

# Wie 100 Waschgänge

## So viel Strom verbraucht jeder Einzelne für Scrollen und Streamen

**Biberach** – Wir tippen, klicken, streamen – und merken kaum, dass jede digitale Handlung Strom verbraucht. Matthias Hillebrand, Absolvent des Bachelorstudiengangs Energie-Ingenieurwesen an der Hochschule Biberach, hat in seiner Abschlussarbeit untersucht, wie hoch der externe Stromverbrauch für externe digitale Dienste tatsächlich ist. Das Ergebnis: Je nach Nutzungsverhalten können bis zu 141 Kilowattstunden pro Person und Jahr entstehen. Das entspricht etwa 100 Waschmaschinenladungen oder 14 Tagen Dauerbetrieb eines Kühlschranks.

Für 10 bis 20 Stunden Laptop-Nutzung geht etwa eine Kilowattstunde drauf – abhängig vom individuellen Verhalten. „Wer viel streamt, online spielt



**Laptops** können je nach Nutzung Energiefresser sein. Vielen Verbrauchern ist das nicht bewusst. PHILIP DULIAN/DPA

oder Cloud-Dienste intensiv nutzt, erzeugt deutlich mehr Datenverkehr – und damit mehr Energieverbrauch“, erklärte Hillebrand. Das Abspielen von Playlists auf dem Smartphone erzeuge messbaren Energieaufwand in Rechenzentren, ebenso Suchanfragen

oder Video-Streaming. Laut Angaben hat Hillebrand ein eigenes Berechnungsmodell entwickelt. Allerdings fehlten viele Daten, sagte der Forscher. Große Anbieter würden kaum konkrete Zahlen zum Energieverbrauch ihrer Dienste veröffentlichen. Seine Ergebnisse seien

daher als fundierte Schätzung zu verstehen – nicht als absolute Wahrheit.

Während Stromsparen im Haushalt für viele selbstverständlich sei, bleibe dieser externe Stromverbrauch meist unbeachtet. „Er ist für uns unsichtbar“, sagte Hillebrand. „Wir zahlen ihn indirekt über Abos oder Internetverträge und haben keinen direkten Bezug dazu.“ Dabei könne ein bewusster Umgang mit digitalem Konsum Energie und Umwelt schonen. Kleine Veränderungen könnten laut Roland Koenigsdorff, der die Bachelor-Arbeit betreut hat, einen Unterschied machen: Wer etwa eine Playlist herunterlade, statt sie immer wieder zu streamen, vermeide Datenverkehr – und spare damit auch Energie. kna

# WLAN-Evolution

Wi-Fi-Standard	IEEE-Standard	Frequenzen	Kanalbreite (max.)	Modulation (max.)	Theoretische Datenrate
Wi-Fi 4	802.11n (2009)	2,4 GHz & 5 GHz	40 MHz	64-QAM (MCS 7)	bis ca. 0,6 GBit/s
Wi-Fi 5	802.11ac (2013)	5 GHz	160 MHz (80 MHz üblich)	256-QAM	bis ca. 6,9 GBit/s
Wi-Fi 6	802.11ax (2019)	2,4 GHz & 5 GHz (+6 GHz bei Wi-Fi 6E)	160 MHz	1024-QAM	bis 9,6 GBit/s
Wi-Fi 7	802.11be (2024/25)	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz	320 MHz (6 GHz-Band)	4096-QAM	bis ca. 46 GBit/s
Wi-Fi 8 (Ausblick)	802.11bn (ca. 2028)	vorauss. 1 - 7,25 GHz + 60 GHz	k.A.	k.A.	Fokus: extrem niedrige Latenz

# USB-Standard

	Datenrate (max.)	Eingeführt	Power Delivery
<b>USB 2.0 (High Speed)</b>	0,48 GBit/s (480 MBit/s)	ca. 2000	5 V, 0,5 A (2,5 W), kein PD
<b>USB 3.2 Gen1 (USB 3.0)</b>	5 GBit/s	2010	5 V, 0,9 A (USB-BC 1.2: 7,5 W)
<b>USB 3.2 Gen2 (USB 3.1)</b>	10 GBit/s	2013	5 V, 0,9 A (kein einheitliches PD)
<b>USB 3.2 Gen2x2</b>	20 GBit/s	2017	5 V, 0,9 A (kein einheitliches PD)
<b>USB 4 Version 1.0</b>	40 GBit/s	2019	PD 3.0 bis 100 W
<b>USB 4 Version 2.0</b>	80 GBit/s (120 GBit/s asym.)	2022 (Spec)	PD 3.1 bis 240 W



**USB 3.x-Namenswirrwarr:** USB 3.2 Gen1 entspricht USB 3.0 (5 Gb/s), Gen2 entspricht USB 3.1 (10 Gb/s). Gen2x2 bezeichnet 2 × 10 Gb/s über den USB-C-Anschluss.

**Asymmetrie:** USB 4 v2 kann optional 120 Gb/s in eine Richtung und 40 Gb/s zurück erreichen.

# Display-Schnittstellen

	HDMI 2.1	HDMI 2.2	DisplayPort 1.4a	DisplayPort 2.1
Max. Bandbreite	48 GBit/s	96 GBit/s	32,4 GBit/s	80 GBit/s (UHBR20)
Max. Auflösung/Framerate	4K@120 Hz / 8K@60 Hz	4K@480 Hz / 8K@120 Hz 16K ready	4K@120 Hz ohne Kompression / 8K@60 Hz (DSC)	4K@240 Hz / 8K@85 Hz
Multi-Monitor-Setups	nur über zusätzliche, diskrete Ports		eingeschränkt über MST	ja (Daisy Chaining)
Audio-Unterstützung	eARC, ARC, PCM, Dolby Digital, Dolby Atmos (abhängig vom Zuspeler)		PCM, Dolby Digital, Dolby Atmos, DTS:X (HBR-Audio, bis zu 32 Kanäle)	
HDR-Unterstützung	Dynamic HDR	Dynamic HDR + QMS	HDR10	Dynamic HDR, HDR10+
Typische Verwendung	Fernseher, Beamer, Konsolen, Player (Heimkino)		PC-Grafikkarten, Monitore, VR-Headsets (Computer)	
Steckertyp	19-Pin HDMI Type A (Standardgröße) – verriegelungsfrei		20-Pin DisplayPort (Standard) – teils mit Rastnase; Mini-DP (ältere Notebooks)	

**Legende:** **HDR (High Dynamic Range)** verbessert Kontrast und Farben sichtbar. **Dynamic HDR** passt die Bildwerte dynamisch an, **HDR10+** liefert Metadaten pro Szene. **QMS (Quick Media Switching)** vermeidet schwarze Bildschirme beim Wechsel der Bildrate. **eARC** überträgt unkomprimierten Surround-Sound wie Dolby Atmos über HDMI, während **ARC** nur einfache Formate wie Dolby Digital unterstützt. **DSC (Display Stream Compression)** ermöglicht 8K-Auflösung über geringere Bandbreite durch visuell verlustfreie Komprimierung. **UHBR20** steht für extrem schnelle Datenraten (80 GBit/s) bei DisplayPort 2.1 – ideal für 4K bei 240 Hz. **Daisy Chaining** erlaubt den Anschluss mehrerer Monitore über einen DisplayPort-Ausgang. **DP Alt Mode** überträgt DisplayPort-Signale über USB-C.