**Umwelt im Unterricht**

[www.umwelt-im-unterricht.de](http://www.umwelt-im-unterricht.de)

Arbeitsmaterial (Sekundarstufe)

# Infomaterial: Digitalisierung, Entwicklungstrends, Stromverbrauch

Informations- und Kommunikationstechnik spielen sowohl in privaten Haushalten als auch in der Wirtschaft eine immer größere Rolle. Die Materialien geben einen Überblick über Anwendungsbereiche, Entwicklungstrends und Zusammenhänge mit dem Energiebedarf.

## Hinweise für Lehrkräfte

### Was gehört noch zu diesen Arbeitsmaterialien?

Die folgenden Seiten enthalten Arbeitsmaterialien zum Thema der Woche „Wie ist die Energiebilanz der Digitalisierung?“ von Umwelt im Unterricht. Zu den Materialien gehören Hintergrundinformationen, ein didaktischer Kommentar, ein Unterrichtsvorschlag sowie eine Bilderserie. Sie sind abrufbar unter:

<https://www.umwelt-im-unterricht.de/wochenthemen/wie-ist-die-energiebilanz-der-digitalisierung/>

### Inhalt und Verwendung der Arbeitsmaterialien

Die Materialien können als Arbeitsgrundlage für eine Gruppenarbeit dienen. Sie enthalten Infotexte zu den wichtigsten Bestandteilen des Internets und anderer Netzwerke sowie zu Entwicklungstrends bei deren Anwendung. Außerdem ist eine Vorlage für ein Diagramm zur Auswertung der Ergebnisse enthalten. Die Gruppen erhalten den Auftrag, Faktoren zu ermitteln, die sich auf die Energiebilanz von Internet- und IKT-Anwendungen auswirken.

**Mögliche Aufgabenstellungen**

1. Lest den Infotext 1 über die wichtigsten technischen Bestandteile des Internets und anderer Netzwerke. Notiert in einer Tabelle die darin genannten Bestandteile und ihre Funktion.
2. Lest den Infotext 2 über Entwicklungstrends bei der Anwendung von Internet und IKT. Fertigt eine Liste der genannten Trends an und beschreibt sie in Stichworten.
3. Bewertet die Ergebnisse aus den Aufgaben 1 und 2 daraufhin, wie sie sich auf den Energiebedarf auswirken.
   1. Kennzeichnet die Faktoren, für die Energie benötigt wird.
   2. Kennzeichnet Faktoren, die den Energiebedarf verringern.
   3. Entwerft ein Diagramm, das diese Einflüsse auf den Energiebedarf veranschaulicht. Nutzt dazu die Vorlage auf dem Infoblatt 3.

**Möglichkeiten der Differenzierung**

* Die Schüler/-innen bearbeiten Teilaufgaben mit unterschiedlichem Niveau.
* Die Ergebnisse werden vorstrukturiert und durch Hinweise ergänzt (vorgegebene Tabellenstruktur für Aufgabe 1, Diagramm mit teilweise vorgegebenen Eintragungen für Aufgabe 3)

### Übersicht über die Arbeitsmaterialien

[Internet & Co. – Wie digitale Netze aufgebaut sind 1](#_Toc530475527)

[Strombedarf der digitalen Netze: Entwicklungstrends 3](#_Toc530475528)

[Diagramm: Wie sich IKT auf den Stromverbrauch auswirken 6](#_Toc530475529)

Infotext 1

# Internet & Co. – Wie digitale Netze aufgebaut sind

Ob Jugendliche ein Multiplayer-Game spielen oder Versicherungsangestellte in der Datenbank ihrer Firma nachschlagen: Technik und Abläufe in den Netzwerken ähneln sich.

### Was ist die „digitale Gesellschaft“?

In der Politik und in den Medien ist oft von der „digitalen Gesellschaft“ die Rede. Damit ist gemeint, dass Alltag und Wirtschaft in unserer Gesellschaft geprägt sind durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnik (IKT).

Die Bezeichnung IKT umfasst alle Einrichtungen zum Austausch von Informationen in digitalisierter Form und auf elektronischem Wege, insbesondere in Netzwerken.

Das Internet ist nur ein Beispiel. Innerhalb von Firmen gibt es zahllose weitere Netzwerke. Und es gibt verschiedenste Anwendungen, welche die Technik des Internets nutzen, aber nicht öffentlich zugänglich sind. Dabei sind noch nicht einmal immer Menschen beteiligt – oft kommunizieren auch Computer und Maschinen untereinander.

### Was gehört zu den digitalen Netzwerken?

Das Beispiel Internet zeigt, was alles zu digitalen Netzwerken gehört. Ein Smartphone oder ein Laptop sind sogenannte Endgeräte. Wer sie benutzt, wird in der Fachsprache auch Anwenderin oder Anwender genannt. Ein Endgerät nennen die Fachleute auch „Client“. Endgeräte wie Smartphones stellen Anwendungen zur Verfügung – zum Beispiel eine Foto-App oder einen Messenger.

Wer ein Handy-Foto macht und es per Messenger an eine Freundin schickt, versendet digitale Daten. In digitaler Form können nicht nur Fotos versendet werden, sondern alle Arten von Informationen wie Text, Audio oder Video – oder Messdaten. Auch eine Suchanfrage im Browser auf dem Schul-PC wird in digitaler Form über das Netzwerk verschickt.

Um Daten verschicken zu können, nimmt das Endgerät Verbindung zum Netzwerk auf. Ein Handy verbindet sich zum Beispiel per Funk mit einem Mobilfunkmast, ein Laptop mit dem WLAN-Router. Von dort gelangen die Daten – in der Regel per Kabel – ins Netzwerk. Ans Internet sind weltweit unzählige Computer angeschlossen, die Daten untereinander weiterleiten, bis sie am richtigen Ziel ankommen.

Ein Handy-Foto in der Messenger-App landet beispielsweise nicht direkt auf dem Handy der Freundin. Zuerst sendet die App eine Anfrage an die Computer der Firma, welche den Messenger-Dienst anbietet. Dort wird in der Datenbank nachgeschlagen, wer die Empfängerin der Nachricht ist.

Da Internet-Dienste wie manche Messenger Millionen solcher Anfragen verarbeiten müssen, sind große Rechenzentren nötig. Dort können Hunderte oder sogar Tausende Computer stehen, auf denen

Netzwerk-Dienste ablaufen. Sie werden als Server bezeichnet. Eine Anfrage an eine Suchmaschine landet auf dem Server des Suchmaschinen-Anbieters. Wer ein Video herunterlädt, verbindet sich mit einem Video-Server. Von diesen Server-Rechnern aus wird dann die Antwort über das Netzwerk zurück an die Endgeräte geschickt.

### 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, ist der Energiebedarf der Rechenzentren, die hinter den vielen Internet-Anwendungen stehen.

Große Internet- und Technologieunternehmen wie Google, Apple, Microsoft oder Facebook betreiben oft eigene große Rechenzentren, in denen Server-Computer die nötige Rechenkapazität bereitstellen. Viele große Rechenzentren haben zum Beispiel ihren Sitz in Frankfurt am Main. Dort befindet sich auch der größte Internet-Knoten der Welt (Deutsche Commercial Internet Exchange [DE-CIX]). Der Energiebedarf dieser Rechenzentren in Frankfurt ist inzwischen größer als der des internationalen Großflughafens.

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 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.

Infotext 2

# Strombedarf der digitalen Netze: Entwicklungstrends

Trends wie Videostreaming und Cloud-Computing führen zu immer mehr Datenverkehr. Und Geräte wie Handys und Laptops werden immer leistungsfähiger.

### Wie entwickelt sich die Nutzung von IKT?

Informations- und Kommunikationstechnik ist im Alltag und in der Wirtschaft allgegenwärtig, für die Gesellschaft in der heutigen Form ist sie unverzichtbar. Aus ökologischer Perspektive ist diese Entwicklung wegen ihres Ausmaßes und ihrer enormen Geschwindigkeit von sehr großer Bedeutung.

Zum Beispiel kam erst im Jahr 2007 das erste iPhone auf dem Markt, das als Vorbild der heute üblichen Smartphones gilt. Im Jahr 2018 nutzten 57 Millionen Menschen in Deutschland Smartphones, so der Branchenverband Bitkom. Und 60 Prozent geben an, dass sie ihr Gerät erst im Jahr zuvor gekauft haben.

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 besonders wichtiger Trend 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. Die Jüngeren sehen also überwiegend über das Internet Filme und beanspruchen damit die Leistung von Rechenzentren.

Auch in Unternehmen wächst der Bedarf an Kapazitäten zur Datenverarbeitung. Hier werden zum Beispiel zunehmend große Datenmengen gesammelt und mit statistischen Verfahren analysiert („Big Data“ oder „Smart Data“).

Eine weitere Entwicklung, die zu einem höheren Bedarf an Rechenleistung führt, ist die Anwendung von Verschlüsselungsverfahren. Sie werden auch als Krypto-Verfahren bezeichnet. In den Medien wird häufig das Beispiel Bitcoin genannt, einer sogenannten virtuellen Währung, die zum Bezahlen über das Internet genutzt werden kann. Um Bitcoins zu schaffen – das sogenannte Mining (Schürfen) – und die Echtheit der Transaktionen zu beweisen, ist extrem viel Rechenleistung erforderlich.

### Welche Rolle spielt die „Cloud“?

Immer mehr Anwendungen werden nicht direkt auf Endgeräten wie PCs ausgeführt, sondern auf Server-Computern.

Die Nutzung von Rechenleistung 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 oder unterwegs abrufen zu können.

### Wie entwickelt sich der Energiebedarf?

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.

### Chancen für mehr Effizienz und Umweltschutz

Während IKT einerseits zusätzliche Ressourcen wie Energie und Edel- sowie Sondermetalle beanspruchen, 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.

Zum Beispiel in der Industrie. Hier können Herstellungsverfahren und Abläufe so verbessert werden, dass Energie und Materialien wesentlich effizienter genutzt werden. Oft ist in den Medien in diesem Zusammenhang von „Industrie 4.0“ die Rede oder von der „smarten“ Produktion.

Auch in privaten Haushalten bieten Netzwerk-Dienste Möglichkeiten, Energie und Ressourcen zu sparen. Im sogenannten Smart Home sollen sie zum Beispiel Energieverschwendung vermeiden. Und sie können neue Formen des Konsums ermöglichen wie sogenannte Shareconomy-Plattformen. Das Prinzip ist vom Carsharing bekannt: Die gemeinsame Nutzung von aufwändigen Gebrauchsgütern hilft, diese besser auszunutzen.

Außerdem gibt es Ansätze zur ökologisch verträglichen Nutzung von IKT. Zu den Maßnahmen, die die Wirtschaft ergreifen muss, zählen unter anderem:

* die Energie- und Ressourceneffizienz der Rechenzentren erhöhen (zum Beispiel 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.

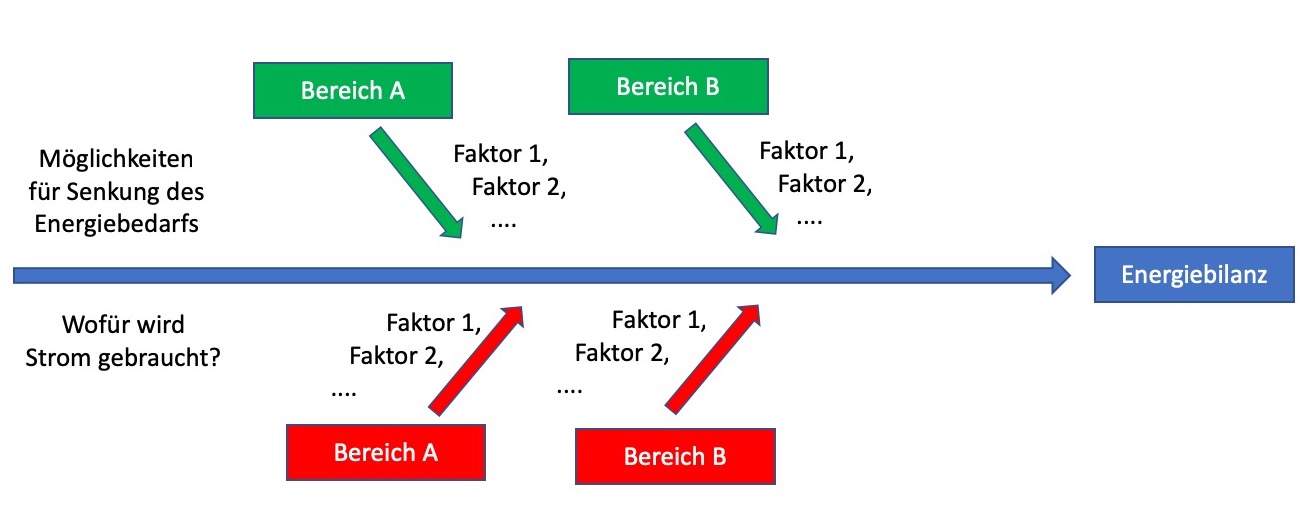
Auch Konsumenten/Konsumentinnen können dazu beitragen, klimaschädliche Folgen ihrer Nutzung von IKT zu verringern. Zu den Möglichkeiten zählen:

* 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;
* „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.

Infoblatt 3

# Diagramm: Wie sich IKT auf den Stromverbrauch auswirken

## Vorlage



## Beispiellösung

