21.11.2018 | Hintergrund

Digitalisierung und Energiebedarf

Grundschule, Sekundarstufe

Digitale Medien und Informationstechnologie durchdringen unseren Alltag, und laufend kommen neue Anwendungen und Geräte hinzu. Ihr Energiebedarf ist bereits heute enorm – und wird weiterwachsen. Gleichzeitig bietet die Digitalisierung große Potenziale, um Treibhausgasemissionen in vielen Bereichen zu senken und Umwelt und Ressourcen zu schützen.

Gehört zu:

Thema des Monats: Wie ist die Energiebilanz der Digitalisierung?
Unterrichtsvorschlag: Streaming, Cloud & Co. – Dem Stromverbrauch des Internets auf der Spur (SEK)
Unterrichtsvorschlag: Warum jeder "Klick" im Netz Strom verbraucht (GS)

Alltag und Wirtschaft in unserer Gesellschaft sind geprägt durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Der Begriff "digitale Gesellschaft" ist in der politischen Diskussion längst geläufig. Die Entwicklung der "digitalen Gesellschaft" wird auch aus Perspektive der Nachhaltigkeit diskutiert. Neben wirtschaftlichen, politischen und ethischen Erwägungen geht es dabei auch um ökologische Folgen, insbesondere den Energiebedarf und den Bedarf an Edel- und Sondermetallen.

Einerseits verspricht der Einsatz von IKT viele Möglichkeiten, Energie effizienter zu nutzen. Zum Beispiel, indem in der Industrie Energie- und Materialeinsatz optimiert werden, Heizung und Stromverbrauch in privaten Haushalten oder Treibstoffverbrauch und Emissionen durch den Güterverkehr. Darüber hinaus gelten "smarte Stromnetze" als Voraussetzung, um die Energieversorgung auf Basis von erneuerbaren Energien zu ermöglichen.

Andererseits verschlingt die IKT große Mengen an Energie und Rohstoffen (siehe auch Thema der Woche Handy, Computer und Co. – zum Wegwerfen gebaut? [http://www.umwelt-im-unterricht.de//wochenthemen/zum-wegwerfen-gebaut]).

Wie entwickelt sich die Nutzung von IKT?

Sowohl Handys, Tablets und Spielekonsolen als auch WLAN-Router, Bürocomputer oder Rechenzentren von Großunternehmen fallen unter den Sammelbegriff Informations- und Kommunikationstechnik, kurz IKT. Die Bezeichnung umfasst alle Einrichtungen zum Austausch von Informationen in digitalisierter Form und auf elektronischem Wege, insbesondere in Netzwerken wie dem Internet.

Diese Technologien sind im Alltag und in der Wirtschaft allgegenwärtig, für die Gesellschaft in der heutigen Form sind sie unverzichtbar. Aus ökologischer Perspektive ist die Entwicklung wegen ihres Ausmaßes und ihrer enormen Geschwindigkeit von erheblicher Relevanz.

Zum Beispiel kam erst im Jahr 2007 das erste iPhone auf den Markt, das als Vorbild der heute üblichen Smartphones gilt. Im Jahr 2018 nutzen 57 Millionen Menschen in Deutschland Smartphones, so der Branchenverband Bitkom. Für knapp 90 Prozent von ihnen sind sie demnach eine große Erleichterung im Alltag. Und 60 Prozent geben an, dass sie ihr Gerät erst im Jahr zuvor gekauft haben.

Auch der Datenverkehr im Internet wächst in atemberaubendem Tempo und bringt einen Ausbau der technischen Infrastruktur mit sich. Die weltweit verfügbare Bandbreite – die Kapazität zur Übertragung von

Daten – hat sich im Zeitraum von 2008 bis 2016 vervielfacht. Allein von 2015 bis 2016 nahm sie um 32 Prozent zu. Während im Jahr 2010 weltweit rund zwei Milliarden Menschen Zugang zum Internet hatten, waren es 2016 bereits knapp 3,4 Milliarden.

Fachleute aus der Telekommunikationsbranche rechnen damit, dass auch in Deutschland der Datenverkehr weiter rasant wächst. Von einer Verdreifachung bis zum Jahr 2021 geht zum Beispiel ein bedeutender Hersteller von Netzwerktechnologie aus. Demnach werden dann schätzungsweise allein in Deutschland 760 Millionen Geräte ans Internet angeschlossen sein.

Wie hängen IKT und Energiebedarf zusammen?

Computer, Notebooks, Smartphones – all diese elektronischen Geräte benötigen Strom, wie jedem und jeder geläufig ist. Was viele Menschen aber nicht immer im Blick haben, sind die Rechenzentren, die hinter den vielen Anwendungen stehen, die das Internet nutzen.

Bei Internetanwendungen wird eine Anfrage über das Netzwerk an das Rechenzentrum weitergeleitet, in dem Server-Computer die Anfrage bearbeiten. Das gilt auch für jede Google-Suchanfrage, jedes Posting bei Facebook oder Instagram und bei jeder App im Smartphone.

So lösen zum Beispiel Suchmaschinen-Anfragen eine Suche in den Datenbanken der Suchmaschinen-Anbieter aus. Um diese Datenbanken zu verwalten und ihre Inhalte in kürzester Zeit zu durchsuchen und über das Internet wieder auszugeben, ist auf Seiten der Anbieter eine enorme Rechenkapazität nötig.

Große Internet- und Technologieunternehmen wie Google, Apple, Microsoft oder Facebook betreiben daher oft eigene große Rechenzentren, in denen spezielle Server-Computer die entsprechende Rechenkapazität bereitstellen. In Frankfurt am Main befindet sich der größte Internet-Knoten der Welt (Deutsche Commercial Internet Exchange [DE-CIX]). Viele große und auch internationale Rechenzentren haben ihren Sitz in Frankfurt. Der Energiebedarf der Rechenzentren dort ist inzwischen größer als der des internationalen Großflughafens in Frankfurt. Überdies benötigen diese Rechenzentren mehrere zehntausend Quadratmeter Fläche.

Die Nutzung von Rechenleistung oder Speicher über ein Netzwerk wird als "Cloud Computing" bezeichnet und hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Fachleute rechnen mit einer weiteren Zunahme. Neben Unternehmen speichern auch private Nutzerinnen und Nutzer zunehmend ihre Daten auf Servern, um zum Beispiel ihre Musiksammlung, Videos oder Fotos mit verschiedenen Geräten sowie unterwegs über eine mobile Internetverbindung abrufen zu können.

Wie groß ist der Energiebedarf der Rechenzentren?

Rechenzentren verbrauchen insgesamt deutlich mehr Energie als alle Computer, Notebooks und Smartphones in Deutschland zusammen. Sie benötigen die Energie nicht nur für die Prozessoren (die "Chips"), welche die Daten verarbeiten, sondern auch für die Klimatisierung und für die Anlagen, die eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) sicherstellen. Diese USV-Anlagen schützen die empfindliche Technik der Rechenzentren auch bei Schwankungen im Stromnetz und Stromausfällen.

Überdies ist für die Telekommunikationsinfrastruktur Energie erforderlich. Dazu gehören zum Beispiel Glasfaser- und andere Kabel, Funkanlagen für mobiles Internet sowie spezielle Netzwerktechnik, die für die Weiterleitung der Daten sorgt.

Der Bedarf an Kapazitäten zur Datenverarbeitung ist stetig gewachsen. Die Bundesnetzagentur hat ermittelt, dass sich beispielsweise das Datenvolumen im Mobilfunk innerhalb von einem Jahr nahezu verdoppelt hat (von 2016 bis 2017).

Ein weiteres Beispiel ist das Videostreaming, also das Ansehen von Videos und Filmen über das Internet. Es nimmt mit einem Anteil von fast 80 Prozent am Gesamtvolumen des Datenverkehrs die Spitzenposition

ein. Die Altersgruppe der 14- bis 29-Jährigen schaut mehr Filme und Videos über das Internet (54 Prozent) als im Fernsehen (46 Prozent), während sich die 30- bis 49-Jährigen 75 Prozent der Filme und Sendungen im Fernsehen ansehen. Das ist ein Ergebnis der ARD/ZDF-Onlinestudie 2018. Die Jüngeren sehen also überwiegend über das Internet Filme und beanspruchen damit die Leistung von Rechenzentren.

Durch die wachsende Nachfrage sind immer größere und energieintensivere Rechenzentren entstanden. So ist in Deutschland der Bestand an Servern von knapp 1,8 Millionen im Jahr 2010 auf circa 2,3 Millionen Server im Jahr 2015 gestiegen. Dementsprechend ist auch der Energieverbrauch der Rechenzentren in Deutschland von 10,5 Terrawattstunden im Jahr 2010 auf 12 Terrawattstunden im Jahr 2015 gestiegen.

Dagegen hat der Energieverbrauch von Endgeräten wie Notebook oder Tablet in den vergangenen Jahren abgenommen. Diese deutliche Verbesserung der Energieeffizienz hängt unter anderem mit rechtlichen Anforderungen zusammen. Hinsichtlich der Elektronikprodukte liegt das Problem insbesondere in der kurzen Nutzungsdauer. Bei Notebooks beispielsweise fällt ein großer Teil des Energiebedarfs während der Herstellung an, sodass eine lange Nutzung Energie und Rohstoffe schont.

Der Bedarf an Rechenleistung nimmt weiter zu

Viele Anwendungen von IKT sind in den vergangenen Jahren komplexer geworden und erfordern mehr Rechenleistung. Dieser Trend wird sich künftig im Zuge der weiteren Digitalisierung fortsetzen. Um mehr Rechenleistung bereitzustellen und den Anstieg des Energie- und Ressourcenbedarfs der Rechenzentren zu begrenzen, muss deren Effizienz erheblich steigen.

Eine Entwicklung, die zu einem enormen Mehrbedarf an Rechenleistung führt, sind die Anwendungen von Verschlüsselungsverfahren. Sie werden auch als Krypto-Verfahren bezeichnet. In der öffentlichen Diskussion wird häufig das Beispiel Bitcoin genannt, einer sogenannten virtuellen Währung, die zum Bezahlen über das Internet genutzt werden kann. Für Bitcoin-Transaktionen und um Bitcoins zu schaffen – das sogenannte Mining (Schürfen) –, sind äußerst komplexe Rechenoperationen erforderlich. Es werden Studien [https://www.heise.de/newsticker/meldung/Studie-Gold-Gewinnung-energieeffizienter-als-Kryptogeldmining-4213375.html] diskutiert, denen zufolge der Energiebedarf für das Mining höher ist als der für die Gewinnung von Gold in Goldminen.

Bitcoin nutzt dabei ein Konzept, das auch für andere Transaktionen über das Internet eingesetzt werden kann. Es wird als Blockchain bezeichnet. Da es sichere Transaktionen ermöglicht, erwarten Fachleute, dass in Zukunft viele neue Anwendungen auf dieser Basis entstehen, zum Beispiel in der Finanzbrache oder in der Verwaltung. Auch dies würde zu einer erhöhten Inanspruchnahme von Rechenleistung führen.

Überdies werden in Unternehmen zunehmend große Datenmengen gesammelt und mit statistischen Verfahren analysiert ("Big Data" oder "Smart Data").

Chancen für mehr Effizienz und Umweltschutz

Während IKT einerseits zusätzliche Ressourcen wie Energie und Edel- sowie Sondermetalle beansprucht, bietet sie andererseits zahlreiche Möglichkeiten, in anderen Bereichen Ressourcen effizienter zu nutzen. Hinzu kommen Anwendungen im Umweltschutz. Ob aus ökologischer Sicht die Vorteile der Digitalisierung oder die Nachteile durch die Bereitstellung von IKT und Netzinfrastruktur überwiegen, ist gegenwärtig nicht entschieden. Diese Frage ist schon aus dem Grund nicht ausreichend zu beantworten, weil viele Entwicklungen im Rahmen der Digitalisierung heute noch nicht absehbar sind. Daher werden in den folgenden Beispielen mögliche Potenziale der Digitalisierung aus Umweltsicht aufgelistet.

Industrieproduktion

Im Bereich der Industrieproduktion werden die Möglichkeiten der Digitalisierung und Vernetzung oft unter dem Begriff "Industrie 4.0" diskutiert (siehe auch Thema der Woche Industrie 4.0 [http://www.umwelt-im-unterricht.de//wochenthemen/industrie-40-was-bringt-die-digitalisierung-in-der-produktion-fuer-die-umwelt]). Auch von der

sogenannten smarten Produktion ist gelegentlich die Rede. Mithilfe von IKT könnten Herstellungsverfahren und Abläufe so verbessert werden, dass Energie und Materialien wesentlich effizienter genutzt werden.

Hinzu kommen weitere Potenziale für den Umweltschutz, zum Beispiel bei Schadstoffemissionen von Anlagen, beim Wassermanagement sowie beim Chemikalien- und Gefahrstoffmanagement.

Energiewirtschaft

Im Bereich der Energieversorgung ermöglicht erst IKT die Einbindung von erneuerbaren Energien. IKT-Anwendungen sind die Grundlage für die sogenannten intelligenten Stromnetze ("smart grid").

Konsum und Haushalte

Auch in privaten Haushalten bietet IKT Möglichkeiten der effizienteren Nutzung von Energie. Im sogenannten Smart Home soll sie zum Beispiel die Wärmeversorgung automatisieren und so unnötigen Energieverbrauch vermeiden.

Beim privaten Konsum können sogenannte Shareconomy-Plattformen helfen, den Ressourcenbedarf zu verringern. Das Prinzip ist vom Carsharing bekannt: Die gemeinsame Nutzung von aufwändigen Gebrauchsgütern hilft, diese besser auszunutzen (siehe Thema der Woche zur Shareconomy [http://www.umwelt-im-unterricht.de//wochenthemen/nutzen-statt-besitzen-wie-nachhaltig-ist-teilen]).

Verkehr und Logistik

Neben dem Carsharing werden im Verkehrsbereich weitere Effizienzsteigerungen durch die Nutzung von IKT diskutiert. So könnten sogenannte smarte Logistiklösungen dazu führen, dass im Güterverkehr und bei Lieferungen weniger Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen anfallen.

Kreislaufwirtschaft

Der verstärkte Einsatz von IKT könnte auch dazu führen, die Nutzung von Recycling-Materialien auszubauen und somit den Rohstoffbedarf zu senken. Materialien und Produkte lassen sich mithilfe von IKT über die gesamte Produktionskette und den Lebensweg nachverfolgen, sodass alle Materialien und Komponenten von Produkten recycelt werden könnten.

Landwirtschaft

Nicht zuletzt in der Landwirtschaft werden Effizienzsteigerungen durch IKT diskutiert. IKT kann zum Beispiel dazu beitragen, Dünger und Pflanzenschutzmittel gezielter einzusetzen und somit schädliche Umwelteinwirkungen zu verringern. Bei Verfügbarkeit detaillierter Daten über den Bodenzustand und die klimatischen Verhältnisse ließen sich darüber hinaus Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsmethoden ideal auf die Gegebenheiten des jeweiligen Standortes abstimmen.

Wie kann die Digitalisierung nachhaltig gestaltet werden?

Den Chancen für mehr Ressourceneffizienz und Klimaschutz durch IKT stehen eine Reihe von Risiken gegenüber. Dazu gehört in erster Linie das Risiko, dass durch das Wachstum der Rechenzentren und der Netzinfrastruktur und die steigende Zahl von Geräten der Energie- und Ressourcenbedarf weit stärker ansteigt und die ökologischen Vorteile zunichte macht. Hinzu kommt, dass bei einigen Elektronikgeräten die Nutzungsdauer sinkt, weil immer wieder innovative und leistungsfähigere Geräte auf den Markt kommen.

Die Aufgabe besteht darin, den steigenden Bedarf an IKT-Leistung vom Einsatz an Rohstoffen und Energie zu entkoppeln.

Besonderes Augenmerk liegt auch auf einigen Edel- und Sondermetallen, die unverzichtbar für manche Bauteile sind. Einige dieser Rohstoffe werden unter problematischen Bedingungen gefördert, und die Vorkommen sind begrenzt. Ein weiteres Problem ist, dass nur sehr kleine Mengen der Edel- und

Sondermetalle in den IKT-Geräten vorhanden sind und ein Recycling kaum wirtschaftlich ist.

Zudem gibt es die Sorge, dass sich zwar die Effizienz der Hardware verbessert, dies jedoch gleichzeitig zu einer verstärkten Nutzung oder einem Anstieg des Konsums führt. Dies wird als Rebound-Effekt bezeichnet.

Konkrete Ansätze zu einer ökologisch verträglichen Nutzung von IKT zielen sowohl darauf, die Effizienz zu verbessern, als auch darauf, Rebound-Effekte zu vermeiden.

Zu den Maßnahmen, die die Wirtschaft ergreifen muss, zählen unter anderem:

- die Energie- und Ressourceneffizienz der Rechenzentren erhöhen (Die Anforderungen des Umweltzeichens „Blauer Engel“ nennen dafür zahlreiche Ansätze, darunter die Verwendung energieeffizienter Server, eine intelligente Auslastung der vorhandenen Systeme sowie eine effiziente Kühlung);
- Stromversorgung für IKT aus erneuerbaren Energien;
- die Überprüfung der Umweltverträglichkeit bei der Planung von Digitalisierungsprozessen;
- die Festlegung von Umweltstandards für Software (geschickt programmierte Software führt dazu, dass ein System weniger Strom braucht);
- die Herstellung und Nutzung von Produkten, die repariert und recycelt werden können.

Maßnahmen, die die Politik ergreifen muss:

- Regulierung schaffen, die zu einer umweltverträglichen und ressourcenschonenden Digitalisierung führt.

Auch Konsumenten/Konsumentinnen können dazu beitragen, klimaschädliche Folgen ihrer Nutzung von IKT zu verringern. Zu den Möglichkeiten zählen:

- kluger Umgang mit der eigenen IKT-Nutzung ("Digital Footprint"): Welche Aktivitäten können zum Beispiel auch ohne das Smartphone stattfinden?
- IT-Geräte wie Tablets, Handys et cetera möglichst lange nutzen, nicht unnötig oft neue Geräte kaufen und gegebenenfalls aufrüsten statt durch neue ersetzen;
- beim Neukauf auf energieeffiziente Geräte sowie auf Möglichkeiten der Aufrüstung und Wartung achten;
- ausgemusterte Geräte aufbereiten und dem Zweitmarkt zuführen;
- nur so viel Leistung wie nötig ersetzen, zum Beispiel einen energiesparenden Laptop statt Gaming-PC;
- Geräte ausschalten, wenn sie nicht genutzt werden – auch den WLAN-Router;
- Ökostrom beziehen;
- "grüne" Service-Provider und Anwendungen nutzen: Es gibt E-Mail- und Netzprovider und sogar Suchmaschinen, die ihre Rechenzentren mit Ökostrom betreiben oder die Treibhausgasemissionen kompensieren.

Weiterführende Links

Bundesumweltministerium: Digitalisierung in der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz (in: GreenTech made in Germany 2018, Umwelttechnik-Atlas für Deutschland, S. 121 ff.)
https://www.bmu.de/publikation/greentech-made-in-germany-2018-environmental-technology-atlas-for-germany/ [https://www.bmu.de/publikation/greentech-made-in-germany-2018-environmental-technology-atlas-for-germany/]

Umweltbundesamt: Surfen, Internetanbieter
https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/surfen-internetanbieter#textpart-1 [https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/elektrogeraete/surfen-internetanbieter#textpart-1]

Umweltbundesamt: Kein Ex und Hopp mehr – dem Klima zuliebe
https://www.umweltbundesamt.de/themen/kein-ex-hopp-mehr-dem-klima-zuliebe
[https://www.umweltbundesamt.de/themen/kein-ex-hopp-mehr-dem-klima-zuliebe]

Blauer Engel: Elektrogeräte
https://www.blauer-engel.de/de [https://www.blauer-engel.de/de]

Deutsche Energie-Agentur (dena): METASTUDIE: Analyse der mit erhöhtem IT-Einsatz verbundenen Energieverbräuche
https://shop.dena.de/sortiment/detail/produkt/dena-metastudie-analyse-der-mit-erhoehtem-it-einsatz-verbundenen-energieverbraeuche/ [https://shop.dena.de/sortiment/detail/produkt/dena-metastudie-analyse-der-mit-erhoehtem-it-einsatz-verbundenen-energieverbraeuche/]

[http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/]*Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz.* *[http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/]*

Sie dürfen diesen Text unter anderem ohne besondere Genehmigung verwenden und bearbeiten, z.B. kürzen oder umformulieren, sowie weiterverbreiten und vervielfältigen. Dabei müssen www.umwelt-im-unterricht.de [http://www.umwelt-im-unterricht.de/] als Quelle genannt sowie die oben genannte Creative Commons-Lizenz verwendet werden. Details zu den Bedingungen finden Sie auf der Creative Commons-Website [http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/].

[http://www.unesco.de/oer-faq.html] *Umwelt im Unterricht unterstützt die Erstellung von Bildungsmaterialien unter offenen Lizenzen im Sinne der UNESCO [http://www.unesco.de/oer-faq.html].*

Material herunterladen

Digitalisierung und Energiebedarf - GS / SK (PDF - 0 B)

Unterrichtsvorschläge

Streaming, Cloud & Co. – Dem Stromverbrauch des Internets auf der Spur - SK (PDF - 85 KB)
Warum jeder "Klick" im Netz Strom verbraucht - GS (PDF - 0 B)

Zielgruppe

Grundschule | Sekundarstufe

Fächer

Arbeit, Wirtschaft, Technik | Physik | Politik, SoWi, Gesellschaft | Sachunterricht

---

Schlagwörter

Akku | Blockchain | Cloud-Computing | Computer | Datennutzung | Digitalisierung | Green IT | Handy | Internet | Konsole | Rechenzentrum | Tablet | Smartphone | Streaming | Stromverbrauch

---