

KI-Infrastruktur im Spannungsfeld von Resilienz und Ressourcen

Zielkonflikte – und warum Echtzeit-KI verteilte Edge-Rechenzentren braucht

AUSGANGSLAGE & ANSATZ

Können RZ dem Netz helfen?

Bis 2030 sollen sich die RZ-Kapazitäten mindestens verdoppeln, für KI und HPC vervierfachen.¹ Als **starre Grundlast** konkurrieren Rechenzentren um knappe Netzanschlüsse.

RZ-Größenklassen nach IT-Anschlussleistung

Micro
< 1 MW

Edge
1–5 MW

Colocation
5–50 MW

Hyperscale / KI
> 50 MW

Der Ansatz: Edge-Rechenzentren (1-5 MW) als flexible, systemdienliche Infrastruktur – drei Hebel: Rechenlasten verschieben, Strom speichern, Abwärme nutzen.

-24 %

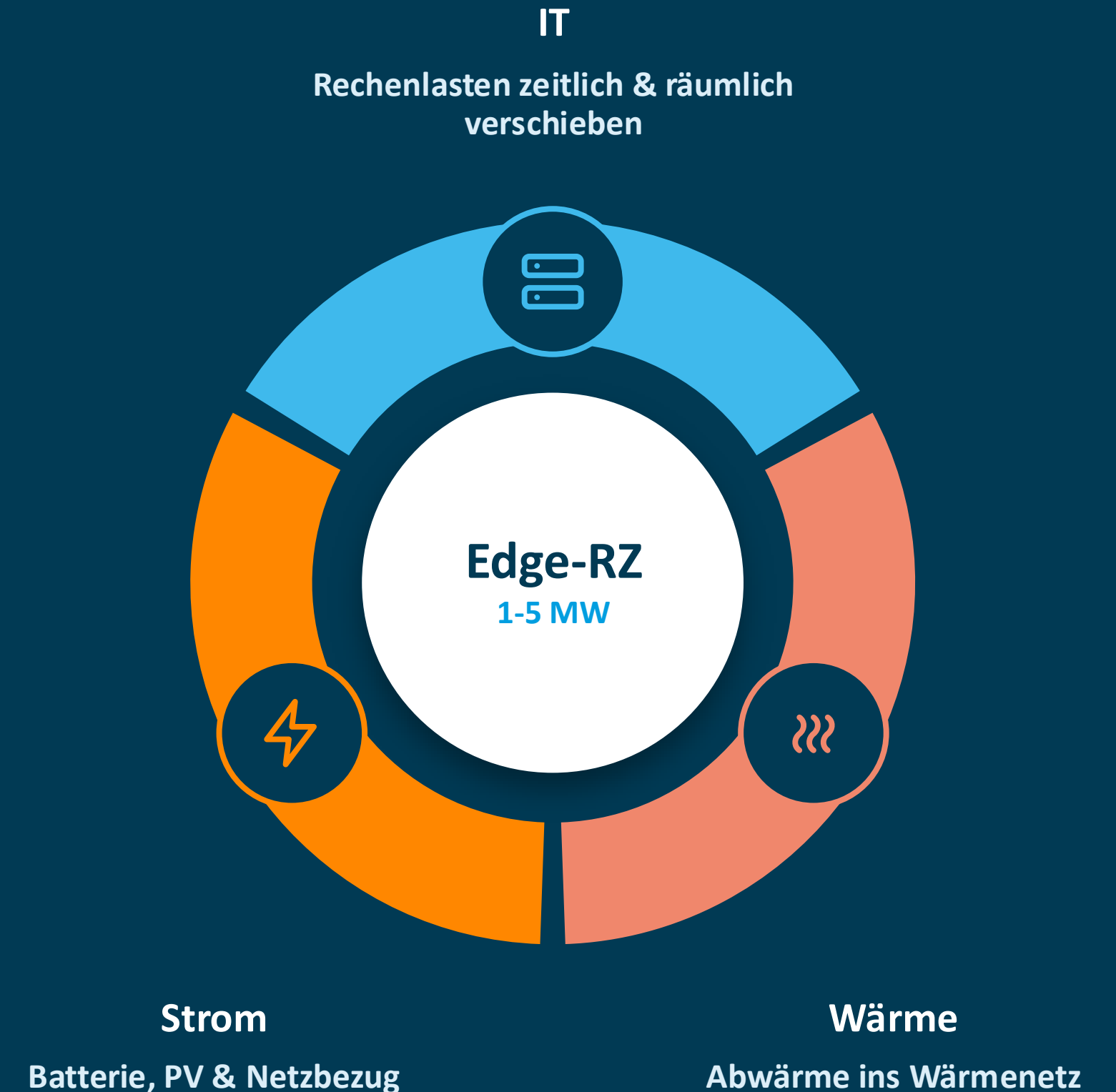
Spitzenlast im Winter – bei Kombination aller Hebel²

+6-16 %

zusätzliche Spitzenlast-Reduktion im Verbund mehrerer Standorte²

¹ Rechenzentrumsstrategie der Bundesregierung (2026) ² Machbarkeitsstudie „Systemdienliche Edge-Rechenzentren“ (OFFIS, OLEC, EWE, Borderstep, BTC – gefördert vom Land Niedersachsen) – indikative Simulationsergebnisse

DREI GEKOPPELTE DIMENSIONEN



Zielkonflikte im systemdienlichen Betrieb



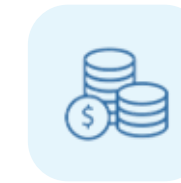
IT-Betrieb vs. Netzbetrieb

Netzdienlicher Betrieb verschiebt oder drosselt Rechenlasten – und gefährdet so Verfügbarkeit, Latenz und Performance. Preis-, CO₂- und Netzsignale stehen gegen IT-Leistungszusagen.



Abwärme vs. Spitzenlast

Die Wärmepumpe hebt die Abwärme auf Netztemperatur – und erhöht so die Winter-Spitzenlast. Wärmegeführter Betrieb kostet zusätzlich Flexibilität.



Invest vs. Erlös

Über Energiekosten allein rechnet sich Flexibilität kaum. Der eigentliche Anreiz ist schnellerer und günstigerer Netzzugang – etwa über flexible Anschlussvereinbarungen (FCA).



Dazu kommt ein Rollenwandel: Managed Service Provider werden vom **Betreiber von IT-Infrastruktur** zum **Orchestrator von IT-, Energie- und Flexibilitätsressourcen** – mit neuen IT-Leistungszusagen, neuer Haftung und neuen Erlösmodellen.

Industrielle KI braucht Nähe zu Nutzern und Lasten



1. Generation Infrastruktur: zentrale KI-RZ

Skaleneffekte

Effizient für Training und Batch-Lasten. Standortwahl nach Strom, Fläche und Netz – diese Rechenlast ist räumlich frei und teils zeitlich verschiebbar.



2. Generation Infrastruktur: industrielle KI

Echtzeit & Nähe

Industrielle Wertschöpfung, Netzführung, Mobilität, KRITIS: Inferenz braucht garantierte Latenz, Verfügbarkeit und Datenhoheit – diese Rechenlast ist ortsgebunden.

vs.



Konsequenz: Die KI-Infrastruktur der 2. Generation ist **verteilt** – nah an Nutzern und Lasten, also im Verteilnetz, wo die Anschlussengpässe liegen. **Systemdienlich ausgelegt** wird sie vom Netzproblem zum Resilienzbaustein für Energie- und Digitalsystem.

ZUM AUSPROBIEREN

Edge-RZ-Demonstrator

Interaktive Szenarien: Betriebsmodus, Optimierungsziel und Jahreszeit im Verhältnis zu Netzbezug, Spitzenlast und Wärme.



„Edge Data Centers as Grid-Serving Infrastructure: A Simulation-Based Assessment of Flexibility Dimensions“

Radtke & Stark et al. · IEEE Access · 2026

DOI: 10.1109/ACCESS.2026.3728082

<https://ieeexplore.ieee.org/document/11670324>

Edge-RZ Flex-Explorer

Demonstrator zur Sensitivitätsanalyse · Machbarkeitsstudie systemdienliche Edge-Rechenzentren in Niedersachsen

[Über die Studie & das Tool](#)



Modus **Einzelstandort** Verbund (OL+MU) Optimierungsziel **Spitzenlast** Kosten Jahreszeit **Winter** Sommer

LASTSPITZEN-REDUKTION (fest eingeplant)

-5,1 %

Spitze: 6.592 kW → 6.256 kW

BETRIEBSKOSTEN / TAG

14.848 € **-0,5 %**

Referenz: 14.930 € / Tag

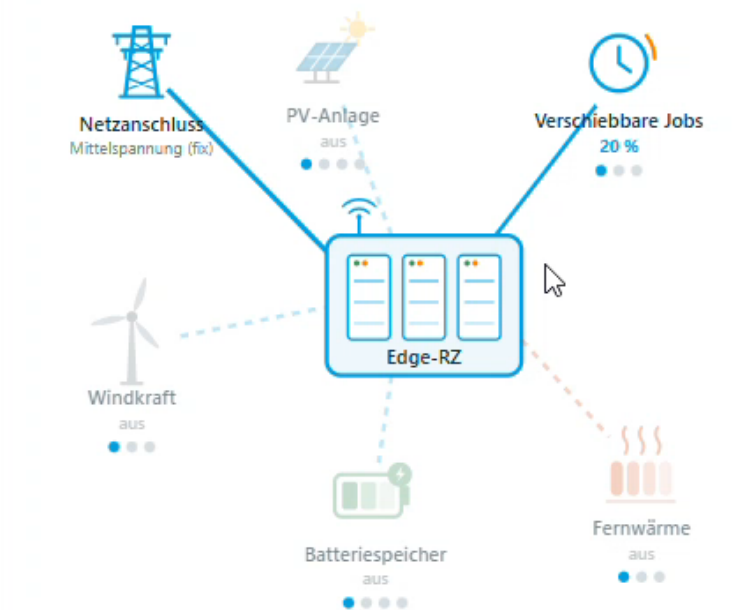
ABREGELBARES BAND (auf Abruf)

0 %

Ø auf Abruf absenkbarer Netzbezug, bezogen auf die Spitze

Standort-Konfiguration

Klicke auf eine Komponente, um ihre Größe durchzuschalten (aus → klein → ... → aus). Punkte zeigen die gewählte Stufe.



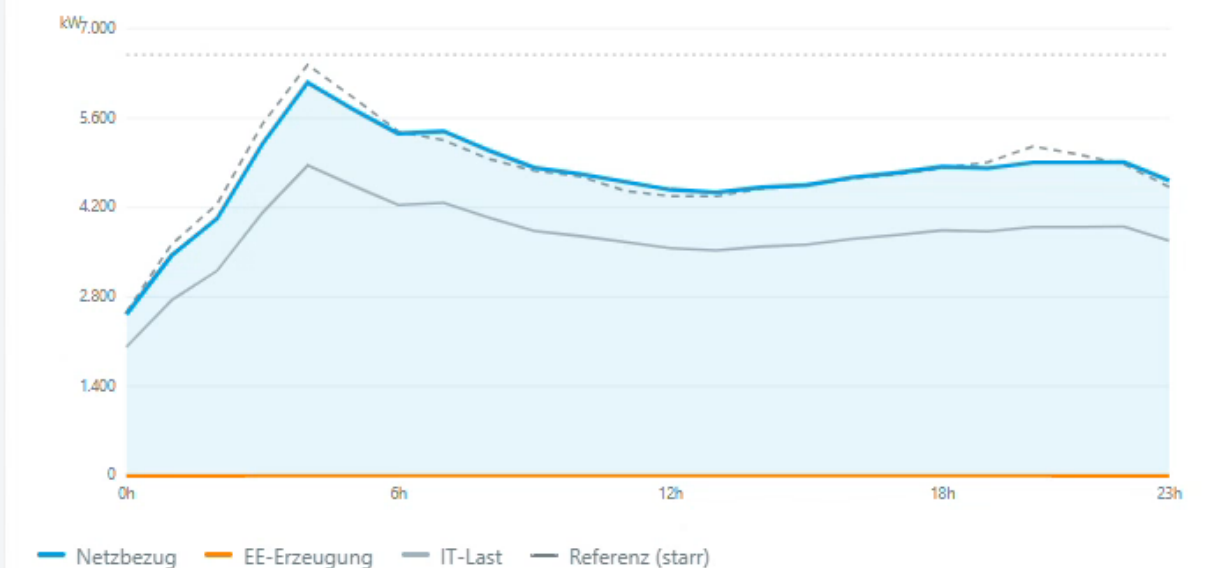
Netzanschluss (10 MW) und IT-Last (4,5 MW) sind fix.



Modellstandort Oldenburg – mitten im windgeprägten Verteilnetz Nordwest-Niedersachsens. Wetter & Strompreise: reale historische Daten; Wärmebedarf nach norddeutschen Quartiersprofilen (Beispiel: Quartier Alte Fleiwa, Oldenburg).

Lastgang (Tagesprofil)

Referenz-Spitze: 6.592 kW → aktuelle Spitze: 6.256 kW



EE-Eigenverbrauch

0 %

der EE-Erzeugung

Wärmeabgabe

0 MWh

kein Wärmenetz aktiv

Spitze aktuell

6.256 kW

Referenz: 6.592 kW

Tageskosten

14.848 €

Referenz: 14.930 €

Standort Oldenburg · Charts zeigen einen Tag in Stundenaufösung (simuliert in 15-min-Schritten) · 1728 vorberechnete Ergebnis-Datensätze geladen.

Über die Studie & das Tool

[Worum geht es? – Die Machbarkeitsstudie](#)

[Wie wurde gerechnet? – Simulation & Methodik](#)

[Was zeigt dieses Tool? – Bedienung & Grenzen](#)