

FlexDC AI

Energieeffiziente Rechenzentren



© Siemens

Reduktion von CO₂-Emissionen, indem rechenintensive Aufgaben gezielt in Zeiten mit hohem Anteil erneuerbarer Energie verschoben werden.

Rechenzentren



Siemens Energy

office@siemens.com

<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:fd5b798-479e-4f74-80d2-e472daf1f09a/final-wsco-white-paper-ai.pdf>

TRL ●●●●●

Datenkomplexität ●●●

Kosten & Energie ●●

Umfang ●●●

Wirkung ●●●

Machbarkeit ●●●

● Gering, ●● Mittel, ●●● Hoch

ANWENDER

Stadtverwaltung und
Fachabteilung Stadtplanung,
Energiewirtschaft, Betreiber



Diese Anwendung arbeitet innerhalb der Bilanzgrenzen des Rechenzentrums bzw. des Betreibers. Grundlage sind flexible Aufgaben wie Machine Learning Trainings, Backups oder automatische Batchprozesse, die zeitlich verschoben werden können, ohne die Uptime zu beeinträchtigen. Die KI nutzt Prognosen zu Strompreisen, CO₂ Intensität, verfügbarem erneuerbarem Strom sowie lokalen Netzrestriktionen. Auf dieser Basis entscheidet sie, wann und an welchem Standort nicht kritische Rechenaufgaben besonders klimafreundlich ausgeführt werden können.

Die Wärmeentstehung in Rechenzentren folgt unmittelbar der IT Last. Durch ein KI gestütztes Lastmanagement entstehen flachere Lastprofile, wodurch Kühlpitzen reduziert werden. Die KI greift dabei nicht in die Regelung der Kälte- oder Gebäudetechnik ein, sondern verändert das Lastprofil, das diesen Systemen präsentiert wird. Dadurch können bestehende Kühlanlagen effizienter arbeiten und benötigen weniger Energie.

Für den Einsatz werden verschiedene Datenquellen benötigt, darunter historische und aktuelle Workloaddaten, Energieverbrauchsdaten, Messwerte aus der Kälteversorgung, Strompreise, CO₂ Zeitreihen sowie Informationen zur Netztopologie der beteiligten Standorte. Die Daten liegen meist als Zeitreihen, Log

Dateien oder Telemetriedaten aus Monitoring Systemen vor. Die Hardwareanforderungen für die KI sind moderat, da das Training und die Optimierung auf virtuellen Servern oder in der Cloud erfolgen können. Im laufenden Betrieb werden nur aktuelle Statusdaten verarbeitet. Die Finanzierung erfolgt typischerweise über interne Effizienzgewinne, vermiedene Energiekosten und Beiträge zur Erreichung städtischer Klimaziele. Förderprogramme oder Kooperationen mit Energieversorgern können die Umsetzung unterstützen.



VERWENDETE KI-TECHNOLOGIE

Digitaler Zwilling & simulationsgestützte KI

Nutzung von KI für tiefgreifende Datenanalysen und Entscheidungsfindung

Prozessoptimierung, Nutzerverhaltensprognose





IMPLEMENTIERUNG

Der Use Case wird organisatorisch an der Schnittstelle von IT Betrieb, Energiemanagement und Nachhaltigkeitsstrategie verankert. Zu Beginn erfolgt eine Analyse der verfügbaren Datenquellen, der Workloadtypen und der Flexibilitätsgrade. Anschließend werden jene Aufgaben identifiziert, die zeitlich verschoben oder auf andere Standorte ausgelagert werden können, ohne die Service Level Agreements (SLA) zu verletzen. In einer Pilotphase wird die KI-Plattform zunächst als Empfehlungssystem betrieben. Das Betriebsteam kann die vorgeschlagenen Verschiebungen prüfen, bewerten und schrittweise automatisieren.

Für die technische Umsetzung werden vorhandene Monitoring Systeme, Orchestrierungsplattformen und Container Umgebungen integriert. Häufig kommt Kubernetes oder vergleichbare Workload Orchestrierungssoftware zum Einsatz, ergänzt durch eine KI-Schicht, die Optimierung und Scheduling übernimmt. Die IT-Strategie kann entweder auf Standardplattformen basieren, die mit eigenen Trainingsdaten erweitert werden, oder auf maßgeschneiderten Lösungen aufbauen, die an interne Datenmodelle und Prozesse angepasst sind. Wichtig ist eine klare Abgrenzung der Verantwortlichkeiten: Die KI trifft ausschließlich Entscheidungen innerhalb des Rechenzentrums und ist strikt auf die Sicherstellung der 100% Verfügbarkeit ausgerichtet.

Infrastrukturbezogene Anforderungen umfassen Datenqualität, Zugriffsrechte und standardisierte Protokolle. Die Wahl zwischen Cloud und lokaler Installation hängt von Datenschutz, Integrationsaufwand und Kosten ab. Rechtlich fällt der Use Case im Rahmen des EU AI Act in die Kategorie geringes Risiko, da keine personenbezogenen Daten verarbeitet und keine sicherheitskritischen Entscheidungen getroffen werden. Data Governance Regeln definieren, welche Betriebsdaten für Optimierungszwecke genutzt werden dürfen. Relevante nationale Energie- und Klimaregelungen betreffen vor allem Berichtspflichten zu Energieeffizienz und Abwärmenutzung."



LESSONS LEARNED

Die technischen und organisatorischen Risiken sind insgesamt mittel. Die größte Herausforderung besteht darin, flexible Workloads zuverlässig zu identifizieren, ohne die Stabilität oder Verfügbarkeit des Rechenzentrums zu beeinträchtigen. Ebenso wichtig ist eine enge Abstimmung zwischen IT Betrieb, Energiemanagement und Nachhaltigkeitsverantwortlichen.

Die erwartete Wirkung ist hoch: KI gesteuerte Lastverteilung kann den CO₂ Ausstoß pro Recheneinheit deutlich reduzieren und Energieverbrauch sowie Kühlpitzen spürbar senken. Erfolgsfaktoren sind eine hochwertige Datenbasis, klare SLA Vorgaben (welche Dienste müssen wann verfügbar sein) und ein schrittweiser Übergang vom Empfehlungssystem zur teilautomatisierten Steuerung.

Die Übertragbarkeit auf andere Städte ist hoch, da viele urbane Rechenzentren ähnliche Strukturen aufweisen. Nachhaltige Nutzung entsteht, wenn eigene Betriebsdaten zur kontinuierlichen Verbesserung der Modelle eingesetzt werden und die KI langfristig in die Standard Orchestrierung integriert wird. Nutzen für städtisches Umfeld ist fraglich, da der Fokus zumeist auf internen Zielen (100% Uptime) liegt.





REGULIERUNGEN

Datenschutz-Grundverordnung (EU) 2016/679 (DSGVO)¹

Systematisch bereitgestellte georeferenzierte Luftbilder unterliegen der DSGVO, wenn Personen, Fahrzeugkennzeichen oder private Bereiche erkennbar sind;

öffentliche Anbieter müssen Persönlichkeitsrechte wahren;

Lösungsansätze:

KI-gestützte Anonymisierung (Unkenntlichmachung von Personen/Fahrzeugen) vor Verarbeitung;

Drohnenflüge auf Privatgrundstücken nur mit Einwilligung;

Thermale Fernerkundung (TopView-Projekt): Satellitenbasierte Wärmebildaufnahmen kombiniert mit KI zur Klimaanpassung – rechtliche Grundlage kann "berechtigtes Interesse" (Art. 6 Abs. 1 f DSGVO) sein, erfordert aber Interessensabwägung;

Privacy-by-Design: DSGVO-Prinzip verpflichtet zur Datenminimierung bei KI-Systemen..

Verordnung über künstliche Intelligenz (EU) 2024/1689 (KI-VO)²

Annex III, Punkt 2: KI-Systeme zur Nutzung als Sicherheitskomponenten in der Verwaltung und dem Betrieb kritischer Infrastruktur (Straßenverkehr, Wasser-, Gas-, Wärme- oder Stromversorgung) gelten als Hochrisiko.

Interpretation für Abwärmequellenerkennung: Ob ein KI-System zur automatisierten Identifikation von Abwärmequellen (via Luftbilder) als "Sicherheitskomponente" der Wärmeversorgung klassifiziert wird, ist derzeit unklar.

Falls Hochrisiko-Einstufung erfolgt, sind erforderlich:

Risikomanagementsystem für Trainingsdaten

Transparenzdokumentation (Datenquellen, Methodik)

Robustheit gegen Manipulation

Menschliche Aufsicht

Datenschutz-Folgenabschätzung.

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>.

Energieeffizienzgesetz (EnEfG)³

Für Rechenzentren ab 01.07.2026 (Deutschland)

Für Österreich existiert Stand November 2025 keine vergleichbare gesetzliche Regelung.

EU-Energieeffizienzrichtlinie 2023/1791 (EED III)⁴

Die überarbeitete EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED III, Richtlinie 2023/1791) ist seit 10. Oktober 2023 in Kraft; die Umsetzungsfrist für Mitgliedstaaten ist der 11. Oktober 2025. In Österreich ist die Umsetzung in nationales Recht noch nicht abgeschlossen (Stand: November 2025).⁵ Mitgliedstaaten müssen sicherstellen, dass regionale und lokale Behörden in Gemeinden mit mehr als 45.000 Einwohnern lokale Wärme- und Kältepläne erstellen. Diese Pläne müssen mindestens die Elemente Schätzung und Kartierung des Potenzials für Energieeffizienz, Abwärmennutzung, erneuerbare Energien in Heizung und Kühlung, Strategie zur Nutzung der identifizierten Potenziale, Einbindung aller relevanten regionalen/lokalen Akteure und Berücksichtigung bestehender Energieinfrastruktur enthalten. Die rechtliche Umsetzungsfrist für Artikel 25(6) ist der 11. Oktober 2025. Konkrete Fristen für die Erstellung der Pläne selbst sind in der Richtlinie nicht eindeutig als "31.12.2027" festgelegt – dies variiert je nach nationaler Umsetzung.⁶

Diese Angaben stellen keine abschließende rechtliche Beurteilung dar. Sie dienen ausschließlich der allgemeinen Orientierung. Insbesondere können, abhängig vom konkreten Sachverhalt und der detaillierten Ausgestaltung der jeweiligen Use Cases, weitere rechtliche Regelungen einschlägig sein.

¹ Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung), ABI L 2016/119, 1.

² Verordnung (EU) 2024/1689 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juni 2024 zur Festlegung harmonisierter Vorschriften für künstliche Intelligenz und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 300/2008, (EU) Nr. 167/2013, (EU) Nr. 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 und (EU) 2019/2144 sowie der Richtlinien 2014/90/EU, (EU) 2016/797 und (EU) 2020/1828 (Verordnung über künstliche Intelligenz), ABI L 2024/1689, 1.

³ Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland (Energieeffizienzgesetz – EnEfG) BGBl I 2023/309.

⁴ Richtlinie (EU) 2023/1791 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. September 2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955 (Neufassung), ABI L 2023/231, 1.

⁵ *Gemeindeservice Steiermark*, Energieeffizienzrichtlinie EED III. Was bedeutet die Richtlinie und welche Konsequenzen hat diese für eine Gemeinde? https://www.gemeindeservice-stmk.at/wp-content/uploads/2025/07/2025-04-03_Factsheet_EEDIII-fuer-Gemeinden.pdf (Stand April 2025).

⁶ *Malla & Hummel*, Local Replication Roadmap. Local heating and cooling plans in line with EED 2023. Checklist to test compliance with the requirements in the directive, https://actionheat.eu/sites/default/files/media/LRR_EED_checklist_FINAL.pdf (Stand Oktober 2024).

