

Nachhaltigkeit und Internet

Ökologische Auswirkungen
der Digitalisierung und Umsetzung
klimaschonender Webprojekte

Worum es geht

Der Zusammenhang zwischen Treibhauseffekt und Klimawandel, also zwischen CO₂-Gehalt der Atmosphäre und durchschnittlicher Oberflächentemperatur, steht außer Frage und ist ausgezeichnet erforscht. Ebenso wissen wir, wie der CO₂-Anstieg, der seit Beginn der Industrialisierung zu beobachten ist, zustande kommt. Und auch die Konsequenzen, die dies in naher Zukunft haben wird, können wir immer besser abschätzen. Nicht nur durch Modellrechnungen, sondern anhand von alltäglichen Beobachtungen von Veränderungen am lokalen Klima, Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt und immer häufigeren Wetterextremen.

Bis jetzt reagieren wir aber nur unzureichend, wie der jüngste Bericht des Weltklimarats IPPC von 2022 nachdrücklich zum Ausdruck bringt. Es bräuchte eine gemeinsame globale Anstrengung, um die sogenannte Energiewende zu schaffen. Der Prozess ist zäh und langwierig – 2021 stieg der globale CO₂-Ausstoß durch Kohlekraftwerke auf ein neues Rekordniveau –, aber auf alle Fälle ist das Thema Nachhaltigkeit und Klimaneutralität im Mainstream und zunehmend in der Wirtschaft angekommen.

Seit Kurzem gerät auch der rasant wachsende, alles durchdringende Bereich der Digitalisierung und die damit verbundene Kommunikations- und Unterhaltungsindustrie stärker in den Klimafokus. Die Zahlen sind tatsächlich erschreckend. Schon jetzt verbraucht das Internet insgesamt rund 10 % des global erzeugten Stroms, die verarbeiteten Datenmengen wachsen täglich immer weiter an. Auch in diesem Bereich muss also ein Umdenken einsetzen. Auch wenn Speicherplatz und Rechenleistung billig sind wie nie zuvor: Das Ausmaß, in dem derzeit unreflektiert Daten erzeugt, gespeichert und um den Globus geschickt werden, darf nicht mit dem aktuellen Tempo weiter anwachsen. Die damit verbundenen Umweltkosten – in Form von Energieverbrauch und von Ressourcen für die Herstellung und Erhaltung der physischen Infrastruktur, die hinter dem körperlosen Begriff „Internet“ steckt – sind nämlich enorm.

Beginnt man in diesem Bereich zu recherchieren, stößt man rasch auf unterschiedlichste und zum Teil widersprüchliche Angaben. Das liegt vor allem daran, dass die Zusammenhänge extrem komplex sind und »das Internet« mit seinen Millionen Webservern, Routern und Milliarden von vernetzten Endgeräten ständig wächst und sich verändert. Über einzelne

Berechnungen oder Absolutwerte zu diskutieren ist aber nicht zielführend. Wichtig ist, das große Ganze im Auge zu behalten: Unser aktueller digitaler Lebensstil ist langfristig nicht nachhaltig. Es ist möglich und notwendig, viel effizienter und sparsamer mit den verfügbaren Ressourcen umzugehen.

In der vorliegenden Broschüre möchten wir einen Beitrag zu dieser Bewusstseinsbildung leisten, die Auswirkungen unseres digitalen Lebensstils aufzeigen und einen Überblick über Ursachen und Auswirkungen von CO₂-Ausstoß und Treibhauseffekt geben. Insbesondere wollen wir jenen, die im Bereich IT und Web beruflich aktiv sind, Ideen und Ansätze für ein nachhaltigeres, klimafreundlicheres Internet liefern. Der Fokus liegt dabei auf kleinen bis mittleren Website-Projekten, viele der Ansätze – vor allem der zentrale Punkt des Green Webhosting – sind aber bei Großprojekten umso wichtiger bzw. teilweise auch für angrenzende Bereiche wie App-Design relevant. Hinweise und Anregungen sind willkommen: nachhaltigkeit@donaugrafik.at.

Die Digitalisierung ist der Inbegriff des technischen Fortschritts. Und ja, sie führt zu vielen neuen Lösungsansätzen, die uns auch im Kampf gegen die Klimakrise helfen können. Es ist aber nicht zu leugnen, dass sie zugleich selbst ein Teil des Problems ist. Wie eine nachhaltige Lebensweise für eine globalisierte Gesellschaft konkret möglich sein wird, gilt es erst gemeinsam herauszufinden. Dazu beitragen kann jede:r im eigenen Bereich – denn für jede große Veränderung sind viele kleine Schritte nötig.

Franz Tettinger
Alexandra Schepelmann

Wien / Gramatneusiedl, im Juni 2022



Inhalt

Internet

- 8** Das Digitalzeitalter und die Klimafolgen
- 12** Der digitale CO₂-Fußabdruck
- 15** Die Ausmaße der globalen Datenflut
- 16** Streaming
- 22** Rechenzentren

Webprojekte

- 28** Nachhaltiges Webdesign
- 30** Green Webhosting
- 32** Ökostrom
- 34** Infrastruktur & Programmierung
- 36** Design & Multimedia
- 38** Auffindbarkeit & Usability
- 40** Online-Shops
- 42** Klimakompensation
- 45** *In a Nutshell*

Alltag

- 48** Nachhaltigkeit im Büro-Alltag
- 50** Videokonferenzen
- 52** Zurück in die Zukunft?

Klima

- 56** Klimawandel und Klimaschutz
- 65** Datenquellen



Internet

Das Digozän und die Klimafolgen

Die Digitalisierung hat unser Leben und unsere Gesellschaft in fast allen Bereichen völlig verändert. Welche Auswirkungen hat sie auf unser Klima?

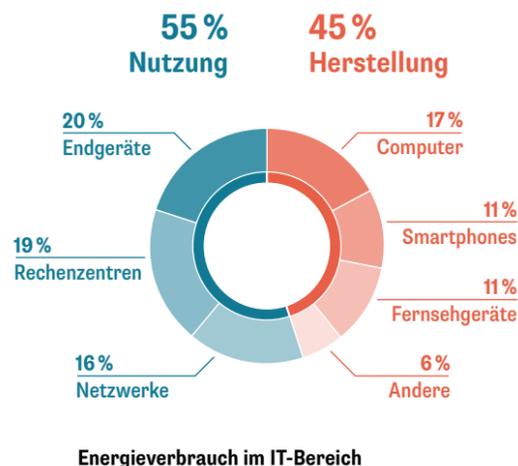
Das digitale Zeitalter

Allen Bereichen und Aspekten der Digitalisierung ist eines gemeinsam: Es geht immer um digitale Daten, ihre Aufzeichnung oder Sammlung und vor allem um ihre Speicherung und ihren laufenden weltweiten Austausch und Transfer. Egal ob Textdokument, Foto, Audio- oder Video-Aufnahme – jede Online-Anwendung, von der Textmessage über den Web-Shop bis zur virtuellen Online-Welt, basiert auf digitalen Daten, die auf Webservern online bereitgestellt und von User:innen mit ihren Endgeräten abgerufen werden.

Die Zahl neuer Online-Anwendungen und -Technologien steigt stetig an. Automatisierte Dienstleistungen und vernetzte Geräte, etwa im Bereich »autonomes Fahren« oder »Smart Home«, senden, empfangen und sammeln selbstständig Daten – immer schneller und in immer größeren Mengen. Nicht nur im Consumer-, auch im industriellen Bereich steigt der Vernetzungsgrad rasant. Die schwindelerregenden Datenmengen, die dabei produziert werden, wachsen von Jahr zu Jahr – und zwar exponentiell.

Digitalisierung und Energieverbrauch

Dass Flugzeuge beträchtliche Mengen an Treibhausgas-Emissionen verursachen, hat sich herumgesprochen. So hört man schon mal, dass jemand statt mit dem Flieger mit dem Zug auf Urlaub fährt, weil das besser fürs Klima ist. Auf die Idee hingegen, das Handy wegzulegen, einen Monat Netflix-Pause zu machen oder auf Online-Gaming zu verzichten, um CO₂-Emissionen einzusparen, kommt so gut wie niemand. Dabei wäre das durchaus angebracht, wenn man wissenschaftliche Studien aus den letzten Jahren zum globalen Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß des Digitalsektors betrachtet.



Internationaler Flugverkehr

2021 **2,75%**



Digitalsektor

2021 **4%**

2025 Prognose **8%**

2040 Prognose **14%**



Weltweiter Straßenverkehr

2021 **11,9%**

Geschätzte Anteile an den globalen CO₂-Emissionen

Die Berechnungen des französischen Think-Tanks *The Shift Project* (2019) kommen zu dem Ergebnis, dass Digitaltechnologien allein durch ihren Stromverbrauch insgesamt für 3,7% der weltweiten Treibhausgas-Emissionen verantwortlich sind. Dabei wurde aber der Energie-Aufwand für die Entsorgung aller technischen Geräte nicht eingerechnet.

Ähnliche Resultate liefert eine britische Studie (2021): Demnach machen Internet und Computerisierung bis zu 4% der globalen Treibhausgas-Emissionen aus. Hier wurde nicht nur der CO₂-Ausstoß berücksichtigt, der durch den laufenden Betrieb von IT-Anlagen, Computern und Internet verursacht wird, sondern auch, wie viel CO₂ durch die Förderung der benötigten Rohstoffe und bei der Herstellung und Entsorgung der Geräte freigesetzt wird.

Streamen oder fliegen?

4% klingt auf den ersten Blick nicht dramatisch. Aber das sind bereits mehr CO₂-Emissionen, als der weltweite Flugverkehr verursacht, dessen Anteil auf 2,5% bis 3% geschätzt wird. Und laut *The Shift Project* könnte der Anteil des Internet an den weltweiten Emissionen bis 2025 auf über 8% steigen – er würde damit den Ausstoß des weltweiten Individualverkehrs (Autos und Motorräder) übertreffen. Die EU-Kommission rechnet bis zum Jahr 2040 sogar mit einem 14%-igen Anteil des Digitalsektors an den weltweiten Treibhausgas-Emissionen.

Wäre das Internet ein Land, würde es in einer Liste der größten Stromverbraucher Platz 4 einnehmen. Und

bereits 2025 werden laut *Internet Health Report* von Mozilla nur mehr China, Indien und die USA mehr CO₂-Emissionen verursachen als die globale Digitalisierung.

Die Aussagekraft solch plakativer Zahlen und Prognosen ist sicher diskussionswürdig, doch darf man dabei den Kern des Problems nicht aus den Augen verlieren: Es kommt nicht auf die zweite Kommastelle des Emissionsanteils im Jahr X an. Entscheidend ist, dass unser digitaler Lebensstil weit weniger klimaverträglich ist als gemeinhin angenommen. Das scheint überraschend, aus mehreren Gründen: Digitalisierung wird generell als energieeffizient und nachhaltig verkauft und wahrgenommen, ohne dass dies genauer hinterfragt würde. Internet, Web, Cloud sind abstrakte Begriffe, die Körperlosigkeit und grenzenlose Verfügbarkeit suggerieren. Die zugrundeliegende, hochkomplexe Infrastruktur, die mit enormen Materialeinsatz verbunden ist und Unmengen an Energie und Ressourcen verbraucht, wird dabei gerne ausgeblendet. Weil der Zugriff auf digitale Anwendungen im beruflichen wie privaten Alltag ist für uns selbstverständlich ist, denkt niemand daran, dass jede Online-Minute, jeder Klick im Internet, jede Sekunde eines Video-Streams Strom verbraucht und dadurch CO₂ in die Erdatmosphäre pumpt.

Was den Digitalbereich bei all dem besonders problematisch macht: Im Gegensatz zu vielen anderen Sparten und Branchen, in denen die Bemühungen um Energieeffizienz Erfolge zeigen und der Stromverbrauch stabil bleibt oder sogar sinkt, wächst er im Digitalbereich rasant an.



175

Zettabyte

Prognostizierter weltweiter Datenzuwachs im Jahr 2025

Speichert man diese Datenmenge auf DVDs, ergibt dies einen Stapel mit einer Höhe von 42 Millionen Kilometern.

Das ist das 110-Fache der Distanz zwischen Erde zum Mond.

Willkommen in der Zettabyte-Ära

Im Jahr 2010 wurde der Gesamtbestand aller digitalen Daten weltweit auf 0,8 Zettabyte geschätzt. Ein Zettabyte (ZB) sind 10²¹ Byte. Das ist eine 1 mit einundzwanzig Nullen: 1 000 000 000 000 000 000 000 Byte. Anders gesagt: 1 ZB entspricht 1 Milliarde Terabyte.

Allein im Jahr 2021 sind laut einer Hochrechnung rund 71 ZB, also 71 Milliarden Terabyte neue Daten hinzugekommen. Das heißt, in zwölf Monaten produzieren und speichern wir aktuell eine Datenmenge, die dem 90-Fachen der Datenmenge entspricht, die wir bis 2010 insgesamt angesammelt hatten. Und das ist noch längst nicht alles, wie z. B. eine Studie des amerikanischen Festplattenherstellers Seagate und des IT-Marktbeobachtungshauses IDC prognostiziert: Im Lauf des Jahres 2025 werden bereits 175 ZB an neuen Daten hinzukommen.

Interessant an dieser Prognose ist auch, dass der Zuwachs bei Unternehmen deutlich höher ist als der bei den Verbraucher:innen. Aktuell ist das Verhältnis noch ausgeglichen, aber 2025 werden die von Unternehmen generierten und gesammelten Daten 80 % der Gesamtmenge ausmachen. Der Anteil an Echtzeitdaten wird auf 30 % anwachsen, was die Anforderungen an die Rechenzentren hinsichtlich Rechenleistung zusätzlich in die Höhe schraubt.

Gesamtmenge der im Jahr 2010 weltweit gespeicherten Daten **0,8 Zettabyte**

2010

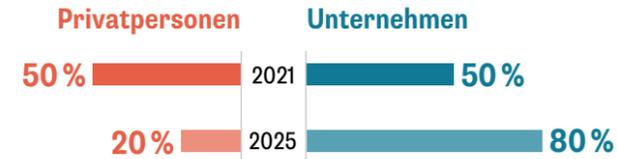
Weltweiter Datenzuwachs allein im Jahr 2021

71

Zettabyte

2021

2025



Anteil an der global generierten und gesammelten digitalen Datenmenge

Exponentielles Wachstum

Die Ursachen für das explosive Wachstum der verarbeiteten Datenmengen werden in den kommenden Jahren nicht weniger, ganz im Gegenteil. Durch den Ausbau der Übertragungskapazitäten (Breitband, Glasfaser) werden noch größere Datenmengen transportiert und produziert. Expert:innen gehen davon aus, dass auch der neue Mobilfunkstandard 5G den Stromverbrauch von Rechenzentren weiter nach oben treibt. Zwar wird damit geworben, dass die Datenübertragung im 5G-Netz selbst deutlich energieeffizienter ist, jedoch müssen die weltweiten Rechenzentren eine Vielzahl der bisherigen Datenanfragen bearbeiten, die über das schnellere 5G-Netz eintreffen. Denn dank 5G wollen nicht nur Unternehmen eigene Mobilfunknetze aufbauen, auch autonom fahrende Autos nutzen den Mobilfunkstandard. Ebenso soll er in der Telemedizin oder in der Landwirtschaft künftig eine wichtige Rolle spielen.

So wie vor zehn Jahren mit Begriffen wie »WhatsApp«, »Netflix« oder »Blockchain« noch kaum jemand etwas anzufangen wusste, ist heute nicht vorherzusehen, welche neue Anwendungen in einigen Jahren unsere Internetnutzung bestimmen werden. Gewiss ist aber, dass jede Erweiterung unserer digitalen Möglichkeiten mit der Entwicklung neuer ressourcenintensiver Applikationen einhergeht, was die Anforderungen an die Netzwerk-Infrastruktur und die Rechenzentren weiter erhöhen wird.

Das Feld an jungen Technologien, deren Einsatzbereiche sich in den kommenden Jahren vervielfachen werden, ist kaum zu überblicken. Beispiele dafür sind Virtual & Augmented Reality, Artificial Intelligence, Machine & Deep Learning, Quantencomputer, die Weiterentwicklung der Blockchain-Technologie mit den darauf basierenden Kryptowährungen und NFTs oder das riesige Feld des Internet of Things (IoT).

Auf Verbraucher:innen-Seite ist es aktuell vor allem der Streaming-Boom, der die Datentransferraten in neue Höhen treibt. Das Abspielen von Online-Videos wird schon jetzt für bis zu 80 % des Online-Datentransfers und damit des Energieverbrauchs verantwortlich gemacht (→ Seite 18).

Der Rebound-Effekt

Ein wesentliches Ziel neuer Informations- und Kommunikationstechnologien in beinahe allen relevanten gesamtwirtschaftlichen Bereichen lautet, mittels Digitalisierung die Effizienz zu verbessern. So soll etwa eine mit hohem Energieaufwand entwickelte und trainierte künstliche Intelligenz schließlich dazu dienen, die Effizienz bei der Energiegewinnung, etwa von Windparks, zu steigern.

Jedoch bleibt überall dort, wo eine Effizienzsteigerung gelingt, ein als »Bumerang-« oder »Rebound-Effekt« bekanntes Phänomen nicht aus. Kurz gesagt bewirkt dieser Effekt, dass die durch verbesserte Effizienz freigeordneten Spielräume über kurz oder lang anderweitig ausgenutzt werden, wodurch jede Ersparnis zumindest geschmälert, im schlimmsten Fall komplett aufgehoben wird. Dies passiert etwa durch steigende Nachfrage, sobald bestimmte Leistungen günstiger oder einfacher zu haben sind. Oder die Logik des Verdrängungswettbewerbs verlangt, freigelegene Kapazitäten nicht brachliegen zu lassen, sondern auf neue Weise auszureizen, um Umsatz und Gewinne zu maximieren.

Exemplarisch lässt sich dies durchaus am Energieverbrauch der globalen Rechenzentren (→ Seite 22) beobachten: Zwar wurden in den vergangenen Jahren hinsichtlich Energieeffizienz beeindruckende Fortschritte gemacht. Trotzdem lassen immer neue digitale Anwendungen (die nicht zuletzt erst durch den effizienteren Einsatz der verfügbaren Energie möglich werden) den Energiebedarf kontinuierlich anwachsen. Unterm Strich wird also trotz aller Effizienzsteigerungen jedes Jahr mehr Energie verbraucht als im Jahr davor. Und darauf kommt es schlussendlich an.

Auch die Hardware zählt

Ein weiterer Aspekt ist, dass der laufende Betrieb nur für einen Teil der durch das Internet verursachten CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Den größeren Teil verursacht die Herstellung bzw. Entsorgung der Hardware. Auch hier gibt es besorgniserregende Zahlen: So fielen allein im Jahr 2019 weltweit über 50 Millionen Tonnen an Elektromüll an, was nicht nur mit Emissionen in Verbindung steht, sondern hinsichtlich Nachhaltigkeit generell eine Katastrophe darstellt. Die jährliche Steigerungsrate beträgt 8 %. Für ein emissionsfreies Internet sind also auch die Produktionsketten zu berücksichtigen, die aber aufgrund ihrer enormen Komplexität selbst für Expert:innen kaum nachvollziehbar sind.

So kommen auch die Forscher:innen von *The Shift Project* insgesamt zu dem Schluss, es sei »illusorisch, von vornherein davon auszugehen, dass die globale Energiebilanz einer Digitalisierung (von Dienstleistungen, Unternehmen oder Ländern) auf jeden Fall vorteilhaft oder auch nur neutral sein wird«. Der aktuelle Trend des »digitalen Überkonsums« sei nicht nachhaltig.

Der digitale CO₂-Fußabdruck

Ein:e durchschnittliche:r Mitteleuropäer:in verursacht pro Jahr durch Energieverbrauch, Mobilität und Konsum gut 11 Tonnen CO₂. Wie viel davon geht auf die digitale Welt zurück?

Die Emissionen, die durch unsere tägliche Nutzung des Internets entstehen, fasst man unter dem Begriff des »digitalen CO₂-Fußabdrucks« zusammen. Dieser digitale Fußabdruck stellt damit einen Ausschnitt des allgemeinen »CO₂-Fußabdrucks« dar, der die ausgestoßenen CO₂-Äquivalente (CO₂e) aus allen (Lebens-)Bereichen umfasst (→ Seite 58). Der Wert kann für einzelne Personen oder Unternehmen bestimmt werden. Entweder als Mittelwert – etwa für den durchschnittlichen CO₂-Fußabdruck eines Menschen in Österreich oder Deutschland –, oder unter Berücksichtigung der konkreten Faktoren auch als individueller Wert.

Eine Beispielrechnung

Solche Berechnungen sind – auch wegen der Rasanzen der Veränderungen – mit enormen Unsicherheiten und Schwankungsbreiten bei den einzelnen Faktoren verbunden (vgl. auch → Seite 20). Das bekannte deutsche Öko-Institut e. V. hat im Jahr 2020 eine Beispielschätzung vorgenommen, die die Größenordnung illustriert. Dabei beziehen die Wissenschaftler:innen vier Bereiche ein: Produktion und Energieverbrauch der digitalen Endgeräte, die Datenübertragung und die Rechenzentren.

1. Produktion digitaler Endgeräte

Die Herstellung digitaler Endgeräte ist mit einem beträchtlichen Treibhausgasausstoß verbunden. Für einen großen Flachbildfernseher fallen etwa 1000 kg CO₂-Emissionen an, für einen Laptop rund 250 kg CO₂, die Produktion eines Smartphones verursacht ca. 100 kg. Für die durchschnittliche Anzahl an Endgeräten, die eine Person hierzulande besitzt, und unter Berücksichtigung der typischen Lebensdauer ergibt sich pro Person auf ein Jahr bezogen ein Schätzwert von ca. 350 kg CO₂-Emissionen, die allein auf die Produktion zurückgehen.

2. Energieverbrauch digitaler Endgeräte

Während der Nutzungsphase verbrauchen digitale Endgeräte elektrische Energie. Der durchschnittliche Fernseher etwa hat in Deutschland eine Leistung von 200 Watt und läuft vier Stunden pro Tag. Ein Laptop am Ladekabel bringt es auf eine Leistungsaufnahme von 32 Watt, ein Smartphone auf fünf Watt. Der Energieverbrauch für eine typische Nutzung verschiedener Endgeräte führt im aktuellen Strommix zu einem Gesamtausstoß von 190 kg CO₂ pro Jahr und pro Kopf.

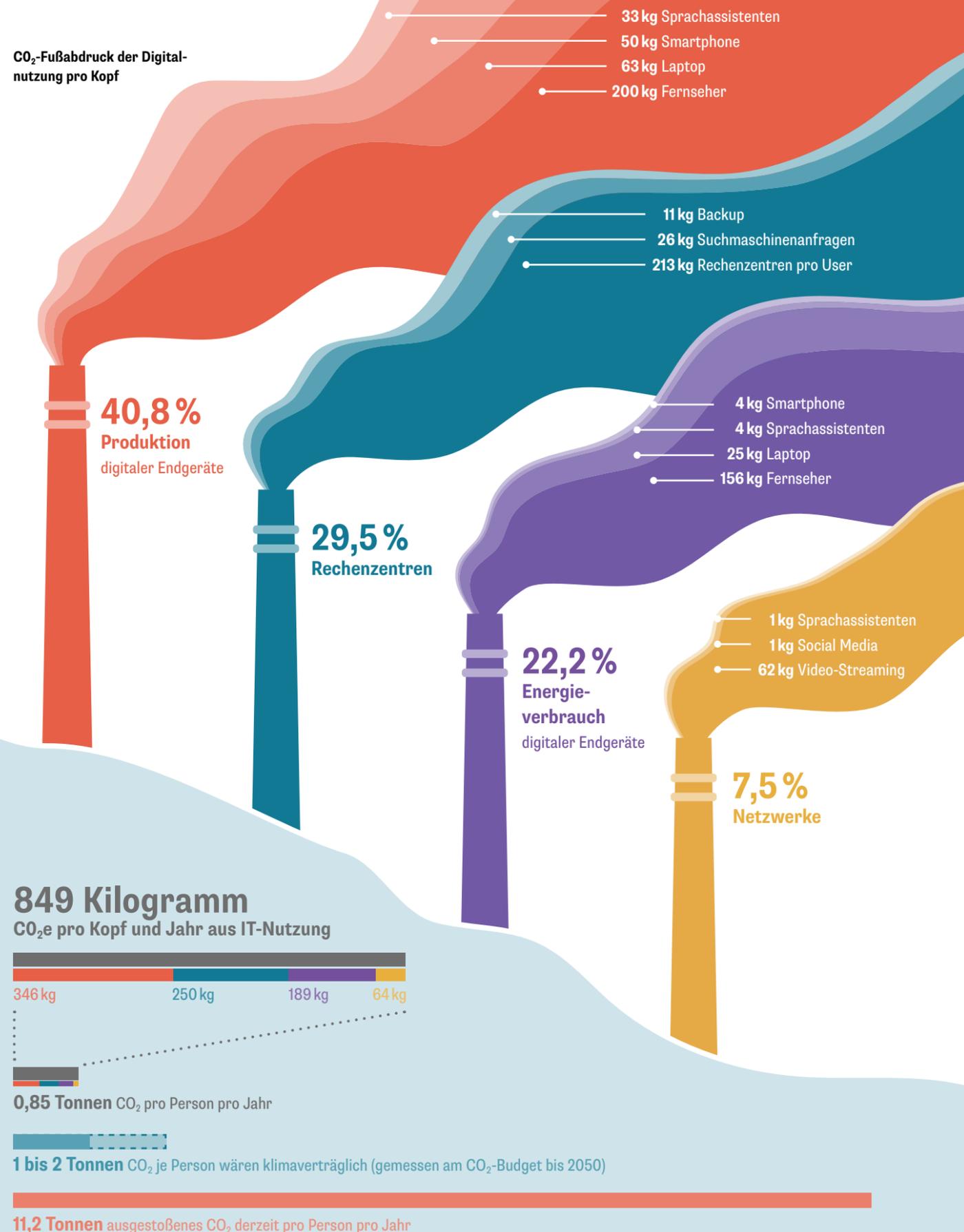
3. Datenübertragung

Viele unserer digitaler Endgeräte übertragen Daten über das Internet, was ebenfalls mit Energieverbrauch verbunden ist. Die Kosten dafür tauchen aber nicht auf unserer Stromrechnung auf, sondern werden über die Grundgebühren für Internetanbieter bzw. Streaming-Dienstleister bezahlt oder auch durch Werbeeinnahmen seitens der Anbieter. Der wesentliche Faktor ist die Datenmenge, die beim Senden oder Empfangen von Videos, Audio, Fotos, Websites etc. übertragen wird. Für eine:n durchschnittliche:n Nutzer:in schätzt das Öko-Institut die jährlichen Treibhausgas-Emissionen, die durch den Betrieb der Datennetze entstehen, auf ca. 75 kg CO₂ pro Person.

4. Rechenzentren

Damit Endgeräte über das Datennetz Daten empfangen können, müssen diese Daten »im Internet« rund um die Uhr auf leistungsfähigen Computern bereitgehalten werden. Dafür sorgt eine wachsende Zahl an über den gesamten Erdball verteilten Rechenzentren (→ Seite 22). In Deutschland steigt die von Rechenzentren beanspruchte Fläche jährlich. 2017 betrug sie 2,2 Millionen Quadratmeter, der elektrische Energieverbrauch lag bei rund 13 Milliarden Kilowattstunden. Umgerechnet pro durchschnittliche:n Internetuser:in schätzt das Öko-Institut die Treibhausgas-Emissionen, die in Rechenzentren entstehen, auf rund 240 kg CO₂ pro Jahr.

CO₂-Fußabdruck der Digitalnutzung pro Kopf



Social Media

Bis 2023 werden 3,43 Milliarden Menschen aktive Social-Media-Nutzer:innen sein, das ist annähernd die Hälfte der gesamten Erdbevölkerung. Die beliebteste Plattform ist nach wie vor Facebook mit 2,9 Milliarden aktiven Nutzer:innen, gefolgt von WhatsApp und Instagram mit 2 bzw. 1,5 Milliarden. Die Videodienste YouTube und TikTok nutzen 2,5 bzw. 1 Milliarde Menschen. Jede:r davon verbringt durchschnittlich 144 Minuten pro Tag mit sozialen Medien. Der aktuelle Trend geht stark Richtung mobiler Nutzung.

Die CO₂-Emissionen, die auf Social Media zurückgehen, werden auf 262 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt. Zum Vergleich: Das ist dreieinhalbmal so viel wie die Emissionen von ganz Österreich. Den größten CO₂-Fußabdruck pro Minute hat dabei TikTok, gefolgt von Reddit, Pinterest und Instagram.

- Wer die Klima-Auswirkungen des eigenen Social-Media-Konsums abschätzen möchte, findet hier einen Rechner: www.comparethemarket.com.au/energy/features/social-carbon-footprint-calculator

Gesamtwert des digitalen Fußabdrucks

Zählt man die Schätzwerte der vier Bereiche zusammen, erhält man einen Gesamtwert unseres digitalen CO₂-Fußabdrucks von ca. 849 kg pro Kopf und Jahr – das entspricht 5.700 km mit einem Mittelklassewagen. Im Vergleich dazu: Als klimaverträglich gilt ein Wert von einer bis maximal zwei Tonnen CO₂ pro Erdenmensch (gemessen am global verfügbaren CO₂-Budget bis 2050, → Seite 62).

Das heißt im Klartext: Der durchschnittlicher Mensch in Mitteleuropa verbraucht allein durch die Nutzung seiner digitalen Endgeräte einen Großteil seines rechnerisch verfügbaren CO₂-Jahresbudgets. Dass sich mit dem Rest alle anderen Aktivitäten und Bedürfnisse (von Ernährung und Kleidung über Wohnen, Heizen und Mobilität bis hin zu Reisen, Freizeit und sonstigem Konsum) niemals abdecken lassen, ist offensichtlich, wenn man bedenkt, dass der tatsächliche Pro-Kopf-Jahresverbrauch derzeit bei satten 11,2 Tonnen CO₂ liegt. Und dabei geht diese beispielhafte Betrachtung des Öko-Instituts von sehr vorsichtigen Schätzwerten aus – vielleicht liegt der tatsächliche Wert sogar noch höher.

Digitaler Fußabdruck lt. Schätzung des Öko-Instituts

Bereich der Digitalisierung	CO ₂ -Ausstoß pro Person pro Jahr
1 Produktion digitaler Endgeräte	346 kg
2 Energieverbrauch digitaler Endgeräte	189 kg
3 Datenübertragung	64 kg
4 Rechenzentren	250 kg
Summe	849 kg

Fazit: Das richtige Maß finden

Es ist absolut keine Neuigkeit, wenn wir feststellen, dass wir, was die langfristige ökologische Verträglichkeit unserer »westlichen« Lebensweise betrifft, deutlich über die Stränge schlagen. Sowohl insgesamt als auch auf dem digitalen Sektor für sich genommen. Egal ob Website-Betreiber:innen, IT-Verantwortliche, Webdesigner:innen, App-Entwickler:innen, Content-Creators oder User:innen: Es gilt, ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, dass jede digitale Aktivität Energie und Ressourcen verbraucht.

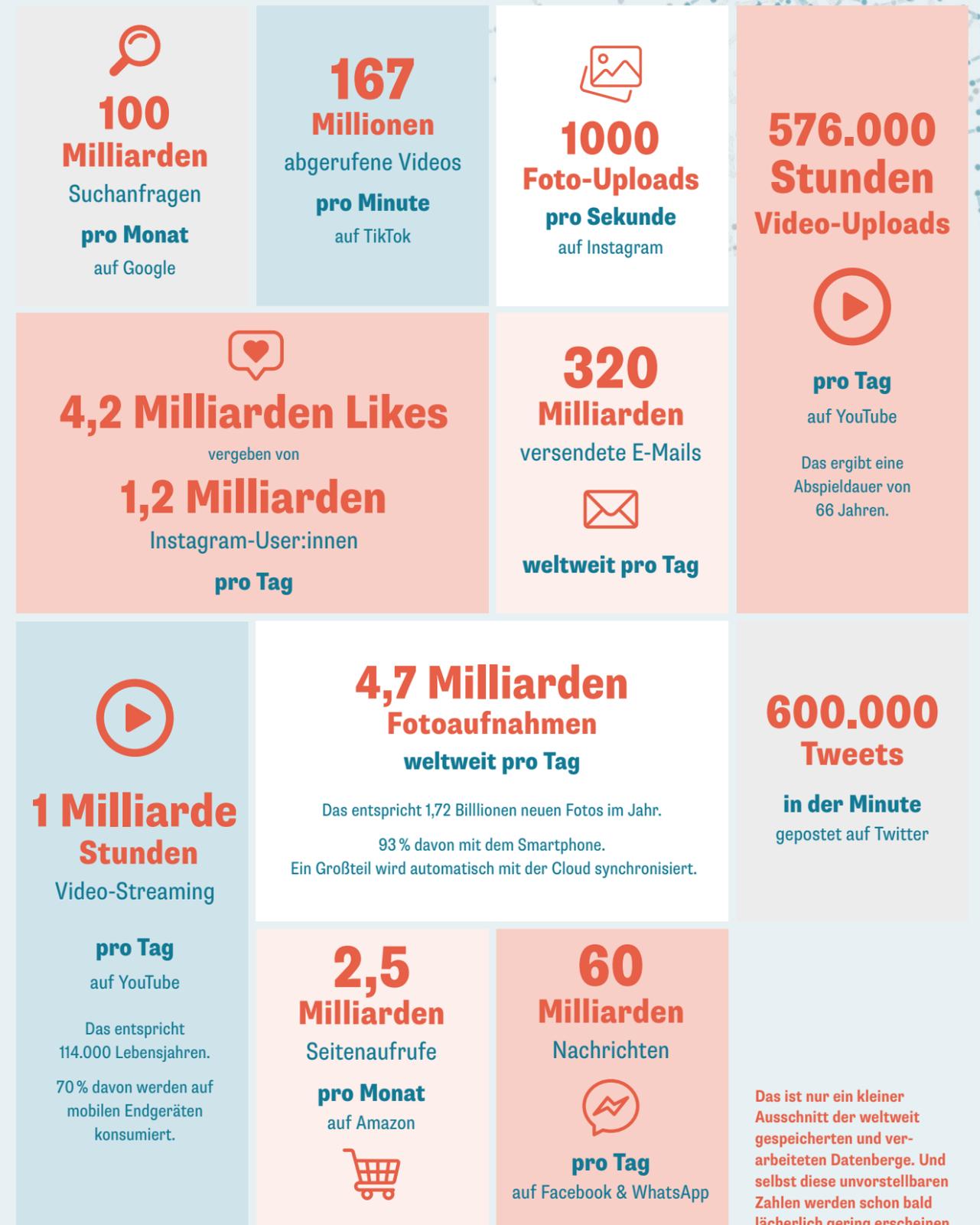
Niemand verlangt, auf all die Online-Aktivitäten, die binnen weniger Jahre für unsere beruflichen und privaten Alltag selbstverständlich geworden sind, schlagartig und gänzlich zu verzichten. Aber es wird unumgänglich sein, ein vernünftiges Maß zu finden – nicht nur bei bekannten Themen wie Konsum, Energie und Mobilität, sondern auch bei digitalen Nutzungen vom Video-Streamen bis zum Online-Gaming. Und das ist gar nicht so schwierig, sondern – wie so vieles, das uns heute selbstverständlich erscheint – reine Gewohnheitssache. Der Digitalstratege Holger Volland formuliert das im Wirtschaftsmagazin *brand eins* so: »Wer seinen Müll trennt und während des Zähneputzens den Wasserhahn zudreht, kann ebenso klug mit seinem Datenverbrauch umgehen.«

Linktipps

- Die komplette Berechnung des Öko-Instituts ist hier nachzulesen: blog.oeko.de/digitaler-co2-fussabdruck
- Ein Online-Tool zur Abschätzung des persönlichen digitalen Fußabdrucks gibt es hier: www.digitalcarbonfootprint.eu

Die Ausmaße der globalen Datenflut

Welche Datenmengen weltweit produziert und gespeichert werden, entzieht sich längst jeder Vorstellung. Hier ein paar aktuelle Beispielzahlen zur globalen Internet-Nutzung:



Streaming

Der Tanzclip bei TikTok, das Echtzeitgame bei Twitch, das Champions-League-Finale bei Sky, der Serien-Bingeathon bei Netflix; der Podcast, das Webradio, die digitale Musiksammlung ... ob Audio oder Video, lang oder kurz, gratis oder Abo-Flatrate - eines haben sie gemeinsam: Streaming-Angebote sind für den Hauptanteil des digitalen Internettraffics und des damit verbundenen CO₂-Ausstoßes verantwortlich.

Soviel wird gestreamt

Weltweit nutzten schon 2019 über 1,8 Milliarden Menschen Video-Streaming-Angebote verschiedenster Art. Während der Corona-Pandemie ist diese Zahl zweifellos auf über 2 Milliarden angewachsen. In Österreich streamten im Jahr 2018 bereits 92% der Menschen Videos - Erwachsene durchschnittlich eine halbe Stunde am Tag, Jugendliche eineinhalb Stunden. TikTok alleine hat derzeit über 1,2 Milliarden Nutzer:innen.

Auch kostenpflichtige Streaming-Dienste sind auf dem besten Weg, zur Selbstverständlichkeit zu werden. Auf 100 österreichische Haushalte kommen 45 Streaming-Abos und 56 Pay-TV-Abos, 2,4 Millionen Streaming-Abos waren es in Österreich insgesamt. Ähnlich in Deutschland: Mehr als 50% der Befragten gaben im Jahr 2021 an, kostenpflichtige Video-Streaming-Dienste zu nutzen. Eine Studie der deutschen Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) bezifferte das deutsche Streaming-Volumen für das erste Quartal 2019 auf insgesamt 1,2 Milliarden Stunden. Netflix alleine hat rund 11 Millionen deutsche Abonnent:innen, weltweit sind es aktuell etwa 220 Millionen.

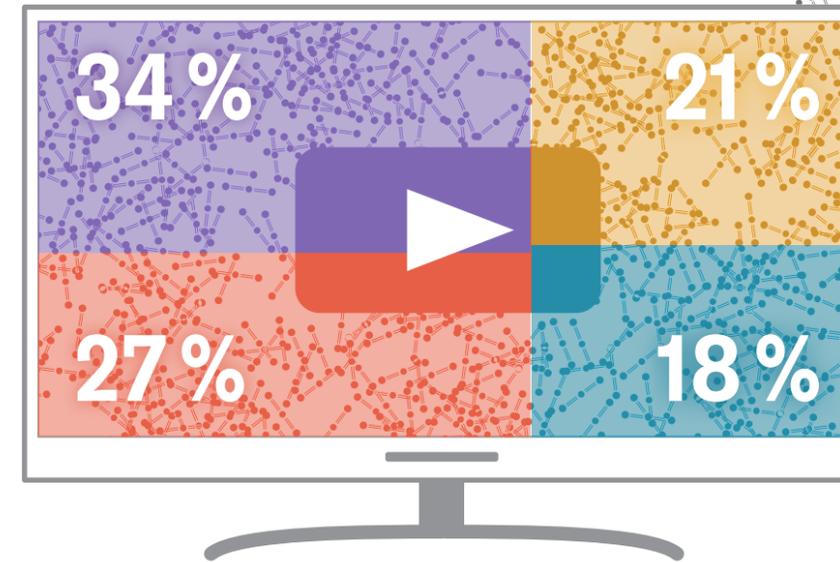
Ein Musik-Streaming-Abo hatten Mitte 2021 laut Statista weltweit 523,9 Millionen Menschen. Der bis dato meist gestreamte Song aller Zeiten, *Shape of You* von Ed Sheeran, wurde seit der Veröffentlichung Anfang 2017 alleine auf dem größten Abo-Dienst Spotify mehr als 3,6 Milliarden Mal durch die Leitungen geschickt - das entspricht einer durchgängigen Spielzeit von 26.500 Jahren. In den USA haben sich bereits über 80% der Einnahmen der Musiker:innen weg von Verkäufen (auf Tonträger oder digital) hin zu Tantiemen aus Streamingplattformen verlagert.



Stream oder DVD?

Streamen verbraucht Energie. Wäre es da vielleicht besser, gleich zu den alten DVDs zurückzukehren? Nun, nicht ganz, denn eine Disk ist vor allem aus Plastik hergestellt und auch Verpackung und (weite) Transportwege verursachen Emissionen.

Wissenschaftler des Lawrence Berkeley National Laboratory und der McCormick School of Engineering haben schon 2014 Streamen mit Video-Schauen per DVD miteinander verglichen. Das Resultat: Kommt die DVD per Post, besteht zwischen Streamen und DVD kaum ein Unterschied. Wer jedoch mit dem eigenen Auto ins Geschäft fährt, um eine DVD zu kaufen oder zu leihen, stößt damit im Schnitt mehr CO₂-Emissionen aus als durchs Streamen.



300 Mio t

Treibhausgas-Emissionen weltweit pro Jahr durch Online-Streaming

Video-on-Demand-Services
wie Netflix, Amazon Prime

Online-Video-Plattformen
wie YouTube, Vimeo

Pornografische Videos

Social Media und andere
wie Facebook, TikTok, Instagram, Snapchat

Video-Streaming

Video-Dateien sind vergleichsweise groß, da sie sich aus vielen Einzelbildern pro Sekunde zusammensetzen, die beim Streamen über das Netz übertragen werden müssen. Dazu kommt zumeist noch eine Tonspur. Wie immer gilt: Je mehr Daten zu übertragen sind, desto höher sind Energieverbrauch und Treibhausgas-Emissionen. Einen großen Teil der Energie verschlingen die Rechenzentren (→ Seite 22), in denen die Videos auf Hochleistungscomputern gespeichert und rund um die Uhr abrufbar sind.

Berechnungen hierzu sind in der Studie der französische Plattform *The Shift Project* von 2019 zu finden. Darin wird geschätzt, dass Video-Streaming im Jahr 2018 bereits 80% des weltweiten Datenverkehrs im Internet ausmachte und so für den Ausstoß von über 300 Millionen Tonnen CO₂ verantwortlich war. Zum Vergleich: Ganz Deutschland hat laut Daten des Bundesumweltamts im selben Zeitraum etwa 907 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen verursacht.

Auf Platz 1 des weltweiten Video-Konsums lagen mit einem Anteil von 34% die großen Video-on-Demand-Services (wie Amazon Prime und Netflix) mit einem Treibhausgasausstoß von über 100 Millionen Tonnen CO₂, was etwa den Emissionen von Griechenland entspricht. Auf Platz 2 lag mit 27% das Streamen von pornografischen Videos; dahinter folgten Online-Video-Plattformen wie YouTube und Vimeo mit einem Anteil von 21%. Die restlichen 18% verteilen sich auf diverse andere Videostream-Anbieter, vor allem auf Social-Media-Plattformen wie Facebook, TikTok, Instagram und Snapchat.

Die Frage, welche CO₂-Emissionen beim Streamen nun konkret entstehen, lässt sich nicht so ohne Weiteres beantworten (→ Seite 18). Einen guten Richtwert liefert die Berechnung aus dem Hintergrundpapier von 2021 des *Borderstep Instituts*: Demnach benötigt (abhängig von Endgerät und anderen Faktoren) eine Stunde Video-Streaming in Full-HD-Auflösung ungefähr 220 bis 370 Wh elektrische Energie, was etwa 100 bis 175 g CO₂ entspricht. Die gleiche Menge an Emissionen stößt etwa ein Kleinwagen bei einer Fahrt von einem Kilometer aus.

Autoplay erhöht den Datentransfer

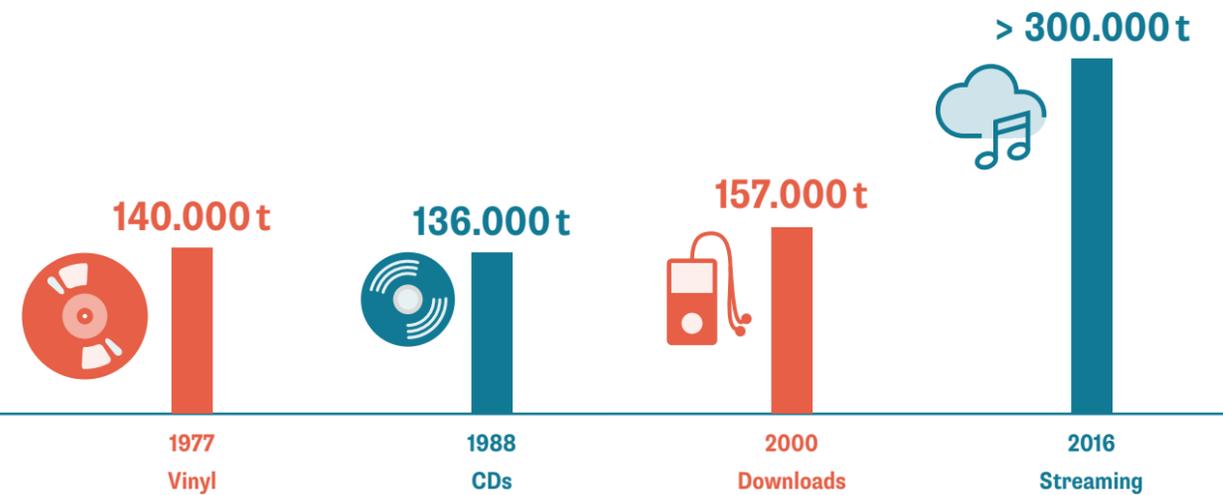
Auf vielen Online-Plattformen wie Facebook oder YouTube werden Videoclips automatisch abgespielt, um mehr Aufmerksamkeit zu bekommen. So werden User:innen erfolgreich dazu animiert, länger auf der Seite zu bleiben und Videos anzuschauen, die sie ursprünglich gar nicht sehen wollten. Während diese Praxis den Plattformen höhere Werbeeinnahmen bringt, treibt sie den Datentransfer und damit den Energieverbrauch in die Höhe.



Die Emissionen des Musikmarkts

Die Universitäten Oslo und Glasgow haben 2019 den gesamten Energie- und Ressourcenbedarf des globalen Musikmarkts in CO₂-Äquivalente umgerechnet. Das Ergebnis ist über 30 Jahre relativ konstant: So verursachte der weltweite Musikkonsum, damals auf Vinyl, im Jahr 1977 140.000 Tonnen CO₂. 1988, mit dem Siegeszug der CDs, waren es 136.000 Tonnen. Im Jahr 2000 kam die Musik schon aus dem Internet, wurde aber noch heruntergeladen statt gestreamt und führte zu einem Ausstoß von 157.000 Tonnen.

Dann kamen die Streamingdienste, und die Zahl wächst schlagartig an. 2016 waren es über 300.000 Tonnen, heute sind es sicher noch viel mehr. Der Stream eines einzelnen Songs braucht zwar relativ wenig Energie, doch der Konsum hat sich seit 2000 dank der jederzeitigen Verfügbarkeit verdoppelt.



Audio-Streaming

Der Verlagerung des Musikhörens von Tonträgern hin zum Streamen hat einerseits zu einer deutlichen Verringerung des Plastikmülls geführt, der durch Verpackung und Tonträger anfällt. Im Jahr 2000 wurden in den USA etwa für CDs noch rund 60.000 Tonnen Kunststoff verarbeitet, 2016 nur mehr um die 10.000. Andererseits sind im selben Zeitraum die durch das Musikhören bedingten Treibhausgas-Emissionen gestiegen, denn weltweit wird mehr Musik gehört denn je. Der Audiostreaming-Boom beschränkt sich nicht auf Musik; hinzu kommen verwandte Medien wie Podcasts, Hörbücher und Online-Radio.

Macht es einen Unterschied, wo(mit) ich streame?

Ob Video oder Audio: Wo(mit) man streamt, ist nicht egal. Anbieter, die erneuerbare Energie nutzen und ihren CO₂-Fußabdruck gering halten, wären grundsätzlich zu bevorzugen, aber glaubwürdige, aktuelle Zahlen zu finden, ist nicht einfach. Greenpeace hat zuletzt 2017 in der Studie *Clicking Clean* die Energieversorgung der großen Streaming-Portale unter die Lupe genommen. Unter den Videoportalen schnitt YouTube mit einem Ökostromanteil von (damals) 56 % dabei noch am besten ab, Netflix und Amazon Prime brachten es gerade mal auf 17 %. Der bestbewertete Musikstreamingdienst, iTunes, konnte sogar einen Ökostromindex von 83 % vorweisen.

Für Konsument:innen hängt die Wahl des Streaming-anbieters natürlich vom konkret gesuchten Content ab. Website-Betreiber:innen und Content Creators, die selbst Videos einbetten oder publizieren wollen (→ Seite 37), haben zwar theoretisch die Wahl, in der Praxis werden aber andere Kriterien wie Zielgruppe, Datenschutz und Kosten eine größere Rolle spielen.



72 %

Anteil der deutschen Internetnutzer:innen, die online Musik hören

47 %

Anteil des Online-Streaming am weltweiten Umsatz der Musikindustrie

Datensparsam genießen

All das soll natürlich den Filmabend nicht vermiesen – im Gegenteil. Es bieten sich aber Möglichkeiten an, den eigenen Streaming-Fußabdruck kleiner zu halten. Zum Beispiel durch das Reduzieren der Auflösungsstufe, speziell wenn das Wiedergabegerät die ultrahohe Auflösung gar nicht wiedergeben kann: Bei Amazon Prime verursacht z. B. die Auflösung »Optimal« den 13-fachen Datenstrom der Einstellung »Data Saver«. 4K-Fernseher brauchen 30 % mehr Strom als Full HD-Geräte, von der neuesten Generation der riesigen 8K-Modelle ganz zu schweigen.

Auch bei YouTube ist es möglich, die Auflösung zu reduzieren. Zum reinen Musikhören sollte man den Dienst sowieso nicht unbedingt nutzen: Dabei werden auch die Videos mitgeladen, was nutzlosen Datentransfer verursacht und damit eine Menge Energie verschwendet. Für Chrome und Firefox gibt es entsprechende Plugins, die das Laden des Videos unterbinden. Der jährliche Stromverbrauch von YouTube-Videos entspricht übrigens etwa dem einer Großstadt mit knapp einer Million Einwohnern. Noch besser ist es, häufiger Gehörtes herunterzuladen (Offline-Modus) statt ständig neu zu streamen. Auch das gute alte UKW-Radio braucht laut einer Studie der BBC weniger Energie als dasselbe Radioprogramm im Stream!

Auf das Kabel kommt es an

Einsparungspotenzial bietet sich auch beim Übertragungsweg. Wer kann, sollte Videos am besten über das fixe LAN-Kabel schauen, auf keinen Fall über das energieintensive Mobilnetz. Und dann bleibt noch der Netzausbau an sich: Anders als bei Glasfaserkabeln müssen bei (Breitband-) Kupferkabeln Leistungsverstärker zum Einsatz kommen, um das Signal bei längeren Übertragungswegen zu verstärken. Dabei gehen rund 50 % der aufgebrauchten Energie als Wärme verloren.

Leider sind gerade Österreich und Deutschland in puncto Glasfaserausbau im Rückstand: Südkorea war 2021 mit einem Anteil von 86 % Glasfaseranschlüssen von allen nationalen Breitbandanschlüssen der Spitzenreiter unter allen OECD-Nationen. Und während sich Länder wie Spanien, Litauen, Lettland oder Island mit über 70 % in den Top 10 finden, rangieren Deutschland und Österreich mit Quoten von mit 6,4 % bzw. 5,1 % am dritt- bzw. fünftletzten Platz.



Online-Gaming

Die weltweite Games-Branche boomt. Weltweit werden 2023 ca. 3,2 Milliarden Menschen zumindest gelegentlich spielen. Dass auch das Spielen an PC und Konsolen CO₂ freisetzt, ist dabei den wenigsten bewusst. Gelegenheitsspieler:innen mit moderner Spielkonsole ziehen jährlich ca. 75 kWh Strom. Das wiederum entspricht beim deutschen Strommix einem Treibhausgasausstoß von rund 30 kg CO₂. Intensivgamer:innen, die 15 Stunden pro Woche an leistungsfähigen PCs spielen, kommen auf einen Energieverbrauch von gut 260 kWh im Jahr und über 100 kg an jährlichem CO₂-Ausstoß. Mit dem Auto kommt man da schon um die 700 km weit. Dabei ist die Hardware noch nicht berücksichtigt.

Nochmals schlechter wird die Ökobilanz beim Online-Gaming: Hier kommen noch die Emissionen hinzu, die bei der Datenübertragung und in Rechenzentren anfallen. 2020 wurden allein von der führenden Plattform Steam rund 25 Exabyte an Daten, das sind 25 Milliarden Gigabyte, abgerufen, Tendenz stark steigend. Eine Stunde Online-Gaming kann 10 GB Datentransfer verursachen, in 4K-Auflösung bis zu 20 GB.

Eine ganz einfache Frage:

Welche CO₂-Emissionen verursacht eine Stunde Streamen?

Beim Versuch, die CO₂-Emissionen für ein ganz konkretes Beispiel zu berechnen, stoßen auch Expert:innen schnell an methodische Grenzen. So entstehen Zahlen, die um den Faktor Tausend differieren. Ein Erklärungsversuch.

Zwei Gramm? Oder doch drei Kilogramm?

Eine genaue Berechnung von Treibhausgas-Emissionen für bestimmte Sektoren und Teilbereiche sowie einzelne Produkte oder Services ist schwierig. Meist können weder alle Einflussfaktoren benannt und schon gar nicht exakt beziffert werden, noch ist in vielen Fällen eine scharfe Abgrenzung zwischen verschiedenen Bereichen möglich. Dies gilt insbesondere für digitale Dienstleistungen, die auf eine gemeinsame Infrastruktur zugreifen, nämlich das Internet mit seinen Millionen Webservern, Routern und Milliarden von vernetzten Endgeräten, das noch dazu ständig wächst und sich verändert. Das führt dazu, dass es auf eine einfach anmutende Frage keine einfache Antwort gibt. Oder viele völlig unterschiedliche. Recherchiert man beispielsweise nach einer Antwort auf die Frage, wie viel CO₂ eine Stunde Streamen verursacht, findet man etwa folgende Angaben aus durchwegs seriösen Quellen:

- Laut *The Shift Project* kann eine Stunde Streaming auf Netflix etwa 3 kg CO₂ verursachen.
- Forscher der ETH Zürich berechneten den Energieaufwand für eine Stunde Streamen auf 80 bis 220 Wh. Gemittelt und umgerechnet entspricht das ca. 65 g CO₂.
- Eine Studie des deutschen Umweltbundesamts ergibt, dass eine Stunde in HD-Qualität über ein Glasfasernetz zu streamen 2 g CO₂ verursacht.

Was gilt jetzt? Sind es nun 2 g, 65 g oder 3 kg CO₂? Sind diese Antworten unter einen Hut zu bringen?

Enorme Schwankungsbreiten

Das Ergebnis hängt offensichtlich extrem davon ab, wie die Wissenschaftler:innen die einzelnen Faktoren einschätzen, die zu dem Ergebnis beitragen, und welche Daten sie als Durchschnittswerte für ihre Berechnungen zugrunde legen. Seriöse Studien führen diese Daten selbstverständlich im Detail an, sodass man mit genug Zeit und Sachkenntnis die Berechnung nachvollziehen kann. Das führt aber rasch vom Hundertsten ins Tausendste, denn auch die Quellen, aus denen Kennzahlen entnommen werden, basieren auf vielen Annahmen und früheren Berechnungen. Das im Detail nachzuvollziehen, ist selbst für Fachleute kaum mehr möglich.

Einige Beispiele für Faktoren, die für die enorme Schwankungsbreite verantwortlich sein können:

Beispiel-Faktor Video-Qualität / Auflösung: Laut einer Veröffentlichung des *Borderstep Instituts* erhöht das Streamen in 4K-Auflösung (2160 p) gegenüber Full-HD (1080 p) den Stromverbrauch um das 3- bis 4-Fache. Das betrifft nicht nur die Datenübertragung, sondern auch die Abspielgeräte und die Server in den Rechenzentren. Der Unterschied von 4K zu 720 p (HD ready) oder einer Webauflösung von 480 p ist nochmals deutlich größer. Ähnliches gilt für die Bildwiederholfrequenz oder die Audioqualität. Alleine durch die Videoqualität entstehen also Unterschiede mit Faktor 10 oder mehr.

Beispiel-Faktor Übertragungsweg: Streamen über Breitband-Kupferkabel statt Glasfaser verdoppelt laut Umweltbundesamt-Studie den Stromverbrauch. Im (veralteten) Mobilfunknetz UMTS kann der Emissionsausstoß für dieselbe Datenmenge das bis zu 50-Fache betragen!

Beispiel-Faktor Endgerät: Tablets oder Smartphones verbrauchen oft nur ein Zehntel der Energie eines TV-Geräts. Und auch Fernseher ist nicht gleich Fernseher: Abgesehen von der Energieeffizienz des individuellen Geräts braucht ein Plasma- oder OLED-Display generell bis zu 3-mal soviel Strom wie ein LED-Schirm, ein Gerät mit 70-Zoll-Diagonale rund das Doppelte eines 55-Zoll-Geräts. Entscheidend ist auch, ob die Emissionen, die bei der Produktion und Entsorgung der Geräte entstehen, miteingerechnet werden.

Beispiel-Faktor Infrastruktur: Spätestens hier wird es wirklich unübersichtlich. Klar ist, dass es einen wesentlichen Unterschied macht, ob man nur den Energieaufwand für die Datenübertragung im Netz oder auch die Emissionen berücksichtigt, die das Rechenzentrum verursacht – und das gleich samt Aufwand für Sicherung und Wartung und Notstromaggregate, um das Video 24 Stunden am Tag bereitzustellen. Und wie ist das mit dem Wasser- und Energieverbrauch für die Kühlung, oder der Entsorgung der Hardware-Infrastruktur ...?

Beispiel-Faktor Stromherkunft: Ein zentraler Faktor ist die Frage nach der Herkunft des Stroms, der bei allen genannten Beiträgen verbraucht wird. Um die verbrauchte elektrische Energiemenge in CO₂ umzurechnen, benötigt man den sogenannten Emissionsfaktor. Für den deutschen Strommix beträgt der Emissionsfaktor für das Jahr 2021 laut ersten Schätzungen 485 g / kWh (inkl. Vorkette).

Gilt das auch für andere Länder, etwa Österreich? So einfach ist auch das nicht. Abgesehen davon, dass sich die Webserver, von denen Online-Videos geladen werden, nicht unbedingt im selben Land befinden müssen wie die User:innen, die sie abrufen, muss man auch erst die richtigen Zahlen kennen, so es diese überhaupt gibt.

Laut jährlichem Stromkennzeichnungsbericht der österreichischen E-Control etwa bewegt sich der Emissionsfaktor für den nationalen Strommix seit Jahren um die 60 g / kWh. Verglichen mit dem Wert aus Deutschland von 485 g / kWh ist das ganz schön wenig. Verursacht Streamen in Österreich also nur einen Bruchteil an Emissio-

nen? Nicht ganz, denn in diese Angaben der E-Control fließen auch durch Zertifikathandel (→ Seite 32) importierte Nachweise mit ein, die den Wert gehörig drücken.

Der Online-CO₂-Rechner des österreichischen Umweltbundesamts geht für 2019 von einem Richtwert von ca. 130 g / kWh aus. Der *Elektrotechnikblog* der Bundesinnung für Elektrotechniker bietet weitere alternative Zahlen an: Etwa 276 g / kWh aus einer Berechnung des österreichischen Instituts für Bautechnik oder den Einwand der Initiative *klimaaktiv*, dass nach Österreich importierter Strom nicht mit dem europäischen Durchschnitts-Strommix kalkuliert werden dürfte, sondern mit dem sogenannten »ENTSO-Mix« oder gar dem »Verdrängungsmix«, die deutlich schlechter liegen (bis zu 800 g / kWh).

Und nebenbei bemerkt ist bei Emissionsfaktoren zwischen direkten Emissionen, die nur aus der Stromproduktion selbst resultieren, und den Gesamtemissionen zu unterscheiden. Denn auch ein Windkraftwerk fällt nicht vom Himmel, sondern wird unter Energie- und Ressourceneinsatz produziert, montiert, betrieben und entsorgt (oder hoffentlich rezykliert).

Fazit

Was auf den ersten Blick unmöglich schien, ist also denkbar: Sowohl die 3 kg CO₂ der *Shift-Project*-Studie als auch die 2 g CO₂ des deutschen Umweltbundesamts können auf realistischen Annahmen und Berechnungen beruhen, ihre Aussagekraft ist aber entsprechend begrenzt. Ähnliche Fragestellungen liest man immer wieder: »Wie viele Emissionen verursacht eine E-Mail?« Oder: »So viel Strom verbraucht eine Google-Suchanfrage!« Das macht sich vielleicht gut als Headline; wer es genauer wissen will, darf sich mit solchen Simplifizierungen aber nicht zufriedengeben. Wichtiger als über einzelne, oft wenig aussagekräftige Absolutwerte zu diskutieren, ist auch hier, das große Ganze im Auge zu behalten, das sich aus der Summe vieler punktueller Befunde ergibt. Dann kann es nämlich keinen Zweifel daran geben, dass wir auf deutlich kleinerem Fuß leben müssen, wenn wir den Planeten für unsere Kinder und Enkel in einem lebenswerten Zustand hinterlassen wollen.



Rechenzentren

Ohne Rechenzentren läuft im Internet nichts. So gut wie jede Aktion, die ein:e User:in im Internet ausführt – ein Klick, ein Tippen, ein Wischen – löst eine Datenanfrage aus, die ins weltweite Netz gesendet und in einem Rechenzentrum bearbeitet wird.

Rechenzentren sind die heiligen Hallen der Datenspeicherung und -verarbeitung. Weltweit gibt es über 8000 davon, etwa ein Drittel davon in den USA, 5,5% in Deutschland. Das größte Rechenzentrum der Welt in Hongkong umfasst eine Fläche von 139 Fußballfeldern. In jedem davon arbeiten Zigtausende von Servern, die nichts anderes sind als sehr leistungsfähige Computer. Sie sind darauf spezialisiert, via Internet angefragte Daten in Sekundenbruchteilen auszuliefern. Die großen Player wie Google, Microsoft, Apple, Facebook oder Amazon betreiben ihre eigenen Rechenzentren, über den ganzen Planeten verteilt.

Auf solchen Servern liegen etwa die Daten von Hunderten kleinen Websites, die von einem Webanbieter, der den Server gemietet hat, gehostet werden. Sie beherbergen aber auch die Filme von Netflix, die Fotos bei Instagram, den Cloud-Speicherplatz von Dropbox und die Daten für das selbstfahrende Auto oder den vernetzten Kühlschrank. Denn natürlich erzeugen nicht nur wir Menschen Anfragen an die Serverfarmen, sondern auch zahllose Apps und smarte Technologien.

Energiefresser

Rechenzentren laufen 365 Tage im Jahr und 24 Stunden am Tag und brauchen Unmengen an Strom. Um den Kund:innen einen unterbrechungsfreien Betrieb zu garantieren, gibt es doppelte Stromnetze und jederzeit einsatzbereite Notaggregate mit Dieselmotoren in der Leistungsklasse großer Kreuzfahrtschiffe. Diese Aggregate werden übrigens auch regelmäßig angeworfen, um sicher zu sein, dass sie im Notfall auch tatsächlich funktionieren.

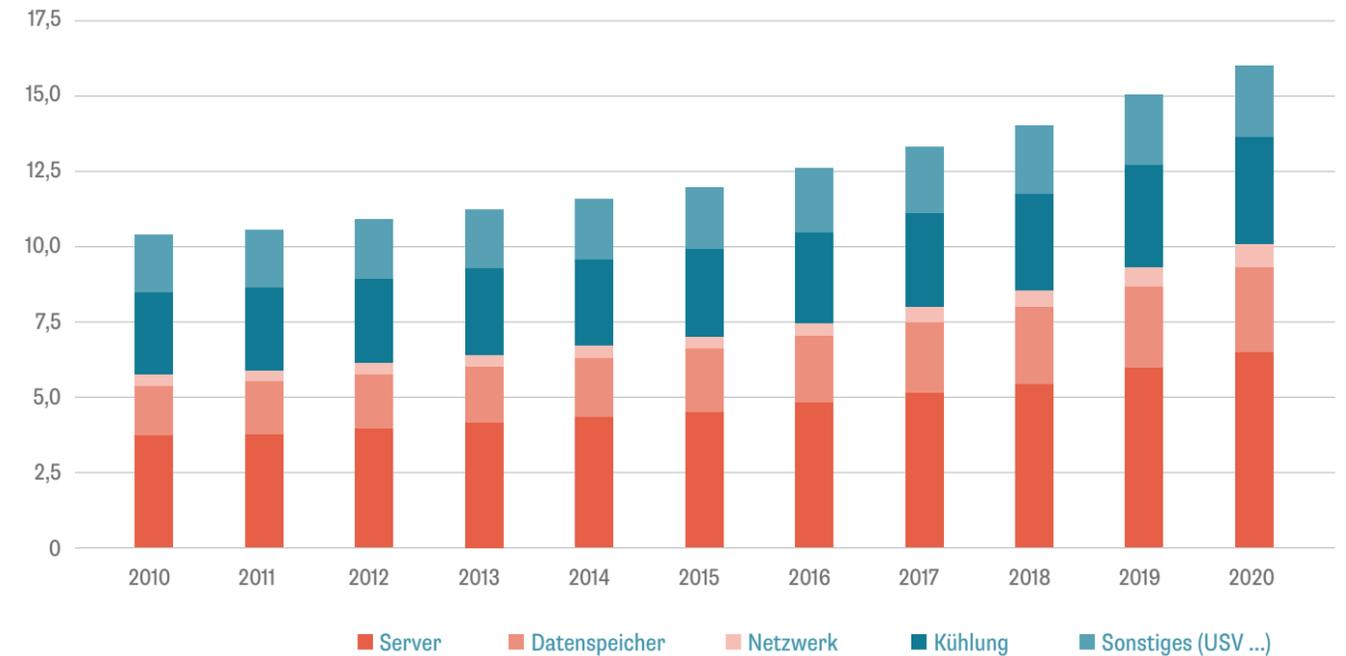
Die mit dem Stromverbrauch verbundene Hitzeentwicklung verursacht einen enormen Kühlaufwand, um die Temperatur dauerhaft auf rund 25°C zu halten. Die Kühlung allein frisst mehr als ein Drittel der in einem Rechenzentrum verbrauchten Energie. Nur 19% der Rechenzentren nutzen wenigstens einen Teil der Abwärme. Bei allen anderen wird dieses Drittel an Energiezufuhr im wahrsten Sinn des Wortes zum Fenster hinaus geblasen.



Strom wie ein Flughafen, Heizung für die ganze Stadt

Frankfurt ist einer der wichtigsten Knotenpunkte des Internets und beherbergt über 60 Rechenzentren. Diese gewaltigen Serverfarmen verbrauchen inzwischen ein Fünftel des gesamten Energiebedarfs der Stadt, mehr als der Frankfurter Flughafen – und das ist immerhin der größte Airport in Deutschland und in den Top 15 der Welt. Sie strahlen dabei so viel Wärme ab, dass das Mikroklima der Stadt messbar beeinflusst wird, und wären sie an ein Fernwärmenetz angeschlossen – wie das in Schweden schon üblich ist – könnten sie beinahe die ganze Stadt heizen. So aber geht die Wärme in die Luft.

Energiebedarf der Rechenzentren in Deutschland pro Jahr in Milliarden kWh



Der rasant steigende globale Datenhunger führt dazu, dass wir Jahr für Jahr immer mehr und immer größere Rechenzentren benötigen, die immer mehr Ressourcen und Energie verbrauchen. Gemeinsam mit den globalen Datenbergen wachsen somit auch die negativen Auswirkungen auf Umwelt und Klima. Schätzungen zufolge könnte der weltweite Strombedarf von Rechenzentren bis 2030 auf das 15-Fache (!) des heutigen anwachsen. Er würde dann 8% des weltweiten Energieverbrauchs ausmachen.

Effizienzsteigerung als Lösung?

Da die Verbesserung des Wirkungsgrads ihrer Server im Interesse der IT-Unternehmen liegt, wird laufend an Maßnahmen zur Effizienzsteigerung gearbeitet, die den Energieverbrauch verringern. So müssen viele Rechenzentren heute nicht mehr so stark gekühlt werden wie noch vor wenigen Jahren, weil neuere Servermodelle weniger hitzeempfindlich sind. Smarte Steuerung sorgt für eine effizientere Auslastung der Server. Interessante Ansätze gibt es auch im Bereich der Abwärmenutzung, etwa indem man die Wärme in das Fern- oder Nahwärmenetz einspeist, um damit zum Beispiel Gebäude in der Umgebung zu heizen.

Die erzielten Einsparungseffekte sind beachtlich. Laut *International Energy Agency* hat sich von 2014 bis 2020 die weltweit zu verarbeitende Datenmenge ungefähr verdreifacht, der Energiebedarf der Rechenzentren ist im selben Zeitraum jedoch um nur 3% gewachsen. Grund für Jubelstimmung ist das aber nicht. Selbst ein verlangsamter Zuwachs ist immer noch ein Zuwachs und steht im Widerspruch zu den globalen Nachhaltigkeitszielen, die eine Reduktion fordern. Und wie der Rebound-Effekt nahelegt (→ Seite 11), könnten auch systemische Gründe dagegen sprechen, dass eine Effizienzsteigerung absolut betrachtet jemals eine Einsparung bewirken kann.

Länder mit meisten Rechenzentren (2021)



Der PUE-Wert

Der PUE-Wert (Power Usage Effectiveness) ist eine der wenigen verfügbaren umweltrelevanten Kennzahlen für Rechenzentren und gibt deren Energieeffizienz bezogen auf den IT-Energieverbrauch an. Er ist immer größer als 1 und je kleiner er ist, desto besser. Ein PUE-Wert von etwa 1,6 bedeutet, dass dieses Rechenzentrum 1,6 Watt Leistung braucht, um 1 Watt Rechenleistung zur Verfügung zu stellen. Ein niedriger PUE-Wert bedeutet, dass weniger Energie auf Bereiche abseits der Rechenleistung, zum Beispiel die Kühlung, aufgewendet wird. Um 2010 lagen die PUE-Werte von Rechenzentren um 2,5. Heute liegt der Durchschnitt bei 2, ein PUE von 1,5 gilt als gut. Hocheffiziente Rechenzentren erreichen PUE-Werte von bis zu 1,1.

Manchmal findet man auch einen DCIE-Wert (Data Center Infrastructure Efficiency), der einfach der Kehrwert des PUE ist. Dementsprechend gilt: Je größer er ist, desto besser.



Strom ist außerdem nur eine von vielen Ressourcen, die Rechenzentren verbrauchen. Schätzungen zufolge macht der Stromverbrauch der Server selbst nur 10 % der von Rechenzentren verursachten CO₂-Emissionen aus: Der große Rest entfällt auf die Herstellung und Erhaltung der Infrastruktur, auf das Gebäude selbst und die aufwendigen Kühlsysteme. Hinzu kommt der Verbrauch großer Mengen an Wasser. Und nicht zuletzt ist die Hardware hohen Belastungen ausgesetzt und weist eine entsprechend kurze Lebensdauer auf. Auch aufgrund des technologischen Fortschritts muss sie laufend ersetzt werden.



3

Anzahl der Rechenzentren in Deutschland, die nach Blauem Engel-Standard vorbildhaft umweltschonend betrieben werden



226
Milliarden

Weltweite Ausgaben für die Infrastruktur von Rechenzentren im Jahr 2021 – umgerechnet in Euro

Technologische Vorreiter – mit ökologischem Nachholbedarf

Noch spielen ökologische Kriterien keine große Rolle für die Betreiber:innen und Kund:innen der Rechenzentren. Das Hauptaugenmerk liegt in der Betriebssicherheit, Rechenpower und Zuverlässigkeit.

Das zeigt sich auch daran, dass es so gut wie keine ökologischen Gütesiegel und Zertifizierungen gibt, mit denen Rechenzentren zu punkten versuchen. Der Blaue Engel, das wichtigste Umweltzeichen Deutschlands, listet mit Stand Mai 2022 ganze drei Rechenzentren, die ihre Leistungen dem aktuellen Stand der Technik entsprechend vorbildhaft umweltschonend anbieten. Bei allen dreien handelt es sich um Rechenzentren öffentlicher Institutionen oder Forschungseinrichtungen.

Zumindest im Bereich des konsequenten Einsatzes von Ökostrom gibt es aber auch einige positive Beispiele, die ihre nachhaltige Ausrichtung auch transparent kommunizieren. Oft handelt es sich dabei um Grüne Webhoster (→ Seite 30), die auf ein »grünes Rechenzentrum« angewiesen sind und hierfür gleich ein eigenes betreiben.

Cloud Computing

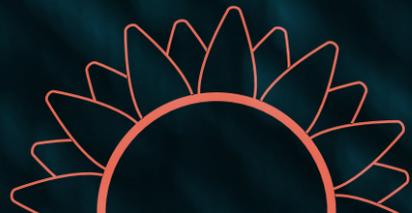
Der Trend zum Homeoffice führt weltweit dazu, dass Menschen den ganzen (Arbeits-) Tag über das Internet mit dem firmeninternen Intranet oder mit den Kolleg:innen verbunden sind. Auch das lässt die Datentransferraten in die Höhe schießen. Moderne Cloud-Working-Lösungen, bei denen Daten nicht nur am eigenen Computer oder Smartphone, sondern online auf globalen Servern gespeichert und bearbeitet werden und damit von überall aus jederzeit zugänglich sind, sind groß im Ausbau begriffen und zweifellos enorm praktisch. Sie sind aber auch vergleichsweise enorm energieaufwendig, besonders durch die Notwendigkeit immer leistungsfähigerer Rechenzentren, die all diese Daten speichern und 24 Stunden am Tag verfügbar halten. Besonders sogenannte Hyperscale-Rechenzentren, die Flächen ab etwa 10.000 m² und eine Gesamtleistungsaufnahme von über 25 Megawatt aufweisen, was etwa dem Stromverbrauch einer Kleinstadt entspricht, werden überall aus dem Boden gestampft. 2018 gab es weltweit bereits 430 davon, aktuell sind es etwa 750, bis 2024 werden es über 1000 sein.

Ein zusätzlicher Faktor dabei lässt sich am Beispiel von (privaten) Fotos gut verdeutlichen: Die Aufnahmen liegen nicht nur am eigenen Handy, sondern werden oft automatisch in einen Cloud-Speicher hochgeladen (viele Handy-Hersteller oder auch Google und Apple bieten diese Funktion an). Viele davon landen schließlich auch auf dem Laptop oder PC.

Schnappschüsse vom Wochenendausflug schickt man an Freund:innen und Verwandte, wo sie einmal angeschaut werden und dann herumliegen. Und von Online- und Cloud-Speichern werden regelmäßig Sicherungskopien erstellt, um Datenverlust vorzubeugen. Ein einzelnes Foto verbraucht also bei weitem nicht nur einmal Speicherplatz, sondern x-mal. Und da ist noch gar keine Rede davon, sie auf irgendeine Social-Media-Plattform hochzuladen. Bei der unfassbaren Anzahl an Fotos, die heutzutage aufgenommen werden (→ Seite 15), kommen da bedenkliche Mengen vergeudeter Speicherkapazität zusammen. Auch Cloud-Speicher bestehen leider nicht aus Datenwolken, die körperlos im Äther schweben, sondern wie jeder Datenträger aus Hardware, die Strom verbraucht, aus Kunststoffen und Metallen hergestellt wurde und irgendwann zu entsorgen ist.

Auch in Firmen explodieren die gespeicherten Datenmengen, die IT-Systeme werden laufend erweitert. Dabei haben verschiedene Untersuchungen ergeben, dass rund 100 Tage nach der Ablage neuer Daten 90 % davon nicht mehr verwendet werden. Angeblich sind im Schnitt gut 50 % des Datenbestands jedes Unternehmens sogenannte Dark Data, also inoperative oder obsoletere Daten, von denen niemand so genau weiß, was sich darin verbirgt. Im Jahr 2020 sollen allein diese Datenfriedhöfe weltweit 6,4 Millionen Tonnen CO₂ generiert haben.

Web- projekte



Nachhaltiges Webdesign

Die Emissionen einer durchschnittlichen Website werden auf jährlich über 2 Tonnen CO₂ im Jahr geschätzt – das ist mehr als ein Luxus-SUV pro Jahr ausstößt. Man kann die Bilanz mit einfachen Maßnahmen wesentlich verbessern.

Kleine Website macht auch Klima-Mist

Verglichen mit extrem datenhungrigen Anwendungen wie etwa Video-Streaming verursachen einfache Websites zwar einen relativen kleinen Teil des Energieverbrauchs im Internet. Um die weltweiten Treibhausgas-Emissionen so weit wie möglich zu drosseln, werden wir aber nicht umhinkommen, wirklich jedes vorhandene Einsparungspotenzial zu nutzen. Die großen internationalen Player dazu zu bewegen, ihren digitalen CO₂-Fußabdruck drastisch zu reduzieren, wird wohl nur durch globale (gesellschafts-)politische Maßnahmen machbar sein. Als Website-Betreiber:in hingegen hat man es selbst in der Hand, den eigenen Webauftritt so nachhaltig wie möglich zu gestalten.

Die Grundidee von nachhaltigem Webdesign ist einfach zu benennen: Es geht darum, nicht mehr Daten zu produzieren und zu übertragen als wirklich nötig ist, und dies auf eine für Mensch und Planeten möglichst effiziente und sinnvolle Weise. Dies geschieht durch eine Kombination von Maßnahmen, die ineinandergreifend drei zentrale Ziele verfolgen: den CO₂-Ausstoß verringern, die Performance steigern und die Usability verbessern. Die zugrunde liegenden Prinzipien lassen sich im Online-Bereich universell anwenden.

Wenn man es richtig macht, schont man jedenfalls nicht nur die Umwelt: Eine schlanke, übersichtliche Website bedeutet auch schnellere Ladezeiten und höhere Performance und punktet bei Besucher:innen durch klar strukturierte Inhalte und einfache Bedienbarkeit.

Maßnahmen für eine klimaschonende Website

Im Folgenden sind Faktoren vorgestellt, die bei der Erstellung einer nachhaltigen Website eine Rolle spielen – angesichts der Komplexität der Zusammenhänge und der Rasanz des Wandels in diesem Bereich ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Aber die Zusammenstellung soll als Anregung dienen, sich mit diesem Thema weiter zu beschäftigen. Wir haben die Faktoren in vier Bereiche gegliedert:

/Green Webhosting

Verwendet der Website-Hoster bzw. das Rechenzentrum, in dem die Webserver laufen, Ökostrom aus erneuerbaren Energiequellen zur Stromversorgung?

/Infrastruktur & Programmierung

Wie lassen sich auf technischer Ebene »hinter den Kulissen« Download- und Ladezeiten verringern und für verschiedene Typen an Endgeräten optimieren?

/Design & Multimedia

Wie sehen »Best Practice«-Maßnahmen bei der Gestaltung, bei Bild- und Videodaten aus?

/Auffindbarkeit & Usability

Können User:innen auf der Website die gesuchten Inhalte rasch auffindig machen? Wie nützlich sind diese Inhalte für die User:innen? Wie gut finden sich verschiedene Anwender:innen mit verschiedenen Endgeräten und Bandbreiten auf der Website zurecht und wie leicht fällt es ihnen, bestimmte Aktionen auszuführen (etwa eine Bestellung aufzugeben)?

Sustainable Web Manifesto

Im Jahr 2019 haben einige in Klimafragen engagierte Internetagenturen das *Sustainable Web Manifesto* (Manifest für ein nachhaltiges Web) formuliert, das einige Grundprinzipien festhält, an denen sich ein nachhaltiges Internet orientieren sollte. Der Begriff »Nachhaltigkeit« ist dabei nicht auf Klimaschutz beschränkt, sondern inkludiert Aspekte nachhaltigen und fairen Wirtschaftens.

Sauber: Der Strom für alle digitalen Services wird aus erneuerbaren Energiequellen gewonnen.

Effizient: Digitale Produkte und Dienstleistungen verbrauchen so wenig Energie und Ressourcen wie möglich.

Offen: Digitale Produkte und Dienstleistungen sind barrierefrei zugänglich, geben den User:innen Kontrolle über ihre Daten und ermöglichen den freien Austausch von Informationen.

Ehrlich: Digitale Angebote versuchen nicht, User:innen zu täuschen oder zu übervorteilen.

Regenerativ: Digitale Produkte und Dienstleistungen fördern eine Ökonomie, die weder den Menschen noch unseren Planeten ausbeutet.

Resilient: Digitale Produkte und Dienstleistungen werden an Orten und zu Zeiten angeboten, wo und wann die User:innen sie am meisten brauchen.

➔ www.sustainablewebmanifesto.com

Green Webhosting

Das Hosten einer Website braucht Energie. Für alle, die die durch ihre Website verursachten Treibhausgas-Emissionen minimieren möchten, ist Grünes Webhosting der erste und einfachste Schritt in die richtige Richtung.

Nachweislich grün

Der erste und wichtigste Aspekt für die Auswahl eines nachhaltigen Webhosts ist, dass der Hosting-Anbieter und das Rechenzentrum, in dem die Webserver laufen, Ökostrom (→ Seite 32) verwenden. Vorbildliche Green-Hosting-Anbieter tun aber noch einiges mehr für Nachhaltigkeit und Klimaschutz.

Inzwischen bieten viele der großen Marktführer im Webhosting-Bereich auch Grüne Hosting-Pakete an, bei denen sie nach eigenen Angaben auf Ökostrom zurückgreifen. Ökostrom ist aber nicht gleich Ökostrom und wenn man genauer nachliest, stellt man immer wieder fest, dass genauere Angaben zur ökologischen Ausrichtung des Unternehmens fehlen. Auch gibt es für Webhoster bisher kaum namhafte Öko-Labels oder Gütesiegel, die dabei helfen zu beurteilen, wie »grün« ein bestimmtes Angebot tatsächlich ist.

Wer die eigene Website klimaneutral gehostet wissen will, muss sich selbst ein Bild machen. Grundsätzlich empfiehlt es sich, darauf zu achten, ob ein Hosting-Anbieter eine ökologische Schiene nur nebenbei mitlaufen hat oder sich das Unternehmen generell für Klimaneutralität einsetzt. Anbieter, denen die Sache ernst ist, haben sich dem Thema Nachhaltigkeit generell mit großem Engagement verschrieben.

Hinsichtlich Performance gibt es zwischen herkömmlichen und nachhaltigem Hosting keinerlei Unterschied. Auch die preisliche Differenz ist minimal. Und da es sich dabei meist um persönlich engagierte Anbieter handelt, ist Service und Betreuung oftmals besser als bei einem billigen »Diskonttarif«.

Grünes Webhosting finden

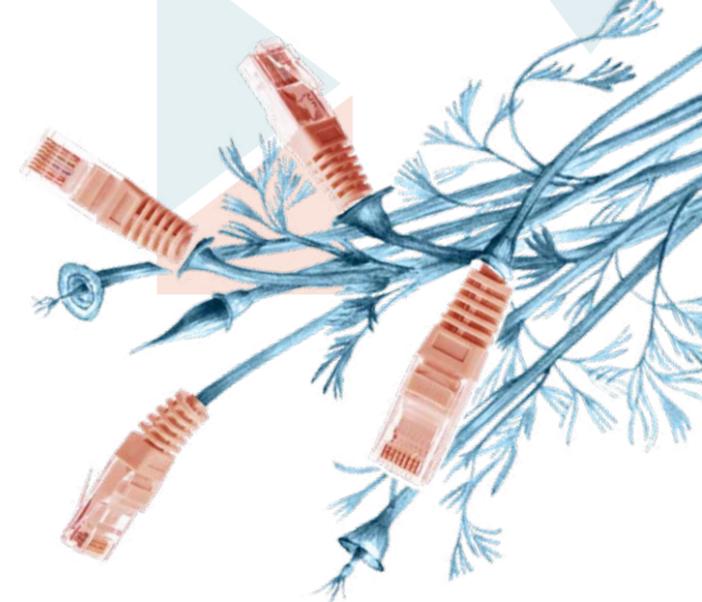
In Deutschland gibt es inzwischen eine Reihe von Anbietern, die sich auf Green Webhosting spezialisiert haben, zertifizierten Ökostrom verwenden und sich generell um Nachhaltigkeit bemühen. Daneben findet man noch viele weitere Anbieter, die laut eigenen Angaben zumindest »irgendeinen« Ökostrom verwenden.

In Österreich sieht es aktuell noch anders aus: Neben einigen der großen Webhoster, die angeben, auf Ökostrom zurückzugreifen, und ihre Angebote als »klimaschonend« o. ä. bezeichnen, gibt es derzeit nur eine kleine Handvoll Anbieter, die explizit auf Green Webhosting spezialisiert sind und sich auch darüber hinaus für ein nachhaltiges Wirtschaften engagieren. Immerhin ist zu erwarten, dass sich in den kommenden Jahren in diesem Bereich einiges tun wird und neue Anbieter auf den Markt drängen. Fragen Sie im Zweifel Ihre:n Webdesigner:in!



Die Website aus dem Baukasten

Baukastensysteme, sogenannte Web Builders, erlauben es Laien, auf Basis vordefinierter Designs relativ unkompliziert eigene Websites zu erstellen. Nachteile sind die beschränkten technischen und gestalterischen Optionen, oft der Datenschutz (viele der Anbieter haben ihren Firmensitz außerhalb der EU) und die Tatsache, dass in den kostenlosen und günstigen Paketen Werbung eingeblendet wird oder keine eigene Domain möglich ist. Vor allem aber laufen diese Anwendungen komplett auf den Servern der Anbieter. Das heißt, man hat keinerlei Kontrolle über die eigenen Daten. Aus ökologischer Sicht macht es wenig Sinn, eine Website, die vor allem von regionalen Kunden besucht wird, in den USA oder in Israel zu hosten. Und nach irgendwelchen Nachhaltigkeitsbemühungen, zumindest die Nutzung von Ökostrom, sucht man derzeit noch vergebens.



Lieber regional – das gilt auch für Daten

Für digitale Dienstleistungen wie Webhosting kommen natürlich auch internationale Anbieter in Frage. Da aber die Umweltstandards in anderen Ländern möglicherweise nicht dieselben sind wie hierzulande, ist es schwierig, die Angaben der Anbieter zu beurteilen.

Außerdem ist wichtig zu wissen: Die immer schnelleren Datenübertragungsgeschwindigkeiten haben zwar die Entfernungen quer über den Planeten deutlich zusammenschumpfen lassen. Nichtsdestotrotz müssen aber auch im Internet ganz konkrete, physische Entfernungen überwunden werden. Je größer die Distanz, die Daten im Internet zurücklegen müssen, desto höher wird auch der Energieverbrauch, da sie dementsprechend mehr Router und Knotenpunkte passieren müssen, die allesamt Strom verbrauchen.

Somit ist es nicht im Sinne des Klimaschutzes, eine Website, die hauptsächlich im deutschsprachigen Raum besucht wird, in Übersee hosten zu lassen und jedes Bit an Daten um den halben Planeten zu senden. Mit einem Hosting-Anbieter, der sich in geografischer Nähe zu den Besucher:innen der Website befindet, schont man also das Klima. Große Distanzen verlangsamen übrigens auch die Responsezeiten einer Website.

Kleine Entscheidungshilfe

Einige Fragen, die bei der Auswahl des Hosting-Anbieters helfen können:

- Nennt der Hosting-Anbieter seinen konkreten Ökostrom-Versorger und weist dieser eine Zertifizierung (etwa mit dem *Österreichischen Umweltzeichen UZ46*) auf?
- Macht der Anbieter detaillierte Angaben zum Rechenzentrum, in dem die von ihm verwendeten Server stehen, zu dessen Stromanbieter und zu anderen Maßnahmen, etwa im Bereich der Kühlung, um die Rechenleistung möglichst klimaschonend bereitzustellen?
- Bemüht sich der Hosting-Anbieter in allen Unternehmensbereichen, den Verbrauch von Energie und anderen Ressourcen so gering wie möglich zu halten? Wo kauft er und wie lange nutzt er seine Hardware? Bemüht er sich um fachgerechtes Recycling?
- Stellt der Anbieter konkrete Projekte vor, die er unterstützt, um die Energiewende aktiv voranzutreiben? Nimmt er an Programmen teil, um für von ihm verursachte unvermeidliche Emissionen Kompensation zu leisten (→ Seite 42)?
- Engagiert sich das Unternehmen neben seinen Bemühungen um Klimaneutralität auch für andere Nachhaltigkeitsziele?
- Haben Website-Betreiber:innen die Möglichkeit, die durch laufende Zugriffe auf die Website verursachten Emissionen zusätzlich zu kompensieren?

The Green Web Foundation

Das erklärte Ziel der Plattform *The Green Web Foundation* ist ein Internet, das nur mit erneuerbarer Energie betrieben wird. Unter anderem findet sich dort ein internationales Verzeichnis von Webhosts, die nachweislich auf Ökostrom setzen. Das Verzeichnis ist nicht vollständig, wird aber regelmäßig erweitert. Mit dem Website-Checker kann man eine beliebige Website prüfen und sich auch ein Siegel zum Platzieren auf der eigenen Webpräsenz herunterladen.

➤ www.thegreenwebfoundation.org/green-web-check

➤ www.thegreenwebfoundation.org/directory

Ökostrom

Neben dem Faktor Hardware ist für die Klima-Auswirkungen der digitalen Welt vor allem ein Faktor zentral: die Energie, und damit die Herkunft des Stroms.

Das Problem und die Lösung

Die Energieindustrie mit ihren Kohle- und Gaskraftwerken ist der größte Emittent von CO₂ weltweit und für über 36 % der gesamten Treibhausgas-Emissionen verantwortlich. Auch in Europa stammt noch ein gutes Drittel der erzeugten Energie aus fossilen Energieträgern – etwa zu gleichen Teilen aus Kohle und Erdgas – und zu 26 % aus der (zwar klimaschonenden, aber aus anderen Gründen unerfreulichen) Nuklearenergie. Die Lösung ist bekannt und lautet: raschestmöglicher Umstieg auf erneuerbare Energien, also Ökostrom.

Was bedeutet Ökostrom?

Laut österreichischem Ökostromgesetz darf jeder Strom, der aus erneuerbaren Energieträgern wie Biomasse, Photovoltaik, Wind- oder Wasserkraft erzeugt wird, als Ökostrom bezeichnet werden. In Deutschland gibt es keine verbindliche Definition. Im Wesentlichen geht es dabei um die Abgrenzung zu Strom, der konventionell mittels Kernenergie oder fossilen Rohstoffen hergestellt wird. Die Erzeugung von Ökostrom verursacht keine Treibhausgas-Emissionen und ist somit CO₂-neutral (»klimaneutral«). Analoge Begriffe sind Naturstrom oder Grünstrom.

Den richtigen Ökostrom-Anbieter finden

Was auf den ersten Blick recht eindeutig wirkt, entpuppt sich im Detail als deutlich komplizierter. Nicht jeder Ökostrom-Anbieter verfolgt das Ziel, einen ökologischen Mehrwert herzustellen, mit der gleichen Konsequenz und Glaubwürdigkeit. Durch den Erwerb von Herkunftsnachweisen (→ Infobox) ist

es nämlich auch für konventionelle Strom-anbieter möglich, ihren Strom ganz offiziell als »Ökostrom« anzubieten.

Ganz allgemein gilt: Kann ein Anbieter die Herkunft seines Ökostrom-Angebots im Detail belegen und kommuniziert er seine nachhaltigen Unternehmensziele konkret und transparent, ist das als positiv zu bewerten. Handelt es sich hingegen um ein Unternehmen, das neben einem Ökostrom-Tarif viele andere Tarife anbietet und in seinem Strommix auch fossile oder nukleare Energiequellen listet, sollte man unbedingt genauer hinsehen. Vorsicht ist auch geboten, wenn der Anbieter von einem großen Energiekonzern wirtschaftlich abhängig ist.

Trotzdem Energiesparen

Auch wer seine Energie zu 100 % aus erneuerbaren Quellen bezieht, hat deswegen nicht die Lizenz zum unlimitierten Stromverbrauch. Da die Welt noch weit davon entfernt ist, ihren gesamten Strombedarf aus ökologischen Quellen decken zu können, fehlt die unnötig verbrauchte Öko-Energie woanders – oder umgekehrt: Jede eingesparte Kilowattstunde macht die Ökostrom-lücke ein bisschen kleiner.



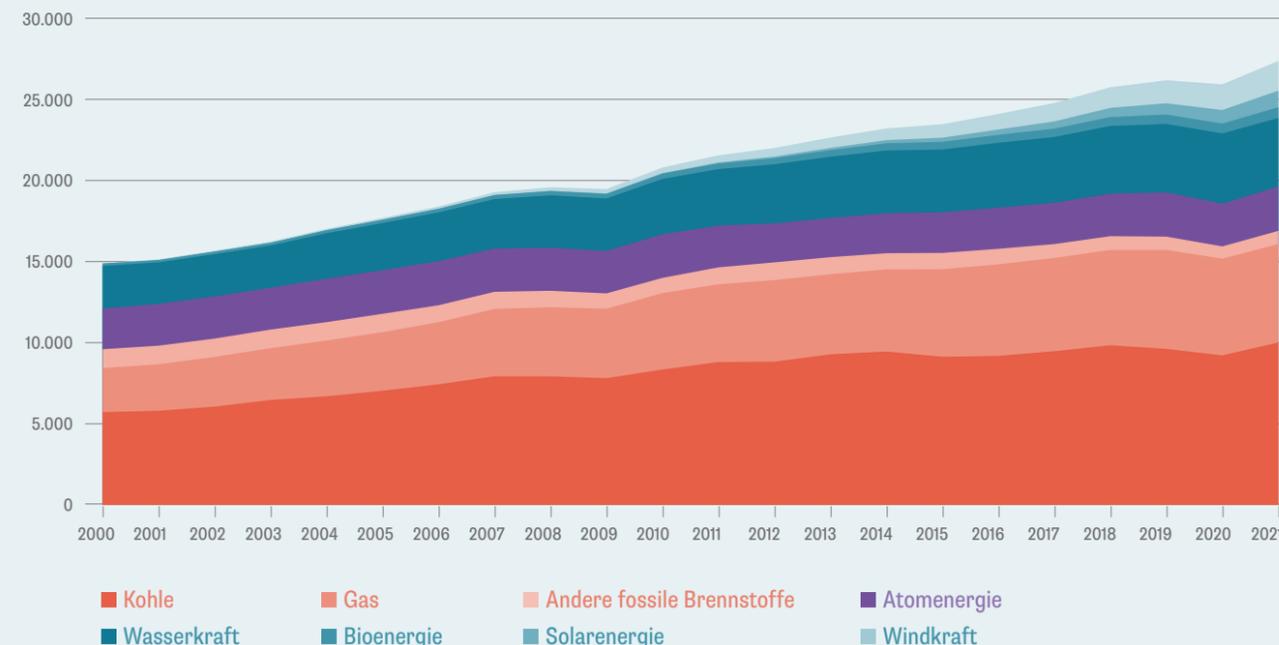
Herkunftsnachweise und REC-System

Energieversorger handeln nicht nur mit Strom – auch der Handel mit Herkunftsnachweisen (HKN) ist möglich. Andere Bezeichnungen dafür sind Erzeugungszertifikate oder auch REC-System (*Renewable Energy Certificate System*, also Zertifizierungssystem für Erneuerbare Energien). Diese bestätigen, dass eine gewisse Strommenge aus erneuerbaren Energien in einer bestimmten Anlage erzeugt wurde. Kauft man anderen Stromerzeugern solche Nachweise ab, lässt sich damit der eigene konventionell erzeugte Strom gewissermaßen zu grünem Ökostrom »umetikettieren«.

Herkunftsnachweise und RECS sind nicht per se schlecht, da die ausgewiesene Strommenge ja tatsächlich irgendwo klimaneutral erzeugt wurde. Es gibt aber durchaus Kritikpunkte: Denn dank des Zertifikathandels kann so manches Kohlekraftwerk weiterhin Strom produzieren und diesen offiziell als Ökostrom verkaufen, was die Energiewende ausbremst und weder für Transparenz noch für Glaubwürdigkeit sorgt. Zudem verstärkt sich dadurch die Abhängigkeit des Ökostrom-Preises von den Preisschwankungen fossiler Energieträger.

Wo zwischen Betreibern von Erneuerbare-Energie-Anlagen und Stromversorgern direkte Lieferverträge bestehen, erübrigt sich jedenfalls der Handel mit Herkunftsnachweisen. Für viele ist dies deswegen ein entscheidendes Kriterium bei der Auswahl eines seriösen und engagierten Ökostrom-Anbieters.

Globale Stromproduktion nach Energiequellen (in Terawattstunden)



Im Detail sind die Kriterien für ökologischen Strom auch für Expert:innen nur schwer zu bewerten. Dazu zählen etwa die Umweltverträglichkeit der Erzeugungsanlagen und deren Herstellung oder auch etwaige Verflechtungen mit der Kohle-, Öl- oder Atomindustrie. Ein weiteres Kriterium ist die Bereitschaft bzw. Selbstverpflichtung, mit erzielten Gewinnen auch den Ausbau erneuerbarer Energien zu fördern.

All dies wird von den Anbietern aber sehr unterschiedlich gehandhabt, wodurch der praktische Nutzen eines Ökostrom-Vertrags sehr unterschiedlich ausfällt. Daher lohnt es sich, die Details zu hinterfragen und auf Ökostrom-Gütesiegel zu achten.

Linktipps

- Österreichisches Umweltzeichen www.umweltzeichen.at/de/produkte/gr%C3%BCne-energie#guideline=UZ46
 - Stromanbieter-Check von Global 2000 www.global2000.at/publikationen/stromanbieter-check
- ### Deutsche Ökostrom-Labels
- www.gruenerstromlabel.de
 - www.ok-power.de
 - utopia.de/ratgeber/oekostrom-label-siegel-vergleich/

Ökostrom-Labels

Ökostrom-Labels erleichtern den Verbraucher:innen den Überblick, welche Anbieter Ökostrom mit einem garantierten ökologischen Mehrwert liefern. Die Bewertungskriterien betreffen sowohl die Herkunft des Stroms als auch durch den Anbieter unterstützte Projekte. Da Labels bei der Festlegung ihrer Kriterien teilweise unterschiedlich vorgehen, fällt die Beurteilung der Stromanbieter nicht immer gleich aus.

Ein vertrauenswürdige Ökostrom-Label sollte zuallererst transparent und detailliert über die angewandten Vergabekriterien informieren. Die empfohlenen Anbieter sollten regelmäßig von unabhängigen externen Prüfstellen gecheckt werden. Auch das Erscheinungsbild gibt Hinweise: Ein Label, das sich von anderen auch optisch deutlich abhebt, zeigt seine seriöse Absicht und stärkt seine Eigenständigkeit und Glaubwürdigkeit.

In Österreich sind derzeit die beiden wichtigsten Belege für 100 % Ökostrom aus erneuerbaren Energien das Österreichische Umweltzeichen UZ46 – Grüner Strom sowie der Stromanbieter-Check 2021 der NGOs Global 2000 und WWF. In Deutschland gibt es eine ganze Reihe von Ökostrom-Labels, aber kein staatliches Gütesiegel. Zwei gelten als besonders empfehlenswert: das Grüner Strom-Label (seit 1998; Träger sind gemeinnützige Organisationen, u. a. BUND und NABU) und ok-power (seit 2016; Träger ist der Verein Energie Vision e. V.).

Infrastruktur & Programmierung

Die Auswahl der richtigen Infrastruktur, technisches Know-how und effizientes Coding sparen Daten und Energie.

Server Caching verwenden

Moderne Websites laufen zumeist auf Basis eines Redaktionssystems (Content Management System, CMS) wie WordPress, Drupal oder Typo3, das die Seiteninhalte dynamisch generiert, wenn ein:e Besucher:in die Seite aufruft. Dies ist aus vielen administrativen und funktionalen Gründen notwendig und sinnvoll, der Nachteil ist jedoch, dass das wiederholte Neugenerieren jedes Mal Rechenleistung benötigt und damit oft unnötig Energie verbraucht.

Für viele kleinere Websites ist eine dynamische Generierung der Inhalte gar nicht notwendig und lässt sich etwa durch Einrichten eines serverseitigen Caching verhindern. Das bedeutet vereinfacht gesagt, dass häufig abgefragte Inhalte vorgespeichert werden, damit sie nicht bei jedem Abruf neu zusammengesetzt werden. Für WordPress etwa gibt es Plugins, mit denen sich das bewerkstelligen lässt. Neben einem deutlich geringeren Energieverbrauch bewirkt dies übrigens oft auch eine extreme Verkürzung der Ladezeit.

WordPress schlank halten

WordPress ist das mit Abstand beliebteste Content Management System und war im Jahr 2021 die technische Basis für rund 43% aller Websites weltweit. Bei der Erstellung von WordPress-Seiten (das gilt auch für manche anderen Systeme) ist der Startpunkt oftmals ein fertiges Theme, das an die eigenen Bedürfnisse angepasst wird. Gerade die meistverwendeten und -verkauften dieser Themes sind äußerst mächtig und vielseitig und bringen eine Menge an Funktionen mit sich. Viele davon braucht man für eine vergleichsweise einfache Website in der Praxis gar nicht, sie verursachen aber längere Ladezeiten der Website und erhöhen den Bedarf an Speicherplatz und Rechenleistung. Wer beim Erstellen einer WordPress-Seite möglichst nachhaltig vorgehen möchte, sollte deswegen von einem möglichst schlanken Theme (*»lightweight theme«*) ausgehen.

Ebenso empfehlenswert ist der sparsame Einsatz von Plugins. Zusatzfunktionen sollten nur dann ergänzt werden, wenn sie wirklich gebraucht werden. Beispielsweise ist es nicht für jede Website wirklich sinnvoll, ausführliche Webzugriffstatistiken zu erheben, und eine Zusatzfunktion wie »Diese Seite drucken« wird auch nur in den seltensten Fällen notwendig sein.



Website-Emissionen online testen

Eine Antwort auf die Frage, wie hoch die CO₂-Belastung ist, die durch den Aufruf einer Website entsteht, findet man beim Website Carbon Calculator. Dabei kommt es vor allem auf die geladene Datenmenge, die Lade-geschwindigkeit der Website sowie darauf an, ob die Seite bei einem Anbieter gehostet wird, der als Green Webhost gelistet ist. Auf der Ergebnisseite lässt sich die Zahl der monatlichen Besucher:innen anpassen, dann wird die Gesamtbelastung auf ein Jahr hochgerechnet ausgegeben.

Das Tool Ecograder testet eine Website hinsichtlich verschiedener Kriterien, die sich auf Performance und Nachhaltigkeit auswirken.

- www.websitecarbon.com
- www.ecograder.com



Aus der Praxis: Datensicherung in WordPress

Die automatische Datensicherung ist praktisch. Ist man dabei übervorsichtig, kann das allerdings zu unnötigem Traffic führen und bewirken, dass selbst kleine Websites mit gerade 200 MB innerhalb weniger Monate ein Sicherungs-Datenvolumen von mehreren GB anhäufen.

Wie häufig und wie umfangreich gesichert werden sollte, hängt in erster Linie von der Häufigkeit der inhaltlichen Updates ab. Kommt nur alle paar Monate etwas Neues dazu, braucht nicht wöchentlich alles gesichert werden.

Sauber programmieren und Code minimieren

Je sauberer die Programmierung ist, desto effektiver und energiesparender läuft eine Website. Und das gilt nicht nur für den eigenen Code, sondern für jede Form von Plugins, Snippets, Libraries oder Frameworks, auf die man zurückgreift. Komponenten, die man für die gewünschte Funktionalität nicht braucht, sollten deaktiviert werden.

Eine weitere Reduktion der Datenübertragung beim Aufruf einer Website lässt sich mittels Minimierung (*minification*) von CSS-, HTML- und JavaScript-Dateien erreichen. Dafür gibt es eine Reihe an Tools, die Code-Dateien komprimieren, indem sie u. a. Inhalte wie Zeilenumbrüche und Kommentare, die für die Ausführung des Code nicht benötigt werden, automatisch entfernen.

In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass es sinnvoll ist, darauf zu achten, dass am Webserver möglichst die neueste PHP-Version läuft. Diese arbeitet im Normalfall schneller und energieeffizienter.

JavaScript sparsam einsetzen

JavaScript (JS) ist für das heutige Internet eine der wichtigsten Programmiersprachen und kommt in unzähligen Bereichen zum Einsatz, etwa bei der Validierung von Online-Formularen, bei der Erstellung von Animationen und Online-Games oder auch beim Tracking von User:innen u. v. m.. Dementsprechend wächst auch die durchschnittliche Dateigröße der JavaScripts, die mit einer Website geladen werden, immer weiter an. Und mehr Datenverkehr bedeutet auch hier höheren Energieverbrauch und längere Ladezeiten.

Und JavaScript hat noch einen weiteren gewichtigen Nachteil: Es wird nicht am Server, sondern auf den Endgeräten der User:innen ausgeführt, was weltweit auf Milliarden von Smartphones und Computern zusätzlichen Stromverbrauch verursacht. Dazu kommt,

dass ein beträchtlicher Teil dieser Energie ungenutzt in Form von Wärme verloren geht. Denken Sie daran, wenn Sie das Gebläse Ihres Laptops anspringen hören!

Wie so oft ist auch hier die wichtigste Gegenmaßnahme ein bewusster, kritischer Umgang mit der Frage, wo und wie der Einsatz von JavaScript tatsächlich sinnvoll und effektiv ist. In manchen Fällen lässt es sich auch durch andere Technologien ersetzen, etwa durch CSS. Und wie erwähnt sollte der Code möglichst effektiv geschrieben und JS-Dateien unbedingt minimiert werden.

Bots blockieren

Rund zwei Drittel des weltweiten Internet-Traffics wird nicht von Menschen, sondern von Programmen und Bots verursacht. Um Serverlast und Datenverkehr zu reduzieren, lassen sich Maßnahmen ergreifen, um unerwünschte Bots vom Zugriff auf die eigene Website auszuschließen.

Fortgeschrittene Techniken

Für komplexere Websites mit hohen Besucherzahlen stehen weitere, anspruchsvollere Techniken zur Verfügung. Beispielsweise reduzieren Content Delivery Networks (CDNs) die Distanz, die Daten zu Besucher:innen aus fernen Ländern zurücklegen müssen, indem wesentliche Inhalte weltweit auf mehreren lokalen Servern zur Verfügung gestellt werden.

Accelerated Mobile Pages (AMP) bezeichnet eine Technologie, mit der Inhalte auf Mobilgeräten schneller geladen werden, indem automatisch eine datenreduzierte Version der Originalseite ausgeliefert wird. Progressive Web App (PWA) wiederum stellt einer Art moderne Form des Cachings dar, insbesondere für mobile Endgeräte. Die Technik erlaubt es, die Menge an geladenen Daten bei wiederholten Abrufen derselben Seiten oder Inhalte zu reduzieren.

Design & Multimedia

Bilder, Video, Typografie: Alles, was ein Webdesign visuell attraktiv macht, ist mit Datentransfer verbunden. Welche Best-Practice-Lösungen bieten sich für ein nachhaltiges Webprojekt an?

Datensparsam bebildern

Die durchschnittliche beim Laden einer Webpage übertragene Datenmenge steigt seit Jahren kontinuierlich an (siehe Diagramm unten). Über alle Websites weltweit hinweg betrachtet entfällt der mit Abstand größte Teil dieser Daten auf Bild- und Videodateien. Dementsprechend groß ist das Einsparungspotenzial, wenn man ihren Einsatz im Web bewusst reduziert bzw. damit effizienter umgeht.

Betreffend Bilddateien sollte man sich deshalb zuerst fragen: Wo auf meiner Website sind Fotos oder Illustrationen wirklich notwendig und hilfreich, um die Inhalte und gewünschte Botschaft zu kommunizieren? Welches Bild stellt einen Mehrwert für die User:innen dar und ist nicht bloß visueller Datenballast, der nicht weiter hinterfragt wird? Erfüllt das Bild auch in einer kleineren Darstellung seinen Zweck?

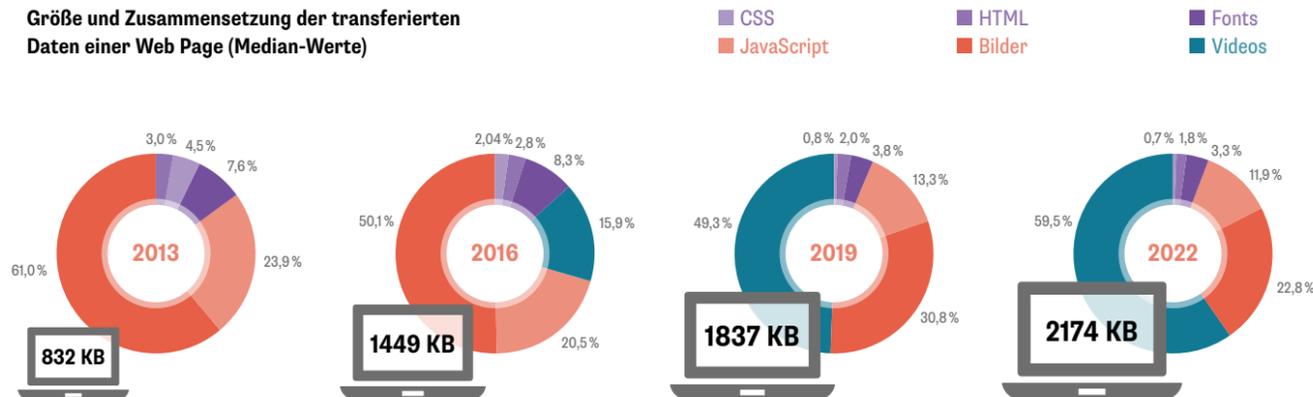
Neben diesen inhaltlichen Fragen gibt es rein technische Aspekte zu beachten. Überdimensionierte Bilddateien mit mehreren Megapixel sind für den Online-Einsatz ungeeignet und verschwenden Speicherplatz und Energie. Bilder fürs Web sollten unbedingt in einem komprimierten Bildformat gespeichert und hochgeladen werden (etwa als

PNG, JPEG). Das geht auch ganz ohne Verlust an Bildqualität. Neue Formate wie WebP, HEIF oder FLIF versprechen zukünftig noch bessere Kompressionsraten. Welcher Dateityp am besten geeignet ist, hängt zumeist von den Bildinhalten ab.

Die Auflösung sollte an die Ausgabegröße angepasst werden. Nachträgliches Anpassen via CSS ist nicht optimal. Bei der Planung einer Website ist auch zu überlegen, die Verwendung von Bildern zu reduzieren, die für die User:innen (zunächst) gar nicht sichtbar sind, wie etwa in Sliders oder Carousels. Ebenso stellt sich die Frage, ob es immer Fotos bzw. Pixelgrafiken sein müssen: Vektorgrafiken (SVG) bieten spannende Gestaltungsmöglichkeiten bei einem Bruchteil der Dateigröße. Manche kleinen Grafiken wie Icons lassen sich auch durch reines CSS generieren.

Der Einsatz von »lazy loading« hilft, den Datentransfer so niedrig wie möglich zu halten, indem Bilder erst dann (nach-)geladen werden, wenn sie durch Scrollen in den sichtbaren Bildschirmbereich kommen. Unter bestimmten Voraussetzungen kommt auch die Verwendung von CSS-Sprites in Frage.

Größe und Zusammensetzung der transferierten Daten einer Web Page (Median-Werte)

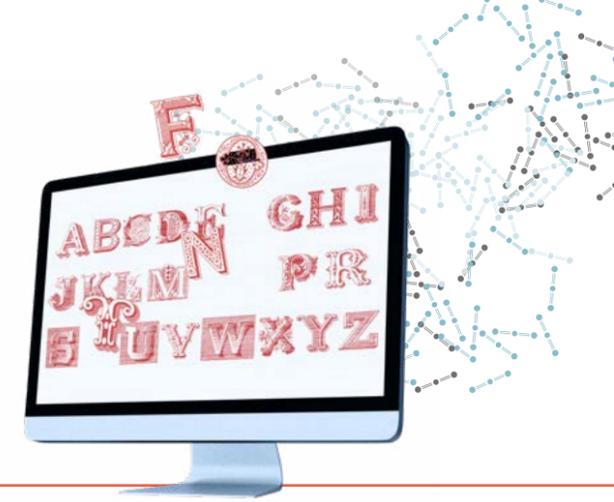


2 kB

Fontdateien einer gesamten Website, 2010

250 kB

Mögliche Größe einer einzigen Fontdatei, 2022



Videos kurz und prägnant halten

Der Einsatz von Videos boomt nicht nur im Bereich Streaming sowie auf den großen Video- und Social-Media-Plattformen (→ Seite 16). Auch auf gewöhnlichen Websites werden immer öfter Videos eingebunden. Beim Abspielen von Videos werden große Datenmengen übertragen, und ihre Darstellung am Schirm benötigt viel Rechnerleistung und damit Strom. Umso wichtiger ist ein bewusstes und kritisches Hinterfragen, inwieweit die Verwendung von Videoinhalten auf einer Website wirklich notwendig und zielführend ist.

Generell empfiehlt es sich, Online-Videos so prägnant und so kurz wie möglich zu halten. Das ist nicht nur gut fürs Klima, sondern freut auch die User:innen. Beim Einbinden auf der Website sollten Format und Auslösung nur so groß sein wie unbedingt nötig. Wer Videos selbst hostet, sollte darauf achten, Bild und Ton mit modernen Codecs optimal zu komprimieren. Das spart eine Menge unnötig transferierter Daten.

Und schließlich für alle Website-Betreiber:innen, die Online-Videos einbinden, noch eine sehr einfach umsetzbare Maßnahme, die sowohl eine Menge Energie als auch allen User:innen einiges an Ärger spart: Die Autoplay-Funktion bitte unbedingt abschalten. Danke!

mehreren Subvarianten wie fett, kursiv etc., summiert sich das. Und wie immer wirkt sich das auch negativ auf die Ladezeit der Website aus. Wie lässt sich das Ganze also effektiver gestalten?

Zuallererst sollte man genau überlegen, wie viele und welche Schriftarten man wirklich verwenden möchte. Vielleicht lässt sich doch auch mal auf einen Web Safe Font zurückgreifen, der bereits auf dem Rechner der meisten User:innen installiert ist? Und wenn man zusätzliche Schriftarten einbindet, muss es nicht gleich die ganze Schriftfamilie auf einmal sein. Gibt es auf der ganzen Website gerade zwei potenzielle Kursivierungen, bietet es sich an, den kursiven Schnitt dann doch wegzulassen. Zum Hervorheben einzelner Textstellen sind statt Fonts auch Farben gut geeignet.

Oft werden Fonts geladen, obwohl sie für die Darstellung der Website gar nicht (mehr) verwendet werden. Ebenso ist zu beachten, dass Plugins oder Libraries von Dritten nicht ungefragt eigene Webfonts laden, die niemand braucht und nur Datenballast darstellen.

Wer seine Webfonts selbst hostet, sollte sie in ein Format wie WOFF oder WOFF2 konvertieren, was eine Komprimierung von bis zu 60% bewirkt. Font-Dateien für den Online-Einsatz kann man auch auf nur jene Zeichen(-sätze) beschränken, die man auf der Website tatsächlich braucht. Damit lässt sich ebenfalls eine Menge an Daten einsparen.

Google Fonts direkt über die Google Server einzubinden, ist schon aus Datenschutzgründen nicht empfehlenswert. Außerdem verschlechtert externes Laden immer auch die Performance einer Website. Beides spricht dafür, sie lieber selbst zu hosten. Laut der SIL Open Font License, unter der die meisten Google Fonts verfügbar sind, ist das auch rechtlich einwandfrei. Für WordPress gibt es inzwischen sogar Plugins, die dabei helfen, die externe durch eine lokale Einbindung zu ersetzen. Die große Bibliothek der Adobe Fonts, die mit der Creative Cloud mitgeliefert wird, erlaubt diese Möglichkeit nicht und ist deshalb sowohl aus Datenschutz- wie auch aus Nachhaltigkeits- und Performancegründen problematisch.

Webfonts sinnvoll einsetzen

Die Entscheidung, welche Schriften zum Einsatz kommen, trägt heute ganz wesentlich zur visuellen Gestaltung einer Website bei. Webdesigner:innen, die schon etwas länger dabei sind, denken mit Schauern an die Zeiten zurück, als sie sich mit einer Handvoll Systemfonts begnügen mussten. Aber die schönen neuen Möglichkeiten, Webfonts einzubinden, lassen auch die übertragenen Datenmengen in die Höhe schnellen. So schlugen im Jahr 2010 Fonts im weltweiten Schnitt noch mit ganzen 2 kB pro Website zu Buche. Heute bewegt sich das im Bereich des Hundert- bis Tausendfachen! Denn eine einzige Fontdatei kann bis zu 250 kB groß sein. Wählt man für Überschrift und Lauftext unterschiedliche Schriften, und das in

Auffindbarkeit & Usability

Wie gut finden sich die User:innen zurecht, wie nützlich und leicht auffindbar sind die Inhalte? Diese Fragen sind wesentlich für nutzer:innenfreundliche Gestaltung und Nachhaltigkeit.

User Experience optimieren

Je klarer und übersichtlicher eine Website aufgebaut und strukturiert ist, desto leichter finden sich die User:innen auf der Seite zurecht und desto weniger Klicks benötigen sie, um ans Ziel zu gelangen. Das kann etwa das Auffinden einer spezifischen Information oder des Absendens einer Online-Bestellung sein. Ein kurzer Klickweg zur Conversion liegt schließlich auch im Interesse der Website-Inhaber:innen.

Eine schlanke Website, die sich auf das Wesentliche konzentriert, und ein durchdachter Aufbau ist die Grundlage für optimale Usability und zugleich gut für die Umwelt. Denn jeder eingesparte Klick bedeutet weniger verbrauchte Energie.

Verständliche Webtexte schreiben

Auch für die Textinhalte gilt: Je klarer sie strukturiert und formuliert sind, desto rascher können sich Besucher:innen orientieren und beurteilen, ob sie hier richtig sind und wo sie finden, was sie suchen. Unverständliche, unübersichtliche Texte erhöhen die Zeitdauer, die User:innen online verbringen, und jeder zusätzliche Klick bedeutet noch mehr übertragene Daten und damit eine Steigerung des Energieverbrauchs (von Zumutungen wie rein auf Suchmaschinenoptimierung ausgerichteten Textwüsten, die im schlimmsten Fall auch noch automatisiert erstellt wurden, ganz zu schweigen).

Gute Lesbarkeit und Verständlichkeit hängt nicht nur vom Textinhalt, sondern auch von der Webtypografie ab, also von Faktoren wie Schriftart und -größe, Laufweite, Zeilenabstand, Spaltenbreite, Kontrast usw.



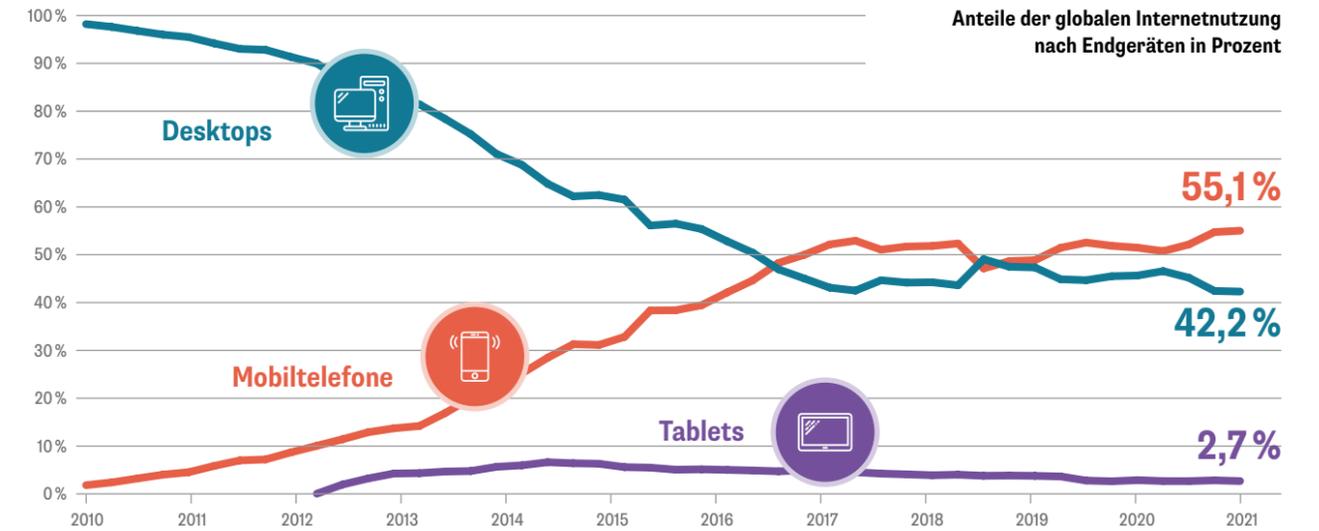
20-40 %

Anteil der Besucher:innen, die nach einer Wartezeit von 3 Sekunden die Website verlassen haben



Barrierefreiheit

Echt nachhaltiges Webdesign berücksichtigt auch die barrierefreie Zugänglichkeit für alle Nutzer:innen. Beispiele dafür sind gute Darstellung auf allen Geräten, eine Farbwahl zugunsten von Kontrast und Lesbarkeit und ein gewissenhaftes Hinterlegen von Textalternativen für Besucher:innen mit eingeschränktem Sehvermögen. Diese Maßnahmen sind eine Erleichterung für alle User:innen mit oder ohne Beeinträchtigung und werden zudem von Google durch eine bessere Platzierung in den Suchergebnissen honoriert.



Für mobile Endgeräte optimieren

Die Anteil der Menschen, die im Internet mit mobilen Endgeräten unterwegs sind, steigt stetig an. Die Zahl der mobilen Zugriffe übertrifft bereits seit Jahren die von Desktop-PCs. Deswegen gilt auch bei der Entwicklung neuer Websites schon längst die Devise *mobile first*.

Da die Datenübertragung über Funknetze deutlich energieaufwendiger ist als per Breitbandkabel, geht es beim Thema Mobiloptimierung nicht bloß um die Berücksichtigung verschiedener Displays und visuelle Anpassungen, sondern um eine generelle Adaption der ausgelieferten Inhalte in Abhängigkeit vom verwendeten Endgerät. Eine entsprechend optimierte Website überträgt im Schnitt deutlich weniger Daten an ein Smartphone als etwa an einen Desktop-PC. Leider wird dieser Aspekt bei vielen Websites noch gar nicht berücksichtigt.

Energie sparen bei der Farbwahl

Moderne Displays sind im Vergleich zu früher durchaus energieeffizient, doch nichtsdestotrotz laufen auch sie immer noch mit Strom. Speziell die immer häufigeren OLED-Screens erfordern für die Darstellung dunkler Farben deutlich weniger Energie als für helle. Um das auszunutzen, bietet es sich an, Apps und Websites in einem dunklen Layoutmodus zu gestalten oder diesen zumindest alternativ anzubieten. Der Usability-Aspekt dabei: Das schont auch die Augen und sorgt für besseren Schlaf der Nutzer:innen.

Suchmaschinen mitdenken

Auf den ersten Blick scheint Suchmaschinenoptimierung (*Search Engine Optimization*, kurz SEO) wenig mit Nachhaltigkeit zu tun zu haben. Jedoch ist eine gute, seriöse Optimierung von Website-Inhalten hinsichtlich der Auffindbarkeit in Suchmaschinen tatsächlich gut für das Klima. Denn sinnvolles SEO hilft den User:innen, schneller zu finden, wonach sie suchen. Das spart den Zeit- und Energieaufwand, der beim Durchforsten unaufgeräumter oder veralteter Inhalte entsteht.

Online-Ads gezielt einsetzen

Die Platzierung von Online-Werbung kann die Datenmenge erheblich vergrößern – eine Verdoppelung der Ladezeit ist in der Folge nichts Ungewöhnliches. Demgegenüber ist es interessant, sich vor Augen zu führen, wie die Ladedauer und die sogenannte Bounce Rate (der Prozentsatz der User:innen, der die Website gleich wieder verlässt) zusammenhängen.

Zu dieser Frage gibt es seit vielen Jahren Tests und Untersuchungen. Die Ergebnisse variieren im Detail, aber der Trend ist eindeutig: Bei einer Wartezeit von drei Sekunden haben sich bereits 20 % bis 40 % der Besucher:innen verabschiedet. Das legt nahe, Werbung auf der eigenen Website sparsam und gezielt einzusetzen. Ab einem gewissen Punkt ist weniger definitiv mehr, und zwar für alle Beteiligten. Wer auf Werbung nicht verzichten kann oder möchte, kann versuchen, zumindest auf kleinere Bannerformate zu wechseln.

Online-Shops

Über 2 Milliarden Menschen haben 2021 online eingekauft und dabei 4,9 Billionen Dollar ausgegeben – 2025 werden es schon 7,4 Billionen Dollar sein. Als Konsument:innen haben wir selbst in der Hand, ob und wie sehr unser Online-Shopping dem Klima schadet. Und auch im Webshop-Design kann man die Weichen in die richtige Richtung stellen.

Online oder offline (ver-)kaufen?

Klar: Die Entscheidung, ob ich als Unternehmer:in meine Produkte online und / oder offline anbiete, wird nicht in erster Linie von Überlegungen zur Klimafreundlichkeit abhängen. Dennoch lohnt es sich – auch aus Konsument:innensicht – sich darüber Gedanken zu machen.

Ob es klimafreundlicher ist, ein Produkt im Geschäft zu kaufen oder es online zu bestellen, ist nur im Einzelfall zu entscheiden. Obwohl mehr Verpackungsmaterial anfällt, dürfte im Durchschnitt der direkte Vergleich knapp zugunsten der Online-Bestellung ausfallen. Relativ eindeutig wird es dann, wenn man ins eigene Auto steigt, um ins Geschäft zu fahren. Denn die individuelle Anfahrt produziert mehr Abgase als der Lieferdienst, der Waren gebündelt transportiert. Hinzu kommt, dass viele Dienstleister sukzessive auf E-Fahrzeuge umstellen und ein natürliches Interesse an effizienten Transporten haben (hohe Auslastung, kurze Wege). Demgegenüber nimmt man als Konsument:in schon den einen oder anderen zusätzlichen Kilometer in Kauf, wenn man den optimalen Pulli noch nicht gefunden hat. Zu bedenken ist zudem, dass Waren auch ins Geschäft erst mal geliefert werden müssen und dort einiges an Energieaufwand für Licht, Heizung u. ä. anfällt.

Schwingt man sich andererseits aufs Fahrrad, um auf der nächsten Einkaufsstraße shoppen zu gehen, fällt die Klimabilanz besser aus als bei der Online-Bestellung. Kurz: Aus Konsument:innen-Sicht ist im direkten Vergleich der Anfahrtsweg entscheidend. Mit Öffis oder Fahrrad schlägt man den Online-Handel. Ist das Auto unvermeidlich, empfiehlt es sich, Einkäufe zu bündeln, anstatt mehrmals zu fahren.

Die Auswahl der Produkte

Wichtig zu wissen ist aber: Der Großteil der Treibhausgas-Emissionen, die ein Produkt über seine gesamte Lebensspanne hinweg verursacht, entsteht bereits bei der Herstellung, nämlich je nach Produkt bis zu 75%. Daher ist, global gesehen, eine umweltfreundliche Produktion bzw. Langlebigkeit und Reparierbarkeit des spezifischen Produkts sogar noch viel entscheidender als der Transportweg zu den Kund:innen.

Bei der Kommunikation dieser ökologisch relevanten Kriterien gibt es aber noch großen Aufholbedarf. Informationen zu Erzeugungsprozess, Herkunft der Bestandteile, zu Garantien sowie zur Lebensdauer, Reparierbarkeit oder Verfügbarkeit von Updates sind nicht ohne weiteres zu bekommen und tragen daher noch zu wenig zur Kaufentscheidung bei. Orientierung bieten einige bestehende Gütesiegel wie das Österreichische Umweltzeichen, das EU-Ecolabel oder Der Blaue Engel. Wünschenswert wäre etwa die Anzeige von Labels und klimarelevanten Informationen auf der Verpackung oder auch in Online-Shops oder Preisvergleichsplattformen. Shop-Betreiber:innen, die ökologisch agieren wollen, können sich bewusst dafür entscheiden, derartige Informationen in ihren Online-Shops anzubieten.

Das Dilemma mit den Retouren

Jeder ökologische Vorteil des Versandhandels wird durch Retouren zunichte gemacht. Allein in Deutschland werden jährlich mehr als eine Viertelmilliarde Pakete zurückgeschickt – die ökologischen Auswirkungen dieser Praxis, die zudem dazu führt, dass tonnenweise neuwertige Ware vernichtet wird, sind verheerend. »Kostenloser« (also in den Verkaufspreis eingepreister) Versand verführt ganz besonders zum leichtfertigen Bestellen und Retournieren. Shop-Betreiber:innen sollten auch diese Stellschraube hinsichtlich ökologisch nachhaltigen Agierens berücksichtigen.

Die richtige Shoppingsystem wählen

Webshop-Systeme gibt es zahlreiche – die verbreitetsten sind aktuell das WordPress-Plugin WooCommerce, das Baukastensystem Shopify und die ehemalige Open-Source-Lösung Magento (heute Adobe Commerce). Knapp 30% der Onlineshops laufen auf WooCommerce.

Bei sogenannten SaaS-Modellen (Software as a Service) wie Shopify, Squarespace oder BigCommerce, die auf den

Servern der Anbieter liegen, ist davon auszugehen, dass kein Green Webhosting vorliegt. Wenn der Anbieter noch dazu seinen Sitz außerhalb der EU hat, kommt abgesehen von der Datenschutzthematik, die Shop-Anbieter:innen besonders betrifft, noch die räumliche Entfernung dazu – Kund:innen, die quasi ums Eck wohnen, über Webserver in den USA bestellen zu lassen, verursacht leere Datenkilometer und unnötige Emissionen. Deswegen empfiehlt es sich aus Nachhaltigkeits-sicht, auf ein System wie WooCommerce, PrestaShop oder Shopware zu setzen, das auf dem eigenen Server installiert werden kann.

Gutes Webdesign ist gutes Shopdesign

Für Online-Shops gilt alles, was generell für nachhaltiges Webdesign (→ Seite 28) gilt: schlankes Design, effiziente Programmierung und gute Usability sind Schlüsselfaktoren, und zwar gleichermaßen für das Klima, die Kund:innen und die Conversion. Eine gut designte User Experience ist entscheidend. Wer sich schnell zurechtfindet, statt vergeblich herumzuklicken oder zu -tippen, spart Daten und Energie – und wird eher zugreifen.

Hochauflösende, hochwertige Produktbilder sind für Online-Shops zentral. Auch hier sollten die generellen Hinweise zur Bildgröße (→ Seite 36) beachtet werden. Bei animiertem Bildmaterial (etwa 3D-Ansichten von Produkten) kann geprüft werden, ob ein Videoclip (MP4), ein dezidiertes 3D-Viewer oder ein animationsfähiges Bildformat wie AVIF oder FLIF in Frage kommt und geringere Dateigrößen liefert.

Was sonst noch geht

Grundsätzlich gilt natürlich: Je weniger Verpackungsmaterial, umso besser. Verpackungen, die mehrfach verwendbar sind (zu besonderem Schutz oder etwa bei gekühlten Artikeln) wären zu bevorzugen. Nachhaltig



orientierte Shop-Betreiber:innen beziehen Ökostrom in den Büro-, Lager- und Geschäftsräumlichkeiten, verwenden Papierprodukte aus Recyclingmaterial und setzen Mehrweg- oder rezyklierbares Füllmaterial ein. Sie hinterfragen natürlich die eigenen Bezugsquellen und Lieferanten. Für den Versand sollte ein CO₂-neutraler Dienstleister gewählt werden. Da die letzte Meile für die Zustellung am aufwendigsten ist, verbessert auch die Nutzung von Packstationen die Ökobilanz. Und nicht vermeidbare Emissionen sollten kompensiert werden (→ Seite 42).

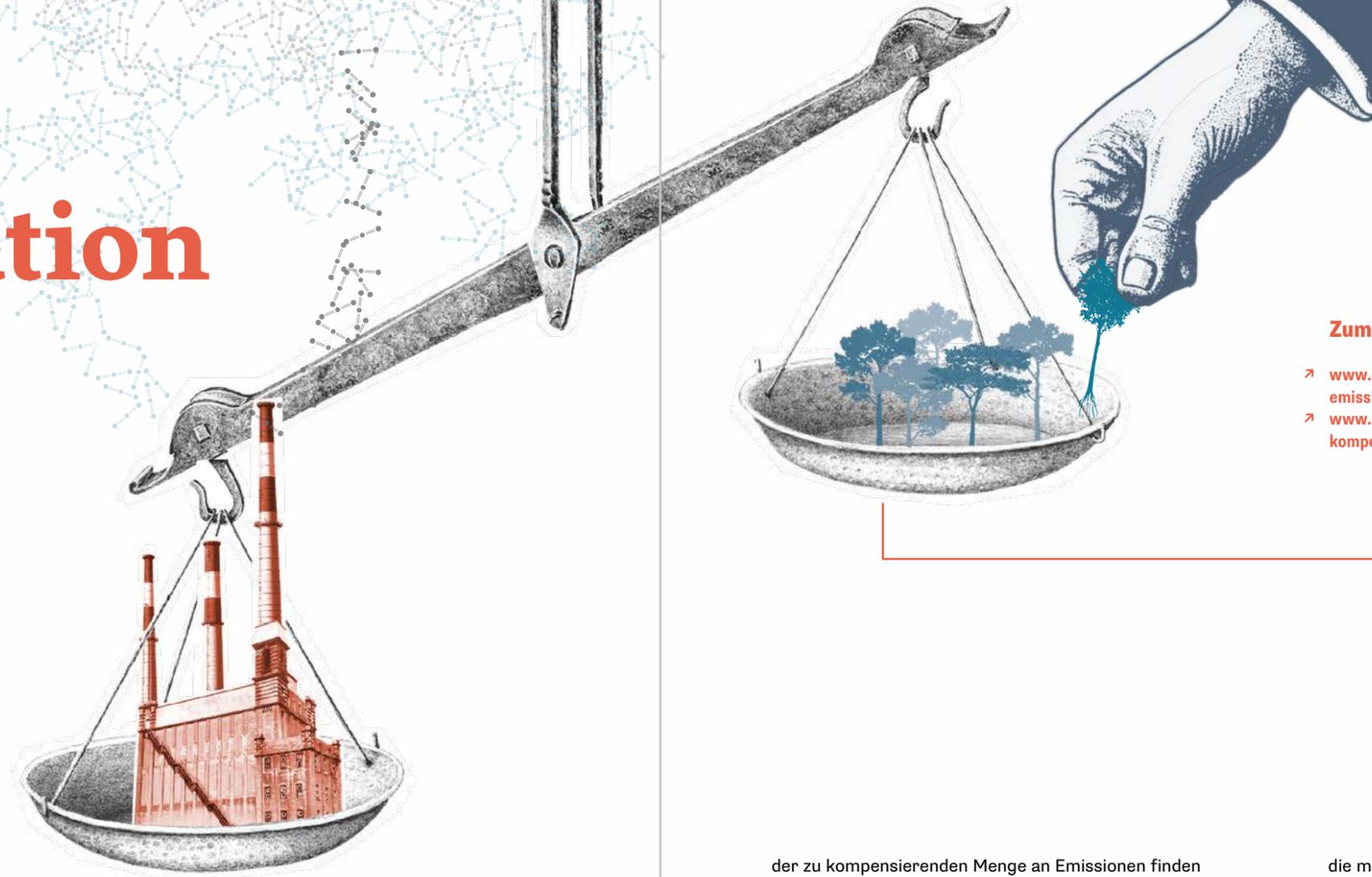
Nach dem Motto »Tue Gutes und rede darüber« ist es übrigens auf keinen Fall verboten, das eigene ökologische Handeln als Werbeargument zu nutzen. Schon 43% der Befragten in Deutschland geben eine erhöhte, hohe oder sehr hohe Nachhaltigkeitsorientierung im täglichen Leben an. Je jünger die Zielgruppe, desto mehr Gewicht hat dieses Argument – siehe *Fridays for Future & Co.* Wenn Sie sich dafür entscheiden, den Faktor Nachhaltigkeit im Marketing zu kommunizieren: Nehmen Sie das Anliegen ernst, in Inhalt und Gestaltung. Abgedroschene visuelle Metaphern (Bäume, Weltkugeln & Co) auf der Website oder in gedrucktem Werbematerial wirken billig und können die Botschaft im schlimmsten Fall sogar zunichte machen.

Als Konsument:in ...

... führt jedenfalls kein Weg daran vorbei, das eigene Einkaufsverhalten und die ökologischen Auswirkungen kritisch zu hinterfragen. Manchmal reicht ja vielleicht auch ein gebrauchtes Gerät oder es kommt eine Leihe oder Miete statt einer Neuanschaffung in Frage. Wenn man etwas kauft, wo man voraussichtlich eine größere Anzahl von Varianten oder Größen probieren muss, um das Richtige und Passende zu finden, sollte man der Umwelt zuliebe von einer Online-Bestellung absehen, um Retouren zu minimieren – auch und gerade deswegen, weil das Online-Shopping bei Mode besonders beliebt ist.

Klima- kompensation

Klimakompensation bedeutet, Emissionen, die an einer Stelle verursacht werden, durch Einsparungen anderswo wiedergutzumachen. Das führt zu einer Gratwanderung zwischen theoretischer Rechenübung und realem Nutzen.



Zum Ein- und Weiterlesen

- www.quarks.de/umwelt/klimawandel/das-bringt-es-co2-emissionen-zu-kompensieren/
- www.umweltbundesamt.de/themen/freiwillige-co2-kompensation



Marktüblicher Preis für die Kompensation einer Tonne CO₂



Kosten der Umweltschäden, die durch eine Tonne CO₂ verursacht werden

Wie funktioniert Klimakompensation?

Die Grundidee des Kompensierens ist, beruflich oder privat verursachte Emissionen durch Investitionen in regionale oder internationale Klimaschutzprojekte auszugleichen. Diese Projekte zielen immer darauf ab, die in die Atmosphäre freigesetzte Menge an Treibhausgasen zu reduzieren.

Dies kann entweder durch Maßnahmen zur Verringerung neuer Emissionen geschehen – etwa im Rahmen eines Entwicklungsprojekts, das durch Modernisierungen CO₂-Emissionen reduziert, oder durch die Erweiterung sogenannter Kohlenstoffsinken, die CO₂ aus der Luft auf natürliche Weise absorbieren und binden. Beispiele dafür sind die Renaturierung von Mooren oder die Aufforstung von Wäldern – also das Anpflanzen von Bäumen.

Die dadurch eingesparten CO₂-Äquivalente werden in Form von Klimaschutzzertifikaten auf dem freien Markt angeboten und können weltweit von Menschen oder Unternehmen in der entsprechenden Menge gekauft werden, um verursachte Emissionen auszugleichen.

Im Internet findet sich eine große Auswahl an Dienstleistern, die es auf einfachste Weise ermöglichen, mittels solcher Zertifikate in die beschriebenen Klimaschutzprojekte zu investieren. Zur Ermittlung

der zu kompensierenden Menge an Emissionen finden sich im Netz zahlreiche Online-Rechner. Die Preise dafür sind außerordentlich gering – eine Tonne CO₂ lässt sich schon um etwa 15 Euro ausgleichen. Zum Vergleich: Das deutsche Umweltbundesamt schätzt die Kosten für Umweltschäden, die eine Tonne CO₂ verursacht, auf 180 Euro ein.

Aber: Es ist kompliziert

Ein Allheilmittel ist das System freilich nicht. Umweltschutzorganisationen kritisieren, dass die Kompensation von Emissionen auf Basis von CO₂-Zertifikaten auf allzu theoretischen Annahmen beruht. Denn wer kann tatsächlich garantieren, dass die Bäume, die heute gepflanzt werden, in zwanzig oder fünfzig Jahren immer noch stehen und wachsen, um die versprochenen Mengen an CO₂ zu binden? Und generell ist der langfristige Erfolg von Klimaschutzprojekten in fernen Weltteilen kaum verlässlich zu kontrollieren. Weil ältere Bäume viel mehr CO₂ speichern können, wäre es außerdem um einiges effizienter, vorhandene Wälder zu schützen als neue Bäumchen zu pflanzen.

Dazu kommt, dass es freilich kein Zufall ist, dass die meisten Klimaschutzprojekte in Entwicklungsländern durchgeführt werden. Das liegt nicht daran, dass das Einsparungspotenzial dort so bedeutsam wäre – denn dieses ist zweifellos in den Ländern am größten, die aktuell

die meisten Emissionen verursachen, also etwa bei uns in Europa. Aber nirgendwo ist es so billig, den nötigen Grund und Boden zu reservieren und Menschen dafür zu bezahlen, Bäume zu pflanzen. Da soll es schon mal vorkommen, dass bestehender Wald gerodet wird, um Platz für Pflanzungen zu schaffen. Oder die westlichen Klimawälder dezimieren die Savanne mit dem Lebensraum für die dort lebenden Pflanzen, Tiere und Menschen.

Geprüft oder Wildwuchs?

Problematisch ist auch, dass es keine einheitlichen Labels für CO₂-Zertifikate und ihre zahlreichen »Zwischenhändler« gibt. Der Grat zwischen »freiem Markt« und Wildwuchs ist im World Wide Web stellenweise eher schmal. Jedenfalls ist wie immer bei Online-Angeboten Vorsicht geboten – nicht jedes im Internet auf einer hübschen Website vorgestellte Klimaschutzprojekt ist so seriös, wie es auf den ersten Blick aussieht.

Aus all diesen Gründen ist es wichtig, genau hinzuschauen. Empfehlenswerte Klimaschutzprojekte werden weltweit durch unabhängige Institutionen nach verschiedenen Standards geprüft und zertifiziert, um ihre nachhaltige Wirkung sicherzustellen und Missbrauch vorzubeugen. Wichtige Beispiele dafür sind *Gold Standard* (GS, entwickelt u. a. durch den WWF), *Verified Carbon Standard* (VCS), *Clean Development Mechanism* (CDM), *Climate Action Reserve* (CAR) oder *Fairtrade Klimastandard*.

40 %

Anteil der deutschen Großunternehmen ab 500 Mitarbeiter:innen, die CO₂-Kompensation nutzen

+100 %

Wachstumsrate der weltweiten Nachfrage nach freiwilliger CO₂-Kompensation im Jahr 2020 / 21

Die Kehrseite des reinen Gewissens

Und trotz allem bleibt die Frage: Ist es das richtige Signal, wenn man im Netz derart einfach mit wenigen Klicks und teilweise um einen Spottpreis ein reines Gewissen für die eigenen Klimasünden erkaufen kann? Denn dass das Neutralisieren der eigenen Emissionen am anderen Ende der Welt kein nachhaltiges Modell ist, das dauerhaft funktionieren kann, versteht sich von selbst.

Zwar ist es zweifellos positiv, dass der Weg zur Kompensation so einfach wie möglich ist und dass durch den Wettbewerb die Kosten dafür erstaunlich gering sind – und natürlich ist es allemal besser, als nichts zu tun. Jedoch stärkt es kaum das Problembewusstsein, wenn man den Städteflug vom letzten Wochenende mit schnellen 10 Euro, überwiesen an ein Projekt in Kenia, ungeschehen machen kann. Da könnte man ja glatt auf die Idee kommen, gleich den nächsten Kurztrip zu buchen.

Vermeidung an erster Stelle

Wer in Betracht zieht, CO₂-Emissionen durch Kompensation auszugleichen, sollte das wichtigste Prinzip auf dem Weg zu Klimaneutralität nicht vergessen: Erst vermeiden, dann vermindern und erst zuletzt kompensieren.

Zuerst ist genau zu prüfen, welche Potenziale es gibt, tatsächliche Emissionen zu verhindern oder möglichst zu reduzieren. Wer das nicht beherrscht und primär durch Kompensation versucht, sich das Etikett »klimaneutral« zu verpassen, läuft Gefahr, mit Greenwashing-Absichten in Verbindung gebracht zu werden. In Deutschland mahnt die Wettbewerbszentrale immer wieder Unternehmen ab, die Begriffe wie »100 % klimaneutral« in diesem Sinne irreführend einsetzen.

Selbst wenn man sich redlich bemüht, ökologisch zu agieren und möglichst nur die unvermeidlichen Emissionen durch Ausgleichszahlungen zu kompensieren, sollte man sich einer Sache bewusst sein: Es handelt sich um reine Schadensbegrenzung. Damit sind die verursachten Emissionen zwar schnell aus Sinn, aus der Welt sind sie deswegen aber nicht.

Kompensation für Websites

Der erste Schritt zu einer klimaneutralen Website ist deswegen die Vermeidung bzw. Reduktion der Emissionen – sprich, ein Grünes Webhosting auszuwählen, das nachweislich Ökostrom für den Betrieb seiner Webserver verwendet und die Prinzipien nachhaltigen Webdesigns zu beachten (→ Seite 28).

Im zweiten Schritt können unvermeidliche Emissionen, die aus dem laufenden Betrieb und dem verursachten Traffic resultieren, durch Kompensationsleistungen ausgeglichen werden. Die Höhe des damit verbundenen Energieverbrauchs zu berechnen, ist hochkomplex und erfordert nicht nur Know-how, sondern auch Erfahrungswerte und eine solide Datengrundlage. Dies ist einer der Gründe (ein anderer ist schlichtweg, dass das Problembewusstsein im digitalen Bereich sehr wenig ausgeprägt ist), warum es (noch) nicht allzu viele Anbieter gibt, die darauf spezialisiert sind, Kompensationen für digitale Services wie Websites anzubieten.

Je nach Setup und Parameter sollten dabei nicht nur die Emissionen der beteiligten Rechenzentren berücksichtigt werden, sondern auch die Datenübertragung sowie der Energieverbrauch, der mit dem Aufrufen der Webinhalte auf den Endgeräten der User:innen einhergeht. Sind die zur Kompensation nötigen Schritte eingeleitet, erhält man in der Regel ein Label, mit dem man auf der eigenen Website den klimafreundlichen Betrieb der Seite kommunizieren kann.

Linktipps

Bekannte Kompensationsanbieter

- www.climatepartner.com
- www.myclimate.org
- www.natureoffice.com
- www.klima-kollekte.at
- www.primaklima.org

Spezielle Kompensationsangebote für Websites

- www.climatepartner.com/de/klimaneutrale-website
- www.gemeinsam-ist-es-klimaschutz.de/website

Auch grüne Webhosts wie etwa der österreichische Anbieter Green WebSpace bieten mitunter neben umweltfreundlichem Hosting die Möglichkeit einer Kompensation an.

- www.greenwebpace.at

Nachhaltiges Webdesign In a Nutshell

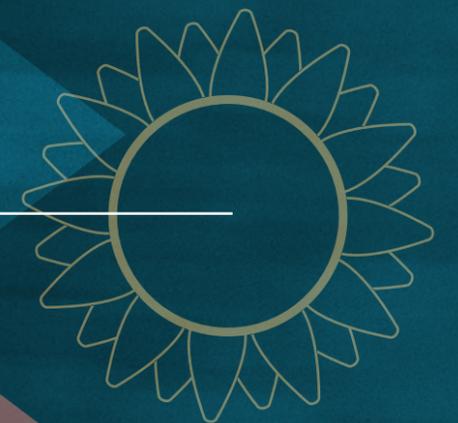
Um eine Website nachhaltig zu betreiben, gibt es viele kleine Faktoren zu beachten, von denen die meisten sehr einfach umzusetzen sind. Allen gemeinsam ist, den Energieverbrauch und die Menge transferierter Daten zu verringern. Die wichtigsten Schritte in diese Richtung sind aus unserer Sicht die folgenden vier Maßnahmen:

- Ein grünes Webhosting auswählen.
- Bilder sparsam verwenden und optimieren.
- Wenn irgendwie möglich, auf das Einbinden von Videos verzichten.
- Unvermeidliche Emissionen kompensieren.

Und was dabei immer wieder zu betonen ist: Je energieeffizienter eine Website gestaltet ist, desto besser ist auch ihre Performance, ihre Ladezeit und die Usability. Das ist ein Musterbeispiel für eine Win-Win-Situation.



Alltag



Nachhaltigkeit im Büro-Alltag

Nachhaltige Websites entstehen auch im Kopf und am Computer derjenigen, die sie konzipieren, gestalten und umsetzen. Eine kleine Auswahl von Ideen, wie Büros, Agenturen und Homeoffice-Nutzer:innen mit minimalem Aufwand den ökologischen Impact im Job reduzieren können.

Energie sparen

Die simpelste Maßnahme im Bereich Energie liegt auf der Hand: Der Umstieg auf 100% Ökostrom verbessert die Klimabilanz unmittelbar und ohne jeden Komfortverlust. Hausbesitzer:innen können prüfen, ob eine Photovoltaikanlage umsetzbar und sinnvoll ist – diese spielt ihre Vorteile bei gewerblich genutzten Immobilien besonders deutlich aus, da der größte Stromverbrauch tagsüber zu den Arbeitszeiten anfällt, wenn (zumindest potenziell) die Sonne scheint.

Unaufwendig ist auch der Umstieg auf LED-Beleuchtung. Die sparsamen Dioden können bis zu 88% des Stromverbrauchs für Beleuchtung reduzieren. Und auch wer bei der IT-Infrastruktur auf intelligentes Energiemanagement setzt – etwa Rechner und Monitore nicht standardmäßig durchlaufen lässt, sondern bei längeren Arbeitspausen abschaltet – kann beträchtliche Mengen Energie sparen. Speziell relevant ist das bei den großen Bildschirmen im Grafikbereich, die gehörige Stromfresser sind.

Jede:r weiß, dass Stoßlüften besser ist als ständig gekippte Fenster, Ventilatoren weniger Energie brauchen als Klimaanlage und gut gedämmte Gebäude mit neuen Fenstern geringere Heizkosten und Emissionen verursachen als ungedämmte, zugige. Und wer kann, sieht sich auch bei Heizung und Warmwasser nach erneuerbaren Alternativen zu Gas und Öl um.

Elektronikkonsum reduzieren

Zentraler Dreh- und Angelpunkt ist natürlich die IT. Die Herstellung dieser Geräte vom Mobiltelefon bis zum Server ist aufwendig und ressourcenintensiv und die Zusammenhänge und Auswirkungen sozial und klimatechnisch selbst für Fachleute kaum zu durchschauen. Die kürzeste Formel ist: Das nachhaltigste Gerät ist das, das gar nicht erst (neu) gekauft wird.

Heißt in der Praxis: Nicht jedes Jahr auf das aktuelle Handymodell upgraden (schon mal das Fairphone in Betracht gezogen?). Beim Neukauf auf Energieeffizienz, Langlebigkeit und Reparaturfähigkeit achten. Viele Laptops und Handys haben beispielsweise fest verbaute Akkus, die als erster Bauteil den Geist aufgeben und damit ein voll funktionsfähiges Gerät zum Fall für den Sondermüll machen – das lässt sich vermeiden. Wenn möglich, aufrüsten statt neu anschaffen. Und/oder gleich gebraucht kaufen: Nicht unbedingt für High-End-Grafikanforderungen, aber für normale Office-IT ideal sind Refurbished-Geräte, die umfassend geprüft und zertifiziert sind.



Grünes Geld

Für Fortgeschrittene: Im Idealfall arbeiten nicht nur wir Menschen, sondern auch unser Geld für eine klimagerechte Zukunft – zumindest nicht aktiv dagegen. Anbieter nachhaltiger Kontoverbindungen bzw. Geldanlagen knüpfen z. B. Kredite an ethische und ökologische Kriterien und verweigern die Unterstützung klimaschädigender oder ausbeuterischer Unternehmen. Das Angebot ist in Österreich noch überschaubar, wird aber in den nächsten Jahren sicher wachsen.

➔ www.gruenesgeld.at

donaugrafik.at/nachhaltigkeit



Passives Papiersparen

Betrifft zwar nicht den eigenen Papierverbrauch, lohnt sich aber: Unerwünschte Werbesendungen an den Absender retournieren, ungelesene Zeitschriften abbestellen, Mehrfachzusendungen an verschiedene Personen an derselben Adresse konsolidieren. Wer noch keinen hat, klebt den Sticker »Bitte keine unadressierte Werbung« an die Wohnungs- oder Bürotür und erspart sich im Handumdrehen die Entsorgung von bis zu 100 kg Altpapier im Jahr. Gratis hier:

➔ www.umweltberatung.at/werbung-einfach-abbestellen

Papierverbrauch durchleuchten

Das mit dem Einzug der IT propagierte »papierlose Büro« ist nicht Wirklichkeit geworden, manchmal braucht man einfach eine Hardcopy. Mutwilligen Papiermüll produziert natürlich ohnehin niemand, weil aber Holz und Papierfasern wichtige Rohstoffe sind, lohnt es sich, das Thema im Hinterkopf zu behalten. Ist dieser Ausdruck notwendig? Brauche ich alle Seiten?

Normales (Frischfaser-)Papier durch Recyclingpapier zu ersetzen macht einen enormen ökologischen Unterschied. Das geht ganz einfach und ja, Recycling-Druckerpapier gibt es auch in Weiß! Kaufen Sie ein Paket und probieren Sie es aus – oder lassen Sie sich zum Testen kostenlose Muster schicken (viele Produzenten und Großhändler machen das gerne). Für farbsensitive Ausdrücke kann bei Bedarf hochweißes Papier eingefüllt werden. Wer unüberwindliche Bedenken hat, besorgt FSC®-zertifiziertes Frischfaserpapier für den Drucker und jedenfalls Recyclingpapier für Toilettenpapier und Küchenrolle.

Auch klar: Jedes Blatt Papier hat zwei Seiten. Wer den Drucker nicht standardmäßig auf Duplexdruck (der zugegeben nicht immer praktisch ist) einstellen kann oder möchte, sammelt die nicht mehr benötigten Ausdrücke und benützt die Rückseiten für interne Druckjobs oder als Notizzettel (Vertrauliches ist davon natürlich ausgenommen). Papier, das seine Schuldigkeit getan hat, gehört natürlich in den Altpapiercontainer!

Klimafreundlich unterwegs

Hauptklimasünder in Österreich ist aktuell der Verkehr, und die Tipps für klimafreundliche Mobilität – beruflich oder privat – sind längst bekannt: Zu-Fuß-Gehen, Radfahren, Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln (im Zug lässt es sich – abseits der Stoßzeiten – im Gegensatz zum Auto wunderbar arbeiten), Fahrgemeinschaften, Umstieg auf E-Fahrzeuge, Vermeidung von Flugreisen.

Intelligent einkaufen

Ansatzpunkte bei der Verpflegung gibt es viele: Wer in einer Gegend mit ausgezeichnetem Trinkwasser lebt, braucht es nicht in Plastikflaschen heranzukarren. Kaffee-Kapselsysteme sind praktisch, freuen aber weder den Planeten noch die Geldbörse, sondern in erster Linie die Bilanzen der Herstellerfirma; glücklicherweise gibt es zahllose tadellos alltagstaugliche Alternativen von Mokkakanne und French Press bis hin zur guten alten Filtermaschine. Experimentieren macht Spaß! Wer im Büro oder Homeoffice Gelegenheit zum Selberkochen hat, bevorzugt regional, saisonal, Bio und fleischarm.

Zahlreiche klimafreundliche Alternativen gibt es für Verbrauchsmaterialien wie Putzmittel, Seifen, Handtücher u. v. m. Besonders vorteilhaft sind dabei verpackungssparende Baukasten- und Mehrwegsysteme. Ökologisch verträgliche Büromaterialien vom Bleistift bis zum Schreibtisch sind sowieso vielfältig verfügbar. Der Mehraufwand beschränkt sich auf eine kurze Recherche zum Wechsel der Marke und ggf. der Bezugsquelle. Bei der Auswahl helfen Labels wie Der Blaue Engel oder das Österreichische Umweltzeichen.

Nachhaltige Beschaffung

- ➔ **Produktliste für nachhaltiges Büromaterial des BMK:** www.bueroeinkauf.at
- ➔ **Checklisten, erarbeitet vom Land NÖ:** www.beschaffungsservice.at/mindestanforderungen
- ➔ **Produktlisten der Umweltberatung (u. a. Werbeartikel, Reinigungsmittel):** www.umweltberatung.at/produkte-und-adressen
- ➔ **Datenbanken der energieeffizientesten Geräte und Produkte für Haushalt und Unternehmen:** www.topprodukte.at bzw. www.spargeraete.de

Videokonferenzen

Die Corona-Pandemie hat die Abwicklung von Veranstaltungen und Tagungen, die Lehre ebenso wie die Kommunikation im privaten und noch mehr im beruflichen Bereich ins Internet verlagert. Videokonferenzen und Online-Meetings stehen auf der Tagesordnung.

Wie klimafreundlich sind Online-Meetings?

Was bedeutet das hinsichtlich Klimafreundlichkeit? Auf den ersten Blick viel Gutes: Jeder Kilometer mit dem Auto (oder gar mit dem Flugzeug), der am Weg zu einer Besprechung oder Tagung eingespart wird, bedeutet eine erfreuliche Reduktion an Treibhausgas-Emissionen. Je kürzer aber die Wege und je emissionsärmer das Verkehrsmittel, desto weniger eindeutig fällt das Urteil aus.

Das *Borderstep Institut* hat errechnet, dass das virtuelle Meeting erst ab fünf Kilometer Anfahrtsweg mit dem Auto als tendenziell klimafreundlicher zu bevorzugen ist. In der Praxis kommt es natürlich darauf an, wie viele Teilnehmer wie weit mit welchen Verkehrsmitteln anreisen und wie lange das (Online-)Meeting dauert. Innerstädtische Mobilität mit Rad oder Öffis ist da natürlich unschlagbar. Bei längeren Zugfahrten kippt das Ganze schon wieder zugunsten der Online-Konferenz.

Festzuhalten ist wie so oft: Es gibt keine eindeutige Pauschalantwort. Das zeigen etwa auch Studien, die die Auswirkungen der Pandemie auf die Emissionen von Hochschulen untersuchen: Auch dort ist die Fernlehre keineswegs automatisch die emissionsärmere Variante. Erst mit der »richtigen« Mischung aus Präsenzlehre und Distance Learning fährt man insgesamt am klimafreundlichsten.

Was man tun kann

Für Online-Meetings gelten ähnliche Faktoren wie fürs Streaming (→ Seite 16). Kabelverbindungen sind gegenüber Mobilfunknetzen zu bevorzugen, am energieeffizientesten wäre eine Glasfaserverbindung. Wer in einer Online-Konferenz das Video abschaltet, kann eine Menge an übertragenen Daten einsparen, nämlich bis zu 95%! Bei beispielsweise 15 einstündigen Meetings pro Woche kommt man auf einen monatlichen CO₂-Ausstoß von 9,4 kg. Mit ausgeschaltetem Video sinkt dieser Wert auf 377 g. Wenn ein Ausschalten nicht möglich ist, lässt sich vielleicht zumindest die Videoqualität reduzieren.



95 %

Einsparung an CO₂ durch Abschalten der Kamera bei Videokonferenzen dank reduziertem Datentransfer

Klimaneutrale Webdienste

- Der bekannte niederländische Datentransfer-Dienst **WeTransfer** ist seit 2021 klimaneutral (nutzt aber Server in den USA, daher Vorsicht in Sachen Datenschutz): www.wetransfer.com
- Kennen Sie die ökologische Suchmaschinen-Alternative aus Berlin? **Ecosia** läuft mit 100 % Ökostrom und steckt die Werbeeinnahmen nicht ein, sondern pflanzt für die Suchanfragen der Nutzer:innen Bäume – seit Gründung im Jahr 2009 sind es schon über 150 Millionen. www.ecosia.org
- Wer hätte das gedacht: Auch klima- und privatsphärefreundliche Alternativen zu den großen Gratis-E-Mail-Diensten gibt es einige, sogar kostenlos und werbefrei. utopia.de/ratgeber/e-mail-adresse-alternative/

Online-Meeting oder persönliches Treffen?

Welches Treffen ist klimafreundlicher – online oder physisch? Wir haben es für unseren Standort Gramatneusiedl bei Wien durchgerechnet.

Die Bahnfahrt einer Person zum Termin nach Wien verursacht laut Routenplaner AnachB hin und retour Emissionen von 0,32 kg CO₂. Nehmen wir an, dass die anderen Teilnehmenden den Treffpunkt mit öffentlichen Verkehrsmitteln innerhalb Wiens erreichen, kommt es bei einer Hin- und Retourfahrt von jeweils einer halben Stunde zu Emissionen von durchschnittlich 0,17 kg CO₂ pro Person. Macht bei einem Treffen zu zweit 0,49 kg, zu viert 0,83 kg. Im Vergleich die Videokonferenz: Eine Stunde mit zwei Teilnehmenden (angeschlossenen Geräten) verursacht laut energiekonsens.de einen Ausstoß von 0,37 kg CO₂, bei zwei Stunden mit 4 Teilnehmenden sind es schon 1,46 kg CO₂.

Würden dagegen alle mit dem Auto fahren, fielen alleine 12,62 kg für die Strecke Gramatneusiedl-Wien und retour an und rund 3,4 kg für die innerstädtischen Routen. Macht bei vier Personen 22,8 kg! Dafür könnte das Videomeeting schon geschlagene 31 Stunden dauern. Auch wenn das vermutlich niemand will.

Klarerweise sind das nur grobe Richtwerte, die von zahllosen Faktoren abhängen, aber die Tendenz ist wenig überraschend: Im Vergleich mit dem Auto ist die Videokonferenz unschlagbar. Bei Öffis gilt: Je mehr Teilnehmer, je weiter die Anfahrt und je kürzer der Termin, desto eher lohnt sich die Besprechung per Video.

CO₂-Rechner für Videokonferenzen

- energiekonsens.de/unternehmen/emissionsrechner



Zurück in die Zukunft?

Die Digitalisierung hat bedeutende ökologische Auswirkungen. Für die Kommunikation mancher Inhalte ist das gute alte Papier eine echte Alternative.

Ist digital immer ökologischer?

Die Papierindustrie ist für erhebliche Emissionen verantwortlich, Druckmaschinen sind Stromfresser, und auch der Transport von physischen Exemplaren verursacht CO₂. Deshalb scheint die Sache klar. »E-Mail-Newsletter zu verschicken, die die Empfänger:innen ungelesen löschen, ist besser für die Umwelt als gedruckte Flyer zu verschicken, die sie wegwerfen.« – Das ist ein naheliegender Gedankengang und per se natürlich nicht falsch.

Doch anders als bei den Anbietern der digitalen Infrastruktur, wo der Umweltgedanke zumeist noch in den Kinderschuhen steckt, ist dieser in der Papierindustrie schon lange Thema. So bezieht die europäische Papierindustrie ihre Energie immerhin zu 60 % aus erneuerbaren Quellen. Holz ist eine nachwachsende Ressource und das seit Jahrzehnten eingespielte Papierrecycling mit Sammelquoten von bis zu 80 % ein Musterbeispiel für Kreislaufwirtschaft, von dem die digitale Welt noch Lichtjahre entfernt ist.

Und nicht nur die Herstellung von gedruckten Flyern, auch der Versand von Newslettern verursacht bekanntlich Energieverbrauch und Emissionen. Gut gestaltete und nachhaltig produzierte Printfolder, die an 1000 ausgewählte Empfänger:innen verschickt werden und 5 % Responsequote generieren, könnten – gemessen an ihrer Zweckmäßigkeit – durchaus nachhaltiger sein als 10.000 wahllos ausgesandte E-Mail-Newsletter, die 0,5 % generieren. Weil ja die digitale Übermittlung »nichts kostet«, wird sowieso immer mehr verschickt – der Rebound-Effekt lässt grüßen (→ Seite 11).

Belege wie Rechnungen oder Kontoauszüge, die »aus Klimaschutzgründen« (die Kosten spielen dabei aber wohl oft die wesentlichere Rolle) nicht mehr als Massensendung auf Papier, sondern digital verschickt und dann von den Empfänger:innen vielfach erst recht ausgedruckt werden, verlagern die Emissionen bloß. Hier seriöse Rechnungen anzustellen ist praktisch unmöglich.



Lange Sachtexte: Bitte auf Papier

Die Wissenschaft ist sich einig: Das Leseverständnis längerer Sachtexte ist auf Papier wesentlich besser als beim Lesen am Bildschirm. Sie werden konzentrierter gelesen, besser verstanden und besser behalten. Das hat eine gigantische Metaanalyse von 54 Studien mit über 170.000 Teilnehmenden ergeben.

Die Gründe dafür vermuten die Forschenden in der Materialität und Haptik des Papiers und unserer physischen Interaktion damit. Der Effekt hat sich in den vergangenen Jahren sogar noch verstärkt, unsere zunehmende Gewöhnung an digitale Medien hat diesbezüglich also keine Auswirkungen. Digitales Lesen funktioniert dann am besten, wenn die Gestaltung sorgfältig auf die Bedürfnisse der Zielgruppe zugeschnitten ist.

➔ ereadcost.eu

Printprodukt oder digitales Produkt?

Natürlich erfüllen Websites und Printprodukte oft ganz unterschiedliche Zwecke. Ein Abwägen bietet sich aber für Aussendungen, Bücher oder Publikationen wie Zeitungen und Geschäftsberichte an.

Ein wesentliches Kriterium liegt darin, dass bei einem Printprodukt der Material- und Energieeinsatz im Herstellungsprozess anfällt – d. h. nur einmal über die gesamte Lebensdauer des Produktes, egal wie lange und oft es benutzt wird. Digitale Publikationen hingegen generieren bei jeder Benutzung und über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg Energieverbrauch.

Folgerichtig verschiebt sich mit steigender Lebensdauer und Häufigkeit der Nutzung die Nachhaltigkeitsbilanz einer einzelnen Publikation immer mehr in Richtung Print. Am Beispiel Zeitung schätzt etwa Greenpeace das physische Exemplar ab einer Nutzungsdauer von einer halben Stunde bzw. ab einer Anzahl von drei oder mehr Leser:innen als ökologischer ein als die digitale Ausgabe.

Etwas anders als bei Web-Produkten liegen die Dinge beim E-Book – jedenfalls aus Sicht der Leser:innen. Hier sorgt in erster Linie der hohe Ressourcenaufwand bei der Herstellung des Lesegeräts für Umweltauswirkungen. Der Download der (meist kleinen) E-Book-Datei und der Betrieb des sparsamen Readers fallen dagegen kaum ins Gewicht. Je mehr gelesen wird, desto schneller rentiert sich das Lesegerät: Habe ich also ohnehin schon einen E-Reader daheim, ist jedes Buch, das ich als E-Book und nicht als Printbuch beziehe, ein Gewinn für meine persönliche Ökobilanz. Für Vielleser:innen ist ein E-Reader also aus ökologischer Sicht durchaus eine Überlegung wert.



Kleine Entscheidungshilfe

Wie so oft gibt es auch bei der Entscheidung, ob das Print- oder das digitale Produkt ökologischer ist, keine Patentlösung, sondern die Frage ist bei jedem Projekt neu zu stellen: Wie kann ich das Ziel bestmöglich erreichen bei geringstmöglichem Ressourceneinsatz?

Im Folgenden einige Faktoren, die bei der Entscheidung helfen können, wenn beide Publikationswege grundsätzlich in Frage kommen.

Für eine digitale Umsetzung spricht, wenn

- die Inhalte tagesaktuell bzw. zeitkritisch sind,
- regelmäßig aktualisiert werden müssen,
- durchsuchbar sein sollen
- oder die Interaktion mit den Kund:innen gezielt messbar sein muss.

Printproduktionen hingegen punkten

- bei langfristig gültigen Inhalten, die von mehr als einer Person oder öfters betrachtet werden;
- bei Produkten, die Haltbarkeit, Qualität, Glaubwürdigkeit, Tradition und Wertbeständigkeit kommunizieren sollen;
- bei Produkten, die im Vergleich zu den allgegenwärtigen digitalen Medien als »etwas Besonderes« wahrgenommen werden sollen;
- bei Produkten, die multisensorisch Werte und Emotionen transportieren sollen – sei es Hochwertigkeit, Engagement und Liebe zum Detail, wie etwa bei Kunstkatalogen, Geschäftsberichten oder Hochzeitsdrucksorten, oder Schnellebigkeit und Preis-effizienz wie beim Flugblatt des Discounters; und bei Inhalten, die besonders aufmerksam gelesen werden oder länger im Gedächtnis bleiben sollen, insbesondere bei langen Sachtexten.



Klima



Eisdecke der arktischen Beaufort-See Mitte April 2015 (groß) und zur selben Zeit im Hitze-Rekordjahr 2016 (klein)

Klimawandel und Klimaschutz

Klimawandel – weiß doch jede:r. Oder? Weil die Zusammenhänge oft längst nicht so klar sind, wie man denkt, hier ein kurzer (und stark vereinfachter) Überblick.

Die Atmosphäre

Die Sonne sendet kurzwellige UV-Strahlen auf die Erde. Diese werden von der Erdoberfläche als langwellige Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) reflektiert. Würde diese reflektierte Strahlung ungehindert wieder ins Weltall verschwinden, wäre es auf der Erde ziemlich kalt – bei einer Durchschnittstemperatur von eisigen -18°C sähe unser Planet ganz anders aus. Dass dem nicht so ist, verdanken wir der Atmosphäre.

Atmosphäre ist die Bezeichnung für die Gasschicht rund um unseren Planeten. Sie besteht zu 78 % aus Stickstoff, zu 21 % aus Sauerstoff und zu 0,9 % aus dem Edelgas Argon. Der winzige verbleibende Teil von 0,1 % setzt sich aus den sogenannten Treibhausgasen zusammen: Wasserdampf, CO_2 , Methan und andere. Diese haben die Eigenschaft, Wärmestrahlung zu absorbieren. Vereinfacht gesagt bedeutet das, dass die Wärme nicht mehr ungehindert ins Weltall zurückstrahlen kann, sondern in der Atmosphäre zurückgehalten und verteilt wird. So sorgt der minimale Anteil von Treibhausgasen für eine gehörige Erwärmung von ca. 33°C , was eine weltweite Durchschnittstemperatur von angenehmen 15°C bewirkt. Diesen Effekt nennt man den natürlichen Treibhauseffekt. Den größten Beitrag dazu leistet Wasserdampf, der durch die ständige Verdunstung aus den Ozeanen entsteht. CO_2 hat einen Atmosphären-Anteil von gerade 0,041 %, trägt aber satte 7°C zu den 33°C Erwärmung bei. Kleine Ursache, große Wirkung also.

Ändert sich die Menge an Treibhausgasen in der Atmosphäre, ändert sich folgerichtig auch der Erwärmungseffekt. Hier kommt der Mensch ins Spiel.

Treibhausgas CO_2

Zunächst ein kurzer Exkurs in den Biologieunterricht: Jedes auf der Erde lebende Wesen besteht in seinen Grundbausteinen unter anderem aus Kohlenstoffverbindungen. Pflanzen holen sich diesen Kohlenstoff (C) aus der Atmosphäre, nämlich aus dem CO_2 in der Luft. Mithilfe von Sonnenlicht und Wasser bauen sie daraus die Moleküle auf, aus denen z. B. ihre Stämme und Blätter bestehen, und geben Sauerstoff (O_2) in die Atmosphäre ab. Menschen und andere Tiere beziehen Kohlenstoff für ihre Körperzellen aus dem Material der Pflanzen und Tiere, die sie als Nahrung zu sich nehmen. Außerdem zerlegen sie große Kohlenwasserstoff-Moleküle in kleinere Bestandteile, um die darin gespeicherte Energie zu gewinnen. Dabei verbrauchen sie eingeatmeten Sauerstoff und es entsteht CO_2 , das über die Atmung abgegeben wird.

Egal ob Pflanze oder Tier: Stirbt das Lebewesen, verwest bzw. verrottet es normalerweise – so gelangen seine molekularen Grundbausteine wieder zurück in den Kreislauf der Natur und werden zum Beispiel in neue Bäume eingebaut. Unter Sauerstoffausschluss (zum Beispiel unter Wasser) und bei Hinzukommen bestimmter Zusatzfaktoren wie Hitze und Druck entsteht aus dem abgestorbenen organischen Material Kohle, Erdöl oder Erdgas. Das sind allesamt Kohlenstoffverbindungen, die ausgesprochen gut brennen. Weil es sich um die Überreste uralter Pflanzen und Tiere handelt, nennt man sie auch *fossile* Brennstoffe. Verbrennen wir diese, wie wir es seit der industriellen Revolution in großem Stil tun, reagiert der in ihnen gespeicherte Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Luft und daraus entsteht, genau: CO_2 .



-18°C

Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche ohne Beitrag des natürlichen Treibhauseffekts



0,041%

Volumensanteil von Kohlenstoffdioxid (CO_2) in der Atmosphäre



12.000

Dauer in Jahre, bis die aufgrund erhöhter CO_2 -Konzentration gestiegene Erdtemperatur durch natürliche Prozesse wieder um 1°C absinkt

Andere Treibhausgase und CO_2 -Äquivalente

CO_2 ist für ca. 60 % des anthropogenen Treibhauseffekts verantwortlich. Zusätzlich gibt es auch andere Treibhausgase: Methan mit einem Anteil von 20 % ist zwar 20–35 Mal so klimaschädlich wie CO_2 , es besitzt aber nur eine kurze Lebensdauer von einem Jahrzehnt, weswegen es den Wissenschaftler:innen vergleichsweise weniger Sorgen bereitet. Und Lachgas (N_2O) ist sogar 300 Mal schädlicher, spielt aber mengenmäßig nur eine geringe Rolle. (Von Menschen erzeugter Wasserdampf verflüchtigt sich innerhalb weniger Tage und macht deswegen keinen wesentlichen Unterschied.)

Um eine bessere Vergleichsbasis zu haben, ist es üblich, diese verschiedenen Gase in CO_2 -Äquivalente (CO_2e oder CO_2eq , auch: Treibhausgaspotenzial) umzurechnen. Abseits wissenschaftlicher Publikationen wird das $e(q)$ aber oft weggelassen. Ist in dieser Broschüre von bestimmten Mengen CO_2 die Rede, sind in der Regel CO_2 -Äquivalente gemeint.

Also eigentlich alles ganz und gar natürlich, und eigentlich auch gar kein Problem, denn eigentlich brauchen ja die Pflanzen dieses CO_2 zum Überleben. Die Wälder müssten das CO_2 ja verstoffwechseln. Oder?

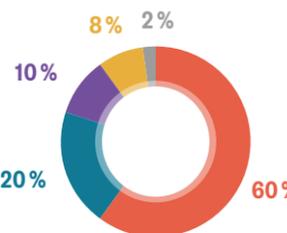
Leider stimmt das nicht ganz. Das Problem ist die Geschwindigkeit. Innerhalb eines Jahres schießen wir inzwischen nämlich so viel CO_2 in die Luft, wie die Natur in einer Million Jahren (!) in den Boden verlagert hat. Diese Mengen können nicht so schnell auf natürlichem Weg gebunden werden, was bedeutet, dass sich das überschüssige CO_2 in der Atmosphäre anreichert. Es dauert mehrere hundert Jahre, bis durch physikalische und biogeochemische Prozesse wenigstens die Hälfte wieder abgebaut ist.

Der anthropogene Treibhauseffekt

Derzeit schafft es die Natur, rund die Hälfte des vom Menschen ausgestoßenen CO_2 zu binden: 29 % davon in den Landregionen, 23 % in den Weltmeeren. (Die Ozeane nehmen CO_2 an der Oberfläche auf und transportieren es in die Tiefe. Auch marine Lebewesen verstoffwechseln CO_2 ; wenn sie sterben, sinkt es mit ihnen zum Meeresgrund.) Die andere Hälfte verbleibt in der Atmosphäre, und jedes zusätzliche Molekül CO_2 absorbiert munter Sonnenwärme.

Dazu kommt: Genau jene Bäume und Wälder, die das CO_2 aus der Atmosphäre aufnehmen (diese natürlichen Mechanismen nennt man auch Kohlenstoffsenken), dezimieren wir weltweit Tag für Tag. Indem wir Wälder roden, um Platz für landwirtschaftliche Nutzung zu schaffen, fällen wir jene Bäume, die unseren CO_2 -Ausstoß verstoffwechseln könnten.

Darüberhinaus gibt es bei all diesen Vorgängen noch zahllose Verstärkungs- und Rückkopplungseffekte. Zum Beispiel: Je wärmer die Ozeane, desto weniger CO_2 können sie aufnehmen. Je mehr CO_2 in den Ozeanen gelöst ist, desto saurer wird das Milieu, was wiederum CO_2 -verstoffwechselnden Meeresbewohnern wie Muscheln, Korallen oder Schnecken nicht behagt, deren Populationen in Folge abnehmen. Je wärmer es wird, desto kleiner werden die Eiskappen der Pole und desto weniger Wärmestrahlung wird von der hellen Eis-Oberfläche wieder ins All zurückreflektiert. Je mehr eisiger Permafrostboden auftaut, desto mehr von dem darin gespeicherten Treibhausgas (in dem Fall handelt es sich um Methan) wird freigesetzt, was wieder zur Erwärmung beiträgt – und so weiter und so fort. Das komplexe Zusammenspiel von Faktoren wie diesen beeinflusst das Gleichgewicht in der Atmosphäre. So wird der natürliche Treibhauseffekt um den anthropogenen Treibhauseffekt verstärkt.



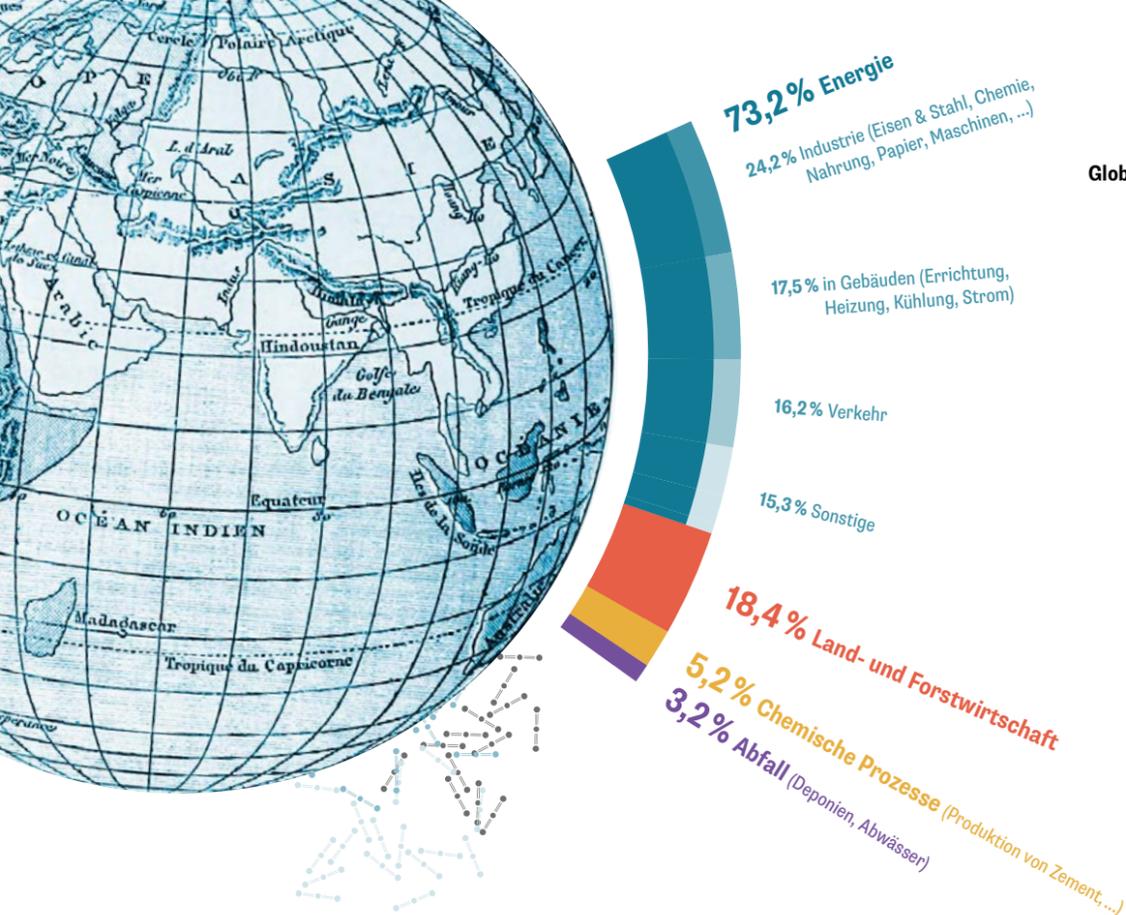
Anteil am anthropogenen Treibhauseffekt



Jährlicher Ausstoß (Mrd Tonnen CO_2)



Zuwachs des atmosphärischen Volumensanteils seit dem vorindustriellen Zeitalter



Wer ist dafür verantwortlich?

Die im historischen Vergleich rasante Klimaerwärmung der jüngsten Jahrzehnte ist größtenteils verursacht durch das Verbrennen fossiler Brennstoffe für die Gewinnung von Energie – um Industrie und Haushalte mit Strom zu versorgen, Gebäude zu heizen und zu beleuchten, Autos und Flugzeuge zu betreiben. Hinzu kommen noch Treibhausgase, die auf direktem Weg produziert werden, insbesondere durch Dünger und Nutztiere in der Landwirtschaft und chemische Prozesse, u. a. bei der Zementherstellung. Veränderte Landnutzung (Ackerland statt Wälder) lässt Kohlenstoffspeicher schwinden und tut so ein Übriges dazu.

Der in absoluten Zahlen größte Emittent von Treibhausgasen ist China. Mit über 10,6 Megatonnen im Jahr 2020 verursachte es mehr als doppelt so viele Emissionen wie die zweitplatzierten USA und viermal so viel wie der Drittplatzierte, Indien. Deutschland liegt auf Rang 7, Österreich auf 51.

Rechnet man die gesamten in einem Land produzierten Emissionen auf die Bevölkerung um, sieht es anders aus. Bei den Pro-Kopf-Werten werden die ersten Plätze von den kleinen Ölstaaten dominiert (Katar ist rechnerisch die Nummer 1 mit 34 Tonnen CO₂ pro Person und Jahr). Auf den Plätzen 11, 13 und 14 folgen die großen Industrienationen Australien, USA und Kanada (mit 15 bzw. 14 Tonnen CO₂ pro Kopf und Jahr). China liegt mit »nur« 7,4 Tonnen pro Kopf zwischen Deutschland (7,7 Tonnen, Platz 37) und Österreich (6,7 Tonnen, Platz 49) auf Rang 40.

Der CO₂-Fußabdruck

Wichtig dabei ist: Diese Werte geben die sogenannte territoriale CO₂-Bilanz an, das heißt wie viele Treibhausgase im Laufe eines Jahres innerhalb der Grenzen eines Landes emittiert werden. Wer sie warum verursacht, ist dabei unerheblich. Deshalb werden etwa die Emissionen der Kreuzfahrtschiffe und Luxusyachten, die in den karibischen Häfen liegen, den jeweiligen Inseln zugeschlagen – so schaffen es Trinidad & Tobago und Curaçao mit rechnerischen Emissionen von 25 bzw. 20 Tonnen CO₂ pro Kopf und Jahr auf Rang 4 und 8 der größten Emittenten, was natürlich nicht heißt, dass die Bewohner:innen dieser Inseln die ärgsten Umweltsünder:innen wären.

Aussagekräftiger ist ein anderer Wert: die konsumbasierte CO₂-Bilanz, auch Klimabilanz oder CO₂-Fußabdruck (*carbon footprint*) genannt. Dabei wird angegeben, welche Menge an CO₂-Emissionen einem Menschen durch seinen tatsächlichen oder statistisch errechneten Konsum zugerechnet werden kann (egal wo die konsumierten Produkte hergestellt wurden). Es gibt viele Online-Tools, mit denen man auf Basis von Angaben zu Energieverbrauch, Transport, Konsum und Ernährung diesen persönlichen Fußabdruck errechnen und mit Durchschnittswerten vergleichen kann.

2021 lag die persönliche Klimabilanz der / des durchschnittlichen Deutschen bei jährlich 11,2 Tonnen CO₂, die durch ihren / seinen Konsum (Wohnen, Ernährung, Transport, Bekleidung, Freizeitaktivitäten etc.) anfallen. Die Hauptanteile daran entfallen mit 2,04 bzw. 1,69 Tonnen auf Wohnen und Ernährung.

CO₂-Fußabdruck-Rechner

- www.mein-fussabdruck.at
- uba.co2-rechner.de

Wenn Berechnungen stimmen, dass etwa 850 kg CO₂ durch Digitalkonsum verursacht werden (→ Seite 12), entspräche das einem Anteil von 7,5 % am Gesamtfußabdruck.

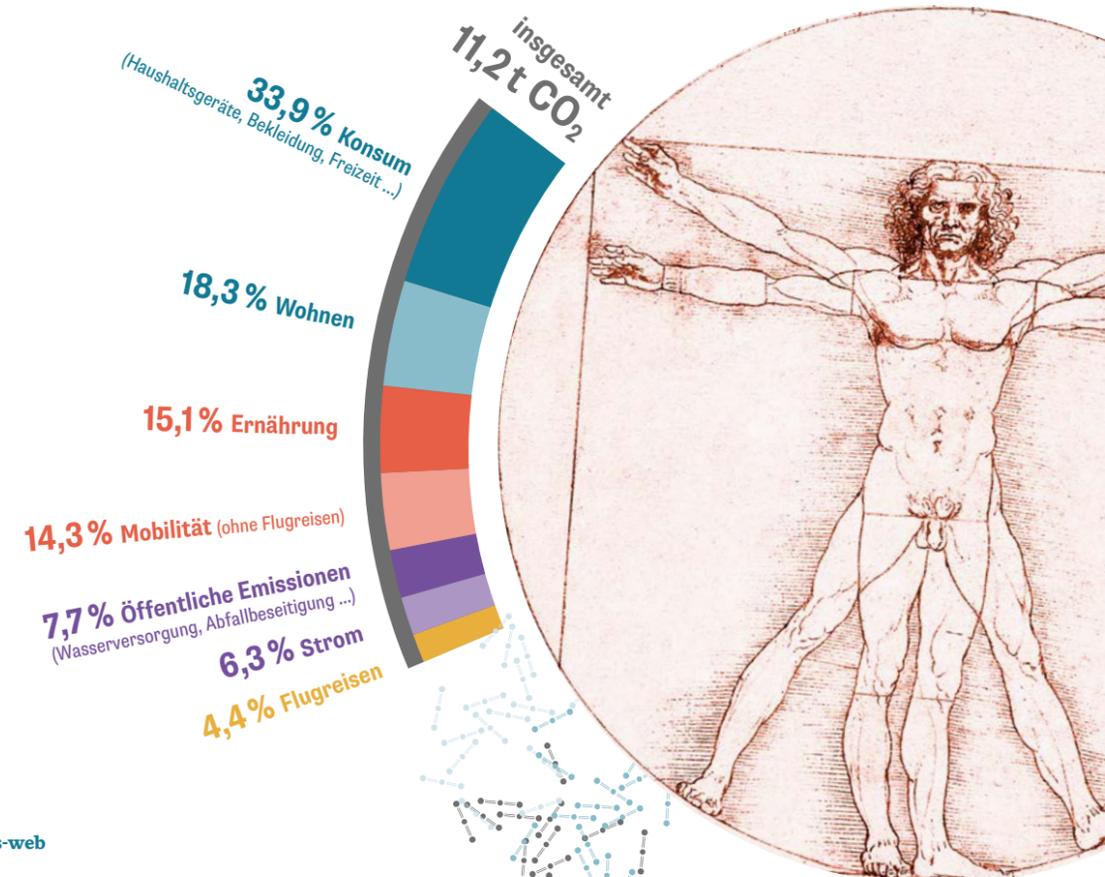
Wozu führt das?

Seit der vorindustriellen Zeit ist es schon heute durchschnittlich um 1,1°C wärmer geworden. Wie es weitergehen könnte, zeigt der aktuelle Bericht des Weltklimarats auf 3.675 Seiten. 270 Wissenschaftler:innen aus 67 Ländern stellten fest, dass sich die Welt sogar noch schneller erwärmt als gedacht. Schon im Jahr 2030, zehn Jahre früher als bisher angenommen, könnte ein globaler Temperaturanstieg von 1,5°C erreicht sein, womit der Weg zu einer Erwärmung von 2,7°C bis zum Ende des Jahrhunderts ziemlich fix vorgezeichnet ist. Wenn wir unverändert weitermachen wie bisher, ist bis zum Ende des Jahrhunderts sogar eine noch stärkere Erwärmung von 4°C möglich. Das klingt erst mal nicht so viel. Aber für die Bedingungen auf unserem Planeten macht eine vermeintlich kleine globale Temperaturänderung einen enormen Unterschied.

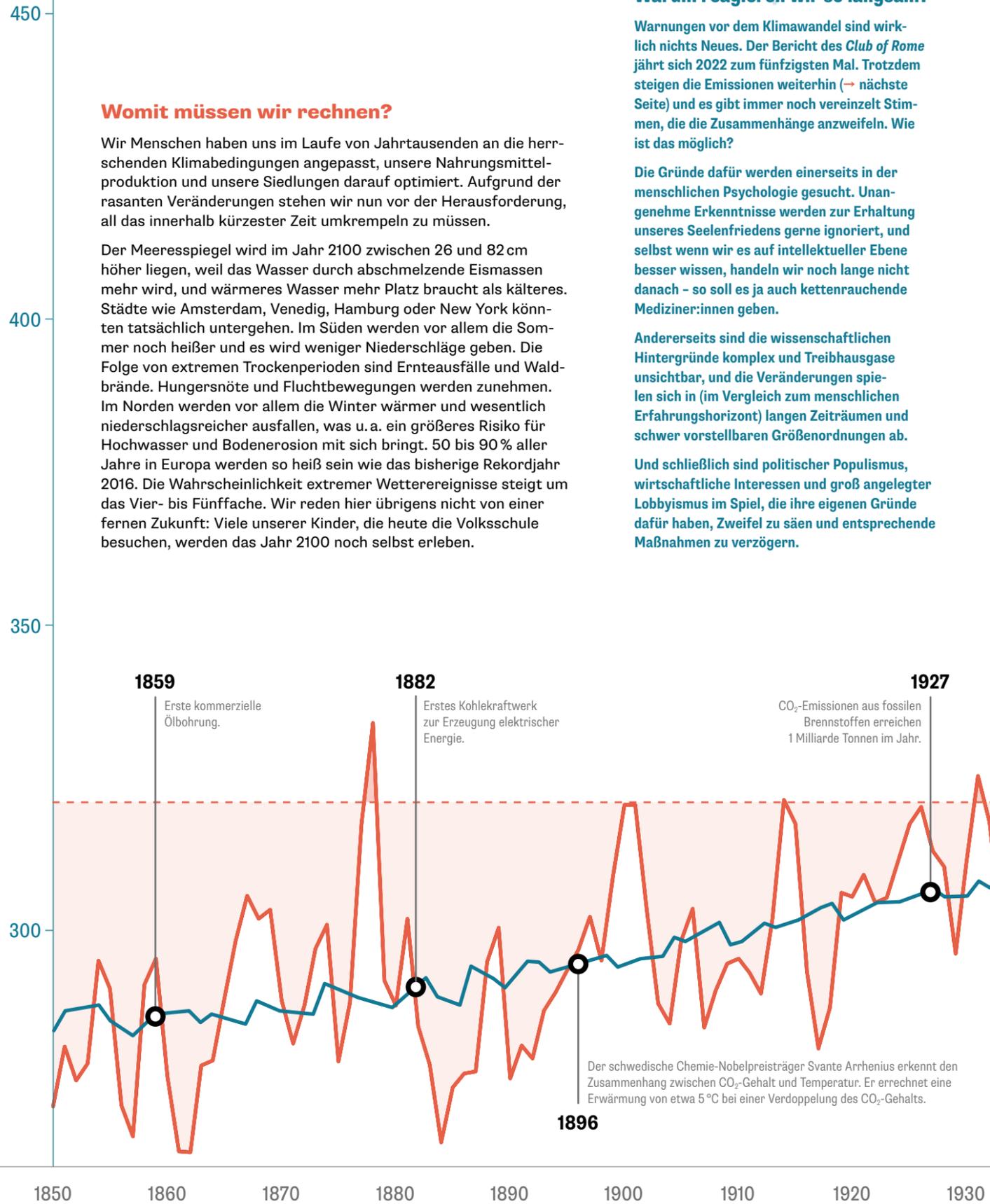
Zum Vergleich: Was meinen Sie, um wie viel kälter die Durchschnittstemperatur in der letzten Eiszeit war, als dickfellige Mammuts lebten, Norddeutschland unter einer 500 Meter dicken Eisschicht begraben war und der Meeresspiegel 120 Meter tiefer lag, weil ein Drittel des heute flüssigen Wassers zu Eis erstarrt war? Nun, bei

solch heftigen Auswirkungen müssen das schon 10 oder 20°C gewesen sein, oder? Nein, weit gefehlt: Die globale Durchschnittstemperatur lag gerade mal um 4°C tiefer. Der Unterschied zwischen jetzt und dem Weiter-Wie-Bisher-Szenario ist so groß wie der Unterschied zwischen jetzt und der Eiszeit. Bloß in die andere Richtung.

Um es ganz nüchtern zu sagen: Der Erde ist all das herzlich egal, die hat schon turbulenteren Zeiten erlebt. Und den Ökosystemen auch. Nicht so gut angepasste Pflanzen- und Tierarten werden aussterben, andere die Lücken füllen. Das verhindern zu wollen, ist ein legitimes Ziel. Aber wir sollten uns bewusst machen, dass es beim Klimaschutz nicht in erster Linie darum geht, den Eisbären zu retten. Bei aller Sympathie für den Eisbären – ein Problem mit dem veränderten Lebensraum bekommt auch und insbesondere der Mensch.



CO₂-Konzentration in der Atmosphäre (in ppm)



Womit müssen wir rechnen?

Wir Menschen haben uns im Laufe von Jahrtausenden an die herrschenden Klimabedingungen angepasst, unsere Nahrungsmittelproduktion und unsere Siedlungen darauf optimiert. Aufgrund der rasanten Veränderungen stehen wir nun vor der Herausforderung, all das innerhalb kürzester Zeit umkrempeln zu müssen.

Der Meeresspiegel wird im Jahr 2100 zwischen 26 und 82 cm höher liegen, weil das Wasser durch abschmelzende Eismassen mehr wird, und wärmeres Wasser mehr Platz braucht als kälteres. Städte wie Amsterdam, Venedig, Hamburg oder New York könnten tatsächlich untergehen. Im Süden werden vor allem die Sommer noch heißer und es wird weniger Niederschläge geben. Die Folge von extremen Trockenperioden sind Ernteausfälle und Waldbrände. Hungersnöte und Fluchtbewegungen werden zunehmen. Im Norden werden vor allem die Winter wärmer und wesentlich niederschlagsreicher ausfallen, was u. a. ein größeres Risiko für Hochwasser und Bodenerosion mit sich bringt. 50 bis 90 % aller Jahre in Europa werden so heiß sein wie das bisherige Rekordjahr 2016. Die Wahrscheinlichkeit extremer Wetterereignisse steigt um das Vier- bis Fünffache. Wir reden hier übrigens nicht von einer fernen Zukunft: Viele unserer Kinder, die heute die Volksschule besuchen, werden das Jahr 2100 noch selbst erleben.



Warum reagieren wir so langsam?

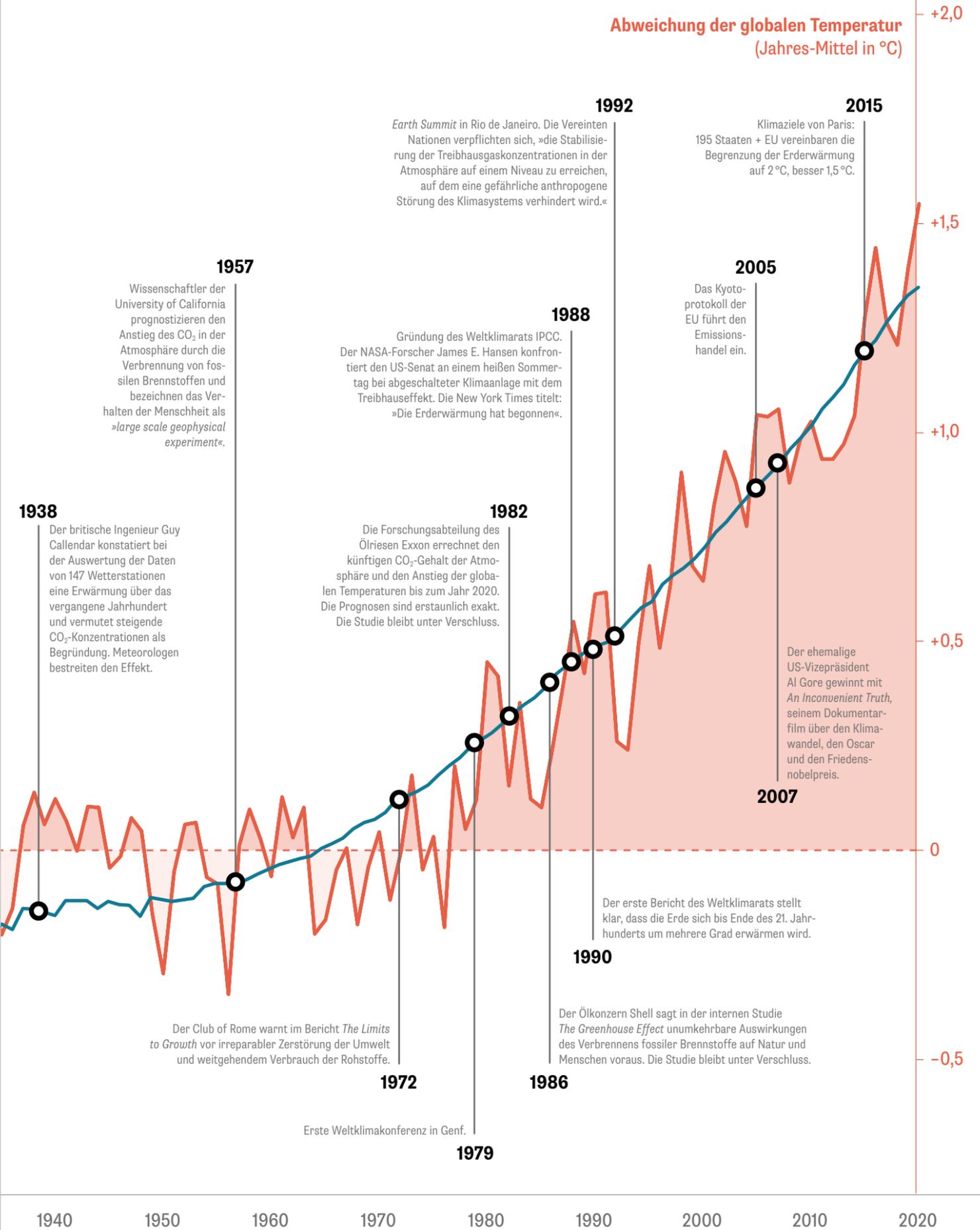
Warnungen vor dem Klimawandel sind wirklich nichts Neues. Der Bericht des Club of Rome jährt sich 2022 zum fünfzigsten Mal. Trotzdem steigen die Emissionen weiterhin (→ nächste Seite) und es gibt immer noch vereinzelt Stimmen, die die Zusammenhänge anzweifeln. Wie ist das möglich?

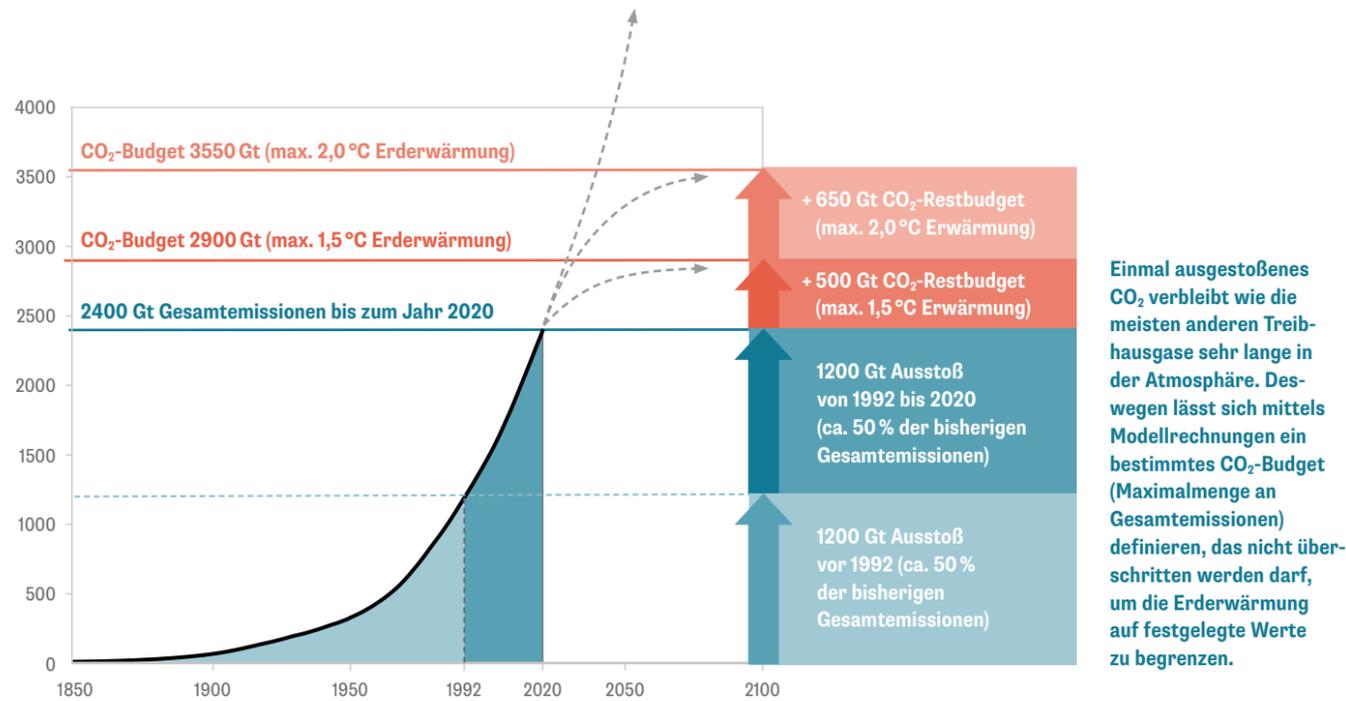
Die Gründe dafür werden einerseits in der menschlichen Psychologie gesucht. Unangenehme Erkenntnisse werden zur Erhaltung unseres Seelenfriedens gerne ignoriert, und selbst wenn wir es auf intellektueller Ebene besser wissen, handeln wir noch lange nicht danach – so soll es ja auch kettenrauchende Mediziner:innen geben.

Andererseits sind die wissenschaftlichen Hintergründe komplex und Treibhausgase unsichtbar, und die Veränderungen spielen sich in (im Vergleich zum menschlichen Erfahrungshorizont) langen Zeiträumen und schwer vorstellbaren Größenordnungen ab.

Und schließlich sind politischer Populismus, wirtschaftliche Interessen und groß angelegter Lobbyismus im Spiel, die ihre eigenen Gründe dafür haben, Zweifel zu säen und entsprechende Maßnahmen zu verzögern.

Abweichung der globalen Temperatur (Jahres-Mittel in °C)





Kumulierte Treibhausgasemissionen und CO₂-Budget zur Begrenzung der Erderwärmung (in Gigatonnen CO₂, Stand: 2020)

Was müsste passieren?

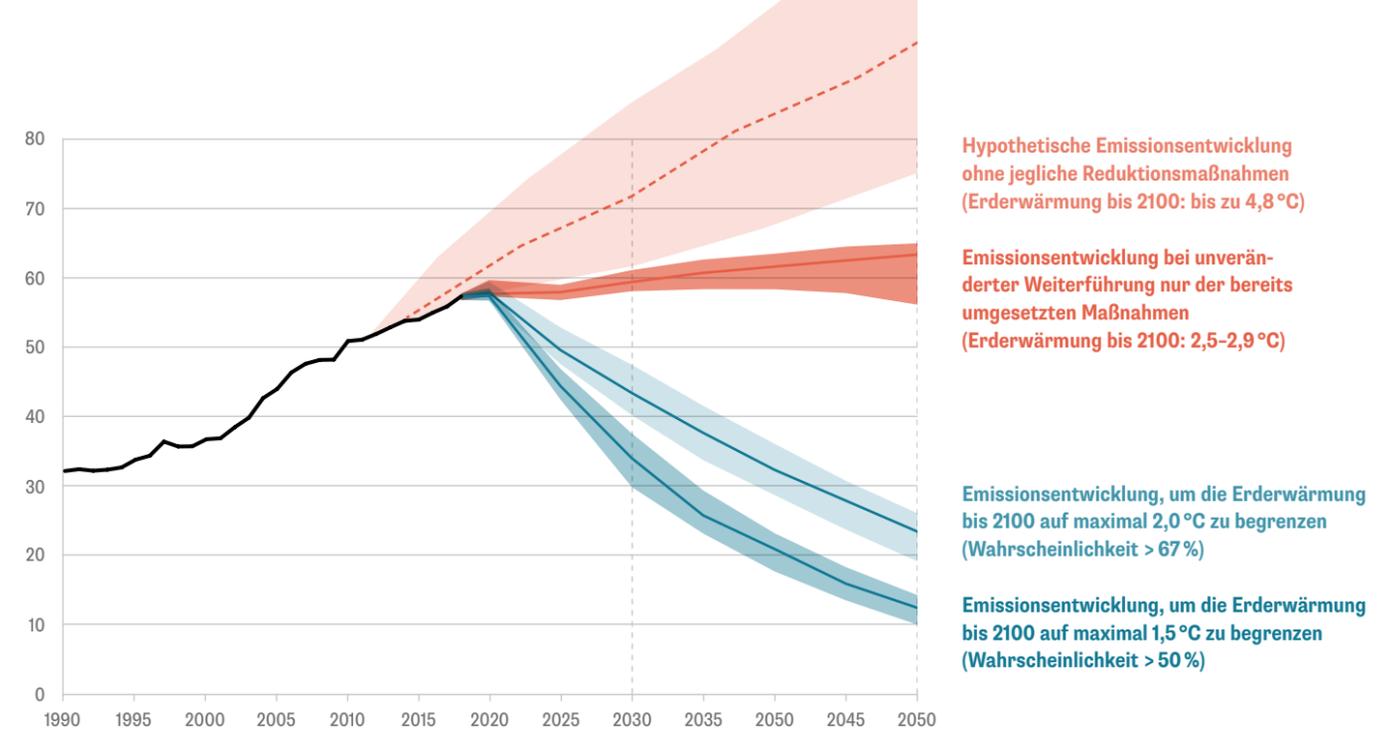
Um die Klimaerwärmung zu bremsen, müssen wir unsere Emissionen senken, und zwar nicht bloß ein bisschen, sondern radikal – de facto auf Null. Das liegt vor allem daran, dass sich das CO₂ so lange in der Atmosphäre hält. Die Emissionen, die wir in den vergangenen Jahrzehnten bis jetzt produziert haben, summieren sich nämlich und wirken sich nicht nur kurzfristig aus, sondern die nächsten paar hundert Jahre. Die CO₂-Moleküle, die 1903 beim ersten Flug der Gebrüder Wright oder 1912 bei der Jungfernfahrt der Titanic entstanden, oder die, die das erste Kohlekraftwerk zur Stromerzeugung 1882 erzeugt hat, könnten sich durchaus noch heute in der Atmosphäre befinden.

Das bedeutet im Klartext: Um den Temperaturanstieg auf einen gewissen Wert zu beschränken, darf eine bestimmte Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre nicht überschritten werden. Wir pulvern aber laufend mehr davon in die Luft als von der Natur eliminiert werden kann. Vergleicht man die Atmosphäre mit einer Badewanne und die Treibhausgase mit Wasser, liefe die Wanne unaufhaltsam voll. Falls wir also nicht rasch Möglichkeiten finden, den Überschuss aktiv zu entfernen (also Treibhausgase aus der Atmosphäre zu saugen – diesbezügliche Ansätze sind in Entwicklung, aber noch nicht wirklich großflächig einsetzbar und effizient), müssen wir den Hahn zudrehen, so lange, bis der Spiegel wieder gesunken ist. Wir haben noch ein bestimmtes Kontingent, bis die Badewanne überläuft.

2015 wurden bei der 21. UN-Klimakonferenz in Paris die Klimaziele beschlossen. 195 Staaten und die EU verpflichteten sich, alles zu tun, um die Erwärmung auf maximal 2°C, besser 1,5°C zu beschränken, und die Emissionen bis zum Jahr 2050 auf Null zu senken. Dennoch waren die Jahre von 2010–2019 die Dekade mit den höchsten Treibhausgas-Emissionen der Menschheitsgeschichte. Immerhin hat sich das Wachstum etwas verlangsamt, aber wir sind dennoch weit von den Zielen entfernt. Nach einer Delle durch die Corona-Pandemie sind die energiebedingten CO₂-Emissionen 2021 sogar auf den höchsten Stand aller Zeiten gestiegen. Ohne rasches und radikales Umdenken ist die Menschheit auf dem besten Weg, die anvisierten 1,5° spektakulär zu verfehlen – mit allen dramatischen Konsequenzen.

Zahlen, Daten und Fakten

- www.ipcc.ch
- www.globalcarbonatlas.org
- www.climatewatchdata.org
- www.ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions
- sdgs.un.org/goals



Szenarien für die weitere Entwicklung der globalen jährlichen Treibhausgas-Emissionen (in Gigatonnen CO₂)

Was können wir tun?

Noch haben wir aber ein kleines Zeitfenster. »Wenn wir mit den richtigen politischen Entscheidungen, durch Infrastruktur und Technologie Veränderungen unseres Lebensstils und Verhaltens ermöglichen, ist bis 2050 eine Reduktion von 40-70% der Treibhausgas-Emissionen möglich«, sagt der leitende IPCC-Klimawissenschaftler Priyadarshi Shukla. Und sein Schweizer Kollege Reto Knutti bringt es auf den Punkt: »Der beste Zeitpunkt zum Handeln war vor dreißig Jahren. Der zweitbeste ist jetzt.«

Wie soll das also gehen? Die obersten Punkte auf der To-Do-Liste lauten: Raus aus dem Hauptverursacher, der fossilen Energie, und zwar so rasch es geht. Kohlenstoffsenken schützen. Und vor allem: Weniger verbrauchen, bewusst konsumieren und produzieren. Nachhaltig leben, also unseren Planeten so zurücklassen, wie wir ihn gerne vorfinden würden – oder im Idealfall ein bisschen besser.

Damit das gelingen kann, haben sich die UN-Mitgliedsstaaten 2015 zur Umsetzung der Agenda 2030 mit 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) verpflichtet und begonnen, entsprechende Maßnahmen zu setzen und Aktionsprogramme zu entwerfen. Die Politik kommt also ins Tun. Und jede:r kann in seinem, ihrem Bereich einen Beitrag leisten. Jede Branche kann, darf und soll sich Gedanken zu Nachhaltigkeit und Klimafreundlichkeit machen. Und den eigenen CO₂-Handabdruck vergrößern.

Die Menschheit hat in den letzten Jahrhunderten beispiellose Fortschritte erzielt. Die Menschen werden durchschnittlich so alt und sind so wohlhabend wie nie zuvor in der Geschichte. Allerdings sind bei dieser positiven Entwicklung einige wichtige Kriterien unter die Räder gekommen. Der Klimawandel ist eine der Folgen dieses Lebensstils. Das Positive daran ist: Oft ist es gar nicht so schwer, etwas daran zu ändern.



Der CO₂-Handabdruck

Immer bloß von Verzicht und Reduktion reden, macht keine Freude. Ein schlechtes Gewissen und gute Vorsätze mögen kurzfristig wirksam sein, auf lange Sicht sind sie aber schlechte Motivatoren. Dabei gäbe es so viel Positives zu berichten. Klimaschutz bringt für jede:n Einzelne:n einen echten Gewinn an Lebensqualität. Fahrrad statt Auto, weniger Fleisch auf dem Teller, Wanderwochenende statt Cityhopping – das freut das Klima, aber auch die Gesundheit und / oder die Geldbörse. Klimaschutz treibt Innovationen für die Zukunft und sorgt für eine gerechtere Welt. Die Sonne beschenkt den Planeten rund um die Uhr mit dem Zig-Fachen des gesamten Weltenergiebedarfs. Nützen wir das, greifen wir zu!

Besser als Schockstarre oder Fatalismus sind Optimismus und Aufbruchsstimmung. Hier setzt das Konzept des CO₂-Handabdrucks an. Er ist quasi das positive Pendant zum CO₂-Fußabdruck und bemisst, was jede:r von uns schon erreicht hat – zum Wachsen bringen kann man ihn durch eigene Verhaltensänderungen, aber auch durch Motivation anderer, sei es privat, beruflich oder politisch.

Kleines Schlagwort-Lexikon

- Emissionsfrei:** Beschreibt Aktivitäten, die per se keinerlei Treibhausgase erzeugen und daher keine Kompensation erfordern.
- Klimafreundlich, klimaschonend, klimaverträglich:** So werden Aktivitäten oder Produkte bezeichnet, die weniger Emissionen als vergleichbare verursachen. Diese Emissionen werden aber weder vollständig vermieden noch zur Gänze kompensiert.
- Klimakompensiert:** Bedeutet, dass die bei der Aktivität oder Produktion entstehenden Treibhausgase durch einen finanziellen Beitrag zu Klimaschutzprojekten rechnerisch ausgeglichen werden.
- Klimaneutral, CO₂-neutral, Carbon neutral:** Die Aktivität oder das Produkt verursacht keinerlei Treibhausgase bzw. kein CO₂ oder diese werden durch Zahlungen an Kompensationsanbieter zur Gänze ausgeglichen. Die Verwendung dieser Bezeichnung soll demnächst per ISO-Norm standardisiert werden.
- Klimapositiv, Climate positive:** Durch die Aktivität oder das Produkt werden mehr Treibhausgase aufgenommen oder vermieden als emittiert. In der Praxis bedeutet es häufig, dass bei einem Kompensationsanbieter etwas mehr Emissionen finanziell kompensiert werden als erzeugt wurden.
- Nachhaltig, Sustainable:** Der Begriff stammt ursprünglich aus der Waldwirtschaft und besagt, dass nicht mehr verbraucht oder entnommen werden darf, als sich regenerieren kann. Heute versteht man darunter im weiteren Sinne eine Lebensweise, die gleichermaßen vorausschauend mit den ökologischen, ökonomischen und sozialen Ressourcen umgeht und auf lange Sicht beibehalten werden kann.
- Netto-Null, Net Zero, bilanzielle CO₂-Neutralität:** Staaten oder Unternehmen können sich zu Netto-Null-Emissionen verpflichten. Das bedeutet, dass alle Emissionen über die gesamte Wertschöpfungskette soweit möglich reduziert und nur unvermeidbare Emissionen kompensiert werden. CO₂-Neutralität kann dagegen auch ohne Emissionsreduktion, nur durch Kompensationszahlungen, erreicht werden.

Datenquellen und weiterführende Angaben

Internet

theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/07/2019-02.pdf [doi.org/10.1016/j.patter.2021.100340](#) [ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/862091/Supporting_the_green_transition_en.pdf](#) [internethealthreport.org/2018/das-internet-verbraucht-mehr-strom-als/?lang=de](#) [www.statista.com/statistics/871513/worldwide-data-created/](#) [ewastemonitor.info/gem-2020/](#) [blog.oeko.de/digitaler-co2-fussabdruck](#) [bit.ly/3nbGFgq](#) [dserver.bundestag.de/btd/19/205/1920590.pdf](#) [www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-hoch-sind-die-treibhausgasemissionen-pro-person](#) [sh1.sendinblue.com/mk/sc/DJ1un5pHO-loVeyx-snVxSZ26gvo7Nu6HII08r3wdeTiXGKwco9-Ojfb_wPOLheW17xnyCKyu0J4RjMLHdCFuYEw4T5w4](#) [www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/](#) [www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase](#) [greenspector.com/en/social-media-2021/](#) [www.statista.com/statistics/195140/new-user-generated-content-uploaded-by-users-per-minute/](#) [theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/](#) [www.businessofapps.com/data/tik-tok-statistics/](#) [www.statista.com/statistics/669113/number-music-streaming-subscribers/](#) [chartmasters.org/spotify-most-streamed-songs/](#) [www.businessofapps.com/data/music-streaming-market/](#) [Plöger, Sven \(2020\): Zieht euch warm an, es wird heiß! Den Klimawandel verstehen und aus der Krise für die Welt von morgen lernen. Frankfurt/Main: Westend](#) [downloads.bbc.co.uk/rd/pubs/whp/whp-pdf-files/WHP393.pdf](#) [de.statista.com/statistik/daten/studie/415799/umfrage/anteil-von-glasfaseranschlussen-an-allen-breitbandanschlussen-in-oecd-staaten/](#) [eprints.gla.ac.uk/183249/](#) [www.bitkom-research.de/de/pressemitteilung/musik-streaming-eine-digitale-plattform-veraendert-den-alltag](#) [rm.coe.int/trends-in-the-vod-market-in-eu28-final-version/1680a1511a](#) [www.gfk.com/de/presse/netflix-co-nutzerzahlen-steigen-weiter](#) [de.statista.com/statistik/daten/studie/256269/umfrage/umsaetze-mit-musik-streaming-in-deutschland/](#) [www.srf.ch/news/panorama/energieverbrauch-im-internet-warum-streaming-viel-strom-braucht](#) [www.brandwatch.com/de/blog/interessante-social-media-zahlen-und-statistiken/](#) [www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/video-streaming-art-der-datenerbertragung](#) [www.borderstep.de/2020/07/13/Video-Streamingenergiebedarf-und-co2-emissionen](#) [www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-7](#) [www.e-control.at/de/publikationen/oeko-energie-und-energie-effizienz/berichte/stromkennzeichnungsbericht](#) [secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html](#) [elektrotechnikblog.at/das-phantom-strom-wieviele-co2-emissionen-entstehen-beim-verbrauch-von-einer-kwh-strom](#) [usitc.gov/publications/332/executive_briefings/ebot_data_centers_around_the_world.pdf](#) [analyticsindiamag.com/10-largest-data-centres-in-the-world/](#) [Plöger, Sven \(2020\): Zieht euch warm an, es wird heiß! Den Klimawandel verstehen und aus der Krise für die Welt von morgen lernen. Frankfurt/Main: Westend](#) [www.statista.com/chart/24149/data-centers-per-country/](#) [www.deutschland.de/de/topic/wirtschaft/rechenzentren-in-deutschland-hotspot-frankfurt](#) [gerrymcgovern.com/worldwidewaste](#) [www.borderstep.de/wp-content/uploads/2020/03/Borderstep-Rechenzentren-2018-20200511.pdf](#) [www.statista.com/topics/6165/data-centers/#dossierKeyfigures](#) [www.sueddeutsche.de/digital/dark-data-dunkelziffer-big-data-supercomputer-1.4897709](#) [www.blauer-engel.de/de/produktwelt/rechenzentren](#)

Die Informationen in dieser Broschüre wurden nach bestem Wissen und Gewissen recherchiert und verifiziert. Trotz größter Sorgfalt können wir aber keine Haftung für Vollständigkeit, Aktualität oder fachliche Richtigkeit übernehmen. Alle Empfehlungen geben unseren persönlichen Standpunkt wieder. Korrekturen, Hinweise und Diskussionsbeiträge sind willkommen: nachhaltigkeit@donaugrafik.at

Webprojekte

[www.techradar.com/web-hosting/best-green-web-hosting](#) [de.statista.com/infografik/25742/durchschnittliche-co2-emission-von-pkw-in-deutschland-im-jahr-2020/](#) [de.statista.com/statistik/daten/studie/167957/umfrage/verteilung-der-co-emissionen-weltweit-nach-bereich/](#) [ember-climate.org/data/data-explorer/](#) [httparchive.org/reports/page-weight](#) [tools.pingdom.com](#) [gs.statcounter.com/platform-market-share/desktop-mobile-tablet/worldwide/#quarterly-201001-202102](#) [dreamproduction.com/welches-ist-das-beste-e-commerce-shopsystem/](#) [ezgif.com/help/alternative-animated-image-formats](#) [www.pixx.io/blog/animierte-bilder-erstellen](#) [www.webrotate360.com/support/faq.aspx](#) [gik.media/wp-content/uploads/2022/01/Nachhaltigkeitsorientierung_2022.pdf](#) [trends.builtwith.com/shop](#) [www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/hohe-kosten-durch-unterlassenen-umweltschutz](#) [www.yumpu.com/de/document/view/65632022/nachhaltigkeitsreporting](#)

Alltag

Graphische Revue 02/2022, Wien, S. 14f. [www.nabe.gv.at/kopierpapier/](#) [www.gruener-beschaffen.de/umsteller/bundesbehoerden/](#) [www.nqa.com/en-gb/resources/blog/march-2022/iso-14068-greenhouse-gas](#) [energiekonsens.de/unternehmen/emissionsrechner](#) [www.forschung-und-lehre.de/zeitfragen/videokonferenzen-erzeugen-hohe-co2-emissionen-3507/](#) [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344920307072](#) [www.anachb.at, Strecke Gramatneusiedl-Wien Hauptbahnhof. Für die innerstädtischen Routen wurde ein Durchschnittswert aus 10 etwa halbstündigen Fahrstrecken innerhalb Wiens zum Hauptbahnhof mit verschiedenen öffentlichen Verkehrsmitteln \(U-Bahn, Straßenbahn, Bus\) ermittelt.](#) [papierkanmehr.de/nachhaltigkeit/wie-nachhaltig-ist-papier](#) [www.greenpeace.ch/de/hintergrund/44410/online-vs-papier-zahlen-und-fakten/](#) [www.bvdm-online.de/themen/umwelt/der-co2-fussabdruck-von-print/](#)

Klima

Plöger, Sven (2020): *Zieht euch warm an, es wird heiß! Den Klimawandel verstehen und aus der Krise für die Welt von morgen lernen.* Frankfurt/Main: Westend [Latif, Mojib \(2020\): Heißzeit. Mit Vollgas in die Klimakatastrophe - und wie wir auf die Bremse treten. Freiburg i. Br.: Herder \[Stöcker, Christian \\(2020\\): Das Experiment sind wir. München: Blessing \\[www.climatewatchdata.org\\]\\(#\\) \\[www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimaschutz-energiepolitik-in-deutschland/treibhausgas-emissionen/die-treibhausgase\\]\\(#\\) \\[www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions\\]\\(#\\) \\[de.statista.com/statistik/daten/studie/1275275/umfrage/treibhausgasbilanz-pro-person/\\]\\(#\\) \\[report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf\\]\\(#\\) \\[www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2\\]\\(#\\) \\[news.un.org/en/story/2022/04/1115452\\]\\(#\\) \\[issuu.com/smart_media/docs/tagi_energie_338dfa2564f4af\\]\\(#\\) \\[www.realclimate.org/index.php/archives/2005/04/water-vapour-feedback-or-forcing/\\]\\(#\\) \\[ourworldindata.org/emissions-by-sector\\]\\(#\\) \\[de.statista.com/statistik/daten/studie/1275275/umfrage/treibhausgasbilanz-pro-person/\\]\\(#\\) \\[ourworldindata.org/atmospheric-concentrations\\]\\(#\\) \\[onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.2153-3490.1957.tb01849.x\\]\\(#\\) \\[unfccc.int/resource/docs/convkp/convger.pdf\\]\\(#\\) \\[berkeleyearth.org/data/\\]\\(#\\) \\[www.bbc.com/news/science-environment-15874560\\]\\(#\\) \\[6. Klimabericht IPCC: report.ipcc.ch/ar6wg3/pdf/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf\\]\\(#\\) \\[www.klimafakten.de/meldung/handabdruck-statt-fussabdruck-ein-konzept-fuer-mehr-optimismus-im-klimaschutz\\]\\(#\\) \\[www.ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions\\]\\(#\\) \\[www.nqa.com/en-gb/resources/blog/march-2022/iso-14068-greenhouse-gas\\]\\(#\\)\]\(#\)](#)

Innenumschlag

[www.overshootday.org](#) [de.statista.com/statistik/daten/studie/167957/umfrage/verteilung-der-co-emissionen-weltweit-nach-bereich](#) [ember-climate.org/data/data-explorer](#) [www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2](#)

15,3
Gigatonnen CO₂

wurden im Jahr 2021 weltweit durch Kohlekraftwerke emittiert.

Das ist mehr als je zuvor.



139
Fußballfelder

umfasst die Fläche des größten Rechenzentrums der Welt in Hongkong.

1896

Das Jahr, in dem der schwedische Chemie-Nobelpreisträger Svante Arrhenius den Zusammenhang zwischen CO₂-Gehalt und Temperatur erkannte. Für die Verdoppelung des CO₂-Gehalts errechnete er eine Erwärmung von etwa 5 °C.

43 %

geben in Deutschland eine erhöhte, hohe oder sehr hohe Nachhaltigkeitsorientierung im täglichen Leben an. Je jünger, desto wichtiger ist das Thema.

100.000
Liter Diesel

würde ein Rechenzentrum der SAP benötigen, um zwei Tage zu laufen. Das entspricht der Leistung eines Windparks mit 12 Windanlagen, der 20.000 Haushalte versorgen kann.



95 %
CO₂-Emissionen

lassen sich bei Videokonferenzen durch Abschalten der Kamera einsparen.

1982

In diesem Jahr berechnete der Ölriese Exxon den CO₂-Gehalt der Atmosphäre und den Anstieg der globalen Temperaturen bis zum Jahr 2020. Die Prognosen sind erstaunlich exakt. Die Studie bleibt unter Verschluss.

3

Sekunden

ist die Wartezeit, nach der beim Laden einer Webseite bereits 20–40 % der Besucher:innen die Geduld verlieren und die Seite wieder verlassen.



29 %

des globalen Stromverbrauchs im Jahr 2020 stammten aus erneuerbarer Energie.



Erdüberlastungstag

An diesem Tag hat die Weltbevölkerung so viele Ressourcen verbraucht, wie die weltweiten Ökosysteme in einem Jahr erneuern können.



Alle 10 Jahre

gibt es heute eine Hitzewelle, die vor der Industrialisierung nur

alle 50 Jahre

aufgetreten ist.

Bei einem globalen Temperaturanstieg um 2 °C erleben wir eine solche Hitzewelle statistisch

alle 4 Jahre.

92 %

der Österreicher:innen

nutzen Streaming-Angebote im Netz (im Schnitt 30 Minuten pro Tag, Jugendliche bereits 1,5 Stunden pro Tag)



+100 %

Wachstumsrate der weltweiten Nachfrage nach freiwilliger CO₂-Kompensation im Jahr 2020/21



6 x

mehr Strom verbraucht ein Plasma-TV-Gerät mit 70-Zoll-Diagonale als ein LED-Display mit 55-Zoll-Diagonale.



195 Millionen

Abonnenten hat Netflix weltweit und erzeugt

15 %

des weltweiten Datenverkehrs.



12.000
Jahre

dauert es, bis die aufgrund erhöhter CO₂-Konzentration gestiegene Erdtemperatur durch natürliche Prozesse wieder um 1 °C absinkt.



3,2
Milliarden

Menschen werden im Jahr 2023 zumindest gelegentlich am Computer, Konsolen oder auf dem Handy spielen.

50 Mio
Tonnen

Elektromüll fällt pro Jahr weltweit an. Jedes Jahr werden es um 8 % mehr.



25

Atomkraftwerke

wären nötig, um den weltweiten Stromverbrauch des Internets abzudecken. Die Wachstumsrate beträgt 12 %, das bedeutet eine Verdoppelung alle sechs Jahre.



80 %

Anteil von Streaming am weltweiten Online-Datentransfer



€15

Marktüblicher Preis für die Kompensation einer Tonne CO₂



€180

Kosten der Umweltschäden, die durch eine Tonne CO₂ verursacht werden

Der weltweite Strombedarf von Rechenzentren könnte bis 2030 auf das **15-Fache** des heutigen anwachsen.

Er würde dann **8 %** des weltweiten Energieverbrauchs ausmachen.

