

Die CO₂-Kosten des Video-Streaming

Nicht nur in Zeiten der Corona-Krise wird Online-Lehre per Video immer beliebter. Es existieren im Internet sehr unterschiedliche Aussagen zur Energie- und CO₂-Bilanz des Video-Streaming. Dieser Beitrag liefert eine ganzheitliche Betrachtung sowie Tipps für eine nachhaltige Online-Lehre mit Videos. | Von Prof. Dr. Wolfgang Konen



Foto: TH Köln

Prof. Dr. Wolfgang Konen

Angewandte Informatik und Mathematik
TH Köln, Campus Gummersbach

wolfgang.konen@th-koeln.de

www.th-koeln.de/personen/wolfgang.konen/

Die Corona-Krise hat einen nie da gewesenen Schub in die Digitalisierung der Hochschullehre ausgelöst. An der TH Köln arbeiten jetzt unglaublich viele Dozentinnen, Dozenten, Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter daran, den Hochschulbetrieb in digitalen Formaten aufrechtzuerhalten und das ist eine große Leistung.

Gleichwohl müssen wir uns aber auch damit auseinandersetzen, was Video-Streaming an Nebeneffekten mit sich bringt. Ich wurde auf diesen Punkt gestoßen, als wir in meinem Wahlpflichtfach (WPF) „Deep Learning“ zu den Zeiten der Kontaktsperre die eigentlich geplanten Präsenz-Abschlusspräsentationen online durchführen mussten. Obwohl es ganz kurzfristig war, waren die Studierenden unglaublich engagiert und fertigten auf die Schnelle Screencast-Videos an. Das war eine tolle Leistung. Eines dieser Videos war jedoch 270 MB groß. Da beschlich mich ein etwas unguutes Gefühl, wie viel „Rechnerglühen“ und CO₂ es denn verursacht, wenn so ein Video mehrfach gestreamt wird. Zu diesem Zeitpunkt war das nur ein Gefühl. Ich wusste nicht, wie hoch der CO₂-Ausstoß ist. Als ich mit den Studierenden darüber diskutierte, sagte mir ein Student: „Das ist gar nicht so schlimm, da gibt es so ein Video bei YouTube von Dr. Watson¹, und der zeigt, dass der CO₂-Verbrauch sehr niedrig ist.“

Stark unterschiedliche Zahlen

In dem Video, das sehr gut gemacht ist (als Dozent kann ich mir da einiges anschauen für gute Video-Erstellung!) werden zwei wesentliche Aussagen getroffen: Zum einen wird Dieter Nuhr erwähnt, der einmal eine Studie zitierte², nach der Streaming ungefähr so viel CO₂ produziert wie der weltweite Flugverkehr. Zum anderen stellte Dr. Watson Recherchen an, nach denen der Verbrauch tatsächlich viel, viel niedriger

sei, nämlich 0,11 kWh/TB (TB = Terabyte) und das sei nur 1/300 einer Smartphone-Akkuladung.

Sowohl die eine als auch die andere Zahl erschienen mir unglaubwürdig, die eine zu hoch, die andere zu niedrig. Fangen wir mit den 0,11 kWh/TB an: Das kann eigentlich nicht den ganzen Stromverbrauch umfassen, wie die folgende Überlegung zeigt: Würde ich 1 TB (das entspricht etwa 300 h Spielfilm) mit meinem Laptop oder Smartphone downloaden, dann wäre – unabhängig davon, ob mein Endgerät es schaffen würde, diese große Datenmenge herunterzuladen – allein der Stromverbrauch in meinem Endgerät sicherlich so groß, dass der Akku nicht in der Lage wäre, diese Aktion noch 300 Mal zu wiederholen. Und das würde nur den Stromverbrauch des Endgerätes abbilden, hinzu kommen noch der Router, der Server usw.

Ganzheitliche Betrachtung

Eine ganzheitliche Betrachtung muss anders vorgehen: Sie muss den gesamten Stromverbrauch für den Betrieb des Internets abbilden, den Prozentsatz, der auf Video-Streaming entfällt, herausrechnen und auf diese Weise zu einer Aussage für den Stromverbrauch von 1 TB Video-Streaming gelangen. Folgt man gängigen Studien, so machte Ende 2018 Video-Streaming 58 Prozent des Internetdatenverkehrs aus³, der im Jahr 2017 1,5 Milliarden TB betrug.⁴ Der Stromverbrauch für das weltweite Video-Streaming wird mit 200 Milliarden kWh beziffert.⁵ Setzt man diese Zahlen zueinander ins Verhältnis, so kommt man auf 230 kWh/TB. Das liegt etwa um den Faktor 2000 über dem bei Dr. Watson zitierten Wert.

Um diese Zahl anschaulicher zu machen, wollen wir sie in CO₂ übersetzen. Wie viel CO₂ eine Kilowattstunde

verursacht ist natürlich abhängig von der Art der Stromerzeugung. Beim gegenwärtigen Strommix in Deutschland können wir von 474 g CO₂/kWh ausgehen. Das weltweite Internet-Streaming hat demnach einen Ausstoß von 94,8 Kilotonnen CO₂. Zum Vergleich: Der weltweite Flugverkehr stößt jährlich etwa 915 000 Kilotonnen CO₂ aus. Das ist um den Faktor 10.000 größer. Die von Dieter Nuhr zitierte Studie² irrt hier also.

Wir können festhalten, dass im Internet bzw. in der Literatur sehr unterschiedliche Werte für den CO₂-Verbrauch beim Video-Streaming kursieren, die um den Faktor 20 Millionen (!) auseinanderliegen (2.000 x 10.000). Das Ziel dieses Beitrages ist es, diese manchmal emotional geführte Diskussion zu versachlichen, indem Zahlen aus einigen verschiedenen Quellen zusammengetragen und abgeglichen werden. Die Wahrheit liegt wohl eher in der Mitte, entweder bei 230 kWh/TB nach obiger Rechnung oder bei Werten zwischen 50 bis 500 kWh/TB, wie eine andere Meta-Studie⁶ ermittelt hat.

Das CO₂-Gewicht einer Vorlesung

Was heißt das nun für das Video-Streamen von Vorlesungen oder anderen Lehrformaten? Eine Stunde Full-HD-Video bedeuten etwa 3 GB. Wenn ein Studierender sich ein solches Video anschaut, sind das etwa 0,69 kWh oder 330 g CO₂. Wenn 70 Studierende, also eine mittelgroße Lerngruppe, dieses Video streamt, werden 23 kg CO₂ produziert.

Sind 23 kg CO₂ viel? Dazu bemühen wir verschiedene CO₂-Rechner⁷ und ermitteln, dass der ökologische Fußabdruck einer Person, die hin und zurück von Düsseldorf nach Mallorca fliegt, etwa 500 bis 700 kg CO₂ beträgt. 23 kg CO₂ sind also 1/25 dieses Fußabdrucks. Oder, als anderer Vergleich: Eine Hin- und Rückfahrt von Köln nach Gummersbach einer Einzelperson im Auto erzeugt etwa 20 kg CO₂.⁸ Wenn 70 Personen dieses Video streamen, dann ist die CO₂-Menge vergleichbar mit dieser Autofahrt

eines Einzelnen. Das ist einerseits nicht viel, andererseits nicht wenig: Für eine Einzelperson kann es von der CO₂-Bilanz sinnvoller sein, einmal ein Video zu streamen als eine komplette Autofahrt zu machen. Wenn man allerdings sehr viele Videos streamt oder das Video-Streaming zusätzlich zum Vorlesungsbesuch macht, kann der CO₂-Bedarf beachtlich werden.

Tipps für die Online-Lehre

Eine Reihe von Tipps soll diese kurze Betrachtung abschließen:

- Video-Streaming ist nicht so schädlich wie von einigen behauptet, aber auch nicht so unschädlich wie von anderen behauptet. Es kann eine wertvolle Ergänzung sein, gerade auch aus didaktischer Sicht, aber wir sollten es andererseits auch mit Bedacht einsetzen.
- Als Lehrender/Vortragender sollte ich mich bemühen, meine Videos kurz zu halten (die Studierenden werden es mir sowieso danken 😊).
- Es lohnt sich, sich Gedanken über die Auflösung bzw. Video- und Audio-Qualität zu machen: Es muss nicht immer Full-HD sein, wenn ich groß beschriebene Folien abfilme.
- Bevor ich ein Video hochlade, sollte ich prüfen, ob es sich eventuell noch komprimieren lässt. Der eingangs erwähnte 270 MB-Screencast konnte mit einem frei erhältlichen Video-Konvertierungstools⁹ auf 17 MB verkleinert werden. Das geht nicht immer so stark, ist aber eine Überprüfung wert.
- Es ist auch eine Überlegung wert, ob nicht Audio-Podcast plus Folien zu einem ähnlich guten Lernerfolg wie ein Video führen können. Immerhin ist ein Audio vielseitiger rezipierbar, kann auch während einer Zug- oder Autofahrt gehört werden.
- Als Lernender sollte ich ebenfalls mit Bedacht streamen. Bekomme ich gleichwertige oder bessere Inhalte vielleicht kompakter in Schriftform? Wenn ich ein Video vermutlich mehrfach ansehen werde, kann ich überlegen, es direkt zu Anfang lokal herunterzuladen. ■

Literatur

- 1 <https://www.youtube.com/watch?v=cfT6FhA4NFE>: Dr.-Watson-Video zu Streaming + CO₂, Abruf 05.04.2020.
- 2 Ausschnitt Programm Dieter Nuhr, <https://www.youtube.com/watch?v=lpymHtsjfZ4>: Abruf 05.04.2020, sowie <https://www.channelpartner.de/a/internet-surfen-soll-gleiche-co2-belastung-erzeugen-wie-gesamter-flugverkehr,3336940>, Abruf 05.04.2020.
- 3 <https://www.sandvine.com/hubfs/downloads/phenomena/2018-phenomena-report.pdf>: Cullen, Cam (2018): The Global Internet Phenomena Report, Sandvine.
- 4 <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/white-paper-c11-741490.pdf>: Cisco (2020) "Cisco Annual Internet Report (2018–2023)".
- 5 eon-Studie: Internet: So hoch ist der Stromverbrauch des World Wide Web. <https://www.eon.de/de/eonerleben/warum-der-stromverbrauch-im-internet-die-umwelt-genauso-belastet-wie-der-weltweite-flugverkehr.html>, Abruf 05.04.2020.
- 6 Aslan, Joshua; Mayers, Kieren; Koomey, Jonathan G.; France, Chris (2018): Electricity Intensity of Internet Data Transmission: Untangling the Estimates. *Journal of Industrial Ecology*, 22, 785–798. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.12630>: doi:10.1111/jiec.12630.
- 7 CO₂-Rechner für Flugreisen: https://co2.myclimate.org/de/flight_calculators/new, <https://www.atmosfair.de/de/kompensieren/flug/> Abruf 05.04.2020.
- 8 CO₂-Rechner für Autofahrten: <https://www.quarks.de/umwelt/klimawandel/co2-rechner-fuer-auto-flugzeug-und-co/> Abruf 05.04.2020.
- 9 HandBrake, ein leistungsfähiger Open Source Video Transcoder: <https://handbrake.fr/> Abruf 05.04.2020