

# Energiebedarf und Treibhausgasemissionen der Digitalisierung

Themenbereich: (10) Lebenszyklusanalysen

Manuela FRANZ<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Institut für Sensor- und Aktuatorsysteme, Technische Universität Wien,  
Gußhausstraße 27-29/E366, 1040 Wien  
email: manuela.franz@tuwien.ac.at

## Motivation und zentrale Fragestellung

Im März 2020 haben sich die Sektoren von Bildung und Büroarbeit weitgehend auf Distance Learning und Homeoffice umgestellt. Der Arbeits- und Bildungsalltag ist von Videomeetings und Online-Vorträgen geprägt. Diese Verhaltensänderungen haben den Blick auf die Thematik der Digitalisierung in den Vordergrund gerückt. Das wirft die Frage auf, wie viel Energiebedarf Videomeetings verursachen und welche Struktur und Anwendungen der Digitalisierung vorhanden und mit der Umsetzung von Industrie 4.0 zu erwarten sind. Diese Arbeit gibt einen Überblick über den Stand des Wissens, Zukunftsszenarien, Parameter und Unsicherheiten zum globalen Energieverbrauch und den damit verbundenen Treibhausgasemissionen als Folge der Digitalisierung.

## Methodische Vorgangsweise

Im Rahmen einer umfassenden Literaturrecherche werden der Stand des Wissens und Zukunftsprognosen des globalen Energieverbrauchs der Digitalisierung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen ermittelt. Die verwendete Literatur ist wissenschaftlichen Zeitschriften und Konferenzbänden entnommen, ebenso werden Publikationen von weiteren Forschungseinrichtungen, Interessensvertretungen und internationalen Agenturen einbezogen. Das Publikationsdatum ist auf die letzten acht Jahre begrenzt.

Im ersten Abschnitt wird die gesamte Infrastruktur der Digitalisierung und deren Varianten sowie die damit verbundenen Unsicherheiten der Energiebedarfsabschätzung dargestellt. Dies betrifft einerseits Typ und Technologie der Infrastrukturelemente und andererseits Größenordnung und lokale Standorte, insbesondere der Rechenzentren. Weiters werden die verschiedenen Anwendungssektoren und anteilige Rechen- und Speicherbedarfe aufgeschlüsselt.

Der zweite Abschnitt stellt die aktuellen Schätzungen derzeitiger und zukünftiger Energiebedarfe und Treibhausgasemissionen gesamt und nach Infrastrukturelemente bzw. Anwendung gegenüber, wobei unterschiedliche Annahmen der AutorInnen diskutiert werden. Es wird näher eingegangen auf mögliche Energieeinsparungspotentiale der Infrastruktur durch direkte Effizienzsteigerung elektrischer und elektronischer Komponenten, Energierückgewinnung und Nutzung von Synergieeffekten.

Neben den direkten Energiebedarfen der technischen Infrastruktur werden im dritten Abschnitt beispielhaft die indirekten Auswirkungen diskutiert, die durch Anwendung der Digitalisierung zu einer Erhöhung oder zu einer Reduzierung des globalen Energieverbrauches führen können sowie mögliche Rebound-Effekte. Als Abschluss werden streiflichtartig sozial-ökonomische Folgen der Digitalisierung zusammengefasst, soweit sie in den ausgewählten Publikationen erwähnt werden.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die digitale Infrastruktur setzt sich aus drei Hauptkomponenten zusammen, dies sind Rechenzentren, Kommunikationsnetze und Endnutzergeräte. Letztere sind im räumlichen Sinne zu verstehen, wie sie von Personen in Unternehmen, Ämtern oder Haushalten als fest installierte oder portable Endgeräte benutzt werden.

Abbildung 1 zeigt die technische Infrastruktur der Digitalisierung mit einer Auswahl an möglichen energierelevanten Varianten der einzelnen Infrastrukturelemente [1,2,3]. Ein Überblick über die zukünftige Anwendung der Digitalisierung zeigt, dass derzeitige Energiebedarfsprognosen um weitere Kategorien der Endnutzungsgeräte wie Roboter und Internet-of-Things (IoT)-Geräte für Smart Homes, Smart Cities, Smart Mobility etc. erweitert werden müssen.

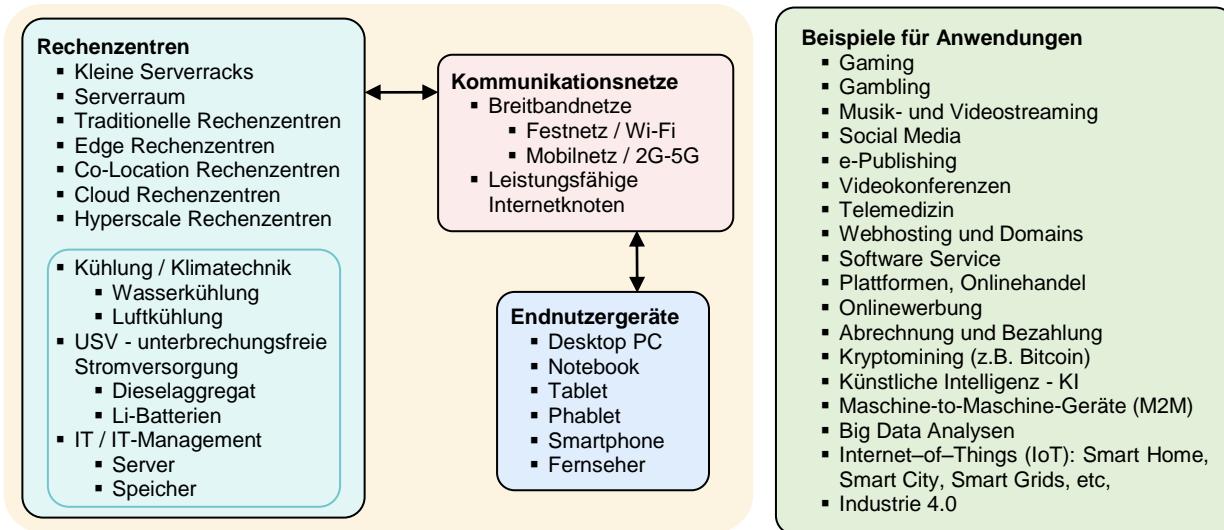


Abbildung 1: Digitale Infrastruktur gemäß Literatur und (zukünftige) Anwendungen der Digitalisierung.

Abbildung 2 zeigt Energiebedarfsszenarien der Digitalisierung bis 2030 nach [3,4]. Es gibt eine Vielzahl an Berechnungen für den Energiebedarf der digitalen Infrastruktur, deren Ergebnisse oftmals nicht direkt vergleichbar sind, da Systemgrenzen, Einheiten und Randbedingungen unterschiedlich definiert werden. Es bestehen große Unsicherheiten in der Abschätzung des zu erwartenden Datenverkehrs und Rechenleistung sowie die zukünftige Technologieentwicklung energieeffizienter elektronischer Bauelemente und Komponenten, vor allem der Transistor-Technologie.

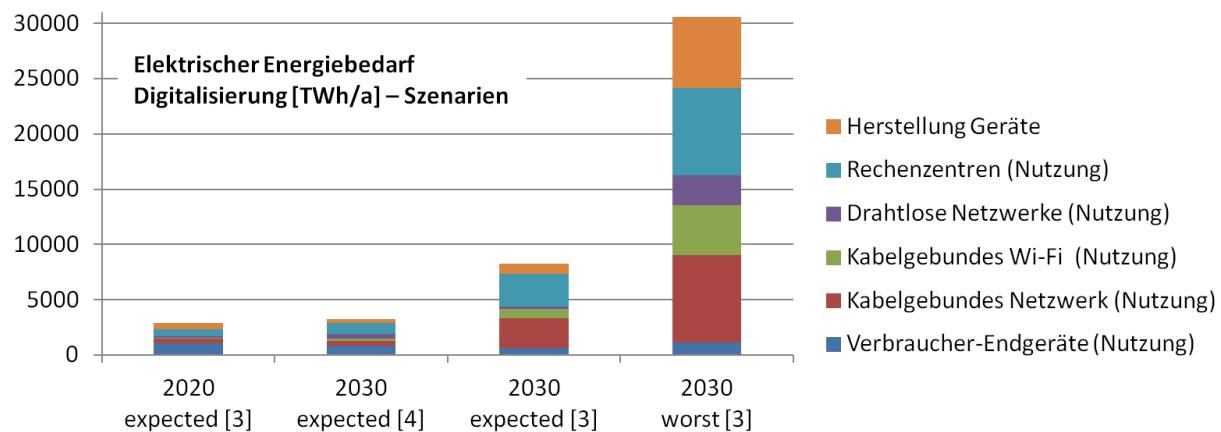


Abbildung 2: Energiebedarfsszenarien der globalen Digitalisierung (Datenquellen: [3,4]).

Im worst case-Szenario könnte der Energiebedarf der Digitalisierung bis zu 51% des globalen Gesamtbedarfes an elektrischer Energie ausmachen, wenn erwartete Effizienzsteigerungen nicht vollständig umgesetzt werden können. Mit dem globalen Umrechnungsfaktor von 475 g CO<sub>2</sub>/kWh gemäß der International Energy Agency (IEA) [5] werden die Treibhausgasemissionen der weltweiten digitalen Infrastruktur für das Jahr 2020 auf 1367 Mt CO<sub>2</sub>-e geschätzt. Im Bereich der Rechenzentren ist für 2020 der Energiebedarf mit 45% dem Server und 28% der Kühlung zugeordnet [1].

## Literatur

- [1] Hintemann, Ralph; Hinterholzer, Simon (2020) Rechenzentren in Europa. Chancen für eine nachhaltige Digitalisierung. Berlin: Borderstep Institut.
- [2] Bieser, Jan; Hintemann, Ralph; Beucker, Severin; Schramm, Stefanie; Hilty, Lorenz (2020) Klimaschutz durch digitale Technologien – Chancen und Risiken. Kurzstudie. Bitkom e. V.
- [3] Andrae, Anders; Edler, Tomas (2015) On Global Electricity Usage of Communication Technology: Trends to 2030. Challenges 2015, 6, 117-157; doi:10.3390/challe6010117.
- [4] Andrae, Anders S.G. (2020) New perspectives on internet electricity use in 2030. Eng. Appl. Sci. Lett. 2020, 3(2), 19-31. DOI: 10.30538/psrp-easl2020.0038.
- [5] International Energy Agency (2019) Global Energy & CO<sub>2</sub> Status Report. The lastest trends in energy and emissions in 2018.