

Nachhaltiges Webdesign

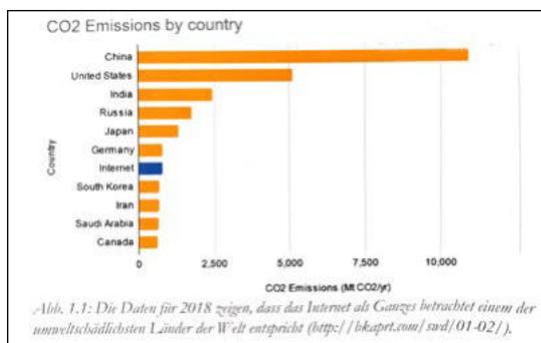
Thesen und Maßnahmen*

Klima-Workshop 2022
Prof. Nicole Slink

Energieverbrauch von Websites

Zahlen und Fakten

- Die Rechenzentren der Welt verbrauchen schon 2016 mehr Strom als das gesamte Vereinigte Königreich (<http://bkaprt.com/swd/00-01/>).
- Wäre das Internet ein Land, wäre es bezogen auf die CO₂-Emissionen das Sechstverschmutzte Land der Welt.



- 830 Millionen Tonnen CO₂ verursacht das Internet im Jahr – mehr als der gesamte globale Flugverkehr (<https://alistapart.com/article/sustainable-web-design>, 2021)
- Enormer Energieverbrauch bei Websites durch:
 - Größe der Websites: Von 800 Kb 2011 auf bis zu 8 Mb
 - Nutzung von Fotos und Videos
 - Filme, die im Hintergrund laufen,
 - Fotos, die über die gesamte Bildschirmbreite gehen
 - Animationen im Endlos-Loop(<https://page-online.de/tools-technik/gruenes-webdesign-ja-bitte/>)
- 300 Millionen Tonnen CO₂ sind durch das Ansehen von Onlinevideos im Jahr 2018 entstanden. Das ist 1 Prozent der gesamten globalen Treibhausgasemissionen – in etwa so viel, wie das gesamte Land Spanien produziert (<https://theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/>).

Anteiliger Verbrauch:

(<https://sustainablewebdesign.org/calculating-digital-emissions/>)

- Verwendung von Endgeräten: Endbenutzer:innen, die mit einem Produkt oder einer Dienstleistung interagieren. Dies macht schätzungsweise 52 % des Energieverbrauchs aus. Es wird angenommen, dass wiederkehrende Besuche 25 % ausmachen.
- Netzwerknutzung: Über das Netzwerk übertragene Daten. Dies macht ca. 14 % des Verbrauches aus.
- Rechenzentrumsnutzung: Energie, die für die Unterbringung und Bereitstellung von Daten erforderlich ist. Dies macht schätzungsweise 15 % des Verbrauchs aus.
- Hardware-Produktion: Graue Energie, die bei der Herstellung eingebetteter Chips, der Nutzung von Rechenzentren, der Nutzung von Netzwerken und der Nutzung von Kommunikationsgeräten für Verbraucher verwendet wird, macht ca. 19 % aus.

Prinzipien für nachhaltiges Web

sauber

- Auswahl eines Hosters, der sich öffentlich dazu verpflichtet, 100 Prozent erneuerbare Energien in seinen Rechenzentren zu nutzen.

Woher kommt die Energie für unsere Telekommunikationsnetze und Endgeräte, für unsere tägliche Arbeit und den Arbeitsplatz?

effizient

- Mehr Menschen nutzen das Internet > höherer Datenverbrauch
- Schnellere Internetanschlüsse, leistungsfähigere Computer und Smartphones führen dazu, dass Websites und Anwendungen im Internet weniger effizient gebaut werden müssen (ermöglichen größere Datenmengen).
- Von 2017 bis 2020 ist die durchschnittliche Größe einer Website um ca. 30 Prozent gestiegen (<https://httparchive.org/reports/page-weight>).
- Je effizienter Anwendungen sind, desto weniger Strom verbrauchen sie.

Fazit für mehr Effizienz:

- Websites nicht unnötig aufblähen (sauberer Code)
- schnelle Online-Erlebnisse schaffen

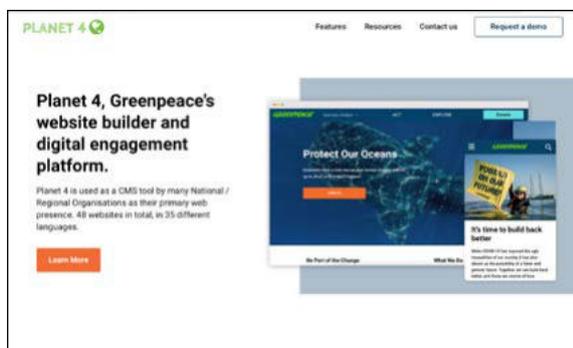
offen

Open-Source:

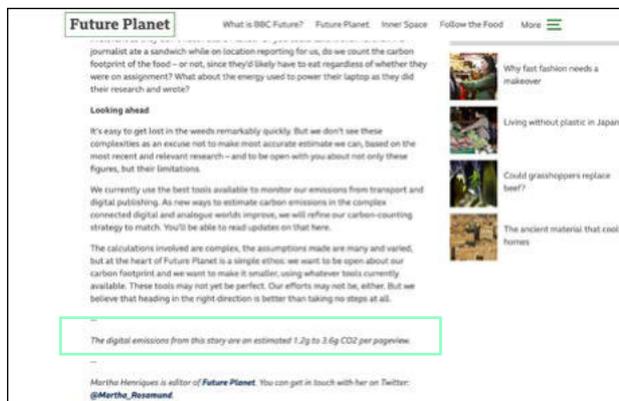
Das Teilen von Wissen hilft, voneinander zu lernen, wie das Internet nachhaltiger werden kann, bessere Lösungen zu schaffen und sie schneller zu verbreiten.

Beispiele:

Greenpeace, stellt zum Erweitern der Webplattform zur Verfügung, die alle Inhalte transparent offen legt: <https://planet4.greenpeace.org>



BBC Future veröffentlichen am Ende jeden digitalen Artikels die CO2-Emissionen des Inhalts (<https://www.bbc.com/future/article/20200131-why-and-how-does-future-planet-count-carbon>)



ehrlich

Oft sind Websites dazu ausgelegt, Besucher:innen möglichst lange auf den Seiten zu halten und sie zu bestimmten Verhaltensweisen zu bewegen (Manipulation?). Ehrlichkeit kann helfen, ein Bewusstsein für ökologisch nachhaltiges Verhalten zu schaffen und auch Anwendungen ökologischer anzulegen.

regenerativ

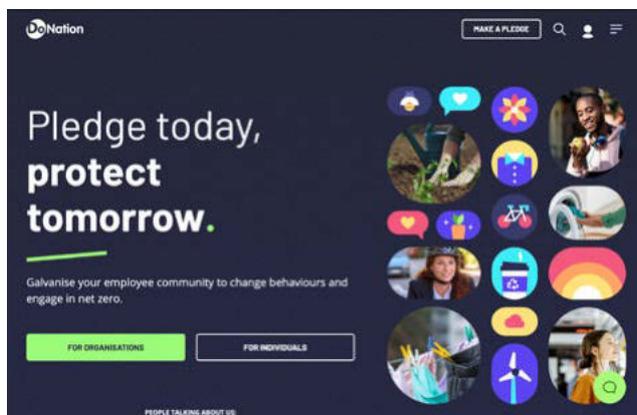
- »Wiedergutmachende Technologien«, die über Schadensbegrenzung hinausgehen und größtmöglich regenerativ sind.

Kann Webdesign einen wiedergutmachende Technologie werden?

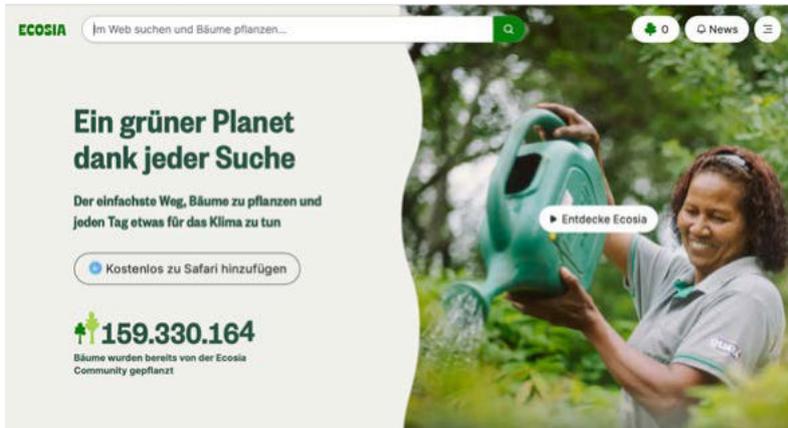
Wie kann Webtechnologie Menschen dazu befähigen, sinnvolle Maßnahmen zur Wiederherstellung unserer Umwelt zu ergreifen?

Beispiele:

<https://www.wereadonation.com/de>



Suchmaschine Ecosia finanziert Aufforstungsprojekte



resilient

Das Web selbst sollte widerstandsfähig sein, um ALLE Menschen zuverlässig mit Informationen zu versorgen. Das betrifft langsamste Verbindungen, auf jedem Gerät, unter fast allen Bedingungen und auch (Teil-)Ausfälle von Systemen.

Können Websites auch offline zugänglich gemacht werden?

Messgrößen

Wie messen wir den Verbrauch einer Seite?

1. Datenübertragung

Kilowatt pro Gigabyte (kWh/GB) als Metrik für die Energieeffizienz:

Datenmenge, die bei Nutzung einer Website über das Internet übertragen wird.

Je mehr Daten übertragen werden, desto mehr Energie wird im Rechenzentrum, in den Telekommunikationsnetzen und auf Endgeräten verbraucht.

Die Menge der übertragenen Daten wird im Wesentlichen durch drei Dinge bestimmt: Die Größe der Seite, die Anzahl der Besucher:innen und die Anzahl der Einzelseiten, die jede Person auf dem Web durch die Website besucht.

Seitengewicht: Übertragungsgröße der Seite in Kilobytes beim ersten Besuch der Seite (messbar mit dem Entwicklertool des Webbrowsers)

Mögliche Metrik für Effizienz:

Datentransfer : Anzahl Besuche = durchschn. Datenmenge pro Besuch

Vergleichsgrößen für das Seitengewicht festlegen: z.B. alte Version der Seite, Wettbewerbsseiten, eigene Ziele formulieren (Seitengewichtungsbudgets festlegen)

Datenübertragungsgrößen für wiederkehrende Besuche analysieren und optimieren

2. CO₂-Intensität von Strom

Da ein Rechenzentrum einen großen Anteil der Energie einer Website verbraucht, führt die Ansiedlung des Rechenzentrums in Gebieten mit kohlenstoffdioxidarmer Energie zu geringeren CO₂-Emissionen (<https://app.electricitymaps.com/map>).



4. Browser Energieverbrauch

- Energie, die von den privaten Geräten der Nutzenden verbraucht wird.
- Moderne Browser übernehmen zahlreiche Funktionen
 - > Mehr Rechenleistung im Webbrowser der Nutzenden und damit mehr Energieverbrauch der Endgeräte.
- Wenn digitale Produkte für aktuelle, moderne Browser erstellt werden, hat dies den Nachteil, dass viele Nutzende von solchen Anwendungen ausgeschlossen werden, wenn sie alte Technik verwenden
 - oder sie kaufen neue Technik und alte Geräte werden entsorgt.
- Hinweise über den Energieverbrauch privater Geräte liefert der Prozentsatz der CPU-Nutzung und die Dauer der CPU-Nutzung beim Laden der Website.

5. Verkörpertes CO2

- Energie, die für die Produktion Materialien, die Herstellung des Produktes, Verpackung und Transport verwendet wird.
- Beispiel: Das iPhone 11 hat einen CO₂-Fußabdruck von 72 kg CO₂ über die gesamte Lebensdauer. Nur 17 Prozent fallen auf die tatsächliche Nutzung an. Die restlichen 83 Prozent sind das verkörperte CO₂ aus Herstellung, Transport und Entsorgung. (Quelle: Apple)
- Das verkörperte CO₂ einer Website: Computer, Beleuchtung, Heizung, Klimaanlage, Weg zur Arbeit, Reisen zu Kund:innen, Getränke etc.

Was hat größere Auswirkungen: die Emissionen unserer digitalen Produkte oder das verkörperte CO₂, das durch die tägliche Arbeit entsteht?

6. Traffic

- Der Traffic einer Website hat großen Einfluss auf die digitalen Emissionen und wir erstellen in der Regel Websites, die viele Besucher:innen generieren sollen.
- Websites mit hoher CO₂-Effizienz haben selbst bei hohem Traffic wenig Auswirkungen.
- Deshalb ist das Streben nach CO₂-Effizienz einer der wichtigsten Faktoren zur Reduzierung von digitalen Emissionen.
- Deshalb ist es wichtig, auf effizienten Code zu achten und auch Plug-ins zur Websiteerstellung nachhaltig zu programmieren

Gestaltung von CO²-armen Websites

Grundsätzliches

- gut ist ein minimalistischer Ansatz: Alles was nicht wichtig ist, wird weggelassen.
- Auch im Zweifelsfall Elemente weglassen
- Gute Informationsarchitektur
- Gute User Experience

Die Folge ist, dass Seiten schneller laden, bei schwachen Verbindungen besser zugänglich sind, schneller entwickelt werden können und schlankere User Journeys bieten.

Beispiel:



Unnötige Seitenaufrufe reduzieren

- Eine durchschnittliche Website ist 2 MB groß (<https://httparchive.org/reports/page-weight#bytesTotal>).
- Jeder Aufruf einer Seite in einer User Journey erhöht den Energieverbrauch.
- Optimierte User Journeys mit möglichst wenig Klicks, um an ein Ziel zu gelangen, reduzieren die Anzahl der aufgerufenen/geladenen Seiten und die Zeit des Stromverbrauchs
- Vermeidung langer User Journeys
 - > Unnötige Zwischenschritte weglassen
 - > Optimierung von Navigationsmenüs (z.B. häufig angesteuerte Ziele unterbringen, mit Untermenüs arbeiten)
 - > Übersichtsseiten (Gatewayseiten) weglassen?
 - > Suchfunktionen anbieten
- Yoyo User Journeys vermeiden
 - Nutzende steuern (unnötigerweise) immer wieder eine bestimmte Seite an
 - > Bessere Orientierung bieten (z.B. Breadcrumbs, Optimiertes Menü)
 - > Warenkorb als Overlay anlegen statt als eigene Seite

Inhalte verschlanken

- Seitenanzahl reduzieren
- Anzahl der Wörter auf jeder Seite reduzieren
- Content-Pläne machen
- Alte Websites »entrümpeln«

Bilder

- Bilddateien verursachen etwa die Hälfte des Datentransfers
 - > größte Einzelquelle für CO2 Emissionen auf einer durchschnittlichen Website.
- Durchschnittlich sind 30 Bilder auf einer Website.
- Diese haben eine Gesamtübertragungsgröße von 1 MB (entspricht 150 Tausend Wörter in einer HTML-Datei)

Dateigröße von Bildern reduzieren

Formate

- WEBP ist das effizienteste Format für Fotos (in der Regel 30 % kleiner als JPGs)
- AVIF ist ein neueres Bildformat und hat weniger als die Hälfte der Größe von WEBP
- PNG oder GIF für Bilder, die nur wenige Farben verwenden
- Bei Videos: MP4 ist effizienter als GIF (zudem bessere Zugänglichkeit)

Bildkomprimierungstools nutzen (ohne große Verschlechterung der Bildqualität):

- Tiny.png
- Shortpixel
- ImageOptim

Viele Tools bieten die Möglichkeit der Integration in die Website, sodass alle Bilder automatisch optimiert werden.

PNG noch weiter reduzieren:

Bei 24-Bit-PNG-Dateien gibt es über 16 Mio Farben, die alle in der Datei vorhanden sind

> Farben reduzieren und in effizienteres 8-Bit-PNG umwandeln:

- Photoshop > Modus > 8-Bit
- ImageAlpha

Hat ein Bild mehr Farben, als in einem 8-Bit-PNG dargestellt werden können, sollten die Formate WEBP oder JPG verwendet werden.

Pixelgröße von Bildern

In welcher (Pixel-) Größe soll das Bild gezeigt werden?

- Keine unnötig großen Formate einbinden (Bilder kleiner rechnen)
- Für responsive Darstellung gibt es keine optimale Lösung, am besten gängigste Viewport-Größen anlegen und einbinden (hier könnte man einmal testen, was mehr Energie verbraucht: Das Einbinden und Verkleinern EINES großen Bildes auf allen Endgeräten oder das Einbinden mehrerer Bilder in unterschiedlichen Größen).

Unschärfen in Bildern verringern die Dateigröße

- Verwenden einer geringen Schärfentiefe beim Fotografieren
- Ränder von Bildern unscharf machen

Vektor-Grafiken

- SVG-Vektordaten verwenden, da Dateien wesentlich kleiner sind
- Skalierbar
- Können Fotos durch Illustrationen ersetzt werden?
- Low-Impact-Version von Websites (z.B. organicbasics.com)
- Dateien zunächst manuell optimieren: nicht verwendete Ebenen löschen, Ankerpunkte reduzieren, Formen vereinfachen)
- Dann Komprimierung mit Tools wie ImageOptim

Abstände

- Bilder auf der Website kleiner im Layout einbinden (nicht Full-Screen) und dafür mit mehr Weißraum um die Bilder arbeiten, um ihnen Wirkung zu geben.

Farben

Grundsätzliches

- Bildschirme sind der größte einzelne Stromverbraucher bei Smartphones (<https://www.zdnet.com/article/google-heres-why-dark-mode-massively-extends-your-oled-phones-battery-life/>)
- Die meisten Bildschirme nutzen die OLED-Technologie (organische Leuchtdioden), die jedes Pixel einzeln beleuchtet
- Die Verwendung dunklerer Farben reduziert den Energieverbrauch (und verlängert die Akkulaufzeit)
- Schwarz ist die effizienteste Farbe für OLED-Bildschirme, weil die Pixel ausgeschaltet sind.
- Weiß ist die energieintensivste Farbe
- Blaue Pixel verbrauchen 25 Prozent mehr Energie als Grün und Rot
- Nachtmodus für Anwendungen sinnvoll

> Dunkle Designs mit wenig Blau sind besser für die Energieeffizienz.

Farbe und Dateigröße

- Je größer die Farbvariationen in Bildern, desto größer die Datei
- Vollfarbbilder haben größere Dateien als monochrome Bilder
- Schwarz-Weiß-Bilder sind trotz des Weiß-Anteils energieeffizienter als bunte Bilder, da die Dateigröße des Bildes kleiner ist (weniger Datenübertragung) und nicht alle Nutzenden haben OLED-Bildschirme. Außerdem enthalten diese SW-Bilder auch viel Schwarz.

Bewegtbild

Animationen

Bewegung schafft Benutzer:innen Erlebnisse und sorgt für Orientierung.

Jedoch verbraucht sie auch viel Energie.

- Bewegung gezielt einsetzen
- Medienabfrage »reduzierte Bewegung« (media query »prefers-reduced-motion:«)

Videos

- Videos sind daten- und verarbeitungsintensiv
- Das Streamen von Videos von YouTube produziert etwa 10 kg CO₂ pro Stunde (<https://www.bristol.ac.uk/news/2019/may/rethinking-digital-service-design-.html>)
- Videos vermeiden, wenn sie nicht unbedingt gebraucht werden.
- Alternative: interaktive Web-Animationen anstelle von Erklärfilmen
- Tool: Lottie
- Kein automatisches Abspielen von Videos (z.B. bei Videohintergründen)
- Als MP4 abspeichern
- Länge von Videos reduzieren
(eine Sekunde verbraucht mehr Energie als ein JPG im Vollbildmodus)

GIF-Animationen

- Möglichst vermeiden, da GIFs sehr ineffizient sind
(weil sie jedes Bild separat speichern und zu einer großen Datei zusammenfügen)
- Lieber WEBP, das auch Animationen unterstützt oder noch besser: MP4

Effekte

- Animierte Interaktionen, Ladeeffekte, Hover- und Scrolleffekte etc. sind unterhaltsam und schaffen Benutzer:innenerlebnisse

Was kosten solche Effekte energietechnisch?

- Animationen und Effekte brauchen viel Rechenleistung auf dem Gerät des Nutzens, die CPU-Auslastung steigt, Akkus leeren sich schneller
- Gleichgewicht finden: Effekte nutzen, die das Nutzungserlebnis verbessern und den Kernzweck der Seite unterstützen und überflüssige Effekte vermeiden.
- Gibt es ressourcenärmere Alternativen zu Effekten?
- Effekte auf ihren Energieverbrauch hin testen und dann entscheiden.

Webtypografie

Webfonts können die Datenübertragung und die Anzahl der Serverabfragen erhöhen, die zum Laden einer Seite erforderlich sind.

Welche Schriftart hat welche Auswirkungen auf das Seitengewicht?

- Am effizientesten ist die Wahl von Systemschriften, die auf allen Geräten vorinstalliert sind: Arial, Times, Helvetica, Roboto
- Systemschriften erfordern keine Serveranfragen und keinen Datentransfer, jedoch ist die Darstellung unterschiedlich
- Nicht-System-Schriften könnten z.B. nur für Überschriften genutzt werden.
- Abo-Schriften (Google Fonts, Adobe Fonts) verursachen Serveranfragen
> lieber Nicht-System-Schriften selbst hosten
- Jede Schriftart und jeder Schriftschnitt wird in einer separaten Datei gespeichert, was zum Laden vieler Dateien führt.
- Bei Notwendigkeit vieler Schriftarten und/oder -schnitte möglichst auf variable Fonts zurückgreifen, da damit unendliche Variationen einer Schrift in einer Datei gespeichert sind.

Sonstiges

- Verzicht auf Social-Media-Buttons und andere Drittanbieter-Plug-ins
- Technik des Lazy Loading, bei dem nur die Inhalte geladen werden, die gerade auf dem Bildschirm zu sehen sind
- Aufgeblähte Bibliotheken und Plug-ins vermeiden sowie für den richtigen Zweck die energieeffizientesten Programmiersprachen verwenden (das oft kritisierte JavaScript verbraucht vor allem bei algorithmischen Lösungen extrem viel weniger Strom als PHP oder Ruby).

Tools

Größe und Kennzahlen von Websites: <https://httparchive.org/reports/page-weight>

CO2-Rechner: <https://www.websitecarbon.com>

Arbeitsblatt für Energie und Emissionen:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1gQeUwNFHp7ck4AS7r-d_EwfrIM-UFoQ6Ap-Bek9n-hqo/edit#gid=1896136078

Größe von Bilddateien reduzieren:

- [smush it!](#)
- [ImageOptim](#)
- [Tiny.png](#)
- [Shortpixel](#)

24-Bit-PNG-Dateien in 8-Bit umwandeln:

- [ImageAlpha](#)

Web-Animationen: [Lottie](#)

Checkliste: <https://page-online.de/tools-technik/gruenes-webdesign-ja-bitte/#Checkliste>

Seite zum Testen von variablen Open-Type-Schriften: <https://v-fonts.com>

Energiequellen des Hosters prüfen: <https://www.thegreenwebfoundation.org>

Nachhaltigkeit einer Website und Tipps, wie man die Bilanz verbessern kann:

<https://ecoqrader.com>

Firefox-Plug-in Carbonalyser zeigt Nutzer:innen den Energieverbrauch und CO2-Ausstoß ihres Browserverhaltens an:

<https://addons.mozilla.org/de/firefox/addon/carbonalyser/>

In dem Browser-Modus »Save Data« werden Websites in reduzierter Form angezeigt (Opera, Yandex und Chrome).

Mit »Performance Budget Calculator« kann man sich ein Ziel setzen – zum Beispiel eine Ladezeit von 3 Sekunden – und berechnen, wie groß eine Website dafür sein darf: <https://www.performancebudget.io>

Anbieter wie [SpeedCurve](#), [Calibre](#), [Sitespeed.io](#) oder [Google Page Speed](#) tracken die Performance kontinuierlich und unterstützen bei der Optimierung.

Lazy-Loading-Plug-in (Inhalte werden nach und nach beim Runterscrollen aufgerufen): <https://github.com/verlok/vanilla-lazyload>

Mehr Tipps: <https://sustainablewebdesign.org>

Quellen und Links

**Die Informationen in diesem Papier stammen hauptsächlich aus folgender Quelle:
Greenwood, Tom: Nachhaltiges Webdesign. Nürnberg, 2021.**

Andrae, Anders S.G. : New perspectives on internet electricity use in 2030, Engineering and Applied Science Letter, Vol. 3 (2020), Issue 2, pp. 19 – 31, unter: <https://pisrt.org/psrpress/journals/easl-vol-3-issue-2-2020/new-perspectives-on-internet-electricity-use-in-2030/> (abgerufen am 05.10.2022)

Bawden, Tom (2016): Global warming: Data centres to consume three times as much energy in next decade, experts warn, unter: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/global-warming-data-centres-to-consume-three-times-as-much-energy-in-next-decade-experts-warn-a6830086.html> (abgerufen am 04.10.2022)

Geist, Jean-Noël (2019): »Climate Crisis: the unsustainable use of online video«: our new report on the environmental impact of ICT, unter: <https://theshiftproject.org/en/article/unsustainable-use-online-video/> (abgerufen am 05.10.2022)

Kirst, Nina (2022): Grünes Webdesign: nachhaltige Websites gestalten, unter: <https://page-online.de/tools-technik/gruenes-webdesign-ja-bitte/> (abgerufen am 05.10.2022)

Schien, Dan (2019): Rethinking digital service design could reduce their environmental impact, unter: <https://www.bristol.ac.uk/news/2019/may/rethinking-digital-service-design.html> (abgerufen am 05.10.2022)

Tung, Liam (2018): Google: Here's why dark mode massively extends your OLED phone's battery life, unter: <https://www.zdnet.com/article/google-heres-why-dark-mode-massively-extends-your-oled-phones-battery-life/> (abgerufen am 05.10.2022)