

Stellungnahme

Öffentliche Anhörung „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ am
Montag, 28. November 2022, 14:00 – 16:00 Uhr
Ausschuss für Digitales, Deutscher Bundestag
23. November 2022

Beantwortung Fragenkatalog

1. In Deutschland sind besonders viele Rechenzentren angesiedelt. Welche Stärken und Schwächen weist der Standort Deutschland im internationalen Vergleich auf; wie ökologisch sind Rechenzentren und Übertragungsnetze?

In Deutschland sind etwa 3.000 Rechenzentren angesiedelt. Mangels einer allgemeingültigen Definition grenzt Bitkom Rechenzentren von den etwa 47.000 kleineren IT-Installationen (solche mit weniger als 10 Racks und IT-Anschlussleistung geringer als 40 kW) in Deutschland ab. Diese Rechenzentren in Deutschland erbringen Services für Kunden aus Deutschland, kaum für Kunden aus anderen Ländern. Im Gegensatz dazu beziehen deutsche Kunden (Privat und Unternehmen) in erheblichem Umfang digitale Dienstleistungen, die aus ausländischen Rechenzentren bereitgestellt werden. So zeigt sich in der Gesamtbetrachtung, dass es in Deutschland nicht besonders viele, sondern eigentlich zu wenige Rechenzentren gemessen am inländischen Kundenbedarf gibt.

Eine im Februar 2022 vom Bitkom veröffentlichte Studie zur Marktentwicklung in Deutschland benennt auf Basis einer 2021 durchgeführten Expertenumfrage acht besonders wichtige Punkte zur Bewertung von Standortfaktoren im internationalen Vergleich. Dabei sind eine zuverlässige Stromversorgung, die gute Anbindung an Internetknoten, Rechtssicherheit und der Datenschutz besonders hervorzuheben. Der Standort Deutschland wird bei diesen vier Standortfaktoren gut bis sehr gut bewertet. Durch die nach Studiendurchführung eingetretene Verteuerung und befürchtete Energieknappheit ist davon auszugehen, dass die Bewertung der Stromverfügbarkeit heute kritischer ausfallen könnte. Doch auch die Strompreise, die Verfügbarkeit von Fachkräften, klimaneutrale Stromversorgung und zügige Genehmigungsprozesse werden als wichtige Standortfaktoren bewertet. Bei diesen schneidet Deutschland im internationalen Vergleich verhältnismäßig schlecht ab, bei den Strompreisen und den Genehmigungsprozessen sogar sehr schlecht. Im weltweiten Vergleich erhält der Rechenzentrumsstandort Deutschland in der bei den Experten durchgeführten Delphi-

**Niklas Meyer-
Breitkreutz**
Referent Digitalisierung
& Nachhaltigkeit

T +49 30 27576-403
n.meyer-
breitkreutz@bitkom.org

Albrechtstraße 10
10117 Berlin

Befragung eine mittlere Bewertung. Innerhalb Europas wird Deutschland schlechter als der Durchschnitt bewertet. Nach Meinung der Experten ist Deutschland am ehesten für kleine Rechenzentren ein guter Standort. Als Standort für Hyperscale-Rechenzentren schneidet Deutschland deutlich schlechter ab als der europäische Durchschnitt. Die Attraktivität des Standortes Deutschland hat nach Meinung der Experten in den letzten Jahren zugenommen, allerdings weniger deutlich als im europäischen Vergleich.

Die Betreiber von Rechenzentren sind schon heute führend bei den Bemühungen um Nachhaltigkeit - die Branche gehört bereits heute zu den fortschrittlichsten Endnutzungssektoren und international zu den größten freiwilligen Beziehern erneuerbarer Energie (vgl. IEA report, September 2022¹). Die meisten RZ-Betreiber suchen bereits heute nach geeigneten Wegen (z. B. PPA), die CO₂-Bilanz der Rechenzentren erheblich zu reduzieren und versuchen alle ihnen zur Verfügung stehenden Möglichkeiten für den Bezug von grünem Strom bestmöglich auszuschöpfen. Dies betrifft Fortschritte bei der Dekarbonisierung des eigenen Betriebs und die Festlegung ehrgeiziger Dekarbonisierungs- und Klimaneutralitätsziele. Darüber hinaus ermöglichen Rechenzentren anderen Branchen, u.a. durch den Einsatz klimafreundlicher digitaler Services nachhaltiger zu werden. Daher sind Rechenzentren für die Verwirklichung Europas doppelten, grünen und digitalen, Wandels unerlässlich. Rechenzentren verbrauchten 2020 mit ca. 17 TWh/a weniger als 3 Prozent des gesamten Stroms in Deutschland. Der Energieverbrauch lag deutlich unter 1 Prozent der gesamten genutzten Energie. Somit gehören Rechenzentren nicht zu den Branchen mit besonders hohem Energieverbrauch oder CO₂-Ausstoß.

2. Die Bundesregierung hat das Ziel gesetzt, dass ab 2027 alle Rechenzentren klimaneutral zu betreiben sind und plant diesbezüglich einige Maßnahmen, zum Beispiel das Energieeffizienzgesetz. Ab wann würden Sie ein Rechenzentrum als klimaneutral definieren und welche Rahmenbedingungen müssen dafür geschaffen werden?

Entscheidend für die Klimaneutralität von Rechenzentren ist eine konsequente und erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, die den Ausbau und insbesondere die Verfügbarkeit von Strom aus erneuerbaren Energien in Deutschland beschleunigt. Nur dann kann wirkliche Klimaneutralität von Rechenzentren erreicht werden.

Maßnahmen zur Schaffung von Klimaneutralität müssen in den jeweiligen Verantwortungs- und Einflussbereichen unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten und erforderlichen Umsetzungszeiträume ansetzen. Dabei ist u.a. zu beachten, dass in einem Rechenzentrum folgende Kernbereiche ggf. getrennt zu betrachten sind:

- IT-Infrastruktur: alle Komponenten, die für den Betrieb der Software benötigt werden, wie z.B. Server, Storage, Netzwerktechnik, Sicherheitslösungen.
- RZ-Infrastruktur: alle Komponenten, die dazu dienen, dass die IT-Infrastruktur betrieben werden kann, wie z.B. Stromversorgung und Verteilung, Kälte- und Klimatechnik, Sicherheitstechnik, Telekommunikationsverkabelung, Racks, Steuerungs- und Monitoringsysteme, Lager- und Verwaltungsräume.

¹ Quelle: <https://www.iea.org/reports/data-centres-and-data-transmission-networks>

Im Falle des Angebots eines Co-Location Anbieters beschränkt sich der Einflussbereich auf die Rechenzentrums-Infrastruktur, da die IT-Infrastruktur vom Kunden eingebracht wird. Außerhalb des Einflussbereichs des Rechenzentrumsbetreibers liegen außerdem der zur Verfügung stehende Strommix, sowie Verwendungsmöglichkeiten (wie beispielsweise Fernwärmenetze) für die entstehende Abwärme.

Die Nutzung von Abwärme der Rechenzentren per se ist sinnvoll, aber ohne entsprechende Abnehmer und die erforderlichen Infrastrukturen (wie die bisher fehlenden Wärmenetze der 4. Generation) keine tragfähige Lösung. Die im derzeitigen Entwurf des Energieeffizienzgesetzes vorgesehene Verpflichtung zur Abgabe kommt daher einem faktischen Verbot von neuen Rechenzentren an den meisten Standorten gleich. Deutschland sollte sich stattdessen dem Ansatz der EU anschließen und von allen neuen Rechenzentren eine Kosten-Nutzen-Bewertung der Abwärmenutzung verlangen. Vorgaben zur Nutzung von Ökostrom können nur bei Erfolg der Energiewende eingehalten werden. Die Energiewende muss dauerhaft, sicher verfügbaren Ökostrom hervorbringen. Erst dann können Rechenzentren einseitige Verpflichtungen auferlegt werden, die den Energiemarkt verzerren. Dafür sind eine Digitalisierung und Beschleunigung der Planungs- und Genehmigungsverfahren dringend erforderlich. Diese kämen, neben dem verstärkten und vereinfachten Ausbau der erneuerbaren Energien, auch dem Ausbau der digitalen Infrastruktur zugute.

Ein weiterer essenzieller Schritt zur Klimaneutralität ist die Reduzierung von Scope-1- bis -3-Emissionen. Die Rechenzentrumsbranche beobachtet und evaluiert mit großem Interesse die Verwendung CO₂-armer Baustoffe oder die Wiederverwendung von Beton. Insbesondere der Blick auf Scope-2- bzw. -3-Emissionen ist für Rechenzentren erforderlich, da ein Großteil der in Rechenzentren verwendeten Technik von Zulieferfirmen ausgestattet wird. In diesem Zusammenhang bergen auch die Themenfelder Refurbished IT, Remanufacturing und Re-Use hohes Potenzial, um Emissionen der Rechenzentren zu reduzieren, da sie die bei der Herstellung bereits eingesetzte Ressourcen länger und damit nachhaltiger nutzen.

3. Intelligente Messsysteme (Smart Metering Systeme) können das Verbraucher*innenverhalten optimieren und Strom aus erneuerbaren Energien besser in den Strommarkt einbinden. Der Smart Meter Rollout ist schon seit einigen Jahren geplant, es scheint jedoch noch zu haken. Wo genau liegen die Probleme und wie können diese gelöst werden? Wie sieht hier der europäische/internationale Vergleich aus?

Die erfolgreiche Digitalisierung der Energiewende mit dem Smart Meter Gateway als einer zentralen Komponente wird immer noch durch ein hohes Maß an Zuständigkeitsdiskussionen, komplexe Regelungen, bürokratische Hürden sowie Verzögerungen bei technischen Standards behindert.

Um die Energiewende nicht zu gefährden, sind jetzt u.a. folgende Punkte notwendig:

- **Zuständigkeiten bündeln, Strukturen vereinfachen & Entwicklungszyklen verkleinern:** Die Kompetenzen für den Rollout müssen im BMWK gebündelt und mit dem echten Willen zur Beschleunigung zentral gesteuert werden. Bei der

Weiterentwicklung im Rahmen des SMGW-Roadmap-Prozesses sind klare Zeit- und Kostenrahmen notwendig, die pragmatische Lösungen forcieren. Entwicklungsschritte müssen außerdem verkleinert werden (vgl. Agile, SCRUM).

- **Zügige Markterklärung für ungesteuerte Erzeugungsanlagen:** Als zweiter Schritt nach der Markterklärung 2020 muss zeitnah eine Markterklärung für ungesteuerte Einspeiseanlagen folgen, um die Ausweitung der Einbauverpflichtung auf ungesteuerte EEG- und KWK-Anlagen unter 25 kW auszuweiten.
- **Regelungen zu steuerbaren Lasten ausgestalten (§ 14a EnWG):** Es muss eine gesetzliche Grundlage für die netzdienliche Steuerung von flexiblen Lasten geschaffen werden (Ausgestaltung § 14a EnWG). Dabei muss darauf geachtet werden, dass sowohl teure Übergangslösungen als auch komplexe Anwendungen vermieden werden, die allein für den deutschen Markt geeignet und damit wenig wirtschaftlich sind.

Weitere Handlungsempfehlungen für einen erfolgreichen Smart Meter Rollout können dem Bitkom-Positionspapier „Vorschläge für die Beschleunigung des Smart Meter Rollouts“ entnommen werden.²

Zum europäischen Vergleich: Während die meisten europäischen Staaten inzwischen alle oder einen Großteil ihrer Haushalte mit Smart Metern, also intelligenten Stromzählern, ausgestattet haben, waren in Deutschland Anfang 2022 nur rund 150.000 intelligente Messsysteme mit dem Smart Meter Gateway (SMGW) als Kommunikationsmodul ausgestattet. Deutschland hat beim Smart-Meter-Einbau mit Blick auf die Energiewende einen Sonderweg gewählt.

Smart Meter in Deutschland sollen die Steuerung von Erzeugung und Verbrauch ermöglichen, in den anderen Ländern beschränken sich Smart Meter oftmals auf Echtzeit-Messung und Fernablesung/-abrechnung. Aufgrund des geringeren Funktionsumfangs werden dort auch weniger Anforderungen an die Cybersicherheit gestellt. Dies ist der Hauptgrund, wieso es in fast allen europäischen Ländern schneller geht und diese inzwischen einen Großteil ihrer Haushalte mit Smart Metern ausgestattet haben.

Weitere Details zum europäischen Vergleich können dem Bitkom-Leitfaden „Erfolgsfaktoren für einen zügigen Smart Meter Rollout – Die Beispiele Spanien, Italien, Schweden und Niederlande“ entnommen werden.³

4. Smart Metering ist für den Endkunden heute noch teurer als ein klassischer Ferraris Zähler. In der Zukunft könnten sich diese Kosten durch die Möglichkeit dynamischer Stromtarife relativieren. Inwieweit können die Kosten für den Endkunden durch dynamische Stromtarife relativiert und Smart Metering bis dahin sozial verträglich gestaltet werden?

Es wird in Zukunft möglich sein mit einem intelligenten Messsystem Geld zu sparen. Der sich ständig ändernde Stromverbrauch und die schwankende Einspeisung von Erneuerbaren Energien führen zu stündlich sehr unterschiedlichen Strompreisen an der Strom-

² Quelle: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Vorschlaege-fuer-Beschleunigung-Smart-Meter-Rollout>

³ Quelle: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Erfolgsfaktoren-fuer-einen-zuegigen-Smart-Meter-Rollout>

börse. Dieser Effekt wird sich mit dem weiteren Ausbau der Erneuerbaren noch verstärken.

Endverbraucher können von diesen Preisunterschieden bislang nicht profitieren. Alte Zähler können nur den jährlichen Gesamtverbrauch messen, der zu einem Durchschnittspreis abgerechnet wird. Sollten Verbraucher tatsächlich Strom zu Zeiten günstiger Preise verbrauchen, kommt dieser Vorteil nicht bei ihnen an. Dass dieses Signal fehlt, ist auch deshalb ärgerlich, weil niedrige Preise an der Strombörse in der Regel eine hohe Einspeisung aus Erneuerbaren bedeuten. Strom in diesen Stunden zu verbrauchen dient also der Energiewende und schont das Klima.

Mit einem intelligenten Messsystem und einem variablen Tarif kann ein Nutzer zunächst einen Tarif erhalten, der mehr seinem realen Verbrauch entspricht. Er kann dann selbst entscheiden, ob er bestimmte Verbräuche in günstigere Zeiten verschieben will. In Zukunft kommt es darauf an heraus zu finden, welche Stromverbräuche für eine Verschiebung in Frage kommen.

Mit der Erschließung solcher Potentiale und maßgeschneiderten Tarifen können dann Stromkosten auch in Zeiten der Energiewende stabil gehalten werden oder sinken. Durch variable Tarife wird die Stromrechnung also an erster Stelle realistischer und bei Bedarf an zweiter Stelle stärker beeinflussbar. Perspektivisch wird es aber weniger der Mensch sein, der seinen täglichen Stromverbrauch plant und optimiert. Vielmehr sollen die Geräte des Haushalts, die Anlagen in Gewerbebetrieben und die Laufbänder in den Fabriken selbst Netzsituationen durch unterschiedliche Preise erkennen und ihre Stromabnahme anpassen. Nur mit einer solchen Infrastruktur wird es möglich sein, ein Stromnetz stabil zu halten, das sich 2050 aus 80% schwankenden Erneuerbaren Energien speist.

5. Welche Chancen und Herausforderungen gibt es beim Einsatz von Digitalisierung in der Kreislaufwirtschaft und welche politischen Schritte müssen für eine positive Ausgestaltung gegangen werden, sodass Ressourcen effizient und suffizient genutzt werden und welcher Regelungen bedarf es dafür – neben den aktuellen EU-Vorhaben zum Recht auf Reparatur und Öko-Design – auf nationaler Ebene?

Der Übergang hin zu einer möglichst vollständigen Kreislaufwirtschaft ist Voraussetzung für die nachhaltige Transformation der deutschen Wirtschaft. Mittels digitaler Technologien können heutzutage Stoff- und Informationsflüsse effektiver erfasst, Recyclingprozesse optimiert sowie der Einsatz von Sekundärrohstoffen erhöht werden. Moderne Technologien, etwa digitale Produktpässe, können Informationsdefizite reduzieren und so einen großen Beitrag für eine optimierte Kreislaufwirtschaft leisten. Die digitale Transformation ist damit der ideale Wegbegleiter einer vollumfänglichen Kreislaufwirtschaft.

Mögliche Weiterentwicklungen von Vorgaben zur Nachhaltigkeit von IT-Geräten sollten auf europäischer Ebene umgesetzt werden und bereits bestehende produktspezifische Anforderungen berücksichtigen. Die Bundesregierung sollte hier auf mögliche nationale Alleingänge verzichten und sich stattdessen auf europäischer Ebene engagieren. Wir begrüßen daher den von der EU-Kommission vorgelegten Entwurf der Ecodesign for

Sustainable Products Regulation (ESPR), welcher u.a. einen produktgruppenspezifischen Ansatz bei der Festlegung von Ökodesign-Anforderungen verfolgt und die Einführung eines digitalen Produktpasses vorsieht.⁴ (Zum Recht auf Reparatur siehe Ausführungen zu Frage 17). Darüberhinausgehende Handlungsempfehlungen:

- **Digitalisierung in der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie:** Um das Potenzial der Digitalisierung für die Kreislaufwirtschaft auszuschöpfen, sollte Digitalisierung als fester Bestandteil in der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie verankert werden. Ziel muss es sein, digitale Maßnahmen gleichberechtigt mit weiteren Ansätzen in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen und so auf die Digitalisierung aller Teilbereiche der Kreislaufwirtschaft hinzuwirken.
- **Zirkuläre Geschäftsmodelle:** Zirkuläre Geschäftsmodelle wie etwa Product-as-a-Service-Modelle verringern die Umweltbelastung von Hardware durch eine längere Lebensdauer, die fortlaufende Optimierung von Produkten und deren Wartung sowie einfache Rücknahmemöglichkeiten. Entsprechende Geschäftsmodelle sollten daher gefördert werden.
- **Re-Use, Refurbishment und Remanufacturing:** Die Wiederaufbereitung von Produkten und Ersatzteilen (Refurbished-IT) kann einen wesentlichen Beitrag zur langfristigen Nutzung von Produkten und den damit bereits eingesetzten Ressourcen beitragen. Re-Use, Refurbishment und Remanufacturing sollte daher entsprechend gefördert werden.
- **WEEE-Revision:** Im Bereich der Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten wurde im Rahmen des erst kürzlich beendeten Gesetzgebungsverfahrens zum ElektroG3 eine Vielzahl an Handlungsoptionen umgesetzt. Diese gilt es wirken zu lassen und regelmäßig zu evaluieren. Die Notwendigkeit einer weiteren Novellierung sehen wir aktuell nicht. Stattdessen sollte sich die Bundesregulierung auf europäischer Ebene im Rahmen der anstehenden WEEE-Revision für bessere Rahmenbedingungen zur Wiederverwendung von Produkten einsetzen. Notwendig sind realistischere Berechnungsmethoden im Sinne der Langlanglebigkeit von Produkten und die Stärkung von Refurbishment- und Remanufacturing-Aktivitäten.

6. Was sind die Chancen und Herausforderungen von Datennutzung, Künstlicher Intelligenz und Softwareausgestaltung für die Bekämpfung der Klimakrise und ökologische Nachhaltigkeit, welche politischen Schritte müssen für eine positive Ausgestaltung gegangen werden und wie können Rebound-Effekte bei der Verwendung solcher Technologien vermieden werden?

Daten können im Kontext der grünen digitalen Transformation drei Aufgaben erfüllen. Sie ermöglichen Transparenzgewinne, Effizienzgewinne und Innovationen:

- Transparenzgewinne liegen vor, wenn durch Erhebung und Zusammenführung unterschiedlicher Daten besser verstanden wird, wie es um die Nachhaltigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft steht und welche Auswirkungen diese auf das Klima haben. Ohne Transparenz gelingt uns keine gute Steuerung. Dazu gehört etwa wo Energie

⁴ Siehe auch Bitkom-Position Paper EU Ecodesign for Sustainable Products Regulation Proposal. <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/EU-Ecodesign-for-Sustainable-Products-Regulation-Proposal>

unnötig verbraucht wird, wo Logistikketten unnötig lang sind, wie ein natürliches Ökosystem auf Abfälle oder Treibhausgase reagiert. Dabei hilft es, wenn etwa Daten aus Klimaforschung, Logistik, Bodenforschung oder Gesundheitsforschung in Relation gesetzt werden können.

- Effizienzgewinne liegen vor, wenn auf Basis von Transparenzgewinnen bessere Entscheidungen getroffen werden können: Nutzung kürzerer Transportwege, Vermeidung schädlicher Materialien, Ausgleich von Emissionen, Carbon Accounting etc. KI stellt hier eine zentrale Technologie dar, mit der auf Basis von Daten Entscheidungsprozesse optimiert werden können. Ihre Verfügbarkeit ist somit notwendige Bedingung für die Realisierung vieler Nachhaltigkeitspotenziale. Die Fähigkeit von KI und im speziellen maschinellem Lernen, Muster zu erkennen, bedarf dieser Voraussetzung. Die so ermöglichte Auswertung von Informationen und verbesserte Steuerung von Prozessen helfen bei der Reduktion von Energie- und Ressourcenverbrauch über alle Sektoren hinweg.
- Innovationen bauen auf den zwei ersten Aufgaben auf. Was ist auf Basis vielfältiger Daten völlig Neues möglich? Hierzu zählen zum Beispiel Startups, welche sich mit erneuerbarer Energieversorgung beschäftigen oder nachhaltige Produkte entwickeln. Dabei kann es hilfreich sein zu verstehen, wie der Status Quo aussieht und welche Auswirkungen er hat, um ihn verbessern zu können. Auch hier kommt KI eine wichtige Rolle zu. Neue Geschäftsmodelle werden durch diese Methoden möglich und erlauben z.B. bei der Kreislaufwirtschaft eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit.

Um obiges umzusetzen benötigt es eine breite, systematische Erfassung, Verarbeitung und Teilung von relevanten Daten von und zwischen Unternehmen, aber ebenso zwischen Sektoren und international. Dies muss selbstverständlich datenschutzkonform stattfinden – und gleichzeitig die Vorteile der Nutzung von Daten bzw. die Nachteile bei Nicht-Nutzung angemessen berücksichtigen.

Unterstützt werden kann dies durch Datenräume und -ökosysteme, welche nicht nur in Sektoren das Datenteilen ermöglichen, sondern auch zwischen Sektoren. Auch lassen sich viele Fragen nur mit internationaler Perspektive beantworten – deshalb spielen auch internationale Datentransfers eine Rolle auf dem Weg zu einem digitalen Zwilling unseres Planeten.

Darüber hinaus sind Unternehmen beim Thema Datennutzung bei unterschiedlichen Reifegraden. Dies muss bei Regulatorik und Förderprogrammen berücksichtigt werden. Ein Standort in Deutschland darf wegen der hohen Regelungsdichte kein Wettbewerbsnachteil sein. Das Nutzen von Daten muss sich für alle lohnen: Verbraucherinnen und Verbraucher, öffentliche Hand, Gesellschaft und Wirtschaft.

Beim Einsatz künstlicher Intelligenz stehen im regulatorischen Kontext im Moment insbesondere die Risiken der Technologie im Vordergrund. Der risikobasierte Ansatz der KI-Verordnung stellt zwar den Versuch dar, nur Systeme mit entsprechenden möglichen Konsequenzen für Gesundheit und Grundrechte zu treffen, vernachlässigt dabei aber potenzielle positive Konsequenzen. Insbesondere im Kontext von Nachhaltigkeit sollte aber auch an die Chancen der Technologie gedacht werden.

**7. Welche rechtlichen Anpassungen (bspw. Umweltrecht, Klimaschutzgesetz, CO2-Be-
preisung, Grenzausgleichsmechanismus, Vergaberecht und weitere) und Standards
werden gebraucht, um die Digitalisierung nachhaltig zu gestalten, welche politi-
schen Schritte müssen für eine positive Ausgestaltung gegangen werden und welche
Best Practice Beispiele gibt es in andern Ländern/Regionen?**

Neben den bereits unter Frage 5 aufgeführten Punkten braucht es zur Nutzung der
Potenziale der Digitalisierung für mehr Nachhaltigkeit unter anderem Folgendes:

- **Nachhaltige Technologien gezielt fördern:** Die Förderung digitaler Zwillinge ist posi-
tiv, kann jedoch nur ein erster Schritt sein. Wir brauchen ein Programm des Bundes,
das digitale Technologien, die für mehr Nachhaltigkeit sorgen, gezielt fördert, sie zü-
gig in die Fläche bringt und Unternehmen mit Beratungsangeboten und finanziellen
Anreizen etwa zur energetischen Gebäudesanierung durch digitale Technologien,
zum digitalen Carbon Accounting oder zur nachhaltigen digitalen Transformation,
unterstützt.
- **Digitale Toolbox „Grüne Transformation“ für KMU:** Umwelt- und Klimaschutz dür-
fen nicht an mangelnder Kompetenz oder Kapazität scheitern. Die zahlreichen Initi-
ativen zur kostenlosen Aufklärung, Beratung und Unterstützung des Mittelstands
sollten gebündelt und gestärkt werden. Praxiserprobte Maßnahmen sollten zentral
z. B. in einer digitalen Open Source-Toolbox zur Verfügung stehen.
- **Bereitstellung von öffentlich verfügbaren Daten beschleunigen:** Öffentlich verfüg-
bare Daten, wie Umweltdaten, Energieverbräuche und Mobilitätsdaten, können Um-
weltinnovationen hervorbringen, nachhaltige Geschäftsmodelle ermöglichen und
effektivere Klimaschutzmaßnahmen fördern. Um die reichhaltigen Datenbestände
staatlicher Einrichtungen effektiv zu nutzen, müssen Interoperabilität und Standar-
disierung gewährleistet und strukturelle Barrieren abgebaut werden.
- **Nachhaltige öffentliche Beschaffung als Hebel nutzen:** Die öffentliche Verwaltung
hat nicht nur eine wichtige Vorbildfunktion, sondern auch einen großen Hebel, öko-
logische und soziale Aspekte bei der Beschaffung und im Betrieb umzusetzen. So
kann der Staat innovative Technologien fördern und nachhaltige Angebote im Markt
stärken. Bei Produkten sollten Ausschreibungskriterien neben der Herstellung auch
den gesamten Lebenszyklus sowie den Einsatz von Refurbished-IT in den Blick neh-
men. Entsprechende Vorgaben und Leitfäden für die Beschaffungspraxis, etwa im
Rahmen der AVV Klima, sollten zeitnah gemeinsam mit der Industrie entwickelt
werden.

**8. In vielen Infrastruktur- und Digitalisierungsprojekten werden relevante Kennzahlen,
etwa über den Ressourcen-, Flächen-, Energie- oder auch Wasserverbrauch, bisher
nicht erhoben. Welche methodischen Ansätze und ggf. regulatorische Grundlagen
braucht es, um verlässliche Daten über den Lebenszyklus von digitalen Infrastrukt-
uren erheben und Rebound Effekte verhindern zu können und welche Best Practice
Beispiele gibt es in anderen Ländern/Regionen?**

Im Bereich des Umweltmanagement gibt es bestehende und anerkannte Methoden der
Ökobilanzierung (DIN EN ISO 14040/14044).

Im Bereich Rechenzentren hat sich unter anderem hierzu der Climate Neutral Datacenter Pact (CNDCP) gegründet. Dieser Zusammenschluss von Cloud-Infrastrukturdiensten und Rechenzentren in Europa hat sich zum Ziel gesetzt bis 2030 Klimaneutralität zu erreichen. Der CNDCP umfasst 5 Bereiche: Nachweis der Energieeffizienz mit messbaren Zielen; Bezug von 100 % kohlenstofffreier Energie; Wassereinsparung; Wiederverwendung, Reparatur und Recycling von Servern und die Suche nach Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung.

Die Ziele des CNDCP sind dabei folgende:

- Bis zum 1. Januar 2025 werden neue Rechenzentren, die in kühlen Gegenden mit voller Kapazität betrieben werden, ein jährliches Effizienzziel von 1,3 erreichen, und 1,4 für neue Rechenzentren, die in warmen Gegenden mit voller Kapazität betrieben werden. Bestehende Rechenzentren sollen die gleichen Ziele bis zum 1. Januar 2030 erreichen. Diese Zielvorgaben gelten für alle Rechenzentren mit einer vertragliche zugesagten IT-Leistung von mehr als 50 KW. In Anbetracht des Interesses der Europäischen Kommission an der Schaffung eines neuen Effizienzmaßstabs werden die Branchenverbände mit den entsprechenden Behörden oder Organisationen an der Schaffung eines neuen Effizienzmaßstabs für Rechenzentren arbeiten.
- Der Strombedarf von Rechenzentren soll bis zum Jahresende 2025 zu 75 % und bis zum Jahresende 2030 zu 100 % aus erneuerbaren Energien oder kohlenstofffreier Energie gedeckt werden.
- Bis 2025 werden neue Rechenzentren mit voller Auslastung in kühlen Klimazonen, die Trinkwasser verwenden, so konzipiert sein, dass sie in Gebieten mit Wasserknappheit einen maximalen Wasserwirkungsgrad von 0,4 L/kWh erreichen.
- Der Grenzwert für die Wassereffizienz kann je nach klimatischen Bedingungen, Wasserknappheit und Wasserqualität angepasst werden, um die Nutzung nachhaltiger Wasserquellen für die Kühlung zu fördern. Bis zum Jahresende 2040 müssen bestehende Rechenzentren, die ein Kühlsystem austauschen, das für neue Rechenzentren geltende WUE-Ziel erfüllen.
- Rechenzentren werden die Messlatte für Kreislaufwirtschaftspraktiken hoch ansetzen und 100 % ihrer ausgemusterten Serverausrüstung hinsichtlich ihrer Wiederverwendung, Reparatur oder ihres Recyclings bewerten.
- Die Betreiber von Rechenzentren werden die Menge des reparierten oder wiederverwendeten Servermaterials erhöhen und bis 2025 einen Zielprozentsatz für die Reparatur und Wiederverwendung festlegen.

9. Mit dem Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig“ möchte das BMBF Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung besser zusammenführen und dazu beitragen, dass mit Hilfe digitaler Technologien die nachhaltige Entwicklung in vielen Bereichen verstärkt unterstützt und beschleunigt werden kann. Wie bewerten Sie den Aktionsplan? Gibt es Bereiche, die es zu verbessern gilt?

- *Keine Antwort seitens Bitkom*

10. Die hohen Strompreise in Deutschland wurden bereits vor der Energiepreiskrise als Standortnachteil Deutschlands gegenüber anderen Ländern gesehen. Wie wirken sich die aktuellen Dynamiken an den Energiemärkten auf den Rechenzentrumsstandort Deutschland aus und wie lassen sich daraus ggfs. resultierende Ausweichdynamiken vermeiden bzw. reduzieren, insbesondere auch um Carbon-Leakage entgegenzuwirken?

Das in der gesamten Industrie vorherrschende Problem der gestiegenen Stromkosten trifft die Rechenzentrumsbranche besonders. Der Energiebedarf der Rechenzentren und kleineren IT-Installationen in Deutschland ist von 2010 bis 2020 von 10,5 Mrd. kWh/a auf 16 Mrd. kWh/a gestiegen. Die Steigerung des Energiebedarfs ging allerdings auch mit einer deutlichen Steigerung der Effizienz der Rechenzentren einher. Die Zahl der installierten Workloads in den deutschen Rechenzentren hat sich im gleichen Zeitraum mehr als verachtfacht. Damit ist die Energieeffizienz der IT-Bereitstellung (gemessen in Workloads) um fast den Faktor 5 gestiegen. Auch die Effizienz der Rechenzentrumsinfrastruktur konnte im genannten Zeitraum deutlich gesteigert werden. Der durchschnittliche PUE-Wert pro Rechenzentrum sank zwischen 2010 und 2020 von 1,98 auf 1,63. Damit steigerte sich die Effizienz der RZ-Infrastrukturen um 21%.

Für die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs der Rechenzentren in Deutschland ist die Spannweite möglicher Entwicklungen sehr groß. Je nachdem, wie sich der Markt weiterentwickelt und in welchem Maße weitere Effizienzgewinne in Rechenzentren möglich sind, kann der Energiebedarf deutlich weiter ansteigen, aber auch rückläufig sein. Im Falle eines kontinuierlichen Rechenzentrumsbooms kann sich der Energiebedarf der Rechenzentren und kleineren IT-Installationen in Deutschland bis 2030 mehr als verdoppeln. Werden die Potenziale bei RZ-Infrastruktur und IKT-Hard- und Software konsequent genutzt, so könnte der Anstieg des Energiebedarfs der Rechenzentren zumindest deutlich verlangsamt werden. Eine Abnahme des Energiebedarfs der Rechenzentren in Deutschland wird als sehr unwahrscheinlich angesehen.

11. Welche digitalen Technologien und digitalen Instrumente sind aus Ihrer Sicht besonders geeignet, um ressourcenschonender und nachhaltiger zu wirtschaften und welche Länder sind bei dem Einsatz digitaler Technologien für mehr Nachhaltigkeit aus Ihrer Sicht besonders erfolgreich?

Digitalisierung kann auf unterschiedliche Weise und in vielfältigen Bereichen zu ressourcenschonendem und nachhaltigem Wirtschaften beitragen. Welche digitalen Technologien und digitalen Instrumente dabei besonders geeignet sind, ist Anwendungsbe- reich und Anwendungsfall abhängig (siehe dazu Ausführungen zu Frage 13; vgl. Bitkom-Studie Klimaeffekte der Digitalisierung⁵).

Bei einer repräsentativen Befragung von 506 Unternehmen in Deutschland im Auftrages des Bitkom zur Frage danach, welche Technologien im eigenen Unternehmen einen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz leisten könnten, ganz unabhängig davon, ob sie bereits eingesetzt werden, nennt die Mehrheit (71 Prozent) Cloud Com-

⁵ Quelle: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-10/20211010_bitkom_studie_klimaeffekte_der_digitalisierung.pdf

puting: Der Betrieb von Servern, Speichern und Anwendungen in einem großen Rechenzentrum ist in der Regel effizienter als der Betrieb dieser Infrastruktur vor Ort in jedem einzelnen Unternehmen. Die Hälfte (52 Prozent) sieht im Internet of Things (IoT) Potenzial für mehr Klimaschutz: Die Vernetzung von Geräten und Maschinen über das Internet hilft, die Energieeffizienz zu steigern. Ebenso viele heben Big Data und Analytics sowie die Automatisierung von Geschäftsprozessen hervor (je 51 Prozent). 47 Prozent betonen das Potenzial von Videokonferenzen, etwa um Dienstreisen oder Berufspendeln zu vermeiden. Ein Drittel (36 Prozent) bescheinigt Künstlicher Intelligenz Klimaschutzpotenzial im eigenen Unternehmen, z.B. durch ein intelligentes Gebäudemanagement oder eine sich selbst optimierende Steuerung von Produktionsprozessen. Zu den gängigen KI-Anwendungen zählt auch die so genannte Predictive Maintenance. Dabei werden Maschinen mithilfe von Algorithmen und Sensoren überwacht, so dass die KI schon vor einem drohenden Ausfall auf eine notwendige Wartung oder den Austausch von Teilen hinweist – damit werden der effiziente Betrieb und die Langlebigkeit der Maschine erhöht.⁶

12. Welchen Beitrag kann Künstliche Intelligenz (KI) aus Ihrer Sicht zur Stärkung von Nachhaltigkeit leisten und welche KI-Technologien und -Entwicklungen spielen dabei eine besondere Rolle?

Digitalisierung und der so mögliche Einsatz von KI können insbesondere durch Effizienzgewinne einen entscheidenden Beitrag zu ökologischer Nachhaltigkeit leisten. Automatisierung in der Produktion, intelligente Verkehrssteuerung, smarte Logistik, vorausschauende Instandhaltung, bedarfsgesteuerte Landwirtschaft - all dies sind Beispiele, wo durch den Einsatz von KI ökologisch nachhaltige Einsparungspotenziale realisiert werden können. Durch das Erkennen von Mustern können KI-Methoden und dabei insbesondere maschinelles Lernen zu präziseren Vorhersagen und der individuelleren Steuerung komplexer Zusammenhänge beitragen. Dies ermöglicht es über alle Bereiche hinweg, Ressourcen einzusparen. Der breite Einsatzbereich bedingt damit das große Potenzial von KI für die nachhaltige Transformation unserer Wirtschaft und Gesellschaft.

Gleichzeitig muss beim Einsatz der Technologie auch immer der Ressourcenverbrauch bedacht werden. Die unter dem Begriff künstliche Intelligenz zusammen gefassten Methoden gehen mit unterschiedlichen ökologischen Auswirkungen einher. Während zum Beispiel regelbasierte KI-Verfahren in ihrem Energieverbrauch eher sparsam sind, geht maschinelles Lernen insbesondere beim Trainieren von Modellen potenziell mit einem höheren Energieverbrauch einher. Dabei können neue Ansätze helfen, den Einfluss von KI-Anwendungen auf die Umwelt zu reduzieren. Das Wiederverwenden von Modellen stellt hier eine Möglichkeit dar, um den energieintensiven Trainingsaufwand zu begrenzen. In diesem Zusammenhang muss auch insbesondere die für KI-Anwendungen benötigte Hardware bedacht werden. Rechenzentren und ihre Treibhausgasemissionen spielen hier eine wichtige Rolle. Da 80% der Emissionen auf den Strombedarf der Zentren zurückzuführen sind, stellt die Umstellung auf regenerative

⁶ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierung-und-Klimaschutz-in-Wirtschaft-2022>

Stromerzeugung hier einen entscheidenden Faktor für die nachhaltige Gestaltung dieser für KI genutzten Infrastruktur dar.

Bei KI geht es im Kontext von Nachhaltigkeit also immer um zwei Dimensionen: auf der einen Seite das Einsparungspotenzial, welches durch Anwendung der künstlichen Intelligenz ermöglicht wird. Auf der anderen Seite geht es um den Energie- und Ressourcenverbrauch von KI im Training und der Anwendung. Viele Unternehmen sind bereits dabei diese komplexen Wechselwirkungen mit in Entscheidungen einzubeziehen. Diese holistische Betrachtung des Themas trägt dazu bei, das Potenzial der Technologie bestmöglich zu nutzen während daran gearbeitet wird, die negativen Konsequenzen für unsere Umwelt soweit möglich zu reduzieren. So kann die Chance, welche künstliche Intelligenz für eine ökologisch nachhaltige Transformation unserer Wirtschaft und Gesellschaft bietet, genutzt werden.

13. In welchen Bereichen können aus Ihrer Sicht digitale Technologien einen besonders großen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit leisten?

Der Klimawandel ist eine existenzielle Bedrohung der Menschheit und wir müssen unser Möglichstes tun, um ihn zu bekämpfen. Die Digitalisierung steht dazu nicht im Widerspruch, im Gegenteil. Digitale Technologien können dabei helfen unsere Klima- und Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Mehr noch: Wenn wir den Fehler machen, Klimaschutz und Nachhaltigkeit ohne Digitalisierung zu denken, dann werden wir scheitern.

Die Potenziale der Digitalisierung für mehr Nachhaltigkeit sind enorm: Wie die Bitkom-Studie „Klimaeffekte der Digitalisierung“⁷ zeigt, können die CO₂-Emissionen in Deutschland durch den gezielten und beschleunigten Einsatz digitaler Lösungen bis 2030 potenziell um bis zu 152 Megatonnen CO₂ verringert werden. Unter Berücksichtigung des durch digitale Geräte oder Infrastrukturen erzeugten CO₂-Ausstoßes beträgt die durch Digitalisierung erreichbare CO₂-Einsparung 126 Megatonnen netto.

Entscheidend ist dabei, wie konsequent die Digitalisierung bis 2030 vorangetrieben wird und wie gezielt digitale Technologien für mehr Nachhaltigkeit eingesetzt werden. So beziffert die Studie das Netto-CO₂-Einsparpotenzial in einem eher moderaten Szenario noch auf 85 Megatonnen, was 23 Prozent der notwendigen CO₂-Einsparungen gemäß Bundes-Klimaschutzgesetz 2021 entspricht.

Digitale Technologien können dabei in verschiedenen Lebens- und Wirtschaftsbereichen, von der Arbeit im Homeoffice bis zur Landwirtschaft, einen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit leisten. Gemessen am CO₂-Einsparpotenzial ist dieser Beitrag besonders groß in den Anwendungsbereichen industrielle Fertigung, Mobilität, Energie und Gebäude.

- **Industrielle Fertigung:** Im Bereich der industriellen Fertigung entfalten digitale Technologien potenziell das größte CO₂-Einsparpotenzial. Maßgebliche Technologie ist zum einen die Automatisierung in der Produktion, bei der Anlagen und Maschinen, Werkstücke und ihre Bauteile miteinander vernetzt sind und Prozesse selbstständig unter möglichst geringem Material- und Energieeinsatz ablaufen. Zum anderen sorgt der sogenannte Digitale Zwilling für deutliche CO₂-Einsparungen: Diese virtuellen

7 Quelle: https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-10/20211010_bitkom_studie_klimaeffekte_der_digitalisierung.pdf

Abbilder von kompletten Produktions- und Betriebszyklen machen es möglich, dass Verfahren zunächst am digitalen statt am realen Objekt getestet werden – so können massiv Material, Energie und Ressourcen gespart werden.

- **Mobilität:** Bedeutender Hebel im Mobilitätsbereich ist zum einen eine intelligente Verkehrssteuerung, bei der etwa Sensoren an der Straße oder GPS-Systeme in Autos Daten liefern, mit denen Ampeln geschaltet, Verkehrsströme umgeleitet oder öffentliche Transportmittel gestärkt werden können. Zum anderen liegen große Potenziale in einer smarten Logistik, die Leerfahrten vermeidet und Frachtrouten optimiert. Auch die Sharing Mobility, die nicht nur Car-Sharing, sondern auch Ride-Sharing umfasst, bei dem sich mehrere Fahrgäste mit ähnlicher Zielrichtung ein Fahrzeug teilen, kann für eine effizientere und ressourcenschonendere Mobilität sorgen.
- **Energie:** Maßgebliche Technologie im Energiesektor sind zum einen Smart Grids, also intelligente Stromnetze, in denen Stromerzeugung und -verbrauch präzise gesteuert werden können. Daten und Elektrizität fließen in Smart Grids nicht nur vom Erzeuger zum Nutzer, sondern auch wieder zurück. So können Netzlasten besser gesteuert werden. Zum anderen geht es um eine digital gesteuerte, effiziente Produktion erneuerbarer Energien. Digitale Technologien wie etwa Künstliche Intelligenz und Big Data können den Zustand von Anlagen zur Produktion erneuerbarer Energien in Echtzeit überwachen und analysieren, um u.a. Ausfällen durch vorausschauende Wartung vorzubeugen und die Auslastung der Anlagen zu erhöhen.
- **Gebäude:** Digitale Gebäudetechnologien, insbesondere Gebäudeautomation, können einen deutlichen Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen im Gebäudesektor leisten. Dies erfolgt vor allem durch die effizientere Bereitstellung von Heizung und Warmwassererzeugung. Die CO₂-Minderungspotenziale verteilen sich in etwa gleichmäßig auf den Wohn- und den Nicht-Wohngebäudebereich. Mittel- bis langfristig (2030 bis 2045) kann durch Digitalisierung und Gebäudeautomation zudem der Nutzungsanteil erneuerbarer Energien im Gebäudesektor erhöht werden, indem zum Beispiel Strom aus PV oder Wind in Gebäuden gespeichert wird und sich Gebäude durch einen flexiblen Verbrauch an die Energieverfügbarkeit anpassen.⁸

14. Welche Potenziale und Herausforderungen ergeben sich für den Industrie- und Wirtschaftsstandort Deutschland im Bereich von Nachhaltigkeit und Digitalisierung?

Für den Industrie- und Wirtschaftsstandort Deutschland ergeben sich im Zusammenführen von Digitalisierung und Nachhaltigkeit hauptsächlich Chancen. Ausführungen und Beispiele hierzu wurden genannt, siehe etwa Frage 5, 11, 12 und 13. Dabei zeigt sich diese Einschätzung auch in der Breite der deutschen Wirtschaft: Grundsätzlich sehen drei Viertel der Unternehmen in Deutschland (75 Prozent) in der Digitalisierung vor allem eine Chance für Nachhaltigkeit und Klimaschutz. 21 Prozent nehmen allerdings eine Risikoperspektive ein. Dabei lohnt sich der Einsatz digitaler Technologien nicht nur durch Effizienzgewinne: 89 Prozent meinen, dass Unternehmen, die in digitale Technologien investieren, langfristig im Vorteil seien.⁹

⁸ Siehe auch: Bitkom-Studie Klimaschutz und Energieeffizienz durch digitale Gebäudetechnologien, <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publicationen/Klimaschutz-und-Energieeffizienz-durch-digitale-Gebaeudetechnologien>

⁹ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Digitalisierung-und-Klimaschutz-in-Wirtschaft-2022>

15. Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit für Privatpersonen bei der Anschaffung digitaler Konsumgüter (z.B. Handy, Smart TV, etc.) und kann man diesbezüglich einzelne sozio-demographische Gruppen (z.B. Altersgruppen) und Nachhaltigkeitsfaktoren (z.B. Reparierbarkeit) unterscheiden?

Nachhaltigkeit spielt nach eigenen Aussagen für die Verbraucherinnen und Verbraucher eine sehr große Bedeutung bei der Anschaffung von neuen Smartphones. 87 Prozent gaben bei einer Befragung im Auftrag des Digitalverbands Bitkom Anfang 2022 an, Nachhaltigkeit sei für sie sehr wichtig als Merkmal beim Kauf des nächsten Smartphones, für 9 Prozent war die Nachhaltigkeit eher wichtig. Niemand gab an, sie sei bei der Kaufentscheidung überhaupt nicht wichtig.

Diese Einschätzung lässt sich sehr konstant in allen Befragten Altersgruppen ab 16 Jahren ausmachen: 88 Prozent bei den 16- bis 29-Jährigen, 88 Prozent bei den 30- bis 49-Jährigen, 86 Prozent bei den 50- bis 64-Jährigen und 84 Prozent bei den über 65-Jährigen. Auch der Bildungsabschluss ist hier nicht ausschlaggebend (86 Prozent mit Volks-/Hauptschulabschluss, 87 Prozent Mittlere Reife, 88 Prozent Abitur/Studium).¹⁰

15 Prozent der Deutschen könnten im Sinne des Klimaschutzes sogar theoretisch auf ein Smartphone verzichten. Lediglich 6 Prozent sind es unter den 16- bis 29-Jährigen und 32 Prozent bei den Älteren ab 65 Jahren.¹¹

Bei der Anschaffung von Smart-Home-Anwendungen gaben 63 Prozent der Smart-Home-Nutzenden an, dass Nachhaltigkeit ein wichtiges Kriterium für die Kaufentscheidung ist.¹²

Auch der wachsende Refurbished-Markt für Geräte wie Smartphones, Tablets und Laptops weckt das Interesse der Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland und verdeutlicht damit die Bedeutung von Nachhaltigkeit bei der Anschaffung von IT-Geräten. Schon die Hälfte (50 Prozent) kann sich vorstellen, künftig ein Refurbished-Gerät zu kaufen. Jeder und jede Achte (13 Prozent) hat dies sogar schon einmal getan. Vor allem die Jüngeren sind dabei unter den Vorreitern: Schon ein Fünftel (21 Prozent) der 16- bis 29-Jährigen hat schonmal ein gebrauchtes und aufbereitetes Gerät gekauft. Bei den 30- bis 49-Jährigen sind es 13 Prozent und 11 Prozent bei den 50- bis 64-Jährigen. Bei den über 65-Jährigen sind es 8 Prozent.

Insgesamt gibt es ein wachsendes Bewusstsein für die Klimarelevanz digitaler Technologien, auch bei der Anschaffung und Nutzung digitaler Konsumgüter: Drei Viertel (74 Prozent) der Menschen in Deutschland achten insgesamt darauf, ihr Geräte möglichst lange zu nutzen bevor sie sie ersetzen. Mehr als die Hälfte (55 Prozent) hat auch schon mal ein digitales oder elektrisches Gerät reparieren lassen, statt es neu zu kaufen. Die Hälfte (51 Prozent) vermeidet Stand-by und schaltet elektronische Geräte komplett ab. 44 Prozent verwenden, wenn möglich, die Energiesparfunktion bei Laptops oder Monitoren. Ein Fünftel (21 Prozent) reduziert die Helligkeit von Bildschirmen, um Energie zu

¹⁰ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Smartphone-Markt-waechst-368-Milliarden-Euro>

¹¹ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Worauf-Deutsche-fuers-Klima-verzichten-koennten>

¹² Quelle: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2022-09/220912_Bitkom_Smart_Home_Chartbericht_2022_final.pdf

sparen, fast ebenso viele (19 Prozent) setzen aus diesem Grund bewusst auf die Verwendung eines kleineren Bildschirms.¹³

Am Ende der aktiven Nutzungsdauer hingegen tun sich viele Menschen mit einem nachhaltigen Umgang mit Computern, IT- und Elektrogeräten schwer. So sagen 92 Prozent, durch herumliegende Altgeräte würden wertvolle Rohstoffe verschwendet. 40 Prozent geben aber auch zu, in ihrem Haushalt würde es zu viele ungenutzte Altgeräte geben. 39 Prozent empfinden die Entsorgung als zu aufwändig – und 22 Prozent haben schon mal ein Elektrogerät im Hausmüll entsorgt, weil sie nicht wussten, wie es richtig zu entsorgen ist.¹⁴

16. Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit für Privatpersonen bei ihrem Konsum digitaler Dienstleistungen (z.B. Streaming, Hosting) und kann man diesbezüglich einzelne sozio-demographische Gruppen (z.B. nach Bildungsgrad) und Nachhaltigkeitsfaktoren (z.B. Stromverbrauch) unterscheiden?

Das Internet zu nutzen ist für die meisten Menschen in Deutschland unverhandelbar. 13 Prozent könnten rein theoretisch darauf verzichten, unter den Internetnutzerinnen und -nutzern sind es lediglich 2 Prozent. Insbesondere junge Menschen wollen nicht mehr ohne das Internet leben. Lediglich 1 Prozent der 16- bis 29-Jährigen würden theoretisch aufs Internet verzichten, um das Klima zu schonen.

Ein Drittel (36 Prozent) der Verbraucherinnen und Verbraucher ab 16 Jahren könnte im Sinne des Klimaschutzes theoretisch aufs Streamen von Serien, Clips oder Filmen verzichten. Am geringsten ist die Bereitschaft, auf das Streaming zu verzichten, bei den 16- bis 29-Jährigen (30 Prozent), am höchsten bei den 50- bis 64-Jährigen (40 Prozent). 9 Prozent geben an, Videos in geringerer Auflösung zu streamen, um Energie zu sparen, 48 Prozent können sich vorstellen, das zu tun.¹⁵

Auch beim Konsum digitaler Dienstleistungen spielt das wachsende Bewusstsein für die Klimarelevanz digitaler Technologien zunehmend eine Rolle: So löschen etwa 61 Prozent der Menschen in Deutschland überflüssige E-Mails, Daten oder Apps auf ihren Geräten, um Speicherressourcen freizugeben und damit Energie zu sparen.¹⁶

Eine gewachsene Bedeutung von Nachhaltigkeit lässt sich zudem beim Online-Shopping feststellen. Zum einen ist der Kauf gebrauchter Produkte statt Neuware bei vielen Online-Shoppern beliebt. 40 Prozent nutzen mittlerweile Vinted, Ebay Kleinanzeigen, Shpock und andere, um online Second-Hand-Artikel zu erwerben. Dabei kaufen Frauen (44 Prozent) über entsprechende Plattformen deutlich aktiver ein als Männer (36 Prozent). Unter den Jüngeren zwischen 16 und 29 Jahren kauft sogar mehr als die Hälfte (52 Prozent) Gebrauchtetes im Netz – bei den 30- bis 49-Jährigen sind es 41 Prozent, 37 Prozent bei den 50- bis 59-Jährigen und ein Viertel der über 60-jährigen Online-Shopper (25 Prozent). Zum anderen besteht ein großes Interesse der Verbraucherinnen und Verbraucher an nachhaltigen Angeboten beim Online-Shopping, wenngleich die tatsächli-

¹³ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Haelfte-der-Deutschen-wuerde-Refurbished-IT-kaufen>

¹⁴ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Entsorgung-Elektro-Altgeraete-Discounter>

¹⁵ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Worauf-Deutsche-fuers-Klima-verzichten-koennten>

¹⁶ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Haelfte-der-Deutschen-wuerde-Refurbished-IT-kaufen>

che Nutzung dieser Angebote oft noch deutlich darunter liegt: So können sich 56 Prozent vorstellen, künftig bewusst mehrere Bestellungen zu bündeln und auf denselben Liefertag zu legen – doch erst ein Fünftel (21 Prozent) tut dies bereits. Jeder und jede Achte (12 Prozent) nutzt Möglichkeiten, mit einem Online-Kauf auch für Umweltprojekte zu spenden oder Bäume zu pflanzen – fast die Hälfte (48 Prozent) kann sich dies künftig vorstellen. Und 8 Prozent zahlen bereits einen kleinen Aufpreis für eine CO₂-Kompensation ihrer Paketlieferungen. Ein Drittel (34 Prozent) hat daran künftig Interesse.¹⁷

17. Wie bewerten Sie die folgenden Ansätze, um der Reparatur von IT-Geräten im Vergleich zum Neuzugang einen Vorteil am Markt zu geben, und bezogen auf welche Gerätetypen und/oder Einsatzgebiete schätzen Sie einen Shift zu mehr Reparatur für ganz besonders relevant für einen nachhaltigeren Umgang mit IT-Komponenten ein?

- a. **Einführung eines Reparierbarkeitslabels (Beispiel: Frankreich)**
- b. **Bonus auf Reparatur von Elektrogeräten (Beispiel: Thüringen)**
- c. **Absenkung der Mehrwertsteuer auf Reparatur-Dienstleistungen (Beispiel: Schweden)**
- d. **allgemein die Steuerlast von der geleisteten menschlichen Arbeit hin zum Ressourcenverbrauch verlagern (wenn ja, welche Parameter sollten in eine entsprechende, steuerrelevante Messgröße einfließen?)**
- e. **Rechtliche Ansprüche auf gute Reparierbarkeit und/oder Recht auf langjährige, erschwingliche Ersatzteilverfügbarkeit gegenüber (großen) Herstellern, einschließlich verpflichtenden Zugang zu offenen Reparierinformationen (mindestens für Verschleißteile)**
- f. **Förderung dezentraler, gemeinwohlorientierter Infrastrukturen für Zugang zu Reparaturkompetenzen, Werkzeugen und Maschinen für Reparaturen und Entstehung lokaler Reparatur-Netzwerke z.B. durch Reparatur-Cafés.**

Wir müssen in Deutschland und Europa weniger Müll und Elektroschrott erzeugen – so viel ist sicher. Für elektronische und digitale Geräte wie Tablets, Smartphones oder Laptops gilt: Je länger diese Produkte genutzt werden, desto nachhaltiger sind sie in der Regel. Die Langlebigkeit der Geräte definiert sich jedoch nicht nur über ihre Reparierbarkeit, sondern insgesamt über eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit. Geräte sollen idealerweise möglichst lange halten und keiner Reparatur bedürfen. Maßnahmen wie das „Recht auf Reparatur“ können einen Beitrag leisten – sie sind aber bei weitem nicht das einzige Mittel.

Reparaturen sollten daher nur als ein Instrument im Rahmen einer umfassenderen Nachhaltigkeitsstrategie betrachtet werden, um Anreize für eine verlängerte Produktlebensdauer zu schaffen und Abfall zu minimieren. Um den Übergang hin zu einer vollständigen Kreislaufwirtschaft zu realisieren, sollten auch andere nachhaltige Ansätze

¹⁷ Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Online-Shopper-kaufen-Gebrauchtes>

unterstützt werden. Hierzu zählt beispielsweise das Ersetzen defekter Geräte mit wiederaufbereiteten Produkten (Refurbished-IT), die Gewinnung von wiederaufbereiteten Ersatzteilen zur Minimierung des Materialeinsatzes oder der Einsatz Service-basierter Lösungen wie etwa dem Product-as-a-Service-Modell. Derartige Lösungen verringern die Umweltbelastung durch eine längere Lebensdauer, die fortlaufende Optimierung von Produkten und deren Wartung sowie einfache Rücknahmemöglichkeiten. Es gibt bereits einen großen, etablierten Markt, der sich auf die professionelle Aufbereitung und den Wiedereinsatz von Gebrauchtgeräten und -komponenten auch im B2B-Bereich spezialisiert hat.

- *Zu a. Einführung eines Reparierbarkeitslabels (Beispiel: Frankreich):*

Mit der Verordnung zur Energieeffizienzkennzeichnung von Smartphones und Tablets hat die Europäische Kommission bereits einen Vorschlag für ein Langlebigkeits-Label veröffentlicht. Zudem plant die EU-Kommission im Rahmen der Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) die Einführung eines digitalen Produktpasses, der Informationen über die ökologische Nachhaltigkeit von Produkten enthält. Ein EU-weiter, harmonisierter Index schafft Transparenz für Verbraucherinnen und Verbraucher und verhindert administrativen Aufwand für Unternehmen, die Produkte auf dem gesamten EU-Binnenmarkt vertreiben. Um negative Auswirkungen auf Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Unternehmen gleichermaßen abzuwenden, sollte der deutsche Gesetzgeber auf einen möglichen nationalen Reparaturindex und Reparierbarkeitslabel verzichten und sich stattdessen auf europäischer Ebene engagieren.

- *Zu b. Bonus auf Reparatur von Elektrogeräten (Beispiel: Thüringen) und c. Absenkung der Mehrwertsteuer auf Reparatur-Dienstleistungen (Beispiel: Schweden):*

Es ist wichtig zu verstehen, dass Reparaturen und Ersatzteile mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden sind. Diese Kosten umfassen insbesondere die manuelle Arbeit der Reparatur und die benötigten Ersatzteile, welche hergestellt, gelagert und transportiert werden müssen. Hinzu kommen Kosten für Schulungen, Werkzeuge, und Spezialausrüstung, die Anmietung von Räumlichkeiten und andere damit verbundene Gemeinkosten.

Bei einer vollständigen Subventionierung von Reparaturkosten sehen wir das Risiko, dass sich dies negativ auf nachhaltige Konsumgewohnheiten auswirken könnte, da so keine Anreize für Verbraucherinnen und Verbraucher geschaffen werden, Produkte entsprechend der Empfehlungen zur Nutzung und Wartung zu verwenden. Vielmehr würde ein Anreiz gesetzt, sorglos mit Produkten umzugehen, wenn diese sowieso kostenneutral repariert werden.

Wir befürworten die Absenkung der Mehrwertsteuer auf Reparatur-Dienstleistungen gegenüber einem Reparaturbonus, um so die Kosten für Reparaturen zu reduzieren. Auf Grundlage der EU-Mehrwertsteuerrichtlinie wäre dies bereits jetzt für Haushaltsgeräte möglich. Die Bundesregierung sollte sich dafür einsetzen, dass Senkungen der Mehrwertsteuer auch für Reparaturen von IKT-Hardware wie Smartphones und Laptops möglich werden.

- *Zu d. allgemein die Steuerlast von der geleisteten menschlichen Arbeit hin zum Ressourcenverbrauch verlagern (wenn ja, welche Parameter sollten in eine entsprechende, steuerrelevante Messgröße einfließen?):*

- Bitkom hat dazu keine Position

- *Zu e. Rechtliche Ansprüche auf gute Reparierbarkeit und/oder Recht auf langjährige, erschwingliche Ersatzteilverfügbarkeit gegenüber (großen) Herstellern, einschließlich verpflichtenden Zugang zu offenen Reparierinformationen (mindestens für Verschleißteile):*

Bei rechtlichen Ansprüchen wie dem „Recht auf Reparatur“ kommt es auf die Ausgestaltung an. Das Recht auf Reparatur soll grundsätzlich sicherstellen, dass Verbraucherinnen und Verbraucher Anspruch auf qualitativ hochwertige, sichere und zuverlässige Reparaturen haben.

Es ist wichtig zu verstehen, dass nicht alle Reparaturen von Verbraucherinnen und Verbrauchern eigenständig sicher und erfolgreich durchgeführt werden können, da sie die Integrität und/oder Funktionalität eines Geräts gefährden können sowie unter Umständen die Gefahr gesundheitlicher Schäden bestehen kann. Insbesondere bei hochkomplexen Geräten ist eine ausgebildete Fachkraft am besten geeignet, um eine Reparatur durchzuführen und eine langfristige Verwendung des Produkts sicherzustellen.

Das Recht auf Reparatur sollte daher entlang zweier Stränge differenziert werden: Reparaturen durch Verbraucherinnen und Verbraucher sollten gefördert werden, sofern sie die Produktsicherheit und -zuverlässigkeit nicht gefährden. Komplexere Reparaturarbeiten sollten mit Unterstützung geeigneter Leistungserbringer durchgeführt werden.

Dabei sollte das Recht auf Reparatur für alle Verbraucherprodukte nach Produktkategorien (Mobiltelefone, TVs, Notebooks, Waschmaschinen etc.) gelten und auf europäischer Ebene durchgesetzt werden.

Im Einklang mit dem Circular Economy Action Plan und der Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) der Europäischen Union strebt die ITK-Branche danach, Produkte zu entwickeln, die langlebig sind und repariert werden können. Dabei gibt es kein Patentrezept für zirkuläres Produktdesign. Unternehmen sollten eine Kreislaufdesignstrategie wählen dürfen, die zum Geschäftsmodell und zum breiteren System, in dem das Gerät Anwendung findet, passt. Diese Strategien können von ‚Design für Langlebigkeit‘ bis hin zu ‚Design für Anpassungsfähigkeit und Reparierbarkeit‘ reichen. Dabei müssen Kompromisse zwischen Zuverlässigkeit und Reparierbarkeit in Betracht gezogen werden. Zur Verbesserung der Produktzuverlässigkeit gehört beispielsweise die Integration mehrerer Komponenten zu einer einzigen oder der Einsatz von Dichtungstechnologien, um die Widerstandsfähigkeit gegen Stöße, Wasser und Staub zu verbessern. Die Erleichterung der Reparierbarkeit für Verbraucherinnen und Verbraucher wiederum erfordert ein leichtes Öffnen des Gehäuses und ein spezielles Design der Teile, so dass sie von einem Laien sicher gehandhabt werden können. Infolgedessen haben viele ITK-Unternehmen einen Weg gewählt, der beides vereint – Zuverlässigkeit für Kunden und Reparierfähigkeit durch Fachkräfte.

Die Weiterentwicklung von Vorgaben zur Austauschbarkeit und Verfügbarkeit von (Ersatz-) Teilen sollte auf europäischer Ebene erfolgen und folgende Punkte berücksichtigen:

- Anforderungen zur Austauschbarkeit auf die Teile fokussieren, die am häufigsten Ausfallen:
 - (A) Wenn zu viele Teile einzeln austauschbar sind, kann sich dies negativ auf die Produktzuverlässigkeit auswirken und den Materialverbrauch sowie den CO₂-Fußabdruck erhöhen. Es könnte sich auch negativ auf künftige Produktinnovationen auswirken, die eine verbesserte Energieeffizienz, neue Funktionen und Leistungsverbesserungen ermöglichen. Wir empfehlen nachdrücklich, die Auswahl von austauschbaren Teilen auf angemessene Nachweise zu stützen und auf von der Industrie bereitgestellte Daten zu Ausfallraten zurückzugreifen.
 - (B) Zuverlässigkeitsbedingte Ausnahmen von der Austauschbarkeit von Teilen könnte eine gute Möglichkeit sein, um den Zielkonflikt zwischen Zuverlässigkeit und Reparierbarkeit besser zu berücksichtigen.
- Optimierte Dauer für die Ersatzteilverfügbarkeit festlegen:

Ökologische und ökonomische Auswirkungen müssen bei der Festlegung von zeitlichen Vorgaben zur Ersatzteilverfügbarkeit abgewogen werden. Dabei sollte die realistische Nachfrage nach Ersatzteilen, nachdem ein Hersteller die Produktion eines Produktes eingestellt hat, berücksichtigt werden.
- Angemessene Vorlaufzeiten für die Verfügbarkeiten von Teilen festlegen:

Hersteller haben nur eine begrenzte Kontrolle über Lieferzeiten und potenzielle, unvorhergesehene Probleme in der Lieferkette können diese beeinträchtigen.
- *Zu f. Förderung dezentraler, gemeinwohlorientierter Infrastrukturen für Zugang zu Reparaturkompetenzen, Werkzeugen und Maschinen für Reparaturen und Entstehung lokaler Reparatur-Netzwerke z.B. durch Reparatur-Cafés:*

Reparaturanbieter sollten Verbraucherinnen und Verbrauchern einen einfachen Zugang zu sicheren und effektiven Reparaturen bieten, die unter Einhaltung internationaler Industriestandards erfolgen. Reparaturdienstleistungen dieser Art zeichnen sich insbesondere dadurch aus, dass sie das Risiko von Produktfehlfunktionen verringern, Schäden für Kunden oder Servicetechniker verhindern, die Sicherheit von Kundendaten gewährleisten und Datenschutzstandards einhalten sowie Standards für die Wiederverwendung und das Recycling von Elektronik befolgen.

Reparaturdienstleistungen sollten in jedem Fall nur von Reparaturanbietern angeboten und durchgeführt werden, die ihre fachliche Kompetenz nachgewiesen haben, die die Vorschriften einhalten, die für die Reparatur elektrischer Geräte gelten und für die ein Versicherungsschutz besteht, der die Haftung im Zusammenhang mit ihrer Tätigkeit abdeckt. Ein niedrighschwelliger Nachweis dieser fachlichen Kompetenz, welcher den administrativen Aufwand für alle Beteiligten auf ein Minimum beschränkt, ist der sogenannte Handwerksrollennachweis gemäß § 6 Absatz 1 HwO respektive § 19 HwO.

18. Welche Bedeutung haben Online-Werbung, Nutzer*innen-Tracking, Standardeinstellungen auf Webseiten (z.B. Autoplay, Standardladen von Videos und hochauflösenden Bildern und vollständigen Websites), und umfangreiche Entertainment-Angebote (z.B. Streaming in höchster Qualität auf immer größeren Bildschirmen) für den Ressourcenverbrauch durch Nutzung derartiger Dienste und welche Potentiale zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs bieten sich durch Regulierung oder sonstige Maßnahmen? Bitte nennen Sie dabei auch mögliche Potentiale energieeffizienter Softwareentwicklung und Webdienstgestaltung.

- **Streaming:** Den tatsächlichen Energiebedarf und die CO₂-Emissionen von Streaming im Internet anzugeben, ist alles andere als trivial, da viele Faktoren berücksichtigt werden müssen: Die Rechenzentren genauso wie die Datennetze und die Endgeräte, auf denen geschaut wird. Und bei allen muss separat ermittelt werden, wie viel des jeweiligen Strombedarfs auf das Konto des Videostreamings entfällt. Die Komplexität des Themas spiegelt sich in der Forschungsliteratur in unterschiedlichen Berechnungsmethoden und Annahmen wider – mit entsprechend unterschiedlichen Angaben zum Energiebedarf und zum CO₂-Ausstoß.

Laut Bitkom-Leitfaden „Nachhaltigkeit von Streaming & Co“¹⁸ verursacht eine Stunde in HD auf dem Smartphone zu streamen einen Energiebedarf von rund 0,22 kWh (Endgerät, Kommunikationsnetze und Rechenzentren berücksichtigt). In selber Auflösung auf einem 50-Zoll-Fernseher zu streamen verursacht 0,3 kWh, auf einem 65-Zoll-Fernseher 0,37 kWh. Auf demselben 65-Zoll-Fernseher in 4K zu streamen bedeutet hingegen 1,28 kWh.

Durch intelligente Komprimierung und effiziente Ausspielverfahren können die nötigen Bitraten für eine gewünschte, möglichst hohe Qualität optimiert werden. Die Nutzung titelspezifischer Bitraten erlaubt es zum Beispiel, bei Titeln mit weniger schnellen Bildwechseln sehr viel geringere Bitraten bei gleichbleibender Darstellungsqualität einzusetzen und damit die zu übertragenden Datenmengen gegenüber Standard-Bitraten deutlich zu reduzieren. Auch können Trickfilme, Naturfilme oder Filme mit hohem Actionanteil durch titelspezifische Bitraten ihrem Charakter entsprechend angepasst enkodiert werden. Noch einen Schritt weiter geht man mit dem szenenbasierten Encoding, bei dem ein Film KI-gestützt (maschinelles Lernen) in einzelne Szenen unterteilt wird, welche dann einzeln optimal enkodiert werden, um den benötigten Speicherplatz und die Bitraten gering zu halten.

Der Weg, den die Daten zum Endkunden zurücklegen, kann optimiert werden, indem insbesondere häufig genutzte Inhalte nahe am Nutzer bereitgestellt werden. Dies gelingt entweder durch CDNs³¹ mit direkter Zusammenschaltung mit dem Internetzugangsanbieter oder aber durch die Bereitstellung von Abrufinhalten auf Servern innerhalb der Telekommunikations-Anschlussnetze, die zum Teil von den Inhaltenanbietern kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Entsprechend können bei Live-Inhalten die Datenmengen durch Einsatz von Multicast-Technologien reduziert werden. Gerade im Bereich der Anschlussnetze spielt der Einsatz effizienter Übertragungstechnologien eine große Rolle. Moderne Technologien wie 5G und optische

¹⁸ Quelle: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Nachhaltigkeit-von-Streaming-Co>

Übertragungstechniken beim Einsatz von Glasfaser ermöglichen die Übertragung sehr viel größerer Datenmengen mit geringerem Energieeinsatz.

Daneben kann der Endnutzer aber auch bei der Übertragung die Energieeffizienz beeinflussen, etwa durch Wahl einer weniger energieintensiven Übertragung: Festnetz, gegebenenfalls in Kombination mit WLAN, benötigt deutlich weniger Energie als eine Mobilfunkübertragung. Zusätzlich kann dem Endnutzer auch in den Diensten selbst die Möglichkeit zu ressourcensparendem Verhalten gegeben werden. Dazu zählt die Möglichkeit, die genutzten Datenmengen durch Wahl von Auflösungen oder auch den Grad der Bildoptimierung zu beeinflussen. Ebenso zählt hierzu die Möglichkeit, das Auto-Play von Videoinhalten abzuschalten, etwa im Bereich von Werbung, bei Trailern oder auch beim Anspielen eines Folgetitels nach Ende eines Titels.

- **Ressourceneffiziente Softwareentwicklung:** Potenziale zur ressourcenschonenden Softwareentwicklung sind über unterschiedliche Maßnahmen zu realisieren und finden sich etwa in den Bereichen Serverleistung, Programmiersprachen, Architektur, Anforderungsmanagement und Transparenz. In all diesen Bereichen kann die Reduzierung von Leistung und damit das Einsparen von Ressourcen gezielt fokussiert werden, etwa durch folgende Maßnahmen:
 - Serverleistung am tatsächlichen Bedarf orientieren und möglichst Überkapazitäten vermeiden
 - Modularisierung und Entkopplung von Komponenten
 - Automatisierte und lastabhängige Skalierung
 - Vor der Beschaffung neuer Hardware auf Abwärtskompatibilität, Modularität und Austauschbarkeit von Komponenten achten
 - Ressourcenverbrauch von Programmiersprachen berücksichtigen und effiziente Sprachen nutzen
 - Effizienten und schlanken Quellcode programmieren, geeignete Datenstrukturen verwenden
 - Komplexe Berechnungen dort durchführen, wo sie am effizientesten sind
 - Datenlokalität berücksichtigen, Berechnungen ggf. dezentralisieren
 - Nutzung etablierter nicht-funktionaler Anforderungen
 - Nutzung von Frameworks wie »Sustainability for non-functional-requirements«
 - Ressourcenverbrauch für alle Stakeholder transparent machen, z. B. anhand von KPIs, Ampeln und Zertifikaten

Einen Überblick über die Möglichkeiten der Berücksichtigung von Nachhaltigkeit, Langlebigkeit und Ressourceneffizienz bei Softwareentwicklungsprojekten bietet der Bitkom-Leitfaden „Ressourceneffiziente Programmierung“.¹⁹

¹⁹ Quelle: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Ressourceneffiziente-Programmierung>

Bitkom vertritt mehr als 2.000 Mitgliedsunternehmen aus der digitalen Wirtschaft. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.