

Der aktuell grösste KI-Chip:
GPT-3. Bild: Cerebras Systems



KI, Energie und Nachhaltigkeit

Eine Gleichung mit vielen Unbekannten

Radomír Novotný

Nicht nur die künstliche Intelligenz und ihre Leistungsfähigkeit sind in aller Munde, sondern auch ihr rasant steigender Energieverbrauch. Dieser wird unter anderem durch das rechenintensive Trainieren grosser Modelle mit Deep Learning verursacht. Dazu wird leistungsfähige Rechner-Hardware eingesetzt, beispielsweise optimierte Chips, bei denen die Kommunikation zwischen den Cores und mit dem Speicher eine möglichst kurze Latenzzeit aufweist.

Der zurzeit grösste KI-Chip, der GPT-3 von Cerebras Systems, ist ein wafergrosser Chip mit 900 000 Cores (Einstiegsbild). Mit dem Chip können diverse Machine-Learning-Modelle auf einem einzelnen Chip ausgeführt werden, was die Ausführungszeit markant senkt. Diese Leistungsfähigkeit hat aber

ihren Preis: Der Stromverbrauch des Chips liegt bei 23 kW. Solche Chips – von denen in gewissen Rechenzentren hunderte eingesetzt werden – sind somit auf eine hoch effiziente Wasserkühlung angewiesen.

Energieverbrauch von Rechenzentren

Wie gross der Energieverbrauch der künstlichen Intelligenz weltweit sein dürfte, stellt der am 10. April 2025 veröffentlichte Bericht «Energy and AI» der Internationalen Energieagentur IEA vor. Das Ziel des Reports ist eine Analyse der Verbindungen zwischen der Energie und der KI und wie ihr Energiebedarf künftig auf nachhaltigere Weise erreicht werden kann.

Der Bericht skizziert die Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren seit

IN
KÜRZE



der Internet-Revolution der 1990er-Jahre. Dieser stieg interessanterweise nicht immer kontinuierlich, sondern schwankte je nach technologischer Entwicklung. Zwischen 2000 und 2005 verdoppelte sich der Verbrauch der US-Rechenzentren nahezu, um sich etwa drei Jahre später zu verlangsamen – bei unveränderter Ausbreitungsgeschwindigkeit der Digitalisierung. Gründe für diesen Einbruch des Verbrauchswachstums waren die Migration von Diensten auf grössere, effizientere Datenzentren (Colocation) und Effizienzerhöhungen bei der Hardware und im Betrieb.

Lange währte diese Effizienzphase nicht, denn ab 2017 beschleunigte sich die Erhöhung des Stromverbrauchs der Rechenzentren wieder deutlich. Ausgelöst war dieser Wachstumsschub unter anderem durch die Expansion des Cloud Computing, dem gesteigerten Konsum von Online-Medien und dem Aufkommen von KI. Zudem boten die neuen, mit FPGA, GPU usw. beschleunigten Server Anwendungsmöglichkeiten, die auf früheren Servern nicht möglich waren. Dies kurbelte die Nachfrage so stark an, dass Energieeffizienzmassnahmen den zusätzlichen Verbrauch nicht kompensieren konnten. Wuchs der Stromverbrauch der Rechenzentren zwischen 2005 bis 2015 etwa 3% jährlich, erhöhte sich das Verbrauchswachstum bis 2024 auf 10%.

Aktuelle Zahlen

Gemäss dem Bericht verbrauchten Rechenzentren (ohne Kryptowährungs-Datenzentren) 2023 global rund 360 TWh Strom, also etwa einen Drittel des Verbrauchs des ganzen ICT-Sektors, der damals auf über 1000 TWh geschätzt wurde, was rund 4% des globalen Stromverbrauchs entspricht. Telekommunikationsnetze, inklusive Fest- und Mobilfunkzugangsnetze sowie Kernnetze, verbrauchten rund 280 TWh, während PCs, Mobiltelefone und andere vernetzte Geräte rund 440 TWh in thermische Energie umwandelten. Die separate Kategorie «Kryptowährungsrechner» kam 2023 auf rund 120 TWh.

Modelliert wird der aktuelle Verbrauch der Rechenzentren im Bericht mit einer Bottom-up-Methode: Der Durchschnittsverbrauch aller ausgelieferten IT-Komponenten (Server, Speichersysteme und Netzwerk-Komponenten) wird addiert, in der Annahme, dass sämtliche erworbenen Komponenten auch im Einsatz stehen. Für jede Region und jeden Typ des Rechenzentrums wird der IT-Verbrauch mit der entsprechenden Power Usage Effectiveness (PUE) multipliziert, um den Verbrauch der benötigten Infrastruktur zu berücksichtigen.

Der Verbrauch der künstlichen Intelligenz

Obwohl es bereits herausfordernd ist, präzise Zahlen für den Stromverbrauch aller Rechenzentren zu ermitteln, ist es noch schwieriger, zu bestimmen, wie viel Energie die KI konkret braucht, denn in den Rechenzentren teilen sich die KI-Anwendungen die Hardware mit anderen Applikationen. Die Betreiber der Rechenzentren haben nur beschränkt Zugriff auf die Auslastung durch KI. Erschwerend kommt noch hinzu, dass es unterschiedliche Definitionen von KI gibt. Häufig stützen sich Schätzungen auf den Stromverbrauch von beschleunigten Servern als Näherungswert für den Anteil der KI am Gesamtstromverbrauch von Rechenzentren. Solche Server machten 2024 24% des Stromverbrauchs von Servern und 15% des Gesamtstromverbrauchs von Rechenzentren aus.

In der Schweiz ist der KI-Anteil am Stromverbrauch der Rechenzentren viel kleiner als in gewissen anderen Ländern, denn es gibt nur einen KI-Supercomputer – den Rechner der ETH Zürich am CSCS in Lugano. Rechenzentren, die auf das Trainieren von Large Language Models ausgelegt sind, findet man in der Schweiz nicht [1].

In einem Interview mit dem neuseeländischen Journalisten und Futurologen Bruce McCabe vom 20. Oktober 2025 schätzt der Nachhaltigkeitsforscher und Gründer des Roegen Centre for Sustainability Vlad Coroama, dass bis 2030 nicht nur der Stromverbrauch der Rechenzentren auf zwischen 700 und 900 TWh jährlich wachsen wird, sondern dass sich auch der KI-Anteil auf rund die Hälfte der Auslastung erhöhen dürfte. Aber trotz des Wachstums sieht er den höheren Stromverbrauch der Rechenzentren eher als lokal relevantes Problem (beispielsweise durch Lärmbelastung, Wasserver-



In der Netzplanung ist der Einsatz der KI nützlich, beispielsweise für die Planung von Netzkapazitäten und die Optimierung von Leitungsführungen.

Bild: Radomir Novotný



Auch wenn die herkömmliche Gebäudetechnik die Energieeffizienz von Gebäuden steigern kann, lässt sich mit KI noch viel mehr herausholen, weil sie beispielsweise Belegungsmuster vorhersagen kann.

Bild: Radomír Novotný

brauch mancher Rechenzentren oder durch die Zusatzbelastung des Stromnetzes) statt als ausschlaggebenden Beitrag an den Klimawandel. Die Frage lautet für ihn eher: Wo können grosse Rechenzentren noch gebaut werden, ohne das Stromnetz zu überlasten?

Positive Effekte der KI

Trotz des immensen Energieverbrauchs hat die KI auch das Potenzial, in manchen Bereichen den Energieverbrauch und die entsprechenden Emissionen zu senken. Könnte diese Stromverbrauchsreduktion eventuell den Energiehunger der KI übersteigen und so die Situation entschärfen? Einige Beispiele machen klar, dass die Situation komplex ist.

Im Energiesektor werden leistungsfähige Rechenzentren an vielen Orten zugebaut. Beispielsweise ist der Einsatz von Rechnern in der Erdölindustrie in den letzten Jahren stark gestiegen. Diese Industrie gehört zu den ersten, die Supercomputer eingesetzt hat, um die Förderung der fossilen Energieträger zu optimieren und neue Vorkommen einfacher zu finden. Im Jahr 2000 wurden durch Erdölfirmen 11 Supercomputer eingesetzt, die unter den 500 weltweit schnellsten Rechnern lagen. 2024 lag die Anzahl solcher Computer bereits bei 24. Die Rechenleistung in diesem Sektor stieg jährlich um knapp 70%.

Ein Hauptgrund für diese Steigerung der Rechenleistung liegt in der Verarbeitung von Daten aus seismischen Untersuchungen. KI verbessert die Interpretation und Bildqualität seismischer Daten und klassifiziert sie um bis zu 90% genauer. Durch die Kombination von Felddaten, Modellen und Machine Learning zur Prognose von Produktionsmengen

können geologische Modelle von fossilen Quellen in Stunden statt in Monaten ermittelt werden. Obwohl der Einsatz von KI hier zwar für die Industrie nützlich ist, sieht dies aus Sicht der Nachhaltigkeit anders aus, denn der Nutzung von fossilen Energieträgern wird so Vorschub geleistet.

Es gibt aber eine erfreuliche Ausnahme für die Anwendung von KI in dieser Branche: Das schnelle Aufspüren von unerwünscht austretendem Methan. Dieses macht rund einen Fünftel der Methanemissionen aus, die bei der Öl- und Gasförderung anfallen. Durch die Einführung einer kontinuierlichen Lecksuche und -behebung an Standorten, die aktuell nur vierteljährlich oder seltener überprüft werden können, könnten weltweit etwa 2 Mio. Tonnen Methanemissionen vermieden werden.

KI im Elektrizitätssektor

Im elektrischen Energiesystem wird KI immer mehr eingesetzt, um die Netzstabilität zu gewährleisten und um die Stromerzeugung und Verteilung zu optimieren, unter anderem mit Last- und Erzeugungsprognosen, die den Einsatz von Flexibilitätsteuern. Viele von Smart Metern und Sensoren generierte Daten, deren Auswertung einen Einblick in den Zustand des Netzes gibt, können genutzt werden, um den dezentral erzeugten Solarstrom besser ins Verteilnetz integrieren zu können.

Der IEA-Bericht führt mehrere KI-Anwendungen für die Stromerzeugung auf, wobei die wirksamsten zwei die Zustandsdiagnose und der autonome Betrieb ist. Erstere kann die Anzahl Inspektionen während der Lebensdauer einer Anlage reduzieren und ihre Lebensdauer verlängern, während Letzterer einen sicheren automatisierten Betrieb aufrechterhalten kann. Zudem lässt sich KI bei der Planung neuer Anlagen für die Ermittlung der optimalen Dimensionierung von Komponenten nutzen.

Netzbetreiber setzen KI meist für die Betriebs- und Netzplanung sowie für die Planung von Unterhaltsarbeiten ein, also für längerfristige Projekte. Obwohl es klare Vorteile gibt, nutzt nur gut ein Fünftel der Netzbetreiber KI auch für Echtzeitanwendungen. Die in diesem Bereich fehlenden Standards und die intransparente Entscheidungsfindung von KI-Tools sorgen dafür, dass das Vertrauen in schnelle Anwendungen für den Netzbetrieb gering ist. Aufgeschlossen sind Netzbetreiber hingegen für die Fehleranalyse nach Stromausfällen.

Eine attraktive KI-Anwendung für Übertragungsnetzbetreiber ist das Dynamic Line Rating (DLR). Diese Technologie ermöglicht es, bei günstigen Wet-

terbedingungen, die die Freileitungen stärker abkühlen, mehr Strom zu übertragen. Gemäss globalen Erfahrungen können Transmissionsleitungen während rund 90% der Zeit rund 20 bis 30% mehr als die Nennleistung übertragen. Dies kann Infrastrukturerweiterungen reduzieren und die Integration von erneuerbaren Energien erhöhen.

Weitere Einsatzbereiche

Auch in der Industrie gibt es zahlreiche Einsatzmöglichkeiten für KI. Nebst der prädiktiven Wartung und dem generativen Design, das eine schnellere Entwicklung von (hoffentlich energieeffizienteren) Produkten ermöglicht, können Prozesse in der Produktion und bei den Lieferketten optimiert werden. Die Optimierung von Prozessen wirkt sich am

stärksten auf die Nachhaltigkeit aus, da viel Energie relativ rasch eingespart werden kann. Nachhaltigkeitsziele werden schneller erreicht und gleichzeitig Kosten eingespart.

Bei der Mobilität kann die Energieeffizienz mit KI-Anwendungen erhöht werden – durch die Optimierung von Routen, Verbesserung des Fahrzeugunterhalts und Vermeidung von Leerfahrten. Die KI könnte auch das Teilen von Fahrzeugen attraktiver machen. Bei einem Erdölverbrauch im Transportsektor von 55% des globalen Verbrauchs wirken sich Optimierungen schnell aus. Das Einsparpotenzial für Treibstoff liegt gemäss dem Report zwischen 12 und 20%.

Im Gebäudebereich gibt es Energie-Management-Systeme schon lange. Sie werden dank Wetterprog-

IA, énergie et durabilité

Une équation aux nombreuses inconnues

On parle beaucoup non seulement de l'intelligence artificielle et de ses performances, mais aussi de sa consommation énergétique notoire. Celle-ci est notamment due à l'entraînement, très gourmand en calcul, de grands modèles de deep learning. Publié le 10 avril 2025, le rapport «Energy and AI» de l'Agence internationale de l'énergie (IEA) présente les chiffres en matière de consommation d'énergie issus d'une analyse de la situation globale des TIC: en 2023, les centres de données ont consommé environ 360 TWh d'électricité à l'échelle mondiale, soit environ un tiers de la consommation totale d'électricité du secteur des TIC. Celle-ci était alors estimée à plus de 1000 TWh, ce qui correspond à environ 49% de la consommation mondiale d'électricité. Les réseaux de télécommunications, y compris les réseaux d'accès fixes et mobiles ainsi que les réseaux centraux, ont consommé environ 280 TWh, tandis que les ordinateurs, les téléphones portables et autres appareils connectés ont transformé environ 440 TWh en énergie thermique. La catégorie distincte des «mineurs de cryptomonnaies» a atteint environ 120 TWh en 2023.

Malgré cette consommation énergétique colossale, l'IA a également le potentiel de réduire la consommation d'énergie et les émissions associées dans certains domaines. Dans le système électrique, elle est de plus en plus utilisée pour garantir la stabilité du réseau et optimiser la production et la distribution d'électricité, notamment grâce à des prévisions de charge et de production qui gèrent le recours aux systèmes de stockage

d'énergie. Le Dynamic Line Rating (DLR) est une application de l'IA particulièrement intéressante pour les gestionnaires de réseaux de transport. Cette technologie permet de transporter davantage d'électricité lorsque les conditions météorologiques sont favorables et assurent un meilleur refroidissement des lignes aériennes. Selon l'expérience acquise à l'échelle mondiale, les lignes de transport peuvent, durant près de 90% du temps, transporter 20 à 30% de plus que leur puissance nominale. Cela peut réduire les besoins en matière d'extension des infrastructures et accroître l'intégration des énergies renouvelables.

Le rapport de l'AIE conclut que, si les centres de données constituent la principale source d'augmentation des émissions de CO₂, ces dernières atteindront leur pic après 2030 et se maintiendront ensuite pendant quelques années à 1% des émissions totales du système énergétique. Les réductions d'émissions potentiellement réalisables grâce à l'utilisation de l'IA s'élèvent à 4%, soit un chiffre nettement supérieur à l'augmentation des émissions qui lui incombe. Mais la question de savoir si ces potentiels seront réellement exploités reste ouverte, notamment en raison des effets de rebond.

En permettant de rendre le système électrique plus durable, l'IA jette les bases de la tendance à l'électrification, essentielle à la mise en œuvre de la transition énergétique. Au vu de la taille et de la complexité du système électrique, l'IA est pour ainsi dire prédestinée à ce type de tâches d'optimisation gourmandes en données.

nosen und Präsenzmeldern immer genauer. KI ermöglicht nun eine noch effizientere Gebäudetechnik, da sie eine regelmässige Kalibrierung der Heizungs- und Lüftungssteuerung ermöglicht, Nutzerbedürfnisse besser berücksichtigt und so Energie spart. In manchen Fällen kann KI mit herkömmlichen Gebäudetechniksystemen genutzt werden, um die Einstellungen anhand der Messdaten zu optimieren. KI erkennt unübliche Muster und hilft, Energie zu sparen.

Ergebnisse der Analyse

Der IEA-Bericht kommt zum Schluss, dass zwar die Rechenzentren die wichtigsten Quellen für eine Zunahme von CO₂-Emissionen sind, diese aber nach 2030 ihren Höhepunkt erreichen und dann für einige Jahre bei 1 % der gesamten Emissionen des Energiesystems bleiben. Die potenziell möglichen Emissionsreduktionen durch den Einsatz von KI liegen bei 4 %, also deutlich höher als die Emissionszunahme durch die KI. Aber ob die Potenziale auch wirklich genutzt werden, bleibt offen. Die Situation ist komplex und lässt sich nicht auf die Schnelle ändern. Aktuelle Bestrebungen deuten nicht darauf hin, dass dieses Potenzial so schnell ausgiebig genutzt würde.

Zudem müssen Rebound-Effekte berücksichtigt werden, die durch die von der KI erzeugten Kosten bzw. Zeitreduktion ausgelöst werden, denn die eingesparten Kosten oder die gewonnene Zeit dürften in Aktivitäten investiert werden, die ihrerseits Emissionen verursachen. All diese Faktoren zusammen mit den Veränderungen im Energiemix bestimmen, ob die KI künftig in der Lage sein wird, Emissionen zu reduzieren und die Nachhaltigkeit zu steigern.

Relevant, aber nicht ausschlaggebend

Die KI wird den Energieverbrauch in den nächsten Jahren zwar deutlich erhöhen, wird sich aber, wie Vlad Coroama betont, nicht zu einem global ausschlaggebenden Faktor für die Klimaerwärmung entwickeln. Persönliche Verhaltensweisen spielen gemäss Coroama eine viel grössere Rolle als die Nutzung von KI: «Wenn ich auf rotes Fleisch verzichten würde, wäre das immer noch die weitaus wirksamere Klimaschutzmassnahme, als auf KI oder Netflix-Streaming oder Ähnliches zu verzichten.»

Dadurch, dass KI es ermöglicht, das elektrische System nachhaltiger zu gestalten, schafft es eine Grundlage für den Elektrifizierungstrend, der für die Umsetzung der Energiewende essenziell ist. Mit KI können erneuerbare Energien und Verbraucher durch die Nutzung von Pooling und Flexibilitäten aufeinander abgestimmt werden sowie neuartige Energiespeicher mit höherer Energiedichte entwickelt werden. KI kann auch dafür sorgen, dass die bestehende Netzinfrastruktur besser genutzt wird und ein Netzausbau punktuell vermieden werden kann. Bei der Grösse und Komplexität des elektrischen Energiesystems ist die KI sozusagen prädestiniert für solche datenintensiven Optimierungsaufgaben. Sie sorgt eigentlich selbst ein wenig dafür, dass ihr künftig der Strom nicht ausgeht.

Literatur

> Energy and AI, World Energy Outlook Special Report, International Energy Agency, 2025.

Referenz

[1] Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotenzial, BFE-Kurzbericht, S. 20, 2026.

Autor

Radomír Novotný ist Chefredaktor des Bulletin.ch.

> Electrosuisse, 8320 Fehraltorf

> radomir.novotny@electrosuisse.ch

ANZEIGE

Datendienstleistungen für Energieversorger



Wir unterstützen EVU/VNB kompetent in den Bereichen:

- Messwesen und Energiedatenmanagement (Strom, Gas, Wärme, Wasser)
- Energieprognosen, Energieabrechnung von EVG / ZEV / vZEV / LEG
- Zeitreihenmodul
- Visualisierung, Auswertung und Reporting
- Datenschutz und Datensicherheit (ISO 27001 zertifiziert)
- Arbeitsunterstützung und Support

Sysdex AG

Im Schörli 5
CH-8600 Dübendorf

Tel. 044 537 83 10

www.sysdex.ch

NEUTRAL



SICHER



ZUVERLÄSSIG