

Berlin, 23.11.2022

Stellungnahme von Dr. Nils F. Nissen, Abteilungsleiter am Fraunhofer IZM, anlässlich der öffentlichen Anhörung zum Thema "Digitalisierung und Nachhaltigkeit" am 28.11.2022

Vielen Dank für die Möglichkeit zu dieser Anhörung beizutragen. Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) forscht seit über 25 Jahren an der Schnittstelle von Umweltschutz und Mikroelektronik. Der Fokus liegt auf dem Systemaufbau (also der Hardwareebene, auf der alle Digitalisierung erst möglich wird). Das Fraunhofer IZM unterstützt neben Auftragsforschung direkt für die Industrie insbesondere auch seit vielen Jahren Behörden und die Gesetzgebung auf europäischer und deutscher Ebene durch Studien und Projekte. Die Stellungnahme erfolgt auch stellvertretend für die anderen Institute der sogenannten Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD), die zu diesem Thema seit August 2022 in einem neuen Kompetenzzentrum „Green ICT @ FMD“ zusammengeschlossen sind (gefördert durch das BMBF).

Frage Nummer 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?

Antwort:

Analysen zu Rechenzentren kommen bei unseren Studien und Projekten bei Prognosen und Anwendungsszenarien vor, bei denen anteilig Rechenzentren und Netzwerke in die Umweltbilanzierung eingehen. Die Übertragungsnetze sind (relativ) effizient und so ausgebaut, dass z.B. auch unter Corona keine Engpässe aufgetreten sind. Allerdings sind die Übertragungsnetze wenig lastadaptiv, d.h. der Energieverbrauch ist vom maximalen Ausbaustand dominiert, und nicht von der momentanen Nutzung. Kritischer sind energetisch im Netzbereich die Mobilfunknetze und die Zugangsnetze (Last Mile). Hier ist ein großer Zuwachs an Energieverbrauch zu erwarten, bedingt durch den in Summe schleppenden Ausbau der Glasfaseranbindungen (niedrigster Energieverbrauch für Breitbandversorgung) und die Änderung des Nutzungsverhaltens zu immer mehr mobiler Datennutzung (hoher Energiebedarf pro Datenvolumen).

Im Rechenzentrums-Bereich hat D sehr viele verteilte Rechenzentrums-Standorte und Co-location Center, aber relativ wenige sehr große Rechenzentren (Hyperscaler), die effizienter und mit besserer Auslastung laufen. Im Schnitt dürfte der Rechenzentrums-Bestand sowohl in Bezug auf die Server-Effizienz als auch über den PuE (power usage effectiveness)

schlechter als z.B. die USA oder auch Irland* liegen. Kleinere Standorte korrelieren auch damit, ältere Hardware (sogenannte Legacy Systeme) länger laufen zu lassen, wodurch die Effizienzgewinne neuer Hardwaregenerationen erst verzögert zum Tragen kommen, die ineffizienteren Systeme zusätzlich mit geringer Auslastung laufen und damit bezogen auf die erzeugte Rechenleistung mehr Rechenzentrumsfläche benötigen.

Insgesamt erwarten wir aus den technischen Prognosen der Mikroelektronik, dass die Energieeffizienzgewinne der Chips / Module nicht mit dem Kapazitätswachstum mithalten können (in Bezug auf Speichermenge, Datenübertragung, Rechenleistung). Die Rechenzentren werden also weiter effizienter, aber der Gesamtstromverbrauch und der Rechenzentrumsflächenbedarf in D wird etwas stärker steigen als bisher.

*Irland hostet sowohl große Firmenrechenzentren als auch Cloudserver internationaler Anbieter für die gesamte EU. Der Stromverbrauch der Rechenzentren soll in Irland in Zukunft 30% des Gesamtverbrauchs ausmachen, davon ist die deutsche Situation weit entfernt.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Wir würden ein Rechenzentrum klimaneutral nennen, wenn inklusive der Herstellung die Treibhausgas-Emissionen so weit wie möglich reduziert werden, und die verbleibenden Emissionen transparent und nach Mindeststandards kompensiert werden.

Zugekaufter „Grüner Strom“ im Betrieb alleine ist demnach nicht klimaneutral:

- (1) es fehlt die Herstellung der installierten Hardware und der Infrastruktur;
- (2) auch grüner Strom hat nicht Null klimarelevante Emissionen;
- (3) auch mit grünem Strom muss sparsam umgegangen werden;
- (4) grün eingekaufter Strom ist i.d.R. nicht additiv - d.h., durch den Einkauf von grünem Strom wird nicht automatisch mehr erneuerbare Energie erzeugt, sondern der verbleibende Energiemix für alle anderen Nutzer wird bzw. müsste schlechter gerechnet werden.

In der Bilanzierung bzw. dem Greenhouse Gas Protocol wird dies unter der Problemstellung "market-based vs. location-based accounting" behandelt: Zwar soll in der Umweltbilanz belohnt werden, wer am Markt regenerative Energie einkauft (market-based), aber physisch wird die Energie mit dem regionalen bzw. nationalen Strom-Mix erzeugt und geliefert (location-based). Wer market-based bilanziert, um mit seinen Anstrengungen besser dazustehen, sollte zumindest parallel auch location-based mit deklarieren, um weniger angreifbar zu sein.

Eigenstromerzeugung ist die am wenigsten angreifbare Variante zur Verbesserung der Klimabilanz, hat aber strenggenommen auch einen kleinen Anteil an indirekten Emissionen. Direktverträge bzw. PPA (Power purchase agreements) sind die vertraglich strengeren Ansätze gegenüber einfachen Ökostromverträgen, um tatsächlich extern ein zusätzliches

Stromangebot zu erzeugen und den Vorteil voll in die eigene Bilanz aufzunehmen. Die schwächste Bilanzentlastung ist der reine Zukauf von CO₂-Zertifikaten, ohne dass überhaupt regenerative Energie bezogen wird. Letzteres sollte auch nicht unter eine schwache Definition von Klimaneutralität fallen.

Eine zu 100% durch zugekaufte regenerative Energie abgesicherte Betriebsführung (also doch „nur“ Ökostrom kaufen) ist als Zwischenschritt natürlich trotzdem sinnvoll. Zum Einen steigt der Marktanteil grüner Stromanbieter; und zum Anderen wird natürlich aus den Erträgen des Ökostroms auch in mehr regenerative Anlagen investiert.

Unter Anderem aus den verschiedenen Klimaneutralitätsaussagen und -zielen von Firmen sind folgende Abstufungen zu erkennen:

Stufe 1: es wird für ein konkretes Rechenzentrum genügend Ökostrom eingekauft, wie im Jahr benötigt wird;

Stufe 2: plus Nachweis der Investition in höchste Energieeffizienz;

Stufe 3: es wird (irgendwo im Unternehmen oder auf der Welt) genügend regenerative Energie additiv erzeugt für den Jahresverbrauch;

Stufe 4: es wird regional nachweisbar jederzeit genügend regenerativer Strom additiv erzeugt, um den Stromverbrauch aller eigenen Rechenzentren abzudecken. „Jederzeit“ erzwingt eine deutliche Überdimensionierung des Angebots, d.h. über weite Phasen werden Überschüsse extern verkauft.

Stufe 5: die nachgewiesene additive Strommenge reicht auch für alle weiteren Firmenstandorte und Scope 3 (zumindest Upstream, also Herstellung) aus.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Dies ist nicht unsere fachliche Spezialisierung, jedoch kamen Smart Meter natürlich in verschiedenen Projekten und Diskussionen vor. Einen internationalen Vergleich haben wir aber nicht. Neben den als bekannt angedeuteten Verzögerungen (Zertifizierungsvorgaben, Verfügbarkeit zertifizierter Produkte, Roll-out bei Privatkunden im 5-Jahres-Zyklus) sehen wir zwei besonders relevante Hindernisse:

(1) Kompatibilität mit zwischenzeitlich installierten Smart Home Infrastrukturen und Smart Devices: die Kommunikation von Strom- und Wärmeverbräuchen, die Steuerung aus der Ferne, die regelbasierte Automatisierung von Abläufen und das Tracking eigener PV-Erträge und Speicherstände (so vorhanden) erfolgt für Privathaushalte durch eine Vielzahl von Smart Home Zentralen, die kommerziell erhältlich sind. Der Mehrwert eines Smart Meter als Informationslieferant (Verbrauchsfeedback) ist damit minimal (und ggf. eh nur ein relativ temporärer Effekt). Damit bleibt „nur“ die zentrale Aufgabe, flexiblere Stromtarife anbieten und abrechnen zu können. Für den günstigeren Tarif will der Stromanbieter aber ggf.

temporär auf der Kundenseite eingreifen können (Lastverschiebung, Lastabwurf / temporäre Autarkie, Rückspeisung aus lokalem Speicher oder BEV). Dafür müsste das Smart Meter aber über eine Vielzahl von Standards mit den verschiedenen Smart Home Kits und deren Einzelgeräten kommunizieren können. Harmonisierte und ggf. Open Source Schnittstellen könnten hier helfen, waren jedoch bei der Festlegung der jetzigen Smart Meter nicht verfügbar und sind daher in aktuellen Smart Metern nicht implementiert.

(2) Der last- und angebotsabhängige flexibilisierte Stromtarif für relativ kleine Privatverbraucher*innen ist nicht lukrativ für die großen Stromanbieter (teilweise noch aus alten Oligopolstrukturen resultierend, aber auch als reine Aufwandsrechnung für jeden Anbieter). D.h., Regelreserve im Netz wird eher mit wenigen, größeren Abnehmern verhandelt, als mit tausenden Privatkunden - obwohl systemisch gesehen die Dezentralisierung von Energieerzeugung, Speicherung und teilweise Verbrauchssteuerung extrem wichtig für die Zukunft ist.

Es ist nicht klar, wie dieses Patt überwunden werden soll: die Endkunden müssten eine echte finanzielle Entlastung spüren, wenn sie Regeleingriffe durch den Versorger zulassen. Die Versorger müssten auf Vorrat (nur in wenigen Fällen mit schnellem Geschäftsnutzen) Smart Meter installieren, intensive F&E-Aufwendungen für die nahtlose Einbindung in Smart Home Environments aufbringen (sehr viele Standards und extrem dynamische Anbieterlage), und am Ende in den Leitzentralen die verteilte Regelenergie planen und vorteilhaft nutzen können (neben kurzfristiger Stabilisierung des Netzes insbesondere Abschaltung der teuersten Spitzenkraftwerke, oder automatisch gehandelte Regelenergie im Rahmen der Strombörse). Im Kern ist mit den jetzigen Randbedingungen der Aufwand im B2C-Bereich betreiberseitig zu hoch, um hier flächendeckende Angebote zu machen.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Wie unter Frage 3 zuvor erläutert, sind dynamische Stromtarife unter den geltenden Rahmenbedingungen sowohl für Kleinverbraucher als auch für die Anbieterseite nicht lukrativ. Die teurere Installation landet daher in vielen Fällen ohne (finanziellen oder ökologischen) Vorteil im Sockelbetrag der Stromabrechnung.

Als ein Teil der Lösung werden Kostenamortisationsrechnungen benötigt, die Korridore für eine wirtschaftlich für alle Stakeholder tragfähige Marktskalierung geben und damit priorisierte Ausbauziele identifizieren. Um nicht Kleinverbraucher und sozial schwache Haushalte überproportional zu belasten, wäre eine Mehrbelastung für private Großverbraucher und Nutznießer des dynamisierten Stromtarifs zu überlegen. Bei der letzteren Gruppe würde eine Mehrbelastung jedoch der gewünschten Steuerung zu mehr Regelreserve entgegenlaufen, d.h. weniger Kunden würden Eingriffe in ihrem Haushalt hinnehmen.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Auch wenn die Frage auf "neben der Ökodesign-RL und R2R" abzielt, ist zunächst festzuhalten, dass in diesen Bereichen noch mehr positiver Einfluss aus D möglich ist. Der Umstieg von Ecodesign zu ESPR (Ecodesign for Sustainable Products Regulation) erfordert horizontal wie produktgruppenspezifisch noch mehr Austesten und Validieren zukünftiger Richtungsentscheidungen; auch in Bezug auf die Trennung von berechtigten und unberechtigten Einwänden der Industrie. Gerade der Bereich Nutzungsdauerverlängerung mit "ReUse, Repair, Refurbish" trifft auf eine sehr unterschiedliche Reaktion der Unternehmen, hat aber ökologisch gesehen eine zentrale Rolle in der Ressourcenschonung durch Kreislaufführung (Circular Economy) von Elektronik.

Für die deutsche Situation könnte es lohnend sein, das Augenmerk wieder auf Materialrecycling zu lenken, wo die Erfolge der WEEE-Umsetzung nicht zu einem transparenten und bestmöglichen Recycling geführt haben. Unter der Prämisse also, dass die Digitalisierung der höherwertigen Kreislaufführung (Repair, Refurbish) durch EU-Aktivitäten gesetzt wären, gilt es, die Informationsverfügbarkeit und Transparenz im deutschen Elektronikrecycling strukturiert anzugehen. Das könnte die Förderung von Recyclingverfahren für strategische Materialien sein, wo die Wiedergewinnung sich bisher nicht rechnet. Sowohl die Entwicklung neuer Recyclingverfahren und verbesserter automatisierter Erkennung und Trennung wäre zu betrachten, aber im Kern wären geeignete Forschungsergebnisse der letzten 20 Jahre aus diesem Bereich finanziell gestützt umzusetzen. Damit würden hochwertige Materialströme direkt in Deutschland gehalten und wieder bereitgestellt, um eine zukünftige Marktfähigkeit (auch betriebswirtschaftlich) anzuschieben.

Die Forderung nach einer höheren Reparaturfähigkeit (EU oder D Ebene) muss durch Qualitätsstandards potenzieller Reparaturunternehmen begleitet werden. Die Reparatur und damit das erneute Inverkehrbringen der Geräte darf nicht zu „schlimmeren“ technischen Unfällen (z.B. einem Brand) und damit zu einem Imageverlust bestimmter Marken führen. Gleichzeitig dürfen Sicherheitsbedenken und Markenschutz nicht pauschal die hochwertige Kreislaufführung unterbinden.

Hier sind produktgruppenspezifisch geeignete Abwägungen und Abstufungen zu finden, insbesondere umso sicherheitskritischer die Elektronikanwendung ist.

Die Qualität von Reparaturen kann auch durch den sogenannten Digitalen Produktpass (DPP) unterstützt werden. Zum Einen läge so für Reparateure mehr Information zur Vorgeschichte des Produkts vor; auch ein besserer Zugang zu genau passenden Service- und Reparaturanleitungen; zum Anderen würde ein qualifizierter Reparateur auch zusätzliche Angaben über die Reparatur in den DPP einspeisen.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Ein Großteil der Chancen liegt aus unserer Sicht im Konzept "Green-by-ICT" begründet; also Systembetrachtungen, bei denen durch mehr Elektronikeinsatz (mit erhöhtem ökologischen Rucksack) in anderen Systemen mehr Ressourcen und Emissionen eingespart werden, als man für die Digitalisierung aufgebracht hat. Dies trifft im Kern zu bei Dematerialisierung und bei Lastadaptivität bzw. verbesserten Prognosen.

Datenverfügbarkeit und KI können zu besseren Prognosen beitragen. Die Prognose der Umweltvorteile eines neuen digitalen Dienstes (mit dazu benötigter Hardware) ist bisher noch sehr komplex und kann nur für relativ große Vorhaben geleistet werden. Selbst dann sind immanente Unsicherheiten bzgl. Roll-out, Skalierbarkeit und Konkurrenz zu (disruptiven) Parallelentwicklungen sehr groß. Man denke an die Vorhersage der Umwelteffekte von Google, als es noch eine Zwei-Mann-Firma war. Digitale Lösungen mit großem Klimaschutzeffekt, die ohne zusätzliche Hardware aufgebaut werden können und von z.B. initial 1000 Nutzern auf 100erte Millionen skalieren, sind nicht zu sehen. Jeder erfolgreiche digitale Dienst benötigt also zusätzliche Hardwareressourcen. Nischenlösungen oder Expertensysteme für einen kleinen Nutzerkreis können dagegen „in der Cloud“ aufgesetzt werden, ohne dass Umweltaufwand in Form von zusätzlicher Hardware gegengerechnet werden muss, aber das sind Ausnahmen.

Der Einfluss der Software im Wechselspiel zur minimal benötigten Hardware ist groß, und kann ebenfalls bisher nur für gut eingegrenzte Systeme berechnet werden (zwei exakt alternative Algorithmen oder Beschleunigerarchitekturen zum Beispiel).

Eine Überdimensionierung neuer Systeme oder die Nichterreicherung der Einsparpotentiale findet vermutlich jetzt schon statt und könnte zunehmen. Längst nicht alle KI / Big Data Anwendungen tragen zu Dematerialisierung oder Effizienz durch Prognoseverbesserung bei. Wenn beispielsweise eine KI im Kontext eines Energiemanagements eingesetzt werden soll, ist zunächst zu prüfen, inwiefern das Anwendersystem lastadaptiv überhaupt geregelt werden kann.

Es gibt einen weiteren Bereich, in dem KI ohne explizite Dematerialisierung zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen soll, und zwar über die Hebelwirkung einer "extrem beschleunigten digitalen Forschung". Die schnellere Verfügbarkeit medizinischer Wirkstoffe, oder beispielsweise auch neue Werkstoffe, die besonders kritische Materialien ersetzen, stellen einen großen gesellschaftlichen Nutzen dar, der sich nicht rein ökologisch bewerten lässt.

Frage Nummer 7: Welche rechtlichen Anpassungen (bspw. Umweltrecht, Klimaschutzgesetz, CO2-Bepreisung, Grenzausgleichsmechanismus, Vergaberecht und weitere) und Standards werden gebraucht, um die Digitalisierung nachhaltig zu gestalten, welche politischen Schritte müssen für eine positive Ausgestaltung

gegangen werden und welche Best Practice Beispiele gibt es in andern Ländern/Regionen?

Antwort:

Grundsätzlich ist der Ansatz, Umweltschäden in die Marktpreise zu integrieren, weiter richtig (nicht nur CO₂-Besteuerung, auch andere Umweltaspekte) - jedoch hat das Jahr 2022 deutlich gezeigt, dass die gewünschte Steuerwirkung starker Preissignale mittels Inflation und (drohendem) Armutsanstieg sozialer Zündstoff sind, und das Wirtschaftsgefüge insgesamt stressen. Dabei spüren die Firmen, die gestresst werden sollten (Kette der fossilen Energieversorgung, und deren Investoren) den Druck zum Teil nicht einmal, sondern erreichten Rekordgewinne. D.h. die Besteuerung inkl. Grenzausgleichsmechanismen funktioniert scheinbar nur in einem eingeschränkten Bereich einer relativ vorsehbaren oder stabilen Marktsituation.

Konkreter für die Elektronik geht es zentral um die Grenzausgleichsmechanismen, da derzeit ein Großteil der Wertschöpfung und der Umweltwirkungen von Elektronikfertigung außerhalb von D liegen. Um effiziente, grüne Elektronikfertigung in D zu steigern, und Fertigung nicht noch weiter zu verlagern, müssten die Effizienzanreize in D eher noch höher sein (z.B. CO₂-Besteuerung), aber das Unterbieten aus dem Ausland (mit ggf. höherem Umweltschaden) WTO-konform unterbunden werden. Technologische Souveränität im Elektronikbereich führt mit den richtigen Steuerungsanreizen damit zu einer besseren Umweltbilanz.

Frage Nummer 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 Infrastrukturen erheben und Rebound Effekte verhindern zu können und welche Best Practice Beispiele gibt es in anderen Ländern/Regionen?

Antwort:

Eine komplette Erfassung, Weitergabe und Offenlegung von Ökobilanzdaten wird es nicht geben, aber für Teilbereiche bzw. mit zulässig abstrahierten und aggregierten Daten wird dies auch für Elektronik vorbereitet. Kennzahlen (Key Performance Indicator, KPI) stellen hier einen Kompromiss in der Detailtiefe dar, wodurch die unbeabsichtigte Weitergabe von Geschäftsgeheimnissen vermieden wird.

Für digitale Infrastruktur sollte zunächst die Betrachtung vom Betrieb auch auf Herstellung und eigentlich auch Entsorgung/Recycling ausgedehnt werden. Diese vor- und nachgelagerten KPI werden auf Berechnungen statt eigenen Betriebsdaten aufsetzen, so dass hier gemeinsame Berechnungsmethoden aufgebaut werden können, solange Spezifika der einzelnen Betriebe bzw. Produkte erhalten bleiben (also z.B. nicht ein Datensatz für alle Rechenzentrums-Server). Die KPI-Berechnung vor ggf. Genehmigung und Inbetriebnahme entspricht im Wesentlichen einer Technikfolgenabschätzung. Zumindest mit dem Wissensstand zur Freigabepfung (ob rechtliche Genehmigung oder intern im Unternehmen) könnten so die Daten erstellt werden, um negative Trade-offs bzw. Rebound-Effekte zu erkennen.

Im Kern betrifft die Abfrage von KPI jedoch auch die gesamte globale Lieferkette der Elektronik und bedarf daher internationaler Übereinkommen, auch was die konkrete Regelsetzung der Datenerhebung und Datenqualität angeht.

Die Frage stellt sich auch nach dem Nutzen der KPIs. Was machen Industrie, Politik und konsumierende Gesellschaft mit den Erkenntnissen, die sich aus den Umwelt-KPIs erschließen. Sowie dies klar definiert wäre, würden Argumente für eine entsprechende Datensammlung automatisch nachfolgen.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Der Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig“ definiert ein ganzheitliches Herangehen an die Verzahnung der Themen Nachhaltigkeit und Digitalisierung und trägt damit in geeigneter Weise zu einer „Instrumentalisierung“ der Digitalisierung für die Nachhaltigkeit bei. Da der Aktionsplan jedoch noch vor der Pandemie veröffentlicht wurde, empfiehlt es sich im Lichte der Erfahrungen mit der Pandemie den Aktionsplan zu überarbeiten: Insbesondere hat sich die Digitalisierung der Arbeitswelt, aber auch im Bereich Bildung deutlich beschleunigt, die auch entsprechende Vorteile im Bereich Nachhaltigkeit mit sich bringen, z.B. durch verstärktes HomeOffice und auch den Verzicht auf Dienstreisen zugunsten von Videokonferenzen. Dieses aus einer Krisensituation resultierende Momentum sollte verstärkt und unterstützt werden, um beispielsweise das Verkehrsaufkommen durch Berufspendler dauerhaft zu verringern, aber auch um den ländlichen Raum durch die verbesserte Möglichkeit des HomeOffice attraktiver zu machen. Begleitende Maßnahmen zum weiteren Ausbau digitaler Möglichkeiten der Zusammenarbeit sollten diese Trends verstetigen, unter Berücksichtigung technologischer Entwicklungen, aber auch rückgekoppelt mit sozialwissenschaftlichen Erkenntnissen, welche Formen einer digitalisierten Arbeitswelt für Arbeitnehmer*innen attraktiv sind und die gewünschte Lenkungswirkung entfalten können. Insbesondere Verhaltensänderungen, die seitens der Arbeitnehmer*innen langfristige Entscheidungen erfordern (Wahl des Wohnorts, Art der Mobilität), sind durch Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen geeignet zu flankieren.

Die derzeit angespannte Situation bei den Energiekosten ist ein weiterer Trend, der eine Anpassung des Aktionsplans angeraten erscheinen lässt. So ist davon auszugehen, dass Verbraucher*innen aber auch die Wirtschaft zunehmend Entscheidungsunterstützung für Energieeinsparungen aufgeschlossen gegenüber stehen. Hier sind geeignete Mess- und Feedbackfunktionen hinsichtlich Verbräuchen für Elektro- und Elektronikgeräte erforderlich und die dafür nötigen Technologien sowie nutzerzentrierten Betrachtungen, welche Informationen für den/die Anwender*in eine geeignete Entscheidungsunterstützung ermöglichen.

Gerade das derzeitige zeitgleiche Auftreten mehrerer Krisen verändert die Rahmenbedingungen drastisch. Hier sollten ggf. Förderinitiativen oder auch einzelne Vorhaben verlängert und mit zusätzlichen Mitteln ausgestattet werden, damit sichergestellt ist, aktuelle Entwicklungen berücksichtigen zu können.

Frage Nummer 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 Rechenzentrumstandort Deutschland aus und wie lassen sich daraus ggfs. resultierende Ausweichdynamiken vermeiden bzw. reduzieren, insbesondere auch um Carbon-Leakage entgegenzuwirken?

Antwort:

Gemäß der Spezifik der deutschen Rechenzentrums-Verteilung sind Outsourcing und Offshoring oft keine Option, um den Energiepreisen auszuweichen. Sonst wäre dies ja auch bei kleineren Preisgefällen der Vergangenheit schon erfolgt. Wegen Latenzanforderungen, Sicherheitsauflagen, und lokalem Know-how der Betreiber werden bestimmte Standorte sogar gestärkt, denn wo aufgrund der Immobilienlage weder Relocation noch Flächenvergrößerung möglich sind, lohnt sich bei erhöhten Energiekosten der Invest in noch höhere Leistungsdichten, also frühere Aufrüstung an gleichbleibenden Standorten.

Große Cloud-Rechenzentren sind dagegen stärker über Grenzen verschiebbar, und könnten damit Cloudservices für D mit einem erhöhten Carbon Footprint (CF) erbringen. Allerdings sind dedizierte Groß-Rechenzentren auch erhebliche Investitionen, die nicht beliebig oder kurzfristig aufgegeben werden. Eine Unterstützung für positive Steuereffekte wäre die Ausweisung des aktuellen Carbon Footprints für einen digitalen Service für den jeweiligen Einzelnutzer. Auch wenn die meisten Kunden nicht nach dem CF einen Anbieter wechseln oder aussuchen könnten, wäre eine quasi-Echtzeitanzeige für Endkunden ein starker Treiber für die Provider, nicht negativ aufzufallen.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Diese Frage ist sehr schwer kompakt zu beantworten. Im Grundsatz sehen wir die Unterstützung der nachhaltigen Entwicklung bei der besseren Datenbereitstellung, der Vereinheitlichung und Beschleunigung von Prozessen und der Nachverfolgbarkeit bzw. Überprüfbarkeit.

Diese Ansatzpunkte kann man vereinfacht auf drei zentrale Stakeholder-Gruppen anwenden, und zwar Wirtschaftsakteure, den Staat bzw. Behörden, und die Bürger. Zusätzlich können z.B. Forschung und NGOs als Stakeholder involviert sein.

Die Digitalisierung führt optimalerweise jeweils innerhalb der Stakeholder-Gruppen und an allen Schnittstellen zwischen den Gruppen zu mehr Effizienz, also besserer Zielerreichung bei geringerem Ressourceneinsatz.

Beispiele ohne Rangfolge wären: Produktdaten, Zulieferkettendaten, eGovernment, Mobilität, Umweltschutzdaten, Katastrophenschutz.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Die Abwägung, welche KI-Technologie für welches Problem besonders geeignet ist und zusätzlich den größten Nachhaltigkeitseffekt zum kleinsten Ressourcenaufwand bietet, ist nach meinem Eindruck noch völlig offen. Verschiedene KI-Lösungen werden anwendungsspezifisch parallel existieren und ggf. auch in Kombination eingesetzt. Die KI-Forschung selbst beginnt jetzt erst, ihren eigenen Energieverbrauch und Ressourcenverbrauch mit einzubeziehen.

Aber der Fußabdruck modernster KI wird zunehmend ökologisch relevant: sowohl das Training der größten Deep Learning Netzwerke erreicht den Stromverbrauch einer Kleinstadt; und Betrieb und Aktualisierung der KI-Modelle mit z.B. 900 GB Modellumfang sind rechen-, speicher-, und netzwerkintensiv. D.h., moderne KI hat nicht nur einen einmaligen hohen Trainingsaufwand, sondern oft auch einen hohen Rechenaufwand bei der integrierten KI im Feld und zusätzlich Aktualisierungsläufe, die hohen Hardwarebedarf und Strombedarf erzeugen. Spezialisierte Beschleuniger-Chips können die Berechnungen extrem effizienter machen (Faktor 100 und mehr), aber der Speicherbedarf und Datentransferaufwand muss durch andere Entwicklungen gesenkt werden.

Derzeitige KI erzielt die größten Vorteile bei der Mustererkennung, ohne dass die Muster über feste Regeln programmiert werden müssen. Diese Mustererkennung kann viele gesellschaftlich relevante Ziele befördern, wobei folgende Grundprinzipien zum Tragen kommen (siehe bereits Frage 6):

- (1) Beförderung von Dematerialisierung;
- (2) Prognoseverbesserung, insbesondere Effizienzgewinne durch Lastadaptivität oder Condition Monitoring;
- (3) extreme Beschleunigung bestimmter Forschungsprozesse, z.B. bei der Wirkstoffforschung.

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

Antwort:

Nur ein Bereich herausgegriffen: Die Digitalisierung der Lieferketten mit erhöhter Transparenz und Überprüfbarkeit (z.B. Blockchain) eröffnet die Chancen, Umwelt- und Nachhaltigkeitsdaten in der Breite zu erhalten, und zwar in erster Linie für die Firmen (über Vertragsbeziehungen), aber auch für staatliche und nicht-staatliche Stakeholder und Firmen außerhalb der Vertragskette, wie Refurbisher und Recycler. Der Digitale Produktpass ist eine vorbereitende Aktivität der EU in dieser Richtung mit großem Potential für den Elektronikbereich.

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

Antwort:

(1) „Grüne“ und „öko“-Produkte sind ein recht großer Marktanteil in D und stehen auch für ein hohes Qualitätsversprechen. Es lohnt sich also schon für den Binnenmarkt, in diese Produkteigenschaften zu investieren; zumal mit den aktuellen Energiepreisen Energieeffizienz in allen Bereichen gefordert ist. Wichtig ist dabei, das bisher vorhandene Vertrauen der Endkunden nicht durch Greenwashing oder andere falsche Versprechen zu unterminieren.

(2) Deutsche Firmen sind oft umweltseitig recht gut aufgestellt im internationalen Vergleich (schon durch die große Regelungsdichte in D). Sie würden noch mehr über die gesetzlichen Vorgaben hinaus umsetzen, wenn dies am Markt stärker honoriert würde und sie nicht durch die Konkurrenz (i.d.R. aus dem Ausland) preislich unterboten werden. Natürlich gilt es gleichzeitig, die bestehenden und zukünftige Regelungen besser umsetzbar für die Unternehmen zu gestalten; also Bürokratieaufwand angemessen zu minimieren.

(3) Rückverlagerung von Industrieproduktion nach Deutschland (und near-shoring; also die EU mit einbeziehen) erfolgt nur mit Einsatz äußerster Effizienz und Automatisierung und Digitalisierung. Gerade die Entwicklung von mehr technologischer Souveränität bedarf eines hohen Digitalisierungsgrades. Wobei bei der High-Tech-Produktion von Elektronik die Arbeitskosten an geplanten Standorten nicht mehr die Entscheidungen dominieren, wie in der Vergangenheit. Die Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal in einer Region ist dagegen zu einem sehr stark gewichteten Faktor geworden.

Frage Nummer 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?

Antwort:

Eine große Anzahl von Privatpersonen (42 – 64% für die 5 Gerätekategorien Smartphone, Laptop, Fernseher, Wasserkocher, Waschmaschine) würde gerne das aktuelle Gerät möglichst lange nutzen mit großen Unterschieden in den soziodemografischen Gruppen: „30 % der unter 30-Jährigen würde ihr Smartphone gerne jährlich oder häufiger wechseln, doch nur 3 % der mindestens 60-Jährigen. Analog würden gerne fast sechs von zehn der über 60-Jährigen ihre Geräte gerne solange wie möglich nutzen, doch nur jeder vierte zwischen 18 und 29 Jahren. Zudem haben Menschen aus den neuen Bundesländern und Frauen mehr Interesse an langlebigen Geräten als Menschen aus den alten Bundesländern und Männer“.

Zwar sind laut Bitkom-Umfragen knapp 80% der Befragten Nachhaltigkeit bei Smartphones „sehr wichtig“ und auch Umfragen von Jaeger-Erben et al. (2017) zeigen, dass einem Teil der Nutzer*innen Langlebigkeit und Reparierbarkeit der Geräte relevante Produkteigenschaften sind, gleichzeitig finden aber auch 65% der Befragten die aktuellen Nutzungsdauern angemessen. In den Kaufentscheidungen schlagen sich daher bisher Langlebigkeit und Reparierbarkeit kaum nieder. Bei der Selbsteinschätzung der Nutzungsdauer geben eher Frauen als Männer und eher Ältere als Jüngere an, die Geräte sehr lange nutzen zu wollen. (Special Eurobarometer 503, von 2020). Dreiviertel der Befragten EU-weit geben an, dass bessere Reparierbarkeit von Herstellern verlangt werden

sollte; 25% sogar wenn dies zu einem höheren Preis führt. Befragte in Deutschland geben dies sogar überdurchschnittlich oft an (35%). Dabei gibt es nur geringe Unterschiede zwischen Männern und Frauen, aber jüngere Menschen, die das Internet häufiger nutzen, und solche mit höherer Bildung stimmen dieser Aussage zur verpflichtenden Reparierbarkeit stärker zu.

Explizite Quellen zu diesem Abschnitt:

Hipp, T., Jaeger-Erben, M., Frick, V. (2021): Nutzungsdauern elektronischer Geräte zwischen Anspruch und Wirklichkeit – Ergebnisse einer Repräsentativerhebung zu lebensdauerrelevanten sozialen Praktiken von Nutzer*innen in Deutschland. OHA-Papers 1/2021]

Jaeger-Erben, Melanie und Hipp, Tamina/ Nachwuchsgruppe Obsoleszenz (Hrsg.,2017). Letzter Schrei oder langer Atem? - Erwartungen und Erfahrungen im Kontext von Langlebigkeit bei Elektronikgeräten. Vorläufige Kurz-Auswertung einer repräsentativen Online-Befragung in Deutschland. OHA-Texte 1/2017

Markus Haas: Smartphone-Markt: Konjunktur und Trends, Bitkom, 2021

Frage Nummer 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?

Antwort:

Gemäß einem Eurobarometer (Special Eurobarometer 503, von 2020) würden jüngere Leute sich stärker durch eine Ausweisung des Energiebedarfs von digitalen Services beeinflussen lassen (39% der 15-24-jährigen, gegenüber 20% der Altersgruppe ab 55).

24% würden zusätzliche persönliche Daten freigeben, um die Energieeffizienz zu erhöhen. Bei dieser Abfrage liegen z.B. Dänemark und Irland wesentlich höher. Deutschland dagegen mit 20% unter dem EU-Schnitt.

Frage Nummer 17: Wie bewerten Sie die folgenden Ansätze, um der Reparatur von IT-Geräten im Vergleich zum Neuerwerb 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)

Einschätzung:

Gut („+“): Für die direkte Kaufentscheidung eher in Einzelfällen positiv; geht aber ggf. in der Informationsflut unter. Im Detail recht komplex in der produktgruppenspezifischen Entwicklung und kann ggf. auch falsche Optimierungsanreize setzen, also eigentlich im Summe über den Lebenszyklus ökologische Produkte abstrafen.

b) Bonus auf Reparatur von Elektrogeräten (Beispiel: Thüringen)

Einschätzung:

Extrem gut („+++“): Gutscheine oder Bonussysteme mindern die Kostenschwelle bei Reparaturenentscheidungen und fördern explizit regionale Arbeitsplätze. Der Aufwand für Beantragung und Abrechnung muss allerdings zwingend durch digitale Prozesse schlank gehalten werden, und trotzdem alle Bevölkerungsgruppen erreichen.

c) Absenkung der Mehrwertsteuer auf Reparatur-Dienstleistungen (Beispiel: Schweden)

Einschätzung:

Sehr gut („++“): Auch hier sinkt die Kostenschwelle bei Reparaturenentscheidungen, allerdings stärker versteckt, d.h. es wird weniger die Wahrnehmung und Wertschätzung befördert, als beim Reparaturbonus.

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

Einschätzung:

Sehr gut („++“): Für die Verknüpfung von ökologischen Zielen und regionaler Arbeitsmarktstärkung ein essentielles Instrument. Aber kein Vorschlag für konkrete Parameter.

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)

Einschätzung:

Von gut bis extrem gut („+“ bis „+++“): Dies ist sehr produktabhängig. Generell ist dies sehr wünschenswert. Es kann Produktgruppen oder Produktdesigns geben, wo solche festen Vorgaben kontraproduktiv sind. Besonders robuste Designs ohne Verschleißteile können in Einzelfällen ökologisch vorteilhafter sein. Auch gibt es Marktsegmente, wo unveränderbares Nutzerverhalten, starker technischer Fortschritt (in Richtung mehr Ressourceneffizienz) oder hygienerechtliche Auflagen ein explizites kurzlebiges Design favorisieren müssten. Natürlich darf eine solche Argumentation nicht vorgeschoben werden, wie „95% unserer Smartphone-Nutzer wollen nur eine Produktlebensdauer von 2 Jahren“.

Neben Ersatzteilen sind auch Softwarefragen für die Lebensdauererlängerung essentiell.

f) Förderung dezentraler, gemeinwohlorientierter Infrastrukturen für Zugang zu Reparaturkompetenzen, Werkzeugen und Maschinen für Reparaturen und Entstehung lokaler Reparatur-Netzwerke z.B. durch Reparatur-Cafés.

Einschätzung:

Sehr gut (++)): Dies ist gesellschaftlich sehr wünschenswert und hilft, Reparatur zugänglicher und sichtbarer zu machen. Es wirkt der Ohnmacht „da kann man selbst nichts machen“ entgegen. Der Effekt dürfte gesamtwirtschaftlich aber vergleichsweise gering bleiben, also nie den Großteil des möglichen Reparaturmarktes abdecken.

Frage Nummer 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 Webdienstegestaltung.

Antwort:

In den eigenen Untersuchungen haben wir keine Quantifizierungen konkret zu Werbung, Softwaregestaltung oder dem Einfluss der Medienauflösung. Grundsätzlich überwiegt bei Streaming von Videos der Energieverbrauch der Endgeräte gegenüber dem Netzwerk und den Servern. Dies ist darin begründet, dass Netzwerkabschnitte und Content-Server von vielen Nutzern und Diensten gemeinsam genutzt werden, und damit besser ausgelastet mit geringerem Anteil angerechnet werden. Das Endgerät - wahlweise Smart-TV, TV oder Monitor mit vernetztem Zuspieler, PC oder Laptop als Zuspieler, usw. - ist dagegen während des Videokonsums meist 1:1 dem Nutzer bzw. der Videonutzung zuzurechnen. Selbst der individuelle Netzzugang (Last Mile) wird dagegen mehrere Dienste ausführen, und geht nur anteilig in die Rechnung des Streamings ein. Nur bei mobilen Endgeräten ist der Stromverbrauch des Endgerätes deutlich weniger relevant, und gleichzeitig ist die Auslieferung der Daten über Mobilfunk energieintensiv.

Videos stellen mittlerweile den größten Anteil am Internetverkehr weltweit und treiben damit den Ausbau und den Stromverbrauch in die Höhe. Die Auslieferung von Videos und videobasierter Werbung ist damit besonders kritisch für die Frage "wieviel Energie wird das Internet zukünftig benötigen". Tracking-Daten dürften im Vergleich um Größenordnungen weniger relevant sein. Die Auslieferung gleicher (Video-)Inhalte, auch wenn sie zeitlich versetzt abgefragt werden, ist jedoch durch ein mehrstufiges Caching (sog. Content Delivery Networks, CDN) immer noch recht effizient. Dabei wird in der Regel erst kurz vor der Auslieferung an den Einzelkunden die Auflösung auf dessen Endgeräteaauflösung oder vorgegebene Auflösungsbeschränkungen umgerechnet. Die Weitbereichsnetze und international verteilten Content Server werden durch CDN also entlastet; dafür wird im Netz verteilt mehr Zwischenspeicher aufgebaut und dort die Auflösungsrechnung durchgeführt. Die Endgeräte sparen bei den effizienten CDN zusätzlich Energie, wenn Videos nicht umskaliert werden müssen, und zwar nach anekdotischen Messungen bis zu 20%; egal, ob hoch- oder runterskaliert werden muss.

Für die Optimierung bzw. regulative Einschränkung der Endgeräte enthält die Ökodesign-Richtlinie bzw. zukünftig ESPR bereits die richtigen Ansätze. Hier gilt es, den Arbeitsplan regelmäßiger zu aktualisieren und zügiger abzuarbeiten. In Bezug auf Fernseher könnte es z.B. dazu kommen, dass 8k-Geräte alle am minimalen Energieeffizienzkriterium scheitern, was ökologisch folgerichtig und gewünscht wäre, aber als „Innovationsverbot“ die Gesetzgebung bei den Bürgern schlecht dastehen lässt.

Diverse Mechanismen auf der Ebene der digitalen Services, wie Werbung, Tracking oder Voreinstellungen zu Autoplay, Auflösung usw., sind durch ESPR aber nicht abgedeckt.

Videobasierte Werbung, Autoplay und Preload sind ökologisch gesehen vermeidbare Umweltlasten ohne relevanten Nutzen. Sie dienen jedoch entweder einem erhöhten Komfort (inkl. Bindung an einen Kanal) oder der Finanzierung des vordergründig kostenlosen Angebots. Ein Verbot von Werbung, Autoplay, Preload, Tracking oder Features wie HDR, 200Hz oder 4k/8k-Auflösung ist dementsprechend ein sehr harter Eingriff in die Differenzierung des Marktes und bezogen auf Werbung die Finanzierbarkeit von offenen Internetangeboten. Vorgeschriebene, ökologischere Voreinstellungen (auf Internetseiten, in Apps oder auf Endgeräten) sind ein Kompromiss, jedoch mit einem deutlich verringerten und zeitlich abnehmenden Einsparpotential (diese Einstellungen werden nach und nach deaktiviert, wenn Nutzer es als Bevormundung oder Qualitätsverlust ansehen).