y
Gebäudeautomation (Komfort)	Intelligente Sensoren	Sensoren können als Thermostate, Einbruchsalarme, Lecksucher dienen	WLAN	Primärbatterien	https://getnotion.com/
Multimedia	Smarter Fernseher	Die Benutzeroberfläche des Smart TVs erlaubt Verwendung von Apps, Internetsurfen oder Musikhören	WLAN	Netzstrom	https://www.lg.com/de/smart-tv
Multimedia	Intelligenter Lautsprecher	Tragbarer Lautsprecher mit Amazon Alexa Sprachsteuerung; kann unter anderem Nachrichten empfangen, Smart-Home-Geräte steuern	Bluetooth	Akku	https://www.amazon.de/invoxia-Tragbarer-Smart-Lautsprecher-Alexa-Sprachservice/dp/B013DJSKKQ
Multimedia	interaktiver Spiegel	Spiegel mit integriertem Full HD-Display. Dieses wird mittels eines Android-Panel-PCs angesteuert.	WLAN/ Bluetooth	Akku	https://www.element14.com/community/thread/72370/l/interaktiver-spiegel-erh%C3%A4ltlich-bei-endrich-bauelemente
Multimedia	Smartes Armband	Zeigt eingehende Smartphone-Benachrichtigungen an (aus sozialen Netzwerken, E-Mails, Telefonanrufe)	Bluetooth	Akku	http://hiconbangle.com/en/

Gerätetyp	Bezeichnung	Beschreibung	Datenübertragung	Energieversorgung	Website
Multimedia	Smarter Wecker	Verfügt über ein Display und Kamera; kann mit der Sprachsteuerung Alexa verbunden werden	Bluetooth	Akku	https://www.amazon.com/dp/B073SQYXTW
Gartenautomation	Smarter Sensor für Pflanzen	Umgebungstemperatur, Bodenfeuchte, Lichtintensität werden erfasst und an das Smartphone weitergegeben	Bluetooth	Primärbatterien	https://www.amazon.de/-/en/Parrot-Flower-Power-Wireless-Monitor/dp/B00FOM2Y1M
Gartenautomation	Intelligenter Rasenmäher	Rasenmäher kann per App zum Mähen gesendet und zur Station geschickt werden	Bluetooth	Akku	https://www.robomow.com/de-DE/
Gartenautomation	Smarter Sprinkler-Controller	Prognostiziert Wetterveränderungen und sorgt für richtige Bewässerungsmenge der Sprinkleranlage	WLAN	Akku	https://rachio.com/
Möbel	Smarter Tisch	Tischoberfläche besteht aus einem Android Tablet	WLAN	Netzstrom	https://tableconnect.net/de/smarter-couchtisch-32zoll/
Möbel	Smartes Sofa	Liege- oder Sitzposition lassen sich über das Smartphone einstellen und speichern	WLAN	Netzstrom	http://www.aladincosycontrol.com/de/
Möbel	Intelligentes Bett	Raumsparebett mit Smartphone-Steuerung	Bluetooth	Netzstrom	https://www.oriliving.com/products/cloud-bed

Quelle: Öko-Institut

B Anhang: Zu diskutierende Fragen im Rahmen des Fachgesprächs

B.1 Fragen an die teilnehmenden Gerätehersteller

- ▶ Definition von „vernetzten Geräten“
 - Die Standby-Verordnung definiert als *Netzwerkschnittstelle* „eine drahtgebundene oder drahtlose physische Schnittstelle zur Netzwerkverbindung an dem Gerät, über die das Gerät aus der Ferne aktiviert werden kann“. Ist diese Definition sinnvoll? Wie müsste die Definition der Netzwerkschnittstelle lauten, damit alle Geräte enthalten sind, die digitale Daten senden und empfangen?
 - Ist das Vorhandensein einer Netzwerkschnittstelle ein hinreichendes Charakterisierungsmerkmal für vernetzte Elektro- und Elektronikgeräte, wenn es darum gehen würde, diese sehr heterogene Gerätegruppe durch eine Verordnung zu adressieren? Wenn nein, welche Definition/ welche weiteren Merkmale wären aus Ihrer Sicht sachgerecht, um „vernetzte Geräte“ von „nicht vernetzten Geräten“ abzugrenzen?
- ▶ Energieeffiziente Netzwerkschnittstellen oder Übertragungsstandards
 - Für welche Geräte/Anwendungen setzen Sie bereits energieeffiziente Netzwerkschnittstellen oder Übertragungsstandards ein?
 - Welchen Einfluss haben Sie auf die Energieeffizienz der Netzwerkschnittstellen oder Übertragungsstandards im Rahmen des Produktdesigns?
 - Gibt es externe Abhängigkeiten, die Sie bei der Auswahl von effizienten Netzwerk-Technologien und Übertragungsprotokollen einschränken (z.B. Vorgaben durch externe Cloud-Dienste, Verfügbarkeit von Software-Treibern)? Wenn ja, welche sind dies?
- ▶ Langlebigkeit: Software-Updates und Kopplung zu externen Cloud-Diensten
 - Welche Hemmnisse bestehen, um die Auslieferung von Software-Updates für vernetzte Geräte über einen Zeitpunkt von 5 Jahren sicherzustellen?
 - Für welche Produktarten könnte mit entsprechenden Anstrengungen ein deutlich längerer Zeitraum als 5 garantiert werden?
 - Wie kann sichergestellt werden, dass externe Cloud-Dienste, die zum Betrieb der vernetzten Geräte erforderlich sind, ebenfalls über einen Zeitraum von mindestens 5 Jahre verfügbar sind.
 - Welche Möglichkeiten gibt es, vernetzte Geräte von externen Cloud-Diensten „abzukoppeln“, sodass sie auch nach einer Entkopplung funktionsfähig sind? (Beispiel: Streaming-Radios, Netzwerk-Kameras, Sprachassistenten).

- Welche Produkte/Anwendungen sollten von einer möglichen rechtlichen Anforderung in Bezug auf einen Mindestzeitraum für die Bereitstellung von Software-Updates und Cloud-Diensten ausgenommen werden?
- ▶ Langlebigkeit: Hardware
 - Welche weiteren Möglichkeiten gibt es in Bezug auf die Hardware, die Langlebigkeit von vernetzten Geräten zu erhöhen?
 - Gibt es Bauteile oder Baugruppen in vernetzten Geräten, die sich als austauschbare Module eignen würden, um damit die Reparierbarkeit und Erweiterbarkeit von vernetzten Geräten zu erhöhen?
 - Wo sehen sie Chancen, Geräte oder Komponenten wiederverwenden zu können?
- ▶ Datentransparenz und Datensouveränität
 - Was spricht aus Ihrer Sicht dafür, die Informationen über die Größe und Inhalte der versendeten und empfangenen Daten für den/die Nutzer*in transparenter zu gestalten?
 - Was spricht aus Ihrer Sicht dafür, den Nutzer*innen die Möglichkeit zur Datensparsamkeit einzuräumen? Wo liegen hier aus Ihrer Sicht die technischen und funktionalen Möglichkeiten und Grenzen?
 - Wie könnte eine solche „Ermöglichung der Datensparsamkeit“ konkret aussehen und praktisch umgesetzt werden?
- ▶ Verringerung der bereits bestehenden Grenzwerte der Leistungsaufnahme im Rahmen der Standby-VO
 - Gibt es technische Hemmnisse, die einer deutlichen Reduktion der Grenzwerte zur Leistungsaufnahme im vernetzten Bereitschaftszustand entgegenstehen? Wenn ja, in Bezug auf welche Anwendungen?
 - Gibt es vernetzte Geräte, für die Grenzwerte von 1,5 Watt (ohne Statusanzeige) und 2,0 Watt (mit Statusanzeige) nicht sachgerecht wären?
 - Welche Gerätegruppen sollten von einer entsprechenden Anforderung ausgenommen werden?

B.2 Fragen an die teilnehmenden Hersteller von Schnittstellen

- ▶ Verringerung der bereits bestehenden Grenzwerte der Leistungsaufnahme im Rahmen der Standby-VO
 - Gibt es technische Hemmnisse, die einer deutlichen Reduktion der Grenzwerte zur Leistungsaufnahme im Bereitschaftszustand entgegenstehen? (siehe Minimalwerte in Abbildung 3)
 - Gibt es Anwendungen, für die ein niedriger Grenzwert nicht sachgerecht wäre?

B.3 Fragen an die teilnehmenden Verbraucherverbände

- ▶ Information zum Datenverkehr vernetzter Geräte:
 - Wie sollten folgende Informationen bei Geräten gestaltet sein, damit sie für Verbraucher*innen verständlich sind?
 - Eine Kennzeichnung, dass das Produkt auf eine Internetverbindung bzw. auf externe Cloud-Dienstleistungen angewiesen ist?
 - Die Datenmenge für ein bestimmtes Nutzungsszenario (Datenmenge pro Jahr) oder den Betriebszustand des Geräts (Übertragungsrate)?
 - Informationen, welche Daten (Qualität), für wen (Empfänger), in welchem Intervall (Häufigkeit) und zu welchem Grad der Verschlüsselung (Sicherheit) übertragen werden?
 - Angaben zum Energieverbrauch und/oder CO₂-Emissionen, die außerhalb des vernetzten Gerätes in Übertragungsnetzwerken und Rechenzentren auftreten.
- ▶ Datensouveränität:
 - In Bezug auf welche Gerätearten und Anwendungen sehen Sie einen Bedarf, Verbraucher*innen stärker in die Lage zu versetzen, auf den Datenverkehr und die Inhalte Einfluss zu nehmen?
 - Welche Einflussmöglichkeiten sollten den Nutzer*innen eingeräumt werden?
 - Wird dieses Thema bereits durch andere Richtlinien oder Verordnungen durch die EU adressiert? Wenn ja, in welcher Hinsicht? Sind diese aus Ihrer Sicht ausreichend?
 - Gibt es diesbezüglich weiterführende Pläne auf Seiten der EU-Kommission oder des EU-Parlaments?
- ▶ Weitere Themen
 - Sehen Sie weitere verbraucherrelevante Themen oder Handlungsfelder in Bezug auf vernetzte Geräte? Wenn ja, welche?
 - Welche von diesen Themen oder Handlungsfeldern könnten im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie und der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung adressiert/umgesetzt werden?