BÜNDNIS F5

AlgorithmWatch
Gesellschaft für Freiheitsrechte
Open Knowledge Foundation
Reporter ohne Grenzen
Wikimedia Deutschland

info@buendnis-f5.de

Stellungnahme zur Entwicklung der nationalen Rechenzentrumsstrategie

Einleitung (in Antwort auf Frage 1: Welche Merkmale und Rahmenbedingungen kennzeichnen aus Ihrer Sicht einen „zukunftsfähigen und leistungsstarken" Rechenzentrumsstandort Deutschland im Jahr 2030?)

Bei der physischen digitalen Infrastruktur befindet sich Deutschland gegenwärtig in einem problematischen Abhängigkeitsverhältnis zu einer kleinen Anzahl an Technologiekonzernen. Während die grundlegenden Probleme bereits seit einiger Zeit voranschreiten, haben sie durch wachsende geopolitische Spannungen in der letzten Zeit massiv an Bedeutung und Aufmerksamkeit gewonnen.

In dieser schwierigen Ausgangslage liegt jedoch auch eine große Chance: Der Weg zu einem **„zukunftsfähigen und leistungsfähigen Rechenzentrumsstandort Deutschland 2030"** hat das Potenzial, die Grundlage für einen umfassenden Wandel in der Digitalpolitik zu legen.

Ein zukunftsfähiger Rechenzentrumsstandort darf sich nicht in der Reaktion auf bestehende Abhängigkeiten erschöpfen, sondern muss proaktiv ein neues Zielbild etablieren. Statt lediglich Probleme zu beheben, gilt es, **Grundlagen für eine offene, kollaborative und selbstbestimmte digitale Gesellschaft zu schaffen, die Nachhaltigkeit und Grundrechte achtet.**

Konkret formuliert heißt dies: Deutschland setzt gemeinsam mit europäischen und internationalen Partnern auf **Kollaboration und offene Software-Ökosysteme.** Deutschland und Europa bieten dadurch eine glaubwürdige, wertebasierte und wettbewerbsfreundliche Alternative zu proprietären Cloud-Marktplätzen. Ein **diverser Rechenzentrumsmarkt** entsteht, der **lokale, genossenschaftliche und staatliche Anbieter** gleichberechtigt neben privaten Anbietern positioniert. **Europäische Datenschutzstandards** werden nicht nur eingehalten, sondern zum Qualitätsmerkmal des Standorts entwickelt. Der Infrastrukturausbau erfolgt **von Beginn an klima- und ressourcenverträglich** und richtet sich an lokalen Gegebenheiten aus.

Deutschland verfügt bereits über solide Grundlagen und Expertise in diesen Bereichen. Entscheidend ist nun eine Strategie zur Überwindung von Marktasymmetrien, die Hardware- und Software-Entwicklung als zusammenhängende Aufgabe im Rahmen eines ganzheitlichen Konzepts für digitale Infrastruktur begreift.

Herausforderungen & Chancen (in Antwort auf Frage 2: Welche zentralen Herausforderungen und Chancen sehen Sie für den Rechenzentrumsstandort Deutschland in den kommenden Jahren?)

Zentrale Herausforderungen

National wie global ist das Angebot an Rechenzentren von einer starken **Marktmachtkonzentration** geprägt. In Europa vereinen die drei Anbieter Amazon (AWS), Microsoft (Azure) und Google (Cloud) fast 70% des Marktes auf sich. Zwar gibt es in der EU bereits wettbewerbsfähige Cloudangebote, etwa in Bezug auf Netzwerkgeschwindigkeit, Speicher und Serverkapazität, doch kann derzeit kein europäischer Anbieter das vollständige Portfolio solcher sogenannten Hyperscalers abdecken. Ein kurzfristiger Wechsel ist daher kaum realistisch – und angesichts der Marktmacht der Hyperscaler bleibt fraglich, ob die Reproduktion des Hyperscaler-Modells in Europa überhaupt wünschenswert wäre.

Die dominante Position der Hyperscaler bei Cloud-Software ist dabei verschränkt mit ihren Kapazitäten im Hardware-Bereich. Die Hyperscaler bieten ihren Kund:innen integrierte Ökosysteme, die als Marktplatz für digitale Lösungen fungieren – von Datensicherung, Softwarepaketen, skalierbarer Rechenkapazitäten hin zu komplexen KI-Tools. Viele Organisationen entwickeln ihre digitalen Lösungen vollständig in einem einzigen Ökosystem, was einen späteren Wechsel erschwert, da Datenformate, APIs und Dienste proprietär gestaltet sind. Neben der Kontrolle über diese Marktstrukturen besitzen sie Zugriff auf individuell skalierbare Rechenkapazitäten, der weiterhin ausgebaut wird: Ein Großteil des Wachstums der Rechenzentren in Deutschland ist auf die hohen Investitionen der Hyperscaler zurückzuführen.

Durch diese Investitionen werden kontinuierlich geschlossene Systeme bestärkt, die systematisch den Wettbewerb behindern. Zwar erscheinen die Angebote der Top-3-Anbieter auf den ersten Blick attraktiv: Günstige Einstiegspreise, flexible Tarife und eine hohe Skalierbarkeit machen sie gerade für kleinere Unternehmen, Universitäten, Verwaltungen und Start-ups interessant. Zugleich sichern sich Konzerne wie Microsoft oder Google über ihre milliardenschweren Beteiligungen an Start-ups und Forschungseinrichtungen Einfluss, ohne diese vollständig übernehmen zu müssen. Dieses Modell führt zu einer „Co-production by many, appropriation by a few“: Während Universitäten, öffentliche Einrichtungen und kleinere Unternehmen zentrale Innovationen oft mit öffentlichen Mitteln entwickeln und finanzieren, profitieren vor allem die großen Plattformen – in Form von Gewinnen, kulturellem Kapital und technologischer Deutungshoheit.

Abhängigkeit von der US-Regierung: Die großen Cloud-Anbieter wie Microsoft, Amazon und Google haben während Trumps erster Amtszeit enge Kooperationen mit US-Sicherheits- und Migrationsbehörden gepflegt. Trotz interner Proteste hielten die Unternehmen an Verträgen mit umstrittenen Behörden fest und stellten wirtschaftliche Interessen über ethische Bedenken. Unter Trumps zweiter Amtszeit intensivieren sie ihre Nähe zur Politik, bieten großzügige Rabatte für staatliche Aufträge an und zeigen damit, wie eng ökonomische und politische Macht verflochten sind.

Rechenzentrums-Infrastrukturen bilden mittlerweile das Rückgrat kritischer Sektoren wie Energie, Verkehr und Gesundheit. Damit entsteht ein erhebliches strategisches Risiko: Wenn die Kontrolle über diese Systeme bei Anbietern liegt, die durch ihre Nähe zur Trump-Regierung auffallen, drohen im Falle geopolitischer Konflikte oder politisch motivierter Sanktionen weitreichende Abhängigkeiten. Gerade bei der Trump-Regierung, die wiederholt demokratische Institutionen unterminiert und die politische Integrität Europas offen infrage stellt, ist diese Konstellation besonders brisant und real. Das stellt ein erhebliches Risiko für Demokratie und gesellschaftliche Freiheit in Deutschland und Europa dar.

Mangel an Nachhaltigkeit: Nachhaltigkeitsprobleme von Rechenzentren betreffen vor allem den Strom- und Wasserverbrauch in den Rechenzentren selbst, zudem aber auch den Ressourcenverbrauch und die Entsorgung der verwendeten Hardware und der weiteren Komponenten. Hinzu kommen Auswirkungen auf Anwohner:innen und weitere Betroffene, beispielsweise durch lokale Emissionen oder Wasserentnahmen, durch steigende Strompreise aufgrund des Verbrauchs der Rechenzentren oder wenn Kosten für den Netzausbau auf die Allgemeinheit übertragen werden. Schon jetzt kündigen sich Verteilungskämpfe um Strom- und Wasserressourcen an.

Politisch wächst die Einsicht, dass Rechenzentren ohne Regulierung ein Klimarisiko darstellen. Die EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED) wurde 2023 in Deutschland mit dem Energieeffizienzgesetz (EnEfG) umgesetzt. Gleichwohl bleiben erhebliche Schlupflöcher und Umsetzungsdefizite. So ist nicht klar, ob die Betreiber den Berichtspflichten nachkommen. Angesichts fehlender und nicht-öffentlicher Daten zu Energieverbrauch und -herkunft sowie zur Abwärmenutzung ist eine Nachvollziehbarkeit der Klimaauswirkungen weit entfernt.

Ohne politische Maßnahmen droht der Stromverbrauch durch die Rechenzentren die Nutzung erneuerbarer Energien in anderen Bereichen einzuschränken und somit indirekt zur Erhöhung der CO_2-Emissionen beizutragen. 2024 verbrauchten Rechenzentren hierzulande bereits 3,9% des gesamten Stromverbrauchs. Nach einer aktuellen Studie im Auftrag des BMWE wird der Bedarf weiterhin steigen, auf 31 TWh für 2030 und 80 TWh für 2045. Die tatsächlichen Strombedarfe könnten allerdings auch erheblich höher liegen: Laut des Energiewendemonitorings im Auftrag des BMWE (S.54) werden im aktuellen Szenariorahmen des Netzentwicklungsplanes 2037/2045 aufgrund „aktuelle[r] Projektmeldungen, die auf eine steigende Anschlussnachfrage hindeuten" mittlerweile bereits Werte von 78 TWh für 2037 und 116 TWh für 2045 vorgesehen.

Auch direkt entstehen Klimaschäden durch den Ausbau von Rechenzentren. Das EnEfG schreibt zwar den Einsatz von erneuerbaren Energien vor, setzt hierbei jedoch auf die bilanzielle Zertifizierung. In der Praxis wird die erneuerbare Energie fast ausschließlich mittels Herkunftsgarantien eingekauft. So kann der tatsächliche Verbrauch zeitlich und regional auch durch fossile Kraftwerke gedeckt werden. Zudem bestehen Planungen für den Ausbau von Gaskraftwerken für die direkte Versorgung von Rechenzentren, beispielsweise durch E.ON zusammen mit dem Rechenzentrumsentwickler CyrusOne in Frankfurt am Main.

Hinzu kommen Probleme durch den Wasserverbrauch. In vielen Gegenden auch in Deutschland, beispielsweise Brandenburg, herrscht bereits jetzt Wasserknappheit. In den kommenden Jahren wird sich dieser durch den Klimawandel verschärfen. Angesichts der

zahlreichen Ankündigungen von Neubauprojekten in wasserarmen Gegenden könnten Rechenzentren in Zukunft auch in Deutschland wesentlich zum Wassermangel beitragen.

Zentrale Chancen

Stärkung eines funktionierenden Marktes: Der Aufbau einer vielfältigen Anbieterlandschaft mit offenen Standards und Open-Source-Lösungen bietet die Chance, Abhängigkeiten von wenigen Konzernen zu reduzieren, Ausfallsicherheit zu erhöhen und innovative Lösungen zu entwickeln. Hierbei sollten die aktuelle Dezentralität als Chance und die Erfahrungen aus der föderalen und europäischen Zusammenarbeit sowie aus der Zivilgesellschaft genutzt werden. Deutschland kann hier eine Vorreiterrolle in Europa übernehmen, indem es Standards setzt, Nachfrage als Kunde schafft und Rahmenbedingungen schafft, die kleinere und mittlere Anbieter stärken und föderierte, interoperable Lösungen ermöglichen. So wird Resilienz gegenüber politischen oder wirtschaftlichen Krisen geschaffen.

Gemeinwohlorientierte Governance: Nationale und europäische Initiativen eröffnen die Möglichkeit, Rechenzentren nicht nur als privatwirtschaftliche, sondern auch als gemeinwohlorientierte Infrastruktur zu denken. Kommunal, genossenschaftlich oder wissenschaftlich getragene Rechenzentren können sicherstellen, dass digitale Dienste auch jenseits der großen Plattformökonomie entstehen und genutzt werden. Solche Modelle fördern Teilhabe, Innovation und eine stärkere demokratische Kontrolle.

Transparenz, Vertrauen und gesellschaftliche Teilhabe: Wenn Betreiber verpflichtet werden, ihre Nachhaltigkeits- und Verbrauchsdaten offenzulegen, entsteht eine neue Qualität von Transparenz. Bürger:innen, Kommunen und Unternehmen können dadurch informierte Entscheidungen treffen. Ein bundesweites, offen einsehbares Register für Rechenzentren und deren Energie- und Wasserverbrauch sowie eine frühzeitige Einbindung von Kommunen und Zivilgesellschaft in Standortentscheidungen erhöht die gesellschaftliche Akzeptanz und ermöglicht tragfähige Lösungen, die regionale Interessen berücksichtigen.

Nachhaltiger Standortvorteil: Deutschland kann sich als internationaler Vorreiter profilieren, wenn Rechenzentren konsequent auf Klimaneutralität ausgerichtet werden. Verbindliche Vorgaben zu Energieeffizienz, Abwärmenutzung, Kühlungstechnologien, verpflichtende und transparente Umweltverträglichkeitsprüfungen und der ausschließliche Einsatz erneuerbarer Energien aus zusätzlich errichteten Anlagen bieten nicht nur ökologische Vorteile, sondern schaffen ein klares Qualitätsmerkmal für den Standort. Dies gilt umso mehr, wenn gleichzeitig auch die auf den Rechenzentren laufenden Algorithmen auf Nachhaltigkeit und geringen Rechenbedarf ausgerichtet werden – beispielsweise durch den Einsatz von verlinkten Datenbanken, standardisierten Schnittstellen und regelbasierter KI anstelle des Einsatzes generativer KI, die erhebliche Rechenleistung benötigt. Nachhaltigkeit kann so zum Wettbewerbsvorteil werden.

Anpassung der Rahmenbedingungen und die Rolle des Staates (in Antwort auf Fragen 3 & 4: Welche Rahmenbedingungen sollten aus Ihrer Sicht wie verändert werden, um Rechenzentrumsinvestitionen zu fördern und Innovation zu ermöglichen? Welche Rolle sollte der Staat bei der Entwicklung einer souveränen und resilienten Recheninfrastruktur einnehmen?)

Rechenzentren sind eine Schlüsselressource für Staat, Wirtschaft und Gesellschaft. Damit sie als Standortvorteil und Teil der Daseinsvorsorge wirken können, braucht es eine klare Strategie: Transparenz, faire Wettbewerbsbedingungen und gesellschaftliche Beteiligung sollen Vertrauen schaffen und die Attraktivität von Standorten stärken. Der Staat übernimmt dabei eine aktive Rolle, um Abhängigkeiten zu verringern, Resilienz zu fördern und Innovationen im Sinne des Gemeinwohls voranzubringen. Zugleich gilt es, den Ressourcenbedarf zu steuern und das Zusammenspiel öffentlicher und privater Rechenzentren gezielt auszubauen, damit Qualität und Innovationsimpulse allen zugutekommen.

Gemeinwohlorientierung und Offenheit fördern

Rolle des Staates: Um Unabhängigkeit, Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, sollte der Staat offene Referenzarchitekturen fördern und in den öffentlichen Rechenzentren stets weiter entwickeln. Dabei gilt das Prinzip „Öffentliches Geld – Öffentliches Gut“: Alles, was mit öffentlichen Mitteln finanziert wird, muss frei verfügbar und unter freien Lizenzen nutzbar sein. Wichtige Schritte auf diesem Weg sind:

- **Offene Lösungen sollten gezielt identifiziert, gefördert, eingesetzt und weiterentwickelt werden.** Hierfür sollte insbesondere auf internationale Zusammenarbeit mit europäischen wie globalen Partnern gesetzt werden. Für viele Anwendungen gibt es bereits exzellente offene Lösungen. Nur, wo diese nicht bestehen, sollte auf eine Neuentwicklung gesetzt werden. Die international gefeierte Arbeit des ZenDiS, der Sovereign Tech Agency, des im Aufbau befindlichen EDIC Digital Commons, sowie der SPRIND, aber auch die Hochleistungsrechenzentren der Universitäts- und Forschungslandschaft liefern hier gute Anknüpfungspunkte.
- **Das Vergaberecht** sollte so angepasst werden, dass **Ausschreibungen funktionsorientiert** formuliert sind, wodurch mehr Anbietern Zugang zum Markt ermöglicht wird. Verbindliche **Interoperabilitäts- und Exit-Klauseln** sichern den Wettbewerb, verhindern Lock-In-Effekte und fördern langfristig offene und nachhaltige Lösungen.
- **„Public Money, Public Code“** sollte verbindlich im Vergaberecht und der Vergabepraxis verankert werden. Dadurch entstehen transparente Lösungen, die nach Bedarf frei weiterentwickelt werden und Innovationen beschleunigen können.
- **Transparenz bei staatlichen Cloud-Aufträgen** und eine Offenlegung der Konditionen können darüber hinaus Nachvollziehbarkeit und öffentliche Kontrolle fördern und Vertrauen in die Vergabepraxis schaffen.
- **Wissenschaftlich getragene, genossenschaftlich organisierte und öffentlich betriebene Clouds und Rechenzentren** sollten gezielt gefördert werden, um sie

gleichberechtigt neben großen Anbietern zu platzieren. Im Rahmen des Sondervermögens für Digitale Infrastruktur gilt es, innovative Governance-Modelle zu erforschen und praktisch zu erproben.

Marktmacht abbauen und Regulierung durchsetzen

Rolle des Staates: Um eine weitere Konzentration von Marktmacht zu verhindern, muss der Staat als durchsetzungsstarker Regulierer auftreten und zentrale Standards wie Interoperabilität und Datenportabilität sichern. Wettbewerbsbehörden sollten die Befugnis erhalten, mit Interimsmaßnahmen frühzeitig einzugreifen und Missbrauch in dynamischen Märkten wirksam zu unterbinden. Daraus ergeben sich folgende Handlungsfelder:

- **Strengere Wettbewerbsaufsicht, Ex-Ante-Regeln, sowie die strukturelle Entflechtung von Hyperscalern:** Wettbewerbs- und Kartellrecht müssen so reformiert und angewendet werden, dass digitale Monopole weder entstehen noch bestehen bleiben können. Daher sollten auch Cloud-Anbieter als Gatekeeper im Sinne des DMA reguliert werden. Insbesondere ist zu verhindern, dass dominante Produkte automatisch mit Cloud-Diensten verknüpft werden dürfen. Das EU-Wettbewerbsverfahren zu Microsoft Teams kann hier als Blaupause dienen.
- **Transparenzpflichten** sind in diesem Zusammenhang erforderlich, damit Kund:innen klar erkennen können, welche Dienste technisch notwendig und welche lediglich als Bündelung angeboten werden. Deutschland sollte sich hierfür auf europäischer und nationaler Ebene einsetzen.
- Schließlich braucht es ein **level-playing field, das starke Grundrechts- und Verbraucherschutzsstandards garantiert.** Insbesondere Datenschutzstandards müssen umgesetzt werden und – bei Fortbestand von Klauseln wie dem CLOUD Act und FISA – zu einem Ausschluss solcher Anbieter führen. Die strengere Umsetzung der Regeln muss klar kommuniziert werden, um eine steuernde Wirkung zu entfalten.

Nachhaltigkeit als Eckpfeiler

Rolle des Staates: Der Staat ist gefordert, ambitionierte und ganzheitlich konzipierte Umwelt- und Effizienzstandards verbindlich zu machen und als Kunde einzufordern. So ist es möglich, Anreize zu schaffen, um ökologische Vorreiter zu belohnen und Umweltstandards hochzuhalten. Das Energieeffizienzgesetz bietet dringend notwendige Startpunkte, an denen festgehalten werden sollte. Zudem sollten die dort niedergelegten Verpflichtungen weiterentwickelt werden, um die Vereinbarkeit von digitalen wie ökologischen und lokalen Bedürfnissen sicherzustellen.

- **Verpflichtender Betrieb von neuen Rechenzentren ausschließlich mit zusätzlicher erneuerbarer Energie**: Diese muss aus zusätzlich errichteten Anlagen kommen und lokal produziert sein. Erzeugung und Verbrauch müssen zeitlich aufeinander abgestimmt sein.

- **Abstimmung der Rechenzentrumsstrategie mit Deutschlands Klimastrategie und Klima- und Nachhaltigkeitszielen**: Der Mehrverbrauch an Strom muss in allen Planungen einbezogen und der Ausbau der Rechenzentren in Einklang mit der Verfügbarkeit erneuerbarer Energien und den Bedarfen des Stromnetzes gebracht werden.
- **Offenlegungspflichten und Transparenz:** Angaben zu Energie- und Wasserverbrauch und -herkunft sowie zum CO_2-Fußabdruck müssen öffentlich verfügbar und unabhängig überprüfbar sein, sowohl als Prognosen zum Zeitpunkt der Planung als auch anhand tatsächlicher Werte im Betrieb. Zusätzlich sollten Betreiber sowie Anbieter auch den Energiebedarf der auf den Rechenzentren laufenden Anwendungen offenlegen, gemessen pro Service- oder Übertragungseinheit.
- **Verpflichtende Umweltverträglichkeitsprüfungen für neue Rechenzentren:** Bürger:innen und betroffene (auch angrenzende) Kommunen müssen in partizipativen Beteiligungsformaten frühzeitig in die Planungen einbezogen werden. Dabei muss eine informierte Entscheidungsfindung ermöglicht werden, beispielsweise indem die Prognosen unter anderem zu Wasser- und Energieverbrauch offengelegt werden.
- **Betreiber und Nutzer von Rechenzentren sollten an den Kosten beteiligt werden**, z.B. durch Umlage der benötigten (Netz-)Infrastruktur und durch eine Besteuerung von exzessiver Nutzung von Rechenzentrumsleistung (z.B. kryptowährungsbasiertes Mining, ressourcenaufwendige KI-Großmodelle).
- **Digitale Anwendungen auf geringen Rechenbedarf ausrichten**: In vielen Anwendungsfeldern stehen verhältnismäßig ressourcenschonendere Lösungsansätze im Wettbewerb mit ressourcenintensiven Implementierungen, insbesondere mit den oftmals hochgesteckten Versprechungen generativer KI-Tools. So benötigen „klassische" Digitalisierungsansätze wie verlinkte Datenbanken, standardisierte Schnittstellen und regelbasierte KI erheblich weniger Rechenleistung als generative KI. Die Bundesregierung sollte im Rahmen der Rechenzentrumsstrategie deshalb auch eine ressourcenarme Digitalisierung fördern - etwas bei Ausschreibungen öffentlicher Stellen, durch die Förderung entsprechender Forschung und Entwicklung und durch das Setzen passender regulatorischer Rahmenbedingungen.
- **Open Hardware für effiziente und resiliente Rechenzentren stärken**: Die Open Compute Partnership zeigt seit 2011, dass sich durch offene Hardware und Kollaboration Kosteneinsparungen und Energieeffizienz erreichen lassen. Mit der RISC-V Chiparchitektur besteht zudem die Möglichkeit, mehr Unabhängigkeit in der Chipentwicklung voranzutreiben. Damit sich diese Ansätze auch in Deutschland weiter verbreiten, müssen offene Hardware-Ansätze auch in Forschung und Entwicklung gestärkt werden. Mit der Open Hardware Allianz steht in diesem Bereich ein guter Ansprechpartner zur Verfügung.
- **Lebenszyklus-Ansatz bei Chips:** Ein großer Anteil des Ressourcenverbrauchs der Rechenzentren entsteht in der Produktion der Hardware. Jedoch wird diese oft bereits frühzeitig – standardmäßig nach 5 Jahren – ausgetauscht. Um den Ressourcenverbrauch zu verringern, braucht es eine Bewertung des gesamten Lebenszyklus. Über einen verpflichtenden Hardwaresupport können Chips länger verlässlich eingesetzt werden. Zudem braucht es klare Standards zu Reparierbarkeit und Recycling.

Kontakte

E-Mail: **info@buendnis-f5.de**

Autor:innen:

Ben Burmeister
Open Knowledge Foundation Deutschland
ben.burmeister@okfn.de

Julian Bothe
AlgorithmWatch
bothe@algorithmwatch.org

Jan-David Franke
Wikimedia Deutschland
jan-david.franke@wikimedia.de

Lara Mieg
Bündnis F5
lara.mieg@buendnis-f5.de