

Rechenzentren und Stromversorgung in den USA

Ein Hintergrundpapier von Siemens Energy

Einführung: Der stark wachsende Strombedarf von Rechenzentren entwickelt sich in den USA zunehmend zu einem zentralen Engpassfaktor für Investitionen, Standortentscheidungen und Netzstabilität. Vor diesem Hintergrund skizziert dieses kurze Hintergrundpapier aktuelle Erfahrungen beim Netzanschluss von Rechenzentren, die daraus resultierende Diskussion um „behind-the-meter“- und Inselversorgungslösungen sowie die technischen und systemischen Konsequenzen. Abschließend wird eine langfristige Perspektive aufgezeigt, welche energie- und industriepolitischen Chancen sich aus einer späteren Netzintegration zusätzlicher Erzeugungskapazitäten ergeben könnten. Wichtig zu betonen ist, dass die derzeit entstehenden Eigenversorgungslösungen primär eine Reaktion auf massiven Zeitdruck („Time to Power“) und sehr lange Netzanschlusszeiten sind. Sie werden vor allem gewählt, um Projekte möglichst schnell realisieren zu können – nicht, weil sie systemisch oder volkswirtschaftlich effizienter wären. Der Zeitgewinn rechtfertigt derzeit nahezu alle anderen Abwägungen.

Ausgangslage: Engpass beim Netzanschluss

Die rasante Zunahme der Digitalisierung verändert die Stromversorgungssysteme weltweit grundlegend. Künstliche Intelligenz, Cloud-Computing und datenintensive Anwendungen treiben ein beispielloses Wachstum der Rechenzentrumskapazitäten. Schätzungen zufolge könnten Rechenzentren in den USA bereits in diesem Jahrzehnt rund **10-12 % des gesamten Strombedarfs** ausmachen – gegenüber **3-4 % heute**. Allein im Vergleich zu 2025 ist der US-Markt für Rechenzentren bereits um **über 30 %** gewachsen.

Für diese Dynamik war das bestehende Stromnetz nie ausgelegt. Strom wird zunehmend zum **limitierenden Faktor**: Netzanschlüsse dauern teilweise **mehr als sieben Jahre**. Der enorme Leistungsbedarf belastet die Stromnetze erheblich; Projekte verzögern sich oder werden ganz aufgegeben. Schätzungen zufolge sind **bis zu rund 50 % der Projekte** betroffen. Der **Zugang zu Strom** ist damit aktuell das größte Wachstumshindernis für Rechenzentren in den USA.

Aktuelle Marktsituation: Eigenversorgung als Reaktion auf Netzengpässe

Die derzeitige Marktsituation zeigt klar, dass **Netzanbindung und Netzausbau** die entscheidenden Engpässe darstellen – nicht Bauzeiten oder Kapitalverfügbarkeit. Um auf diese Situation zu reagieren und kurzfristig Versorgungssicherheit sowie schnellere Verfügbarkeit zu gewährleisten, setzen immer mehr Betreiber auf **Eigenversorgungslösungen**:

- sogenannte „**behind-the-meter**“-Lösungen (Erzeugung vor Ort),
- **Inselbetrieb** beziehungsweise **Microgrids**.

Damit dient die Erzeugung vor Ort nicht mehr nur der Absicherung, sondern wird zunehmend zur **primären Stromquelle**. Rechenzentren entwickeln sich so faktisch zu **eigenständigen Kraftwerksstandorten**. Treiber dieser Entwicklung

ist vor allem der **Faktor Geschwindigkeit**: Der Zeitgewinn gegenüber langwierigen Netzanschlussprozessen rechtfertigt derzeit aus Betreibersicht zusätzliche Kosten, Redundanzen und geringere Systemeffizienz.

Technische Konsequenzen und systemische Auswirkungen

Diese Entwicklung ist kurzfristig nachvollziehbar, geht jedoch mit mehreren strukturellen Risiken und Ineffizienzen einher:

- **Risiken für die Netzstabilität:** Große, hochdynamische und volatile Lasten erhöhen die Anforderungen an die Systemstabilität erheblich. Netzstabilisierende Technologien wie **HVDC- und FACTS-Systeme** gewinnen insbesondere in bereits stark ausgelasteten Netzen an Bedeutung, um Spannungs- und Stabilitätsprobleme zu vermeiden.
- **Doppelinvestitionen:** Durch den parallelen Ausbau lokaler Eigenversorgung und des öffentlichen Netzes entstehen erhebliche Mehrkosten, da in zwei Systeme gleichzeitig investiert werden muss.
- **Mehr Redundanz und Backup-Kapazitäten:** Die Kombination aus Eigenversorgung, zusätzlichem Speicherbedarf und späterem Netzanschluss führt zu mehrfacher Absicherung derselben Lasten.
- **Zunehmende Systemkomplexität:** Hybridlösungen aus Erzeugung, Speicher und intelligenter Steuerung erhöhen Planung, Betrieb und Koordinationsaufwand deutlich.
- **Effizienzverluste im Gesamtsystem:** Insgesamt wird mehr installierte Leistung vorgehalten, die nicht durchgehend ausgelastet ist und damit volkswirtschaftlich weniger effizient genutzt wird.

Mittelfristige Entwicklungen und langfristige Perspektive

Aufgrund der anhaltenden Engpässe im Netzanschluss entstehen zunehmend **Übergangslösungen** in Form von „behind-the-meter“- oder Inselbetriebskonzepten. Perspektivisch ist jedoch davon auszugehen, dass es zu einer **schrittweisen Integration dieser Anlagen in das öffentliche Netz** kommt (Hybridbetrieb). Langfristig entsteht dadurch eine relevante **zusätzliche Erzeugungskapazität**, die bei entsprechender regulatorischer Gestaltung zur **Stabilisierung des Stromsystems** beitragen und **strompreisdämpfend wirken** könnte. Dies eröffnet auch eine **energie- und industriepolitische Chance**: Die spätere Netzintegration dieser Kapazitäten könnte ein Instrument sein, um Versorgungssicherheit zu erhöhen und gleichzeitig wettbewerbsfähige Strompreise zu unterstützen. Um diese Potenziale zu heben, ist frühzeitiges Handeln erforderlich:

- **Priorisierung des Netzausbaus**, um temporäre Engpässe nicht strukturell zu verfestigen,
- **Integration statt Fragmentierung**, durch klare Regeln für Netzanschluss, Rückspeisung und Systemverantwortung,
- **aktive Ermöglichung von Hybridmodellen**, die Netzausbau, Vor-Ort-Erzeugung und Speicher sinnvoll kombinieren,
- **Förderung systemdienlichen Verhaltens** von Rechenzentren, etwa durch Flexibilität oder Bereitstellung von Reservekapazitäten.

Fazit

Der **Netzanschluss und die Netzstabilisierung** entwickeln sich zunehmend zum entscheidenden Faktor für das Wachstum von Rechenzentren in den USA. Verzögerungen und Netzengpässe werden aktuell durch Eigenversorgung kompensiert. **Diese Lösungen entstehen dabei primär aus Geschwindigkeitsgründen („Time-to-Power“) – nicht, weil sie effizienter wären.** Sie sind kurzfristig aus Projektperspektive sinnvoll, müssen jedoch langfristig strategisch in das Gesamtsystem integriert werden, um Ineffizienzen zu vermeiden und energie- wie industriepolitische Vorteile zu realisieren.