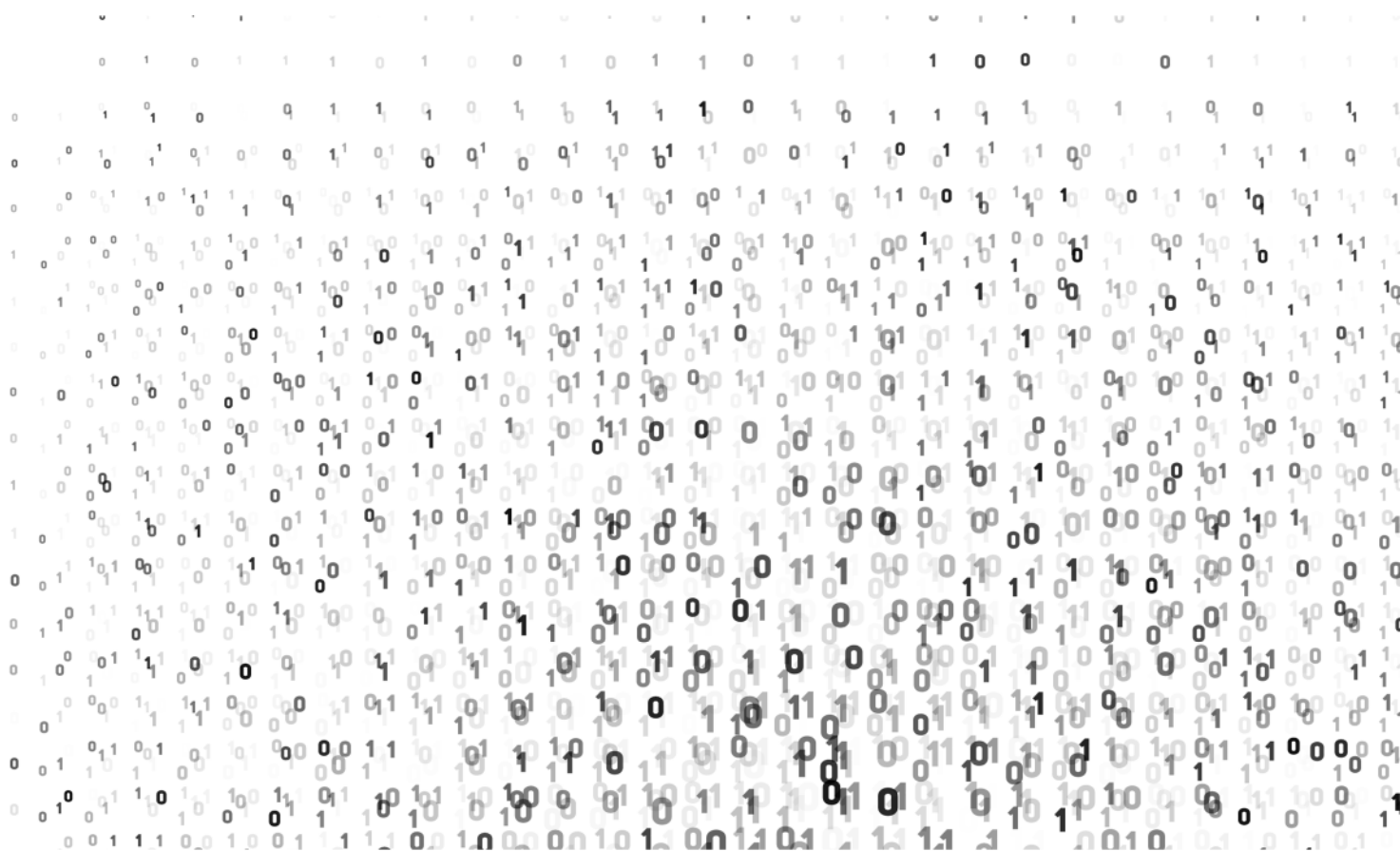


Grundlagenbericht, 6. Juli 2026

Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotenzial



Autorinnen und Autoren

Dr. Martin Jakob (Projektleitung), TEP Energy

Dr. Marc Melliger, TEP Energy

Jonas Müller, TEP Energy

Sajani Thayanathan, TEP Energy

Maurus Caduff, Willers

Zoe Talary, TEP Energy

Rebecca Stalder, TEP Energy

Tobias Minder, TEP Energy

Prof. Adrian Altenburger, HSLU

Begleitgruppe

Mihaela Grigorie, BFE

Frédéric Renkens, BFE

Giulia Lechthaler, BFE

Matthias Galus, BFE

Auftragnehmer

TEP Energy GmbH

Rotbuchstrasse 68, CH-8037 Zürich

www.tep-energy.ch

+41 43 500 71 71

martin.jakob@tep-energy.ch

Hochschule Luzern (HSLU)

Technikumstrasse 21, 6048 Horw

www.hslu.ch/technik-architektur

+41 41 349 33 03

adrian.altenburger@hslu.ch

J. Willers Engineering AG

Juchstrasse 7, 8048 Zürich

www.willers.ch

Tel +41 44 303 20 30

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz, einem Programm des Bundesamtes für Energie, erstellt. Für den Inhalt sind alleine die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Zusammenfassung

Der Stromverbrauch der Rechenzentren (RZ) in der Schweiz beträgt im Jahr 2024 knapp 2.1 TWh. Davon entfallen 44 % oder 0.91 TWh auf kommerzielle RZ-Dienstleister (Colocation- und grosse RZ-Standorte für Cloud-Anbieter und Hyperscaler). Rund 56 % oder 1.2 TWh des Verbrauchs entfallen auf dedizierte RZ-Dienstleister und unternehmensinterne Rechenzentren in Branchen wie Finanzwesen, Pharma, Forschung und Verwaltung.

Die letzte Studie zu Rechenzentren erfasste deren Verbrauch im Jahr 2019 und hatte einen grösseren Umfang. Bei gleichgesetzter Systemgrenze betrug der Stromverbrauch im Jahr 2019 knapp 1.77 TWh, was etwa 3.1 % des damaligen nationalen Stromverbrauchs entsprach. Der Verbrauch ist also bis 2024 um +18% gestiegen. Während der Stromverbrauch von kommerziellen RZ (Colocation-RZ und Cloud-RZ) deutlich gewachsen ist, stagniert der Verbrauch bei den internen RZ aufgrund von Effizienzsteigerungen und IT-Auslagerungen.

Das verbleibende Energieeffizienzpotenzial wird auf rund 0.78 TWh geschätzt. Das relative Effizienzpotenzial beträgt 38% und ist damit immer noch hoch, obwohl viele Infrastrukturmassnahmen (z. B. Warm-/Kaltgangeinhausung, höhere Betriebstemperaturen und Free Cooling) bereits umgesetzt sind. Etwa drei Fünftel des geschätzten Potenzials entfallen auf den Bereich IT, d.h. auf Storage- und Compute-Technologien sowie auf IT-Management Massnahmen wie beispielsweise Virtualisierung.

Die Künstliche Intelligenz (KI) spielt derzeit in der Schweiz aus energetischer Sicht eine untergeordnete Rolle. Grosses Modelltraining findet kaum im Inland statt. Treiber des erwähnten Anstiegs bei kommerziellen RZ ist primär die Migration von internen RZ hin zu Colocation RZ und in die Cloud, was eine Stabilisierung bis hin zu einer leichten Reduktion bei den unternehmensinternen RZ ermöglicht.

Bis 2030 wird ein Anstieg auf 2.5 bis 3.2 TWh erwartet (4.3 % bis 5.6 % des Stromverbrauchs bzw. ein prozentualer Anstieg gegenüber heute um 20 % bis 54%). In einem Hochszenario könnte der Verbrauch bis zu 3.5 TWh betragen, was einem Plus von rund 70% des Verbrauchs aller Rechenzentren des Jahres 2024 entsprechen würde.

Résumé

La consommation d'électricité des centres de données en Suisse a atteint 2,1 térawattheures (TWh) en 2024. Sur ce chiffre, la consommation des centres de données proposant des prestations à but commercial (p. ex. centres de données hébergeurs, aussi appelés *colocation*, ou centres de données occupant de vastes sites destinés aux géants technologiques, aussi appelés *hyperscaler*) atteint 44 %, soit 0,91 TWh. Les 56 % restants, soit un peu moins de 1,2 TWh, représentent la consommation des centres de données dédiés et des centres de données internes aux entreprises dans des secteurs tels que la finance, l'industrie pharmaceutique, la recherche ou l'administration.

La dernière étude en date portant sur les centres de données, qui avait recensé leur consommation pour l'année 2019, couvrait davantage de domaines. À périmètre égal, la consommation d'électricité en 2019 atteignait 1,77 TWh, soit approximativement 3,1 % de la consommation à l'échelle nationale. Entre 2019 et 2024, la consommation d'électricité a donc progressé de 18 %. Tandis que la consommation d'électricité des centres de données à but commercial (centres de données hébergeurs ou proposant des services en nuage) a nettement augmenté, celle des centres de données internes est restée stable en raison de gains d'efficacité et de l'externalisation de certaines prestations informatiques.

S'agissant de l'amélioration de l'efficacité énergétique, le potentiel restant est estimé à environ 0,78 TWh, soit tout de même encore 38 %, alors même que de nombreuses mesures au niveau de l'infrastructure ont déjà été mises en œuvre (p. ex. séparation des allées froides et des allées chaudes, températures d'exploitation plus élevées et *free cooling*). Les trois cinquièmes environ du potentiel estimé relèvent du secteur des technologies de l'information (technologies de stockage et de calcul, mesures de gestion de l'informatique telles que la virtualisation).

L'intelligence artificielle joue actuellement un rôle secondaire en Suisse dans une perspective énergétique. L'entraînement de modèles à grande échelle se déroule essentiellement à l'étranger. La hausse de la consommation d'électricité dans les centres de données à but commercial mentionnée plus haut résulte, en premier lieu, de la migration de centres de données internes vers des centres de données hébergeurs ou proposant des services en nuage. Elle s'accompagne dès lors d'une stabilisation, voire d'un léger recul, de la consommation des centres de données internes aux entreprises.

Selon les prévisions, la consommation d'électricité des centres de données devrait augmenter d'ici à 2030 pour atteindre entre 2,5 et 3,2 TWh (soit 4,3 à 5,6 % de la consommation d'électricité totale, ce qui représente une augmentation comprise entre 20 et 54 % par rapport à aujourd'hui). Les prévisions élevées tablent sur une consommation pouvant atteindre jusqu'à 3,5 TWh, soit une hausse de 70 % de la consommation cumulée de tous les centres de données de l'année 2024.

Summary

Data centres in Switzerland consumed just under 2.1 TWh of electricity in 2024. Commercial data centre service providers – for example colocation providers and large data centre sites for hyperscalers and cloud providers – accounted for 44% of this, at 0.91 TWh. Around 56% of consumption, or 1.2 TWh, was accounted for by dedicated data centre service providers and in-house data centres in sectors such as finance, pharmaceuticals, research and public administration.

The previous study on data centres recorded their energy consumption in 2019 and had a broader scope. Within the same system boundary, electricity consumption in 2019 amounted to just under 1.77 TWh, which corresponded to approximately 3.1% of national electricity consumption at that time. Consumption had therefore risen by 18% by 2024. Whilst electricity consumption has risen significantly in commercial data centres (colocation centres and cloud data centres), consumption by in-house data centres has remained consistent due to efficiency improvements and IT outsourcing.

The remaining energy efficiency potential is estimated to be around 0.78 TWh. This still amounts to 38%, despite the use of many infrastructure measures, including hot/cold aisle containment, higher operating temperatures and free cooling. Around three-fifths of the estimated potential relates to the IT sector, i.e. storage and computing technologies as well as IT management measures such as virtualisation.

Artificial intelligence (AI) currently plays a minor role in Swiss energy consumption. Almost no large-scale model training is carried out domestically. The increase in commercial data centre consumption described above is primarily driven by the migration from in-house data centres to colocation facilities and to the cloud, which is stabilising or even slightly reducing the number of in-house facilities.

By 2030, consumption is expected to reach between 2.5 and 3.2 TWh – a 4.3%–5.6% share of total electricity consumption, and an increase of 20%–54% compared with today. In a high-demand scenario, consumption could reach up to 3.5 TWh, which represents an increase of 70% of the consumption of all data centres of the year 2024.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis und Glossar	8
1 Ausgangslage und Zielsetzung	11
1.1 Ausgangslage	11
1.2 Zielsetzung der Studie	12
2 Methodisches Vorgehen	14
2.1 Methodisches Vorgehen im Überblick	14
2.2 Aufarbeiten des relevanten Kontexts: Umfeldanalyse	15
2.3 Erhebung des Stromverbrauchs und der Effizienzpotenziale	16
2.4 Entwicklung der Online-Erhebung	26
2.5 Auswerten der erhobenen Daten und Hochrechnung auf den gesamtschweizerischen Stromverbrauch	27
2.6 Energieeffizienzpotenziale	28
2.7 Führen von Interviews mit Experten und Stakeholdern zur Entwicklung im Bereich RZ mit Fokus auf KI	30
2.8 Unsicherheiten und Vertrauensintervalle	33
3 Rechenzentren in der Schweiz: Struktur und Umfeld	35
3.1 Hintergrundentwicklungen	35
3.2 Struktur des RZ-Marktes	40
4 Aktueller Stromverbrauch der Rechenzentren in der Schweiz	44
4.1 Charakterisierung der Stichprobe	44
4.2 Angaben zu Stromverbrauch, Fläche und Leistung	48
4.3 Hochrechnung des Stromverbrauchs des Jahres 2024	54
4.4 Rückblick auf die vergangene Entwicklung	62
4.5 Vergleich zu letzter Studie	67
4.6 Beurteilung der Entwicklung zwischen 2019 und 2024	70
5 Aktuelle Energieeffizienz und verbleibende Potenziale	72
5.1 Heutige Energieeffizienz	72
5.2 Verbleibende Energieeffizienzpotenziale	78
5.3 Gesamtaussage Energieeffizienzpotenziale (RZ- und IT-Infrastruktur)	82
6 Einfluss der KI auf die Entwicklung der Rechenzentren und deren Stromverbrauch	83

6.1	Internationale Entwicklungen und mögliche Auswirkungen auf die Schweiz (Aussensicht)	83
6.2	Einfluss der KI auf den Stromverbrauch der Schweiz (Innensicht)	100
7	Künftige Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren in der Schweiz	119
7.1	Ausblick gemäss Angaben der RZ-Betreiber	119
7.2	Künftiger Stromverbrauch der RZ: Hochrechnungsstichprobe und gesamte Schweiz	122
7.3	Einschätzungen zu Spannbreiten der möglichen Entwicklung des Stromverbrauchs	124
7.4	Plausibilisierung und Quervergleich mit anderen Schätzungen	128
8	Fazit	130
9	Literaturverzeichnis	132
10	Anhang	138
10.1	Verzeichnisse	138
10.2	Details zur Methodik	144
10.3	Detaillergebnisse zum Stromverbrauch	150
10.4	Effizienzpotenziale	153
10.5	Fragebogen	155
10.6	Interviewpartner:innen	186

Abkürzungsverzeichnis und Glossar

Abkürzungsverzeichnis

AI	Artificial Intelligence
ASP	Application service provider
ASUT	Schweizerischer Verband der Telekommunikation
AWS	Amazon Web Service
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BUR	Betriebs- und Unternehmensregister
CBRE	Coldwell Banker Richard Ellis (commercial real estate services)
CERN	Conseil européen pour la recherche nucléaire
CPU	Central processing unit
DB	Datenbank
DC	Data center
EU	Europäische Union
EUDCA	European Datacenter Association
GB	Gigabyte (1 Mio. kByte)
GPU	Graphics processing unit
GWh	Gigawattstunde (eine Million kWh)
HDD	Hard disk drive
HPC	High Performance Computings
HPE	HP Enterprise
HSLU	Hochschule Luzern
IaaS	Infrastructure as a Service
IEA	International Energy Agency
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnik oder Informationstechnologie
ITI EE	IT Infrastructure Energy Efficiency
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KSGR	Kantonsspital Graubünden
kW	Kilowatt (1000 Watt)

LLM	Large language model
Log	Logarithmus
ML	Machine learning (Maschinelles Lernen)
MS	Microsoft
MWh	Megawattstunde (1000 kWh)
NOGA	Nomenclature Générale des Activités économiques
OIZ	Organisation und Informatik der Stadt Zürich
PaaS	Platform-as-a-Service
PC	Personal computer
PDU	Power distribution unit
PUE	Power usage effectiveness
Pro	Profondia
PSI	Paul Scherrer Institut
RZ	Rechenzentrum
RZO	Rechenzentrum Ostschweiz
SaaS	Software as a Service
SDCA	Swiss Datacenter Association
SDEA	Swiss Datacenter Efficiency Association
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SR	Serverraum
SSD	Solid state disk
STATENT	Statistik der Unternehmensstruktur des Bundesamts für Statistik
TB	Terabyte (1 Mia. kByte)
Tsd.	Tausend
TEP	Technology Economy Policy
TWh	Terrawattstunden (eine Milliarde kWh)
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VM	Virtuelle Maschine (virtual machine)
VNB	Verteilnetzbetreiber
VZä	Vollzeitäquivalente
ZH	Zürich
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber

Glossar

Central processing unit (CPU), auch als Hauptprozessor bezeichnet, ist der primäre Prozessor in einem Computer. Die CPU führt Instruktionen eines Computerprogramms aus, wie beispielsweise arithmetische, logische, Steuerungs- und Ein-/Ausgabeoperationen (I/O). Weitere Komponenten eines PC oder Servers sind Hauptspeicher, E/A-Schaltungen. CPU unterscheiden sich von spezialisierten Coprozessoren wie Grafikprozessoren (GPUs Quelle: Wikipedia, Übersetzung und Anpassung TEP Energy).

Colocation: bezeichnet die Dienstleistung zur Bereitstellung von Rechenzentrumsflächen für Dritte zum Betrieb von Informationstechnik. Ein Colocation-Rechenzentrum wird in der Regel von mehreren (gewerblichen) Kunden genutzt. Quelle: Wikipedia

Grafikprozessor (graphics processing unit, GPU) ist ein spezieller Mikroprozessor, der dafür ausgelegt ist, Speicherdaten schnell zu verarbeiten und zu verändern, um die Erstellung von Bildern, Videos und Animationen zu beschleunigen. Im Gegensatz zu CPUs nutzen GPUs Parallelverarbeitung, um viele Aufgaben gleichzeitig zu bewältigen, weshalb sie für Spiele, 3D-Rendering, maschinelles Lernen und KI-Anwendungen besonders geeignet sind.

Hyperscaler sind sehr grosse Cloud-Dienstleister, die grosse, verteilte Rechenzentren betreiben, um Rechen-, Speicher- und Netzwerkressourcen hoch-dynamisch bereitzustellen. Sie ermöglichen es Unternehmen, ihre Infrastruktur je nach Bedarf schnell zu vergrößern oder zu verkleinern, um grosse, schwankende oder wachsende Datenmengen zu verwalten. Sie betreiben, selbst oder in Colocation-RZ, sehr grosse, globale Netzwerke von Rechenzentren mit Tausenden von Servern und unterstützen gleichzeitig Millionen von Benutzern und Anwendungen. Die dominierenden Anbieter sind Microsoft 365 und MS Azure, AWS, und Google Cloud, gefolgt von anderen wie Oracle Cloud und IBM Cloud. Sie bieten Dienstleistungen an wie Plattform-as-a-Service (PaaS), Software-as-a-Service (SaaS), Infrastructure-as-a-Service (IaaS), einschliesslich fortschrittlicher KI-, Machine-Learning- und Analysetools. Darauf laufen digitale Anwendungen wie Social-Media-Plattformen, Office- und Datenbank-Anwendungen, E-Commerce, Streaming und gross angelegte Datenanalysen und Simulationen.

Künstliche Intelligenz (KI): Der Oberbegriff für alle Versuche, menschliche Intelligenz auf Maschinen zu übertragen. Das umfasst auch «einfache» regelbasierte Systeme (Wenn-Dann-Logik), die nicht selbstständig lernen.

Maschinelles Lernen (ML): Ein spezifischer Ansatz der KI. Hier werden keine starren Regeln programmiert. Stattdessen erkennt der Algorithmus Muster in Daten und entwickelt daraus eigenständig Lösungen oder Vorhersagen.

Neo-Cloud: Bei Neo-Clouds handelt es sich um Unternehmen, die KI spezifische Infrastruktur und Dienstleistungen anbieten. Im Vordergrund stehen dabei GPUs, die hauptsächlich von KI-Modellen benötigt werden. Die Neo-Clouds spezialisieren sich auf GPU-Hosting, was sie effizienter und preiswerter als normale Hyperscaler macht (Tairyck & Delp, 2025).

PUE: Gesamter RZ-Stromverbrauch dividiert durch Stromverbrauch der IT-Komponenten.

Sovereign Cloud: Eine Sovereign Cloud ist eine Cloud-Umgebung, die Unternehmen und Regierungen bei der Einhaltung digitaler Souveränitäts- und der Gesetzgebungsvorgaben bestimmter Regionen oder Länder unterstützt und gleichzeitig die Vorteile des Cloud-Modells bereitstellt (Zeichick, 2025).

1

Ausgangslage und Zielsetzung

1.1 Ausgangslage

Gemäss (Altenburger, Puntsagdash, Hauri, & Deininger, 2014) machten Serverräumen (SR) und Rechenzentren (RZ) im Jahr 2013 einen Anteil von 2.8% des schweizerischen Stromverbrauchs aus. Gemäss (Jakob, Müller, & Altenburger, 2021) betrug der Anteil 2019 bereits 3.6%. EnergieSchweiz, ein Programm des Bundesamts für Energie (BFE), möchte die Entwicklung der digitalen Infrastruktur der Schweiz verfolgen und ihre energetischen Wirkungen beurteilen können und hat deshalb die Erstellung einer neuen Studie über den Energieverbrauch von Rechenzentren ausgeschrieben (BFE, 2024).

Im Bereich der bestehenden SR und RZ wurden aber auch bedeutende Energieeffizienzpotenziale von 46% identifiziert (Jakob et al., 2021). Durch die Verlagerung von internen SR und RZ hin zu Colocation RZ und Cloud-Diensten wurde in den letzten Jahren ein Teil des Potenzials ausgeschöpft (Jakob, Kreser, Maurer, Müller, & Grasser, 2023).

Durch die stark zunehmende Digitalisierung bei Haushalten, Unternehmen und öffentlichem Sektor wächst der Bedarf an Datenverarbeitung inkl. Kommunikation und Speicherung jedoch stark an, getrieben auch durch Trends im Privaten (Speichern und Streamen von hochauflösenden auditiven und visuellen Medien, Abfragen von KI-Modellen) wie in der Wirtschaft (Home Office, Simulieren statt physisch experimentieren, Big data, Trainieren und Abfragen von Modellen im Bereich Machine learning (ML) bzw. künstliche Intelligenz (KI)). Dies drückt sich durch die verstärkte Planung und den Bau von grossen Rechenzentren (Hyperscalern und Colocation RZ) aus (Maximilian Schenner, 2024; Tsoneva & Affleck, 2024).

Die Digitalisierung drückt sich durch zunehmende Nutzung und Verlagerung von vormals dezentralen Konstellationen (PC, interne Server) zu Cloud basierten Diensten aus. Anwendungen wie MS Office, Business-Software wie SAP und Oracle sowie weitere Software-Anwendungen werden online (Software as a service) statt stand-alone angeboten. Neue Anwendungen, insbesondere im Zusammenhang mit KI, gewannen vor allem in den letzten zwei, drei Jahren eine grosse Bedeutung, woraus sich insbesondere bei Rechenzentren eine besonders hohe Dynamik ergibt.

Seit etwa 2020 hat sich die Dynamik bei den Dienstleister-Rechenzentren im Vergleich zu den dazu liegenden Jahren verstärkt, wie verschiedene Studien aufzeigen (7pro solution, 2020; Jakob et al., 2023), Marktübersichten der Netzwoche von 2020, 2022 und 2024 und der CBRE 2021 und 2024 (CBRE, 2021, 2024b; Fischer, 2020, 2022; Maximilian Schenner, 2024).

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Auswirkungen diese Dynamik auf den Stromverbrauch in der Schweiz hat und ob ein Teil des IT-seitigen Wachstums durch Verlagerungen (von internen RZ zu Dienstleister-RZ) und durch allgemeine Effizienzsteigerungen kompensiert wurde und werden könnte. EnergieSchweiz hat diese Studie in Auftrag gegeben, um solche Fragen qualitativ und quantitativ zu klären und auf eine aktuelle empirische Basis zu stellen.

1.2 Zielsetzung der Studie

Ziel dieser Studie ist es, empirische Datengrundlagen zum aktuellen und künftigen Stromverbrauch von Rechenzentren sowie zum bestehenden Energieeffizienzpotenzial zu schaffen, den Einfluss der Künstlichen Intelligenz aufzuzeigen abzuschätzen. Konkret werden folgende Zielsetzungen erreicht:

1. Aufzeigen der Entwicklungen des Schweizer RZ-Marktes und des relevanten Kontexts: gesetzliche Rahmenbedingungen, Brancheninitiativen, nachfrageseitige Trends wie z.B. Aus- und Verlagerungen, neue Bedürfnisse wie z.B. KI. Berücksichtigt werden hierbei auch internationale Entwicklungen.
2. Erheben von aktuellen statistischen Daten (Jahr 2024) über den Stromverbrauch von Rechenzentren in der Schweiz, unterteilt in verschiedene Kategorien: Hyperscalers, Colocation-Zentren sowie unternehmens- oder verwaltungsinterne Rechenzentren.
3. Aufzeigen der vergangenen Entwicklung seit den letzten Erhebungen bezogen auf die Jahre 2019 und 2021 und der treibenden Faktoren sowie daran anknüpfend Abschätzung der Entwicklung für den mittelfristigen Zeitraum 2025-2027 mit Ausblick bis 2030.
4. Aufzeigen, welche Rolle die Künstliche Intelligenz (KI) derzeit spielt und welche Rolle sie in naher Zukunft auf den Stromverbrauch haben könnte.
5. Aufzeigen des ausgeschöpften und des verbleibenden Energieeffizienzpotenzials, unterteilt in IT-seitige und Infrastrukturseitige Potenziale und ebenfalls unterteilt nach den verschiedenen RZ-Kategorien.

Die Studie fokussiert auf Rechenzentren in der Schweiz ab einer Leistung von 50 kW_{IT}. Berücksichtigt werden physische RZ. Dies betrifft zum einen Unternehmen, die Server an ihrem Hauptsitz oder ihren Niederlassungen für ihre eigenen Bedürfnisse betreiben (interne RZ, auch als «on-premise» bezeichnet) und zum anderen RZ, die RZ-Infrastruktur Dritten zur Verfügung stellen (Colocation RZ und Cloud-Anbieter). Die Nachfrage nach RZ-Dienstleistungen wird qualitativ betrachtet, um die Entwicklung bei den RZ-Anbietern (Betreibern) verständlich zu machen.

Die RZ im Fokus der Studie lassen sich grob in folgende Kategorien (Segmente) unterteilen:

- Colocation-Datacenter (Server-Housing)
- Hosting-Betreiber, zum Beispiel für Managed Server-Angebote, Cloud-Services, Softwareanwendungen (sog. Application service provider) oder Internet-Hosting
- Inhouse-Datacenter, vor allem in Grossunternehmen oder öffentlichen Institutionen, auch als on-premise data DC bezeichnet, bei denen die SR und RZ Mittel zum Zweck sind, um ihre wirtschaftlichen Tätigkeiten zu erbringen.

Um Doppelzählungen zu vermeiden, wird der Stromverbrauch von Servern, welche Unternehmen in einem Colocation RZ betreiben oder betreiben lassen, **nicht** bei diesen Unternehmen (den Kunden der Colocation RZ), sondern direkt bei den Colocation RZ erfasst, siehe Darstellung der Systemgrenze in Abbildung 1.

Die zwei erst genannten werden zu einer Kategorie zusammengefasst, so dass nachfolgend die beiden Hauptkategorien unterschieden werden:

1. RZ-Dienstleister: Rechenzentren, welche Dienstleistungen wie z.B. das Vermieten von Serverflächen, das Vermieten oder Betreiben von Hardware wie Server und Speicher sowie softwareseitige IT-Dienstleistungen wie das Bereitstellen von virtuellen Servern, Cloudspeichern, Online-Applikationen. Hierbei wird zwischen sehr grossen RZ-Unternehmen (Hyperscaler-Dienstleistern) und den übrigen RZ-Dienstleistern unterschieden, siehe Abbildung 1.
2. Unternehmensinterne Rechenzentren ab 50 kW_{IT} bzw. 200'000 kWh Jahresstromverbrauch, welche von marktwirtschaftlichen und öffentlichen Unternehmen für interne Zwecke betrieben werden:

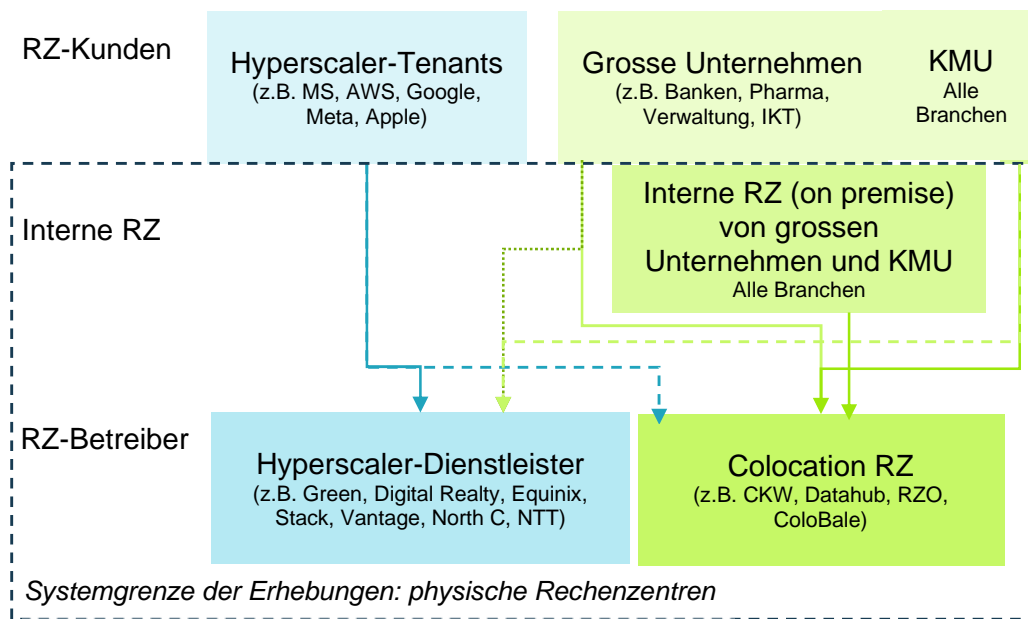


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Rechenzentren und ihren Kunden und der Systemgrenze der Studie

Quelle: TEP Energy

2

Methodisches Vorgehen

2.1 Methodisches Vorgehen im Überblick

Um die o.g. Zielsetzungen zu erreichen, kommen verschiedene methodische Ansätze zur Anwendung, die sich gegenseitig ergänzen, siehe Abbildung 2. Die wichtigsten sind:

- Desktop research: Aufarbeiten des relevanten Kontexts («Stand der Dinge») im Sinne einer Umfeldanalyse mittels Literatur- und Dokumentenanalyse. Recherche, Analyse und Bewertung von verfügbaren Grundlagen wie Marktdaten und -berichte, technische und wissenschaftliche Artikel (z.B. zu technischen Entwicklungen, Energieeffizienzpotenzialen).
- Führen von Interviews mit Experten und Stakeholdern: Auf Basis der in der Literatur- und Dokumentenanalyse gewonnenen Erkenntnisse werden erste explorative Gespräche mit Experten und Stakeholdern geführt, um Stossrichtung und Umfang der Erhebung zu fokussieren. Weitere Gespräche werden nach der Online-Erhebung durchgeführt, um weitere Insights zu gewinnen und besonders aktuelle und wichtige Entwicklungen, auch künftige, zu erfassen. Das Thema KI bildet hierbei einen Fokus.
- Online-Erhebung bei Betreibern von Rechenzentren: Dies erfolgt durch einen Stichproben-Hochrechnungsansatz bestimmt.
- Berechnungen: Da ein Teil der Zielgrößen nicht direkt erhoben wird (z.B. Energieeffizienzpotenziale), sind basierend auf den Angaben der RZ-Betreiber ergänzende Berechnungen durchzuführen. Dies betrifft auch Fälle von fehlenden Angaben, welche durch Abschätzungen, spezifische Berechnungen sowie Datenimputationen ergänzt werden.
- Statistische Analysen und Hochrechnungen: die erhobenen Daten werden anschliessend analysiert und mit Regressionsansätzen modelliert, um Muster, Trends und wichtige Erkenntnisse zu identifizieren. Schliesslich werden die Ergebnisse aus der Stichprobe durch die Anwendung der Regressionsmodelle auf die Grundgesamt hochgerechnet.



Abbildung 2: Graphische Darstellung des methodischen Vorgehens

Quelle: TEP Energy

Auf die einzelnen Elemente des methodischen Vorgehens wird in den nachfolgenden Kapiteln näher eingegangen.

2.2 Aufarbeiten des relevanten Kontexts: Umfeldanalyse

Methodisch erfolgt die Umfeldanalyse, d.h. Aufarbeitung des relevanten Kontexts, mit einer Literatur- und Dokumentenanalyse sowie mit explorativen Interviews.

2.2.1 Literatur- und Dokumentenanalyse

Als Bestandteil der Literatur- und Dokumentenanalyse werden in einem ersten Schritt u.a. die Marktübersichten der Netzwoche seit 2019 vergleichend ausgewertet (auch um allfällige Stilllegungen von RZ zu erfassen) sowie Marktberichte von CBRE, Profondia, Arizton und anderen gesichtet.

Ergänzend wird die einschlägige internationale und soweit verfügbar die nationale Literatur analysiert. Zu nennen sind Studien und Initiativen der IEA wie z.B. «Energy and AI» (IEA et al., 2025), der EU sowie von spezialisierten Autoren wie z.B. Hintemann und Koomey. Hierbei werden auch Erkenntnisse berücksichtigt, welche TEP im Rahmen des EU-Projekts newTRENDS und in einer Studie in Zusammenarbeit mit dem ASUT gewinnen konnte (Lotz, Melliger, Herbst, & Steck, 2023; Steck et al., 2023), Jakob et al. 2023). Im Wesentlichen sind drei Stränge zu berücksichtigen:

- Mengenausweitung: Sowohl international als auch national werden verschiedene relevante Indikatoren betrachtet: Zunahme von Investitionen in RZ, Zubau von RZ-Flächen und elektrischer RZ-Leistung, Workload, Internet traffic. Hierbei wird die KI als ein wichtiger Treiber betrachtet, der in den Kontext weitere Entwicklungen eingebettet wird (z.B. die allgemeine Digitalisierung oder strukturelle Veränderungen, siehe nächster Punkt).
- Strukturelle Entwicklungen: Verlagerungen innerhalb des RZ-Marktes, z.B. Auslagerungen von internen RZ in Colocation RZ oder von Software-Anwendungen in Cloud-RZ. Dies ist erforderlich, um das Gesamtbild der RZ zu zeichnen und auch weil die verschiedenen Arten von RZ unterschiedlich effizient sind.
- Effizienzentwicklungen: Zum einen werden technologische Entwicklungen berücksichtigt, sowohl bei der RZ-Infrastruktur als auch bei der IT, wobei sowohl die Seite Hardware als auch die Seite Software zu betrachten ist; vor allem der letztere Punkt ist im Zusammenhang mit der KI ebenfalls von Relevanz. Regulatorische Entwicklungen und aktuelle freiwillige Initiativen, z.B. der SDEA und des SIA (Merkblatt 2068 (in Erarbeitung)), welche die Effizienzentwicklungen beeinflussen können, werden ebenfalls beachtet.

2.2.2 Explorative Expertengespräche zur Fragebogenvalidierung

Auf Basis der in der Literatur- und Dokumentenanalyse gewonnenen Erkenntnisse werden Gespräche mit Experten und Stakeholdern geführt, um Fragebogenlogik und -design zu schärfen und zu validieren. Hierbei wird in zwei Schritten vorgegangen:

- Erörterung der Datenlage und der Beantwortbarkeit möglicher Themen und Fragen, basierend auf Entwürfen der Autoren dieser Studie.
- Pre-test der Online-Erhebung: Ausliefern der Pre-test-Version und anschliessend Führen von strukturierten Interviews anhand eines spezifischen Leitfadens.

Die erworbenen Erkenntnisse wurden zur Verbesserung des Fragebogens benutzt.

Die Methodik zu den explorative Expertengespräche zur weiteren Entwicklung im Bereich RZ mit einem besonderen Fokus auf das Thema KI ist im Kap. 2.7 beschrieben.

2.3 Erhebung des Stromverbrauchs und der Effizienzpotenziale

Der aktuelle Stromverbrauch und die vergangene Entwicklung sowie die Effizienzpotenziale werden empirisch durch einen Stichproben-Hochrechnungsansatz bestimmt. Diese besteht aus folgenden Teilen und Schritten (siehe auch Abbildung 3):

Teil 1: Bestimmen der Grundgesamt, d.h. Klassifizierung der Rechenzentren in der Schweiz, Segmentierung und Definition der Stichproben, operative Abwicklung der Erhebung

1. Definition der Grundgesamtheit und Strukturierung in verschiedene Segmente
2. Zuordnen von möglichen Adressdatenquellen zu den verschiedenen Segmenten
3. Je nach Bedeutung und Datenlage pro Segment: Entscheid für Vollerhebung oder Ziehen einer Stichprobe
4. Beschaffen des Adressmaterials inkl. Regelung der Datennutzungsbedingungen
5. Durchführen der Erhebung: Versand, Rücklaufkontrolle, Nachfassen

Teil 2: Entwickeln und Durchführen der Online-Erhebung

6. Inhaltliche und strukturelle Konzeption
7. Umsetzung als Online-Erhebung

Teil 3: Auswertung, Analyse und Hochrechnung

8. Analyse der erhobenen Daten und Schätzen von Regressionsmodellen (pro Segment und/oder segmentübergreifend)
9. Hochrechnen auf die Versand- bzw. die Hochrechnungsstichprobe: Anwendung der Regressionsmodelle auf die verschiedenen Segmente der Hochrechnungsstichprobe (predicts)
10. Hochrechnen auf die Schweiz als Ganzes

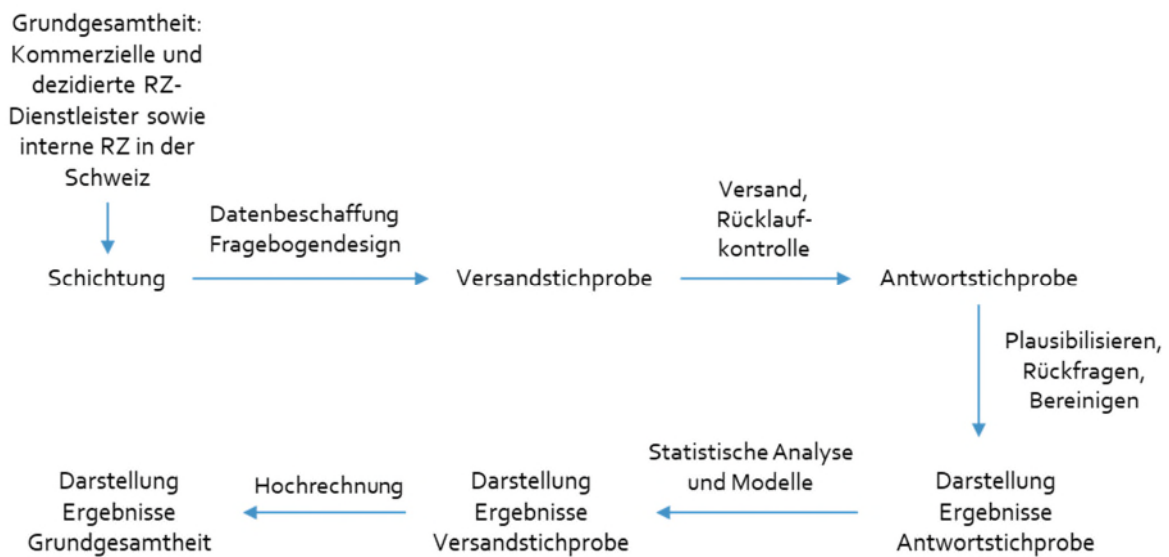


Abbildung 3: Graphische Darstellung des Stichproben-Hochrechnungsansatzes

Quelle: TEP Energy

2.3.1 Grundgesamtheit und Stichproben

Der Erhebungsprozess beginnt mit der Definition der Grundgesamtheit. Diese besteht aus den physischen Rechenzentren in der Schweiz. Wie bereits in Jakob et al. (2021) festgestellt, ist die Grundgesamtheit relativ heterogen und es besteht weder eine Adressdatenbasis noch ein Register, welche die Grundgesamtheit der RZ vollumfänglich abdeckt.

Mit einer Kombination von spezifischen Adressquellen (Details siehe unten) kann die Grundgesamtheit der RZ bis zu einem gewissen Punkt angenähert werden, so dass daraus eine Stichprobe gezogen werden kann (Stichprobenrahmen). Um zu prüfen, ob weitere RZ ausserhalb dieser spezifischen Datenquellen zum Stromverbrauch von RZ in der Schweiz beitragen, wird ergänzend mit einer sogenannten Entdeckungstichprobe gearbeitet. Es kommt also ein hybrider Ansatz aus einem definierten Stichprobenrahmen und einer ergänzenden Entdeckungstichprobe zur Identifikation zusätzlicher RZ zur Anwendung.

- Definierter Stichprobenrahmen: Es werden die folgenden Adressquellen herangezogen, um eine möglichst umfassende Abdeckung der RZ in der Schweiz zu erreichen:
 - Öffentlich verfügbare Marktdaten: der grösste Teil stammt aus den Marktübersichten der Online-Publikation Netzwoche, die seit einigen Jahren alle zwei Jahr erscheint. Nach einer Konsolidierung der Daten der Ausgaben 2020, 2022 und 2024 durch TEP Energy wurde das Adressmaterial durch TEP Energy bereinigt.
 - Spezialisierte Adressdatenbank Profondia. Profondia ist ein privates Unternehmen, das unter anderem die ICT Datenbank «Userbase» anbietet, welche auch RZ und Informationen zu deren Nutzung enthält. Hierbei wird jedoch zum einen keine vollständige Abdeckung aller RZ in der Schweiz erreicht. Zum anderen sind in der Datenbank auch Unternehmen enthalten, die u.U. kein RZ mehr in ihren eigenen Räumlichkeiten betreiben, weil sie die IT komplett in die Cloud ausgelagert haben

oder weil sie ihr RZ in einem Colocation RZ betreiben. Bei diesem Teil handelt es sich um den Ansatz einer Entdeckungsstichprobe.

- Entdeckungsstichprobe: das Betriebs- und Unternehmensregisters (BUR) des Bundesamts für Statistik (BFS) enthält alle Unternehmen, Unternehmen und Betriebe des privaten und öffentlichen Rechts, die in der Schweiz domiziliert sind und eine wirtschaftliche Tätigkeit ausüben (inkl. Verwaltungseinheiten von Gemeinden und Kantonen). Mit dem BUR lassen sich nicht direkt RZ identifizieren, aber das BUR geeignet, um RZ in Unternehmen zu entdecken, welche nicht in den anderen o.g. Datenquellen enthalten sind.

Um bei der Erhebung Streuverluste zu vermeiden und eine hohe Effizienz zu erreichen, werden verschiedene Segmente gebildet (statistisch: Schichten). Diese Schichten werden anhand von Kriterien wie RZ-Typ und -grösse, Unternehmensgrösse und Branche gebildet. Im Hinblick auf die Auswertung und die inhaltliche Interpretation werden zudem drei grundlegende Segmente gebildet, siehe Tabelle 1.

Tabelle 1: Definition der drei Segmente Alpha, Beta und Gamma

Segment	Beschreibung
Alpha	Kommerzielle, am Markt auftretende mittlere, grosse und sehr grosse RZ-Dienstleister (Colocation und Cloud RZ, inkl. Dienstleister für Hyperscalers).
Beta	Mittlere und grosse interne RZ von Unternehmen, die in der Regel mehr als 1000 VZä aufweisen, sowie dezidierte RZ-Unternehmen, die ihre Angebote nur ausgewählten Unternehmen anbieten, z.B. einer bestimmten Branche und/oder ihren Gründern oder Eigentümern. Das Segment Beta umfasst auch grosse, spezielle Rechenzentren, z.B. von Forschungseinrichtungen, Grossbanken, multinationalen Unternehmen und Verwaltungen.
Gamma	Kleine, in der Regel interne RZ in Unternehmen mit weniger als 1000 VZä.

Quelle: TEP Energy in Zusammenarbeit mit Profondia und EnergieSchweiz

Bzgl. Segment Alpha ist anzumerken, dass bis zum Abschluss der empirischen Arbeiten (Anfang 2026) die bekannten sog. Hyperscaler, die skalierbare KI-, Cloud-, Speicher- und Software-Dienstleistungen anbieten, wie Microsoft (Azure), Amazon Webservice (AWS), Google Cloud, Meta, Oracle, SAP etc., keine eigenen Rechenzentren in der Schweiz bauen und betreiben. Sie sind bei (grossen) RZ-Dienstleistern des Segments Alpha eingemietet. Weil die Grundgesamt der Erhebung die physischen RZ umfasst, sind diese Hyperscaler und Software-Anbieter nicht Bestandteil der Erhebung. Stattdessen wird ihr Stromverbrauch in der Erhebung als Teil des Segments Alpha erfasst.

Nachfolgend wird auf die drei Adressquellen näher eingegangen.

Kommerzielle Marktdienstleister der Netzwoche-Marktübersichten

Als Grundgesamtheit des Segments Alpha werden die Marktübersichten der Publikation Netzwoche der Jahre 2020, 2022 und 2024 herangezogen. Durch Quervergleiche und Datenabgleich zwischen den verschiedenen Ausgaben werden sowohl die Anzahl RZ-Unternehmen als auch die Anzahl RZ-Standorte für die drei Jahre konsolidiert. Zudem

werden Unternehmen und Standorte, die gemäss Brancheninformation der SDCA kein physisches RZ darstellen, in Abzug gebracht, um Doppelzählungen zu vermeiden. Auch RZ, die noch im Planungs- und Baustadium sind, werden bei der Grundgesamtheit und der Stichprobe nicht direkt berücksichtigt (ihr möglicher künftiger Stromverbrauch wird stattdessen bei den bestehenden Unternehmen abgefragt). In einem letzten Schritt werden zwei Unternehmen und fünf RZ-Standorte vom Segment Alpha ins Segment Beta umgeteilt. Im Ergebnis resultieren für das Jahr 2024 für das Segment Alpha 39 RZ-Unternehmen und 85 Standorte, siehe Tabelle 2.

Tabelle 2: Grundgesamtheit der kommerziellen RZ-Dienstleister und Colocation RZ

	2020	2022	2024
Anzahl Unternehmen			
Anzahl auf bereinigten Marktübersichten der Netzwoche	53	51	47
Anzahl Unternehmen mit physischem RZ gesamt	45	44	41
Anzahl Unternehmen mit physischem RZ, Segment Alpha	43	42	39
Anzahl RZ Standorte			
Anzahl auf bereinigten Marktübersichten	96	100	105
Abzüglich "im jeweiligen Jahr in Planung/im Bau"	5	4	5
Abzüglich kein physisches RZ	12	12	10
Abzüglich "umgeteilt in Segment Beta"	5	5	5
Total RZ-Standorte, Segment Alpha	74	79	85

Quelle: Marktübersicht Netzwoche (mehrere Ausgaben), Konsolidierung TEP Energy in Zusammenarbeit mit SDCA

Spezialisierte Adressdatenbank Profondia

Profondia ist ein Direct Marketing-Dienstleister, der auf das Erheben und Anbieten von detaillierten Informationen über den ICT-Einsatz bei den grössten 13'700 Schweizer Unternehmen spezialisiert ist. In seiner Datenbank führt Profondia zu einem Unternehmensdaten wie Firmenstruktur, Standort-Typ, Branchenzugehörigkeit, Anzahl Mitarbeiter und PC-Arbeitsplätze sowie Kontaktinformationen über Entscheidungsträger für Informatik- und Telekommunikationsprojekte und zum anderen Daten zur installierte Basis an Informatik- und Telekommunikations-Ausrüstung in verschiedenen Kategorien (z.B. Mainframe/Server, PCs, Storage, Betriebssysteme, Strategische Applikationen, LAN, WAN, Telefonie, Security, usw.). Durch die strukturierte Anwendung des Schneeballverfahrens wird eine hohe Abdeckung der Zielgruppe erreicht.

Wegen der guten Abdeckung der Zielgruppe und vor allem wegen der Verfügbarkeit von Kontaktdaten zu auskunftsfähigen Personen bildet die Profondia-Datenbank eine gute Grundlage für die vorgesehene Online-Erhebung.

Betriebs- und Unternehmensregister (BUR) des Bundesamts für Statistik (BFS)

Weil durch die Marktübersicht der Netzwoche und die Profondia-Datenbank mutmasslich nicht alle physischen Rechenzentren in der Schweiz abgedeckt werden können, u.a. wegen

Unbekanntheit und wegen fehlender Auskunftsbereitschaft der Netzwoche oder der Profondia gegenüber, wird ergänzend das Betriebs- und Unternehmensregister (BUR) des Bundesamts für Statistik (BFS) herangezogen.

Das BUR umfasst alle Unternehmen und Betriebe des privaten und öffentlichen Rechts, die in der Schweiz domiziliert sind und eine wirtschaftliche Tätigkeit ausüben. Hierzu zählen auch öffentliche Unternehmen und die Verwaltung. Das laufend aktualisierte BUR ist für das BFS die Adressgrundlage für statistische Erhebungen bei Unternehmen und Arbeitsstätten. Es dient Ämtern des Bundes und der Kantone sowie Forschungsstellen administrativen und statistischen Zwecken. Das BUR führte im April 2025 rund 660 Tausend Unternehmen, wovon gut 2'100 in die Kategorie mit 250 oder mehr Mitarbeitenden fallen, siehe Tabelle 3. Branchenspezifische Details zur Grundgesamtheit des BUR sind Tabelle 42 und Abbildung 49 im Anhang aufgeführt.

Tabelle 3: Grundgesamtheit aller marktwirtschaftlichen und öffentlichen Unternehmen gemäss BUR: Anzahl Unternehmen nach Klasse der Unternehmensgrössen (in Vollzeitäquivalenten, VZä), Stand Ende April 2025

Unternehmenstyp	Klasse der Unternehmensgrössen (Anzahl VZä)					Alle
	1-9	10-49	50-249	250-999	1000+	
Marktwirtschaftlich	587'019	54'156	9'791	1'505	303	652'774
Öffentlich	2'295	1'669	982	209	109	5'264
Total	589'314	55'825	10'773	1'714	412	658'038

Quelle: Bundesamt für Statistik, Darstellung TEP Energy

Vorteil dieser Adressquelle ist die vollständige Abdeckung aller marktwirtschaftlichen und öffentlichen Unternehmen und Verwaltungen in der Schweiz, Nachteil das Fehlen von Kontaktdaten zu auskunftsfähigen Personen.

Zuordnung der Adressquellen zu den Segmenten

Die verschiedenen o.g. Datenquellen decken die Segmente Alpha, Beta und Gamma unterschiedlich ab und die Adressdatenquellen sind nicht eins zu eins zu diesen Segmenten zuzuordnen, wie in Tabelle 4 aufgezeigt wird.

Anzumerken, dass die Segmente aufgrund der Datenlage und aufgrund neuerer Erkenntnisse, welche zu berücksichtigen sind, nicht direkt mit denjenigen mit der Studie von 2021 vergleichbar sind¹.

¹ In Jakob et al. (2021) wurden folgende Segmente unterschieden:

- Segment A: Mittlere und grosse RZ (2020 rund 80 RZ-Standorte). Die Mehrheit davon bot ihre Dienstleistung am Markt an, ein Teil davon jedoch nur dezidiert ihren Organisationen oder Eigentümern. (z.B. OIZ, Bedag)
- Segment B* bzw. B2: Sehr grosse unternehmens- und organisationsinterne RZ, namentlich in den Branchen Finanz- und Versicherung, Pharma, Öffentliche Verwaltung und Forschung
- Segment B: Interne RZ in mittleren und grossen Unternehmen- und Organisationen
- Segment C: Kleine RZ und Serverräume in kleinen und mittleren Unternehmen und Organisationen

Tabelle 4: Zuordnung der Adressdatenquellen zu den Auswertungssegmenten Alpha, Beta und Gamma

Adressdatenquellen	Alpha	Beta	Gamma
Öffentlich verfügbare Marktdaten (Netzwoche, weitere)	Kommerzielle, am Markt auftretende RZ	Dezidierte RZ-Dienstleister gemäss Beschreibung Tabelle 1	n.z.
Spezialisierte Adressdatenbank Profondia (Stichprobe)	Ergänzend	Dezidierte RZ-Dienstleister gemäss Beschreibung Tabelle 1	n.z.
	Ergänzend	Interne RZ *	Interne RZ *
Betriebs- und Unternehmensregister (Stichprobe)	Ergänzend	Unternehmen mit mutmasslichen RZ oder RZ-Dienstleistern *	
Alle			

* Einteilung in Beta bzw. Gamma gem. Anzahl VZä: 1000 und mehr (Beta) bzw. weniger als 1000 (Gamma)

n.z.: nicht zutreffend

Quelle: TEP Energy

2.3.2 Beschaffen des Adressmaterials inkl. Regelung der Datennutzungsbedingungen

Das Adressmaterial für die Durchführung der Online-Erhebung stammt aus den im Abschnitt 2.3.1 aufgeführten Adressquellen, die weitergehend segmentiert und bereinigt wurden, um in der Folge je nach Segment eine Vollerhebung oder eine Stichprobe zu definieren.

In Tabelle 5 ist eine verfeinerte Zuordnung zwischen Segmenten und Adressdatenquelle dargestellt. Hierzu ist zudem anzufügen, dass die Einteilung in die Segmente nicht final a priori, d.h. bereits beim Bilden und Ziehen der Stichproben vorgenommen werden konnte, sondern z.T. erst unter Zuhilfenahme von erhobenen Daten. Dadurch weichen einige der in Tabelle 6 aufgeführten Unternehmen von der Einteilung gemäss der Adressquelle ab.

Im Hinblick auf die Erhebung und die Auswertung wurden Segmente Alpha und Beta weiter in sehr grosse RZ und die übrigen RZ des jeweiligen Segments aufgeteilt, siehe Tabelle 5. Je nach Grösse des Segments wird eine Vollerhebung oder eine Stichprobenerhebung durchgeführt.

- Öffentlich verfügbare Marktdaten (Netzwoche, weitere): Vollerhebung.
- Adressdatenbank Profondia: Die gemeinsam zwischen TEP Energy und Profondia definierte Zielgruppe für die Befragung umfasst Schweizer Unternehmen und Organisationen mit einem substanziellen IT-Infrastrukturbedarf sowie spezialisierte Rechenzentrums- und Cloud-Dienstleister. Konkret wurden zum einen grosse Unternehmen ab 3'000 Mitarbeitenden oder ab 1'000 PCs in der Schweiz berücksichtigt, da bei diesen Firmen erfahrungsgemäss ein relevanter Bedarf an Rechenleistung vorhanden ist. Zum anderen wurden gezielt Unternehmen ab 50 physischen bzw. 300 virtuellen Servern einbezogen, unabhängig von ihrer Gesamtgrösse. Ergänzt wurde die Auswahl durch Anbieter von Cloud Services, welche in den Befragungen von Profondia von mindestens

fünf Endkunden als genutzte Anbieter genannt wurden. Zudem wurde ein Abgleich mit den spezialisierten Rechenzentrumsbetreiber aus der Netzwoche-Marktübersicht 2024 vorgenommen, um diese mit Ansprechpersonen zu ergänzen.

- Betriebs- und Unternehmensregister (BUR) des Bundesamts für Statistik (BFS): Ziehung einer geschichteten Stichprobe gemäss einem Stichprobenplan, gemeinsam erarbeitet zwischen TEP Energy und BFS. Es ist davon auszugehen, dass die IT-Intensität in gewissen Branchen und in grossen Unternehmen deutlich höher ist als im Mittel. Deshalb werden gewisse Branchen gezielt mit einer quasi Vollerhebung adressiert (im Rahmen der von den Datennutzungsbedingungen gegebenen Möglichkeiten).
 - Es kann davon ausgegangen werden, dass RZ-Dienstleister Teil des Sektors IKT und Medien sind. Diesen definiert das BFS wie im Anhang dargestellt. RZ-Dienstleister kommen mutmasslich in den blau markierten Branchen vor, besonders in den hervorgehobenen. Der Bereich Medien (siehe rot markierte Branchen) ist eher den Segmenten Beta und Gamma zuzuordnen, siehe Abbildung 49 im Anhang.
 - Von speziellem Interesse sind die Branchen 620300 «Betrieb von Datenverarbeitungsanlagen für Dritte», die rund 56 Arbeitsstätten aufweisen, und die Branche 631100 «Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten» gut 400 Arbeitsstätten (siehe Tabelle 42).
 - Bei den 2'100 grossen Unternehmen mit 250 oder mehr Mitarbeitenden wird eine Vollerhebung angestrebt.

In Abbildung 49 im Anhang ist der durch das BFS und TEP Energy in erster Instanz erarbeitete Strichprobenplan aufgeführt. Um den Erhebungsaufwand zu verringern, wurde die Anzahl der zu kontaktierenden Unternehmen reduziert.

Ein Teil der Unternehmen kommt in mehr als einer Adressdatenquelle vor. Um ein mehrfaches Anschreiben zu vermeiden, wurde in solchen Fällen der Verwendung der Profondia-Datenbank die Priorität gegeben, weil in diesem Fall Kontaktdaten zu Ansprechpersonen verwendet werden konnten.

Die Unternehmen verteilen sich gemäss dem Stichprobenplan einigermaßen gleichmässig auf Mikro- und Kleinunternehmen (zusammengenommen), mittlere Unternehmen, grosse Unternehmen und sehr grosse Unternehmen, siehe Tabelle 7.

Tabelle 5: Beschreibung der Segmente und der Adressdatenquellen für die Erhebung

Haupt-segment	Untersegment	Beschreibung	Datenquellen für Vollerhebung bzw. Stichprobenziehung	
Alpha: Markt-RZ- Dienstleister	Alpha Rest	Kleine und mittlere Colocation RZ	Treten am Markt öffentlich in Erscheinung	Netzwoche, Schweizer Web- hosting. Vollerhebung
	Alpha large	Grosse Colocation RZ, Dienstleister für Hyperscaler	Treten am Markt öffentlich in Erscheinung	Netzwoche, SDCA, Voller- hebung
Beta: Dezidierte RZ-Dienst- leister und interne RZ	Beta-Pro DI	RZ, die ihre Dienstleistun- gen dezidiert anbieten	Dienstleister gemäss Profondia, z.T. auch interne, z.B. für Verwaltungen	Profondia-Datenbank, Netzwoche (ergänzend). Vollerhebung des Segments
	Beta-Pro	Interne grosse RZ	Unternehmen mit mehr 3000 Mitar- beitenden oder mehr als 1'000 PC	Segment aus der Profondia- Datenbank
	Beta-Pro Large	Interne sehr grosse RZ	Interne sehr grosse RZ	Teilsegment aus Profondia- und BUR-Stichprobe, Recherchen TEP Energy
	Beta- BFS	Interne grosse RZ	Weitere Unter- nehmen mit mut- masslich grossen internen RZ	BUR des BFS in der Regel 1000 oder mehr VZä und Unternehmen aus ausge- wählten Branchen (s. Tabelle 41 im Anhang).
Kleine interne RZ	Gamma- Pro	Interne kleine RZ	KMU mit mutmass- lich kleinen RZ	Segment aus Profondia- Datenbank (Teilsegment in der Regel weniger als 1000 Mitarbeitende)
	Gamma- BFS	Interne kleine RZ	KMU mit mutmass- lich kleinen RZ	Stichprobe aus dem BUR des BFS: weniger als 1000 VZä

Quelle: TEP Energy

Die konsolidierte Versandstichprobe umfasst rund 3200 Unternehmen, wovon rund 40 dem Segment Alpha, rund 800 dem Segment Beta und mehr als 2300 dem Segment Gamma zuzuordnen sind, siehe Tabelle 6. Speziell zu hervorzuheben ist, dass es sich bei den am Markt operierenden RZ-Unternehmen häufig um KMU handelt (gemessen an der Anzahl Beschäftigten), siehe Tabelle 7.

Tabelle 6: Beschreibung der Versandstichprobe mit Anzahl Unternehmen nach Adressquelle und nach Segmenten

Adressquelle	Anzahl (Versand)	Segmentierung für Auswertung	Alpha	Beta	Gamma	Bemerkungen
Netzmedien u.a.	37	Alpha Rest	28			Vollerhebung
		Alpha large	9			Vollerhebung
«Profondia Dienstleister»	143	Beta-Pro-DL		136		Definition Dienstleister Profondia
		Beta-Pro large ^{Versand}		7		Definition Large TEP
Profondia übrige	675	Alpha Rest	2			
		Beta-Pro		394		>=1000 Beschäftigte gemäss Auswertung TEP
		Beta-Pro large ^{Versand}		60		>=1000 Beschäftigte gemäss Auswertung TEP
		Gamma-Pro			219	10-999 Beschäftigte gemäss Auswertung TEP
BUR >=1000 VZä	412	Alpha Rest	1			
		Beta-BFS			411	Grössenklasse BFS >=1000 VZä
BUR <1000 VZä	1932	Alpha Rest	2			
		Beta-BFS		214		>=1000 VZä gemäss Auswertung TEP
		Gamma-BFS			1716	Grössenklassen BFS <=999 VZä
Alle	3199		42	811	2346	

Quelle: TEP Energy

Tabelle 7: Versandstichprobe nach Segment, Datenquelle und Grössenklasse der Vollzeitäquivalente (VZä)

	Mikro- unter- nehmen (1-9)	Kleine Unter- nehmen (10-49)	Mittlere Unter- nehmen (50-249)	Grosse Unter- nehmen (250-999)	Sehr grosse Unter- nehmen (>=1000)	Grösse unbe- kannt	Alle
Alpha	2	10	7	3	3	17	42
Beta Profondia	16	40	71	81	284	105	597
Beta-BFS	-	0	0	214	411	-	625
Gamma Profondia	5	13	61	82	24	34	219
Gamma BFS	251	258	551	656	0	-	1716
Total	274	321	690	1036	722	156	3199

Quelle: TEP Energy

Anzumerken ist, dass die Unternehmensgrösse (gemessen in VZä) nicht von allen Unternehmen bekannt ist (siehe Spalte «Grösse unbekannt» in Tabelle 7 in und dass die Datenquelle zwischen den verschiedenen Segmenten unterschiedlich ist (die Kategorisierung bei den Unternehmen der Profondia-Datenbank stammt von Profondia, nicht vom BFS).

2.3.3 Durchführen der Erhebung: Versand, Rücklaufkontrolle, Nachfassen

Die Einladung zur Umfrage erfolgte für 99.6% der Unternehmen am 18.06.2025 mittels postalischen Versandes, organisiert durch TEP Energy. 14 RZ wurden nachträglich recherchiert und im November 2025 kontaktiert. Insgesamt wurden die Briefe an 3'199 Unternehmen in drei Sprachen versendet (Deutsch, Französisch und Italienisch) mit dem Hinweis, dass die Online-Umfrage entweder in Deutsch oder Französisch ausgefüllt werden kann.

Um den Rücklauf zu erhöhen, wurde am 10.07.2025 ein Erinnerungsschreiben an 669 Unternehmen mit ausstehender Antwort versandt. Dabei wurde das Segment Alpha und eine Stichprobe von Firmen der Segmente Beta-Pro und Gamma-Pro berücksichtigt.

Ein zweites Erinnerungsschreiben wurde am 30.10.2025 an 389 Organisationen (Stichprobe Beta) versendet. Ergänzend wurde das Segment «Alpha» (14 Organisationen) am 04.11.2025 per E-Mail kontaktiert, die den Fragebogen per Post bis zu diesem Zeitpunkt nicht erhalten hatten.

Ab KW44 2025 bis Anfang 2026 wurde bei grossen RZ der Segmente Alpha und Beta gezielt per E-Mail und per Telefon nachgehakt, beim Segment Alpha mit Unterstützung der Verbände ASUT und SDCA. Geplant war das Nachfassen mit 99 Unternehmen, davon wurden 86 erreicht.

Zum Rücklauf und zur Beteiligung an der Erhebung können folgende Feststellungen gemacht werden:

- 190 der angeschriebenen Unternehmen haben sich aus unterschiedlichen Gründen schriftlich oder telefonisch abgemeldet oder mitgeteilt, sich nicht an der Erhebung beteiligen zu können oder zu wollen oder kein RZ zu betreiben bzw. es ausgelagert zu haben (Details siehe Tabelle 8).
- 65 Unternehmen haben per E-Mail oder telefonisch mitgeteilt, dass Sie das Schreiben mehrmals erhalten haben.
- 712 Unternehmen haben die Online-Umfrage geöffnet, wovon 689 ihren Namen angegeben haben und einige wenige sich anonym beteiligt haben. Der Netto-Rücklauf liegt bei insgesamt 677 Unternehmen. Damit ergibt sich je nach im Mittel eine Rücklaufquote von 25% und je nach Segment eine solche von 13% bis 78%, siehe Tabelle 8.
- Davon handelt es allerdings nur zu etwa 50% um Unternehmen mit einem physischen RZ, siehe Abbildung 9; die übrigen 50% sind oder haben kein internes RZ und gehören damit nicht zur Zielgruppe. Bezogen auf die Zielgruppe der physischen RZ beträgt die Rücklaufquote dementsprechend rund 44%.

Tabelle 8: Versand und Rücklauf der Umfrage nach Segment

Segment	Fragebogen verschickt	Unzu- stellbar	Betreibt kein RZ oder RZ ausgelagert	Teilnahme verweigert	Rücklauf Anzahl	Rücklauf- quote (*)
Alpha Rest	33	-	-	-	14	42%
Alpha large	9	-	-	-	7	78%
Beta-BFS	625	12	25	12	132	28%
Beta-Pro	394	10	22	7	147	46%
Beta-Pro-DL	136	10	9	-	53	49%
Beta-Pro Large _{Versand}	67	1	6	4	28	58%
Gamma-BFS	1716	34	19	3	218	14%
Gamma-Pro	219	5	6	5	78	42%
Total	3199	72	87	31	677	25%

(*) Bezogen auf die Anzahl verschickter Fragebogen abzüglich der Anzahl unzustellbarer Fragebogen und abzüglich der Anzahl Unternehmen «Betreibt kein RZ oder ausgelagert» (gemäss schriftlicher oder telefonischer Rückmeldung). Bezogen auf die Zielgruppe der physischen RZ ist die Rücklaufquote bei den meisten Segmenten etwa doppelt so hoch (ca. zusätzliche 50% der Antwortenden geben im Fragebogen an, kein eigenes physisches RZ in ihren Räumlichkeiten zu betreiben, siehe Abbildung 9 auf Seite 45).

Quelle: TEP Energy

2.4 Entwicklung der Online-Erhebung

Um die in der Zielsetzung formulierten Ergebnisse zu erreichen, wird ein Online-Fragebogen entwickelt, um folgende Angaben zu erheben:

- Jährlicher Stromverbrauch
- Treiber und erklärende Grössen des Stromverbrauchs wie installierte Leistung und Fläche, u.a. auch im Hinblick auf das Imputieren von fehlenden Angaben
- Quantitativer Indikator zur Energieeffizienz (PUE).
- Angaben zu technischen und betrieblichen RZ-Charakteristika und zu durchgeführten Massnahmen, um die Energieeffizienz einzuschätzen.
- Weitere allgemeine Angaben.
- Auch die vergangene Entwicklung des Stromverbrauchs wird mittels Online-Erhebung abgefragt. Falls dieser nicht bekannt ist, wird zum einen eine relative Einschätzung (Veränderung in %) und zum anderen die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren abgefragt (siehe Kap. 2.5.2). Damit lässt sich wiederum der Stromverbrauch der RZ der Stichprobe bestimmen.

Bei der Fragebogenlogik werden die verschiedenen Segmente unterschiedlich berücksichtigt und ein Teil der Fragen hängt von den Antworten anderer Fragen ab, siehe Kap. 10.5.1 im Anhang.

Während für Firmen mit über 50 Servern ein ausführlicher Fragebogen zu vielen wichtigen Grössen innerhalb eines RZ erstellt wird, wird für Firmen mit weniger als 50 Servern ein kompakterer Fragebogen entworfen, in dem zusätzlich erhoben wird, ob IT- und Geschäftsprozesse ausgelagert werden oder dies bereits geschehen ist.

Die Fragebogen wird so konzipiert, dass bei Zahlenwerten nebst dem exakten Wert jeweils auch eine Antwortbatterie zur Verfügung steht. Damit können die Antwortenden eine Kategorie ankreuzen (z.B. 50-99 kW installierte IT-Leistung), auch wenn sie den exakten Wert nicht unmittelbar zur Verfügung haben. Dies trug bei der letzten Studie (Jakob et al. 2021) wesentlich zur hohen Rücklaufquote bei und unvollständige Antworten konnten minimiert werden. Die Fragebogenlogik und Export des Online-Fragebogens befinden sich im Anhang.

2.5 Auswerten der erhobenen Daten und Hochrechnung auf den gesamtschweizerischen Stromverbrauch

In diesem Kapitel werden die verwendeten Berechnungsmethoden und das Vorgehen zur Hochrechnung des Stromverbrauchs aus der Antwortstichprobe auf die gesamte Schweiz (Gesamtheit) beschrieben.

2.5.1 Übersicht und Ansatz

Die Hochrechnung der erhobenen Daten von der Stichprobe auf die Gesamtschweiz erfolgt in zwei Schritten:

- Schritt 1: von der Antwort- auf die Versand- bzw. die Hochrechnungsstichprobe
- Schritt 2: von der Versand- bzw. Hochrechnungsstichprobe auf die Schweiz.

Zur Hochrechnung von der Antwortstichprobe auf die Versand- bzw. Hochrechnungsstichprobe werden folgende Datenquellen herangezogen:

- RZ-Marktübersichten von Netzmedien, welche Mengengerüstdaten (Fläche) und Standorte zu RZ-Dienstleistern und ihren RZ (Segment Alpha) liefern.
- Profondia-Datenbank: Anzahl Beschäftigte, Grössenklasse der Unternehmen (bzgl. Beschäftigten) und ggf. Branchenzugehörigkeit der Unternehmen (gemäss Branchen-code Profondia).
- Stichprobe des BFS: Anzahl Beschäftigte, Grössenklasse und ggf. Branchenzugehörigkeit der Unternehmen (NOGA-Einteilung).

Aufgrund der unterschiedlichen Definition der Grundgesamtheit für die drei Segmente, unterscheidet sich die Methodik der Hochrechnung auf die Versand- bzw. Hochrechnungsstichprobe zwischen den Segmenten, wobei das Vorgehen pro Segment im Anhang im Kap. 10.2.5 erläutert wird.

Bei der Hochrechnung von der Versand- bzw. Hochrechnungsstichprobe auf die Schweiz ist zu berücksichtigen, dass die Stichproben die Segmente unterschiedlich gut abdecken. Deshalb sind die erhobenen Verbrauchswerte je nach Segment unterschiedlich stark hochzukalieren. Jedes Teilsegment wird mit je zwei Hochrechnungsfaktoren skaliert:

- Anteil der Unternehmen, die kein RZ sind oder kein RZ betreiben: Auswertung der gemachten Angaben, ergänzt durch eine zusätzliche Anpassung aufgrund von möglichem Self-selection bias.
- Anteil, welche die Unternehmen der Versandstichprobe an der Grundgesamtheit ausmachen: Daten zur Grundgesamtheit, ergänzt durch eigene Experteneinschätzungen.

Für Details zu diesen Hochrechnungsfaktoren wird auf Kap. 4.3 verwiesen.

2.5.2 Modelle für Berechnungen, Plausibilitätsprüfungen und Hochrechnungen

Fehlende Angaben werden durch Abschätzungen, spezifische Berechnungen sowie Datenimputationen ergänzt. Mit den erhobenen und durch Berechnungen ergänzten Daten wird in einem ersten Schritt eine Plausibilitätsprüfung vorgenommen und in zwei weiteren Schritten wird von der Antwortstichprobe auf die Grundgesamtheit hochgerechnet. Die Plausibilitätsprüfung und Hochrechnungen hängen von der Datenlage, d.h. von den tatsächlich gemachten Angaben und den Daten, welche für die Grundgesamt zur Verfügung stehen, ab. Im Vordergrund stehen die folgenden beiden Regressionsmodelle, wobei diese im Einzelnen abhängig von der Datenlage (z.B. Anzahl pro Kategorie) konkret spezifiziert werden:

- Stromverbrauch korreliert mit Fläche (sog. White space), differenziert nach Segmenten
- Stromverbrauch korreliert mit Beschäftigten, differenziert nach Segmenten und/oder Grössenklasse

Die Plausibilitätsprüfung erfolgt durch Ausreisseranalysen. Auch Daten, die einen hohen Einfluss auf das Gesamtergebnis haben, sogenannte «high leverage», werden so identifiziert. Sowohl Ausreisser wie RZ mit hohem Einfluss werden entweder aufgrund weiterer gemachter Angaben oder mittels öffentlich verfügbarer Informationen überprüft, wenn möglich korrigiert oder von den weiteren Analysen ausgeschlossen.

Dem interessierten Lesenden werden die verschiedenen Verfahren 1 bis 3 zur Abschätzung des Stromverbrauchs im Anhang (Kap. 10.2.3) genauer erläutert.

2.6 Energieeffizienzpotenziale

Der aktuelle Stromverbrauch von Rechenzentren (RZ) sowie die bestehenden Effizienzpotenziale werden massgeblich durch den Umfang bereits implementierter Energieeffizienzmassnahmen und den Stand der Technik in den beiden Systembereichen Infrastruktur (Kühlung, Lüftung, ...) und IT (Virtualisierung, Speichertechnologien, ...) bestimmt. Da der Effekt dieser Massnahmen de facto nicht direkt erhoben werden kann, sind basierend auf den Angaben der RZ-Betreiber ergänzende Berechnungen durchzuführen.

2.6.1 Infrastrukturseitige Energieeffizienzpotenziale

Die vorliegende Untersuchung knüpft methodisch an die Vorgängerstudie (Jakob et al., 2021) an, in der das infrastrukturseitige Effizienzpotenziale von Rechenzentren anhand zentraler technischer und betrieblicher Einflussparameter ermittelt wurde. Die dort definierten Systemkonfigurationen (Systemraumtemperatur, Art der Kälteerzeugung, Kalt-

wassersystemtemperatur, Wärmesenke sowie Luftführung) bilden weiterhin die analytische Grundlage zur Ermittlung des PUE:

$$PUE = 1 + MaxInfra \cdot (f_{KE} \cdot f_{Infra,1} \cdot f_{Infra,2} + f_{KV} \cdot f_{Infra,3} \cdot f_{Infra,4} + f_{LF} \cdot f_{Infra,5} \cdot f_{Infra,6} + f_{Rest} \cdot f_{Infra,7})$$

MaxInfra beschreibt den maximalen Energieanteil der Infrastruktur welcher analog der Studie von 2012 definiert wurde (Jakob et al., 2021). Die Faktoren f_{KE} , f_{KV} , f_{LF} und f_{Rest} weisen den Anteil des Stromverbrauchs für Kälteerzeugung, Kaltwasserverteilung, Luftführung sowie den Rest (USV etc.) aus. Die Faktoren wurden analog zur letzten Studie mit 50%, 15%, 20% und 15% aufgeteilt (Puntsagdash, Hass, Bersier, Zwygart, & Blättler, 2015). Die Reduktionsfaktoren je nach Antwort im Fragebogen sind gemäss Tabelle 50 definiert.

Das realisierbare infrastrukturseitige Energieeffizienzpotenzial wird pro Rechenzentrum ermittelt und ergibt sich aus dem aktuellen PUE (PUE_{ist}), einem Zielwert (PUE_{Ziel} von 1.15/1.2 für die Segmente Alpha/Beta) sowie des totalen Stromverbrauchs (E_{total}):

$$EP_{Infra} = \frac{PUE_{ist} - PUE_{Ziel}}{PUE_{ist}} \cdot E_{total}$$

Der aktuelle PUE wurde entweder direkt in der Erhebung angegeben oder durch obigen Ansatz mit den bereits umgesetzten Energieeffizienzmassnahmen ermittelt.

2.6.2 IT-seitige Energieeffizienzpotenziale

Auch zur Bestimmung der IT-Effizienzpotenziale wird an die Vorgängerstudie angeknüpft und das Vorgehen gezielt verfeinert. Insbesondere die stetig steigende Virtualisierung wurde dieses Mal spezifisch in der Effizienzbetrachtung berücksichtigt. Der Anteil am IT-seitigen Stromverbrauch wurden für Server, Speicher und Backup leicht erhöht, um die steigenden Rechenleistungsdichte im Compute Bereich zu berücksichtigen sowie die steigenden Datenvolumina und Redundanzanforderungen im Bereich Speicher/Backup. Hierzu ist anzumerken, dass in grossen, energiedichten RZ der Anteil Server deutlich höher liegen kann, siehe IEA-Studie «Energy and AI», (IEA et al., 2025).

Tabelle 9 Verwendungszweck und Anteil am IT-seitigen Stromverbrauch

Verwendungszweck	Anteil am IT-seitigen Stromverbrauch
Server (Compute)	48%
Speicher	15%
Backup	7%
Weiter Verbräuche im Bereich Netzwerk sowie komponentenbedingte Verbräuche	30%

Quelle: TEP Energy in Anlehnung an Jakob et al. (2021) und IEA Bericht «Energy and AI» (IEA et al., 2025)

Analog zur letzten Studie (Jakob et al 2021) wird der IT-Faktor pro Rechenzentrum anhand der angenommenen Verbraucherstruktur ($f_{Virtualisierung}$, $f_{Speicher}$, f_{Backup} , $f_{Komponenten}$ siehe Tabelle 9) sowie anhand der ein der Erhebung angegebenen Massnahmenkombi-

nationen (vgl. Tabelle 51) bzgl. Virtualisierung, Auslastung, Speicher-technologien und Backup-Systemen ermittelt:

$$IT_{EF} = f_{Virtualisierung} \cdot f_{IT,1} + f_{Speicher} \cdot f_{IT,2} \cdot f_{IT,3} + f_{Backup} \cdot f_{IT,4} + f_{Komponenten} \cdot f_{IT,5}$$

Das realisierbare IT-seitige Energieeffizienzpotenzial wird pro Rechenzentrum ermittelt und ergibt sich aus dem aktuellen IT-Faktor ($EF_{IT,ist}$), einem Zielwert ($EF_{IT,Ziel}$ von 0.35) sowie des IT-seitigen Stromverbrauchs (E_{IT}):

$$EP_{IT} = \frac{EF_{IT,ist} - EF_{IT,Ziel}}{EF_{IT,ist}} \cdot E_{IT}$$

Das totale Energieeffizienzpotenzial ergibt sich aus der Summe von infrastrukturseitigem und IT-seitigen Energieeffizienzpotenzial. Zur Berücksichtigung von Unternehmen, welche die Fragen nicht oder nur teilweise beantwortet haben und zum Aufzeigen der Ergebnisspanne werden drei Szenarien gebildet:

- Best case: Für eine nicht beantwortete Frage wird davon ausgegangen, dass bzgl. dieser Frage im betreffenden RZ bereits die energieeffizienteste Option gewählt ist (grüne Faktoren in Tabelle 50 und Tabelle 51 im Anhang), d.h. «Best case» im Sinn der Energieeffizienz, was im Umkehrschluss bedeutet, dass das verbleibende Potenzial im Fall «Best case» am geringsten ist.
- Normalfall/Median: Für nicht beantwortete Fragen wird der Medianwert aus der Erhebung verwendet (blaue Faktoren in Tabelle 50 und Tabelle 51 im Anhang).
- Worst case: Für nicht beantwortete Fragen wird eine energieineffiziente Systemkonfiguration angenommen (rote Faktoren aus Tabelle 50 und Tabelle 51).
- Best guess: Normalfallszenario; ausser für Segment Alpha das Best case Szenario im Bereich Infrastruktur (Annahme: infrastrukturseitige Potenziale weitgehend ausgeschöpft).

2.7 Führen von Interviews mit Experten und Stakeholdern zur Entwicklung im Bereich RZ mit Fokus auf KI

Nach der Online-Erhebung werden durch umfangreiche Interviews mit Expert:innen - und Stakeholder: innen weitere Erkenntnisse gewonnen. Hierzu werden drei Zielgruppen gebildet, nämlich «Rechenzentren (Dienstleister, Colocation und interne)», «Verteilnetzbetreiber» und «Intermediäre» (wie Verbände, Planer, etc.). Die in Tabelle 10 aufgeführten Stakeholder und Experten zeigt die Art von Interviewpartnern, die kontaktiert wurden. Insgesamt wurden rund 40 Stakeholder und Experten kontaktiert, wovon sich Interviewpartner von knapp 30 Organisationen und Unternehmen zu einem strukturierten Interview bereiterklärt haben oder eine schriftliche Stellungnahme abgaben. Ergänzend wurden weitere, informelle Gespräche geführt, die je nach Kontext mehr oder weniger ausführlich waren. Die Liste der Interviewpartner:innen, mit denen strukturierte Gespräche geführt wurden, findet sich im Anhang im Kap. 10.6.

Tabelle 10 Experten und Stakeholder-Interviews: Mögliche, kontaktierte und teilnehmende Unternehmen und Organisationen

Zielgruppe	Kontaktiert teilgenommen	Kontaktiert, nicht teilgenommen	Weitere mögliche Interview-Partner:innen (Auswahl)
Rechenzentren	Stack, Green, Interxion, ewl, hosttech, ColoBâle, WWZ, RZO. KSGR, Novartis, OIZ, PSI, Raiffeisen, ZKB	Equinix, Vantage, EKT, AWS, Google, Microsoft, IWB	Netrics, Sunrise, Swisscom, SAP, IBM
Verteilnetzbetreiber	AEW, Axpo, EKZ, Swissgrid, Stadtwerke Winterthur, Romande Energie, vier kleinere VNB	BKW, EWZ, SIG, Groupe E	Alpiq, Energie 360°, EWB, VSE, DSV
Intermediäre (Verbände, Planende, Technologie- anbieter, Behörden)	Gas&Com, SDEA, ASUT (informell), SDCA, Willers, Profondia, HPE, IBM (informell), NVIDIA (informell), SIA (informell). Kantone TG/SH, Kanton ZH (informell)	Dell	ASHRAE, EN, ISO, Genuel AG, Amstein+Walthert, Partner Ingenieure, Emch+Berger, Implenia

Quelle: TEP Energy

Die Interviews sollen besonders wichtige aktuelle und künftige Entwicklungen, insbesondere die Treiber der vergangenen und künftigen Stromnachfrage von RZ sowie den Einfluss der Energieeffizienz und der Künstliche Intelligenz auf die aktuelle und künftige Stromnachfrage von RZ thematisieren.

Für die Gruppen «RZ-Dienstleister und RZ-Colocation», «interne RZ», «Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber» und «Intermediäre» bildet je ein spezifischer Interviewleitfaden die Basis für die Gespräche.

Die Interviews decken konkret die folgenden wichtigsten Themen ab, welche aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet werden. Entsprechend werden die Fragen je nach Zielgruppen der verschiedenen Experten- und Akteursgruppen triagiert und im Gespräch unterschiedlich formuliert und gewichtet. Nachfolgend werden die Themen für die zwei Gruppen, die sich als die Wichtigsten herausgestellt haben, exemplarisch dargestellt, nämlich für Rechenzentren und für Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber (ÜNB und VNB).

Gruppe «Rechenzentren», wobei der Leitfaden nach Colocation-RZ, Cloudanbieter und internen RZ differenziert wurde und nicht alle der folgenden Fragenbereiche auf alle RZ-Typen zutreffen):

- Umfeld, Marktentwicklung: Wie hat sich die Kunden-struktur von RZ-Dienstleistern in den letzten Jahren verändert (z.B. Hyperscaler, grosse Unternehmen vs. KMU)

- Treiber: Wie hat sich der Data traffic entwickelt, welche Entwicklungen sind zu erwarten? Wie kann die Entwicklung des Speicherplatzes von Privat- und Firmenkunden charakterisiert werden?
- Planung und Bau: Wie entwickeln sich Bau, Ausbau und Nutzung von Rechenzentren, insbesondere im Hinblick auf die Planung neuer Kapazitäten, die Auslastung von RZ-Flächen sowie die Standortwahl und Sicherung von Energieversorgung und Internetanbindung?
- Wie lange dauert es, bis erstellte RZ-Flächen vermietet bzw. genutzt werden und wie lange, bis die installierten elektrischen Anschlussleistungen bis zu welchem Grad genutzt werden (vergangene fünf Jahre, derzeit, zu erwarten)?
- Vergangene Entwicklung Energieeffizienz: sind heutige neue RZ effizienter als Neubauten von vor fünf oder zehn Jahren, wie hat sich der PUE entwickelt, wird Abwärme genutzt oder zumindest als Möglichkeit zur Verfügung gestellt? Welche Effizienzmassnahmen bestehen auf Seite IT, sowohl bei der Beschaffung als auch im Betrieb?
- Künftige Entwicklung Energieeffizienz und technische Ausgestaltung von Rechenzentren, insbesondere in Bezug auf PUE, Kühltechnologien, Leistungsdichte sowie den Einsatz von High Density Anwendungen im Allgemeinen und KI im Besonderen?
- Innensicht: Wie entwickelt sich die Struktur und Nutzung von Rechenzentren, insbesondere hinsichtlich eingesetzter IT-Leistungen, Kundenstruktur sowie der Rolle von KI Workloads im eigenen RZ?
- Aussensicht: Wie entwickelt sich die Stromnachfrage von Rechenzentren in der Schweiz, insbesondere im Zusammenhang mit KI-Anwendungen, und welche künftigen Entwicklungen werden erwartet?

Gruppe «Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber»:

- Wie entwickelt sich die Nachfrage nach Netzanschlussleistungen durch Rechenzentren, insbesondere im Hinblick auf angefragte und vertraglich zugesicherte Leistungen sowie deren tatsächliche Nutzung?
- Einzelne Projekte: Wie entwickeln sich die Anforderungen an die Netzinfrastruktur durch Rechenzentren, insbesondere in Bezug auf Projektgrößen, Leistungsdichten sowie die zeitlichen Fristen bei Planungsprozessen und beim Bereitstellen der Anschlussleistungen?
- Netz als Ganzes: Welche übergeordneten Herausforderungen ergeben sich für Netzbetreiber im Zusammenhang mit dem Anschluss (zeitliche Anforderungen), welche mit dem Betrieb von Rechenzentren, insbesondere hinsichtlich Schwankungen bei der tatsächlichen Nutzung der Netzkapazitäten? Welche Rolle spielen hierbei Batterien?
- Welche zukünftigen Entwicklungen werden im Zusammenspiel zwischen Rechenzentren und Netzinfrastruktur erwartet, insbesondere im Hinblick auf Lastprofile, Flexibilitätsoptionen und mögliche Einschränkungen durch Netzkapazitäten?

Eine Auswahl dieser und weiterer Fragen und Aspekte wurde auch mit verschiedenen Vertretenden der Gruppe der Intermediäre thematisiert. Mit Technologieanbietern beispielsweise die Frage nach den Entwicklungen bei den abgesetzten Servern (Volumen,

Struktur, Server- und Prozessortypen, Leistungsdichten, Verwendungszwecken, Effizienz etc.), mit Planern die Frage nach Energie- und Leistungsdichten sowie Kühlkonzepten (Luft- vs. Wasserkühlung, Abwärmenutzung), mit Behörden über Anforderungen und Förderungen, beispielsweise bzgl. Effizienz- und Abwärmenutzung.

Der Interviewleitfaden ist auf eine Gesprächsdauer von 45 bis 60 Min. angelegt. Die Gespräche wurden in der Regel auf schriftdeutsch, in einzelnen Fällen auf Schweizerdeutsch, Englisch oder Französisch geführt. Die in der Regel online geführten Gespräche wurden mit schriftlich abgegebenem Einverständnis der Gesprächspartner mit Teams aufgenommen und transkribiert und in der Folge durch ChatGPT 5.2 zusammengefasst. Hierbei wurde die Option gewählt, die es ChatGPT nicht erlaubt, die analysierten Inhalte für das Trainieren ihrer Language models zu verwenden. Die Erkenntnisse aus den Interviews sind im Kap. 6.2.2 zusammengefasst wiedergegeben.

2.8 Unsicherheiten und Vertrauensintervalle

Bei der Abschätzung der statistischen und systematischen Unsicherheiten und bei der Angabe von Vertrauensintervallen der Ergebnisse sind die in Kap. 2.3 beschriebene Datenstruktur und das methodische Vorgehen zu berücksichtigen. Die Berechnung des Stromverbrauchs der Rechenzentren (RZ) basiert auf einem geschichteten Stichproben-Hochrechnungsansatz mit einem definierten Stichprobenrahmen und einem ergänzenden Entdeckungstichprobenverfahren (Details siehe Kap. 2.3).

Nebst des eigentlichen Stichprobenfehlers sind weitere Quellen für Unsicherheiten zu berücksichtigen, so dass sich für die Abschätzung des Vertrauensintervalls folgende Struktur ergibt:

- Statistische Unsicherheiten (Stichprobenfehler)
- Systematische Unsicherheiten, konkret in den Bereichen Abdeckung der Grundgesamtheit, Self-selection bias, Hochrechnung, methodische Unterschiede (relevant beim Vergleich mit der letzten Studie oder für weitere Studien), Extrapolation (nur relevant für die Entwicklung bis 2030)

Bei der Abschätzung der Vertrauensintervalle ist zudem zu unterscheiden zwischen den folgenden Betrachtungsgrößen:

- Verbrauch für ein bestimmtes Jahr, z.B. 2024
- Differenz zwischen zwei Jahren, z.B. 2024 und 2019 oder künftig zwischen kommenden Jahren und 2024

Nachfolgend wird auf diese Aspekte näher eingegangen.

Statistische Unsicherheit, Stichprobenfehler

Die statistische Unsicherheit des geschätzten Gesamtstromverbrauchs wird mithilfe eines geschichteten Schätzers quantifiziert. Diese hängt ab von:

- der Grösse und dem (energetischen) Gewicht der Versand- bzw. Hochrechnungstichprobe und der Antwortstichprobe pro Segment (Grösse: Anzahl, Gewicht: angenähert mit berechnetem Stromverbrauch)

- der Varianz bzw. der Annäherungsgrösse Variationskoeffizient, für nachfolgende Abschätzung konservativ wie folgt angenommen:

Die Grösse der Versandstichprobe pro Segment ist in Tabelle 8 dargestellt. Die Grösse der Antwortstichprobe ist in derselben Tabelle dargestellt, mit «Rücklauf» gekennzeichnet. Aus der Tabelle geht hervor, dass die Segmente Alpha-Large, Beta-Pro-Large^{Versand}, Beta-Pro, d.h. Segmente mit (mutmasslich) hohem energetischem Gewicht, eine hohe Abdeckung erreichen, was sich positiv auf den Stichprobenfehler auswirkt.

Systematische Unsicherheiten

Zusätzliche Unsicherheiten ergeben sich aus strukturellen Faktoren, insbesondere aus Nichtbeantwortung, Extrapolation innerhalb der Segmente und einer möglichen Unvollständigkeit des Stichprobenrahmens. Letzteres wird teilweise durch die Einbeziehung von auf Entdeckungen basierenden Segmenten berücksichtigt. Ein Teil des Ergebnisses beruht also auf einer Extrapolation über den ursprünglichen Rahmen hinaus und einer Hochrechnung. Die sich daraus ergebenden Unsicherheiten sind nicht unabhängig und werden daher nicht mittels quadratischer Aggregation mit der Stichprobenunsicherheit kombiniert.

Kombinierte Unsicherheit bzw. kombiniertes Vertrauensintervall

Die statistischen Unsicherheiten und die systematischen Unsicherheiten können als unabhängig voneinander betrachtet werden, so dass sie quadratisch summiert werden können.

Unsicherheit bzw. Vertrauensintervall für die Differenz zwischen zwei vergangenen Jahren

Bei der Differenz zwischen zwei Jahren, vorliegend zwischen 2020 und 2024, ist relevant, ob die verwendeten Stichproben unabhängig voneinander sind oder ob sie sich (teilweise) überlappen und ob allgemein von einer Kovarianz auszugehen ist. Dass sich die Stichproben teilweise überlappen, wirkt sich positiv auf den Stichprobenfehler aus. Die systematischen Fehler wiederum sind teilweise identisch (teilweise analoger methodischer Ansatz, ähnliche Gründe für Self-selection bias) und teilweise unterschiedlich. Der identische Teil wird bei der Differenzbildung herausgerechnet, der andere verbleibt.

Dieses Intervall kann weiter reduziert werden, wenn die Teilnahmebereitschaft erhöht werden kann und wenn mit einem (kombinierten) Panelansatz die Überlappung bei der Teilnahme erhöht werden kann. Dies wurde vorliegend erreicht, indem die RZ auch zum vergangenen Verbrauch befragt wurden, so dass die Kovarianz stark erhöht und der statistische Fehler reduziert wird.

Unsicherheit bzw. Vertrauensintervall für künftige Entwicklungen

Für die Abschätzung des Vertrauensintervalls für die künftige Entwicklung ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass sich die Grundgesamtheit markant vergrössert (z.B. durch neue grosse RZ) oder dass disruptive Entwicklungen stattfinden könnten (z.B. IT-seitige Effizienzsprünge oder das Entstehen von sogenannte Sovereign Clouds (siehe Glossar) inkl. AI Training). Solche Unsicherheiten werden durch Szenariorechnungen berücksichtigt. Im Szenario «high» wird berücksichtigt, dass ein grosses RZ wie z.B. entsteht, jedoch bis 2030 nur teilweise ausgelastet wird.

3 Rechenzentren in der Schweiz: Struktur und Umfeld

3.1 Hintergrundentwicklungen

3.1.1 Digitalisierung

Die zunehmende Digitalisierung ist ein Treiber für die Nutzung von IKT-Geräten und damit auch für dessen Stromverbrauch, insbesondere auch in Rechenzentren. Im Sinne einer Hintergrundinformation werden nachfolgend exemplarisch einige Digitalisierungsmetriken für die Periode 2019, dem Basisjahr der letzten Studie, bis 2025 zusammengefasst. Hierbei wird ein Fokus gelegt auf volumenbasierten Indikatoren, die eine Korrelation zum Workload von Rechenzentren (RZ) aufweisen.

Internationale Positionierung und Wettbewerbsfähigkeit

Die Schweiz ist einer der weltweit führenden Digitalstandorte. Laut dem IMD World Digital Competitiveness Ranking stieg das Land von Platz 5 (2019) auf Platz 1 (2025) auf. Besonders im Bereich «Wissen» (Knowledge) belegt die Schweiz seit 2021 konstant den weltweiten Spitzenplatz (IMD, 2025).

Infrastruktur und Datenvolumen (Workload-Indikatoren)

Das Datenwachstum dient als Proxy für die physische Auslastung der digitalen Infrastruktur:

- Mobilfunk-Datenverkehr: Dieser hat sich von ca. 0.95 Mrd. GB (2019) auf rund 1.87 Mrd. GB (2022) innerhalb von 3 Jahren nahezu verdoppelt, wobei das Wachstum linear war und nach 2022 bereits etwas weniger steil war; das Volumen erreichte 2024 ca. 2.36 Mrd. GB (BAKOM, 2025).
- Festnetz-Breitband: Die Penetration liegt bei ca. 48 Abos pro 100 Einwohner. Ein technologischer Shift hin zu FTTH/B (+11,3 % im Jahr 2024) erhöht die verfügbare Bandbreite und begünstigt datenintensive Anwendungen (OECD, 2026).

Öffentliche Hand und Gesellschaft

- E-Government: Die Schweiz verlor im UN E-Government Development Index (EGDI) 3 Plätze von Platz 23 (2022) auf Platz 26 (2024) und belegt damit im Gegensatz zu anderen Indikatoren (noch) keinen Spitzenplatz (UN, 2026).
- Privatnutzung: Die mobile Internetnutzung erreichte 2023 eine Marktsättigung von fast 99 %, wobei Cloud-Speicher für private Daten (Bilder/Dokumente) zum Standard wurde (55% der Bevölkerung ab 15 Jahren) (BFS, 2025d, 2025b). Bei der Nutzung von Online-Diensten scheint sich eine gewisse Sättigung einzustellen; der Wert für 2025 war mit 58% der Bevölkerung ab 15 Jahren nur unwesentlich höher.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei manchen Treibern zwischen 2019 und 2023 ein deutliches Wachstum zu verzeichnen ist und dass grundsätzlich ein weiteres Wachstumspotenzial vorhanden ist (siehe auch Tabelle 11). Allerdings ist dieses bei einigen Indikatoren begrenzt, weil schon ein Sättigungsniveau von zwei Dritteln oder mehr erreicht wurde (bei der mobilen Internetnutzung sogar bei nahe 100%).

Tabelle 11: Zusammenfassende Tabelle von ausgewählten Volumen-Indikatoren

Indikator	2019	Stand 2023	Rel. Zuwachs	Quelle
Mobiles Datenvolumen	0.95 Mio. TB	2.13 Mio. TB	+100%	(BAKOM, 2025)
Cloud-Nutzung der Bevölkerung (Bsp. Online-Speicher)	44 %	55 %	+25%	(BFS, 2025d) Feld: «Speicherplatz im Internet nutzen, um Dateien zu speichern oder zu sichern»
High-Speed Internet (>30Mbps)	69.3 %	88.4 %	+28%	BAKOM, Mobilfunknetz

Quelle: BAKOM, BFS

3.1.2 Trend von internen Serverräumen und Rechenzentren zu Colocation und Cloud

Der Wechsel von lokaler IT zu Cloud-Infrastrukturen beeinflusst den RZ-Stromverbrauch bzgl. seiner Struktur (Anteilsverschiebung von internen zu externen RZ) und seiner Höhe (grosse, neue externe RZ sind in der Regel effizienter als alte, kleine).

Gesamtwirtschaft: Der Anteil der Unternehmen, die Cloud-Dienste nutzen, stieg gemäss BFS von 23.4 im Jahr 2015 auf 43.4 % im Jahr 2019 (BFS, 2021). Für die Jahre nach 2019 erhebt das BFS den Indikator nicht mehr, dafür gibt es ähnliche Daten aus zwei Studien von PwC. Bei der Interpretation dieses Indikators (dargestellt in Tabelle 12) ist zu berücksichtigen, dass viele Unternehmen sowohl Cloud-Dienste als auch interne Serverräume und RZ nutzen (siehe unten), d.h. es kann aus diesen Daten nicht direkt eine Effizienzentwicklung abgeleitet werden, es geht bei der Darstellung vor allem um eine exemplarische Illustration der Entwicklung.

Tabelle 12: Zusammenfassende Tabelle zur Cloud-Nutzung

Indikator	2019	Stand 2023/25	Rel. Zuwachs	Quelle
Cloud-Nutzung (Firmen)	43.4 %	77 % (2023) 100% (2025)	+83% +138%	(BFS, 2021) für 2019, (Knysak-Müller & Iten, 2026) für 2023 und 2025

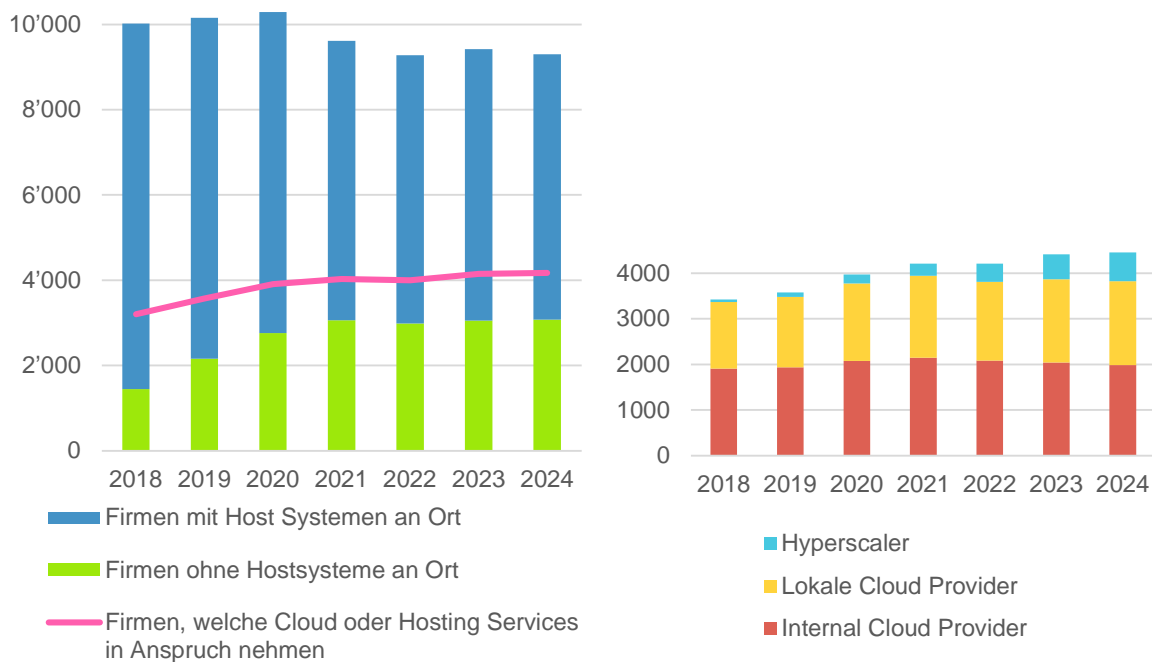
Quelle: BAKOM, BFS PwC

Der Anteil der Unternehmen, welche an Ort keine eigenen Hostsysteme (Server, Mainframe etc.) mehr betreiben, hat zugenommen (siehe Abbildung 4, links). Gemäss Profondia IT Markt Report steigt der Anteil der Firmen ohne Hostsysteme vor Ort von 14.4% (2018) auf 33% (2024). Laut Auskunft von Profondia von Ende April 2026 könnte der Anteil allerdings auch höher liegen, da Unternehmen teilweise auch ihre Server in Colocation RZ als «vor Ort» bezeichnen. Der Rückgang eigener Hostsysteme im Unternehmen war in der Anfangsphase der Cloud-Welle (2018-2021) deutlich rascher (siehe Abbildung 4, links).

Gemäss der Erhebung der hier vorliegenden Studie melden rund 45% des Segments Beta und rund 58% des Segments Gamma, dass sie kein RZ oder höchstens noch einen Serverraum betreiben (siehe Kap. 4, Abbildung 9).

Der Anteil der Unternehmen, die auf hybride Cloud-Modelle kombiniert mit Host-Systemen vor Ort setzen, hat sich stabilisiert (rosa Linie in Abbildung 4, links). Gleichzeitig zeigte sich eine Verschiebung bei den genutzten Cloud-Dienstleistern: Firmeninterne Cloud-Provider verlieren relativ leicht an Bedeutung, während lokale Hosted Private Clouds und Hyperscaler an Marktanteilen gewinnen. Diese Entwicklung legt nahe, dass nach der internen Konsolidierung der Rechenzentren vermehrt Rechenleistung nach aussen verlagert wird. Lokale Anbieter behaupten sich dabei auf hohem Niveau, während Hyperscaler kontinuierlich um 2 bis 3% pro Jahr zulegen (siehe Abbildung 4, rechts).

Infrastructure as a Service (IaaS): Die Cloud-Komponente IaaS verzeichnet ein deutliches Wachstum. In der Gesamtwirtschaft stieg die Nutzung von 18,2 % (2019) auf 25,2 % (2023) (Landis & Maurer, 2023; Maurer, 2019).



**Abbildung 4: Links: Anzahl Unternehmen mit Angaben zur Lokalität ihres Host-Systems und dem Anteil an Cloud und Hosting Services
Rechts: Unternehmen, die Host Clouds nutzen (inkl. Mehrfachnennungen)**

Quelle: (Landis & Maurer, 2021; Profondia AG, 2025); Darstellung TEP Energy

Gemäss einer weiteren Befragung kommt die KOF zum Schluss, dass der Anteil der Unternehmen, die Cloud Computing nutzt, insbesondere ab 2018 anstieg und 2022 über alle Unternehmen rund 60% und bei den grossen Unternehmen rund 80% erreichte (siehe Abbildung 5).

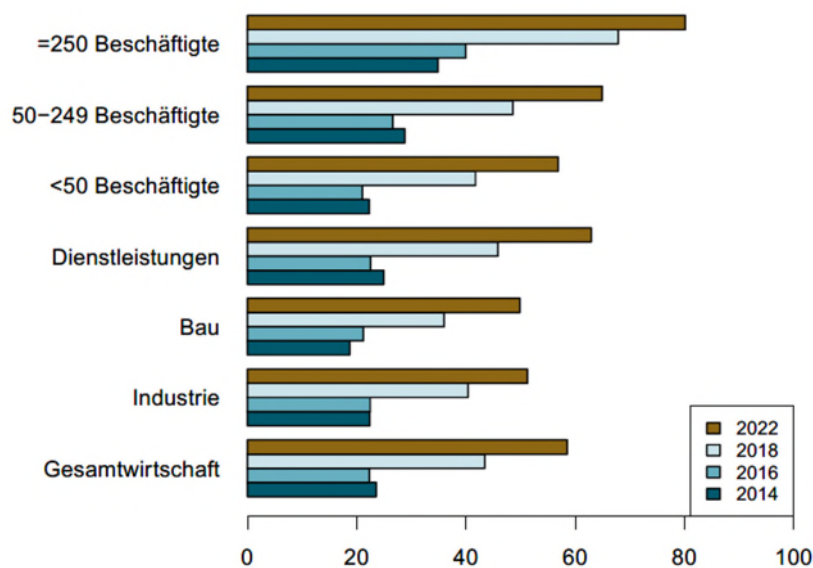


Abbildung 5: Einsatz Cloud Computing: Anteil an allen Unternehmen in % (Basis: alle Unternehmen im jeweiligen Aggregat)

Quelle: Abbildung 8.11 übernommen aus (Spescha, Tran, & Wörter, 2025)

Weitere Indikatoren sind im Internet unter dem Stichwort Strategie «Digitale Schweiz» des Bundesrates zu finden.

3.1.3 Trends im Bereich KI

Nebst der Digitalisierung im Allgemeinen (Kap. 3.1.1) und dem Trend von internen SR und RZ zu Colocation und Cloud RZ (3.1.2) wird in der Literatur davon ausgegangen, dass die sog. Künstliche Intelligenz (KI) einen wichtigen Einfluss auf den Stromverbrauch hat und vor allem haben wird. Im Sinne von Hintergrundinformationen, die zwar keine direkte Korrelation zum Stromverbrauch haben, aber doch die wachsende Bedeutung des Themas KI aufzeigen, werden nachfolgend einige ausgewählte KI bezogene Indikatoren dargestellt.

In der Schweiz gibt es keinen einzelnen offiziellen "KI-Index". Ähnlich wie bei der Digitalisierung wird die Bedeutung der Künstlichen Intelligenz (KI) über verschiedene Diffusions-Indizes und Studien von Forschungsinstituten und Unternehmen charakterisiert.

Der AI Diffusion Index (Microsoft)

In einem der aktuellsten Berichte (Oktober/November 2025) wird die Schweiz im AI Diffusion Index auf Platz 15 weltweit eingestuft (Microsoft, 2026). Rund jede dritte Person (ca. 32,4 %) im erwerbsfähigen Alter in der Schweiz nutzt KI-Tools im Arbeitsalltag. Die Schweiz liegt damit deutlich über dem globalen Durchschnitt wohlhabender Länder.

BFS-Indikator: Nutzung generativer KI (Bevölkerung)

Das Bundesamt für Statistik (BFS) hat die Nutzung generativer KI (wie ChatGPT) in seine regelmässigen Befragungen aufgenommen. Der Bekanntheitsgrad ist hoch: Ende 2024 kannte praktisch die gesamte Bevölkerung KI-Tools. Die Nutzungsquote ist allerdings deutlich tiefer und differenziert, siehe Tabelle 13.

Tabelle 13: Häufigkeit und Zwecke der Nutzung generativer KI-Anwendungen in % der Bevölkerung (1) im Jahr 2025

Häufigkeit	Unabhängig vom Zweck	Zu privaten Zwecken	Zu beruflichen Zwecken	Zu Bildungszwecken
Jeden Tag oder fast jeden Tag	16	9	11	5
Mindestens einmal pro Woche	15	14	11	8
Mindestens einmal pro Monat	7	9	5	3
Weniger als einmal pro Monat	5	6	4	3
Total	43	38	31	19

(1) Bevölkerung im Alter von 15 bis 88 Jahren
 Letzte Aktualisierung: Dezember 2025

© 2025 OFS-BFS-UST / WSA

Quelle: BFS – IKT-Omnibus, Tabelle 2 aus (BFS, 2025c)

KI-Nutzung in der Wirtschaft (Unternehmen)

Die Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich misst unter anderem die Diffusion von KI in der Industrie und im Dienstleistungssektor als Teil ihrer Strukturumfragen (Spescha et al., 2025).

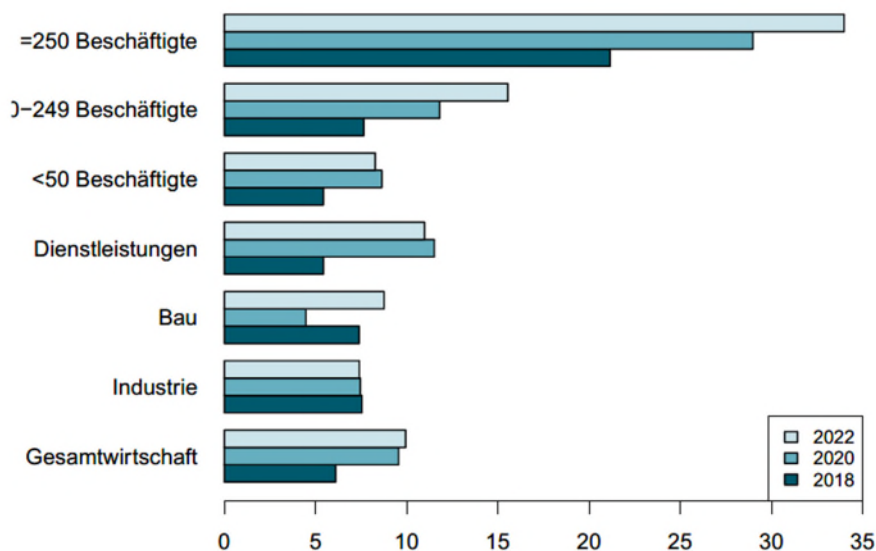


Abbildung 6: Verbreitung von KI: Einsatz Künstliche Intelligenz – Anteil an allen Unternehmen in % (Basis: alle Unternehmen im jeweiligen Aggregat)

Quelle: Abbildung 8.35 übernommen aus (Spescha et al., 2025)

KI-Nutzung im Energiesektor

Holles, Fulterer-Burkart, Noeren, Huang, & Gnos (2025) haben eine Branchenumfrage zur Nutzung und Einschätzung von KI im Energiesektor durchgeführt, woran 110 Energieversorgungsunternehmen teilgenommen haben. 25% der Unternehmen gaben, an KI bereits einzusetzen. Unter diesen Unternehmen befinden sich vor allem grössere EVUs (>250

Mitarbeitende). Weitere 36% der antwortenden Unternehmen gaben an, dass ein KI-Einsatz zukünftig geplant ist. KI wird in den Unternehmen bereits heute im Handel und im Netzbereich angewendet. Der Einsatz im Vertrieb und bei den Energiedienstleistungen ist noch begrenzt. Der Ausbau des KI-Einsatzes in diesen Feldern wird von vielen Unternehmen angestrebt.

Im Kapitel 6.2.3 werden Trends dargestellt, die aus der Umfrage dieses Berichts bei den Unternehmen, die KI-Server bereitstellen und betreiben, hervorgehen.

3.1.4 Fazit zu den Hintergrundentwicklungen

Die Digitalisierung und die Auslagerung der IT in Rechenzentren hat sich ab ca. 2018 zunehmend beschleunigt und durch die technischen Entwicklungen und die Covid 19 Massnahmen weiter intensiviert. Dies führt dazu, dass bei gewissen Indikatoren bereits Sättigungseffekte festzustellen sind. Dennoch bleibt in der Schweiz ein weiteres namhaftes Potenzial für eine weitere Digitalisierung und eine weitere Verlagerung in Colocation und/oder Cloud-RZ. Weiteres Wachstum ist also durchaus zu erwarten, aber die Entwicklungen stehen bei weitem nicht mehr am Anfang.

3.2 Struktur des RZ-Marktes

3.2.1 Übersicht

Um die Methoden und Ergebnisse zum aktuellen Stromverbrauch der RZ in der Schweiz sowie die vergangen und künftige Entwicklung einordnen zu können, wird nachfolgend die Struktur des RZ-Marktes dargestellt. Es ist zu unterscheiden zwischen der Kunden- und Nachfrageseite und der Betreiber- und Angebotsseite.

- Auf der Kundenseite ist zwischen den Intermediären und Endkunden zu unterscheiden. Bei den Intermediären handelt es sich um Unternehmen, die Cloud- und andere IT-Dienstleistungen wie gemangte (hosted) Server und Speicherplatz anbieten. Zum Teil handelt es sich um sog. Hyperscaler, die sich bei grossen RZ-Betreibern, die skalierungsfähige Lösungen anbieten, einmieten (sog. Hyperscaler-Tenants²). Bei den Endkunden handelt es sich um Verwaltungseinheiten, grossen Unternehmen und KMU, bei denen der Betrieb von RZ reines Mittel zum Zweck ist. Die grossen Unternehmen haben dabei oft spezifische IT-Anforderungen z.B. in den Finanz-, IKT-, Pharma-, Hochschul- und Verwaltungsbranchen.

² Während in anderen Ländern Unternehmen wie Microsoft, AWS, Google, Meta, Apple, SAP, Oracle, Open AI selbst Rechenzentren bauen (lassen) und betreiben, sind sie in der Schweiz bis dato (Ende 2025) vollumfänglich bei grossen RZ-Betreibern eingemietet. Diese Unternehmen werden deshalb Hyperscaler-Tenants genannt. Um Doppelzählungen zu vermeiden und den Stromverbrauch nur dort zu erheben, wo er anfällt, erfolgen die Stromverbrauchserhebungen nicht bei diesen Hyperscaler-Tenants, sondern bei ihren Dienstleistern, den Hyperscaler-Dienstleistern.

- Auf der Betreiber- und Angebotsseite, d.h. der Zielgruppe der Erhebungen, ist zwischen Hyperscaler-Dienstleistern, kleinen und mittleren Colocation und Hosting DC sowie internen DC (sowohl grosse sowie mittlere RZ und auch Serverräume) zu unterscheiden.

In der nachfolgenden Abbildung 7 ist schematisch dargestellt, welche Bedeutung die einzelnen Kunden-Betreiber-Beziehungen schätzungsweise haben (erste Zeile mit den Symbolen x und o) und welche Trends in den letzten zwei bis vier Jahren zu beobachten sind (zweite Zeile mit den Symbolen + und -). Insbesondere das Segment der Hyperscaler weist eine starke Dynamik auf. Diese betrifft sowohl die Nachfrageseite (Verlagerung von Rechenleistung, Speicher und Anwendungen in die Cloud) als auch die Angebotsseite (Ausbau von bestehenden Sites und Entwicklung von neuen, siehe Tabelle 14).

Aus energetischer Sicht sind aufgrund der vergangenen und laufenden Entwicklungen sowohl die RZ-Dienstleister als auch die internen RZ zu betrachten, denn es findet eine Verlagerung vom letzteren ins erstere statt, wie die letzte BFE-Studie von 2021 (Jakob et al. 2021), die Studie des ASUT aus dem Jahr 2023 (Jakob et al., 2023) und weitere Quellen aufzeigen. Nur unter Berücksichtigung dieser Verlagerungen kann das (mutmassliche) Wachstum im ersten Segment angemessen interpretiert werden.

		Betreiber der physischen RZ (Zielgruppe der Erhebungen)		
		Alpha large: Hyperscaler- und andere grosse RZ- Dienstleister (z.B. Green, Digital Realty, Equinix, Stack, Vantage, North C, NTT, Swisscom)	Alpha Rest: Colocation RZ (z.B. CKW, ColoBale, Datahub, EWL, Everyware, Infomaniak, IWB, Hostech, RZO)	Betra und Gamma: Interne RZ (on premise) Grosse und Kleine Unternehmen aller Branchen
RZ Kunden	Hyperscaler-Tenants (z.B. Microsoft, AWS, Google, Meta, Apple, Oracle)	xx ++++	xx ++	o ?
	Grosse Unternehmen (z.B. Banken, IKT, Pharma, Verwaltung)	xx ++	xx ++	xx -
	KMU Alle Branchen	x ++	xx ++	x -

Abbildung 7: Schematische Darstellung der Betreiber der physischen Rechenzentren und ihren Kunden

Quelle: TEP Energy

3.2.2 Fokus RZ-Dienstleister

Die öffentlich verfügbaren Marktübersichten der Jahre 2020, 2022 und 2024 von der Netzwoche erlauben es, Datenlücken zu füllen und eine Bereinigung von Doppelzählungen vorzunehmen. Letzteres betrifft den Umstand, dass es sich bei einigen RZ der Marktübersicht der Netzwoche gemäss Angabe der SDCA nicht um physische RZ handelt, sondern um solche, die ihr RZ in einem Colocation RZ betreiben. Das Ergebnis des umfangreichen Abgleichs, bei dem auch Umbenennungen und Akquisitionen und Mergers berücksichtigt sind, ist zusammengefasst in Tabelle 14 dargestellt. Zudem resultiert aus dem Abgleich der Marktübersichten der Netzwoche eine bereinigte Liste von RZ und ihren Providern, welche für die Erhebung genutzt werden kann.

Tabelle 14: Flächenstruktur der RZ-Dienstleister im Jahr 2024 gemäss der bereinigten Marktübersichten der Netzwoche

Fläche gemäss Marktübersicht Netzwoche	
RZ mit Angabe Eröffnungsjahr	192'968 m ²
RZ ohne Angabe Eröffnungsjahr	3'000 m ²
Total Marktübersicht Netzwoche	195'968 m²
Abzüglich "kein physisches RZ"	13'090 m ²
Abzüglich "umgeteilt in Segment Beta"	4'300 m ²
Total Segment Alpha	178'578 m²
Davon	
Die grössten 9 (Fläche in m ²)	147'806 m ²
Die grössten 9 (Flächenanteil in %)	83 %
Die übrigen des Segments Alpha (Fläche in m ²)	30'772 m ²
Die übrigen des Segments Alpha (Flächenanteil in %)	17 %
Quelle: (Netzmedien, 2020, 2022, 2024), Auswertung TEP Energy	

Gemäss dem Immobilienentwickler CBRE konzentrieren sich die Rechenzentren des Segments A sich räumlich stark im Grossraum Zürich, siehe Abbildung 8 (CBRE, 2024b). Der Kanton Zürich (ZH) umfasst rund 50% der Colocation-RZ in der Schweiz. Flächenmässig ebenfalls von Bedeutung, wenn auch weniger ausgeprägt, sind die Agglomerationen Genfersee (Waadt und Genf) sowie Bern.

Anzumerken ist, dass die dargestellten Flächen nur RZ berücksichtigen, welche Flächen vermieten, dies im Gegensatz zur letzten Studie (Jakob et al., 2021), die im Segment A auch RZ enthielt und die in der vorliegenden Studie dem Segment Beta zugeordnet werden (z.B. OIZ, BEDAG). Dies erklärt allerdings nur zum Teil, weshalb die Fläche im Jahr 2024 gemäss Einschätzung von CBRE mit rund 219 Tsd. m² grösser ist als die Fläche der in Tabelle 14 berücksichtigten RZ (rund 179 Tsd. m² inkl. RZ ohne Angabe des Eröffnungsjahres). Ein weiterer Grund ist, dass in den Flächenangaben der Netzwoche Doppelzählungen enthalten sind, da auch RZ enthalten sind, welche ihrerseits in einem Colocation-RZ eingemietet sind.

Switzerland: Leased data center stock by surface and canton

The canton of Zurich accommodates more than half of the entire Swiss data center stock.

SWITZERLAND STOCK
TOTAL COLOCATION
219,200 SQ M

#98 DATA CENTERS

Source: CBRE, various websites, Q2 2024
The size of the circles reflects the lettable area of the colocation data centers by canton. The figures in brackets reflect the number of data centers by canton. Very small data centers have been excluded.

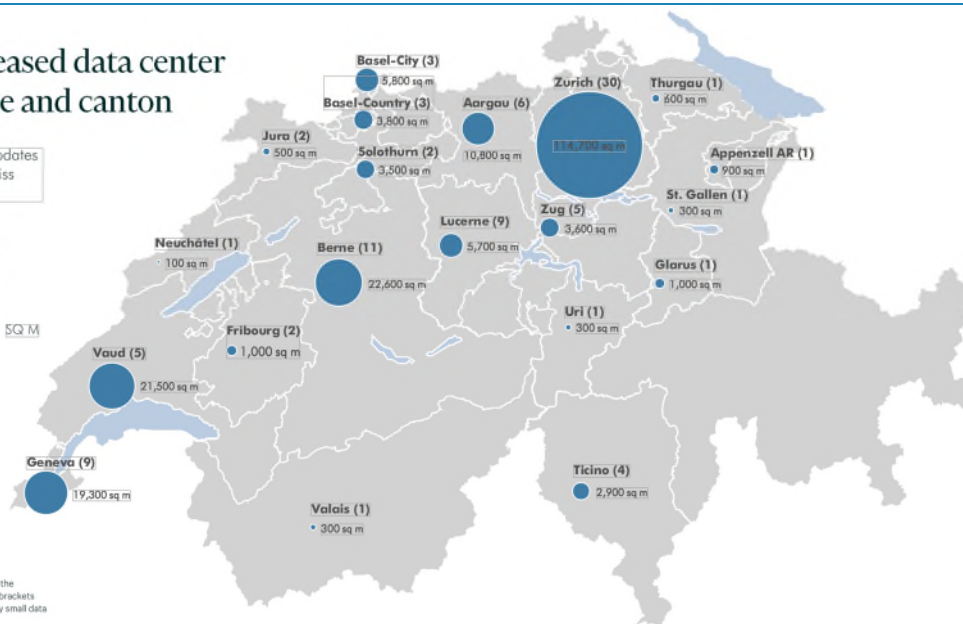


Abbildung 8: Kartographische Darstellung der vermieteten RZ-Fläche in der Schweiz

Quelle: übernommen aus (CBRE, 2024b)

Nebst der Anzahl der Rechenzentren sind deren Fläche und die elektrische Leistung wesentliche Grössen, welche den Stromverbrauch bestimmen. Im Hinblick auf Knappheiten bei der Versorgung mit elektrischer Leistung ist auch die örtliche Konzentration von Relevanz. Auf diese Aspekte wird nachfolgend näher eingegangen.

Zur elektrischen Leistung sind punktuell einige Angaben öffentlich verfügbar, u.a. die folgenden:

- Die Studie der europäischen Data Center Association (EUDCA, 2025) gibt für das Startjahr ihrer Studie (2023) eine Leistung von 231 MW für Colocation und Scale IT in der Schweiz an (und 0 MW für «Hyperscale owned»).
- Gemäss Arizton tragen 40 Betreiber in 75 Rechenzentrumsanlage im Jahr 2023 über 260 MW zum Schweizer Rechenzentrumsmarkt bei (arizton, 2025). Davon machen die fünf grössten Betreiber, Green Datacenter, STACK Infrastructure, Digital Realty, Vantage Data Centers und Equinix, einen grossen Anteil aus.
- Gemäss (Cushman & Wakefield, 2024) beträgt die Leistung im Raum Zürich im Jahr 2024 rund 130 MW, basierend auf 27 RZ von 16 Betreibern.
- Gemäss dem Kurzbericht des Regierungsrats des Kantons ZH betrug im Jahr 2024 die installierte Anschlussleistung im EKZ-Gebiet (Kanton ZH ohne Städte Zürich und Winterthur) 137 MW (Regierungsrat des Kantons Zürich, 2025).

Weitere Angaben zur elektrischen Leistung der Rechenzentren in der Schweiz sind im Kap. 4.2 zu finden.

4 Aktueller Stromverbrauch der Rechenzentren in der Schweiz

4.1 Charakterisierung der Stichprobe

Identifikation der Zielgruppe für die Berechnung des Stromverbrauchs

Um die Antworten zu kategorisieren, wurden die Angeschriebenen gebeten, die am besten zutreffende Firmenbeschreibung anzugeben. In Summe handelt es sich bei 45 von rund 600 Nennungen (d.h. bei rund 8%) um RZ-Anbieter (siehe Tabelle 15), also um einen wichtigen Teil der Zielgruppe. Weitere 88 Unternehmen bieten Software als Dienstleistung an (also Online- bzw. Cloud-basierte Software) oder betreiben Dienstleistungen im Bereich Software (z.B. Entwickeln von Programmen, Erstellen von Kundensoftware etc.). Grossmehrheitlich (d.h. zu über 80%) wurde angegeben, dass es sich um ein «normales» Unternehmen oder Verwaltungseinheit, das Produkte herstellt oder Dienstleistungen verschiedener Art erbringt, bei denen der Betrieb von Serverräumen oder Rechenzentren nur Mittel zum Zweck sei. Im Detail unterscheidet sich Antwortverteilung stark zwischen den Segmenten:

- Im Segment Alpha handelt es sich grossmehrheitlich um ein RZ (17 von 19 Nennungen, siehe Tabelle 15). Einige Unternehmen bezeichnen sich zusätzlich als Software as a Service Unternehmen oder als Software-Dienstleister.
- Bei den Segmenten Beta und Gamma handelt sich in der Regel um Unternehmen, bei denen der Betrieb von Serverräumen und/oder RZ «Mittel zum Zweck» ist (80% bis 90% der Nennungen).
- Beim Segment Beta bezeichnen sich 25 als RZ und weitere als 56 Software-Firmen, die als solche u.U. auch RZ für Kunden betreiben.

Tabelle 15: Kategorisierung der RZ in der Antwortstichprobe, Anzahl pro Kategorie und Segment (mit Mehrfachauswahl) (Frage 4, Teil 1)

Unternehmens- beschreibung	Segment Alpha	Segment Beta	Segment Gamma	Alle
RZ-Anbieter (Housing, Hosting)	17	25	3	45
Software-as-Service	3	20	9	32
Software-Dienstleister	5	36	15	56
Produktions- oder Dienstleistungsunternehmen (internes RZ als «Mittel zum Zweck» oder kein RZ)	4	263	229	496
Keine RZ	1	31	7	39
Unternehmen pro Segment	19	333	249	601
Keine Angabe	3	38	36	77

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Im Hinblick auf die Hochrechnung ist zu beachten, dass nicht alle angefragten und antwortenden Unternehmen über ein eigenes RZ verfügen. Dies gilt insbesondere für die «normalen Produktions- und Dienstleistungsunternehmen. Werden die Fragen 4 und 8 kombiniert ausgewertet, ergibt sich folgendes Bild: der Anteil der Firmen mit einem RZ entspricht in etwa jener ohne eigenes RZ (Abbildung 9). Firmen ohne RZ sind solche, die entweder angegeben haben, kein RZ als Firmentyp zu sein oder ihr RZ ganz bzw. weitgehend ausgelagert zu haben, d.h., dass sie einen Stromverbrauch von weniger als 200'000 kWh aufweisen. Der Anteil «mit RZ» ist beim Segment Alpha am höchsten, gefolgt vom Segment Beta³ und Gamma, was plausibel ist, denn das Segment Alpha ist bzgl. der Zielgruppe RZ am besten definiert und mit spezifischem Adressmaterial ausgestattet.

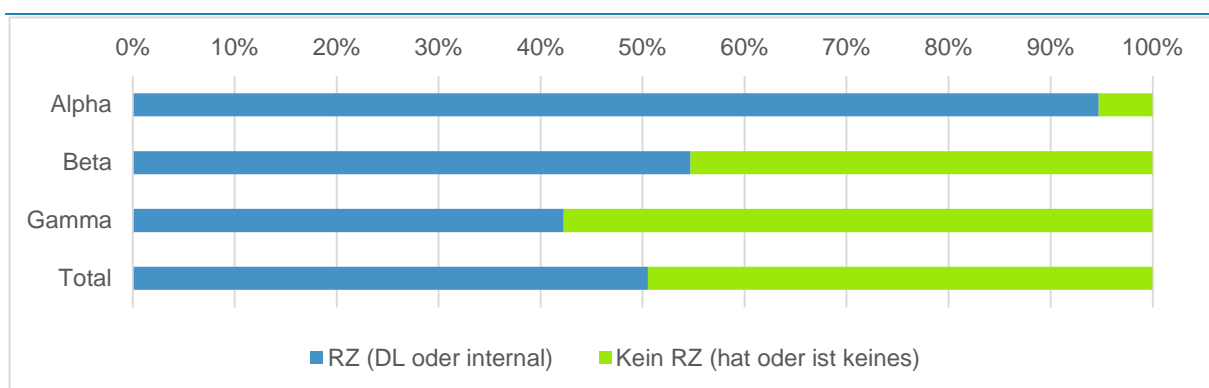


Abbildung 9: Anteil der antwortenden Unternehmen, die ein RZ sind oder ein solches haben im Vergleich zur Anzahl antwortenden Unternehmen pro Segment. Kombination der Fragen 4 und 8 (ohne Werte der Spalte «Betreibt kein RZ oder RZ ausgelagert» in Tabelle 8). Antwortstichprobe: Alpha 19, Beta 362, Gamma 284

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Versand- bzw. Hochrechnungstichprobe

Im Idealfall kann für jedes Unternehmen in der Versandstichprobe ein Stromverbrauch berechnet werden. Dies ist jedoch aus folgenden Gründen nicht möglich:

- 87 Unternehmen haben schriftlich oder telefonisch zurückgemeldet, dass sie kein RZ sind und kein RZ betreiben (siehe Tabelle 8). Ein substantieller Anteil der Unternehmen hat im Fragebogen angegeben, kein RZ zu sein oder zu haben. Dies betrifft rund 50% der Antwortstichprobe (siehe oben stehende Abbildung 9), d.h. ca. 330 Unternehmen. Für diese wird kein Stromverbrauch berechnet.
- Gut 150 Unternehmen konnten zum Zeitpunkt der Hochrechnung entweder nicht in eines der drei Segmente ein- bzw. umgeteilt oder in eine Grössenklassen eingeteilt werden, siehe Tabelle 7.

³ Hinweis: innerhalb des Segments Beta ist kein klares Muster zwischen den verschiedenen Unterschieden oder Grössenklassen festzustellen.

Aus diesen Gründen weicht die Hochrechnungstichprobe (Tabelle 16) von der Versandstichprobe (Tabelle 7) ab. Die Anzahl ist im Total aller Segmente rund 18% tiefer. Beim wichtigen Segment Alpha hat die Hochrechnungstichprobe nur 10% weniger Unternehmen als die Versandstichprobe. Am grössten ist die Abweichung beim Segment Beta, u.a. weil dort bei rund 140 Unternehmen die Grössenklasse fehlt und weil der Anteil «Kein RZ» hoch ist.

Tabelle 16 Hochrechnungstichprobe für die Auswertung nach Segment, Datenquelle und Grössenklasse der Vollzeitäquivalente (VZä)

	Mikro- unter- nehmen (1-9)	Kleine Unter- nehmen (10-49)	Mittlere Unter- nehmen (50-249)	Grosse Unter- nehmen (249-999)	Sehr grosse Unter- nehmen (>=1000)	Alle
Alpha	4	19	9	2	4	38
Beta Profondia	15	36	70	65	276	462
Beta-BFS	0	0	1	168	242	411
Gamma Profondia	4	12	50	87	14	167
Gamma BFS	233	247	497	573	0	1550
Total	256	314	627	895	536	2628

Quelle: TEP Energy

Abdeckung der Antwortstichprobe

In Tabelle 17 wird eine Übersicht über die Abdeckung der RZ mit einer Angabe zum Stromverbrauch gegeben, und zwar für die Unternehmen und RZ mit mehr als 0.2 GWh (gemäss Angabe oder gemäss Berechnung mit dem statistischen Modell).

- Beim Segment Alpha liegen von 43% der 37 RZ-Unternehmen mit mehr als 0.2 GWh Angaben zum Stromverbrauch vor. Weil bei den grossen RZ dieses Segments eine hohe Rücklaufquote vorliegt, lässt sich mit 43% der RZ Unternehmen ein Flächenanteil von 86% abdecken, siehe Tabelle 17. Beim Teilsegment der grössten 7 Unternehmen liegen die Stromverbräuche sogar von 91% der Fläche vor.
- Bei den beiden anderen Segmenten liegt die anzahl- und die beschäftigungsgewichtete Abdeckung der RZ mit Stromangabe jeweils in ähnlicher Grössenordnung, nämlich bei rund 17% im Fall von Beta und 8% im Fall von Gamma.

Tabelle 17: Anzahl, Fläche und Beschäftigte sowie Anteil mit und ohne Angabe des Stromverbrauchs, nach Segment. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh, gemäss Angabe oder Berechnung).

	Alpha Anzahl RZ- Untern.	Beta Anzahl RZ- Untern.	Gamma Anzahl RZ- Untern.	Alpha Fläche	Beta Anzahl Beschäftigte	Gamma Anzahl Beschäftigte
Mit Angabe des Stromverbrauchs	43%	17%	9%	86%	16%	7%
Ohne Angabe des Stromverbrauchs	57%	83%	91%	14%	84%	93%
Alle	37	866	311	-	3'517'442	493'556
Davon die grössten mit Angabe des Stromverbrauchs	7 von 9 (78%)	13 von 67 (19%)	Nicht zutreffend	91% der Fläche	0.175 Mio. von 1.00 Mio. (17%)	Nicht zutreffend

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

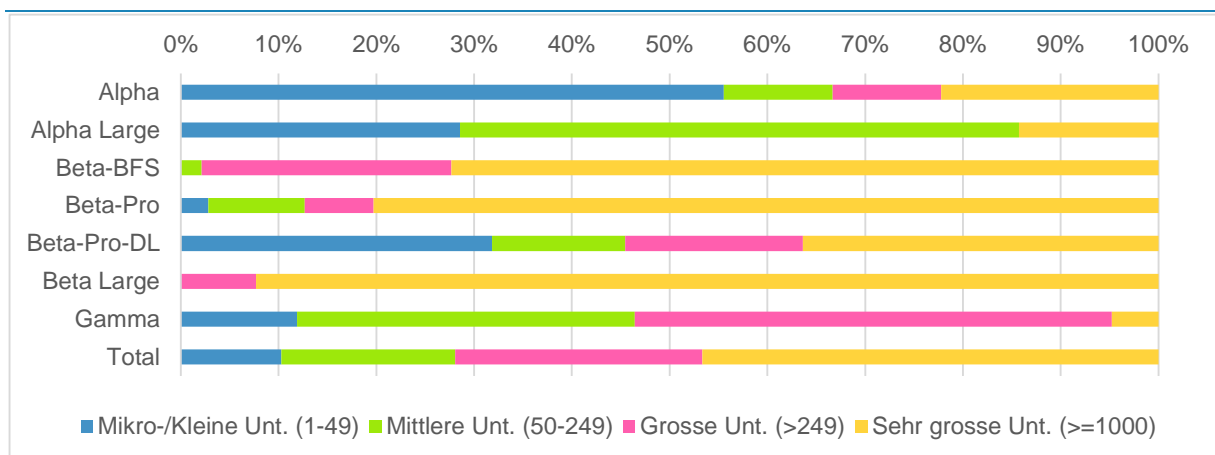


Abbildung 10 Verteilung der Anzahl antwortenden RZ mit einer Stromverbrauchsangabe aufgeteilt auf die Grössenklasse und das Segment. Totale Anzahl pro Segment Alpha (N=9), Alpha large⁴ (N=7), Beta-BFS (N=47), Beta-Pro (N=71), Beta-Pro-DL (N=22), Beta Large^{Antwort} (N=13) und Gamma (N=84).

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

⁴ Das Segment Alpha Large umfasst die 10 grössten Rechenzentren aus der Umfrage

⁵ Das Segment Beta Large^{Antwort} enthält 13 spezielle Unternehmen und Organisationen mit einem speziell hohen Stromverbrauch. Von diesen ist der Stromverbrauch durch die Erhebung bekannt. Aufgrund ihres speziellen Charakters werden sie nicht für die Schätzung des Hochrechnungsmodells verwendet. Stattdessen werden die übrigen RZ des Segments Beta-Pro-Large mit den übrigen RZ des Segments Beta hochgerechnet.

Die meisten RZ mit einer Stromverbrauchsangabe befinden sich in den sehr grossen Unternehmen mit 1000 Beschäftigten (VZä) oder mehr, siehe Abbildung 10. Dies gilt am ausgeprägtesten für das Segment Beta. Im Segment Gamma ist die häufigste Grössenklasse grosse Unternehmen (250 bis 1000 VZä), wobei auch die Klasse mittlere Unternehmen (50 bis 250 VZä) von Bedeutung ist. Beim Segment Alpha hingegen verteilen sich die Antworten auf alle Grössenklasse, d.h. bei den RZ des Segments Alpha handelt es sich zum Teil auch um kleine und mittlere Unternehmen. Dies ist durchaus plausibel, denn der Betrieb eines RZ benötigt nicht eine grosse Anzahl von Beschäftigten (insbesondere, wenn Sicherheitspersonal ausgelagert ist und der IT-Betrieb durch die RZ-Kunden sichergestellt wird).

4.2 Angaben zu Stromverbrauch, Fläche und Leistung

4.2.1 Angaben zu Stromverbrauch

Von 3199 angeschriebenen Unternehmen haben 677 geantwortet (Tabelle 8). Davon haben 264 ihren Stromverbrauch angegeben (Tabelle 18). Dieser summiert sich auf rund 1179 GWh, siehe auch Tabelle 19 und Tabelle 44 im Anhang. Die grosse Mehrheit der Antworten hat einen Stromverbrauch von 0 bis 20 GWh, wobei die meisten in dieser Kategorie bei 0-5 GWh liegen, siehe Tabelle 18. In den Segmente Alpha und Beta weisen einige RZ auch höhere Stromverbräuche auf, in vier Fällen über 100 GWh.

Tabelle 18: Verteilung der antwortenden RZ-Unternehmen auf die Stromverbrauchsklassen, abgeleitet von der Frage 14 des Fragebogens

Stromverbrauch IT + Infra Standort in 2024 (GWh bzw. Mio. kWh)	Segment Alpha: Anzahl Unternehmen	Segment Beta: Anzahl Unternehmen	Segment Gamma: Anzahl Unternehmen	Alle
0-5 GWh	6	137	87	230
5-20 GWh	5	17	1	23
20-50 GWh	2	4	0	6
50-100 GWh	1	0	0	1
>100 GWh	3	1	0	4
Antworten pro Segment	17	159	88	264

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Etwas mehr als die Hälfte des Stromverbrauchs der antwortenden Unternehmen entfällt auf Unternehmensverbräuche von mehr als 50 GWh, siehe Abbildung 11. Der Grossteil des Verbrauchs betrifft RZ-Unternehmen mit mehr als 5 GWh; weniger als 15% des Verbrauchs fällt darunter (obwohl anzahlmässig der grösste Teil der RZ-Unternehmen in diese Kategorie fällt, siehe Tabelle 18). Dies unterstreicht die Bedeutung der grossen RZ, sowohl von externen RZ -Dienstleistenden (Segment Alpha) als auch von internen RZ oder dezidierten RZ-Dienstleistenden (Segment Beta).

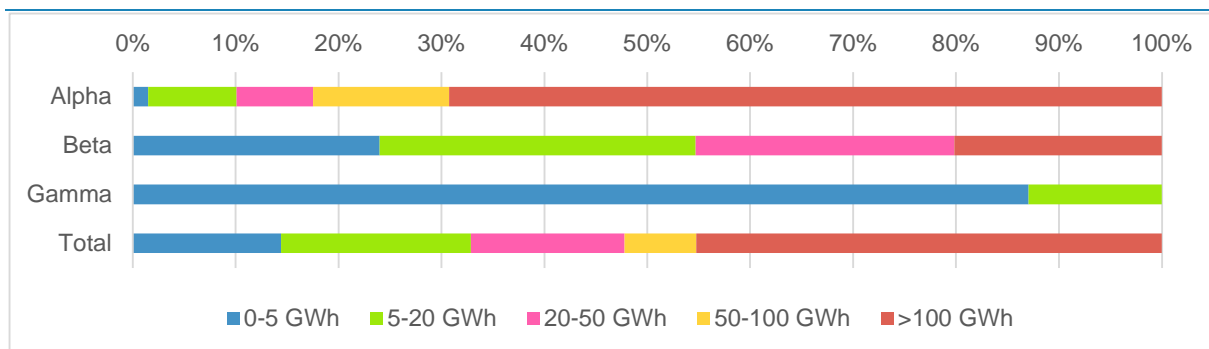


Abbildung 11: Anteil des Stromverbrauchs pro Grössenklasse [GWh] am gesamten Stromverbrauch des Segments, je für die drei Segmente und das Total der Unternehmen, die eine Angabe dazu machten (Alpha n=17, Beta n=159, Gamma n=88). (Frage 14, Teil 1)

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Innerhalb der einzelnen Segmente sind die Verhältnisse jedoch deutlich unterschiedlich und weniger Verbrauch entfällt auf die (bzgl. Beschäftigten) grossen Unternehmen, siehe Tabelle 19 und Tabelle 44 im Anhang. Es ergibt sich folgendes Ergebnis: Zwei Grössenklassen vereinen 83% des Stromverbrauchs auf sich. Interessanterweise sind dies die zweitkleinste Grössenklasse (50 bis 249 VZä) und die grösste Grössenklasse mit den sehr grossen Unternehmen von 1000 oder mehr VZä. In der einen Grössenklasse sind die grossen kommerziellen RZ-Dienstleister enthalten (Alpha large). In der anderen Grössenklasse verteilt sich der Stromverbrauch auf Grossunternehmen des Segments Alpha sowie mittlere und grosse on-premise RZ.

Das energieintensivste Segment ist Alpha large mit 583 GWh (siehe Tabelle 44 im Anhang), was etwa der Hälfte des gesamten Energieverbrauchs der Antwortstichprobe entspricht.

Tabelle 19: Antwortstichprobe: IST-Zustand Stromverbrauch in GWh nach Segment und Unternehmensgrösse gemessen an VZä (Frage 14, Teil 1). Inkludiert sind RZ ab einem Verbrauch von mehr als 200'000 kWh (0.2 GWh).

	Mikro-/Kleine Unt. (1-49)	Mittlere Unt. (50-249)	Grosse Unt. (>249)	Sehr grosse Unt. (>=1000)	Total
Alpha	49	418	4	152	624
Beta	10	5	131	390	535
Gamma	0	3	13	3	20
Total*	59	426	149	545	1'179

* Das Total der gerundeten Werte ist u.U. nicht gleich dem gerundete Total

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

4.2.2 Angaben zu Fläche

Die RZ wurden auch nach der Nutzfläche, d.h. dem White space, befragt. Die nachfolgenden Auswertungen dienen der Charakterisierung der antwortenden Unternehmen; eine Hochrechnung der Flächen auf die Schweiz als Ganzes wird im Rahmen dieser Studie nicht vorgenommen.

In etwa die Hälfte der antwortenden Unternehmen des Segments Alpha weist eine Fläche von mehr als 1000 m² auf. Ein Teil der RZ dieses Segments liegt zwischen 100 m² und 1000 m², der Bereich, in dem auch die meisten RZ des Segments Beta liegen.

Im Segment Alpha antworteten 5 von 17, d.h. ca. 30 % der Unternehmen, dass ihre Rechenzentren eine Nutzfläche von über 10'000 m² haben. Im Segment Beta ist der Anteil der Antworten zwischen den drei Grössenklassen 0–100 m², 100-250 m² und 250-1000 m² etwa ausgeglichen. Im Segment Gamma geben rund 70% der antwortenden Unternehmen an, dass ihre Rechenzentren und Serverräume eine Nutzfläche von 0-100 m² haben Tabelle 20.

Tabelle 20: Verteilung der Anzahl antwortenden RZ-Unternehmen auf die Grössenklassen der Nutzfläche (Frage 16, Teil 1)

Gesamte Nutzfläche des RZ-Unternehmens [m²]	Segment Alpha: Anzahl Unternehmen	Segment Beta: Anzahl Unternehmen	Segment Gamma: Anzahl Unternehmen	Alle
0-100	1	45	59	105
100-250	2	40	15	57
250-1000	3	43	5	51
1000-2500	3	11	1	15
2500-10'000	3	8	0	11
>10'000	5	2	0	7
Antworten pro Segment	17	149	80	246

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Bezieht man den Anteil der Nutzfläche pro antwortende Unternehmen auf die Gesamtfläche des jeweiligen Segments, zeigt sich, dass die grössten Rechenzentren mit mehr als 10'000 m² am stärksten ins Gewicht fallen. Im Verhältnis zur Gesamtfläche des Segments Alpha machen dessen 5 grössten Unternehmen knapp 80% der Gesamtfläche des Segments von 113'000 m² aus. Auch im Total der Segmente zeigt sich, dass die Unternehmen der Grössenklasse über 10'000 m² bedeutend sind; gut 50% der gesamten Nutzfläche entfallen auf dieses Segment (siehe Abbildung 12).

Die gesamte Nutzfläche der RZ, welche die entsprechende Frage beantworteten, beläuft sich auf rund 240'000 m². Die Fläche teilt sich ungefähr gleich zwischen den Segmenten Alpha und Beta auf; das Segment Gamma macht nur 4% aus.

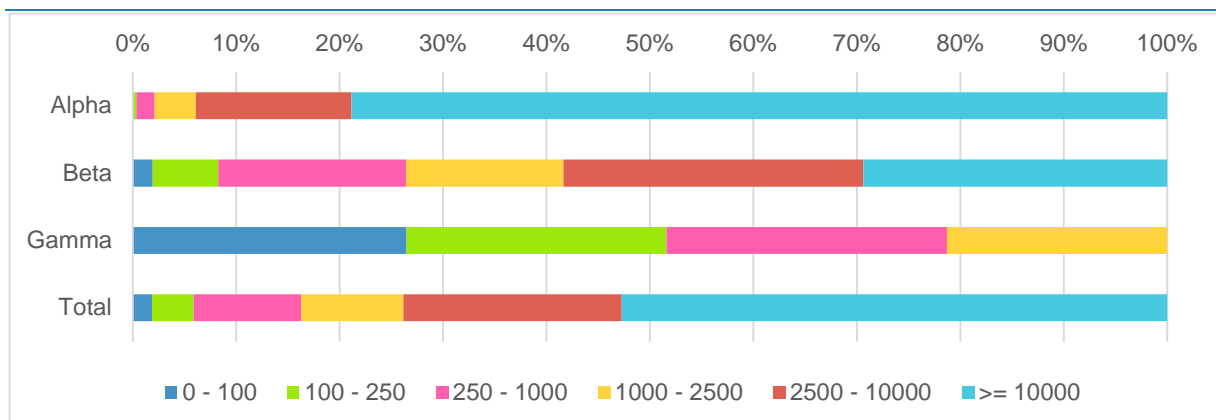


Abbildung 12: Anteil der Grössenklasse an der gesamten Nutzfläche (White space) in m² aller Serverräume und Rechenzentren der Unternehmen pro Segment. N=246 (alpha:17; beta: 49; gamma: 80). (Frage 16, Teil 1)

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

4.2.3 Angaben zu Leistung

Die installierte elektrische Leistung der RZ ist ein wichtiger Indikator für die RZ selbst, für den RZ-Markt und auch für die Verteilnetzbetreiber.

Im Hinblick auf die inhaltliche Interpretation wird die elektrische Leistung aus IT und Infrastruktur mit anderen Grössen in Beziehung gesetzt. Im Fall des Segments Alpha ist dies die Nutzfläche (White space) und im Fall der beiden anderen Segmente sind es die Anzahl Beschäftigten.

Aus Abbildung 13 lässt sich die Leistungsdichte ableiten. Diese beträgt bei den RZ des Segments Alpha large zwischen 0.55 kW/m² und 1.2 kW/m² und bei übrigen RZ des Segments Alpha zwischen 0.05 kW/m² und 0.95 kW/m². Zur Einordnung: Bei einem Platzbedarf von 3 m² pro Rack entspricht 1 kW/m² ca. 3 kW/Rack. Aus Abbildung 13 wird auch ersichtlich, dass die Trendlinie der grossen RZ des Segments Alpha large bemerkenswerterweise unter der Trendlinie der übrigen RZ des Segments liegen. Dies bedeutet, dass die grossen RZ bei bereinigter Grösse derzeit (noch) eine geringere spezifische Leistungsdichte (kW/m²) aufweisen. Dies ist zum einen ein Indikator, dass die vorwiegend seit 2019 erstellten Flächen nicht vornehmlich den leistungsdichten Servern und Racks dienen. Zum anderen bedeutet das Ergebnis, dass die bestehenden Flächen IT-seitig noch nicht vollumfänglich genutzt werden.

Im Vergleich zur Fläche streut die installierte Leistung pro Beschäftigten deutlich stärker, selbst wenn die Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss ausgeschlossen werden, siehe Abbildung 14 (mit statistischen Methoden werden 68 von rund 200 Datenpunkten von der Darstellung und der weiteren Auswertung in diesem Kapitel ausgeschlossen). Inhaltlich ist festzustellen, dass die Abhängigkeit zwischen der Anzahl der Beschäftigten und der Grösse des RZ relativ gering ist und insbesondere bei den KMU (Segment Gamma) kaum eine solche Abhängigkeit besteht (beinahe horizontale Trendlinie in der Log-Log Darstellung).

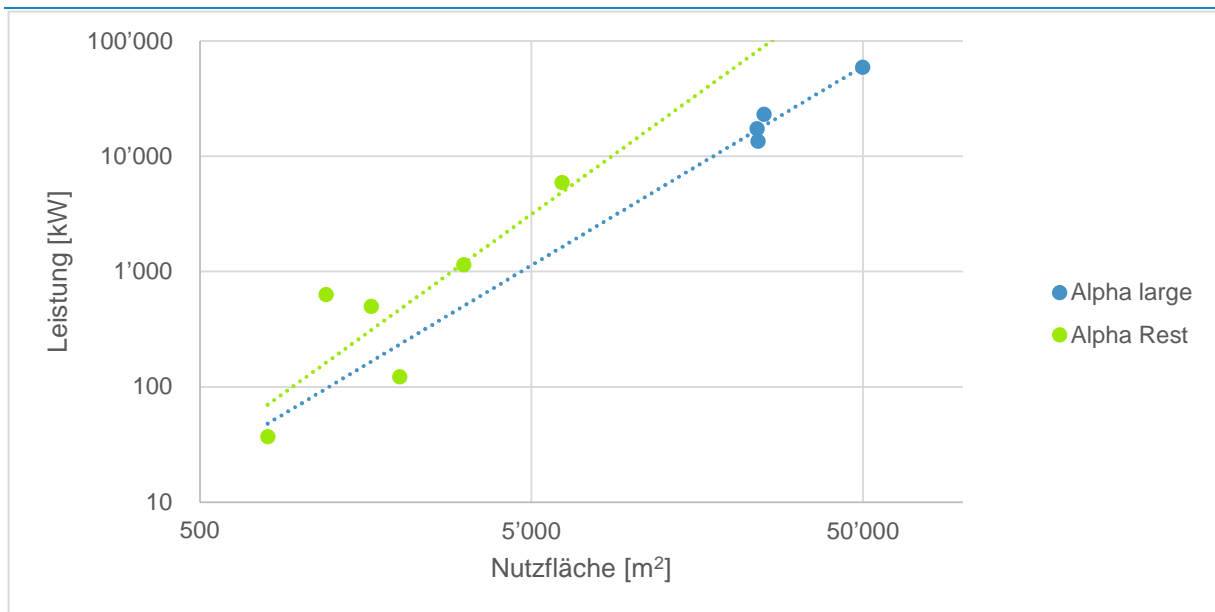


Abbildung 13: Elektrische Leistung Infrastruktur und IT in kW (y-Achse) als Funktion der Nutzfläche pro Unternehmen in m² (x-Achse)

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

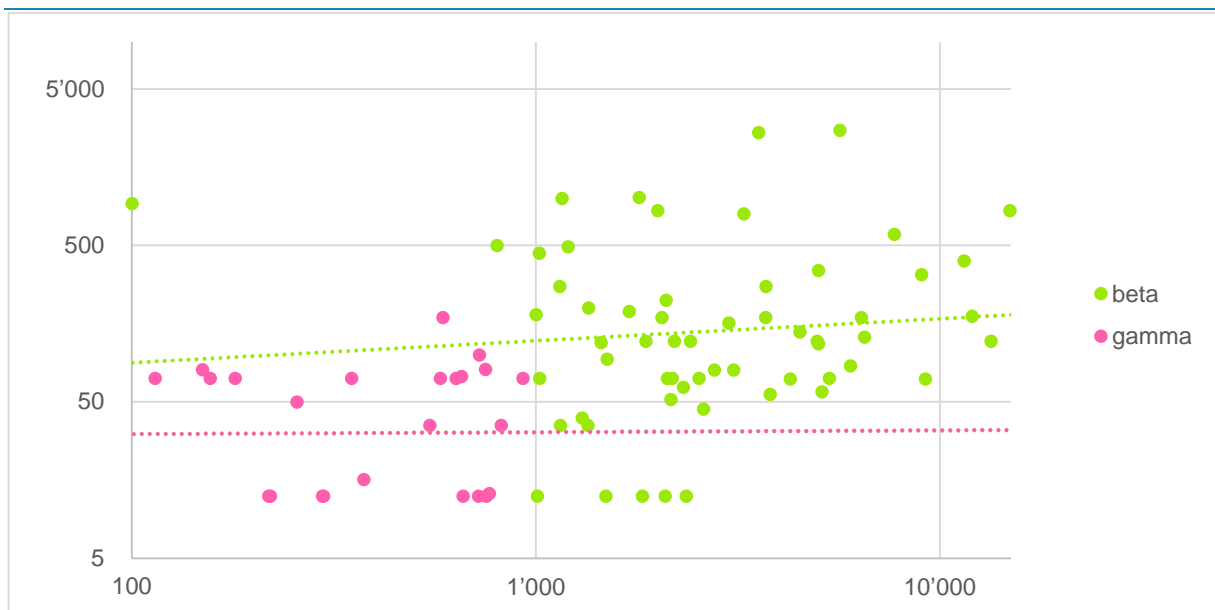


Abbildung 14: Elektrische Leistung Infrastruktur und IT in kW (y-Achse) als Funktion der Beschäftigten pro Unternehmen (VZä, x-Achse). Ohne Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss.

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Die meisten RZ weisen eine elektrische Leistung von 50 bis 500 kW auf und nur wenige RZ geben eine grössere Leistung an, siehe Tabelle 21. Im Segment Alpha operieren 42% der antwortenden RZ zwischen 500-3000 kW installierter Leistung und 33% in der Leistungsklasse über 10'000 kW. Im Segment Beta befinden sich 47% der Unternehmen in der

Leistungsklasse von 50-500 kW und weitere 20% bei 500-3000 kW. 80% der antwortenden RZ im Segment Gamma haben eine installierte Leistung von unter 500 kW, siehe Tabelle 21.

Tabelle 21: Verteilung der antwortenden RZ-Unternehmen auf die Leistungsklassen, IT und Infrastruktur (Frage 17, Teil 1). Ohne Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss.

Installierte Gesamtleistung (Mio.)	Segment Alpha: Anzahl Unternehmen	Segment Beta: Anzahl Unternehmen	Segment Gamma: Anzahl Unternehmen	Alle
0 - 50 kW	1	17	27	45
50 - 500 kW	4	52	13	69
500 - 3000 kW	3	13	0	16
3000 - 10'000 kW	2	0	0	2
>10'000 kW	8	0	0	8
Antworten pro Segment	18	82	40	140

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Bezogen auf die gesamte installierte elektrische Leistung der antwortenden Unternehmen in der Höhe von 269 MW fallen die RZ-Unternehmen der Grössenklasse >10'000 kW (10 MW) trotz ihrer geringen Anzahl am meisten ins Gewicht. Im Segment Alpha entfällt über 90% der Leistung auf diese Grössenklasse und über das Total aller antwortenden RZ-Unternehmen rund 85%, siehe Abbildung 15.

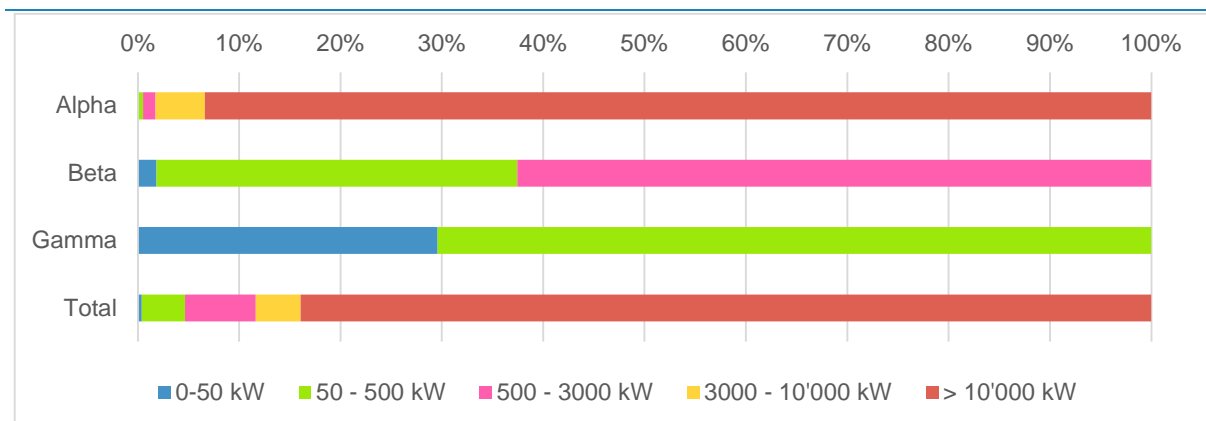


Abbildung 15: Anteil der installierten elektrischen Leistung (Total von IT und Infrastruktur) pro Segment und Grössenklasse an der gesamten Leistung der Rechenzentren aller Standorte (Antwortstichprobe). Frage 17 der Umfrage Teil 1 (Total Alpha = 242 MW; Total Beta = 25 MW; Total Gamma = 1.8 MW). Ohne Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss.

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Mit einer sehr groben Hochrechnung ergibt sich für die Schweiz für das Jahr 2024 eine Leistung für IT und Infrastruktur von rund 300 bis 330 MW für das gesamte Segment Alpha und rund 150 MW für die Segmente Beta und Gamma. Werden die 300 bis 330 MW überschlägig auf die IT-Leistung umgerechnet, ergibt sich ein Intervall von 215 bis 245 MW_{IT}, was gut mit der Schätzung der (EUDCA, 2025), die 243 MW_{IT} für 2024 ausweist, übereinstimmt.

Wird die elektrische Energie mit der Leistung in Beziehung gesetzt, wird ersichtlich, dass die grossen RZ des Segments Alpha die Leistung (noch) nur zu einem geringen Teil auslasten (rund 2750 Vollaststunden). Bei den mittleren und kleineren RZ des Segments Alpha ist entweder die Auslastung sehr hoch oder die Angabe der Leistung bzw. der Energie der RZ beruht auf einer vereinfachten Umrechnung (dies konnte nicht geklärt werden).

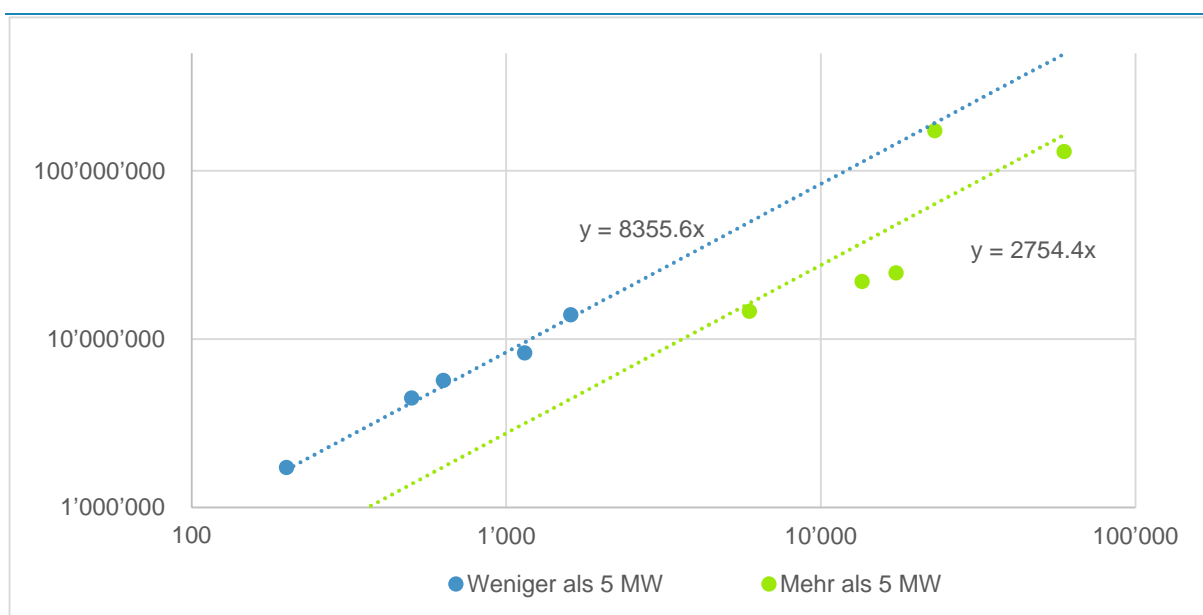


Abbildung 16: Elektrische Energie (kWh, y-Achse) als Funktion der Leistung Infrastruktur und IT in kW (x-Achse) für das Segment Alpha

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Auf eine Auswertung zum geplanten Ausbau der elektrischen Leistung wird aufgrund der geringen Anzahl an Antworten verzichtet.

4.3 Hochrechnung des Stromverbrauchs des Jahres 2024

Die Hochrechnung des Stromverbrauchs von der Antwortstichprobe auf die Gesamtschweiz erfolgt in zwei Schritten:

1. Die Verbräuche der Antwortstichprobe werden in einem ersten Schritt auf die Hochrechnungsstichprobe hochgerechnet. Dazu wird für jedes RZ der Hochrechnungsstichprobe ein statistisches Modell angewandt, welches anhand der Antwortstichprobe geschätzt (siehe Kap. 4.3.1).
2. Die Ergebnisse von Schritt 1 werden in zweierlei Hinsicht skaliert. Zum einen wird berücksichtigt, dass ein substanzieller Teil kein RZ ist oder kein RZ betreibt und zum anderen

wird berücksichtigt, dass die Versandstichprobe nicht alle RZ in der Schweiz abdeckt (siehe Kap. 4.3.2).

Anzumerken ist, dass mit den dabei angewandten statistischen Verfahren des Schritts 1 auch Ausreisser und unplausible Werte identifiziert werden. Diese wurden entweder weitergehend abgeklärt oder von den Analysen ausgeschlossen.

4.3.1 Hochrechnung des Stromverbrauchs auf die Versand- bzw. Hochrechnungsstichprobe (Ebene Profondiadatenbank und BFS-Stichprobe)

Wie einleitend beschrieben, soll der Stromverbrauch in einem ersten Schritt auf die Versandstichprobe hochgerechnet werden, d.h. grundsätzlich auf alle Unternehmen, die für die Befragung aus der Profondia-Datenbank und dem BUR des BFS ausgewählt wurden. Weil der Stromverbrauch aufgrund fehlender Angaben nicht für alle Unternehmen der Versandstichprobe mit Regressionsmodellen berechnet werden kann (siehe Erläuterungen vorstehend zu Tabelle 16), erfolgt die Berechnung stattdessen für die Hochrechnungsstichprobe (siehe Tabelle 16). Konkret: für jedes Unternehmen, das für die Erhebung kontaktiert wurde und für das die erforderlichen Stützgrössen vorliegen, wird eine Berechnung des Verbrauchs durchgeführt. Dafür werden die folgenden statistischen Regressionsmodelle verwendet.

- Für das Segment Alpha erfolgt die Hochrechnung in erster Linie über die Nutzfläche der Rechenzentren. Die Nutzfläche ist ein wichtiger Einflussfaktor auf den Stromverbrauch und ist für die meisten Rechenzentren aus den Marktübersichten der Netzmedien (Netzmedien AG, 2020 bis 2024) bekannt. Diese Daten werden durch weitere Informationsquellen, namentlich Internetauftritte der RZ-Unternehmen, ergänzt. Verwendet wird der von TEP Energy bereinigte Datensatz, siehe Zusammenfassung in Tabelle 2 im Kap 2.3.1.
- Die Hochrechnung des Stromverbrauchs bei den Segmenten Beta und Gamma auf die Hochrechnungsstichprobe wird über die Anzahl der Beschäftigten (VZä) und die Beschäftigten-Grössenklasse der geschätzt. Die erforderlichen Daten stammen vom BFS und aus der Profondia-Datenbank.

Werden die Angaben der RZ-Unternehmen zum Stromverbrauch und die hochgerechneten Werte für die Nichtantwortenden kombiniert, resultiert ein Verbrauch von 1878 GWh (1.88 TWh), siehe Tabelle 22. Hierbei ist der Reduktionsfaktor «Kein RZ» gemäss Tabelle 23, der auf den Verbrauch der Nicht-Antwortenden anzuwenden ist, noch nicht berücksichtigt, dies erfolgt erst im nächsten Schritt (Kap. 4.3.2).

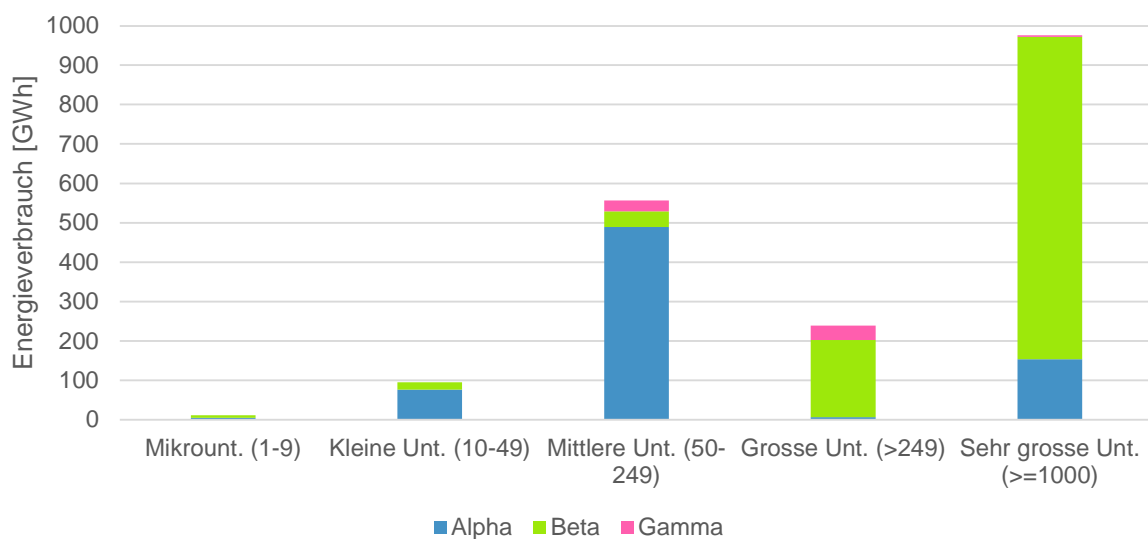


Abbildung 17: Energieverbrauch in GWh hochgerechnet auf die Hochrechnungsstichprobe nach Segment und Grössenklasse (Reduktionsfaktor «Kein RZ» gemäss Tabelle 23 noch nicht berücksichtigt)

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Betrachten wir die einzelnen Segmente separat, werden die beiden grössten Teilbeiträge zum Stromverbrauch in der Hochrechnung sichtbar: bzgl. Beschäftigung sehr grosse Unternehmen des Segments Beta und mittlere Unternehmen des Segments Alpha (siehe Abbildung 17 und Tabelle 22). Das Segment mit dem höchsten Stromverbrauch ist das Segment Beta mit 1080 GWh im Jahr 2024, was 58% des Totals entspricht. Dazu tragen im Segment Beta die sehr grossen Unternehmen mit 818 GWh (76%) am meisten bei, siehe Tabelle 22. Auch Alpha large hat einen hohen Stromverbrauch mit etwa 35% des totalen Stromverbrauchs. Hier sind jedoch die mittleren Unternehmen für den Stromverbrauch hauptverantwortlich, siehe Tabelle 49 im Anhang. Das Segment Gamma hat mit 68 GWh einen vergleichsweise tiefen Stromverbrauch.

Tabelle 22: Energieverbrauch in GWh hochgerechnet auf die Hochrechnungsstichprobe, nach Segment und zusammengefasster Grössenklasse. Reduktionsfaktor «Kein RZ» gemäss Tabelle 23 noch nicht berücksichtigt. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).

	Mikro und kleine Unt. (bis 49)	Mittlere Unt. (50-249)	Sehr grosse Unt. (>=250)	Alle
Alpha	80	489	159	729
Beta	26	40	1024	1080
Gamma	-	28	40	68
Total	106	557	1215	1878

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

4.3.2 Ebene Gesamtschweiz

Beim Schritt von der Hochrechnungsstichprobe auf die Gesamtschweiz werden zwei Faktoren berücksichtigt: «Ist oder hat kein RZ» und «Abdeckung».

Kein RZ: Bei der Hochrechnung ist zu berücksichtigen, dass rund 50% der befragten Unternehmen des Segments Beta und rund 60% des Segments Gamma angeben, kein eigenes RZ zu betreiben. Dies betrifft nicht nur die antwortenden Unternehmen (was in der Hochrechnungsstichprobe bereits berücksichtigt wird, siehe Erläuterungen zu Tabelle 16), sondern auch die nicht-antwortenden Unternehmen. Der für diese Unternehmen berechnete Stromverbrauch wird mit dem Reduktionsfaktor «Kein RZ» multipliziert. Dazu kommen die in Tabelle 23 aufgeführten Faktoren zur Anwendung, welche aus den Auswertungen der Fragen 4 und 8 abgeleitet werden (siehe dazu auch die Auswertung pro Segment in Abbildung 9).

Tabelle 23: Reduktionsfaktor "Kein RZ"

	Mikro und kleine Unt. (10-49)	Mittlere Unt. (50-249)	Grosse Unt. (>=250)
Alpha	1	1	1
Beta-BFS	0.55	0.55	0.6
Beta-Pro	0.55	0.55	0.6
Beta-Pro-DL	0.8	0.8	0.8
Beta-Pro-Large _{Antwort}	1	1	1
Gamma	0.45	0.45	0.55

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

Abdeckung: Es ist davon auszugehen, dass die jeweiligen Semente nicht alle physischen RZ in der Schweiz erfassen. Wie in der letzten Studie wird dies berücksichtigt, indem die Ergebnisse auf Ebene Versand- bzw. Hochrechnungsstichprobe mit einem Faktor skaliert werden. Die diesbezüglichen Annahmen lehnen sich an Jakob et al. (2021) und sind in Tabelle 24 dokumentiert. Hierbei wird im Zweifelsfall ein eher etwas höherer Faktor angesetzt, um den Stromverbrauch nicht zu unterschätzen. Konkret fliessen u.a. folgende Überlegungen ein:

- Bei den grossen RZ des Segments Alpha, d.h. der kommerziellen RZ, wird von einer Abdeckung von rund 80% bis 85% ausgegangen, d.h. der Skalierungsfaktor beträgt 1.2 bis 1.25.
- Der Faktor bei den mittleren Unternehmen des Segments Alpha Rest ist mit 2.5 relativ hoch, weil ein spezifisches Unternehmen in der Hochrechnungsstichprobe falsch eingeteilt war. Dies betrifft mit hochrechnet 55 GWh allerdings nur weniger 10% des Verbrauchs aller RZ des Segments Alpha dieser Grössenklasse.
- Die Abdeckung der Segmente Beta und Gamma beträgt schätzungsweise 75% bis 80% bei den grossen Unternehmen 60% bis 70% bei den mittelgrossen sowie 40% bis 50% bei den kleinen.

Tabelle 24: Hochrechnungsfaktor «Abdeckung»

	Kleine Unt. (10-49)	Mittlere Unt. (50-249)	Grosse Unt. (>=250)
Alpha Rest	1.43	2.50	1.25
Alpha large	1.20	1.20	1.20
Beta-BFS	2.00	1.43	1.25
Beta-Pro	2.00	1.43	1.25
Beta-Pro-DL	2.00	1.11	1.25
Beta-Pro-Large	2.00	1.43	1.25
Gamma	2.50	1.67	1.3

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

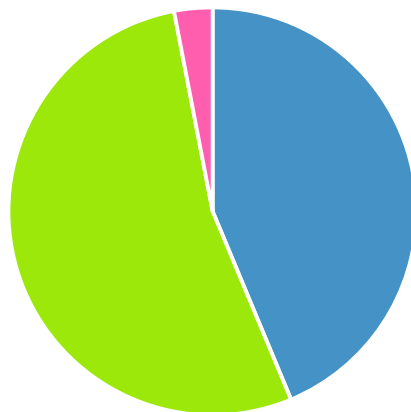
Der unter Berücksichtigung der beiden Faktortabellen (Tabelle 23 und Tabelle 24) auf die Gesamtschweiz hochgerechnete Stromverbrauch beträgt 2082 GWh (siehe Tabelle 25). Er liegt damit um 77% höher als auf Ebene der Antwortstichprobe (siehe Tabelle 19). Die resultierende Skalierung durch die Hochrechnung ist zwischen den Segmenten unterschiedlich. Beim Segment Alpha ist relative Unterschied am geringsten, weil bei diesem Segment bei der Erhebung eine hohe Abdeckung erreicht werden konnte; der hochgerechnete Verbrauch ist «nur» 45% höher als der Verbrauch in der Antwortstichprobe. Beim Segment Beta liegt der hochgerechnete Verbrauch mehr als 100% höher und beim Segment Gamma 200% (allerdings hat das Segment Gamma nur eine geringe energetische Bedeutung).

Der Verbrauch des Segments Alpha beträgt 910 GWh, was 1.6% des Stromverbrauchs der Schweiz des Jahres 2024 (57.5 TWh) entspricht. Das Segment Beta hat mit 1109 GWh einen Anteil von 53% am Stromverbrauch der RZ in der Schweiz. Insgesamt beträgt der Anteil der RZ im Jahr 2024 rund 3.6% des Stromverbrauchs in der Schweiz. Die relative energetische Bedeutung der drei Segmente ist in Abbildung 18 illustriert.

Tabelle 25: Auf die Schweiz hochgerechneter Stromverbrauch für das Jahr 2024 in GWh, differenziert nach Segment und Grössenklasse des Unternehmens. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).

	Mikro- /Kleine Unt. (1-49 VZä)	Mittlere Unt. (50-249 VZä)	Grosse Unt. (250 - 999 VZä)	Sehr grosse Unt. (>=1000 VZä)	Alle Grössen- klassen
Alpha	102	616	8	185	910
Beta	46	36	215	811	1'109
Gamma	0	24	34	5	63
Total	147	676	258	1001	2'082

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)



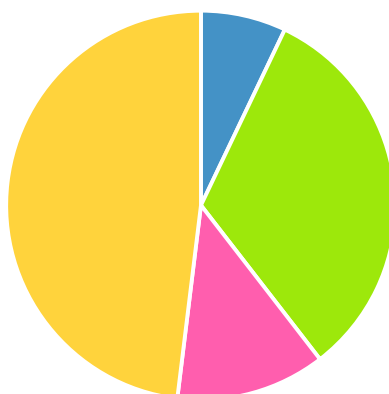
■ Alpha ■ Beta ■ Gamma

Abbildung 18 Total des Stromverbrauchs der Rechenzentren in der Schweiz im Jahr 2024 nach Segmenten (Alpha = 910 GWh, Beta = 1109 GWh und Gamma=63 GWh).

Quelle: Berechnungen TEP Energy (diese Studie)

Wie bei der Antwortstichprobe machen die mittleren und sehr grossen Unternehmen auch bei den gesamtschweizerischen Verbräuchen den grössten Anteil aus, siehe Tabelle 25. Das Teilsegment Alpha large ist das grösste Teilsegment mit 789 GWh. In diesem Teilsegment machen die bzgl. Beschäftigten mittelgrossen Unternehmen (50 bis 249 VZä) mit 71% des Stromverbrauchs den grössten Anteil des Segments aus. Beta ist mit rund 1100 GWh das grösste Hauptsegment, d.h. die unternehmensinternen RZ haben einen Verbrauchsanteil von mehr als 50% des RZ-Stromverbrauchs in der Schweiz.

Über alle RZ-Segmente hinweg sind die sehr grossen Unternehmen die grössten Stromverbraucher, gefolgt von den mittleren Unternehmen (siehe Abbildung 19).



■ Mikro-/Kleine Unt. (1-49) ■ Mittlere Unt. (50-249) ■ Grosse Unt. (>249) ■ Sehr grosse Unt. (>=1000)

Abbildung 19 Stromverbrauch der Rechenzentren in der Schweiz im Jahr 2024 (2082 GWh) nach Unternehmensklassen

Quelle: Berechnungen TEP Energy (diese Studie)

Die Aufschlüsselung nach Grössenklasse und Teilsegment zeigt, dass im Segment Alpha, d.h. bei den kommerziellen RZ-Dienstleistern, die bzgl. Beschäftigten mittelgrossen RZ den höchsten Stromverbrauchsanteil haben (siehe Abbildung 20). Auch bei den RZ, die von Profondia als Dienstleister bezeichnet werden, haben kleine und mittlere Unternehmen einen markanten Verbrauchsanteil des entsprechenden Teilsegments. Dies unterstreicht den Dienstleistungscharakter dieses Segments.

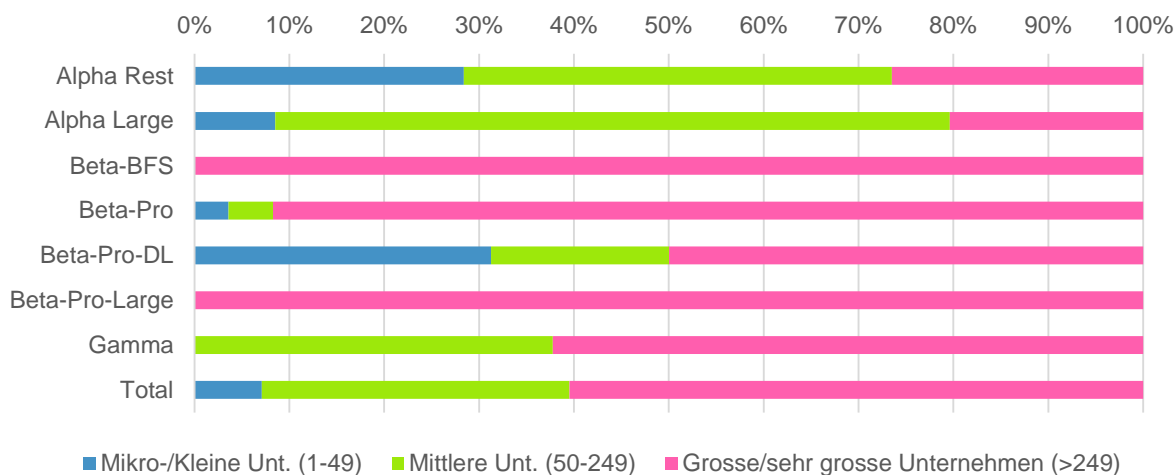


Abbildung 20 Relativer Stromverbrauch der Unternehmensklassen am gesamten Stromverbrauch, gemäss der Hochrechnung. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

4.3.3 Plausibilisierung

Zur Plausibilisierung der Ergebnisse werden u.a. Daten des Kantons ZH herangezogen, die ins Verhältnis gesetzt werden. Gemäss des Regierungsrat Kanton ZH (Regierungsrat des Kantons Zürich, 2025) lag der Strombedarf der Rechenzentren im Kanton ZH im Jahr 2024 bei 515 GWh, wobei 359 GWh auf das Netzgebiet der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ), 121 GWh auf jenes des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich (EWZ) und 35 GWh auf das Gebiet des Stadtwerks Winterthur entfielen (siehe Abbildung 22). Im Vergleich zum gesamten Stromverbrauch im Kanton von 8700 GWh entspricht dies einem Anteil von rund 6%. Gemäss Angaben der befragten Netzbetreiber wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei vornehmlich um grosse RZ des Segments Alpha handelt (nur bei einem der Netzbetreiber sind auch einzelne Firmen-RZ enthalten).

Zur Hochrechnung des Kantons ZH auf die Schweiz werden die öffentlich verfügbaren Flächendaten verwendet. Dies stellt eine gewisse Vereinfachung dar, aber dies wird für diesen Quervergleich als vertretbar erachtet.⁶ Die RZ im Kanton ZH weisen gemäss der

⁶ Denn für die RZ im Kanton ZH gibt es sowohl Gründe für einen höheren flächenspezifischen Verbrauch als auch als Gründe für einen tieferen. Für ersteres spricht der im Vergleich zur Restschweiz höhere Anteil an neuen, tendenziell leistungsdichteren Hyperscaler-RZ, für letzteres, dass der Anteil an neuen RZ mit noch tiefer Auslastung höher als bei den übrigen RZ der Schweiz ist, bei denen es sich häufig im Colocation-RZ handelt, die bereits lange am Markt tätig sind.

durchgeführten Auswertung der Markübersicht der Netzwoche einen Flächenanteil von 54% auf, womit sich für die Schweiz ein Verbrauch von 954 GWh (0.95 TWh) für das Segment Alpha ergibt. Dies stimmt gut mit dem in dieser Studie berechneten Wert übereinstimmt (0.91 TWh). Bezogen auf den Stromverbrauch der Schweiz als Ganzes ergibt dies einen Anteil von 1.7%. Kleinere Unterschiede könnten mit Abgrenzungsfragen zu tun haben; in den Werten der Stadt ZH sind auch gewisse RZ des Segments Beta enthalten.

4.3.4 Unsicherheiten und Vertrauensintervalle

Bei der Abschätzung der Unsicherheiten und Vertrauensintervalle ist zwischen sog. Stichprobenfehler und systematischen Unsicherheiten zu unterscheiden.

Stichprobenfehler

Wie im Kap. 2.8 beschrieben, wird die statistische Unsicherheit des geschätzten Gesamtstromverbrauchs mithilfe eines geschichteten Schätzers quantifiziert.

Wie im Kap. 2.8 aufgezeigt, erreichen die Segmente Alpha-Large, Beta-Pro-Large, Beta-Pro, d.h. Segmente mit hohem energetischem Gewicht, eine hohe Abdeckung, was sich positiv auf den Stichprobenfehler auswirkt.

Die statistische Unsicherheit des Gesamtstromverbrauchs wird nachfolgend für zwei Fälle mit unterschiedlichen Annahmen zum Variationskoeffizienten geschätzt.

- Best guess: Annahme für den Variationskoeffizient von 20 % für die grossen RZ (Segmente Alpha large und Beta pro large), 30 % für die übrigen RZ der Segmente Alpha und Beta Pro sowie 40 % für die übrigen Segmente. Damit beträgt der relative Standardfehler der geschätzten Gesamtmenge etwa 1,9 %, was einem 95-%-Konfidenzintervall von etwa $\pm 3,7$ % bzw. bezogen auf den Verbrauch von 2082 GWh rund ± 77 GWh entspricht.
- Bei konservativ angenommenen Variationskoeffizienten von 30 %, 50 % bzw. 80 % beträgt das geschätzte 95-%-Konfidenzintervall ± 7 %, d.h. ± 140 GWh.

Systematische Unsicherheiten

Zusätzliche Unsicherheiten ergeben sich aus strukturellen Faktoren, insbesondere aus Nichtbeantwortung, Extrapolation innerhalb der Segmente und einer möglichen Unvollständigkeit des Stichprobenrahmens.

Ein Faktor, der einem systematischen Fehler unterliegen könnte, ist der Faktor «Kein RZ», siehe Tabelle 23. Wird im Sinne einer Sensitivitätsanalyse angenommen, dass der Anteil «Kein RZ» nur für die Unternehmen gilt, welche die Erhebung beantwortet haben, nicht jedoch für die anderen, wäre der Verbrauch für die RZ der Schweiz höher und würde bei rund 2.4 TWh liegen. Es ist allerdings ebenso plausibel anzunehmen, dass bei den nicht antwortenden Unternehmen der Anteil ohne RZ sogar noch höher ist als bei den Antwortenden. In diesem Fall wäre der Verbrauch der RZ tiefer als in Tabelle 25 angegeben und würde schätzungsweise 1.9 TWh betragen. Bei dieser Spannbreite handelt es sich Extremwerte; das 95%-Vertrauensintervall ist enger, wir schätzen es bzgl. dieses Faktors auf ± 7 %.

Ein weiterer Unsicherheitsfaktor stellt die Einschätzung der Abdeckung dar (siehe Tabelle 25). Letzteres wird teilweise durch die Einbeziehung von auf Entdeckungen basierenden Segmenten berücksichtigt, die etwa 18 % des geschätzten Gesamtverbrauchs ausmachen. Dennoch kann eine weitere Unsicherheit nicht ausgeschlossen werden. Sie könnte ebenfalls

bei rund 7% liegen, beim Segment Alpha aufgrund des hohen Rücklaufs eher tiefer, beim Segment Beta höher.

Die beiden genannten Faktoren sind zum grossen Teil unabhängig voneinander. Die kombinierten Effekte werden auf ca. $\pm 10\%$ bis 12% geschätzt.

Kombinierte Unsicherheit bzw. kombiniertes Vertrauensintervall für 2024

Die statistischen und die systematischen Unsicherheiten können als unabhängig voneinander betrachtet werden. Damit ergibt sich im best guess ein 95%-Vertrauensintervall von $\pm 10.5\%$ und im konservativen Fall ein solches von $\pm 12\%$ (siehe Abbildung 21).

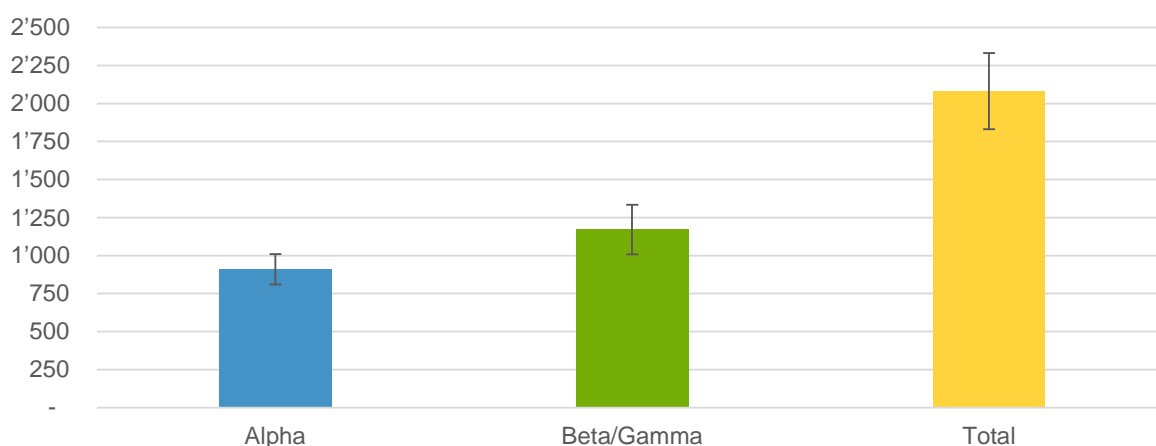


Abbildung 21 Totaler Stromverbrauch nach Segment, Hochrechnung auf die Schweiz (vergleiche Tabelle 25) inklusive Angabe des Vertrauensintervalls. Alpha = $\pm 11\%$, Beta/Gamma = $\pm 14\%$ und Total = $\pm 12\%$.

Quelle: Berechnungen TEP Energy (diese Studie)

4.4 Rückblick auf die vergangene Entwicklung

4.4.1 Flächenentwicklung bei den RZ-Dienstleistenden

Ein grober Indikator, der den Stromverbrauch in Rechenzentren untermauert, ist die zur Verfügung stehende Fläche, in der die IT-Geräte wie Server, Storage, Kommunikation aufgenommen werden, der sogenannte «White space» oder die «White hall». Darin befindet sich auch ein Teil der gebäudetechnischen Infrastruktur (Kälteabgabe und Wärmeabfuhr, Stromversorgung der Racks etc.).

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es sich bis zu einem gewissen Mass um einen vorauslaufenden Indikator handelt, weil jeweils eine gewisse Zeit benötigt wird, bis die zur Verfügung stehende Fläche und/oder die zur Verfügung stehende elektrische Leistung vollständig genutzt wird. Dies dauert typischerweise fünf Jahre oder mehr, wobei anzumerken ist, dass gemäss den durchgeführten Erhebungen die Kapazität in vielen Fällen auch nach zehn Jahren noch nicht ausgeschöpft wird.

Die Anzahl der RZ-Unternehmen des Segments Alpha ist aufgrund von Acquisition und Mergers leicht zurück gegangen, aber die Anzahl der RZ-Standorte hat zwischen 2020 und 2024 von 74 auf 85 zugenommen hat (siehe Tabelle 2 im Kap. 2.3.1). Dies entspricht einer

Zunahme von 15%. Etwa doppelt so stark hat die Fläche der RZ zugenommen, nämlich um 27%, siehe Tabelle 26. Der Anstieg betrifft vor allem die grössten 10 RZ-Unternehmen in der Schweiz. Die Fläche der übrigen gut 30 RZ-Unternehmen des Segments Alpha stagnierte.

Tabelle 26: Flächenentwicklung bei RZ-Dienstleistern in den letzten vier Jahren zwischen 2020 und 2024, in m².

	2020	2022	2024	2022/ 2020	2024/ 2022	2024/ 2020
Fläche gemäss Marktübersicht Netzwoche						
RZ mit Angabe Eröffnungsjahr	153'708	173'191	192'968	13%	11%	26%
RZ ohne Angabe Eröffnungsjahr	2'500	3'700	3'000			
Total Marktübersicht Netzwoche	156'208	176'891	195'968	13%	11%	25%
Abzüglich "kein physisches RZ"	11'780	13'090	13'090			
Abzüglich "umgeteilt in Segment Beta"	4'300	4'300	4'300			
Total Segment Alpha	140'128	159'501	178'578	14%	12%	27%
Zuwachs im Vergleich zur Vorperiode (m ²)					19'373	19'077
Davon						
Die grössten 9 (Fläche in m²)	113'715	131'052	147'806	15%	13%	30%
Die grössten 9 (Flächenanteil in %)	81%	82%	83%			
Die übrigen des Segments Alpha (Fläche in m²)	26'413	28'449	30'772	8%	8%	17%
Die übrigen des Segments Alpha (Flächenanteil in %)	19%	18%	17%			

Quelle: (Netzmedien, 2020, 2022, 2024), Bereinigung und Konsolidierung TEP Energy (diese Studie)

Es ist anzumerken, dass noch nicht die gesamte neu erstellte Nutzfläche auch tatsächlich genutzt wird. Darauf lässt sich anhand der leistungsmässigen Auslastung schliessen, die sich von Angaben von Verteilnetzbetreibern und von RZ ableiten lässt, siehe u.a. Kap. 4.2.3. Es ist deshalb zu betonen, dass vom Flächenwachstum nicht direkt auf den Stromverbrauch geschlossen werden kann, zum einen, wegen des erwähnten Zeitbedarfs von einigen Jahren, diese Flächen zu nutzen und zum anderen, weil die Energiedichte in neuen RZ höher ist als in bestehenden.

4.4.2 Entwicklung des Stromverbrauchs auf Ebene Antwortstichprobe

In der Online-Erhebung wurden die RZ nach deren früherem Stromverbrauch befragt, um eine direktere Antwort auf die Frage der vergangenen Entwicklung zu erhalten. Demnach ist die Entwicklung des Stromverbrauchs in den letzten vier bis fünf Jahren zwischen den Segmenten sehr unterschiedlich.

- 7 der grössten 10 RZ des Segments Alpha (Alpha large) geben an, dass sich ihr Stromverbrauch in etwa verdoppelt hat (etwas mehr als +100%, siehe Tabelle 45 im Anhang, in der Segmente aufgeschlüsselt). Auch die übrigen am Markt tätigen RZ-Dienstleister geben eine gewisse Zunahme an. Für das gesamte Segment Alpha beträgt die Zunahme 97%, siehe Tabelle 27 weiter unten).

- Die Befragten der beiden übrigen Segmente geben eine leicht steigend, ungefähr konstante oder rückläufige Entwicklung an (siehe Tabelle 27 bzw. Tabelle 45 im Anhang für eine genaue Aufschlüsselung).

Über alle Segmente ergibt sich gemäss Angaben der befragten RZ-Unternehmen eine Zunahme des Stromverbrauchs von 35%, siehe Tabelle 27. Hierbei handelt es sich um ein erstes Zwischenergebnis, relevant für die Schweiz als Ganzes sind die hochgerechneten Werte in Tabelle 28 weiter unten.

Tabelle 27: Antwortstichprobe: Rückblick auf Stromverbrauch und relative Differenz.

	2020 GWh	2024 GWh	Differenz 2020 bis 2024 %
Alpha	249	490	97%
Beta	461	484	5%
Gamma	35	32	-8%
Total	745	1006	35%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

4.4.3 Vergangene Entwicklung des Stromverbrauchs: Hochrechnung der Unternehmensangaben

Die Antwortstichprobe wurde in einem ersten Schritt auf die Versand- bzw. Hochrechnungstichprobe hochgerechnet (siehe Tabelle 46 und Tabelle 47 im Anhang). Werden die Angaben der Befragten hochgerechnet, erhalten die Unternehmen mit einer geringeren Zunahme ein höheres Gewicht im Vergleich zur Antwortstichprobe. Dementsprechend fällt die prozentuale Zunahme auf der Ebene der Schweiz in Tabelle 28 geringer aus im Vergleich zur Tabelle 27.

- In der Hochrechnung des Stromverbrauchs auf die Schweiz resultiert für das gesamte Segment Alpha eine Zunahme von 82%, siehe Tabelle 28. Da es sich beim Wert von 2020 aus den genannten befragungstechnischen Gründen um eine Unterschätzung handeln könnte (z.B. wegen Mergers und Acquisitions sind historische Daten nicht verfügbar), könnte das tatsächliche Wachstum im Segment Alpha auch tiefer liegen.
- Die Hochrechnung der beiden übrigen Segmente ergeben eine rückläufige Entwicklung, siehe Tabelle 28.
- Insgesamt nimmt der Stromverbrauch um 310 GWh also 18% leicht zu, siehe Tabelle 28.

Insgesamt ist von einer Zunahme des Stromverbrauchs von Rechenzentren in der Schweiz von knapp einem Fünftel (18%) auszugehen siehe Tabelle 28. Hierzu ist anzumerken, dass aus befragungs- und hochrechnungstechnischen Gründen der Anstieg eher überschätzt wird weil Unternehmen, die ihr RZ stillgelegt haben, diese Frage nicht beantworten, weil sie nicht an der Erhebung teilnehmen und weil demzufolge der weggefallene Verbrauch in der Erhebung nicht abgedeckt wird. Dies kann mit dem Hochrechnungsverfahren nur teilweise ausgeglichen werden.

Für den Rückblick auf die vergangene Entwicklung ist deshalb auch der Vergleich mit den Ergebnissen der früheren Studie von Interesse, siehe Kap.4.5.

**Tabelle 28: Rückblick auf den Stromverbrauch der Rechenzentren:
Unternehmensangaben hochgerechnet auf die Schweiz:**

	2020 GWh	2024 GWh	Differenz 2020 bis 2024 %
Alpha	500	910	82%
Beta	1200	1'110	-8%
Gamma	70	60	-14%
Total	1770	2080	18%

Das gerundete Total kann von der Summe der rundeten Wert abweichen
Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

Zum Vergleich: Basierend auf den Angaben der Verteilnetzbetreiber des Kantons ZH stieg der Stromverbrauch zwischen 2020 bis 2024 von rund 180 GW auf 515 GWh, siehe Abbildung 22. Dies entspricht einem Anstieg von +186% bzw. 335 GWh. Dies bedeutet, dass ein grosser Teil des Anstiegs des Stromverbrauchs im Segment Alpha (+410 GWh in der gesamten Schweiz) auf die RZ-Standorte im Kanton ZH zurückzuführen ist (bei der Interpretation dieses direkten Vergleichs ist zu beachten, dass es sich um zwei unterschiedliche Datenquellen und Erhebungsmethoden handelt, die je ihre eigenen Unsicherheiten haben).

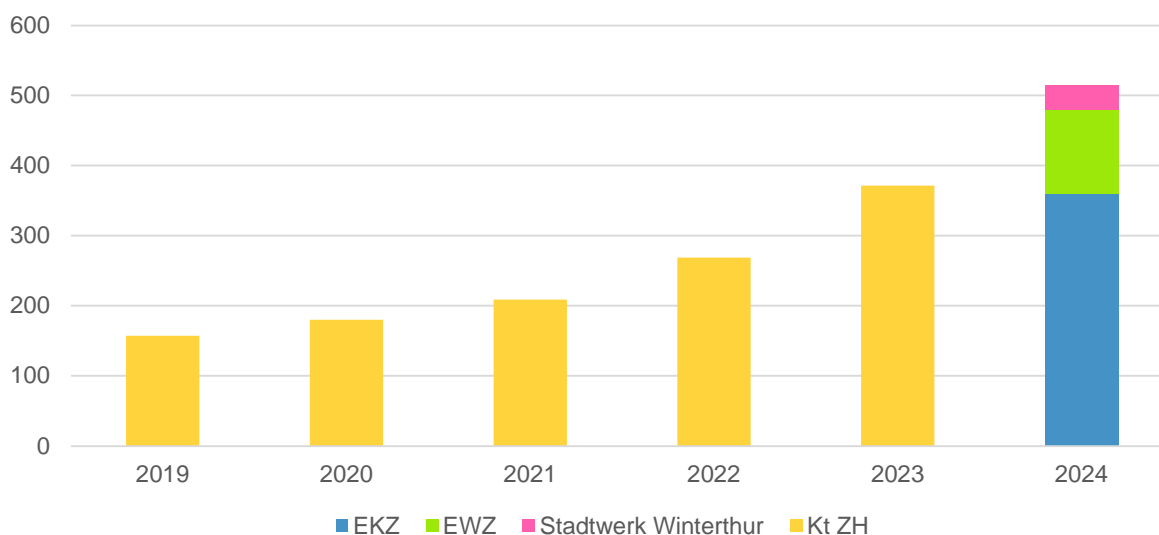


Abbildung 22: Strombezug der Rechenzentren im Kanton ZH in GWh, basierend auf Angaben der Netzbetreiber EKZ, EWZ und Stadtwerke Winterthur im Zeitraum 2019-2024.

Quelle: Regierungsrat des Kantons ZH (2025) für die Werte des Jahres 2024, Erhebungen TEP Energy bei EKZ, EWZ und Stadtwerke Winterthur für die übrigen Jahre, Imputation fehlende Daten TEP Energy

4.4.4 Kombinierte Unsicherheit bzw. kombiniertes Vertrauensintervall für die Differenz zwischen den zwei Jahren 2020 und 2024

Bei der Bestimmung des Vertrauensintervalls der Differenz zwischen zwei Jahren ist relevant, ob die verwendeten Stichproben unabhängig voneinander sind oder ob sie sich (teilweise) überlappen und ob allgemein von einer Kovarianz auszugehen ist.

- Dass sich die Stichproben teilweise überlappen, wirkt sich positiv auf den Stichprobenfehler der Differenz zwischen den beiden Jahren aus. Dies wurde vorliegend erreicht, indem die RZ auch zum vergangenen Verbrauch befragt wurden, so dass die Kovarianz stark erhöht und der statistische Fehler reduziert wird. Dieser wird auf ca. 6% des Verbrauchs von 2024 geschätzt, d.h. auf ± 130 GWh (unter Berücksichtigung des Umstands, dass der Stichprobenfehler des Jahres 2020 etwas höher ist als für das Jahr 2024, auch wenn es sich um die Angaben derselben Unternehmen handelt).
- Die systematischen Fehler wiederum sind teilweise identisch (teilweise analoger methodischer Ansatz, ähnliche Gründe für Self-selection bias) und teilweise unterschiedlich. Der identische Teil wird bei der Differenzbildung herausgerechnet, der andere verbleibt.

Zusammen ergibt sich für die Differenz zwischen dem Verbrauch im Jahr 2020 gemäss dieser Studie und dem Verbrauch von 2024 ein Vertrauensintervall von rund $\pm 8\%$ des Verbrauchs von 2024, d.h. von 170 GWh. Weil die Differenz zwischen den beiden Jahren mit 310 GWh relativ klein ist, ist das Vertrauensintervall zu dieser Differenz relativ gross (etwas mehr als die Hälfte), siehe Abbildung 23. Aus Sicht dieser Betrachtungen zu Unsicherheiten und Vertrauensintervallen kann dennoch davon ausgegangen werden, dass der Stromverbrauch zwischen 2020 und 2024 tatsächlich angestiegen ist.

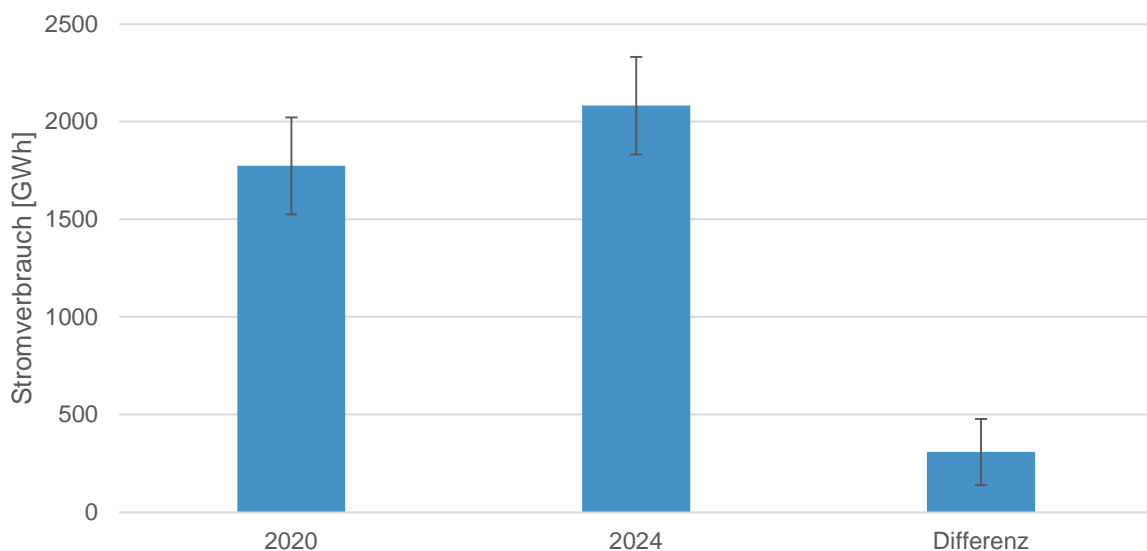


Abbildung 23: Der auf die Schweiz hochgerechnete Stromverbrauch für die Jahre 2020 und 2024 inkl. Vertrauensintervall sowie Differenz zwischen den beiden Jahren inkl. Angabe des kombinierten Vertrauensintervalls.

Quelle: Erhebungen und Berechnungen TEP Energy (diese Studie)

Diese Vertrauensintervalle könnten in einer Folgestudie weiter reduziert werden, wenn die Teilnahmebereitschaft erhöht werden kann. Für die Nachverfolgung der zeitlichen Entwicklung, also für die Differenz zwischen verschiedenen Jahren, ist ein (kombinierter) Panelansatz besonders nutzbringend, weil so die Überlappung und Vergleichbarkeit erhöht wird.

4.5 Vergleich zu letzter Studie

Gemäss der letzten vergleichbaren Studie im Auftrag von EnergieSchweiz verbrauchten die RZ inklusive der Serverräume (SR) und im Jahr 2019 rund 2.1 TWh Strom, was einen Anteil von 3.6% des damaligen schweizerischen Stromverbrauchs ausmachte (Jakob et al. 2021).

Für den Vergleich mit dieser Studie wird die Struktur des Verbrauchs der letzten Studie wie folgt in Erinnerung gerufen: Die am Markt auftretenden RZ-Dienstleister verbrauchten gemäss der letzten Erhebung 0.78 TWh, was rund 1.4% des Stromverbrauchs in der Schweiz entsprach. Der übrige Verbrauch entfiel auf unternehmensinterne RZ in den verschiedensten Branchen. Diese betreiben zum Teil grosse und energieintensive Rechenzentren, welche mit knapp 0.63 TWh zusammen fast gleich viel Strom verbrauchten wie die RZ-Dienstleister. Verantwortlich dafür waren hauptsächlich die Branchen Banken und Versicherungen, die Forschung, das Gesundheitswesen und die Pharmaindustrie. Der Rest des Verbrauchs von rund 0.6 TWh (1.1% der Gesamtschweiz) entfiel auf kleinere und mittlere RZ in zahlreichen öffentlichen und privaten Unternehmen (davon 0.23 TWh im Segment C).

Ohne das «Segment C» der letzten Studie, bei dem es sich im Wesentlichen um Serverräume und kleine RZ in KMU handelt und das energetisch eine eher untergeordnete Bedeutung hatte, betrug der Stromverbrauch von Rechenzentren in der Schweiz 1.9 TWh bzw. 3.3% des Stromverbrauchs der Schweiz im Jahr 2019.

Die Segmente der letzten Studie (A und B) sind wegen Doppelzählungen, Überschätzungen bei den grossen RZ-Dienstleistern und angepassten Definitionen nicht ganz vergleichbar mit den Segmenten der vorliegenden Studie (Alpha und Beta). Um die Vergleichbarkeit zu erleichtern, werden bei den Werten der letzten Studie von 2021 (Jakob et al. 2021), die den Stromverbrauch von 2019 modellierte, folgende Anpassungen vorgenommen (siehe Tabelle 29):

- Segment A gemäss der Definition der Studie 2021: Wie die Ergebnisse und neu gewonnen Erkenntnisse der laufenden Studie aufzeigen, handelt es sich bei rund 8% der Fläche von 2020 (siehe Tabelle 26) nicht um physische RZ, sondern um Unternehmen, die als RZ am Markt auftreten, ihre Server aber in anderen Colocation RZ betreiben oder Hosted server nutzen. Das heisst, es handelt sich dabei um Doppelzählungen, die bereinigt werden. Zudem werden rund 3% der Flächen der Netzwoche dem Segment der unternehmensinternen RZ zugeteilt, weil die entsprechenden RZ nicht am Markt auftreten (sondern ihren Verwaltungseinheiten dienen). Bereinigt um diese Fälle betrug der Stromverbrauch des Segments A im Jahr 2019 nur rund 0.7 TWh statt knapp 0.78 TWh.
- Segment B gemäss Definition der Studie 2021: Für das Teilsegment B* wurden im Fall von fehlenden Daten z.T. Analogieannahmen getroffen, konkret zum Stromverbrauch von Grossspitalern, Grossbanken, grossen Pharmaunternehmen und Forschungseinrichtungen. Aufgrund der neuen Erkenntnisse ist zumindest im Fall der Forschungseinrichtungen von einer leichten Überschätzung auszugehen. Nicht auszuschliessen ist zudem,

dass im einen oder anderen Fall ein Teil der IT in ein Colocation oder zu einem spezialisierten Dienstleister ausgelagert war. Wir gehen heute davon aus, dass der Verbrauch des Segment B* leicht überschätzt war (ca. 4% bis 5%). Zusammen mit der Umteilung gemäss obigem Punkt liegt der für den Vergleichszweck bereinigte Stromverbrauch des Segments B für das Jahr 2019 etwa gleich hoch wie in der Studie 2021 angegeben (bei knapp 1.07 TWh).

- Serverräume und Kleinstrechenzentren in KMU (Segment C der Studie 2021) werden nicht berücksichtigt, weil sie nicht im Fokus dieser Studie sind.

Der Verbräuche von 2019 gemäss Systemgrenze der letzten Studie und gemäss derjenigen dieser Studie sind in Tabelle 29 dargestellt. Der Stromverbrauch des vergleichbaren Perimeters beträgt damit für 2019 rund 1.77 TWh. Dies entspricht einen Anteil von 3.1% am Stromverbrauch der Schweiz im Jahr 2019 (davon entfallen 1.2% auf das bereinigte Segment A und 1.9% auf das bereinigte Segment B).

Gemäss dieser Studie liegt der Verbrauch im Jahr 2024 bei 2.08 TWh (siehe Kap. 4.3), d.h. im Vergleich zum Verbrauch von 2019 rund 18% höher.

Tabelle 29: Schweizer Stromverbrauch von RZ und SR im Jahr 2019, einmal gemäss den Systemgrenze der Studie von 2021 und einmal gemäss Systemgrenze dieser Studie berechnet

Segment	Systemgrenze Studie 2021 Verbrauch RZ und SR 2019 TWh	Korrekturen und Angleichung Systemgrenze Grund	TWh	Systemgrenze dieser Studie Verbrauch RZ 2019 TWh
Segment A, Dienstleister	0.78	Überschätzung bei grossen RZ-Dienstleistern	-0.06	0.69
		Reallokation von A hin nach Beta	-0.03	
Segment B*		Reallokation von A hin zu Beta	0.03	
Segment B, interne RZ	1.08	Überschätzung energieintensive RZ	-0.03	1.07
Segment C, KMU	0.23	Nicht in Systemgrenze diese Studie	-0.23	-
Total	2.09		-0.32	1.77

NB: die Summe der gerundeten Werte kann von der gerundeten Summe abweichen.

Quelle: Jakob et al. (2021), TEP Energy (diese Studie)



Abbildung 24: Stromverbrauch von RZ und SR im Jahr 2019 in TWh gemäss Systemgrenze der Studie von 2021 und gemäss dieser Studie sowie einzelne Komponenten der Differenz (gemäss den Angaben aus Tabelle 30)

Quelle: (Jakob et al. 2021), Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

Die Segmente der vorliegenden Studie (Alpha und Beta) sind zwar nicht ganz vergleichbar mit den Segmenten A und B der letzten Studie, aber grob lässt sich folgende Zuordnung vornehmen: Segment A entspricht in etwa dem Segment Alpha, die damaligen Segmente B und B* (spezielle Grossverbraucher) dem aktuellen Segment Beta. Mit Verweis auf Tabelle 30, auf Tabelle 28 und auf die Überlegungen zu Unsicherheiten und Vertrauensintervallen lässt sich festhalten:

- Da der Stromverbrauch des bereinigten Segments A mit 0.69 TWh im Jahr 2019 höher liegt als der Stromverbrauch des Segments Alpha im Jahr 2020, resultiert mit +32% (Tabelle 30) relativ gesehen eine geringere Zunahme als in Tabelle 28 (+82%). Unter Berücksichtigung der Unsicherheiten können die Ergebnisse als kompatibel zueinander bezeichnet werden: gemäss Jakob et al. 2021 könnte der Verbrauch 2019 auch rund 0.08 TWh tiefer liegen, d.h. bei 0.61 TWh und gemäss dieser Studie könnte der Verbrauch 2020 im Segment Alpha aus den erwähnten erhebungstechnischen Gründen 20% höher liegen, d.h. bei 0.6 TWh.
- Der Verbrauch des bereinigten Segments B liegt für das Jahr 2019 bei 1.07 TWh, d.h. rund 15% tiefer als der Verbrauch der Segmente Beta/Gamma für das Jahr 2020 in der Höhe von 1.27 TWh (siehe Tabelle 28). Unter Berücksichtigung der Unsicherheitsintervalle ist dies kompatibel zueinander. Als Fazit lässt sich festhalten, dass nicht eindeutig ausgesagt werden kann, ob für das Segment der unternehmensinternen RZ eine Reduktion oder eine Erhöhung des Stromverbrauchs in den letzten vier bis fünf Jahren resultiert.

Tabelle 30: Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren (ohne Serverräume) in TWh im Vergleich zur letzten Erhebung

Segment		2019	Segment	2024	Veränderung in %
RZ-Dienstleister	Segment A bereinigt	0.69	Alpha	0.91	+32 %
Interne RZ	Segment B bereinigt	1.07	Beta/Gamma	1.17	+9 %
Total	Segmente A und B	1.77		2.08	+17.6%

NB: die Summe der gerundeten Werte kann von der gerundeten Summe abweichen.

Quelle: Jakob et al. (2021), Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

4.6 Beurteilung der Entwicklung zwischen 2019 und 2024

Der Verlauf des Stromverbrauchs zwischen 2019 (letztmals erhobene Daten) und 2024 wird durch gegenläufige Entwicklungen geprägt. Treibend wirkt die zunehmende Digitalisierung (inkl. KI, siehe Kap. 6) und dämpfend die laufende Verbesserung der Energieeffizienz (siehe Kap. 5.1). Trotz der zunehmenden Digitalisierung, trotz einer Zunahme der RZ-Flächen der am Markt auftretenden RZ zwischen 2020 und 2024 um 27% (siehe Kap. 4.4) und trotz der Zunahme der elektrischen Anschlussleistung hat der Stromverbrauch der RZ in der Schweiz seit 2019 nur leicht zugenommen (um rund 18% siehe Tabelle 30). Dies erklärt sich wie folgt:

- Verlagerungseffekte: IT-Anwendungen haben sich von internen RZ zu Colocation- oder Cloud-RZ verlagert, typischerweise Office Anwendungen, Datenspeicherung, Datenbanken, Branchensoftwarelösungen. Ein Teil der Unternehmen hat dadurch ihre RZ ganz stillgelegt oder stark redimensioniert und betreibt ggf. nur noch kleine Server für lokale Anwendungen (z.B. zum Printen, für die Gebäude- und Sicherheitstechnik). Dass Unternehmen ihre IT nach 2020 zunehmend ganz oder teilweise auslagern, wurde auch in einer Befragung im Auftrag des ASUT festgestellt, siehe ASUT-Studie von 2023 (Jakob et al. 2023). Während das Wachstum bei den RZ-Dienstleistern, die am Markt auftreten, öffentlich wahrgenommen wird, sind die Auslagerungseffekte, die zu Konsolidierungen, Schliessungen oder Redimensionierungen bei internen RZ führen, weniger sichtbar. Wie diese Studie aufzeigt, sind auch letztere Effekte jedoch relevant.
- Effizienzentwicklungen:
 - Strukturelle Effizienzgewinne: Die Auslagerung von kleinen und mittleren internen RZ hin zu grossen Colocation und Cloud-RZ hat in der Regel deutliche Effizienzgewinne zur Folge. Dies betrifft zum einen die RZ-Infrastruktur; der PUE bei den RZ-Dienstleistern ist tiefer als bei den internen RZ, siehe Abbildung 26 im Kap. 5. Der häufigkeitsgewichtete PUE beträgt im Segment Alpha 1.31. und im Segment Beta 1.43 und der Unterschied zwischen den Segmenten 0.12 bzw. 8%. Zum anderen treten strukturelle Effizienzgewinne auch seitens IT auf: Grosse RZ weisen gemäss Branchenexperten und gemäss den durchgeführten Erhebungen u.a. eine höhere Virtualisierung auf, so dass für dieselbe IT-Dienstleistung weniger physische Server und Speicher-Geräte benötigt werden.

- Seitens RZ-Infrastruktur wurden weitere Effizienzmassnahmen umgesetzt, auch bei kleineren und mittleren RZ, was sich in einer Abnahme des PUE zeigt (vgl. Abbildung 26 im Kap. 5 mit Abbildung 19 in Jakob et al. 2021. Dies führt zu einem Effizienzgewinn von rund 5%, d.h. von gut 100 GWh.
- Seitens IT sind weitere konkrete Effizienzentwicklungen direkt festzustellen, namentlich die Trends weg von Harddisks hin zu SSD, die weitere Virtualisierung von Servern und Speichern und die damit verbundene erhöhte Auslastung, wodurch weniger physische Geräte benötigt werden (siehe Kap. 5.2.2). Damit werden auch weniger Peripheriegeräte und weniger RZ-Infrastruktur (z.B. für Kühlung) gebraucht. Ohne diese Entwicklung könnte der Stromverbrauch der RZ um 20% bis 40% höher liegen.
- Bei jedem Server-Ersatzzyklus alle vier bis sechs Jahre können IT-Seitige Effizienzgewinne realisiert werden, denn die neuen Server sind leistungsfähiger (leisten IT-seitig überproportional mehr im Vergleich zur höheren Leistungsaufnahme) und effizienter (was einen weiteren Trend zur Miniaturisierung ermöglicht). Gemäss Experten und gemäss Berichten (z.B. von IEA-EDNA) sind allgemeine technologische Effizienzgewinne zu verzeichnen, so dass für denselben Speicherplatz und dieselbe Rechenleistung (z.B. gemessen in Gigaflops pro Sekunde) deutlich weniger Stromverbrauch erforderlich ist (siehe Kap. 6.1.3). Gegenüber einer frozen efficiency würde der Stromverbrauch der RZ weitere 20% bis 40% höher liegen. Befragte RZ-Betreiber berichten von freiwerdendem White space, der Vermietungen an Dritte oder eine Zusammenlegung von RZ ermöglicht.
- Mittels IT-Management Ansätzen werden letztlich Hardware und Stromverbrauch reduziert: Speichervirtualisierung, Hardware-Konsolidierung, Hardware-as-a-Service (HaaS), Auto-Scaling (Rauffahren von Geräten und Komponenten wie Prozessoren nur bei Bedarf), Erarbeiten und Durchsetzen einer Retention Policy (Datenlöschung nach definierten Zeitspannen), Aufrufe zum «Aufräumen» der Datenablagen, Dedublizierung (nur einmaliges Speichern von identischen Dateien, z.B. Mailanhänge).

Die technologische Entwicklung und die Verlagerung zu grossen Hyperscalern führt gemäss Auskünften der interne RZ-Betreiber und der kleinen und mittleren Colocation-RZ zu einem stabilen und fallweise geringeren Stromverbrauch, so dass letztere RZ nach wie vor nicht ausgelastet sind.

Auch wenn die o.g. Effekte durch Wachstumsfaktoren (wie wachsende Bedürfnisse nach Speicherplatz und Rechenleistung, auch aufgrund neuer Anwendungen) teilweise oder ganz kompensiert oder überkompensiert werden, haben Verlagerungs- und Effizienzeffekte einen entscheidenden Einfluss gehabt auf die vergangene Entwicklung.

Anmerkung: Die Zunahme ist deutlich tiefer, also sie z.B. durch (Fasan, 2021) abgeschätzt wurde. Dies lässt sich u.a. methodisch begründen: Wie in der hier vorliegenden Studie festgestellt, führt eine Erhebung von Projekten und Anschlussleistungen zu Überschätzungen des tatsächlichen Verbrauchs. Grund: es treten Mehrfachnennungen auf, Projekte werden nicht realisiert, die o.g. Effizienzentwicklungen und Verlagerungseffekte werden ausser Acht gelassen werden und in vielen, auch internationalen Studien werden die Verzögerungen bei der tatsächlichen Auslastung vernachlässigt. Bestätigt hat sich einzig die Projektgrösse von RZ, die im Einzelfall fünf bis zehn Mal so gross sind wie die damals bereits bestehenden RZ.

5 Aktuelle Energieeffizienz und verbleibende Potenziale

5.1 Heutige Energieeffizienz

5.1.1 Umgesetzte Effizienzmassnahmen im Bereich RZ-Infrastruktur und PUE

Die folgende Auswertung der Effizienzmassnahmen basieren auf RZ-Standorten, zu denen im Teil 2 des Online-Fragebogens Angaben gemacht wurden. Hier haben generell weniger RZ-Unternehmen geantwortet als z.B. beim Stromverbrauch. So haben bei der Frage 34, die in Abbildung 25 dargestellt wird, nur 10 Unternehmen des Segments Alpha die Frage 34 beantwortet im Gegensatz zu 17 Unternehmen bei Fragen zum Stromverbrauch. Beim Segment Beta sind es 61 von 159 und beim Segment Gamma 13 von 88. Die empirische Basis ist damit deutlich geringer als beim Stromverbrauch. Die Ergebnisse könnten insbesondere durch einen Self-selection bias verzerrt sein. Beispielsweise könnten Unternehmen, denen das Thema Energieeffizienz besonders wichtig ist und die bereits viele Massnahmen umgesetzt haben, eher diese Fragen beantwortet haben als die übrigen. Dennoch bieten die Auswertungen interessante Einblicke in das Thema der Effizienzmassnahmen.

Die drei energetisch wichtigsten RZ-Infrastruktur-Effizienzmassnahmen werden von den kommerziellen Rechenzentren (Segment Alpha) bereits in hohem Mass umgesetzt (rund 70% bis 80%). Dazu gehören die Trennung von Warm- und Kaltgang und die Einhausung von Serverracks sowie die Erhöhung der Systemtemperaturen. Diese Massnahmen ermöglichen die Nutzung von Free Cooling bzw. erhöhen dessen Effekt; dies wird im Segment Alpha von rund 60% der RZ genutzt. Weitere Effizienzmassnahmen wie die variable Regelung der Luftmengen oder Modularität werden in diesem Segment bei rund 50% bis 60% der RZ-Unternehmen umgesetzt (siehe Abbildung 19). Die RZ des Segments Beta haben die genannten vier Massnahmen ebenfalls häufig umgesetzt, wobei ein Unterschied von rund 20 bis 30 Prozentpunkten festzustellen ist, siehe Abbildung 25. Ähnlich hoch ist der Anteil umgesetzter Massnahmen im Segment Gamma.

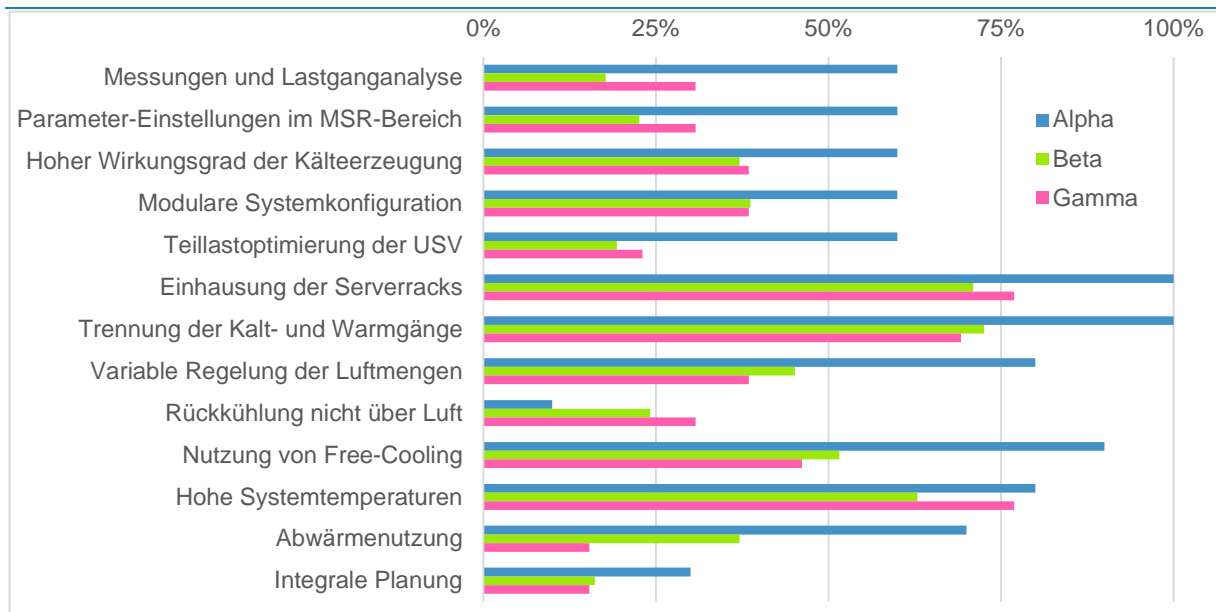


Abbildung 25: Umgesetzte Energieeffizienzmassnahmen bei den RZ (Mehrfachantworten möglich). Anz. Standorte: alpha 10, beta 61, gamma 13 (Frage 34, Teil 2)

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Von den 30 Unternehmen der Segmente Alpha und Beta, die Angaben zur Systemraumtemperatur machten (Frage 35 im Teil 2), geben 57% an, dass diese unter 26°C liegt. Bei weiteren 40% liegt sie zwischen 26°C und 29°C und bei 3% darüber. Damit befolgen 43% der Unternehmen, die Angaben dazu machten, die Empfehlung, die Systemraumtemperatur bei 26°C oder darüber zu halten.

Die festgestellten Fortschritte bei der Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen haben zu einer kontinuierlichen Verbesserung des Power Usage Effectiveness (PUE) geführt. Insbesondere beim Segment Alpha liegt dieser häufig bei einem Wert zwischen 1 (theoretischer Bestwert) und 1.2 (guter Wert bei Neubauten, sehr guter Wert bei Retrofits) und nur noch bei einem Viertel der RZ bei einem Wert über 1.4, siehe Abbildung 26, also deutlich tiefer als in der Studie von 2021 (siehe dortige Abbildung 19). Im Vergleich zur letzten Studie haben insbesondere die unternehmensinternen RZ deutlich häufiger Effizienzmassnahmen umgesetzt (vgl. mit Abbildung 16 in Jakob et al., 2021).

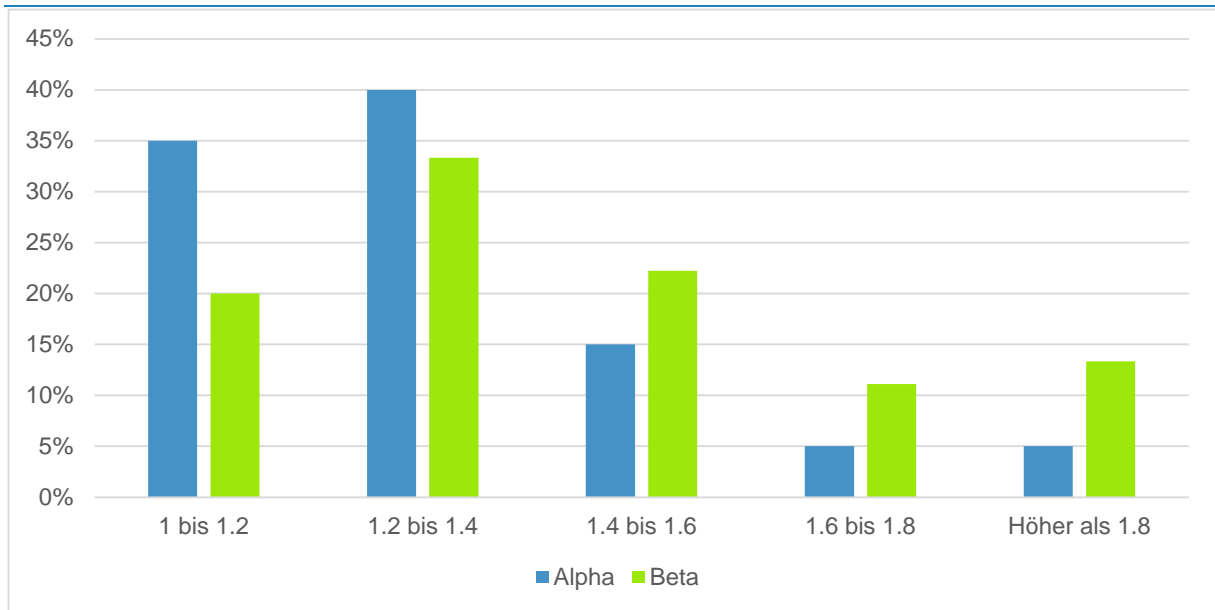


Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung des PUE (energetisch gewichtet pro Segment). Anzahl Antworten n = 65 (alpha: 20, beta: 45) (Frage 33, Teil 2)

Quelle: Erhebung TEP Energy (diese Studie)

5.1.2 Umgesetzte Effizienzmassnahmen im Bereich IT

Die folgende Auswertung der IT-seitigen Effizienzmassnahmen basieren auf ca. 40 RZ-Standorten aller Segmente, zu denen im Teil 2 des Online-Fragebogens Angaben gemacht wurden. Somit ist die empirische Basis hier noch einmal geringer, als bei den Energieeffizienzmassnahmen im Kapitel 5.1.1. Auch diese Ergebnisse könnten insbesondere durch einen Self-selection bias verzerrt sein. Die geringere Anzahl Antworten im Vergleich zum Kapitel 5.1.1 könnte darauf zurückzuführen sein, dass Angaben zu IT-seitigen Effizienzmassnahmen nicht mehr von Mitarbeitenden des Gebäudemanagements beantwortet werden konnten und die interne Weiterleitung nicht wie angenommen funktioniert hat. Dennoch bieten die Auswertungen interessante Einblicke in das Thema IT-Massnahmen.

Die Auswertungen zeigen, dass in den Rechenzentren der Segmente Alpha und Beta bereits verschiedene Massnahmen umgesetzt wurden. Es bestehen jedoch grosse Unterschiede zwischen den Unternehmen, insbesondere beim Speichermix, bei den Back-up-Technologien, beim Grad der Virtualisierung und bei der Auslastung der Speicherinfrastruktur. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein Teil der klassischen Effizienzpotenziale bereits genutzt wird, dass aber vor allem durch gezielte Optimierung der bestehenden IT-Infrastruktur weiterhin Einsparungen möglich sind.

Speichertechnologien

Von den 37 RZ-Standorten der Segmente Alpha und Beta, zu denen Angaben vorliegen, setzt noch etwa die Hälfte Harddisk drives (HDD) zu einem Anteil von 30% oder mehr ein. Bei den übrigen Standorten beträgt der HDD-Anteil weniger als 30%. Bei rund einem Viertel liegt der Anteil an Solid State Disks (SSD) bei 90% oder mehr, siehe Abbildung 27. Dies zeigt, dass der Wechsel von HDD zu SSD in einem Teil der Rechenzentren bereits weit fort-

geschritten ist. Das verbleibende Potenzial liegt daher weniger in einer flächendeckenden Umstellung, sondern vor allem bei jenen Unternehmen, die weiterhin grössere HDD-Bestände betreiben.

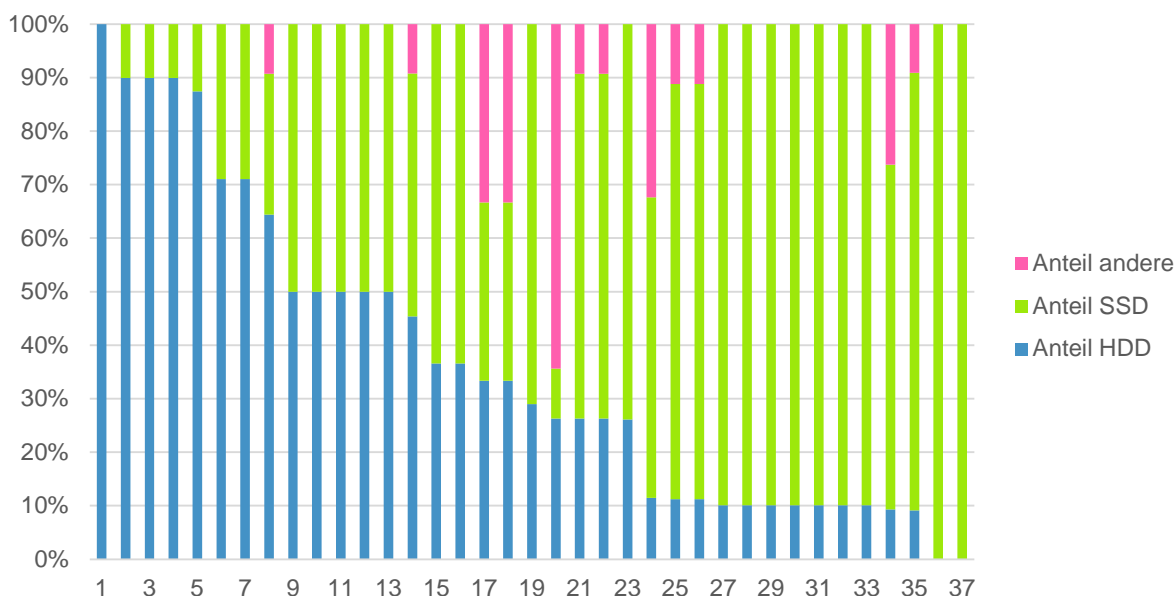


Abbildung 27: Anteil der verschiedenen Speichertechnologien (y-Achse) der 37 antwortenden Unternehmen (x-Achse) der Segmente Alpha und Beta (Frage 25, Teil 2)

Quelle: Erhebung TEP Energy (diese Studie)

Back-up Systeme

Abbildung 28 zeigt, dass Back-ups bei den antwortenden Unternehmen weiterhin überwiegend diskbasiert erfolgen. Von den 35 Unternehmen setzen sieben ausschliesslich auf Disk-basierte Back-up-Technologien und gut zwei Fünftel weisen einen Disk-Anteil von rund 90 % oder mehr auf. Gleichzeitig nutzen die meisten Unternehmen zumindest teilweise Tape-Technologien. Bei rund einem Drittel der Unternehmen liegt der Tape-Anteil bei 30 % oder mehr, bei wenigen Unternehmen dominiert Tape sogar deutlich.

Aus energetischer Sicht ist diese Verteilung differenziert zu beurteilen. Disk-basierte Back-ups bieten Vorteile bei Zugriffsgeschwindigkeit, Automatisierung und Wiederherstellungszeiten. Tape-Lösungen können dagegen insbesondere für selten genutzte Archiv- und Langzeitdaten energetisch vorteilhaft sein, weil sie im Ruhezustand kaum Strom benötigen. Zum Heben dieses Effizienzpotenzial ist eine Abstimmung der Back-up-Architektur auf den Datenlebenszyklus wichtig. Häufig benötigte Sicherungen können diskbasiert vorgehalten werden, während kalte Daten, ältere Sicherungsgenerationen und Archivdaten stärker auf energieärmere Speicherformen verlagert oder konsequenter gelöscht werden können. Weitere Hebel sind Deduplikation, Kompression, optimierte Aufbewahrungsfristen und die Vermeidung unnötiger Mehrfachkopien.

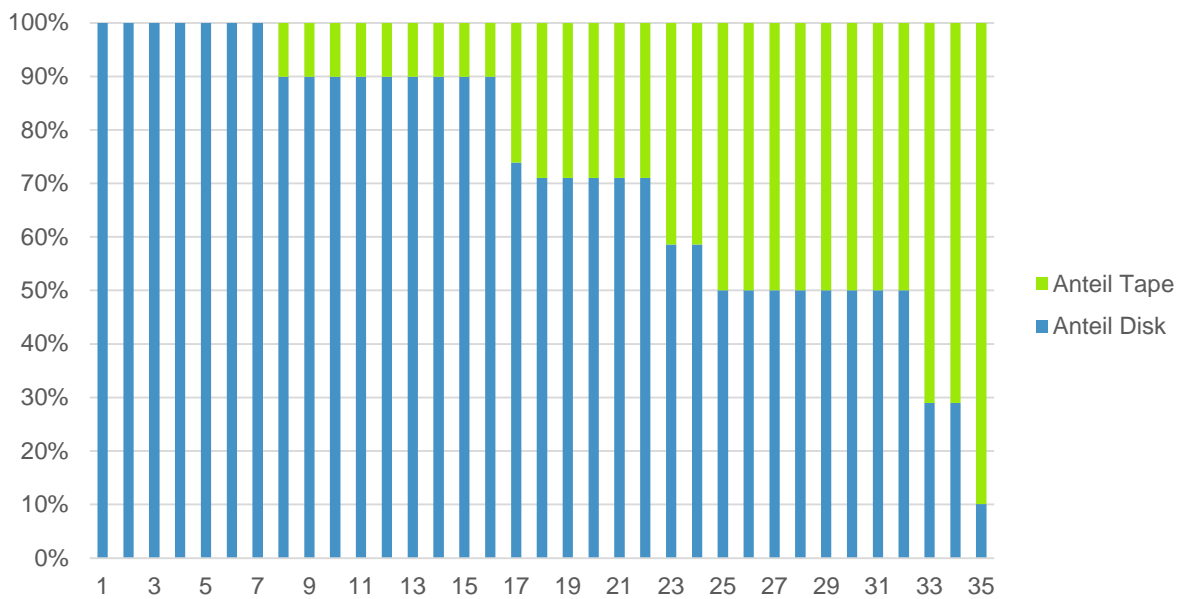


Abbildung 28: Anteil der verschiedenen Back-up Technologien (y-Achse) der 35 antwortenden Unternehmen (x-Achse) der Segmente Alpha und Beta (Frage 27, Teil 2)

Quelle: Erhebung TEP Energy (diese Studie)

Server-Virtualisierung

Die Virtualisierung hat in den letzten Jahren weiter zugenommen. Dies zeigen Vergleiche der verschiedenen Profondia IT-Markt Berichte. Demnach hat die Anzahl Virtuelle Maschinen (VM) pro physischen Server von 3.9 im Jahr 2019 (Daten letzte Studie) auf 6.2 VM pro physischen Server im Jahr 2024 zugenommen.

Aus der Erhebung resultieren deutlich höhere Werte. Im Mittel beträgt der Virtualisierungsgrad 19 VM pro physischen Server, d.h. er liegt dreimal höher. Zwei Drittel bis drei Viertel der Unternehmen, die Angaben dazu machten, liegen über dem Mittelwert von Profondia und gut ein Viertel hat mehr als 30 VM pro physischen Server angegeben, siehe Abbildung 29. Nur ein kleiner Teil der Unternehmen weist sehr tiefe Virtualisierungsgrade von weniger als fünf virtuellen Maschinen pro physischem Server auf. Dies deutet darauf hin, dass die Virtualisierung als klassische Effizienzmassnahme in vielen Rechenzentren, welche hierzu eine Angabe gemacht haben, bereits weit etabliert ist. Die daraus resultierenden Einsparungen entstehen vor allem durch die bessere Auslastung physischer Server und durch die Reduktion nicht ausgelasteter Hardware.

Der grosse Unterschied zwischen dem mittleren Virtualisierungsgrad der Profondia-Marktübersicht und dieser Erhebung deutet zum einen auf den einleitend erwähnten Self selection bias hin und zum anderen, dass durch die weitere Steigerung des mittleren Virtualisierungsgrad noch ein erhebliches Effizienzpotenzial besteht.



Abbildung 29: Anteile der Anzahl virtueller Server (Virtual Machine, VM). 41 RZ-Standorte der Segmente Alpha und Beta (Frage 27, Teil 2)

Quelle: Erhebung TEP Energy (diese Studie)

Abschliessend ist zu betonen, dass ein hoher Virtualisierungsgrad nicht automatisch bedeutet, dass das Effizienzpotenzial vollständig ausgeschöpft ist. Entscheidend ist, ob virtuelle Maschinen tatsächlich benötigt und angemessen dimensioniert sind. Weitere Potenziale liegen daher in der Identifikation inaktiver oder überdimensionierter virtueller Maschinen, im konsequenten Right-Sizing, in der Konsolidierung von Workloads sowie in der automatisierten Steuerung der Auslastung.

Speicherauslastung

Abbildung 30 zeigt die Struktur der Speicherauslastung (Mittel über HDD und SSD). Von den 40 RZ-Standorten, zu denen Angaben vorliegen, liegt die Mehrheit im Bereich zwischen 41 % und 80 %. Konkret entfallen 17 RZ-Standorte auf die Kategorie 41 % bis 60 % und 16 RZ-Standorte auf die Kategorie 61 % bis 80 %. Nur zwei Standorte weisen eine höhere Speicherauslastung, während fünf Unternehmen im Bereich von 21 % bis 40 % tiefer liegen. Damit zeigt sich, dass in vielen RZ substantielle Reservekapazitäten vorhanden sind.

Diese Reservekapazitäten sind nicht per se ineffizient. Ein gewisser Puffer ist aus Gründen der Verfügbarkeit, Redundanz, Performance und Skalierbarkeit notwendig. Eine dauerhaft tiefe Auslastung bedeutet jedoch, dass installierte Speicherkapazität betrieben und gekühlt wird, ohne vollständig genutzt zu werden. Daraus ergibt sich ein weiteres Effizienzpotenzial durch ein verbessertes Kapazitätsmanagement. Dazu gehören eine genauere Planung des Speicherbedarfs, Thin Provisioning, Storage Tiering, IT-as-a-Service (ITaaS) wie z.B. Green

Lake von HP, die konsequente Datenklassifizierung nach Zugriffshäufigkeit und Leistungsanforderungen, die Bereinigung nicht mehr benötigter Daten, die Vermeidung unnötiger Replikationen sowie eine regelmässige Überprüfung von Aufbewahrungs- und Back-up-Strategien.

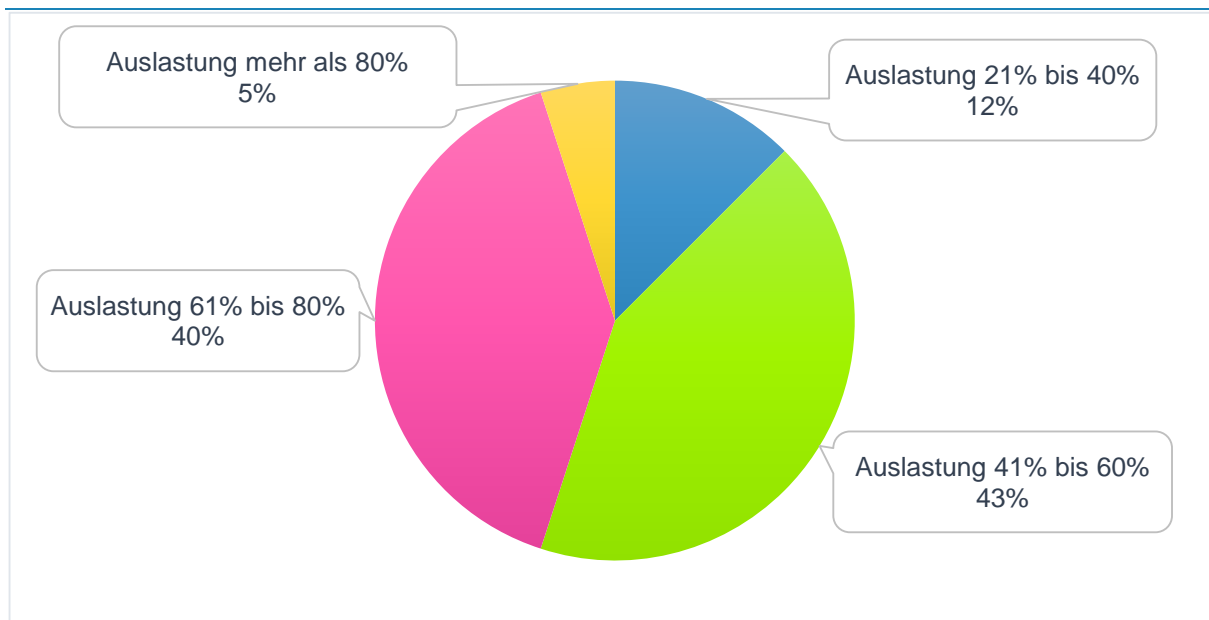


Abbildung 30: Anteile der Unternehmen pro Kategorie der Speicherauslastung (Mittel von HHDD und SSD. 40 RZ-Standorte der Segmente Alpha und Beta (Frage 31, Teil 2)

Quelle: Erhebung TEP Energy (diese Studie)

Fazit

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass bei den IT-seitigen Effizienzpotenzialen nebst den «einfachen» Ersatzmassnahmen auch betriebliche und organisatorische Optimierungen zunehmend wichtig werden. Der Wechsel zu effizienteren Speichertechnologien, der hohe Virtualisierungsgrad und die Nutzung moderner Back-up-Systeme weisen darauf hin, dass ein Teil der technischen Potenziale bereits realisiert wurde, zumindest bei den RZ, die Angaben dazu machten. Die verbleibenden Potenziale liegen bei vielen dieser RZ vor allem in der besseren Auslastung bestehender Systeme, in der Reduktion nicht benötigter Daten- und Serverbestände sowie in einer stärker an Nutzung, Verfügbarkeit und Lebenszyklus ausgerichteten IT-Architektur.

5.2 Verbleibende Energieeffizienzpotenziale

Rechenzentren stellen einen strukturell bedeutsamen Stromverbrauchssektor dar. Effizienzsteigerungen sowohl auf der Infrastrukturseite (Bereiche Kühlung, Luftführung und Stromversorgung) als auch auf IT-Seite (insbesondere durch optimierte Auslastung, Konsolidierung und effiziente Speichertechnologien) tragen dazu bei, die Verbrauchszunahme zu dämpfen und den zusätzlichen Ausbaubedarf an Erzeugungs- und Netzinfrastruktur zu reduzieren.

Die Quantifizierung der verbleibenden realisierbaren Energieeffizienzpotenziale ermöglicht somit nicht nur eine Bewertung sektoraler Optimierungsmöglichkeiten, sondern liefert auch eine wichtige Grundlage zur Abschätzung des Beitrags des Stromverbrauchs der Rechenzentren und als Planungsgrundlage zur Entwicklung von Energiestrategien und der Sicherstellung der Versorgungssicherheit.

5.2.1 Verbleibende Energieeffizienzpotenziale im Bereich RZ-Infrastruktur

Die infrastrukturseitige Energieeffizienz stellt einen wichtigen Einflussfaktor für den Gesamtstromverbrauch von Rechenzentren dar, da neben der IT-Last insbesondere Systeme zur Kühlung, Lüftung und Stromversorgungssicherheit massgeblich zum Gesamtstromverbrauch beitragen. Während der IT-seitige Energiebedarf primär durch Art und Auslastung der eingesetzten Hardware bestimmt wird (siehe Kap. 5.2.2), hängt der infrastrukturseitige Verbrauch wesentlich von technischen Systemkonfigurationen, Temperaturniveaus sowie betrieblichen Rahmenbedingungen ab.

In Abbildung 31 werden die realisierbaren Effizienzpotenziale im Infrastrukturbereich ausgewiesen. Das Effizienzpotenzial bewegt sich je nach Szenario im Rahmen von 200-400 GWh mit dem Best-Guess von rund 300 GWh resp. 14.3% des Gesamtstromverbrauchs. Das relative Effizienzpotenzial im Segment Gamma wurde zur Vergleichbarkeit analog zur Studie 2021 25% höher bewertet als das Segment Beta.

Das infrastrukturseitige Energieeffizienzpotenzial hat sich mit 300 GWh gegenüber der Vorgängerstudie (Jakob et al. 2021), in der der Best guess gut 400 GWh beträgt, um rund 27 % verringert. Diese Entwicklung ist insbesondere auf die deskriptiv festgestellten Fortschritte bei der Umsetzung von Energieeffizienzmassnahmen (vgl. Kapitel 5.1) zurückzuführen, die sich in einer kontinuierlichen Verbesserung des PUE widerspiegeln.

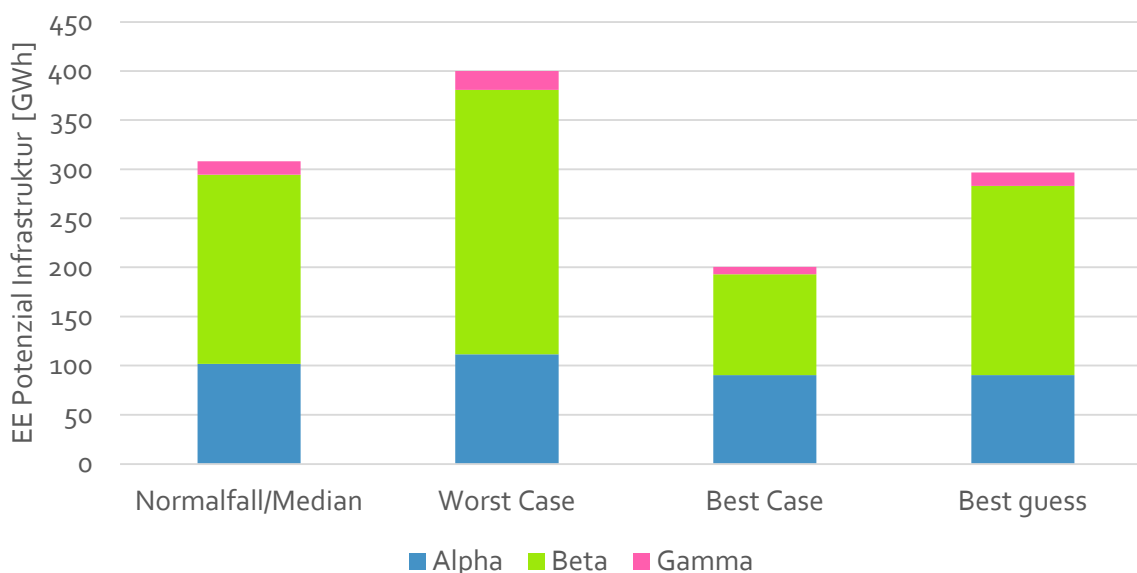


Abbildung 31: Infrastrukturseite Energieeffizienzpotenziale nach Segment und Szenario

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Mit zunehmender Ausschöpfung technischer Optimierungsmöglichkeiten nähern sich die Infrastruktursysteme jedoch physikalischen und systembedingten Effizienzgrenzen an. Selbst bei einer weiteren Umsetzung von Massnahmen in den kommenden Jahren ist definitiv onsgemäss davon auszugehen, dass sich das Effizienzpotenzial weiter reduziert und sich der relative Anteil des infrastrukturseitigen Stromverbrauchs am Gesamtenergiebedarf und das damit verbundene Effizienzpotenzial weiter verringert.

5.2.2 Verbleibende Energieeffizienzpotenziale im Bereich IT

Der Energieverbrauch im IT-Bereich wird massgeblich durch die eingesetzte Hardware, deren Leistungsdichte sowie insbesondere durch den Grad der Auslastung und der eingesetzten Speicher- und Backuptechnologien bestimmt. Effizienzpotenziale ergeben sich folglich sowohl auf technologischer Ebene – etwa durch den Einsatz energieeffizienterer Server- und Speichertechnologien – als auch auf betrieblicher Ebene, beispielsweise durch Virtualisierung, Konsolidierung und optimierte Ressourcenallokation.

Im Unterschied zur Infrastruktur, deren Effizienz massgeblich durch thermodynamische und versorgungstechnische Parameter geprägt ist, liegt der zentrale Hebel im IT-Bereich:

- im Einsatz effizienterer IT-Geräte wie Server, Speicher als solche sowie ihrer und weiterer Komponenten
- in der Verbesserung der Nutzungsintensität der installierten Rechenleistung und Speicher, um den Bedarf an physischen Geräten zu reduzieren.
- in der Reduktion redundanter oder wenig ausgelasteter Systeme, um damit die Standby-Verluste

Gemäss den Auswertungen im Kap. 5.1.2 ist der grössere Teil des Potenzials, von HDD auf SSD zu wechseln, bereits ausgeschöpft ist. Im Vergleich zur Studie 2021 werden die effizienteren SSD deutlich häufiger eingesetzt, vgl. mit Abbildung 23 in Jakob et al. (2021). Wir schätzen das verbleibende Effizienzpotenzial im Bereich Storage auf rund 3% bis 5%, was rund 60 GWh_{IT} bis 110 GWh_{IT} entspricht (unter der Annahme, dass rund 15% des IT-seitigen Stromverbrauchs auf Storage entfällt).

Die Virtualisierung hat in den letzten Jahren weiter zugenommen; gemäss Profondia IT-Markt Berichten von 3.9 Virtuelle Maschinen (VM) pro physischen Server im Jahr 2019 (Daten letzte Studie) auf 6.2 VM pro physischen Server (Profondia AG, 2025). Damit lässt sich die Anzahl physischer Server um rund 50% und der Stromverbrauch der Server um 40% reduzieren. Insbesondere im Segment Alpha wurden in der Erhebung sogar deutlich höhere Werte (bis zu mehr als 30 VM pro physischen Server) angegeben, siehe Kap. 5.1.2. NB: Die folgenden Potenzialberechnungen beziehen sich auf die Auswertung der in dieser Studie erhobenen Angaben zur Virtualisierung.

Abbildung 32 zeigt die verbleibenden Effizienzpotenziale bezogen auf den IT-Stromverbrauch. Das Potenzial im Best Guess Szenario beträgt rund 480 GWh oder 23% des Gesamtstromverbrauchs. Die im Vergleich zur letzten Studie geringere Antwortzahl führt u.a. zu einer grösseren Ergebnisspanne zwischen den Szenarien. Der Unsicherheitsbereich ist also relativ gross; wenn alle RZ ohne eine Antwort auf diese Fragen bereits die Potenziale ausgeschöpft hätten, wäre das Potenzial nur 120 GWh, wenn sie die Potenziale noch gar nicht ausgeschöpft hätten, betrüge es 667 GWh. Weil der Virtualisierungsgrad gemäss Profondia-

Marktbericht deutlich tiefer ist als bei den rund 41 Standorten, die diesen Berechnungen zugrunde liegen, liegt das Effizienzpotenzial durch weitere Virtualisierung eher im oberen Bereich, d.h. zwischen dem Median und dem «Worst Case» gemäss Abbildung 32

Zwar sind viele Hardware-Komponenten effizienter geworden und die Virtualisierung hat sich stark erhöht, doch in vielen RZ laufen Server noch immer nicht dauerhaft mit optimaler Auslastung. Gemäss Experteneinschätzungen werden aus Sicherheitsgründen Leistungsreserven eingeplant, die im Alltag nur teilweise genutzt werden. Das realisierbare Effizienzpotenzial bleibt also weiterhin gross (Abbildung 32). Während sich die Effizienz in RZ verbessert hat, hat sich parallel auch die technologische Effizienzgrenze weiter nach unten verschoben. Dadurch ist das rechnerisch ermittelbare Restpotenzial (in %) nicht gleich stark gesunken wie auf der Infrastrukturseite. Diese Entwicklung deutet darauf hin, dass im IT-Bereich weiterhin substantielle Optimierungsspielräume bestehen, insbesondere durch Konsolidierung, verbesserte Auslastungsgrade und den Einsatz neuer Hardwaregenerationen.

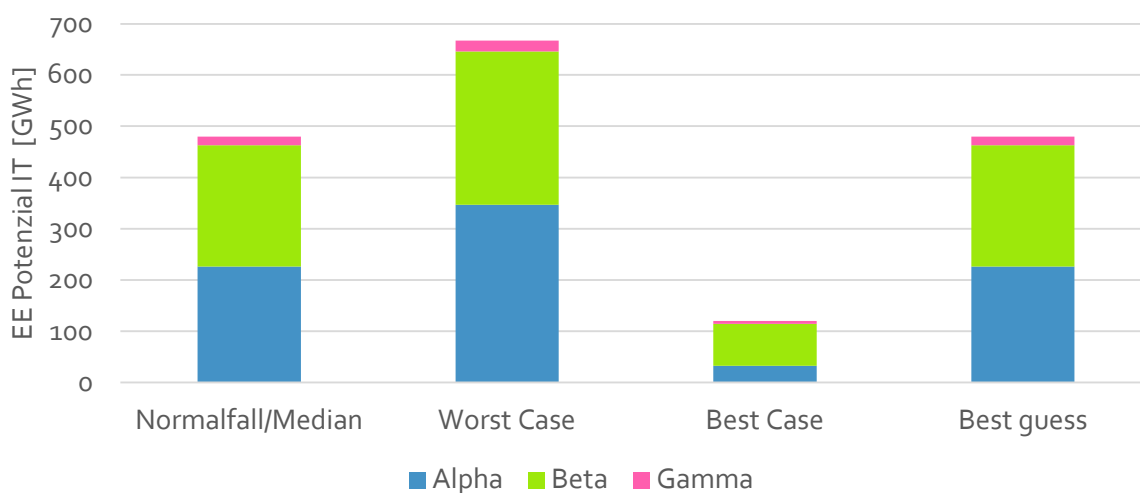


Abbildung 32: IT-seitige Energieeffizienzpotenziale nach Segment und Szenario

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

In Abbildung 32 nicht berücksichtigt sind weitere IT-seitige Effizienzpotenziale, die im Bereich «Compute» bestehen, sowohl bei den CPU als auch bei den GPU. Insbesondere bei Letzteren gehen die befragten Experten und die konsultierte Literatur von einem deutlichen Effizienzsteigerungspotenzial aus, weil die Entwicklung im Vergleich zu den CPU später begonnen hat und deshalb noch mehr unausgeschöpftes Potenzial besteht.

5.3 Gesamtaussage Energieeffizienzpotenziale (RZ- und IT-Infrastruktur)

Das totale Effizienzpotenzial für Infrastruktur und IT wird im Best Guess auf rund 800 GWh oder 38% des Gesamtstromverbrauchs geschätzt. Dazu trägt das Segment Alpha mit rund 320 GWh bei, d.h. mit rund 40%, und das Segment Beta mit rund 430 GWh (54%).

Zur Berücksichtigung der Rechenzentren, die keine oder nicht vollständige Antworten zu den Effizienzmassnahmen gemacht haben, ist in Abbildung 33 die Ergebnisspanne dargestellt. Diese ist relativ gross, weil im Bereich der Effizienz bezogenen Fragen der Anteil fehlender Daten gross ist und weil die Ergebnisspanne aufgrund des gewählten Ansatzes den Extrembereich vom Minimum zum Maximum abbildet (im Gegensatz zu statistischen Vertrauensintervallen, welche «nur» 90%-, 95%- oder 99%-Wahrscheinlichkeitsintervalle abdecken und keine Aussagen zu minimal und maximal möglichen Werten treffen).

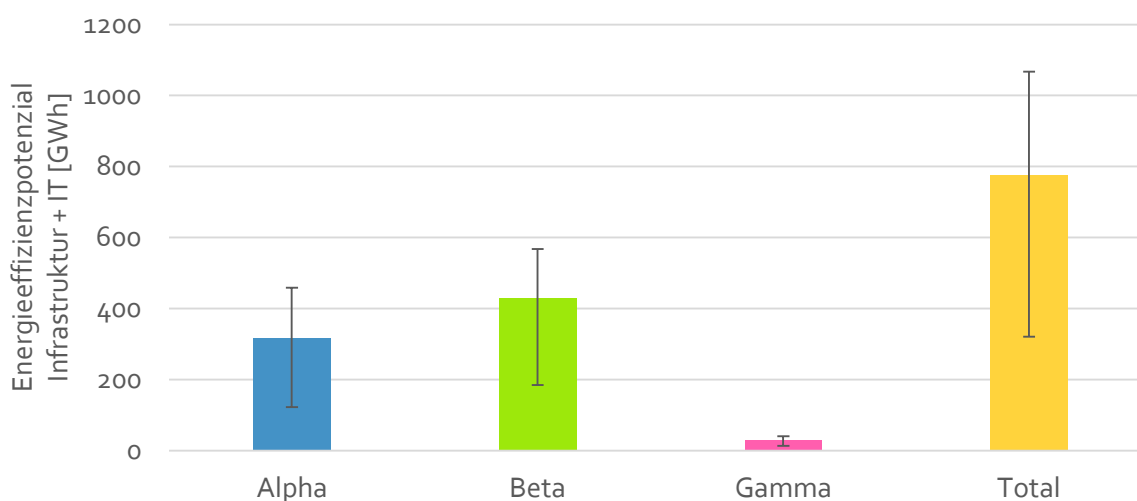


Abbildung 33: Energieeffizienzpotenziale bei RZ in der Schweiz, nach Segment

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

6

Einfluss der KI auf die Entwicklung der Rechenzentren und deren Stromverbrauch

Grundsätzlich sind mehrere Ansätze denkbar, um den Einfluss der KI und der Verlagerung in die Cloud auf die Entwicklung der Rechenzentren und deren Stromverbrauch in der Schweiz zu beurteilen und die künftige Entwicklung abzuschätzen. Zu nennen sind u.a. die folgenden drei Ansätze, wobei die zwei erstgenannten in diesem Kapitel weiterverfolgt werden:

- Charakterisierung der internationalen Entwicklung mittels Literaturanalyse und Beurteilung der möglichen Auswirkungen auf die Schweiz (Kap. 6.1).
- Konsultation der nationalen Literatur und Befragung der Branche inkl. statistische Modellierung (Auswertung und Hochrechnung) (Kap. 6.2).
- Datengestützte Modellierung (z.B. bottom-up Modellierung anhand von Serververkaufsdaten)

Der letztgenannte Ansatz wird international teilweise verfolgt, z.B. in IEA (2025), bedingt aber relativ detaillierte (technische) Daten zu den verkauften Servern über mehrere Jahre und weitere Informationen über deren Einsatzzweck und namentlich deren Auslastung, die zu erheben oder anzunehmen sind. Dieser Ansatz konnte im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter verfolgt werden.

Auf die beiden erstgenannten Ansätze wird nachfolgend näher eingegangen, wobei zu betonen ist, dass zum einen die Künstlichen Intelligenz (KI) ein weit gefasster Begriff ist und zum anderen die Abgrenzung zu weiteren Einflussfaktoren oft nicht trennscharf möglich. Entsprechend sind weitere Entwicklungen wie z.B. weitere Anwendungen des High Performance Computing (HPC), der allgemeine Trend zur Digitalisierung und zur Auslagerung von IT-Diensten in RZ und die Cloud im Speziellen ebenfalls zu berücksichtigen sind.

6.1 Internationale Entwicklungen und mögliche Auswirkungen auf die Schweiz (Aussensicht)

Die Entwicklung des künftigen Stromverbrauchs von Rechenzentren in der Schweiz wird oft in den Zusammenhang mit internationalen Entwicklungen gebracht. Mangels aktueller Daten (die letzte verlässliche Studie zum Stromverbrauch von Rechenzentren in der Schweiz hat den Datenstand 2019) werden internationale Studien, einfache Skalierungsansätze oder Quervergleiche zu einzelnen Ländern wie beispielsweise Irland gezogen. Um diese Ansätze einzuordnen, wird in diesem Kapitel die internationale Literatur, bestehend aus Berichten, wissenschaftlichen Beiträgen und Marktstudien, gesichtet, analysiert und kritisch bewertet. Dabei wird insbesondere auf die Rolle von KI als Treiber der Stromnachfrage sowie auf bestehende Unsicherheiten in der Datenlage eingegangen. Die Analyse bildet die Grundlage für eine anschliessende Bewertung möglicher Auswirkungen auf die Schweiz (Kap. 6.1.6).

6.1.1 Wirkungsmodell

Um die internationale Entwicklung zu charakterisieren und mögliche Auswirkungen auf die Schweiz zu beurteilen, wird von folgendem vereinfachten Wirkungsmodell ausgegangen.

1. Input: Treiber auf der globalen Ebene
 - Ökonomische Treiber, globale Investitionen in generative KI (LLMs) und in die Rechenzentrum-Infrastruktur.
 - Technologische Treiber: Rechenintensität von KI-Modellen, Anstieg von High-Performance Computing (HPC) und spezialisierter Hardware (GPUs). Berücksichtigung von Effizienzentwicklungen bei der Hardware und bei der Software.
2. Transmissions-Ebene (Wirkungsmechanismen), d.h. Beschreibung der Kanäle, über welche globale Trends auf europäische und auf die nationale Ebene übertragen werden:
 - Standortwettbewerb: Mechanismen, die die Attraktivität der Schweiz für internationale Anbieter steuern oder hemmen (z. B. politische Stabilität, Strompreise und allgemeines Preisniveau, Latenzzeiten, Knappheiten).
 - Ressourcen-Interdependenz: Der Zusammenhang zwischen dem konkreten RZ-Bedarf (pro RZ-Typ und -Anwendung) und der lokalen Verfügbarkeit von Leistung, Energie (Bandlast vs. Spitzenlast), Bauland und Konnektivität.
 - Technologietransfer: Die Geschwindigkeit, mit der globale KI-Innovationen in die Schweizer Wirtschaft diffundieren, insbesondere auch nachfrageseitig.
3. Outcome-Ebene, d.h. Effekte in der Schweiz:
 - Erläuterung der treibenden Faktoren, Typisierung der (neuen) Rechenzentren
 - Anschlussleistung und Stromverbrauch pro RZ-Typ.

Weitere mögliche Indikatoren auf der Outcome-Ebene wie z.B. indirekte Emissionen, Ressourcenverbrauch (z.B. Wasser, seltene Erden) oder Abwärmepotenziale werden nicht thematisiert, da sie nicht Gegenstand der vorliegenden Studie sind. Die Impact-Ebene, d.h. langfristige Konsequenzen im Negativen wie im Positiven, wie z.B. der allgemeine Nutzen der Digitalisierung und der KI, werden ebenfalls nicht betrachtet.

6.1.2 Treiber der RZ-Entwicklung auf der globalen und der europäischen Ebene gemäss Dokumenten- und Literaturanalyse: Bestandesaufnahme

Die globale Entwicklung bei den Rechenzentren bei der KI und wird von folgenden Kategorien von «Literatur» im weitesten Sinn thematisiert:

- High level: Marktstudien, Business reports und ökonomisch orientierte Artikel, Medienbeiträge, Blogs etc.
- Intermediate level: Internationale und nationale Energiestudien sowie technisch orientierte Beiträge und wissenschaftliche Artikel mit unterschiedlichem Themenfokus (z.B. KI-Modelle, Rechenzentren).
- Deep dive Beiträge, meistens technisch orientiert, die sich vertieft mit spezifischen KI-Entwicklungen, Hardware-Komponenten wie Server und Chips, Software-Ansätzen

und -Architektur und dem Zusammenspiel der verschiedenen Elemente auseinanderzusetzen.

Hierzu ist anzumerken, dass die beiden erstgenannten Kategorien zum Teil aufeinander Bezug nehmen. Insbesondere sind Autoren von Energiestudien auf aktuelle Daten angewiesen und diese werden häufig durch kommerzielle Beratungsunternehmen erfasst, wobei diese z.T. zu stark vereinfachen und Transparenz und kritisches Hinterfragen nicht an vorderster Stelle stehen.

In Tabelle 31 wird eine Auswahl von aktuellen Studien und Publikationen aufgeführt (ohne Anspruch auf Vollständigkeit), anhand derer nachfolgend exemplarisch verschiedene Aspekte thematisiert und illustriert werden. Hierzu ist anzumerken, dass der Stromverbrauch der KI in den analysierten Grundlagen nicht in jedem Fall konkret ausgewiesen wird, sondern häufig nur indirekt abzulesen ist als einer von mehreren wichtigen Faktoren, der den Gesamtstromverbrauch der RZ treibt.

Tabelle 31: Auswahl von näher betrachteter Literatur

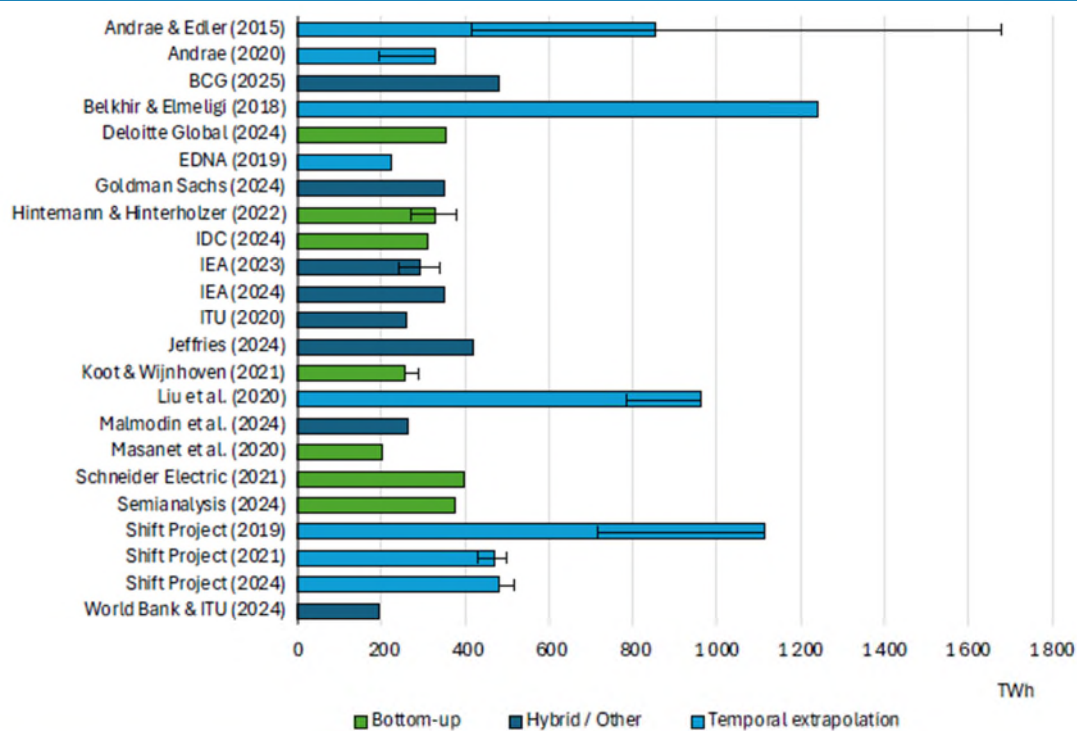
Bezeichnung im Bericht; Referenz	Literaturhinweis, Quelle
Ember (2025); (Ember, Cremona, & Czyzak, 2025)	<i>Grids for data centres: ambitious grid planning can win Europe's AI race.</i> Ember. Retrieved from https://ember-energy.org/app/uploads/2025/06/Grids-for-data-centres-in-Europe.pdf
IEA (2024); (IEA et al., 2024)	<i>Electricity 2024 Analysis and forecast to 2026.</i> Paris. Retrieved from https://www.iea.org/reports/electricity-2024
IEA (2025); (IEA et al., 2025)	<i>Energy and AI.</i> Paris. Retrieved from https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/
IEA 4E (2025); (IEA 4E, Kamiya, & Coroamă, 2025)	Kamiya, G., & Coroamă, V. C. (2025). <i>Data Centre Energy Use: Critical Review of Models and Results.</i> Retrieved from www.iea-4e.org/edna
ICIS (2025); (ICIS, Mazzoni, Jones, Urbanucci, & Konstantinow, 2025)	<i>Data centres: Hungry for power Forecasting European power demand from data centres to 2035.</i> Retrieved from https://www.icis.com/explore/resources/data-centres-hungry-for-power/
JRC (2024); (JRC, Kamiya, & Bertoldi, 2024)	<i>Energy Consumption in Data Centres and Broadband Communication Networks in the EU. Publications Office of the European Union (JRC).</i> https://doi.org/10.2760/706491
LBNL (2024); (Shehabi et al., 2024)	<i>2024 United States Data Center Energy Usage Report.</i> Berkeley, California. Retrieved from https://escholarship.org/uc/item/32d6mod1
McKinsey (2024); (McKinsey et al., 2024)	The role of power in unlocking the European AI revolution. <i>McKinsey & Company.</i> https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-role-of-power-in-unlocking-the-european-ai-revolution#/

Quelle: Auswahl TEP Energy (dieses Projekt)

Methodische Aspekte

Die Plattform EDNA des Energy Efficient End-Use Equipment Technology Collaboration Programs (4E TCP) der IEA setzt sich in ihrem Bericht vom März 2025 kritisch mit den Modellen zum Stromverbrauch und deren Ergebnissen auseinander und zeigt die hohen Spannbreiten und auch die Abhängigkeit vom gewählten methodischen Ansatz auf (IEA 4E et al., 2025). Zu besonders hohen Werten kommen Modelle, die auf reinen Extrapolationen von Zeitreihen basieren. Abbildung 34 zeigt dies exemplarisch. Ebenfalls ersichtlich ist, dass bei der Abschätzung des Stromverbrauch für das Jahr 2022 auch der Zeitpunkt der Studiererstellung eine Rolle spielt (zwischen 2015 und 2020 wurden Trendänderungen zunehmend wahrgenommen und relevant, siehe auch Abbildung 35 weiter unten).

Auch wenn es sich beim betrachteten Jahr (2022) nicht um das aktuellste handelt, sind die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen dennoch valabel und sollten bei der Interpretation von Studien, Berichten und anderen Beiträgen berücksichtigt werden.



Note: 2022 estimates as published or extrapolated from available data, except point estimate from Hintemann & Hinterholzer (for 2021). Values exclude energy use from cryptocurrencies. Error bars indicate range of scenario estimates for each study.

Sources: Andrae, 2020; Andrae & Edler, 2015; BCG, 2025; Belkhir & Elmeligi, 2018; Deloitte Global, 2024; EDNA, 2019a, 2019b; Goldman Sachs, 2024; IDC, 2024c; IEA, 2023b, 2024a; ITU, 2020; Jeffries, 2024; Koot & Wijnhoven, 2021; Liu et al., 2020; Malmodin et al., 2024; Masanet et al., 2020; Schneider Electric, 2021; Semianalysis, 2024; The Shift Project, 2019, 2021b, 2024; World Bank & ITU, 2024.

Abbildung 34: Ausgewählte Schätzungen und Projektionen zum globalen Stromverbrauch von Rechenzentren für das Jahr 2022

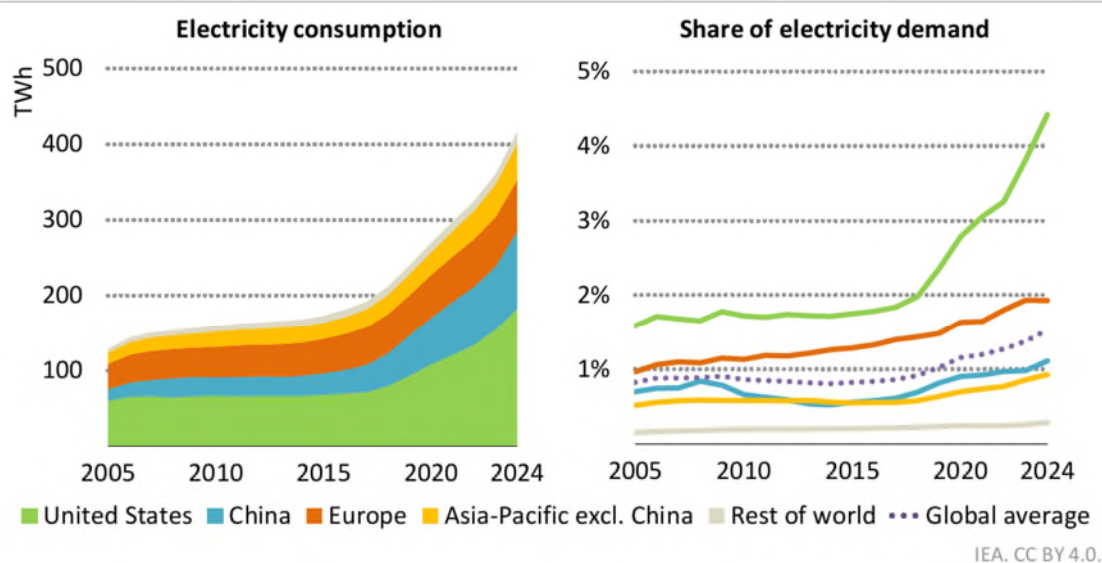
Quelle: Figure 3.2 übernommen aus IEA 4E (2025); verwendete Quellen darin referenziert.

Globale und US-amerikanische Entwicklung

Die internationale Entwicklung wird durch den Bau und den Ausbau von grossen bis sehr grossen sog. Hyperscale-Rechenzentren geprägt, z.B. durch Google (Google Cloud),

Amazon (AWS), Microsoft (Azure), Meta, OpenAI. Diese Entwicklung wird durch die starke Verbreitung von grossen KI-Modellen und auch durch die Auslagerung von internen IT-Anwendungen in die Cloud getrieben.

Gemäss dem IEA-Bericht «Energy and AI» aus dem Jahr 2025 verbrauchen Rechenzentren weltweit rund 1.5 % der Elektrizität. Während in der Dekade von 2010 bis 2020 eher moderate und teilweise lineare Wachstumsraten festzustellen sind, zeigt die Entwicklung des Stromverbrauchs von RZ global seit etwa 2020 eine stetige Beschleunigung (Abbildung 35) und in den USA ist eine als disruptiv zu bezeichnende Entwicklung zu sehen, siehe Abbildung 37 (IEA et al., 2025).



The acceleration in data centre electricity consumption observed in 2017 was mainly driven by the United States and, to a lesser extent, by China

Abbildung 35: Stromverbrauch von Rechenzentren global und in den verschiedenen Weltregionen.

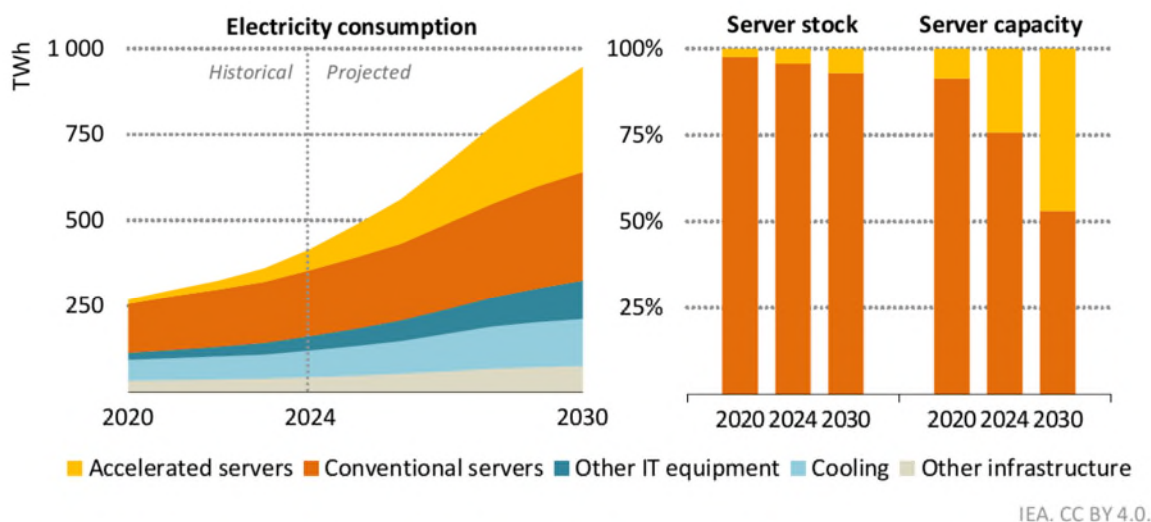
Quelle: Figure 2.6 übernommen aus IEA (2025) p.55

Aufgrund des Wachstums bei den Servern im Allgemeinen und bei den leistungsstarken KI-Servern im Speziellen könnte sich der Bedarf gemäss diesem Bericht bis 2030 auf 3% verdoppeln (IEA, 2025, p.49). Das IEA-Modell, das u.a. einen Server-Kohortenansatz verfolgt, kommt im Base case zum Ergebnis, dass der Stromverbrauch von sogenannten «Accelerated Servers» (d.h. GPU- / KI-intensive Workloads) von 2024 bis 2030 jährlich um etwa 30 % wächst, während derjenige von konventionellen Servern «nur» etwa 9 % pro Jahr zunimmt (IEA, 2025, p.63). Relativ gesehen und auch in absoluten Werten nimmt damit der Anteil der «Accelerated Servers» stark zu, aber auch die konventionellen Server tragen deutlich zum Wachstum bei.⁷ Das Ergebnis ist hierbei stark von der Einschätzung abhängig,

⁷ Konventionelle Server werden typischerweise in Colocation RZ und für Cloud-Anwendungen, die nicht der KI dienen, angewandt, z.B. für Office-Anwendungen, Datenbanken, Cloudspeicher und viele weitere

welcher Servertyp welches Wachstum haben wird. Der IEA Bericht verwendet dafür Daten zur Auslieferung (shipment) von IT-Equipment (historische Daten und Branchenprognosen). Zusätzlich sind Daten zu technischen Entwicklungen und Annahmen zur Auslastung insbesondere der Server zu treffen, was mit gewissen Unsicherheiten verbunden ist.

Im Vergleich zum IEA-Bericht geht IDC von einem noch stärkeren Wachstum aus und prognostiziert, dass die Kapazität der KI-orientierten Rechenzentren bis 2027 mit einer jährlichen Wachstumsrate von über 40 % steigen wird (IDC, 2024).



Around 70% of the growth in electricity demand from servers between 2025 and 2030 comes from accelerated servers

Abbildung 36: Weltweiter Stromverbrauch in Rechenzentren in TWh, aufgeteilt auf Server, übrige IT-Geräte sowie Kühlung und übrige RZ-Infrastruktur

Quelle: Figure 2.11 übernommen aus (IEA, 2025)

Gross ist die Bandbreite der möglichen Entwicklung des Stromverbrauchs für KI bis 2030 insbesondere auch in kürzlich erschienen Publikationen und Berichten, wie die folgende Zusammenstellung aus dem IEA Bericht (IEA, 2025, p.57) zeigt, siehe Abbildung 37. Nach Einschätzung der Autoren der Studie sind diese Schätzungen im besten Fall auf unperfekten Proxies basiert. Zwischen dem tiefsten und dem höchsten Wert liegt über einen Betrachtungszeitraum von rund fünf Jahren mehr als ein Faktor 4.

Dies hat auch methodische Gründe, denn in vielen Berichten, vor allem von Beratungsunternehmen, werden jährliche Veränderungsrate der Vergangenheit fortgeschrieben. Es handelt sich hierbei um eine Fortschreibung mit der funktionalen Form einer Exponentialkurve, was besonders bei hohen Steigerungsraten bereits nach wenigen Jahren zu erheblichen Unsicherheiten führt. Ganz abgesehen davon, dass sich die Raten abschwächen könnten oder eine funktionale Form, die auch Sättigungen berücksichtigen kann, oft die bessere

Online-Anwendungen. Die Zunahme in diesem Bereich ist vor allem durch die weitere Digitalisierung getrieben.

Wahl ist (z.B. logistische oder anderen Funktionen mit S-Form), siehe auch Abschnitt «Methodische Aspekte» weiter oben.

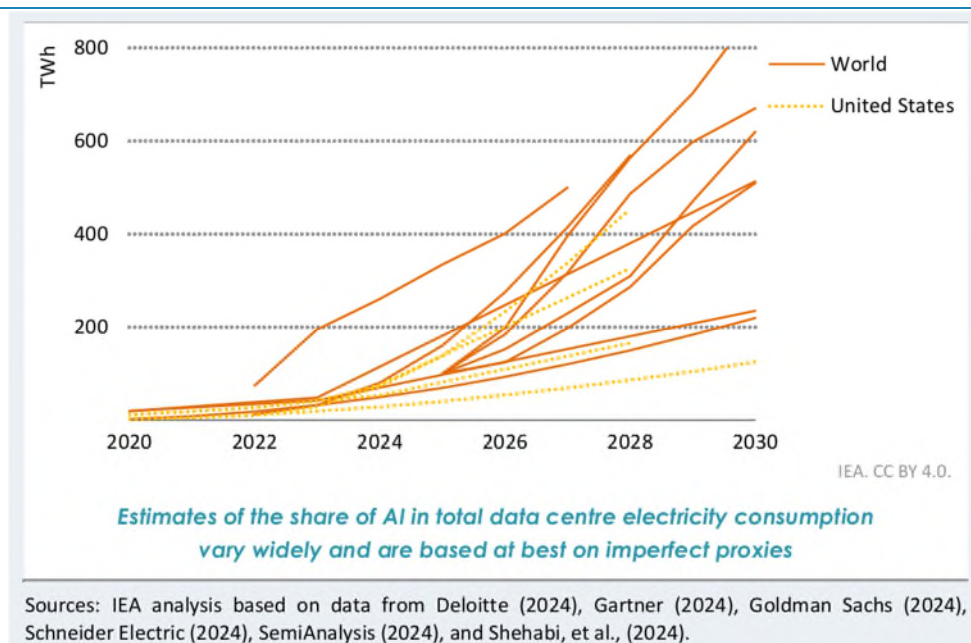


Abbildung 37: Schätzungen des historischen und des künftigen Stromverbrauchs von Rechenzentren aufgrund von KI 2020 bis 2030 weltweit und in den USA.

Quelle: Figur 2.5 übernommen aus (IEA, 2025, p.57), Quellen in Abbildung erwähnt.

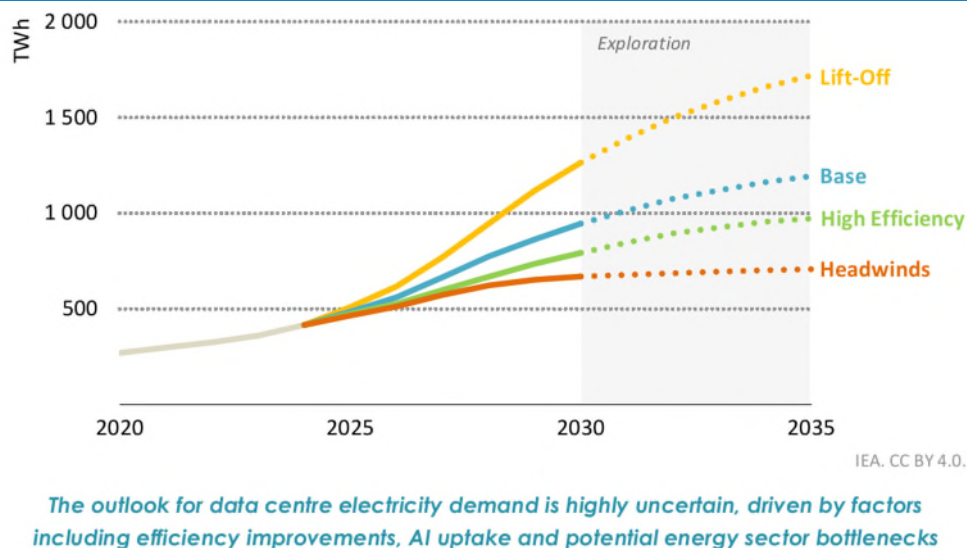


Abbildung 38: Weltweiter Stromverbrauch in Rechenzentren 2020 bis 2025 in TWh für verschiedene Sensitivitätsfälle

Quelle: Figure 2.14 übernommen aus (IEA, 2025)

Der IEA-Bericht «Energy and AI» reagiert auf solche Unsicherheiten u.a. mit dem Definieren und Berechnen von Sensitivitätsfällen (IEA et al., 2025). Interessant hierbei ist, dass zwei der drei Fälle ein weniger starkes Wachstum aufweisen als der Base case, siehe Abbildung 38. In

einem Fall wird dies durch Effizienzentwicklungen begründet und im anderen Fall durch verschiedene hemmende Faktoren begründet, u.a. bei der Finanzierung und bei lokalen Gegebenheiten, so dass 2030 ein Plateau erreicht wird. Der Bericht zieht eine Analogie zur Situation um 2010, als eine Wachstumsphase in ein Plateau übergang. Dies wird auch durch (Kooimey, Schmidt, & Das, 2025) beschrieben.

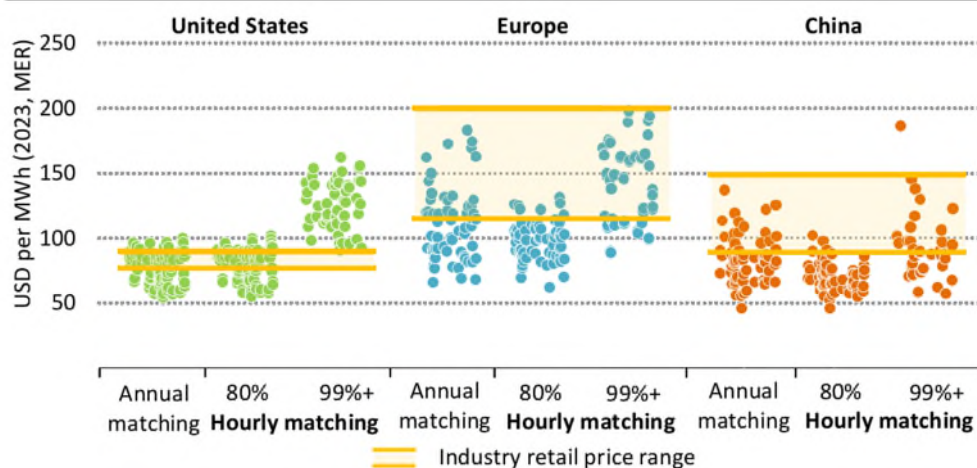
Weltregionen

Die Dynamik des Stromverbrauchs unterscheidet sich deutlich zwischen Weltregionen. Besonders ausgeprägt ist das Wachstum derzeit in den USA, wo grosse Hyperscale-Rechenzentren und KI-Infrastrukturen konzentriert sind. Hierzu ist eine erhebliche Bandbreite möglicher Entwicklungspfade bis 2030 festzustellen, die auf grosse Unsicherheiten in den zugrunde liegenden Annahmen und Daten hinweist. Diese Unsicherheiten bestehen nicht nur für zukünftige Projektionen, sondern auch rückwirkend für historische Zeiträume. Selbst für vergangene Jahre existieren teilweise stark divergierende Schätzungen, was auf methodische Unterschiede, unvollständige Datenerhebung sowie die fehlende statistische Erfassung von Rechenzentren zurückzuführen ist.

Abbildung 35 weiter oben zeigt, dass die Wachstumsdynamik in den USA deutlich stärker ist als in anderen Regionen. Europa hingegen wies im Zeitraum 2010–2020 zwar eine überdurchschnittliche Zunahme des Anteils am Stromverbrauch auf, jedoch bei insgesamt moderaterem Wachstum. Seit etwa 2020 liegt die Wachstumsrate in Europa leicht unter dem globalen Durchschnitt. Diese Unterschiede lassen sich unter anderem durch folgende Faktoren erklären:

- stärkere Konzentration grosser Cloud- und KI-Anbieter in den USA, die mit Technologie-führende sind und in denen eine hohe Bereitschaft besteht, Risikokapital in den Bereich KI zu investieren.
- unterschiedliche regulatorische Rahmenbedingungen.
- Energiepreise: Wie der IEA Bericht «Energy and AI» aufzeigt, weisen die USA und auch China grösstenteils tiefere Strompreise auf und auch verschiedene Konstellationen von Stromerzeugungsportfolios (siehe Abbildung 39).
- Andere Standortfaktoren.
- unterschiedliche Reifegrade der digitalen Infrastruktur.

Für Europa bedeutet dies, dass zwar ebenfalls mit einem steigenden Stromverbrauch zu rechnen ist, jedoch mit deutlich geringerer Dynamik als in den USA und im Vergleich der globalen Entwicklung ist die Dynamik in Europa gemäss IEA et al. (2025) sogar leicht unterdurchschnittlich (siehe rechte Figure in Abbildung 35 weiter oben).



IEA. CC BY 4.0.

Hybrid wind, solar PV and battery portfolios can meet 80% of baseload demand at an average cost competitive with industry retail prices in the United States, Europe and China

Abbildung 39: Stromendkonsumentenpreise für den Industriesektor (Linien) und Gestehungskosten von Hybrid-Optionen mit Wind, Solar-Photovoltaik und Batterien für die Weltregionen USA, Europa und China.

Quelle: Figure 2.19 übernommen aus IEA (2025)

Europäische Perspektive

Zum Stromverbrauch von Rechenzentren in Europa liegen verschiedene Studien und Berichte vor. Im Quervergleich fällt als Erstes auf, dass bereits für den aktuellen Stromverbrauch (2022 bis 2024) erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Schätzungen bestehen, siehe Tabelle 32 und Abbildung 40. Die aktuelle Studie der europäischen RZ-Branche liegt bei rund 55.3 TWh für das Jahr 2023 (EUDCA, 2025) und relativiert damit die höheren Werte insbesondere von (IEA et al., 2024) mit rund 100 TWh. (EUDCA, 2025) begründet ihre tiefere Zahl durch tiefere Vollaststunden (utilisation rate), d.h. einer noch bei weitem nicht erreichten Auslastung der installierten IT-Leistung. Der Bericht stützt sich auf durchgeführte Erhebungen und auf den Vergleich mit (vertraulichen) Daten von Stromnetzbetreibern.

Tabelle 32: Schätzungen des aktuellen Stromverbrauchs von Rechenzentren in Europa (leicht unterschiedliche Jahre und geografische Abgrenzungen).

Quelle	Schätzung Stromverbrauch	Bemerkung
(JRC et al., 2024)	45 – 65 TWh	2022 in EU27
(Ember et al., 2025)	96 TWh	2024 in EU27 + UK, NO, CH
(ICIS et al., 2025)	96 TWh	2024 in EU27 + UK, NO, CH
(IEA et al., 2025)	68 TWh	2024 in Europa (EU + 17 weitere Länder)
(IEA et al., 2024)	100 TWh	2022 in Europa (EU + 15 weitere Länder)
(EUDCA, 2025)	55 TWh	2023 in EU27 + UK, NO, CH, Island

Quelle: in Tabelle erwähnt, Zusammenstellung TEP Energy

Die Unsicherheit über den aktuellen Stromverbrauch ist naturgemäss auch eine Quelle der Unsicherheit bei der Abschätzung des künftigen Stromverbrauchs. Gemein mit den globalen Entwicklungen ist, dass auch für Europa eine deutliche Trendänderung zwischen 2020 und 2025 zu verzeichnen ist, siehe Abbildung 40. Sichtbar wird auch, dass bei Zeiträumen von zehn Jahren sehr grosse Differenzen entstehen können, u.a. auch bedingt durch den gewählten Ansatz bei der Fortschreibung (exponentiell, Trendbruch, linear oder abflachend). Die Analyse des methodischen Vorgehens und der Bearbeitungstiefe der verschiedenen Studien lässt für 2030 die Schätzung der IEA-Studie «Energy and AI» verlässlicher erscheinen als die anderen Quellen mit einer Aussage für 2030. Auf der Basis von 68 TWh für 2024 liegt der Verbrauch im Jahr 2030 im Base case bei 113 TWh (+66%). Der Wert basiert auf Server-Bestandsdaten und einer Vorausschau von Server-Verkaufsdaten, so dass auch hier Überschätzungen nicht auszuschliessen sind (siehe dazu auch die Überlegungen im Kap. 7.3).

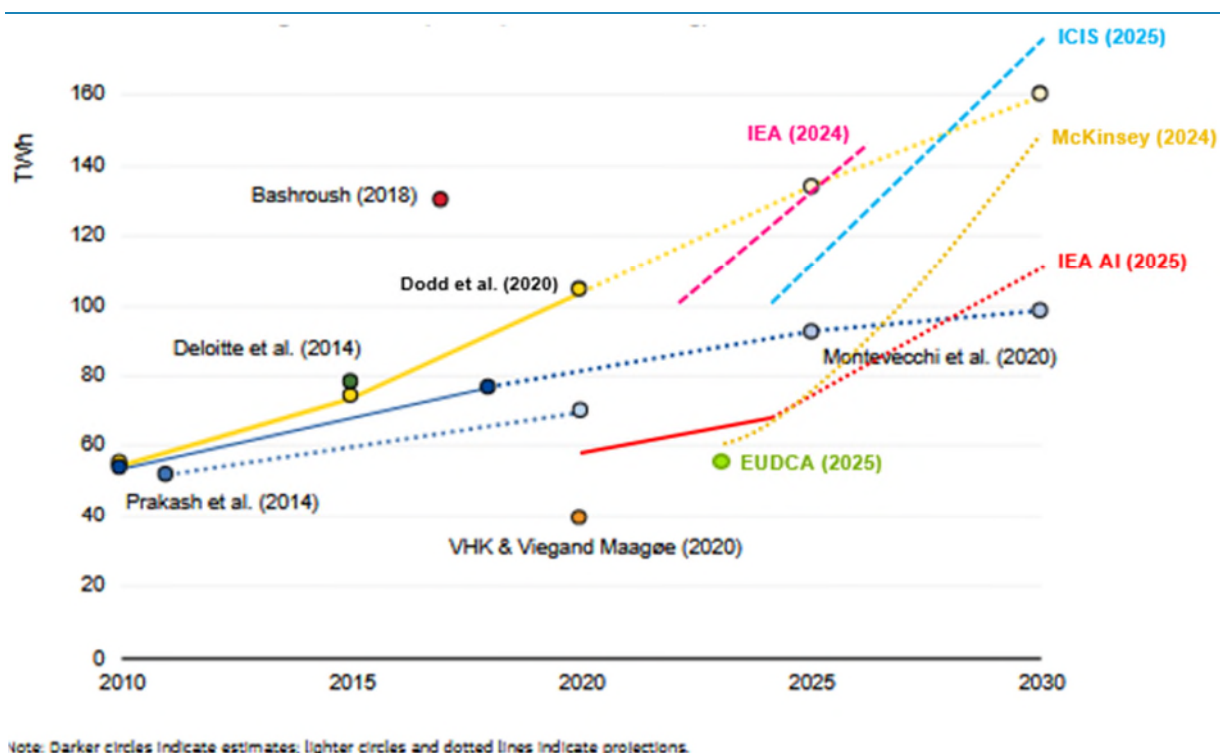


Abbildung 40: Schätzungen des historischen (durchgezogen) und des künftigen (gestrichelt) Stromverbrauchs von Rechenzentren in Europa gemäss verschiedenen Quellen.

Quelle: Figure 1 übernommen aus JRC (2024), Ergänzung McKinsey (2024), IEA (2024), IEA Energy and AI (2025), (EUDCA, 2025) und ICIS (2025) durch TEP Energy

Standortwahl innerhalb Europas

Zur Standortwahl von Rechenzentren bestehen verschiedene Ansätze (frameworks), die sich bzgl. der zu betrachtenden Kriterien und ihrer relativen Gewichtung unterscheiden. Tabelle 33 zeige eine Zusammenstellung solcher Kriterien, basierend auf dem Marktanalyseunternehmen ICIS, der Wissensplattform Data Center Strategy und weiteren Quellen. Einige Kriterien sind für internationale Hyperscaler und RZ-Entwickler relevant für die Wahl des Standortlandes neuer Projekte, einige für die lokale Wahl innerhalb eines Landes und einige für beide räum-

lichen Skalen. Bei der relativen Bedeutung dieser Kriterien ist auch zwischen verschiedenen Typen von Rechenzentren bzw. Arten von IT-Anwendungen zu unterscheiden, sowohl zwischen KI und anderen Anwendungen und innerhalb der KI-Anwendungen zwischen der Trainingsphase und der Anwendungsphase (z.B. von Sprachmodellen).

Tabelle 33: Kriterien für die Standortwahl von Rechenzentren

Bereich	Kriterien
Energieversorgung	Verfügbarkeit/Knappheit, Anschlussleistungen, Verfügbarkeit erneuerbare Energien, CO ₂ -Intensität.
Konnektivität	Glasfaserdichte, Anzahl und Nähe zu Internetanschlusspunkten, kurze Latenzzeiten
Witterung, Klima	Temperatur (Maximum und Verlauf), Wasserverfügbarkeit
Risiken	Naturgefahren, Netzstabilität
Wirtschaftliche Faktoren	Energiepreise- bzw. -kosten, Steuern, Anreize (steuerlich und andere), Grundstückskosten, Personalkosten
Sozio-ökonomische Faktoren	Nachfrage nach RZ-Dienstleistungen, Verfügbarkeit qualifiziertes Personal (Bau- und Betriebsphase), lokale Akzeptanz
Regulierung	Datenhoheit, Verfügbarkeit geeignete Bauzonen, Dauer und Einfachheit Bewilligungsverfahren
Skalierbarkeit	Erweiterungspotenzial

Quelle: Zusammenstellung TEP Energy (dieses Projekt) basierend auf ICIS (2025), (Data Center Strategy, 2024) und weiteren Quellen.

ICIS hat einige dieser Kriterien konkretisiert und quantifiziert, um damit den aktuellen Stand (2024) und das Wachstum des Stromverbrauchs von RZ bis 2035 für die wichtigsten Länder in Europa zu berechnen. Die auf diesen Daten basierende geographische Darstellung zeigt auf, dass für die verschiedenen Ländern sehr unterschiedliche Erwartungen bestehen und dass insbesondere die nordischen Länder stark wachsen könnten, siehe Abbildung 41. Zum Teil weisen auch osteuropäische Länder hohe Leistungsfaktoren auf, diese starten allerdings von einem deutlich tieferem Ausgangsniveau. Letzteres ist auch wichtig bei der Beurteilung der Länder der fünf bisherigen Kernmärkte (Frankfurt, London, Amsterdam, Paris, Dublin, abgekürzt mit FLAPD), die sich umgekehrt bereits auf einem hohen Niveau befinden und bei denen Sättigungstendenzen auftreten, auf die z.T. mit regulatorischen Anpassungen reagiert wurde (siehe auch Kap. 6.1.4).

Für die Schweiz ist also v.a. relevant, wie sich Training und Anwendung von KI-Modellen aus globaler Sicht zwischen Europa und dem Rest der Welt aufteilt und innerhalb von Europa zwischen den verschiedenen Ländern und der Schweiz. Aus der internationalen und europäischen Literatur geht hervor, dass die Allokation auf die Länder für die Schweiz einen höheren Einfluss hat als das Wachstum in Europa als Ganzes, denn das Wachstum ist zwischen den Ländern sehr unterschiedlich, wie aus Abbildung 41 ersichtlich wird. Für die Schweiz wird trotzdem von einem relativ geringen Wachstum ausgegangen (ähnlich wie für die Niederlande).

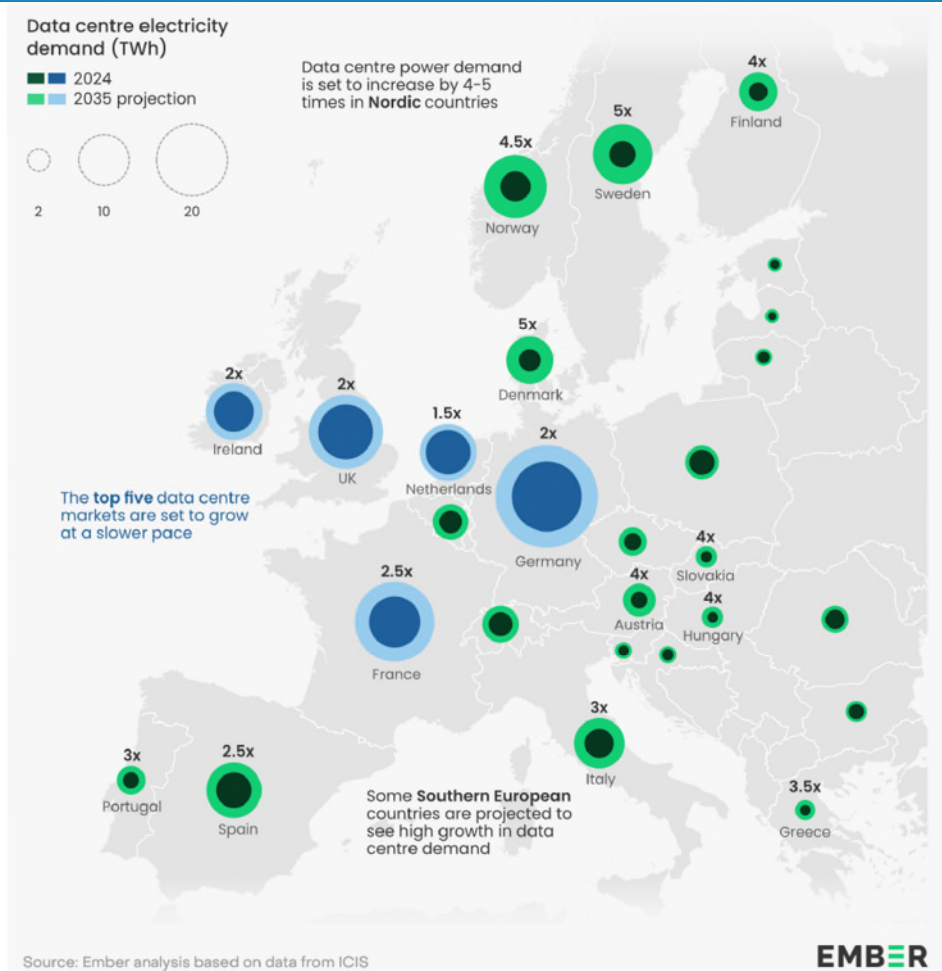


Abbildung 41 Faktor der möglichen Stromverbrauchszunahme von Rechenzentren zwischen 2024 und 2035 in verschiedenen europäischen Ländern

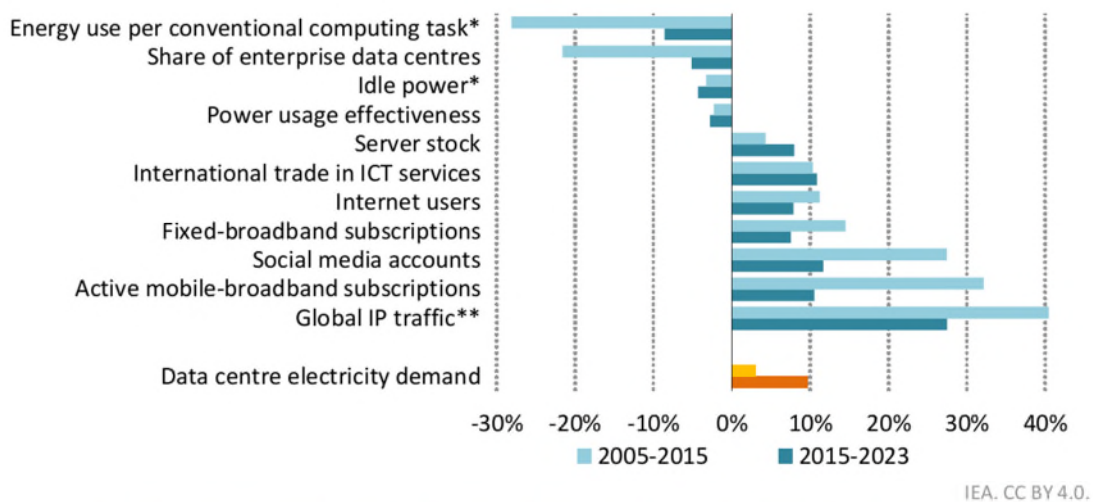
Quelle: Ember (2025)

6.1.3 Thematisierung von Energieeffizienz in der internationalen Literatur

Die vorstehend zitierten Publikationen und Berichte basieren häufig auf einem einfachen Ansatz der Fortschreibung. Dadurch werden aktuelle Trends und solche der jüngsten Vergangenheit fortgeschrieben in der (häufig nur implizit gemachten) Annahme, dass die fundamentalen Treiber sich analog weiterentwickeln. Dies ist insbesondere dann problematisch, wenn in der verwendete Stützphase ein mehr oder weniger ungehemmtes und möglicherweise übermässiges Wachstum stattfindet, in der gegenläufige Entwicklungen wie Effizienzgewinne und Sättigungseffekte noch keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen. In vielen Berichten der Beratungsunternehmen sind solche gegenläufigen Effekte nicht oder nur qualitativ berücksichtigt.

Gegenläufige Trends wie Effizienzsteigerungen werden erst in einigen übergeordneten Studien festgestellt. Wie durch IEA (2025) aufgezeigt, sind sowohl treibende wie hemmende Faktoren von grosser Bedeutung (Abbildung 42). Es sind bezeichnenderweise vollumfänglich andere Quellen, welche für diese Zusammenstellung zitiert werden, als diejenigen, welche Abbildung 37 zugrunde liegen. Aus der Abbildung 42 geht konkret hervor:

- Die Energieeffizienzfortschritte bei den konventionellen Computer tasks haben sich gemäss IEA (2025) ab 2015 verlangsamt.⁸ Dies kann zum Teil technologisch begründet werden (z.B. Verlangsamung der Verdichtung bei den Integrierten Schaltkreisen gemäss Moore's law).⁹ Ebenfalls wichtig ist aber auch die aktuelle Marktentwicklung, in der die Steigerung der Leistung wichtiger ist als die Steigerung der Energieeffizienz (u.a. wegen des first mover advantage).
- Ebenfalls verlangsamt hat sich die Verlagerung von Unternehmens-RZ zu effizienteren Hyperscaler RZ, was in den vergangenen Jahren zu einer Dämpfung des Stromverbrauchs beigetragen hat (und in der Schweiz immer noch beiträgt).



Robust service demand growth, an acceleration in the total number of servers and a slowdown in some efficiency indicators led to faster electricity consumption growth

* Data starts in 2007. ** Data ends in 2022, estimated for 2022.

Sources: IEA analysis based on data from Cisco (2008), Cisco (2015), Cisco (2019), ITU (2025), Meltwater (2024), SPEC (2024), and World Bank (2024a).

Abbildung 42: Jährliche Veränderungsrate von Schlüsselindikatoren des globalen RZ-Stromverbrauchs zwischen 2005 und 2015 und zwischen 2015 und 2023

Quelle: Figure 2.4 übernommen aus IEA (2025)

⁸ Aus dem IEA-Bericht geht nicht hervor, worauf genau sich der zeitliche Parameter in Abbildung 42 bezieht. Der zeitliche Parameter gemäss Koomey's law, d.h. die Zeit, in der sich der spezifische Energieverbrauch pro Rechenvorgang halbiert, hat sich verlängert (von rund 1.6 Jahren bis 2010 auf mehr als 2.5 Jahre), siehe (Koomey et al., 2025) und (Prieto, Prieto, Escobar, & Lampert, 2025).

⁹ NB: Die räumliche Verdichtung bei den Schaltkreisen gemäss Moore's law ist nur einer von mehreren weiteren Möglichkeiten, die Energieeffizienz von Prozessoren und IT-Geräten wie Hochleistungsservern zu steigern, wie die umfangreiche Literatur aufzeigt, die durch TEP Energy gesichtet und analysiert wurde. Diese weiteren Möglichkeiten werden künftig aus verschiedenen Gründen eine höhere Bedeutung erlangen (u.a. wegen Moore's law Ende, das alternative Ansätze unabdingbar macht).

Die Verlangsamung auf der Effizienzseite, der Ausbau des Serverbestands und dessen höhere Energieintensität haben dazu geführt, dass der Stromverbrauch nach 2015 stärker angestiegen ist als zuvor (wobei der Trendbruch v.a. auf die USA ab ca. dem Jahr 2018 zu verorten ist, siehe Abbildung 35).

Weitere Effizienzpotenziale, die dazu führen, die Anzahl Rechenvorgänge für ein bestimmtes Outcome zu reduzieren, werden in der IEA-Studie nicht quantifiziert, möglicherweise weil sie in der betrachteten Phase noch keine relevante Bedeutung hatten (und auch weil dies methodisch herausfordernd ist).

Das Thema Energieeffizienz wird eher auf der Ebene von technisch-wissenschaftlichen Studien behandelt, auch von Software- und Technologieanbietern. Hierbei geht es sowohl um hardwareseitige Effizienz, um softwareseitige Entwicklungen und um kombinierte Ansätze. Diese sind nicht zuletzt auch für die weitere Entwicklung, auch über 2030 hinaus, relevant. Darauf wird in weiteren Arbeiten einzugehen sein.

Abschliessend ist anzumerken, dass KI auch eingesetzt werden kann, um die Effizienz des Energiesystems und die Energieanwendungen in den Nachfrage- bzw. Endverbrauchersektoren zu erhöhen. Gemäss (IEA et al., 2025) wird KI der Industrie zur Optimierung von Produktionsprozessen eingesetzt. Im dessen Szenario «breite Einführung» könnten bis 2035 Energieeinsparungen von rund 8 % in der Leichtindustrie, beispielsweise bei der Herstellung von Elektronik oder Maschinen, erzielt werden. KI im Verkehrssektor kann den Fahrzeugbetrieb und das Fahrzeugmanagement verbessern, was den Energieverbrauch gemäss der Studie um bis zu 20 % senken könnte. In Gebäuden wird das Potenzial durch den Digitalisierungsgrad und die Kleinteiligkeit begrenzt, doch gibt es überzeugende Beispiele beispielsweise im Bereich betriebliche Effizienz und die Nachfragesteuerung.

6.1.4 Thematisierung von (lokalen) Sättigungseffekten in der internationalen Literatur

Die Auswertung der Literatur zum Stromverbrauch von RZ zeigt, dass Sättigungseffekte bislang nur teilweise und uneinheitlich berücksichtigt werden. Viele häufig zitierte Business-Reports, insbesondere von Beratungsunternehmen, Marktanalysten oder Branchenverbänden, schreiben das Wachstum von Datenverkehr, Cloud-Nutzung oder KI-Anwendungen weitgehend fort, ohne strukturelle Begrenzungen systematisch zu modellieren. In solchen Analysen werden potenzielle Sättigungsmechanismen wie z.B. Marktreife, Effizienzgrenzen oder ökonomische Restriktionen, entweder ausgeblendet oder nur qualitativ diskutiert, jedoch nicht quantifiziert. Entsprechend resultieren häufig stark steigende, teils nahezu exponentielle Entwicklungspfade.

Auch in technisch orientierten oder energiewirtschaftlichen Studien werden Sättigungseffekte meist nicht explizit modelliert. Sie fliessen gegebenenfalls indirekt über Annahmen zu Effizienzfortschritten, Konsolidierungseffekten (z.B. interne RZ zu Hyperscale-Cloud) oder einer Abschwächung zentraler Treiber wie Geräteverbreitung ein. Prominente Ausnahmen von dieser Feststellung sind z.B. Bottom-up-Analysen wie (Masanet, Shehabi, Lei, Smith, & Koomey, 2020), die eine Entkopplung von Rechenleistung und Stromverbrauch zeigen, was effektiv zu einer Abflachung des Energiebedarfs führt.

Begrenzende Faktoren werden jedoch zunehmend relevant, wenn es um die Einschätzung des künftigen Stromverbrauchs von RZ geht. Der IMF-Report «Power Hungry: How AI Will Drive Energy Demand» zeigt beispielsweise, dass bereits heute Stromkosten und Infra-

strukturbelastung durch KI-Anwendungen in einzelnen Ländern spürbar werden (Bogmans et al., 2025). Insbesondere KI-Infrastrukturen (Training grosser Modelle, Inferenz-Säule) können das Netz belasten (durch starke Lastspitzen). Einige neuartige Studien zeigen allerdings auch, dass GPU-intensive KI-Rechenzentren potenziell Flexibilität in Stromnetzen anbieten könnten (Laststeuerung, Demand-Response), was die Netzbelastung dämpft.

Am virulentesten sind Sättigungseffekte erwartungsgemäss in Regionen, bei denen RZ bereits eine hohe Bedeutung haben, in Europa namentlich in den etablierten Rechenzentrums-Regionen Frankfurt, London, Amsterdam, Paris, Dublin (FLAPD). Für die FLAPD-Regionen gibt es deutliche empirische Hinweise auf Sättigungstendenzen, auch wenn diese selten explizit als solche modelliert werden. Besonders ausgeprägt sind infrastrukturelle und regulatorische Begrenzungen.

- In Amsterdam bereits 2019 ein temporäres Moratorium für neue Rechenzentren verhängt, unter anderem aufgrund von Flächenknappheit und Netzengpässen (Kepinski, 2019; Monstadt & Saltzman, 2025).
- In Dublin weisen der Übertragungsnetzbetreiber EirGrid und die Regulierungsbehörde CRU seit mehreren Jahren darauf hin, dass Rechenzentren einen sehr hohen Anteil am Stromverbrauch erreichen und zusätzliche Anschlüsse zunehmend eingeschränkt oder verzögert werden (CRU, 2025; EirGrid & SONI, 2018, 2025). Dies stellt ein illustratives Beispiel für systemische Sättigung infolge von Netzrestriktionen dar.
- In Frankfurt führen begrenzte Netzkapazitäten und lange Anschlussfristen zu steigenden Kosten und Projektverzögerungen (CBRE, 2023; JLL, 2026; Kreuzer, Holfert, & Marx, 2024).
- In London und Paris wirken zusätzlich Flächenknappheit, komplexe Planungsverfahren und strengere Umweltauflagen wachstumsdämpfend.

Marktberichte grosser Immobiliendienstleister beschreiben diese Entwicklungen mit Begriffen wie «power-constrained markets», «limited land availability» oder «supply-demand imbalance». Ökonomisch manifestiert sich dies in steigenden Grundstückspreisen, höheren Anschlusskosten, zunehmender Vorvermietung sowie sinkenden Leerstandsquoten. Dies sind klassische Indikatoren einer Annäherung an Sättigungsgrenzen.

Ein weiterer Hinweis auf funktionale Sättigung ist die verstärkte Ausweichbewegung von Hyperscalern in sekundäre Märkte wie Madrid, Mailand, Warschau oder die nordischen Länder (z. B. (CBRE, 2024a; JRC et al., 2024)). Insgesamt lässt sich festhalten, dass Sättigung in den europäischen Kernmärkten empirisch gut belegbar ist, insbesondere durch Netz-, Flächen- und Regulierungsrestriktionen. Allerdings werden diese Effekte in der Literatur meist fragmentiert und qualitativ beschrieben und bislang nur selten in formale Modelle oder langfristige Stromverbrauchsprognosen integriert.

6.1.5 Dokumenten- und Literaturanalyse: Fazit

Die Qualität der Studien, die Aussagen zum aktuellen und zum künftigen Stromverbrauch von Rechenzentren im Allgemeinen und zum Beitrag der KI im Speziellen machen, ist sehr unterschiedlich, wie auch der IEA Bericht «Energy and AI» feststellt (IEA et al., 2025, p. 61). Die qualitativ hochstehenden Studien kommen bis zu einem gewissen Mass auf ähnlich Ergebnisse, aber auch bei diesen sind im Quervergleich deutliche Unterschiede festzu-

stellen, was sowohl auf methodische Gründe als auch auf Aspekte der Datenverfügbarkeit zurückzuführen ist.

Die internationale Literatur, bestehend zum einen aus Berichten von Energieagenturen, Instituten und Regierungseinheiten und zum anderen aus Business reports und Marktberichten, weisen darauf hin, dass KI einer der wichtigsten Treiber bzgl. der künftigen Entwicklung der Stromnachfrage von Rechenzentren ist. Verschiedene Studien machen z.T. sehr unterschiedliche Angaben über die aktuell der KI zuzuordnende Nachfrage sowie über die zu erwartenden Wachstumsraten. Die meisten Studien und Business reports verwenden als funktionalen Ansatz ein exponentielles Wachstum und lassen Energieeffizienzeffekte, mögliche Sättigungseffekte und gegenläufige Trends ausser Acht. Solche gegenläufigen Trends sind für den künftigen Stromverbrauch jedoch sehr relevant.

- Bei den Wachstumstrends geht es z.B. um die stark wachsende Informationsmenge im Internet, um die wachsende Anzahl zu schätzende Parameter in neuen Versionen von Large language models (LLM) und nicht zuletzt um die steigende Verbreitung (Nutzerzahlen, Anwendungsfälle).
- Bei den Effizienztrends zu nennen sind technologische Entwicklungen und «smartere» Konzepte.

Weil es sich sowohl bei den Wachstums- als auch bei den Effizienztrends um starke, z.T. exponentielle Funktionen handelt und diese mit Unsicherheiten behaftet sind, ist der Nettoeffekt auf den Stromverbrauch mit einer grossen Unsicherheit behaftet. Auf der Wachstumsseite könnte es sich jedoch aus mehreren Gründen um starke Überschätzungen handeln. Nebst den bereits erwähnten methodischen und datenseitigen Gründen sind u.a. selbstverstärkende Effekte zu nennen, z.B. cross-investments zwischen Hardware- und Software/KI-Unternehmen. Diese Effekte werden u.a. durch Hypes bei der Berichterstattung in den allgemeinen und spezialisierten Medien verstärkt. Ein wesentlicher Treiber ist auch die Befürchtung, etwas zu verpassen (fear of missing out), die wegen der economy of platform für das einzelne Unternehmen durchaus berechtigt ist, in Summe aber zu Überinvestitionen führen kann. Ob es sich um eine Blase, eine Euphoriephase gemäss Hype-Zyklus, oder «nur» um einen übertriebenen Wachstumstrend eines «normalen» Wirtschaftszyklus handelt, wird kontrovers diskutiert.

Im Gegensatz dazu wird die Effizienzseite in ihrer Bedeutung eher unterschätzt und die grundsätzlich verfügbaren Potenziale werden nicht ausgeschöpft.

6.1.6 Schlussfolgerungen für die Schweiz

Aus den vorstehenden Analysen und Erkenntnissen können folgende Schlussfolgerungen für die Schweiz abgeleitet werden.

- Der Einfluss der KI auf den Stromverbrauch von Rechenzentren und das Wachstum des Stromverbrauchs von RZ wird international teilweise, möglicherweise systematisch überschätzt, u.a. aus folgenden Gründen:
 - Aktuelle Überinvestition wegen grosser First mover advantages und damit verbundene Fear of Missing Out (FOMO), auch wegen Knappheiten bei entscheidenden Ressourcen wie Stromversorgung, Land etc., Marktphänomenen wie Schweinezyklus.

- Methodisch zu vereinfachende Ansätze, z.B. bei der funktionalen Form, welche die wichtigen Aspekte vernachlässigen, wie z.B.
 - Preiseffekte (beim Umrechnen von monetären in physische Einheiten)
 - Überdimensionierung und damit verbundene tiefe energetische Auslastung
 - Zeitverschiebung zwischen RZ-Bau und Nutzung der RZ-Kapazitäten.
- Vernachlässigung bzw. Unterschätzung der künftigen Effizienzpotenziale, u.a. weil derzeit v.a. Performance und Geschwindigkeit im Vordergrund stehen (wie in vielen Aufbauphasen von neuen Geschäftsfelder, hier jedoch besonders wegen der o.g. first mover advantage). Es ist davon auszugehen, dass die Aufbau- und Marktentwicklungsphase durch eine Kostenwettbewerbsphase abgelöst werden wird und in dieser werden Effizienzverbesserungen wegen des zunehmenden Wettbewerbs- und Kostendrucks wichtiger werden.
- Abgesehen von vereinzelt Ausnahmen ist die Schweiz nicht prädestiniert für das Trainieren von grossen LLM und das Ansiedeln von Hyperscalern mit internationaler Ausrichtung. Bezugnehmend auf die Kriterien zur Standortwahl von Rechenzentren (siehe Tabelle 33) lässt sich dies u.a. wie folgt begründen:
 - Ressourcen wie grosse Baulandgrundstücke und Stromnetzkapazitäten sind knapp und erschweren das Skalieren, was bei Hyperscalern wichtig ist.
 - Strompreise sind im Vergleich zu den USA und zu anderen europäischen Ländern wie z.B. in Skandinavien hoch. In der Schweiz betragen die Strompreise der Kategorie C7 gemäss Elcom 21.7 Rp/kWh für den Kanton ZH, d.h. deutlich mehr als in den meisten europäischen Ländern, obwohl hier mit Daten einer kleineren Verbrauchskategorie verglichen wird.¹⁰
 - Auch die einmalig anfallenden Netzanschlusskosten sind in der Schweiz eher hoch (je nach VNB werden Kosten für den Neu- oder Ausbau von Leitungen und Transformatoren zumindest teilweise verursachergerecht verrechnet), zumindest im Vergleich zu Ländern mit einer dezidierten RZ-Industriepolitik.¹¹
 - Inputfaktoren wie Land, Bauleistungen sind in der Schweiz teuer, erstere wegen Knappheiten und letztere u.a. wegen hoher Personalkosten.

¹⁰(ElCom, 2026), für die Kategorie C7 (7.5 GWh pro Jahr), abgerufen am 8.6.2026.

Gemäss der Website Strom report zahlten Industrieunternehmen der Kategorie 0.5 bis 2 GWh pro Jahr im europäischen Durchschnitt einen Strompreis von 15,6 Ct/kWh (Jahr 2025). «Am günstigsten war Strom in Norwegen (7,4 Ct/kWh), Finnland (8,0 Ct/kWh) und Schweden (9,6 Ct/kWh). Deutlich höhere Industrietarife verzeichneten Irland (26,4 Ct/kWh), Ungarn (19,3 Ct/kWh) und Deutschland (18,3 Ct/kWh). Mit 18,3 Ct/kWh zahlten Industrieunternehmen in Deutschland etwa 17 % mehr als der EU-Durchschnitt.» Quelle: (Strom-Report, 2026).

¹¹ In Schweden und Norwegen werden "Data Center Parks" oft proaktiv vom Staat oder den staatlichen Netzbetreibern (wie Statnett) mit fertigen Hochspannungsanschlüssen ausgerüstet. Die Anschlusskosten für das RZ-Unternehmen sind dort im Vergleich zur Schweiz minimal, da die Erschliessung als Wirtschaftsförderung verbucht wird.

- Prozesse wie die Bereitstellung von Netzanschluss, Baubewilligungen etc. in der Schweiz zu langsam und zu unsicher (u.a. wegen lokalen Mitsprachemöglichkeiten), was Hyperscaler als nachteilig erachten.
- Fehlende Cluster-Effekte: Hyperscaler bauen dort, wo bereits grosse DC-Cluster existieren, Netz- und Glasfaserinfrastruktur skaliert ist (dies ist in der Schweiz derzeit nur im Grossraum Zürich gegeben).

Für standortunabhängige RZ-Anwendungen wie Trainieren von grossen LLM und für international ausgerichtete RZ-Dienste überwiegen diese eher dämpfenden Faktoren die positiven Standortfaktoren der Schweiz wie qualifiziertes Personal, stabile Rahmenbedingungen und politische Neutralität.

6.2 Einfluss der KI auf den Stromverbrauch der Schweiz (Innensicht)

Die bisherige Rolle der KI in Rechenzentren in der Schweiz wird durch drei auf die Schweiz bezogene Ansätze aufgezeigt:

- Literatur und Dokumentenanalyse (als Ergänzung der internationalen Literaturanalyse)
- Führen von strukturierten Experten – und Stakeholder-Interviews
- Thematisierung in der Online-Erhebung

6.2.1 Literatur und Dokumentenanalyse Schweiz

Die auf die Schweiz bezogene Literatur und Dokumentenanalyse soll die Analyse der internationalen Literatur (siehe Kap. 6.1) und die Rahmen dieser Grundlagenstudie durchgeführten eigenen Erhebungen ergänzen. Berücksichtigt werden u.a. Befragungen von Personen und Unternehmen zur Bedeutung der KI in ihrem Berufsalltag bzw. in ihren Unternehmen sowie öffentlich verfügbare Informationen dazu. Der Fokus dieser Literaturanalyse liegt auf der Anwendungsseite (d.h. auf Seite der Nachfrage).

Die Bedeutung, welche die KI in der Schweiz bisher erlangt hat, lässt sich durch folgende Befunde charakterisieren:

- Gemäss Erhebungen von BFS (Bundesamt für Statistik, 2024) und KOF (Spescha et al., 2025) wird KI im Arbeitsalltag häufig genutzt. Eine Befragung der BFH von gut hundert Berufstätigen zeigt, dass KI in erster Linie zur Erstellung von Inhalten, zur Steigerung der Effizienz und zum Erlernen neuer Konzepte genutzt wird (Schmutz, Ben Souissi, & Kurpicz-Briki, 2024). Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass die Nutzung von KI zwar zunimmt, es jedoch nach wie vor einige Hindernisse gibt, wie zum Beispiel die fehlende Wahrnehmung eines Bedarfs, mangelnde Erfahrung und Bedenken hinsichtlich der Zuverlässigkeit. Auch ethische und regulatorische Bedenken wurden von einigen Befragten genannt.
- Gemäss KMU-Mittelstandstudie von Raiffeisen aus dem Jahr 2024 setzen erst 9% der befragten Schweizer Unternehmen KI systematisch ein, 54% haben jedoch Pilotversuche gestartet (Deplazes, 2024). Deloitte beschreibt Schweizer Firmen Anfang 2025 als vorsichtig, mit wenig Investitionen, wenig Expertise und wenigen praktischen

Anwendungen. Häufige Einsatzfelder sind generative KI für Text-, Übersetzungs- und Wissensarbeit, Datenanalyse, Prozessautomatisierung sowie die Nutzung vorhandener Unternehmensdaten (Deloitte, 2024). Gemäss einer Befragung der Universität St. Gallen nutzen rund 75% der hiesigen Firmen für Aufgaben wie Textgenerierung, Programmierung und Datenanalyse hauptsächlich KI-Plattformen wie ChatGPT oder das Microsoft-Tool Copilot (Universität St. Gallen, 2025). Im Rahmen einer Marktstudie bzw. Masterarbeit der HWZ in Zusammenarbeit mit Swisscom ist bei den befragten KMU die Datenanalyse ein häufiges Einsatzfeld: 35% der befragten KMU haben Datenanalyse eingeführt oder prüfen sie aktiv (HWZ, 2025).

- Ein weiterer Anwendungsfall ist das Data mining, d.h. das Durchforsten eigener Datenbestände. Eine Arbeit der ETH in Zusammenarbeit mit Swissmem-Studie zeigt, dass 48% der Unternehmen in den MEM-Branchen KI u.a. einsetzen wollen, um vorhandene Daten nutzbar zu machen (von Dzengelevski, Bickel, Zhang, & Netland, 2024).
- In regulierten Branchen wie Finanzdienstleistungen und Versicherungen stehen Risikoanalyse, Betrugserkennung, Compliance und Governance im Vordergrund. Wie dies durch KI auf innovative Weise erfolgen könnte, zeigt eine Arbeit der Universität Zürich auf (Farkas et al., 2025). Die Finma und das Financial Stability Board (FSB) weisen auf Risiken hin, die zu beachten sind (FINMA, 2024; FSB, 2024). Dessen sind sich auch die in dieser Studie befragten Unternehmen bewusst. Gemäss den durchgeführten Interviews werden in Pilotprojekten in der Regel unkritische und anonymisierte Daten hochgeladen. Die Analyse erfolgt durch das Lancieren von Bots und eher nicht durch das Anschaffen von spezifischer KI-Hardware. D.h. es werden externe Server für einige Stunden oder Tage hoch ausgelastet und nach dem Downloaden der Ergebnisse werden die Daten bei den Anbietern wieder gelöscht.
- In der Pharmaindustrie werden KI und datengetriebene Modelle (Simulationen) insbesondere in Forschung, Entwicklung und Drug Discovery eingesetzt, siehe z.B. (Bilotta, Rocca, & Alcaro, 2025; Vanderbilt, 2026) und Webpage von Roche (Roche, 2025). Für grosse Akteure der Pharmabranche sind sowohl dedizierte interne bzw. on-premise Hochleistungsinfrastrukturen als auch Hyperscaler-Clouds relevant, d.h. sie verfolgen einen Hybrid-Ansatz mit internen RZ und Cloud-Umgebungen. Roche baut bzw. betreibt dedizierte KI-Rechenkapazität mit GPUs sowohl on premise als auch in Cloud-Umgebungen (Roche, 2026). Novartis nutzt für Datenplattformen, Analytics, KI und Manufacturing-Anwendungen Hyperscaler-Clouds wie AWS und Microsoft Azure (Lawson, 2026). Aus Sicht des Schweizer Stromverbrauchs ist wichtig festzuhalten, dass ein relevanter Teil der rechenintensiven KI global bzw. ausserhalb der Schweiz betrieben werden kann (bei Roche etwa in den USA und Europa, bei Novartis über globale Cloud-Plattformen) und nicht zwingend in (internen) Rechenzentren in der Schweiz anfällt.

Zusammenfassend deuten diese aktuellen Personen- und Unternehmensbefragungen darauf hin, dass KI in der Schweiz zwar zunehmend erprobt wird, der systematische und skalierte Einsatz aber noch begrenzt ist. Die intensive Anwendung von KI-Modellen, die über einfache Anwendungen hinaus geht, oder gar das Trainieren von eigenen Modellen geschieht in der Schweiz also erst punktuell. Für viele Unternehmen scheint der Einsatz eher über bestehende KI-Plattformen und Cloud-/Drittanbieterdienste zu erfolgen als über den Aufbau eigener grosser KI-Infrastrukturen. Darauf weist unter anderem die starke Nutzung von Plattformen wie ChatGPT und Microsoft Copilot hin.

Diese generelle Aussage ist jedoch wie folgt zu differenzieren: Gerade bei sehr grossen Akteuren, insbesondere in der Pharmaforschung oder im öffentlichen Forschungsumfeld, gibt es auch relevante Investitionen in eigene bzw. dedizierte Hochleistungs-KI-Infrastruktur. Das bekannteste Beispiel für eine eigenständige, Schweiz spezifische KI-Entwicklung wird durch den ETH-Bereich vorangetrieben. Dieser verfolgt eine koordinierte Strategie, um die Schweiz als weltweit führenden Hub für vertrauenswürdige KI zu positionieren. Dies soll durch Initiativen, Institutsgründungen und Netzwerke, Initiativen, Institutsgründungen und Netzwerke sowie durch Infrastruktur & Technologie erreicht werden, namentlich durch die Inbetriebnahme des Supercomputers [«Alps»](#) am CSCS (Swiss National Supercomputing Centre) und durch die Entwicklung eines grossen, mehrsprachigen Open-Source-Sprachmodells (Apertus). Der Stellenwert von solchen Initiativen für die Schweizer Wirtschaft ist bis zum heutigen Zeitpunkt allerdings noch relativ gering.

Fazit aus der kurzen Dokumentenanalyse: KI ist auf der Anwendungsebene in der Schweiz angekommen, hat jedoch noch wenig energetische Auswirkungen auf den Stromverbrauch von Rechenzentren in der Schweiz.

6.2.2 Ergebnisse aus den strukturierten Experten- und Stakeholder-Interviews

Um weitere Erkenntnisse zu den aktuellen und künftige Entwicklungen der Treiber der vergangenen und künftigen Stromnachfrage von RZ sowie den Einfluss der Energieeffizienz und der Künstliche Intelligenz auf die aktuelle und künftige Stromnachfrage von RZ zu erlangen, wurden Gespräche mit Experten und Branchenvertretern geführt.

Beim KI bezogenen Leistungsbedarf und Stromverbrauch ist zwischen dem Trainieren der Modelle und deren Anwendung zu unterscheiden. Dies gilt allgemeinen, besonders aber für die Beurteilung der Situation in der Schweiz. In einer ersten Phase überwiegt bei einem KI-Modell aus energetischer Sicht das Training und in einer zweiten Phase mit stark verbreiteter Nutzung die Anwendung (incidence).

Es stellt sich die Frage, ob und inwiefern (grosse, generische) KI-Modellen in RZ in der Schweiz trainiert werden oder ob in der Schweiz eher das Nachtrainieren von allgemeinen Sprachmodellen, das Trainieren von spezifischen, kleinen firmen- oder institutsinternen KI-Modelle oder die Nutzung von KI (incidence) im Vordergrund stehen. Für die künftige Entwicklung des Strom- und Leistungsbedarfs von RZ in der Schweiz ist zudem relevant, ob die Stromversorgung an potenziellen Standorten gewährleistet werden kann. Diese Fragen und Arbeitshypothesen dienen als Leitlinie beim Konzipieren der Interviewleitfäden und bei der Auswahl der zu interviewenden Experten (siehe Kap. 2.7 für weitere Einzelheiten zum methodischen Vorgehen).

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Interviews zusammengefasst, strukturiert nach Art der Unternehmen und Institutionen, in denen die Gesprächspartner tätig sind.

- Colocation RZ
- Interne grosse RZ
- Kommerzielle RZ-Dienstleister (für Hyperscaler und Cloud-Anbieter)
- Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber

- Serveranbietende
- Planung und Consulting

Colocation Rechenzentren

Training grosser Sprachmodelle (LLMs) nicht in der Schweiz: Die Interviews mit Vertretern von Colocation RZ zeichnen insgesamt ein differenziertes, eher nüchternes Bild der aktuellen Entwicklung von Rechenzentren in der Schweiz. Übergreifend zeigt sich, dass Künstliche Intelligenz zwar als Thema präsent ist, jedoch gegenwärtig nicht als dominanter Wachstumstreiber des Schweizer Rechenzentrumsmarktes wahrgenommen wird. Insbesondere das Training grosser Sprachmodelle (LLMs) wird kaum in der Schweiz verortet. Mehrere Gesprächspartner betonen, dass die dafür notwendige Infrastruktur sehr energie- und kühlintensiv ist und die Schweiz aufgrund der Strompreise und Rahmenbedingungen als Trainingsstandort wenig attraktiv erscheint. Auch wird explizit darauf hingewiesen, dass sich die grossen KI-Entwicklungen primär in den USA und China abspielen. Ökonomisch spielt der Strompreis eine zentrale Rolle. Ein Betreiber beziffert die Stromkosten auf rund drei Viertel der laufenden Betriebskosten. In Kombination mit den hohen Kühlanforderungen bei KI-Trainingsclustern ergibt sich daraus eine klare Standortfrage: Länder mit tieferen Energiepreisen oder kühlerem Klima haben strukturelle Vorteile. Diese Einschätzung deckt sich mit der allgemeinen Beobachtung, dass grosse Trainingsprojekte eher im Ausland entstehen.

Rolle der KI im Vergleich zu klassischen Colocation-Anwendungen: Dass grosse KI-Modelle nicht in der Schweiz trainiert werden, bedeutet nicht, dass KI in Schweizer Colocation-RZ keine Rolle spielt. Vielmehr wird sie in Form von kleineren, unternehmensspezifischen Anwendungen oder privaten Instanzen genutzt, etwa im Kontext von Copilot-Lösungen oder firmeninternen Modellen. Bei regionalen und mittelgrossen RZ-Betreibern dominieren allerdings weiterhin klassische IT-Anwendungen von und für KMU – Webserver, Mailserver, Speicherlösungen und weitere allgemeine Software (wie z.B. Buchhaltung, CRM, Kundenmanagement) und branchenspezifische Software (z.B. Bestellwesen, e-commerce, BIM, CAD/CAM). Hochleistungsrechnen oder dedizierte Trainingscluster sind dort die Ausnahme.

Digitalisierung und die Verlagerung als Wachstumstreiber: Als zentraler Wachstumstreiber wird die fortschreitende Digitalisierung und die Verlagerung von IT-Infrastruktur aus Unternehmensgebäuden in professionelle Rechenzentren beschrieben. Ein Interviewpartner weist darauf hin, dass nach wie vor ein erheblicher Anteil der Hardware in Technikräumen von Firmen steht und sukzessive in Colocation-Zentren oder in die Cloud migriert. Dieses strukturelle Wachstum ist weniger spektakulär als die Diskussion um KI, wirkt aber nachhaltig und kontinuierlich.

Höhere Leistungsdichte und Energieeffizienz halten sich die Waage: Technisch zeigt sich eine klare Tendenz zur steigenden Energiedichte pro Rack. Mehrere Gesprächspartner beobachten, dass neue Kunden deutlich höhere Leistungsbedarfe pro Rack anmelden, etwa 150 kW verteilt auf 20 Racks (d.h. 7.5 kW pro Rack). Gleichzeitig wird jedoch betont, dass die Gesamtenergiemenge nicht zwingend im gleichen Masse steigt. Effizienzgewinne bei der Hardware führen dazu, dass mit weniger Energie mehr Rechenleistung erbracht wird und deshalb wenige Racks befüllt werden. Die Energiedichte nimmt zu, während der absolute

Verbrauch teilweise stagniert oder sogar leicht sinkt. Dies führt u.a. dazu, dass ein Teil der verfügbaren Fläche nicht mehr genutzt wird oder RZ zusammengelegt bzw. stillgelegt werden.

Voraussetzung für leistungsdichte Anwendungen: Ein wiederkehrendes Thema ist die infrastrukturelle Begrenzung durch Netzanschluss und Kühlleistung. Mehrere Betreiber verweisen darauf, dass ihre Anlagen primär für Datenhaltung konzipiert wurden und für stark leistungsintensive KI-Cluster nur eingeschränkt geeignet sind. Insbesondere im städtischen Umfeld wirken Flächenpreise, bauliche Restriktionen und Kühlanforderungen limitierend.

Ausblick gemäss Einschätzung der Colocation-RZ: Schliesslich ist in mehreren Interviews eine gewisse Skepsis gegenüber einem ungebremsten KI-Hype spürbar. Der extreme Energiebedarf grosser Cluster wird als potenziell nicht nachhaltig oder ökonomisch fragwürdig eingeschätzt. Die historische Erfahrung mit technologischen Blasen schwingt implizit mit.

Fazit: In der Gesamtschau ergibt sich somit folgendes Bild: Die Schweizer Rechenzentrumslandschaft verändert sich vor allem durch strukturelle Digitalisierung und Migration in professionelle Infrastrukturen. Die Energiedichte nimmt zu, doch Effizienzgewinne wirken dämpfend auf den Gesamtverbrauch. KI ist präsent, aber im Trainingsbereich bislang kein massgeblicher Treiber. Strompreis, Kühlung und Netzintegration sind die entscheidenden Faktoren für zukünftige Entwicklungen.

Interne grosse RZ

Stromverbrauch von internen RZ stabil: Die Interviews mit Vertretern von internen (in der Regel grossen) RZ zeichnen insgesamt ein erstaunlich konsistentes Bild der aktuellen Entwicklungen in Schweizer Rechenzentren. Über nahezu alle Gesprächspartner hinweg zeigt sich, dass der Stromverbrauch in den letzten Jahren nicht wesentlich angestiegen ist, sondern weitgehend stabil geblieben oder nur moderat gewachsen ist. Mehrere Interviewpartner berichten von konstanten oder leicht steigenden Energieverbräuchen über fünf bis zehn Jahre hinweg. Teilweise wurden sogar temporäre Reduktionen erreicht, etwa durch Lifecycle-Erneuerungen von Hardware, bei denen alte Systeme ersetzt und Effizienzgewinne realisiert wurden. Der zentrale Befund lautet: Trotz wachsender Datenmengen und zunehmender Digitalisierung steigt der Stromverbrauch bei weitem nicht proportional mit.

Bedeutende technologische Effizienzgewinne als wesentlicher Erklärungsfaktor: Ein wesentlicher Grund dafür liegt in technologischen Effizienzgewinnen. Modernere Prozessoren liefern mehr Leistung bei geringerem Energiebedarf, Virtualisierung erhöht die Auslastung der Systeme, und Storage-Technologien haben enorme Verdichtungsfortschritte gemacht. Einzelne Interviewpartner berichten davon, dass sich der Leistungsbezug pro gespeicherter Datenmenge über die letzten Jahre halbiert hat. Gleichzeitig wurden Server konsolidiert, Testumgebungen nachts abgeschaltet oder Kapazitätsmanagementmodelle eingeführt, bei denen nur effektiv genutzte Ressourcen bezahlt und betrieben werden. Insgesamt kompensieren diese Effizienzgewinne das Wachstum an Workload und Datenvolumen weitgehend.

Übergreifend betonen mehrere Interviewpartner, dass Energieeffizienz zwar wichtig sei, jedoch nicht oberste Priorität habe. An erster Stelle stehen Verfügbarkeit und Betriebssicherheit. Effizienzmassnahmen werden umgesetzt, solange sie diese Kernanforderungen

nicht gefährden. Energieeffizienz dient daher primär der Kostensenkung und Nachhaltigkeitsoptimierung, nicht der strategischen Reduktion des Stromverbrauchs.

Bedeutung der Künstliche Intelligenz in internen RZ gering: Das Thema Künstliche Intelligenz spielt in allen Interviews eine Rolle, jedoch in einer deutlich nüchterneren Form als es öffentliche Debatten vermuten lassen. Der tatsächliche Anteil von KI-Anwendungen an der internen IT-Leistung ist meist gering. Einzelne Organisationen sprechen von etwa zwei Prozent, andere von rund zehn Prozent der Rechenleistung. Grössere GPU-Farmen oder dedizierte Trainingscluster sind in den untersuchten Fällen nicht verbreitet. KI wird vor allem für Assistenzfunktionen, interne Anwendungen oder punktuelle Trainings genutzt. Aufwendige Trainingsprozesse werden häufig in die Cloud ausgelagert, insbesondere dann, wenn eigene GPU-Kapazitäten fehlen. Von einem flächendeckenden, energieintensiven KI-Boom in klassischen Unternehmensrechenzentren kann derzeit nicht gesprochen werden. Gleichzeitig wird in einem Forschungsbeispiel darauf hingewiesen, dass mittelfristig eine eigene KI-Infrastruktur aus Gründen der Datensouveränität und Forschungspotenziale notwendig werden könnte, auch wenn sie aktuell noch keine dominante Rolle spielt.

Verlagerungsstrategien häufig hybrid: Die Cloud-Strategien unterscheiden sich stark je nach Organisationstyp. Banken und öffentliche Institutionen halten geschäftskritische Daten meist on-premise und nutzen Cloud-Dienste selektiv, beispielsweise für Microsoft 365 oder spezifische KI-Workloads. Spitäler betonen aus Datenschutz- und geopolitischen Gründen eine klare Zurückhaltung gegenüber Cloud-Auslagerungen sensibler Daten. Andere Organisationen verfolgen hybride Modelle, bei denen Rechenleistung flexibel ergänzt wird, während Kernsysteme weiterhin in eigenen Rechenzentren betrieben werden. Die Cloud fungiert damit häufig als Ergänzung oder «Druckventil», nicht als vollständiger Ersatz der eigenen Infrastruktur. In Forschungsumgebungen zeigt sich zudem, dass zeitkritische Mess- und Steuerdaten aus Latenzgründen zwingend standortgebunden verarbeitet werden müssen und daher nicht sinnvoll in Public-Cloud-Strukturen verlagert werden können.

Leistungsdichte lokal steigend, im Mittel konstant: Auch beim Thema Leistungsdichte und Kühlung zeigt sich kein radikaler Umbruch. Zwar wird von steigenden Leistungsanforderungen pro Rack berichtet, doch massive Sprünge oder flächendeckende Umstellungen auf Flüssigkühlung sind bislang selten. Die meisten befragten Rechenzentren arbeiten weiterhin mit konventioneller Luftkühlung, teilweise ergänzt durch Kaltgang-Einhausungen. Selbst dort, wo leistungsfähige KI-Server installiert wurden, bleibt die tatsächliche Auslastung bislang deutlich unter der theoretisch möglichen Maximalleistung.

Hohe Leistungsreserven: Ein weiterer bemerkenswerter Befund ist die teilweise deutliche Überdimensionierung bestehender Infrastrukturen. Einige Rechenzentren verfügen über deutlich höhere installierte Leistungskapazitäten als sie aktuell nutzen. So sind Anlagen mit mehreren Megawatt Anschlussleistung vorhanden, während der tatsächliche Bedarf nur einen Teil davon ausmacht. Diese Reserven stammen oft aus langfristigen Planungen früherer Zeitpunkte, die von höheren Wachstumsraten ausgegangen sind oder maximale Betriebssicherheit und Ausbauflexibilität gewährleisten sollten.

Stromverbrauch von steigendem Datenvolumen entkoppelt: Das Datenvolumen wächst hingegen klar und deutlich. In einem Fall wurde eine Verdreifachung der gespeicherten Datenmenge innerhalb von rund zehn Jahren festgestellt. Dennoch führte dieses Wachstum

nicht zu einer Verdreifachung des Energieverbrauchs. Effizientere Storage-Systeme, verbesserte Hardware-Generationen und konsequente Lifecycle-Strategien sorgen dafür, dass der zusätzliche Speicherbedarf energetisch abgedeckt wird. Zudem setzen einige Organisationen auf Retention policies und gezielte Aufräumaktionen, um unnötige Datenbestände zu reduzieren. Aufzeichnungen von Meetings werden beispielsweise nach definierten Zeiträumen gelöscht, sofern sie nicht ausdrücklich archiviert werden sollen. Demgegenüber existieren im Forschungsbereich teilweise sehr lange Archivierungszeiträume ohne systematische Datenklassifizierung. Hierbei werden kostengünstige Tape-Systeme eingesetzt, um stark wachsende Datenmengen wirtschaftlich zu bewältigen.

Zusammenfassend ergibt sich ein differenziertes Bild: Das Segment der Schweizer Unternehmens-RZ befindet sich nicht in einer Phase eines KI-Booms mit relevanten energetischen Auswirkungen, sondern vielmehr in einer Phase der Konsolidierung, Effizienzsteigerung und vorsichtigen technologischen Integration neuer Anwendungen. KI ist präsent, aber bislang kein dominanter Energietreiber. Daten wachsen stark, doch Effizienzgewinne und die Verlagerung in die Cloud gleichen diesen Trend weitgehend aus. Die Gesamtentwicklung ist durch Stabilität, technische Optimierung und pragmatische Hybridstrategien geprägt, nicht durch eine unkontrollierte Expansion des Stromverbrauchs.

Hyperscaler RZ und Connectivity-Anbieter

Die Interviews mit kommerziellen RZ-Dienstleistern für Hyperscaler zeichnen in Bezug auf das Thema KI insgesamt ein konsistentes, eher nüchternes Bild der aktuellen und künftigen Entwicklung. Trotz unterschiedlicher Perspektiven (von Rechenzentrumsbetreibern über Infrastruktur- und Connectivity-Anbieter bis hin zu Projektentwicklern) lassen sich in vielerlei Hinsicht Übereinstimmungen erkennen.

RZ-Wachstum hauptsächlich durch Verlagerung in die Cloud: Zunächst wird deutlich, dass der grosse Wachstumsschub der vergangenen Jahre primär durch den Eintritt der Hyperscaler wie Microsoft, Amazon, Google in den Schweizer Markt ausgelöst wurde. Insbesondere zwischen 2018 und 2022 entstand ein eigentlicher «Cloud-Schub», weil internationale Anbieter und Hyperscaler ihre Services aus Frankfurt, Mailand oder Amsterdam in die Schweiz verlagerten, um Kunden-Anforderungen an Datensouveränität und regulatorische Rahmenbedingungen zu erfüllen. Zudem migrierten viele Unternehmen Anwendungen und Daten aus eigenen Rechenzentren in die Cloud. Dieser strukturelle Schritt, also der Aufbau von Schweizer Cloud-Umgebungen, wird von mehreren Interviewpartnern als der eigentliche Boom beschrieben. Heute hingegen wird die aktuelle und künftige Marktentwicklung als deutlich reifer und weniger dynamisch eingeschätzt als zur Zeit des «Cloud-Schubs». Die Interviewpartner erwarten ein langsames, inkrementelles Wachstum statt eines erneuten sprunghaften Ausbaus. Die Verlagerung von konkreten Anwendungen von internen RZ in die Cloud ist ein einmaliger Effekt. Der grosse «Rush» gilt aus Sicht mehrerer Gesprächspartner als weitgehend abgeschlossen.

KI-Training nicht in der Schweiz: Im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz (KI) zeigt sich eine differenzierte Einschätzung. KI wird klar als relevanter Treiber wahrgenommen, jedoch nicht als Auslöser eines massiven, flächendeckenden Ausbaus von Trainingsinfrastruktur in der Schweiz. Einigkeit besteht darüber, dass das Training grosser Sprachmodelle oder anderer sehr energieintensiver KI-Systeme in der Schweiz derzeit kaum stattfindet und auch künftig kaum stattfinden wird. Die Gründe liegen zum einen im relativ hohen Strom-

preis in der Schweiz (siehe Kap. 6.1.6, insbesondere Fussnote 10 auf Seite 99) und zum anderen in den hohen Bau- und Betriebskosten, in regulatorischen Anforderungen, in Flächenknappheit und in der im internationalen Vergleich begrenzten Skalierbarkeit. Die Schweiz wird deshalb nicht als künftiger globaler KI-Trainingshub gesehen.

Schweiz: Fokus KI-Anwendung. Stattdessen wird die Rolle der Schweiz eher im Bereich der Inference verortet, also bei der Anwendung bereits trainierter Modelle. Hier spielen insbesondere Datensouveränität und regulatorische Anforderungen eine Rolle. Vor allem Unternehmen aus dem Finanz- und Pharmasektor zeigen laut den Interviews Interesse an KI-Anwendungen, zögern jedoch, sensible Daten in internationale Public-Cloud-Modelle einzuspeisen. Falls souveräne, lokal betriebene Lösungen angeboten werden, könnte dies zusätzliche Nachfrage generieren. Dennoch wird auch hier keine explosionsartige Entwicklung erwartet, sondern ein graduelles Wachstum.

Entwicklung Stromverbrauch geprägt durch Verlagerungseffekte und Effizienz: Ein weiterer zentraler Punkt ist, dass KI nicht nur zusätzlichen Stromverbrauch erzeugt, sondern auch bestehende Anwendungen substituiert. Genannt werden etwa klassische Suchmaschinenanfragen oder regelbasierte Chatbots, die durch effizientere KI-Modelle ersetzt werden. Gleichzeitig steigt die Effizienz der Hardwaregenerationen kontinuierlich. Diese Substitutions- und Effizienzprozesse relativieren pauschale Annahmen eines rein additiven Strommehrverbrauchs. Der Nettoeffekt wird von mehreren Gesprächspartnern als schwer abschätzbar, aber keineswegs als automatisch exponentiell wachsend beschrieben.

Räumliche Verteilung innerhalb der Schweiz: Bezüglich der geografischen Struktur zeigt sich eine klare Konzentration im Grossraum Zürich. Diese ist nicht zufällig, sondern technisch und historisch bedingt. Hyperscaler arbeiten mit sogenannten Availability Zones, die bestimmte Latenz- und Distanzanforderungen erfüllen müssen. Dadurch entsteht eine Clusterbildung, die neue Standorte ausserhalb dieser Zonen weniger attraktiv macht. Die Westschweiz wird eher als ergänzender oder Backup-Markt gesehen, nicht als eigenständige KI- oder Hyperscale-Region. Zudem erschweren dort topografische, energetische und infrastrukturelle Gegebenheiten eine starke Expansion.

Einschätzungen zur Leistungsentwicklung: Infrastruktur- und Investitionsfragen spielen in allen Interviews eine grosse Rolle. Der Bau moderner Rechenzentren ist sehr kapitalintensiv. Es werden Investitionskosten von 15 bis 17 Millionen Franken pro Megawatt IT-Leistung genannt. Projekte in der Grössenordnung von 30 bis 40 Megawatt entsprechen somit Investitionen von über einer halben Milliarde Franken. Solche Vorhaben werden faktisch nur mit gesicherten Ankerkunden, welche einen substanziellen Teil der Fläche bzw. der Anschlussleistung mieten, realisiert. Gleichzeitig beträgt die Planungs- und Bauzeit in der Regel drei bis fünf Jahre, insbesondere, wenn neue Umspannwerke errichtet werden müssen. Selbst nach Fertigstellung erfolgt die Auslastung schrittweise, und typischerweise werden nur etwa 60 bis 70 Prozent der Nennkapazität genutzt. Vor diesem Hintergrund erscheinen kurzfristige Verdopplungsszenarien des Stromverbrauchs als wenig realistisch.

Mehrere Interviewpartner äussern zudem die Einschätzung, dass mittelfristig das Angebot sogar die effektive Nachfrage übersteigen könnte, insbesondere wenn das KI bedingte Wachstum weniger stark ausfällt als medial erwartet wird. Insgesamt wird die aktuelle Phase eher als eine Phase der Konsolidierung anstelle des Anfang eines neuen Goldrauschs beschrieben.

Schweizer RZ Binnenmarkt: Ein weiterer gemeinsamer Nenner ist die Einordnung der Schweiz als primär binnenmarktgetriebener Standort. Die Rechenzentren in der Schweiz dienen in erster Linie der Versorgung des Schweizer Marktes. Im Unterschied zu Frankfurt, Paris oder London wird die Schweiz nicht als paneuropäischer Hub gesehen. Die Marktgrösse, neun Millionen Einwohner, setze natürliche Grenzen. Zwar wird die politische Stabilität, Innovationskraft und Datensouveränität als Standortvorteil betont, doch diese Faktoren führen nicht automatisch zu einem massiven internationalen Zufluss von KI-Trainingsworkloads.

KI in der Neo Cloud: Im Sinne eines Ausblicks auf künftige Trends wurde durch einen RZ-Vertreter das Konzept der Neo-Cloud genannt. Dieses wird international diskutiert und bereits vereinzelt angeboten. Bei Neo-Clouds handelt es sich um Unternehmen, die KI spezifische Infrastruktur und Dienstleistungen anbieten. Im Vordergrund stehen dabei GPUs, die hauptsächlich von KI-Modellen benötigt werden. Die Neo-Clouds spezialisieren sich auf GPU-Hosting, was sie effizienter und preiswerter als normale Hyperscaler macht (Tairyh & Delp, 2025).

Für die Schweiz wird ihre heutige Bedeutung jedoch als noch sehr gering eingeschätzt. Internationale Neo-Cloud-Anbieter sind gemäss den Interviews bisher nicht im Schweizer Markt präsent; lokale Anbieter experimentieren zwar mit KI, Inference und ersten GPU-Deployments, dies bewegt sich aber im Vergleich zu grossen internationalen KI-Trainingsinfrastrukturen nur in einem relativ geringen Leistungsbereich einzelner Megawatt. Aufgrund hoher Kosten, begrenzter Skalierbarkeit und attraktiverer Alternativstandorte wird die Schweiz nicht als naheliegender Standort für grossflächige Neo-Cloud- oder KI-Trainingsinfrastruktur gesehen. Relevant könnten solche Angebote allerdings dort werden, wo KI-Anwendungen aus Gründen der Datensouveränität oder Regulierung in der Schweiz betrieben werden sollen oder müssen.

Zusammenfassung: Insgesamt entsteht aus den Interviews mit Betreibern von Cloud- und Hyperscaler-RZ ein eher konservatives, bodenständiges Bild: Die Schweizer Rechenzentrumslandschaft wächst weiter, jedoch moderater als vielfach angenommen. Die grossen Wachstumsschübe der Cloud-Einführung liegen zu einem grossen Teil hinter uns. KI führt in der Schweiz nicht zu einem grundlegenden Strukturbruch, sondern verstärkt bestehende Trends und eröffnet auf der Kunden- und Anwendungsseite neue Möglichkeiten. Die künftige Entwicklung wird eher durch Themen wie Datensouveränität, KI-Inference-Anwendungen und reale Marktnachfrage bestimmt, die für den Stromverbrauch in den nächsten Jahren entscheidender ist als die Ausdehnung des RZ-Angebots.

Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber

Die Interviews mit Vertretern von Verteil- und Übertragungsnetzbetreibern sowie einzelnen Rechenzentrumsbetreibern aus dem Bereich Energiewirtschaft zeichnen insgesamt ein konsistentes, aber differenziertes Bild der aktuellen Entwicklung.

Hohe Dynamik seit drei bis vier Jahren: Übereinstimmend wird berichtet, dass sich die Dynamik in den letzten drei bis vier Jahren deutlich verändert hat. Während früher nur vereinzelt Anschlussanfragen eingingen, teilweise eher als unverbindliche Standortabklärungen, ist heute eine stark gestiegene Zahl von informellen Anfragen und konkreten Netzanschlussgesuchen zu verzeichnen. Typische Projektgrössen liegen mittlerweile im Bereich von 20 bis 60 Megawatt, zunehmend treten auch Vorhaben mit 100 Megawatt oder

mehr auf. Gleichzeitig bleibt die Realisierungsquote im Verhältnis zu den Anfragen vergleichsweise gering: Mehrere Interviewpartner berichten, dass auf ein tatsächlich umgesetztes Projekt zahlreiche geprüfte, aber nicht weiterverfolgte Standorte kommen. Investoren evaluieren häufig parallel mehrere Optionen und entscheiden sich erst spät für einen Standort.

Grosse Diskrepanz zwischen angefragter, vertraglicher und tatsächlicher Anschlussleistung: Ein zentrales Motiv in nahezu allen Gesprächen ist die Diskrepanz zwischen vertraglich reservierter Anschlussleistung und tatsächlich bezogener Leistung. Netzbetreiber sind verpflichtet, die zugesagte Maximalleistung jederzeit bereitzustellen, auch wenn in der Hochlaufphase eines Rechenzentrums oft nur ein geringer Teil davon effektiv genutzt wird. Mehrfach wurde geschätzt, dass aktuell nur etwa 10 bis 30 Prozent der zugesagten Leistung tatsächlich abgerufen werden. Dennoch muss das Netz auf die volle Anschlussleistung ausgelegt werden, da technologische oder marktdynamische Entwicklungen, etwa durch KI-Anwendungen, ein rasches Hochfahren der Last ermöglichen könnten. Dass häufig deutlich mehr Anschlussleistung bestellt als effektiv genutzt wird, führt aus Netzsicht zu Planungsunsicherheiten. Die strukturelle Vorsorgepflicht führt dazu, dass Netzkapazitäten blockiert werden, obwohl der reale Leistungsbedarf und damit der Energieverbrauch noch deutlich darunterliegen.

Engpässe bei Leistungsbereitstellung: Als eigentlicher Engpass wird weniger die Verfügbarkeit geeigneter Flächen gesehen, sondern vielmehr die Leistungsbereitstellung im vorgelagerten Netz. Bei Anschlussleistungen ab 20 bis 50 Megawatt sind häufig neue Unterwerke erforderlich. Hinzu kommen lange Lieferzeiten für Transformatoren von mehreren Jahren sowie komplexe und zeitintensive Bewilligungsverfahren für Leitungsprojekte. In ungünstigen Fällen können Netzausbauprojekte aufgrund von Einsprache- und Genehmigungsprozessen viele Jahre in Anspruch nehmen. Dadurch entsteht ein struktureller Zielkonflikt: Rechenzentren können in wenigen Jahren geplant und gebaut werden, während die dazugehörige Netzinfrastruktur deutlich längere Vorlaufzeiten benötigt. Auch die Zeitskala der Investition bzw. dessen Abschreibung unterscheidet sich deutlich zwischen Verteilnetz (Leitungen, Unterwerke) und RZ.

Lastprofile, variable Lasten und die Rolle Batterien: Die tatsächlichen Lastprofile sind den Netzbetreibern teilweise nur eingeschränkt bekannt, insbesondere wenn die Rechenzentren nicht direkt in ihrer Netzebene angeschlossen sind. Im Fall von stark variablen Lasten und lokalen Netzengpässen könnten Batterien zur Glättung von Lastspitzen beitragen und Systemdienstleistungen erbringen, wie Beispiele aus den USA zeigen. Solche Konstellationen kommen in der Schweiz jedoch kaum vor. Gemäss Verteilnetzbetreiber wird mit Batterien in der Regel primär ein marktorientiertes Geschäftsmodell im Bereich Regenergie verfolgt. Ihre Netzdienlichkeit ist daher nicht automatisch gegeben. Der Markt für grosse Batteriespeicher entwickle sich sehr dynamisch, in der Regel jedoch separat und unabhängig von Rechenzentren. Teilweise bewegen sich die Anschlussgesuche ebenfalls im zweistelligen oder sogar dreistelligen Megawattbereich. Aus Sicht der Netzbetreiber erhöht die Kombination grosser Punktlasten durch Rechenzentren und potenziell gleichzeitiger, aber entkoppelter Lade- oder Entladevorgänge von Batterien die Komplexität der Netzführung erheblich.

Grundsätzlich könnte die Rolle der Rechenzentren im Energiesystem bis zu einem gewissen Punkt auch eine andere sein. Ein Betreiber beschreibt die aktive Teilnahme am Regel-

energiemarkt mit Notstromaggregaten, Kälte- und Batteriespeichern. Dabei werden auch Second-Life-Batterien eingesetzt. Diese Perspektive zeigt, dass kleinere und mittlere Rechenzentren nicht nur Verbraucher, sondern potenziell auch systemdienliche Akteure im Stromnetz sein können (dieser Anwendungsfall ist bis dato allerdings eher die Ausnahme als die Regel).

Neue grosse RZ als Herausforderung für langfristige Netzplanung: Ein weiteres wiederkehrendes Thema ist die strategische Dimension für die langfristige Netzplanung. Eine Differenzierung zwischen klassischen Cloud- und Hosting-Anwendungen mit relativ konstantem Verbrauch und potenziell volatileren KI-Workloads spielen für die Netzplanung derzeit eine untergeordnete Rolle, da vertraglich immer die maximale Anschlussleistung massgeblich ist. Hierbei stellen grosse Cloud Rechenzentren eine neue Grössenordnung von Grossverbrauchern dar: Während industrielle Einzelanschlüsse früher im Bereich von 10 bis 15 Megawatt lagen, gelten heute 50 Megawatt oder mehr als typische Projektgrössen. Netzbetreiber stehen vor dem Dilemma, entweder vorsorglich grosse Reserven aufzubauen, was die Netzkosten für alle Kunden erhöht, oder erst bei konkreten Projekten zu reagieren, was aufgrund der langen Planungs- und Realisierungszeiten zu Verzögerungen führen kann.

Räumliche Verteilung innerhalb der Schweiz: Regional zeigt sich eine deutliche Clusterbildung, insbesondere im Grossraum Zürich und angrenzenden Gebieten. Gründe sind neben der vorhandenen Strominfrastruktur vor allem die hohe Konnektivität sowie die Anforderungen internationaler Cloud-Anbieter an sogenannte Availability Zones mit definierten Abständen zwischen Standorten. Andere Regionen verzeichnen zwar ebenfalls Anfragen, jedoch bislang weniger realisierte Grossprojekte. Diesbezüglich besteht die Sorge, dass die Dynamik grosser Punktlasten in nationalen Szenariorahmen und Energieperspektiven bislang nicht ausreichend abgebildet ist.

Leistungsausbau vor allem im Grossraum Zürich: In den vergangenen zwei Jahren wurden im Grossraum Zürich (Zürich-Winterthur-Westthurgau-Schaffhausen-Ostaargau-Zug) rund 600 Megawatt Anschlussleistung für Rechenzentren vertraglich zugesichert. Diese Leistung ist, unter Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren, aus Netzsicht blockiert und muss jederzeit bereitgestellt werden können, auch wenn sie bislang nur zu einem geringen Teil tatsächlich abgerufen wird. In einem etwas weiter gefassten Gebiet inkl. dem Kanton SG und dem gesamten Kanton TG bestehen im Bereich Grossbatterien weitere 400 bis 500 Megawatt zugesagte Leistung. Hier handelt es sich meist um Projekte mit 20 bis 50 Megawatt Leistung, vereinzelt auch darüber. Der Markt wird als sehr dynamisch beschrieben.

Abwärmenutzung: Schliesslich wird die Abwärmenutzung zunehmend als politisch und planerisch relevantes Thema wahrgenommen. Kantone und Gemeinden verlangen teilweise bereits heute Konzepte zur Wärmenutzung, und es wird erwartet, dass entsprechende Anforderungen regulatorisch weiter konkretisiert werden. Rechenzentren werden damit nicht nur als Bezüger elektrischer Anschlussleistung und als Stromverbraucher, sondern als potenzielle Wärmequellen im regionalen Energiesystem betrachtet.

Zusammenfassung: Insgesamt zeigen die Interviews nicht ein Bild eines kurzfristig «explodierenden» Stromverbrauchs, sondern vielmehr eine Phase intensiver Projektentwicklung mit hohen Anschlussleistungen, erheblicher Planungsunsicherheit und strukturellen Engpässen in Teilen des Netzes. Die zentrale Herausforderung liegt weniger im aktuellen

Energieverbrauch als in der Bewältigung grosser potenzieller Lastsprünge unter den Bedingungen langer Infrastrukturvorlaufzeiten und regulatorischer Rahmenbedingungen.

Server anbietende

Die Aussagen verdeutlichen, dass sich die Abschätzung des künftigen Serverenergiebedarfs zunehmend durch strukturelle Marktveränderungen erschwert. Während klassische CPU-basierte Systeme durch Effizienzgewinne, Virtualisierung und Konsolidierung über Jahre hinweg zu einer Stabilisierung des Stromverbrauchs geführt haben, verschiebt sich das Wachstum stark in Richtung GPU-basierter KI-Infrastrukturen. Verkaufszahlen traditioneller Hersteller bilden diese Entwicklung nur unzureichend ab, da Hyperscaler eigene Systeme entwickeln oder alternative Beschaffungswege nutzen.

Technisch entsteht damit eine Zweiteilung: Konventionelle Workloads bleiben energetisch vergleichsweise kontrollierbar, während KI-Training und teilweise auch Inferenz deutlich höhere Leistungsdichten und Stromaufnahmen verursachen. Bei breiter Einführung von KI-Anwendungen wird ein merklicher Anstieg des Energiebedarfs als wahrscheinlich eingeschätzt.

Leistungsdichte: Infrastrukturell wird mittelfristig eine stärkere Nutzung wasserbasierter Kühlsysteme erwartet, da steigende Leistungsdichten mit reiner Luftkühlung an Grenzen stossen. Kurzfristig dominieren jedoch weiterhin konventionelle Ansätze. Grosse Trainingscluster werden eher in Regionen mit günstigerem Strom und klimatischen Vorteilen realisiert, während die Schweiz vor allem für spezialisierte oder datensensitive Anwendungen relevant bleibt.

Einordnung der Effizienzpotenziale: Besondere Effizienzreserven werden nicht primär auf Seite der RZ-Infrastruktur, sondern im IT-Betrieb selbst gesehen. Geringe Serverauslastung, redundante Datenspeicherung und organisatorische Trägheit führen zu vermeidbarem Mehrverbrauch. Eine stärkere Transparenz und systematische Messung der Energieflüsse wird als zentrale Voraussetzung betrachtet, um das erwartete Wachstum zumindest teilweise abzufedern.

Zusammenfassung: Insgesamt entsteht das Bild eines Marktes, in dem klassische IT energetisch weitgehend optimiert ist, während KI eine neue, potenziell deutlich energieintensivere Entwicklungsphase einleitet, deren Ausmass stark von technischen und organisatorischen Effizienzfortschritten abhängt.

Planung und Consulting

Veränderungen werden diskutiert, aber Umsetzung häufig konservativ und klassisch: Die Aussagen zeichnen das Bild einer mechanisch geprägten Planungspraxis im Colocation-Bereich, die stark von Wirtschaftlichkeit, Standardisierung und Betriebssicherheit bestimmt ist. Obwohl hohe Leistungsdichten, KI-getriebene Infrastrukturveränderungen und Liquid Cooling intensiv diskutiert werden, zeigt sich in der konkreten Umsetzung eine deutlich konservativere Realität. Die Systemarchitektur bleibt klassisch: Transformator, Busbar-Verteilung auf 400 V, mechanische Kältemaschinen, Generatorabsicherung. Batteriesysteme sichern primär die IT-Last für eine relativ kurze Zeit, nicht die Kälteerzeugung. Abwärmenutzung wird planerisch berücksichtigt, häufig durch vorbereitete Schnittstellen, auch wenn konkrete Wärmeabnehmer noch nicht feststehen, was häufig der Fall ist.

Moderate Leistungsdichte bei der Planung neuer RZ: Die realisierten Projekte bewegen sich weiterhin im moderaten Leistungsbereich mit rund 9 kW pro Rack (ca. 3 kW/m²). Leistungsdichten im zweistelligen Bereich oder darüber hinaus sind derzeit nicht Standard. Entsprechend dominiert klassische Luftkühlung mit mechanischer Kälteerzeugung und optimiertem Free Cooling. Transformative Konzepte wie umfassendes Liquid Cooling oder parallele, von Beginn an mitgeplante Hochleistungskreisläufe werden zwar als Zukunftsthema wahrgenommen, spielen in der aktuellen Umsetzung jedoch noch keine zentrale Rolle.

Bedeutung von wassergekühlten RZ oder Racks: Bei der Planung der in den letzten Jahren gebauten Rechenzentren kamen bisher Leistungsdichten von kaum mehr als 10 kW pro m² zur Anwendung, die nur punktuell KI-Anwendungen mit Leistungsdichten von 20 bis 30 kW ermöglichen (z.B. einigen wenige Racks pro Raumeinheit). Die kürzlich gebauten RZ werden luftgekühlt und Wasserkühlung wird erst (teilweise) vorbereitet (z.B. in Steigzonen), aber die Räume werden nicht damit ausgestattet.

Zielkonflikte: Ein zentrales Spannungsfeld besteht zwischen Redundanzanforderungen, Vermietbarkeit und Nachhaltigkeit. Technikflächen konkurrieren direkt mit vermietbarer Whitehall-Fläche. Zusätzliche Reserven, Wasservorräte oder hybride Systeme erhöhen Flächen- und Investitionsbedarf, was aus Nachhaltigkeitsperspektive ambivalent erscheint. Die Energieeffizienz bewegt sich im marktüblichen Bereich mit PUE-Zielwerten zwischen 1.2 und 1.3; weitergehende Optimierungen sind technisch möglich, stossen jedoch an wirtschaftliche Grenzen.

Zusammenfassung: Insgesamt zeigt sich ein Bild eines evolutionären statt disruptiven Wandels. Die technische Entwicklung erfolgt schrittweise und orientiert sich an realer Nachfrage und wirtschaftlicher Tragfähigkeit. Die aktuelle Planungspraxis bleibt konventionell optimiert, aber nicht grundlegend transformiert.

Übergreifende Zusammenfassung aller Interviews aller Stakeholder- und Expertengruppen

Aus den rund 25 formell durchgeführten Interviews und weiteren informellen Gesprächen mit grossen und mittleren RZ-Betreibern, Verteilnetzbetreibern, Planenden und Experten lassen sich folgende Erkenntnisse bzgl. der allgemeinen Entwicklung und spezifisch bzgl. der Rolle der KI ableiten:

- Bis dato spielen Anwendungen im Bereich KI für den Stromverbrauch der RZ in der Schweiz erst eine untergeordnete Rolle. Dies gilt sowohl für die mittleren und grossen und unternehmensinternen RZ also auch für mittelgrossen RZ-Dienstleister und die grössten, am Markt tätigen RZ-Dienstleister. Die Befragten geben an, dass punktuelle und in der Regel zeitlich begrenzte Versuche getätigt werden, z.B. von internen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen. Sie geben auch an, dass das Thema KI und leistungsstarke Server künftige eine stärkere Rolle spielen könnte, erwarten jedoch keine durchschlagende Dominanz.
- Wie allgemein bei der Berechnung des Stromverbrauchs ist auch bei der Beurteilung der Rolle der KI zwischen verschiedenen Segmenten zu unterscheiden:
 - Grosse Hyperscaler-Dienstleister (als Teil des Segments Alpha) bieten ihren RZ-Dienstleistungen u.a. den grossen internationalen Hyperscalern und SaaS-Anbietern

wie Microsoft, AWS, Open AI, Google, SAP, Oracle an. Diese wiederum bieten ihre Dienstleistungen vornehmlich den Schweizer Kunden gemäss deren Bedürfnisse an. Gemäss deren übereinstimmenden Einschätzungen werden in der Schweiz keine grossen KI-Modelle trainiert (was international in sehr grossen RZ von mehreren tausend m² Fläche und mehreren hundert MW elektrischer Anschlussleistung stattfindet). Begründet wird dies durch vier wesentliche Faktoren: vergleichsweise hohe Strompreise, begrenzte Kapazitäten an geeigneten Grundstücken (Grösse, Stromversorgung, Internetanbindung), Zeitbedarf bei Bewilligungen, Bereitstellung der Stromversorgung und Bau sowie hohes Kostenniveau im Allgemeinen. Die Hyperscaler-Anbieter und ihre Dienstleister erachten die Bedingungen für das Trainieren grosser LLM in der Schweiz im Vergleich zu anderen Ländern in Europa als zu wenig attraktiv (zu hohe Stromnetzentgelte, zu lange Umsetzungszeiten). Umgekehrt spielen Schweiz spezifische Vorteile beim Trainieren von grossen KI-Modellen keine wesentliche Rolle. Stattdessen ist in der Schweiz v.a. die Anwendung von KI-Modellen und ggf. das Nachtrainieren oder das Entwickeln von branchenspezifischen, kleineren Modellen relevant. Hierbei kann es sich auch um (wissenschaftliche) Simulationen oder das Auswerten von externen Daten im Bereich Finanzwesen oder von internen Daten handeln, letzteres mit Verweis auf Datenschutzaspekte. KI wird aus diesen Gründen bis jetzt eher zurückhaltend eingesetzt. Der Grossteil der neuen oder sich im Bau befindlichen RZ dient allerdings nicht der KI oder anderen energieintensiven Servern, sondern ist auf die Verlagerung der IT in die Cloud zurückzuführen.

- Die mittleren und kleinen Colocation Rechenzentren (ebenfalls Teil des Segments Alpha), die ab ca. 2005 sukzessiv geplant, gebaut und erweitert wurden, weisen in der Regel eine Grösse von weniger 5000 m² auf (selten bis 10'000 m²) und sind damit für grosse Hyperscaler im Allgemeinen und für das Trainieren von grossen KI-Modellen im Speziellen zu wenig attraktiv. Stattdessen bieten solche mittleren und kleinen RZ ihre Dienstleistungen kleinen, mittleren und auch grossen privatwirtschaftlichen und öffentlichen Unternehmen sowie Privaten an. Wie oben erwähnt, spielen KI-Anwendungen erst eine untergeordnete Rolle. Hauptangebote sind klassische RZ-Dienstleistungen wie das Bereitstellen von sog. RZ-Infrastruktur (Raum, Stromversorgung, Kühlung), das Bereitstellen von managed Servern oder das Bereitstellen von Cloud-Dienstleistungen (Rechenleistung und Speicher).
- Unternehmensinterne Rechenzentren: Die Darstellung der noch untergeordneten Bedeutung der KI wird aus deren Perspektive bestätigt, namentlich mit Verweis auf mangelndes Vertrauen, sensible Daten (wie z.B. Kundendaten, firmeninterne Entwicklungen) den Anbietern von grossen KI-Modellen zur Verfügung zu stellen. Auch aus diesem Grund verfolgen grosse Unternehmen im Bereich Finanz und Pharma eine hybride Strategie oder nutzen Housing-Angebote von dezidierten Colocation RZ. Hingegen äussern grössere Firmen aus den Branchen Finanz und Pharma Interesse an Innovationen mit spezifischen und damit kleineren KI-Modellen, welche in sog. «soveräner» und vertrauensvoller Umgebung laufen. Das KI-Modell Apertus des ETH-Bereichs, das frei zur Verfügung steht, könnte für solche Dienstleistungen genutzt werden.

- Die Anschaffung von KI-spezifischer Software erscheint den befragten Unternehmen in der Regel als zu kostspielig gemessen an der Anwendungsintensität und -häufigkeit und die Nutzung der verfügbaren Modelle wie ChatGPT oder Google erscheint latent risikoreich. Von Interesse wären deshalb branchenspezifische und inländische Modelle.
- Die interviewten Übertragungs- und Verteilnetzbetreibern berichten von einer stark erhöhten Anfrage nach Anschlussleistungen und davon, dass sich die Leistung pro Projekt stark vergrössert habe. Allerdings gibt es gemäss ihren Angaben grosse Unterschiede zwischen ersten, informellen Anfragen und tatsächlich vertraglich abgesicherten Anschlussleistungen, die auch ein finanzielles Kommitment seitens der RZ-Entwickler bedingen. Geographisch ist bei den Grossprojekten zwischen dem Grossraum Zürich und dem Rest der Schweiz zu unterscheiden.
 - Im Grossraum Zürich, d.h. in den Versorgungsgebieten von EKZ, AEW, EWZ, Stadtwerke Winterthur etc., besteht eine grosse Differenz zwischen informellen Erstanfragen und vertraglich gesicherten Anschlussleistungen. Im Grossraum Zürich, in dem das Hauptwachstum der grossen RZ-Dienstleister stattfindet, wird von Herausforderungen, die erforderlichen Anschlussleistungen, die in der Summe einige wenige hundert MW umfassen, zur Verfügung zu stellen, berichtet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass seit ein, zwei Jahren auch Anfragen von grossen Batterieprojekten, welche netzdienlich eingesetzt werden sollen, markante Anschlussleistungen anfragen; diese können je nach Übertragungsnetzbetreiber eine ähnliche Grössenordnung wie die RZ-Anfragen erreichen.
 - Für den Rest der Schweiz geben Übertragungsnetzbetreiber und Verteilnetzbetreiber an, dass das RZ-Thema entweder nicht relevant sei oder dass trotz zahlreicher informeller Anfragen sich keine vertraglich gesicherten Anschlüsse ergeben hätten.
- Das Bild, dass KI für RZ in der Schweiz auch in naher Zukunft nicht der dominierende Treiber sein wird, bestätigen auch Aussagen von Planern oder öffentlich verfügbare Kennwerte der grossen RZ-Dienstleister. Die mittlere Energiedichte von Neubauten bewegt sich eher bei 3 kW/m² bzw. rund 10 kW pro Rack und die Möglichkeit von Leistungsdichten von 30 bis 40 kW pro Rack, welche luftgekühlte Konzepte bieten könnten, werden kaum bzw. nur punktuell in Anspruch genommen. Konzepte mit Wasserkühlung spielen auch in neuen Projekten noch eine untergeordnete Rolle; berichtet wird von ersten Ansätzen mit wassergekühlten Cooling doors und ggf. werden RZ auf eine solche Nutzung vorbereitet, beispielsweise mit der Installation von entsprechenden Steigzonen.

Die relative Rolle der KI lässt sich auch quantitativ illustrieren: Gemäss CSCS ist die Leistung von ALPS bis auf 24 MW ausbaubar. Dies ist im Vergleich zu den Leistungen von mehreren dutzend MW, die den grössten RZ-Dienstleistern zugeschrieben werden, relativ wenig.

6.2.3 Einschätzung der online befragten RZ-Unternehmen

Weitere Hinweise darauf, welche Rolle KI im momentanen Markt spielt, kann durch einige Fragen der Umfrage näher beleuchtet werden. Aufgrund der Fragebogenlogik (siehe Kap. 10.5.1) ist die Anzahl der Antworten jedoch bei einigen Fragen gering. Da es sich bei diesen Fragen nicht um obligatorische Fragen handelt, variiert die Anzahl der Antworten von Frage

zu Frage. Im Segment Gamma ist die Anzahl Antworten so klein, dass es z.T. nicht berücksichtigt wurde.

Für die meisten der befragten Unternehmen ist KI momentan noch nicht Teil ihres eigenen Dienstleistungsangebots. Vier der 21 Unternehmen trainieren in ihren RZ eigene KI-Modelle oder LLMs (siehe Tabelle 34). Bei der Interpretation dieses Ergebnisses ist die geringe Anzahl Antwortender und der damit verbundene Self-selection bias, der möglicherweise hoch ist, zu beachten. Dies gilt auch für weitere Auswertungen in diesem Kapitel.

Tabelle 34: Anzahl der Antworten pro Segment bezüglich des Angebots von IT-Dienstleistungen im Bereich der KI (Frage 30)

Energieintensive Server bereits in Betrieb	Segment Alpha: Anzahl Unternehmen	Segment Beta: Anzahl Unternehmen
Ja, inkl. KI-Training (z.B. LLMs)	2	2
Ja, nur Nutzung externer KI-Dienste	2	3
Nein, aber andere energieintensive IT	-	1
Nein, KI nur auf Servern Dritter	-	3
Nein, KI kein Thema	2	6
Antworten pro Segment	6	15

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Jedoch gibt ein Grossteil der Unternehmen an, dass auf ihrer Infrastruktur bereits KI-Server (eigene oder von Dritten) betrieben werden, dies möglich wäre oder geplant ist, die Kapazitäten dafür auszubauen. Nur 4 von 23 Unternehmen geben an, keinen Ausbau der Infrastruktur für KI-Server zu planen (siehe Tabelle 35).

Auf die Frage 31 des Teil 1, bei der gefragt wird, welcher Anteil der gesamten Nutzfläche mit Servern für KI-Anwendungen belegt ist, antworten insgesamt 10 Unternehmen (4 Alpha, 5 Beta), dass zwischen 0-20% der Nutzfläche von KI-Anwendungen belegt wird. Dies und die geringe Anzahl RZ-Unternehmen, welche diese Frage beantwortet haben, deutet darauf hin, dass energieintensive Server im Allgemeinen und KI-Anwendungen in der Schweiz noch keine grosse Bedeutung haben.

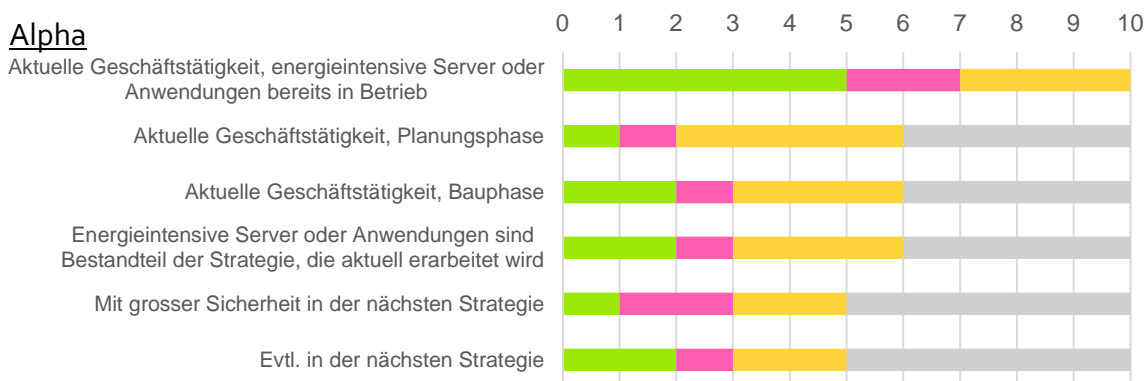
Tabelle 35: Anzahl der Antworten pro Segment nach Eignung ihrer RZ-Infrastruktur für den Betrieb von KI oder andere High-Density-Server (siehe Frage 32)

Infrastruktur für KI-/High-Density-Server	Segment Alpha: Anzahl Unternehmen	Segment Beta: Anzahl Unternehmen
Ja, auf unserer Infrastruktur werden KI-Server betrieben.	8	3
Ja, die Leistungsdichten sind geeignet, aber kein Betrieb von KI-Servern	1	4
Nein, derzeit nicht. Ausbau der Infrastruktur ist vorgesehen bzw. geplant.	1	2
Nein, derzeit nicht, Ausbau der Infrastruktur wäre möglich, aber nicht geplant.	1	3
Antworten pro Segment	11	12

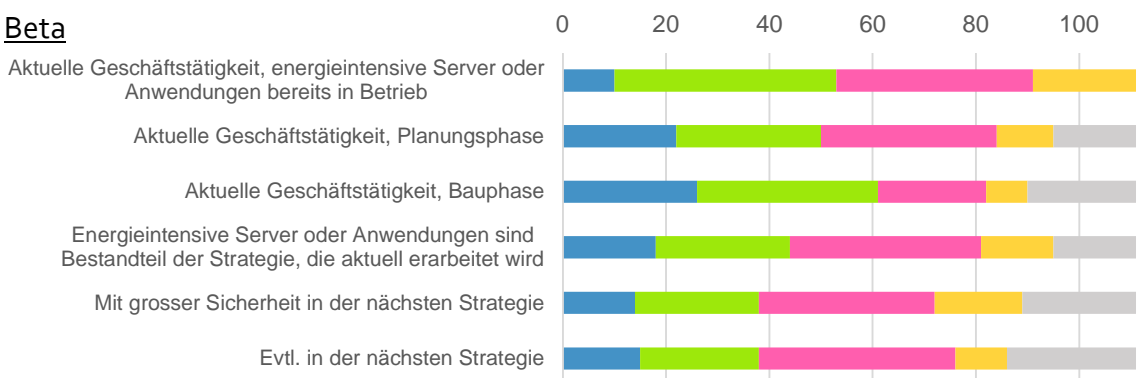
Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Wird lediglich die Energieintensität der Geschäftstätigkeiten der RZ betrachtet, lässt sich feststellen, dass bereits viele energieintensive Server und Anwendungen für die meisten Unternehmen in allen Segmenten eine (sehr grosse) Rolle spielen. Sei dies in der aktuellen Geschäftstätigkeit oder in der Strategie für die nächsten Jahre. Weniger Unternehmen geben an, dass energieintensive Server oder Anwendungen keine Rolle spielen. Nach Angaben der Befragten spielt die Planung und der Bau von zusätzlicher Infrastruktur für etwa die Hälfte der Unternehmen eine Rolle.

Alpha



Beta



Gamma

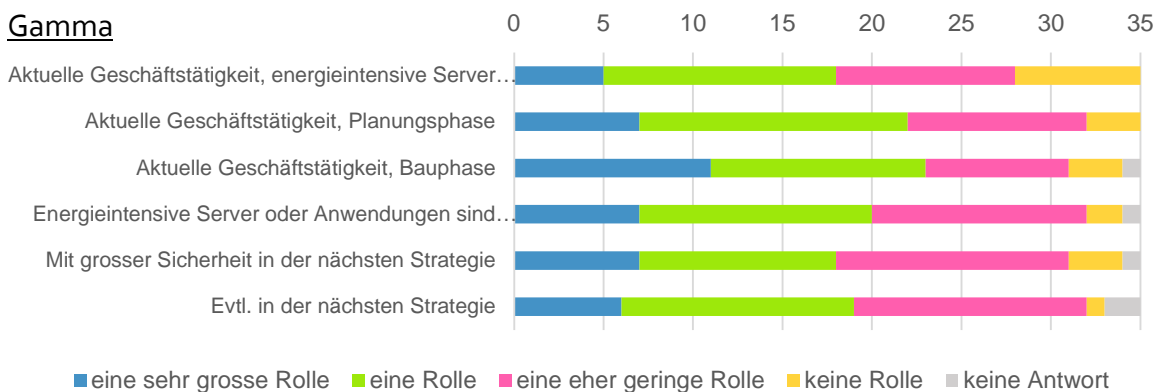


Abbildung 43 Zukünftige Rolle von verschiedenen energieintensiven Servern oder Anwendungen gemäss den Antworten der Unternehmen pro Segment. Insgesamt haben 10 Unternehmen des Segments Alpha, 111 des Segments Beta und 35 des Segments Gamma diese Frage beantwortet (siehe Frage 33, Kapitel 10.5.2)

6.2.4 Fazit zur bisherigen Rolle der KI in RZ in der Schweiz

Die bisherige Rolle der KI in Rechenzentren in der Schweiz wird in der Online-Erhebung und in den Experteninterviews durch die befragten Experten und v.a. Stakeholder relativ ähnlich eingeschätzt, d.h. es gibt wenig Divergenz zwischen den Befragten: Die KI spielt in den Rechenzentren in der Schweiz bis dato (Ende 2025, Anfang 2026) noch keine bedeutende Rolle.

RZ in der Schweiz dienen in erster Instanz dem heimischen Markt und das Trainieren von grossen KI-Modellen findet nicht in der Schweiz statt. Der in den letzten Jahren beobachtete Anstieg des Stromverbrauchs und der Bau von neuen Rechenzentren ist vor allem auf die Verlagerung von on-premise Rechenzentren zu Cloud Anwendungen zurückzuführen. Künftig könnten hochwertige, spezialisierte Workloads, inference-nahe Anwendungen, sensible Daten (Finanzen, Pharma, Verwaltung), Forschungsanwendungen (z.B. Simulationen) eine grössere Rolle spielen.

7

Künftige Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren in der Schweiz

7.1 Ausblick gemäss Angaben der RZ-Betreiber

Die befragten RZ-Unternehmen wurden gebeten, eine Einschätzung über die künftige Entwicklung abzugeben, namentlich zur Fläche, zur Leistung und zum Stromverbrauch, den sie in ihren RZ, in den nächsten vier Jahren erwarten.

7.1.1 Flächenentwicklung

Zunächst wurden die RZ-Unternehmen gefragt, ob sie planen in den nächsten 3 bis 5 Jahren, die Anzahl der RZ-Standorte in der Schweiz zu verändern. Wie in Abbildung 44 abgebildet, hat die grosse Mehrheit der Unternehmen keine Projekte zur Veränderung der Standorte geplant.

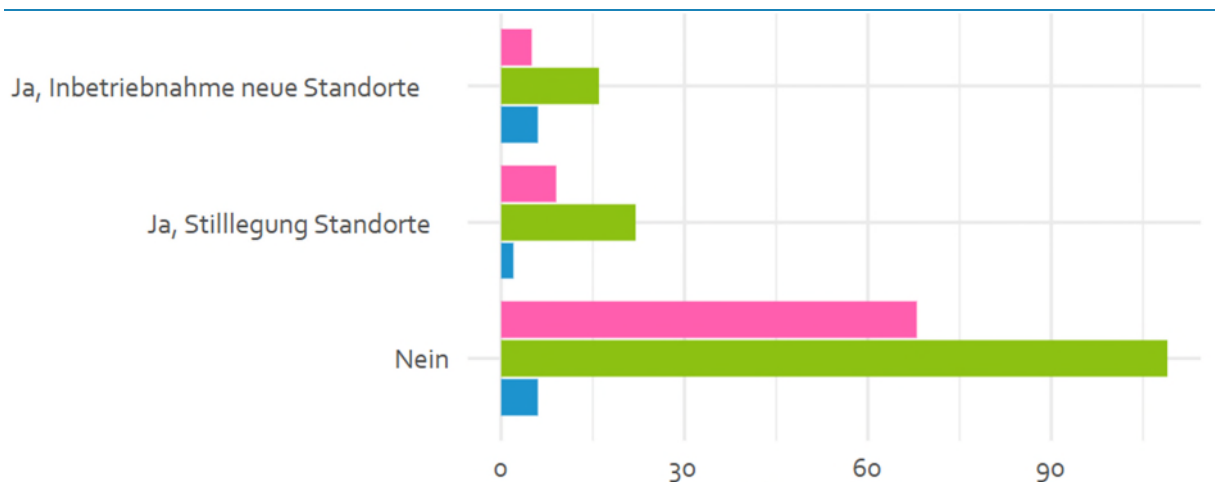


Abbildung 44: Anzahl Unternehmen, die eine Veränderung ihrer Anzahl der Standorte planen. Totale Antworten: Ja, Inbetriebnahme = 27, Ja, Stilllegung = 33 und Nein = 183. (Frage 19, Teil1)

Quelle: TEP Energy (dieses Projekt)

Die Grösse der geplanten Projekte, gemessen an ihrer Fläche, hängt deutlich vom Segment ab, wie Tabelle 36 zeigt. Beim Segment Alpha sind die neu geplanten Flächen in der Regel über 1000 m², der Median liegt bei 2'500 m² und das grösste Projekt weist über 10'000 m² auf. Über ein solch grosses Projekt wird beim Segment Beta nicht berichtet und der Median liegt bei nur 100 m² (8 Angaben sind unter und 8 über diesem Wert). Das Segment Gamma weist denselben Median auf und alle Projekte liegen unter 1000 m².

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist in zweierlei Hinsicht die Anzahl Antworten zu berücksichtigen, nämlich hinsichtlich möglichem Self-selection bias und inhaltlich.

Self selection bias: Unternehmen ohne Ausbaupläne beantworten die Frage nicht oder

weniger häufig. Zudem wird Unternehmen, die in einer vorangehenden Frage angegeben haben, keine Veränderung der Standorte zu planen, die entsprechende Frage zur neuen Fläche nicht angezeigt. D.h. die Angaben der Tabelle 36 können nicht direkt hochgerechnet werden.

Inhaltlich: Eine geringe Anzahl Antworten ist ein Hinweis auf eine geringe Bedeutung von Ausbauplänen.

Tabelle 36: Verteilung der antwortenden RZ auf die geplante neue Fläche (Frage 21, Teil 1)

Geplante neue Fläche [m ²]	Segment Alpha: Anzahl Unternehmen	Segment Beta: Anzahl Unternehmen	Segment Gamma: Anzahl Unternehmen
0-50	0	4	2
50-100	0	4	1
100-1000	1	5	2
1000-2500	2	2	0
2500-10'000	2	1	0
>10'000	1	0	0
Anzahl Unternehmen pro Segment	6	16	5

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

7.1.2 Entwicklung der elektrischen Leistung

Die elektrische Leistung ist ein sehr wichtiger Indikator, wenn es sich um die Beurteilung der möglichen Entwicklung des künftigen Stromverbrauchs handelt, auch wenn zu betonen ist, dass nicht direkt auf den Stromverbrauch geschlossen werden darf (siehe Kap 7.4).

Gemäss (Cushman & Wakefield, 2024) waren im Vergleich zum Stand 2023 weitere 40 MW im Bau und zudem 108 MW in Planung. Wenn alle geplanten Projekte in diesem Umfang realisiert würden, ergäbe dies in etwa eine Verdoppelung der Leistung im Vergleich zu ihrer Einschätzung zum Stand 2023 (siehe Kap. 3.2).

Gemäss Auskunft der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber waren Anfang 2026 gut 600 MW an zusätzlicher Anschlussleistung vertraglich gesichert. Diese Grösse beinhaltet die gesamte Leistung (IT + Infrastruktur) sowie Ausbau und Planungsreserven der RZ-Unternehmen.

7.1.3 Entwicklung des Stromverbrauchs

Die Mehrheit der RZ, welche die Frage beantwortet hat, erwartet in den nächsten vier Jahren eine Steigerung des Stromverbrauchs. Am häufigsten genannt wird eine Steigerung von 10% bis 20% (Segment Beta) bzw. von 10% bis 40% (Segment Alpha).

In absoluten Zahlen erwarten 11 der 17 Unternehmen des Segments Alpha und 13 der 119 Unternehmen des Segments Beta einen Stromverbrauch in den grössten drei Kategorien.

Davon erwarten 6 Unternehmen einen Stromverbrauch zwischen 10 – 30 GWh. 30% erwarten sogar einen Verbrauch von mehr als 30 GWh, siehe Abbildung 45. Bei den Segmenten Beta und Gamma hingegen bleiben 90% bzw. alle Unternehmen unter einem Jahresverbrauch von 10 GWh. Beim Segment Gamma sind rund 30% unter dem Schwellenwert von 200'000 kWh (0.2 GWh).

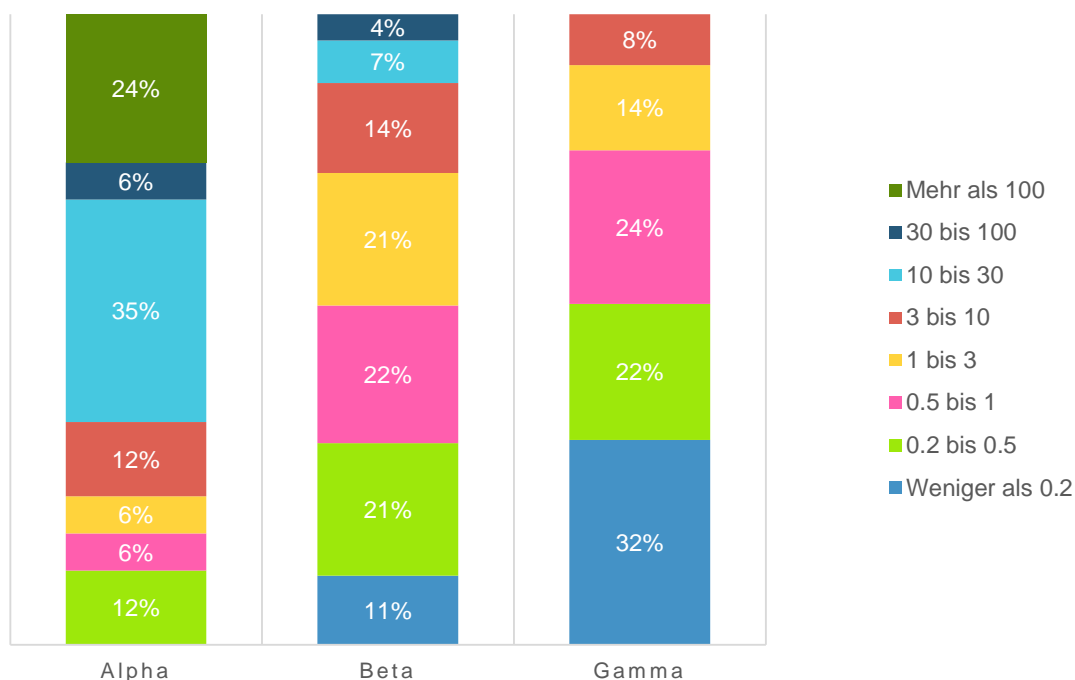


Abbildung 45: Zukünftig erwarteter Stromverbrauch: Anteil Unternehmen nach Verbrauchsklasse, in GWh Antworten pro Segment: Alpha = 17, Beta = 119, Gamma = 37. (Frage 27, Teil 1)

Quelle: TEP Energy (dieses Projekt)

Für die weitere Auswertung werden nur Angaben von RZ verwendet, welche sowohl den aktuellen als auch den künftigen Verbrauch angeben (dies sind etwas weniger Unternehmen, als diejenigen, die Werte zum Jahr 2024 angeben).

Die mögliche Entwicklung des Stromverbrauchs in den nächsten vier Jahren ab 2024 bzw. ab 2025 unterscheidet sich stark zwischen den Segmenten. Während die grossen kommerziellen RZ-Dienstleister angeben, dass sich ihr Stromverbrauch ungefähr verdoppelt (+106%), ergibt die Auswertung der Befragung der beiden übrigen RZ des Segments Alpha einen Anstieg um knapp zwei Drittel. Bei den Teilsegmenten von Beta wird mit einer Ausnahme ein Zuwachs erwartet, der zwischen knapp 20% und 35% liegt, siehe Abbildung 46. Die Ausnahme im Segment Beta betrifft die grossen unternehmensinternen RZ, die von einem Rückgang von 10% ausgehen. Rückläufig wird auch die Entwicklung bei den Unternehmen des Segments Gamma gesehen.

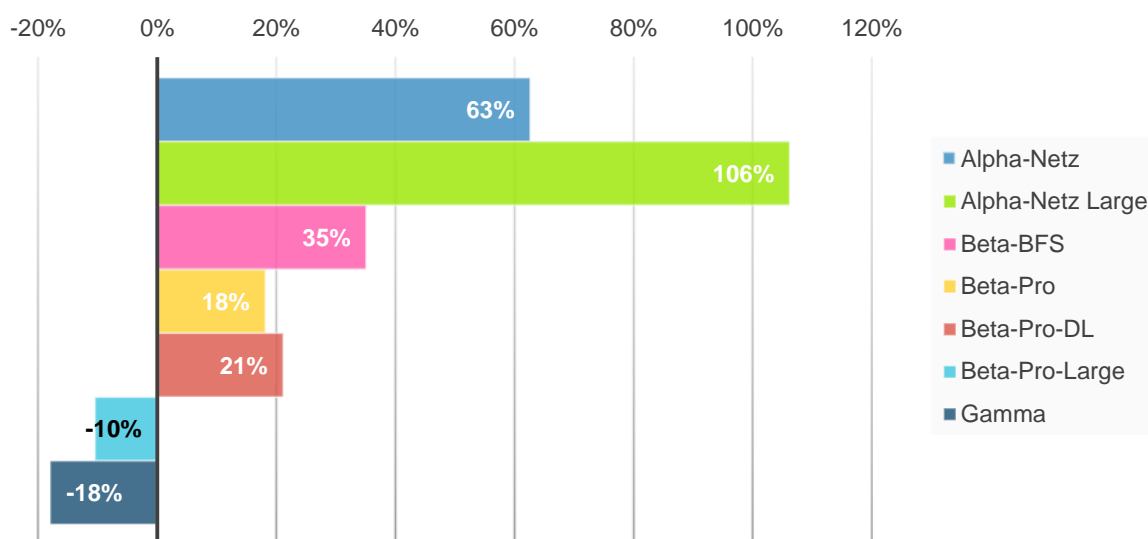


Abbildung 46: Auswertung der von den Befragten erwarteten Entwicklung des Stromverbrauchs von RZ, pro Teilsegment (Antwortstichprobe).

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Im Segment Alpha ist gemäss Auswertung der gemachten Angaben ein Stromverbrauch von rund 990 GWh (knapp 1 TWh) zu erwarten, siehe Tabelle 37 mit den Ergebnissen zur Antwortstichprobe. Bei den beiden übrigen Segmenten resultiert eine ungefähr konstante bis leicht sinkende Entwicklung. Über die gesamte Antwortstichprobe resultiert eine Zunahme von gut 50%.

Tabelle 37: Aus der Antwortstichprobe: momentaner und zukünftiger Stromverbrauch in GWh nach Segment

	2024	2029	Differenz %
Alpha	490	992	103%
Beta	484	525	8%
Gamma	35	32	-7%
Total	1008	1549	54%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

7.2 Künftiger Stromverbrauch der RZ: Hochrechnungsstichprobe und gesamte Schweiz

Auf Ebene der Hochrechnungsstichprobe resultiert insgesamt ein Anstieg des Stromverbrauchs von 31%. Hierbei entwickeln sich die verschiedenen Segmente deutlich unterschiedlich, siehe Tabelle 38 und Tabelle 48 im Anhang. Auffällig ist insbesondere das starke

Wachstum im Segment Alpha large mit +98% (Tabelle 48). Demgegenüber bleibt das Segment Beta ungefähr konstant (+4%) und das Segment Gamma weist einen Rückgang auf.

Tabelle 38: Ebene Hochrechnungsstichprobe: Ausblick auf den Stromverbrauch pro Segment, in GWh (nur RZ mit Angaben zu 2024 und 2029, Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt)

	2024 GWh	Um 2029 GWh	Differenz %
Alpha	606	1170	93%
Beta	995	1'038	4%
Gamma	237	206	-13%
Total	1'838	2'413	31%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

Hochgerechnet auf die Schweiz ist die Zunahme jeweils ein wenig geringer als bei der Antwortstichprobe (vgl. Tabelle 39 mit Tabelle 37). Grund: die Antwortbereitschaft war bei den grossen und energieintensiven RZ höher als bei den kleinen. Über alle Segmente zusammengekommen resultiert für die Schweiz als Ganzes eine Zunahme von gut 40%, womit der Stromverbrauch der RZ im Jahr 2029 bei rund 3 TWh liegen dürfte. Sehr grosse Einzelprojekte von RZ-Unternehmen, welche sich an der Erhebung nicht beteiligten oder die neu in der Schweiz aktiv werden könnten, sind in diesem Wert nicht inkludiert.

Tabelle 39: Ebene gesamte Schweiz: Ausblick auf den Stromverbrauch, in GWh

	2024 GWh	Um 2029 GWh	Differenz %
Alpha	910	1757	+93%
Beta	1'109	1'156	4%
Gamma	63	55	-13%
Total	2'082	2'968	+43%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

7.3 Einschätzungen zu Spannbreiten der möglichen Entwicklung des Stromverbrauchs

Die künftige Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren in der Schweiz ist mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Darauf wird nachfolgend qualitativ und quantitativ näher eingegangen.

Betrachtungsgrößen zur Abschätzung der künftigen Entwicklungen im Bereich RZ und Gründe für Überschätzungen

Die in den letzten Monaten und Jahren publik gewordenen Abschätzungen oder Analogieschlüsse zum Stromverbrauch von Rechenzentren in der Schweiz basieren explizit, implizit oder indirekt auf verschiedenen Ansätzen. In vielen Fällen werden Annahmen und Prämissen nicht transparent gemacht, was eine Interpretation erschwert. Zudem werden häufig unrealistische Annahmen getroffen, z.B. was die Volllaststunden oder die künftige Auslastung der RZ betrifft. Darum werden nachfolgend Erklärungsansätze geliefert, um die z.T. sehr stark divergierenden Einschätzungen von verschiedenen Seiten besser einordnen zu können.

Es wird auf verschiedene ökonomische und technische Treiber abgestützt, z.B. auf Investitionsvolumina oder auf die elektrische Leistung. Von diesen Treibern, die z.T. auf übergeordneter Ebene angesiedelt sind, braucht es mehrere Schritte bis zum angepeilten Ergebnis, dem Stromverbrauch, (siehe Abbildung 47). Bei jedem dieser Treiber in Abbildung 47 besteht ein Potenzial der Überschätzung, vor allem in einer ausgeprägten Wachstumsphase, in der sich die RZ derzeit befinden.

In Tabelle 40 werden für diese Treiber Beispiele genannt, wie diese die Abschätzung beeinflussen und zu möglichen Fehleinschätzungen führen können.

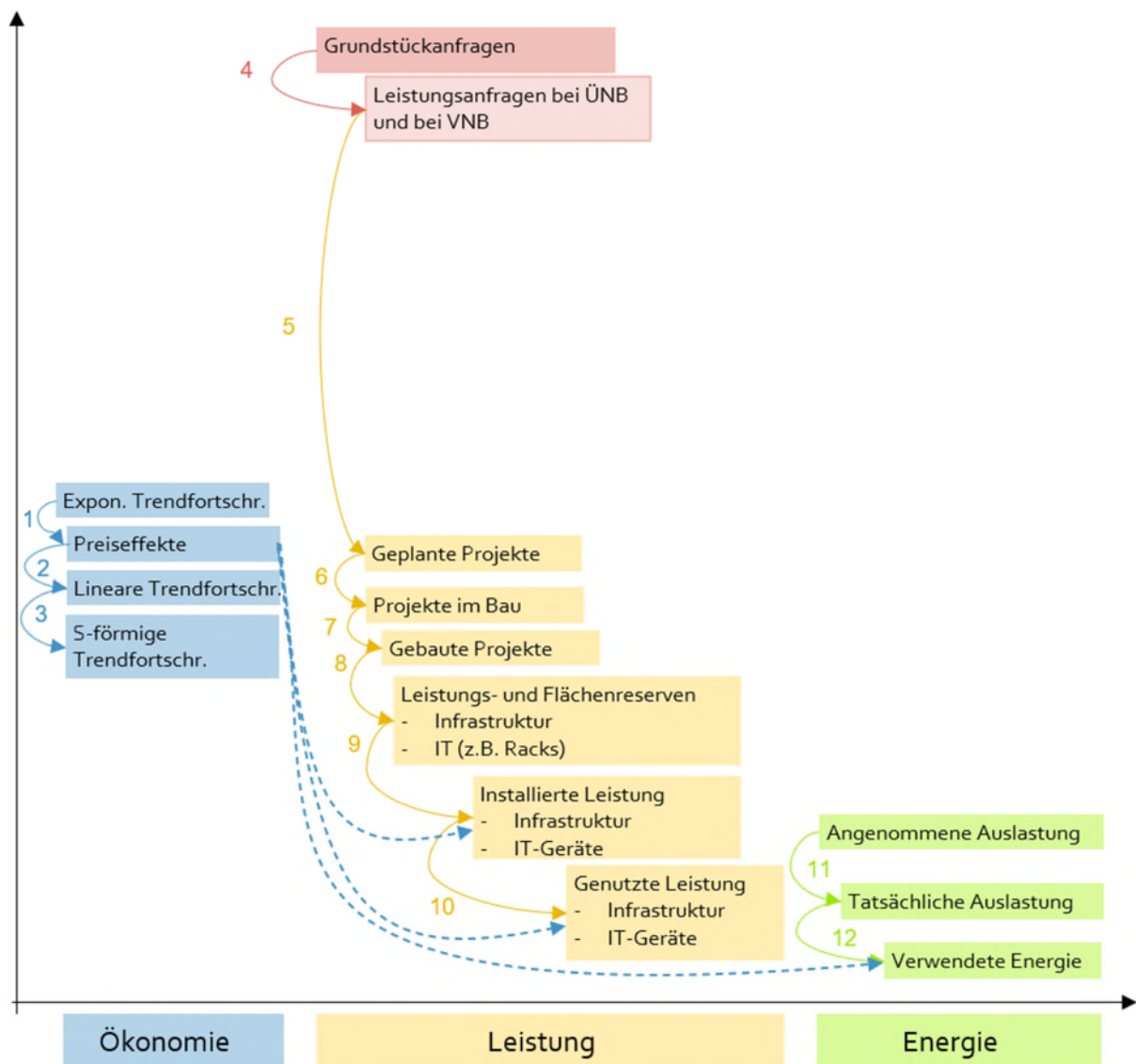


Abbildung 47: Häufig verwendete Betrachtungs- und Berechnungsgrößen zur Abschätzung der aktuellen und künftigen Entwicklungen im Bereich Rechenzentren. Qualitative Darstellung der Schritte, bei denen häufig Überschätzungen auftreten, insbesondere in einer ausgeprägten Wachstumsphase.

Quelle: TEP Energy (dieses Projekt)

Tabelle 40: Gründe und Beispiele für Überschätzungen bei der Abschätzung des künftigen Stromverbrauchs von RZ

Betrachtete Grösse	Gründe und Beispiele für Überschätzungen bei den Schritten gemäss Abbildung 47
Exponentielles Wachstum	Exponentielles Wachstum führt häufig zu Knappheiten und damit zu höheren Preisen, die nicht betrachtet werden. Wenn in dieser Art von monetären Grössen auf physische geschlossen werden, resultiert eine deutliche Überschätzung.
Preisbereinigte Mengen	In einer dynamischen Phase hat die Wahl der funktionalen Form einen hohen Einfluss und der Unterschied zw. exponentiellem und linearem oder S-förmigem Wachstum kann nach wenigen Zeitschritten sehr gross werden.
Lineare Trendfortschreibung, S-förmige Trendfortschreibung	Bei der Projektentwicklung von neuen RZ ist die Suche nach geeigneten Grundstücken und die Versorgung mit elektrischer Leistung ein wichtiger Faktor, wobei zahlreiche Möglichkeiten (zehn oder mehr) parallel vorangetrieben werden. Eine Erhebung solcher Daten kann zu grossen Überschätzungen führen.
Grundstücksanfragen und Leistungsanfragen bei ÜNB und VNB	Unter Umständen werden nicht alle geplanten Projekte auch gebaut. Dies kann sich u.U. erst in der Zukunft zeigen.
Geplante Projekte	Zwischen Bau und der vollständigen Inbetriebnahme der geplanten Kapazitäten kann es zu zeitlichen Verzögerungen von mehreren Jahren kommen.
Projekte im Bau	Es ist bis zu einem gewissen Grad rational, Leistungs- und Flächenreserven einzuplanen. Dies sollte bei der Abschätzung der künftigen Entwicklung des Stromverbrauchs mitberücksichtigt werden.
Gebaute Projekte	Die tatsächlich installierte IT-Leistung ist tiefer als ursprünglich geplant oder vertraglich abgesichert, u.a. wegen Effizienzentwicklungen.
Leistungs- und Flächenreserven	Die genutzte Leistung ist häufig deutlich tiefer als die installierte Leistung (auf Ebene IT und Anschluss), nicht nur in der Anfangsphase nach dem Bau eines RZ, sondern generell, u.a. wegen Effizienzentwicklungen. Dies betrifft sowohl einzelne RZ als auch die Netzsicht (auch wegen Gleichzeitigkeitsfaktoren). Diese Aspekte werden oft nicht berücksichtigt. In der Tat werden häufig sehr hohe Vollaststunden zugrunde gelegt, um von der bestellten oder installierten Leistung auf den Stromverbrauch zu schliessen.
Installierte Leistung	Zwischen der in Studien und Berechnungen angenommenen Auslastung, z.B. in Form von Vollaststunden, und der tatsächlichen besteht oft eine deutliche Diskrepanz.
Genutzte Leistung	
Angenommene Auslastung	
Tatsächliche Auslastung	

Quelle: TEP Energy (dieses Projekt) basierend auf der in diesem Bericht explizit zitierten und weiterer Literatur, basierend auf den durchgeführten Gesprächen sowie auf Basis eigener Überlegungen.

Quantitative Abschätzung von Unsicherheiten

Für die Abschätzung des Vertrauensintervalls für die künftige Entwicklung ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass sich die Grundgesamtheit vergrössern (z.B. durch neue grosse RZ) oder dass disruptive Entwicklungen stattfinden könnten (z.B. IT-seitige Effizienzsprünge oder das Entstehen von sogenannte Sovereign Clouds (siehe Glossar) inkl. AI Training). Solche Unsicherheiten werden durch Szenariorechnungen berücksichtigt. Im Szenario «high» wird berücksichtigt, dass in der Schweiz ein sehr grosses RZ entsteht, das jedoch bis 2030 nur teilweise ausgelastet wird.

Die künftige Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren in der Schweiz ist mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Trotz bzw. wegen dieser Unsicherheiten investieren die oft international getragenen RZ-Unternehmen in zusätzliche Kapazitäten, auch in der Schweiz, um – laut eigenen Aussagen – bei einem Anstieg der Nachfrage bereit zu sein. Die Ausschöpfung dieser Kapazitäten könnte sich im Vergleich zu den von ihnen selbst geäusserten Erwartungen entweder verzögern oder auch beschleunigen. Dies wird bei der Abschätzung der möglichen Entwicklung im Sinne einer Sensitivitätsanalyse wie folgt berücksichtigt.

- Lower bound: Gemäss einigen befragten Experten ist die künftige Entwicklung der Kundennachfrage sehr unsicher und es könnten sich bereits Sättigungseffekte einstellen, zumal gewisse Einmaleffekte wie zum Beispiel die Migration von Software-Anwendungen in die Cloud bereits weit fortgeschritten sind. Wenn die kommerziellen RZ-Dienstleister etwas weniger stark wachsen als erwartet, z.B. bis 2030 nur +50% wie im Szenario «Headwind» (Gegenwind) des IEA Berichts «Energy and AI» statt rund 100%, ergibt sich für diese ein Verbrauch von knapp 1.4 TWh. Wenn die Segmente Beta/Gamma aufgrund von Effizienzentwicklungen leicht sinken, resultiert für diese ein Verbrauch von 1.1 TWh. Für die Schweiz als Ganzes verbrauchen die RZ dann 2.5 TWh, was 4.3% des gesamtschweizerischen Verbrauchs von 57.5 TWh des Jahres 2024 entspricht.
- Best guess: Bei einem Anstieg des Stromverbrauchs der RZ wie in Kapitel 7.2 angegeben, resultiert für Schweiz als Ganzes bis 2029 ein Verbrauch von rund 3 TWh und, ein linearer Verlauf vorausgesetzt, bis 2030 ein solcher von 3.2 TWh, was rund 5.6% von 57.5 TWh entspricht.
- Ralley 2030 beyond: Falls sich der Stromverbrauch der kommerziellen RZ-Dienstleister dynamischer entwickeln würde als von ihnen selbst erwartet (z.B., weil die im Raum stehenden Leistungen rascher und vollständiger genutzt werden), könnte ihr Wachstum höher ausfallen. Beim Treffen der folgenden Annahmen wird ein konservativer Ansatz verfolgt, um die weiter oben aufgeführten Gründe, die häufig zu Überschätzungen führen, zu berücksichtigen. Mit +150% statt +100% würde der Verbrauch auf 2.3 TWh ansteigen, möglicherweise allerdings erst nach 2030. Zusammen mit den übrigen Segmenten mit 1.2 TWh (siehe Best guess) ergäbe sich ein Total von 3.5 TWh für alle Segmente zusammen. Dies entspricht rund 6% des Endverbrauchs 2024 der Schweiz.

Bei diesen Angaben handelt es sich um Sensitivitätsbetrachtungen, deren Annahmen durch die Autoren dieser Studie getroffen wurden. D.h. sie sind nicht das Ergebnis einer vertieften Szenariobetrachtung, sondern sie dienen dem Illustrieren von möglichen Entwicklungen und deren Einordnung im Vergleich zu Angaben, die für die Schweiz und andere Länder vorliegen.

Abschliessend wird betont, dass die angegebenen Entwicklungen nicht auf weitere Zeiträume extrapoliert werden dürfen. Insbesondere ist die funktionale Form der weiteren Entwicklung unbestimmt. Nebst einer linearen oder gar konvexen Entwicklung ist auch eine S-Kurve mit einer Sättigung und einer anschliessenden flachen Entwicklung denkbar. Dies ist insbesondere dann plausibel, wenn der Anstieg der letzten und der kommenden Jahre vor allem auf den Einmaleffekt des Markteintritts der Hyperscaler zurückzuführen ist.

7.4 Plausibilisierung und Quervergleich mit anderen Schätzungen

Eine Steigerung der künftigen Stromnachfrage von rund 850 GWh (ganzes Segment Alpha) würde bei angenommenen rund 6000 Vollaststunden einer abgerufenen Leistung von ca. 140 MW entsprechen. Dies erscheint wenig im Vergleich zu derzeit laufenden Ausbau- und Neubauprojekten; gemäss den befragten Stromverteilnetzbetreibern stehen zusammengekommen einige hundert MW an Leistung im Raum. Die typischen Projektgrössen bewegen sich im Bereich von einigen 10 MW bis gegen 100 MW. Diese scheinbare Diskrepanz lässt sich wie folgt einordnen:

- Die Zahl, der bei Verteilnetzbetreibern angefragten Leistung, reduziert sich stark, wenn nur vertraglich gesicherte Leistung berücksichtigt wird und die unverbindlichen Anfragen weggelassen werden. In der Tat versuchen RZ-Projektentwickler, Standorte zu sichern und zu diesem Zweck decken sie für ein bestimmtes Projekt mehrere Standorte ab. Aus Sicht der RZ-Betreiber werden 10 oder noch mehr Standorte in die Evaluation einbezogen, um schliesslich ein Projekt zu realisieren.
- Während im Grossraum Zürich eine Auswahl von Leistungsanfragen in konkrete Projekte mündete, erachten mehrere Verteilnetzbetreibern im Mittelland (westlich vom Aargau) das Thema RZ als «nicht relevant». Bei einem Verteilnetzbetreiber in der Westschweiz gingen zwar viele Anfragen ein, aber bis Anfang 2026 wurden gemäss dessen Auskunft keine Anschlüsse vertraglich abgeschlossen. Statt neuer Projekte werden ggf. bestehende erweitert. Aufgrund der Befragungen gehen wir für die Schweiz als Ganzes von etwas mehr als 600 MW vertraglich zugesicherter Anschlussleistung für Rechenzentren aus (ohne Projekt Laufenburg).
- Teilweise bestehen Netzengpässe im übergeordneten Verteilnetz, so dass Projekt räumlich verschoben werden müssen oder längere Realisierungszeiten in Kauf genommen werden müssen (z.B. wegen Trafolieferfristen).
- Die abgerufene Leistung ist in der Regel deutlich tiefer als die installierte Leistung, vor allem in den ersten Jahren nach Inbetriebnahme der RZ. Abgesehen von Tests kann es auch bei umgesetzten Projekten mehrere Jahre dauern, bis die vertraglich vereinbarte Leistung bis zu einem gewissen Mass ausgeschöpft wird und auch bei einem Vollausbau werden gemäss Branchenvertretern selten mehr als 60 bis 70% erreicht.
- Ob die vertraglich vereinbarte Leistung überhaupt je abgefragt werden wird, ist jedoch unsicher, zumal wirtschaftlich starke Anreize fehlen, die Anschlussleistung möglichst passgenau zu planen und zu bestellen. Deshalb werden mögliche künftige Effizienzentwicklungen in der Planung vernachlässigt und stattdessen werden Reserven eingeplant.

Zusammen mit den angesprochenen Verzögerungsfaktoren könnte der Realisierungsgrad bis 2030 bei 60% bis 70% liegen.

- Die Volllaststunden sind in der Praxis deutlich tiefer als die einleitend erwähnten 6000 Volllaststunden. Die Auswertung der bei den RZ erhobenen Daten zeigt, dass insbesondere die RZ der grossen Marktdienstleister erst bei einer Auslastung von 2700 Volllaststunden liegen (bezogen auf die Leistung IT + Infrastruktur), d.h. bei 30%. Zum Vergleich: die Auslastung im Gebiet des Kantons ZH beträgt gemäss Kurzbericht des Regierungsrats des Kantons ZH von 2025 übereinstimmend ebenfalls bei rund 30%. Gemäss Angaben der ÜNB ist die Auslastung teilweise ansteigend. Weil die Leistung jedoch weiter im Ausbaustadium ist und weil Gleichzeitigkeitsfaktoren zu berücksichtigen sind, ist im Mittel nur eine begrenzte Steigerung der Volllaststunden zu erwarten; wir gehen, bezogen auf den Zubau, von 3300 Volllaststunden bis 2030 aus.

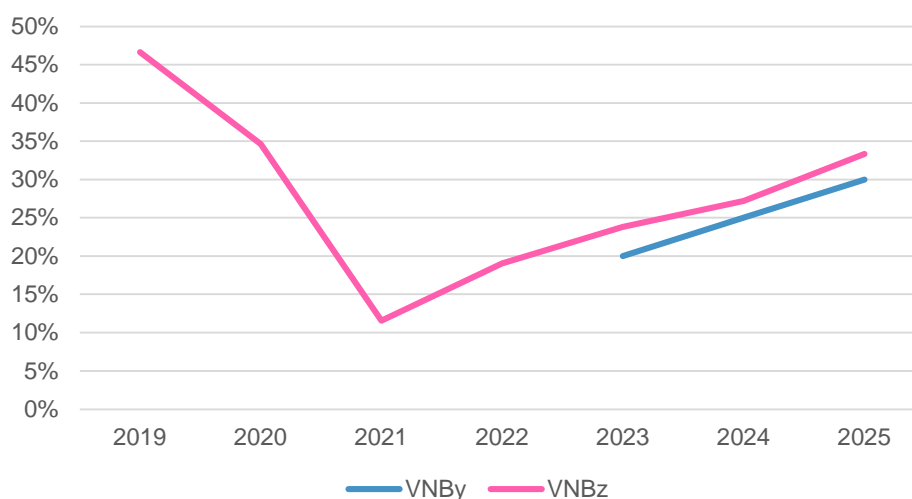


Abbildung 48: Verhältnis zwischen der Vertragsleistung und der aktuell bezogenen Leistung bei zwei Verteilnetzbetreibern über eine Zeitsdauer von 2019 bis 2025

- Auch auf der europäischen Skala ist gemäss der EUDCA-Studie von 2025 die tatsächliche IT-Leistung der Geräte deutlich geringer als die dimensionierte IT-Leistung der Geräte.

Fazit: Werden die bei den Verteilnetzbetreibern erhobenen Leistungen aufgrund der genannten Effekte um den Faktor 4 bis 4.5 reduziert, erscheinen die im vorangehenden Kap. 7.1.3 dargestellten Ergebnisse zur Entwicklung des Stromverbrauchs als durchaus plausibel.

Basierend auf diesen Überlegungen lässt sich als Fazit zudem festhalten, dass Leistungsanfragen bei Verteilnetzbetreibern höchstens grobe Hinweise für den künftigen Stromverbrauch sind und das auch nur, wenn auf vertraglich gesicherte und nicht auf die angefragte Leistungswerte abgestützt wird. Die so abgefragten Leistungswerte haben eine zu grosse Unsicherheit, um damit die künftige Entwicklung des Stromverbrauchs in RZ zu berechnen oder abzuschätzen. Leistungswerte sind jedoch sehr wichtig für die Stromnetzbetreiber, um sie zusammen mit weiteren Entwicklungen in die Netzplanung einfließen zu lassen. Jedoch sind auch hierbei die angesprochenen hohen Planungsreserven und dämpfenden Faktoren zu berücksichtigen.

8

Fazit

Die vorliegende Studie stellt die empirischen Grundlagen zum Stromverbrauch und die Effizienzpotenziale im Bereich Rechenzentren auf einen neuen Stand. Dank umfangreicher Erhebungen und breit abgestützten Gesprächen mit unterschiedlichen Perspektiven können die Entwicklungen seit der letzten Studie, die aktuelle Situation und die kurz- bis mittelfristige künftige Entwicklung fundiert dargestellt werden. Indem auch Unsicherheiten thematisiert und quantifiziert werden, lassen sich die Ergebnisse entsprechend einordnen. Im Einzelnen können folgende Ergebnisse und Erkenntnisse festgehalten werden.

Moderates Wachstum trotz starker Digitalisierung: Der Stromverbrauch der Schweizer Rechenzentren ist zwischen 2019 und 2024 um 18 % auf knapp 2,1 TWh angestiegen. Dies entspricht etwa 3.6 % des gesamten schweizerischen Stromverbrauchs. Obwohl die Digitalisierung deutlich zugenommen hat, verlief der Anstieg des Energiebedarfs weniger dynamisch als oft befürchtet, was primär durch erhebliche Effizienzsteigerungen zu erklären ist. Effizienzsteigerungen sind im Wesentlichen auf drei Gründe zurückzuführen: auf strukturelle, d.h. auf die Verlagerung von internen RZ in effizientere Colocation und Cloud RZ, auf technische, d.h. auf effizientere IT-Geräte und eine effizientere RZ-Infrastruktur durch spezifische Massnahmen zur Reduktion des PUE sowie auf betriebliche Massnahmen auf Seite IT und Infrastruktur.

Strukturelle Verlagerung in die Cloud: Es findet eine deutliche Verschiebung von unternehmensinternen Serverräumen hin zu professionellen kommerziellen Dienstleistern (Colocation und Cloud RZ) statt. Während der Verbrauch bei internen RZ aufgrund von IT-Auslagerungen stagniert oder leicht rückläufig ist, wächst das Segment der kommerziellen Anbieter stark. Im Jahr 2024 entfielen bereits 44 % des Verbrauchs auf kommerzielle Dienstleister, während 56 % noch bei dedizierten Branchenlösungen (z. B. Pharma, Finanzwesen) und internen RZ verblieben. Dies ist u.a. auf regulatorische Vorgaben und Bedenken bei der Datensicherheit zurückzuführen. Das Aufkommen von Sovereign Clouds könnte den Trend zur Auslagerung in Zukunft verstärken.

KI als (noch) vernachlässigbarer Energiefaktor: Entgegen dem globalen Trend spielt KI aus energetischer Sicht in der Schweiz derzeit eine untergeordnete Rolle. Das rechenintensive Training grosser Modelle findet kaum im Inland statt, da die Schweiz aufgrund hoher Strompreise, knapper Flächen und langsamer Prozesse dafür wenig attraktiv ist. In der Schweiz wird eher auf die Anwendung von KI (Inference) fokussiert und auf spezialisierte, datensensible Workloads, wo die Schweiz aufgrund ihrer Sicherheit und Stabilität Standortvorteile hat. Auch hier kann das Aufkommen von Sovereign Clouds für die Schweiz künftig eine stärkere Rolle spielen.

Grosses ungenutztes Effizienzpotenzial: Trotz bereits umgesetzter Massnahmen wie Free Cooling oder Warm-/Kaltgang-Einhausungen ist das relative Effizienzpotenzial mit 38 % (ca. 0.78 TWh) nach wie vor hoch. Bemerkenswert ist, dass rund drei Fünftel dieses Potenzials im Bereich der IT (z. B. Virtualisierung, Storage-Optimierung und IT-Management) liegen und nur zu zwei Fünfteln in der Gebäudeinfrastruktur. NB: in diesen Angaben und Betrachtungen nicht enthalten sind Effizienzpotenziale, welche durch KI-Anwendungen bei Haushalten und im Rest der Wirtschaft erschlossen werden könnten (siehe Kap. 3 der IEA-Studie

Energy and AI). Solche Potenziale können im Bereich von einigen % der gesamten Nachfrage der Schweiz liegen und damit grösser sein als die Effizienzpotenziale im Bereich RZ.

Ausblick bis 2030: Bis zum Jahr 2030 wird mit einem weiteren Anstieg des Stromverbrauchs auf 2.5 bis 3.2 TWh gerechnet, was einem Anteil von bis zu 5.6 % des nationalen Stromverbrauchs (Stand 2024) entspräche. In einem Hochszenario könnte der Verbrauch sogar auf 3.5 TWh steigen, was einem Plus von 70 % gegenüber heute gleichkäme. Dieser Anstieg wird massgeblich davon abhängen, wie schnell neue Kapazitäten der Hyperscaler und kommerziellen RZ-Dienstleister ausgelastet werden und inwieweit Effizienzgewinne das Wachstum dämpfen können. Ein wesentlicher Unsicherheitsfaktor für die Zukunft bleibt die Diskrepanz zwischen vertraglich gesicherter Anschlussleistung und tatsächlichem Bezug. Denn die in den letzten drei, vier Jahren zugebaute Leistung wird nur zu 10% bis 30% genutzt. Aktuell sind rund 600 MW zusätzlicher Leistung vertraglich reserviert. Wenn auch diese Leistung, wie die kürzlich zugebaute, in absehbarer Zeit nur zu 10% bis 30% genutzt wird, relativiert sich die Bedeutung dieser Leistung deutlich. Die tatsächliche Entwicklung wird also wesentlich davon abhängen, wie schnell und umfassend diese Leistung in den kommenden Jahren tatsächlich gebaut und auch abgerufen wird.

Zusammenfassend zeigt der Bericht, dass sich der Stromverbrauch von Rechenzentren zwar dynamischer entwickelt als der Rest der Nachfrage, aber mit aktuell 3.6% und künftig rund 5% bis 6% die energetische Bedeutung der RZ gesamtschweizerisch auch nicht überbewertet werden darf. Der Schlüssel zur Bewältigung des künftigen Wachstums liegt in der IT-seitigen Effizienz und der konsequenten Effizienzsteigerung der RZ-Infrastruktur inkl. Nutzung von Abwärme, um die RZ besser in das lokale Energiesystem zu integrieren. Diesbezüglich ist Augenmerk künftig von der gesamtschweizerischen Betrachtung auch stärker auf regionale Aspekte auszudehnen.

Ergänzend ist zu betonen, dass die angegebene Entwicklung zum Stromverbrauch bis 2030 nicht auf weitere Zeiträume extrapoliert werden darf. Insbesondere ist die funktionale Form der weiteren Entwicklung unbestimmt. Nebst einer linearen oder gar konvexen Entwicklung ist auch eine S-Kurve mit einer Sättigung und einer anschliessenden flachen Entwicklung denkbar. Dies ist insbesondere dann plausibel, wenn der Anstieg der letzten und der kommenden Jahre vor allem auf den Einmaleffekt des Markteintritts der Hyperscaler zurückzuführen ist.

9 Literaturverzeichnis

- 7pro solution. (2020). *Bericht RZ Trends CH : Umfrage und Erhebung der Trends bei den Rechenzentren in der Schweiz (Bau- und Ausbaupläne / Leistungen) in den nächsten 5 Jahren*. Luzern.
- Altenburger, A., Puntsagdash, G., Hauri, D., & Deininger, S. (2014). *Rechenzentren in der Schweiz – Energieeffizienz: Stromverbrauch und Effizienzpotenzial*. Amstein+Walthert, IWSB Basel i.A. Bundesamt für Energie. Basel.
- arizton. (2025, September). *Switzerland Data Center Insights By White-Floor Area, IT Load (MW), Rack Capacity on 85 Data Center Facilities Across 22 Key Regions in Switzerland*. Retrieved March 2, 2026, from <https://www.arizton.com/market-reports/Switzerland-data-center-portfolio>
- BAKOM. (2025, January 20). *Mobilfunknetz*. Retrieved February 24, 2026, from <https://www.bakom.admin.ch/de/mobilfunknetz>
- BFE. (2024, August 30). *Einladung zur Offertstellung «Rechenzentren in der Schweiz – Studie zum Stromverbrauch und Effizienzpotenzial»*. Aktenzeichen: BFE-433.2-1/6/19. BFE. Bern.
- BFS. (2021, July). *IKT-Infrastruktur 1) der Unternehmen*. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken.assetdetail.22404577.html>
- BFS. (2025a, November 25). *Unternehmen des Sektors IKT und Medien. Statistik Der Unternehmensstruktur*. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/katalog.assetdetail.32289918.html>
- BFS. (2025b, December 5). *Internetnutzung: Haushalte und Bevölkerung*. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/katalog.assetdetail.36251265.html>
- BFS. (2025c, December 5). *Nutzung generativer künstlicher Intelligenz*. Bundesamt für Statistik. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/informationsgesellschaft/gesamtindikatoren/haushalte-bevoelkerung/kunstliche-intelligenz.assetdetail.36251245.html>
- BFS. (2025d, December 5). *Online-Aktivitäten zu privaten Zwecken*. Bundesamt für Statistik. *Omnibus 2025: Erhebung Zur Internetnutzung*. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/erhebungen/omn2025.assetdetail.36277872.html>
- Bilotta, M., Rocca, R., & Alcaro, S. (2025). *Next-generation drug discovery: The AI revolution in pharmaceutical research*. *Artificial Intelligence in the Life Sciences*, 8, 100149. <https://doi.org/10.1016/j.aillsci.2025.100149>
- Bogmans, C., Gomez-Gonzalez, P., Ganpurev, G., Melina, G., Pescatori, A., & Thube, S. (2025). *Power Hungry: How AI Will Drive Energy Demand*. *IMF Working Papers*, 2025(081), 1–32. <https://doi.org/https://doi.org/10.5089/9798229007207.001>
- Bundesamt für Statistik. (2024). *Nutzung von Cloud-Diensten und des Internets der Dinge, 2019 und 2023*. Retrieved from <https://www.bfs.admin.ch/bfs/rm/home/statisticas/cultura-medias-societad-infurmaziun-sport.assetdetail.31085559.html>
- CBRE. (2021). *Data center market Switzerland*.

- CBRE. (2023). *Global Data Center Trends 2023: New technology is driving record demand but power constraints are inhibiting growth*. Retrieved from <https://mediaassets.cbre.com/-/media/project/cbre/shared-site/insights/reports/2023-report-media-folder/global-data-center-trends-2023-media-folder/global-data-center-trends.pdf?rev=3d3310b22390450fa449d0950215494d>
- CBRE. (2024a). *Global Data Center Trends 2024 Limited Power Availability Drives Rental Rate Growth Worldwide*. Retrieved from <https://www.cbre.com/insights/reports/global-data-center-trends-2024>
- CBRE. (2024b, July). *Data Center Market Switzerland : Interest for hyperscale cloud requirements remains very high in Zurich region. Data Center Market Switzerland* .
- CRU. (2025). *Large Energy Users Connection Policy*. Dublin. Retrieved from https://cruie-live-96ca64acab2247eca8a850a7e54b-5b34f62.divio-media.com/documents/CRU2025236_Large_Energy_User_connection_policy_decision_paper.pdf
- Cushman & Wakefield. (2024). *EMEA Data Centre H1 2024 Update*. Data Center Strategy. (2024, November 27). *Data Center Site Selection Guidelines: Key Factors for Success*. Retrieved April 11, 2026, from <https://datacenterss.com/data-center-site-selection-guidelines-key-factors-for-success/>
- Deloitte. (2024, March 11). *Now decides next. Are Swiss companies ready for generative AI?* Retrieved May 18, 2026, from <https://www.deloitte.com/ch/en/Industries/technology/research/are-swiss-companies-ready-for-generative-ai.html>
- Deplazes, J. (2024). *Mehr als nur Hype KI in der Praxis*. Zürich.
- EirGrid, & SONI. (2018). *All-Island Generation Capacity Statement 2018-2027*. Retrieved from https://cms.eirgrid.ie/sites/default/files/publications/Generation_Capacity_Statement_2018.pdf
- EirGrid, & SONI. (2025). *Resource Adequacy Assessment 2025–2034*. Retrieved from <https://cms.eirgrid.ie/sites/default/files/publications/AIRAA-2025-2034.pdf>
- ElCom. (2026). *Strompreis Schweiz*. Retrieved June 10, 2026, from <https://www.strompreis.elcom.admin.ch/map?tab=electricity&indicator=energyTariffs&networkLevel=NE5&category=C7&entity=canton&period=2025>
- Ember, Cremona, E., & Czyzak, P. (2025). *Grids for data centres: ambitious grid planning can win Europe's AI race*. Ember. Retrieved from <https://ember-energy.org/app/uploads/2025/06/Grids-for-data-centres-in-Europe.pdf>
- EUDCA. (2025). *Building a sustainable digital infrastructure for a strong and competitive Europe - State of European Data Centres 2025*.
- Farkas, W., Fasnacht, D., Lucescu, P., Fronlenkova, E., Srin dran, T., Pauschitz, F., & Ababii, D. (2025). *Innovation in Risk Management: Three AI-Enabled Solutions for Swiss Banking*. Zurich.
- Fasan, R. (2021). *Rechenzentren in der Schweiz – Bau- und Ausbaupläne*. 7pro solution i.A. BFE.
- FINMA. (2024). *FINMA Guidance 08/2024 Governance and risk management when using artificial intelligence*. Bern.
- Fischer, K. (2020, September 23). *Der Schweizer Markt für Rechenzentren spaltet sich*. Retrieved February 12, 2026, from <https://www.netzwoche.ch/news/2020-09-23/der-schweizer-markt-fuer-rechenzentren-spaltet-sich>

- Fischer, K. (2022, February 18). *So sieht der Schweizer Markt für Rechenzentren aus*. Retrieved February 12, 2026, from <https://www.netzwoche.ch/news/2022-02-18/so-sieht-der-schweizer-markt-fuer-rechenzentren-aus>
- FSB. (2024). *The Financial Stability Implications of Artificial Intelligence*.
- Holles, S., Fulterer-Burkart, K., Noeren, D., Huang, V., & Gnos, M. (2025). *Künstliche Intelligenz in der Energieversorgung - Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit*. Bern. Retrieved from <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/12105>
- HWZ. (2025, February 5). *Einblick in die Nutzung von Künstlicher Intelligenz in Schweizer Unternehmen*.
- ICIS, Mazzoni, M., Jones, M., Urbanucci, L., & Konstantinow, S. (2025). *Data centres: Hungry for power Forecasting European power demand from data centres to 2035*. Retrieved August 19, 2025, from <https://www.icis.com/explore/resources/data-centres-hungry-for-power/>
- IDC. (2024). *IDC Report Reveals AI-Driven Growth in Datacenter Energy Consumption, Predicts Surge in Datacenter Facility Spending Amid Rising Electricity Costs*. Needham. Retrieved from <https://my.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS52611224>
- IEA 4E, Kamiya, G., & Coroamă, V. C. (2025). *Data Centre Energy Use: Critical Review of Models and Results. IEA 4E TCP*. Retrieved from www.iea-4e.org/edna
- IEA, Çam, E., Hungerford, Z., Schoch, N., Pinto Miranda, F., Yáñez de León, C. D., & International Energy Agency (IEA). (2024). *Electricity 2024 Analysis and forecast to 2026*. Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>
- IEA, Singh, S., Spencer, T., D'Ambrosio, D., Hopewell, H., Jacamon, V., ... IEA. (2025). *Energy and AI : World Energy Outlook Special Report IEA*. Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/energy-and-ai/>
- IMD. (2025). *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2025*. Lausanne. Retrieved from <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/>
- Jakob, M., Kreser, T., Maurer, M., Müller, J., & Grasser, C. (2023). *Energetische Auswirkungen der IT-Verlagerung von internen zu externen Rechenzentren*. asut (Ed.). Bern. Retrieved from https://asut.ch/asut/media/id/2954/type/document/20231106_Energetische_Auswirkungen_IT-Verlagerung_Rechenzentren.pdf
- Jakob, M., Müller, J., & Altenburger, A. (2021). *Rechenzentren in der Schweiz: Stromverbrauch und Effizienzpotenzial*. TEP Energy, Hochschule Luzern i.A. EnergieSchweiz. Retrieved from <https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/66075.pdf>
- JLL. (2026). *2026 Global Data Centre Outlook*. Retrieved from <https://www.jll.com/en-us/insights/market-outlook/data-center-outlook>
- JRC, Kamiya, G., & Bertoldi, P. (2024). *Energy Consumption in Data Centres and Broadband Communication Networks in the EU. Publications Office of the European Union (JRC)*. Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/706491>
- Kepinski, W. (2019, July 13). *Amsterdam en Haarlemmermeer stoppen bouw van nieuwe datacenters*. Retrieved May 4, 2026, from <https://www.dutchitchannel.nl/news/148813/amsterdam-en-haarlemmermeer-stoppen-bouw-van-nieuwe-datacenters>
- Knysak-Müller, J., & Iten, M. (2026). *PwC Cloud Business Survey 2025 Swiss Findings : The new age of cloud: responding to a shifting paradigm*.

- Koomey, J., Schmidt, Z., & Das, T. (2025). *Electricity Demand Growth and Data Centres: A Guide for the Perplexed*. Retrieved from <https://bipartisanpolicy.org/report/electricity-demand-growth-and-data-centers/>
- Kreuzer, S., Holfert, E., & Marx, F. (2024). *Marktüberblick Deutschland 2024 Rechenzentren in Deutschland*.
- Landis, M., & Maurer, M. (2021). *IT-Markt Report 2021 Profondia*. Schlieren.
- Landis, M., & Maurer, M. (2023). *IT-Markt Report 2023*. Schlieren.
- Lawson, M. (2026, March 10). *Supercharging R&D: How AI helps us to bring medicines to patients faster*. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.novartis.com/stories/supercharging-rd-how-ai-helps-us-bring-medicines-patients-faster>
- Lotz, M. T., Melliger, M., Herbst, A., & Steck, M. (2023). *Policy case study on the implementation of selected CE-action and digitalization policies (newTRENDS-Deliverable No. D6.3)*. Fraunhofer Institute for System and Innovation Research ISI, Karlsruhe (Germany) and TEP Energy GmbH, Zurich (Switzerland).
- Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). *Recalibrating global data center energy-use estimates*. *Science*, 367(6481), 984–986. <https://doi.org/10.1126/science.aba3758>
- Maurer, M. (2019). *IT-Markt Report 2019. Profondia*.
- Maximilian Schenner. (2024, February 16). *So entwickelt sich der Schweizer Markt für Rechenzentren*. Retrieved February 9, 2026, from <https://www.netzwoche.ch/news/2024-02-16/so-entwickelt-sich-der-schweizer-markt-fuer-rechenzentren>
- McKinsey, Granskog, A., Hernandez Diaz, D., Noffsinger, J., Moavero Milanesi, L., Sachdeva, P., ... von Schantz, S. (2024). *The role of power in unlocking the European AI revolution*. *McKinsey & Company*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-role-of-power-in-unlocking-the-european-ai-revolution#/>
- Microsoft. (2026). *Global AI Adoption in 2025 - A Widening Digital Divide*.
- Monstadt, J., & Saltzman, K. (2025). *HOW DATA CENTERS HAVE COME TO MATTER : Governing the Spatial and Environmental Footprint of the 'Digital Gateway to Europe.'* *International Journal of Urban and Regional Research*, 49(4), 757–778. <https://doi.org/10.1111/1468-2427.13316>
- Netzmedien. (2020). *Marktübersicht Schweizer Rechenzentren 2020*.
- Netzmedien. (2022). *Marktübersicht Rechenzentren 2022*. Retrieved from <https://www.netzwoche.ch/news/2022-02-18/so-sieht-der-schweizer-markt-fuer-rechenzentren-aus>
- Netzmedien. (2024). *Marktübersicht Schweizer Rechenzentren 2024*. Retrieved from <https://www.netzwoche.ch/news/2024-02-16/so-entwickelt-sich-der-schweizer-markt-fuer-rechenzentren>
- OECD. (2026, February 24). *Broadband statistics*. Retrieved February 24, 2026, from <https://www.oecd.org/en/topics/broadband-statistics.html>
- Prieto, A., Prieto, B., Escobar, J. J., & Lampert, T. (2025). *Evolution of computing energy efficiency: Koomey's law revisited*. *Cluster Computing*, 28(1), 42. <https://doi.org/10.1007/s10586-024-04767-y>

- Profondia AG. (2025). *IT-Markt Report 2025 - presentation*. Schlieren. Retrieved from https://www.profondia.com/wp-content/uploads/2025/06/IT-Markt-Report-2025_DE_250703.pdf
- Puntsagdash, G., Hass, O., Bersier, R. L., Zwygart, M., & Blättler, P. (2015). *Studie zur Stromeffizienz bei Rechenzentren in der Schweiz – Potentialanalyse und Massnahmenkatalog für Effizienzsteigerung IT-Hardware und Infrastruktur*. Amstein+Walthert (A+W) i.A. Swiss Federal Office of Energy. Berne.
- Regierungsrat des Kantons Zürich. (2025). *Auszug aus dem Protokoll des Regierungsrates des Kantons Zürich KR-Nr. 308/2025: 1340. Anfrage (Gefährden KI-Rechenzentren die Energiewende?)*. Zürich.
- Roche. (2025, January 30). *AI and machine learning: Revolutionising drug discovery and transforming patient care*. Retrieved May 17, 2026, from <https://www.roche.com/stories/ai-revolutionising-drug-discovery-and-transforming-patient-care>
- Roche. (2026, March 16). *Roche launches NVIDIA AI factory to accelerate the development of new therapeutics and diagnostics solutions*. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.roche.com/media/releases/med-cor-2026-03-16>
- Schmutz, Y. V., Ben Souissi, S., & Kurpicz-Briki, M. (2024). *The Corporate Adoption of Generative AI in Switzerland: A Survey Study*. Bern. Retrieved from <https://www.bfh.ch/dam/jcr:dbdda5f8-3db0-4b5e-9a85-48f54fef24da/gen-ai-survey-2024.pdf>
- Shehabi, A., Smith, S. J., Hubbard, A., Newkirk, A., Lei, N., Abu Bakar Siddik, M., ... Sartor, D. (2024). *2024 United States Data Center Energy Usage Report*. Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, California. Retrieved from <https://escholarship.org/uc/item/32d6m0d1>
- Spescha, A., Tran, S., & Wörter, M. (2025). *Innovation und Digitalisierung in der Schweizer Privatwirtschaft – Ergebnisse der Innovationserhebung 2023*. Zürich. Retrieved from <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000717329>
- Steck, M., Jakob, M., Catenazzi, G., Melliger, M., Müller, J., Hawar, B., & Talary, Z. (2023). *Digitalisation in the tertiary sector, focus study report (newTRENDS – Deliverable No. 6.2.)*. Retrieved from <https://newTRENDS2020.eu>
- Strom-Report. (2026). *Strompreise Europa: Was Strom in der EU kostet*. Retrieved June 8, 2026, from <https://strom-report.com/strompreise-europa/>
- Tairyh, D., & Delp, A. (2025, October 14). *What Is a Neocloud?* Retrieved June 9, 2026, from <https://blog.equinix.com/blog/2025/10/14/what-is-a-neocloud/>
- Tsoneva, T., & Affleck, J. (2024, July 17). *Data Center Investment: Decoding Opportunities*. Retrieved February 4, 2026, from <https://www.cbreim.com/insights/articles/decoding-data-centers>
- UN. (2026, February 24). *E-Government Development Index*. Retrieved February 24, 2026, from <https://publicadministration.un.org/egovkb/Data-Center>
- Universität St. Gallen. (2025, August 13). *Künstliche Intelligenz im Marketingmanagement von Schweizer Unternehmen*. Retrieved May 18, 2026, from <https://www.unisg.ch/de/newsroom/kuenstliche-intelligenz-im-marketingmanagement-von-schweizer-unternehmen/>
- Vanderbilt, D. (2026, April 21). *AI Drug Discovery at Roche and Novartis*. Retrieved May 18, 2026, from <https://zuerich.ai/healthtech/ai-drug-discovery/>

von Dzengelevski, O., Bickel, M., Zhang, Q., & Netland, T. (2024). *The state of AI in the Swiss tech industry: Results from a survey by ETH Zurich in cooperation with Swissmem and Next Industries*. Zürich. Retrieved from <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000678173>

Zeichick, A. (2025, September 5). *Was versteht man unter einer Sovereign Cloud? Warum ist sie so wichtig?* Retrieved June 10, 2026, from <https://www.oracle.com/de/cloud/sovereign-cloud/what-is-sovereign-cloud/#what-is-sovereign-cloud>

10 Anhang

10.1 Verzeichnisse

10.1.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Rechenzentren und ihren Kunden und der Systemgrenze der Studie	13
Abbildung 2: Graphische Darstellung des methodischen Vorgehens	14
Abbildung 3: Graphische Darstellung des Stichproben-Hochrechnungsansatzes	17
Abbildung 4: Links: Anzahl Unternehmen mit Angaben zur Lokalität ihres Host-Systems und dem Anteil an Cloud und Hosting Services Rechts: Unternehmen, die Host Clouds nutzen (inkl. Mehrfachnennungen)	37
Abbildung 5: Einsatz Cloud Computing: Anteil an allen Unternehmen in % (Basis: alle Unternehmen im jeweiligen Aggregat)	38
Abbildung 6: Verbreitung von KI: Einsatz Künstliche Intelligenz – Anteil an allen Unternehmen in % (Basis: alle Unternehmen im jeweiligen Aggregat)	39
Abbildung 7: Schematische Darstellung der Betreiber der physischen Rechenzentren und ihren Kunden	41
Abbildung 8: Kartographische Darstellung der vermieteten RZ-Fläche in der Schweiz.....	43
Abbildung 9: Anteil der antwortenden Unternehmen, die ein RZ sind oder ein solches haben im Vergleich zur Anzahl antwortenden Unternehmen pro Segment. Kombination der Fragen 4 und 8 (ohne Werte der Spalte «Betreibt kein RZ oder RZ ausgelagert» in Tabelle 8). Antwortstichprobe: Alpha 19, Beta 362, Gamma 284	45
Abbildung 10 Verteilung der Anzahl antwortenden RZ mit einer Stromverbrauchsangabe aufgeteilt auf die Grössenklasse und das Segment. Totale Anzahl pro Segment Alpha (N=9), Alpha large (N=7), Beta-BFS (N=47), Beta-Pro (N=71), Beta-Pro-DL (N=22), Beta Large _{Antwort} (N=13) und Gamma (N=84).....	47
Abbildung 11: Anteil des Stromverbrauchs pro Grössenklasse [GWh] am gesamten Stromverbrauch des Segments, je für die drei Segmente und das Total der Unternehmen, die eine Angabe dazu machten (Alpha n=17, Beta n=159, Gamma n=88). (Frage 14, Teil 1)	49
Abbildung 12: Anteil der Grössenklasse an der gesamten Nutzfläche (White space) in m ² aller Serverräume und Rechenzentren der Unternehmen pro Segment. N=246 (alpha:17; beta: 49; gamma: 80). (Frage 16, Teil 1)	51
Abbildung 13: Elektrische Leistung Infrastruktur und IT in kW (y-Achse) als Funktion der Nutzfläche pro Unternehmen in m ² (x-Achse).....	52
Abbildung 14: Elektrische Leistung Infrastruktur und IT in kW (y-Achse) als Funktion der Beschäftigten pro Unternehmen (VZä, x-Achse). Ohne Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss.	52
Abbildung 15: Anteil der installierten elektrischen Leistung (Total von IT und Infrastruktur) pro Segment und Grössenklasse an der gesamten Leistung der Rechenzentren aller Standorte (Antwortstichprobe). Frage 17 der Umfrage Teil 1 (Total Alpha = 242 MW; Total Beta = 25 MW; Total Gamma = 1.8 MW). Ohne Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss.....	53

Abbildung 16: Elektrische Energie (kWh, y-Achse) als Funktion der Leistung Infrastruktur und IT in kW (x-Achse) für das Segment Alpha.....	54
Abbildung 17: Energieverbrauch in GWh hochgerechnet auf die Hochrechnungsstichprobe nach Segment und Grössenklasse (Reduktionsfaktor «Kein RZ» gemäss Tabelle 23 noch nicht berücksichtigt).....	56
Abbildung 18 Total des Stromverbrauchs der Rechenzentren in der Schweiz im Jahr 2024 nach Segmenten (Alpha = 910 GWh, Beta = 1109 GWh und Gamma=63 GWh).	59
Abbildung 19 Stromverbrauch der Rechenzentren in der Schweiz im Jahr 2024 (2082 GWh) nach Unternehmensklassen	59
Abbildung 20 Relativer Stromverbrauch der Unternehmensklassen am gesamten Stromverbrauch, gemäss der Hochrechnung. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).....	60
Abbildung 21 Totaler Stromverbrauch nach Segment, Hochrechnung auf die Schweiz (vergleiche Tabelle 25) inklusive Angabe des Vertrauensintervalls. Alpha = +/- 11%, Beta/Gamma = +/- 14% und Total = +/- 12%.....	62
Abbildung 22: Strombezug der Rechenzentren im Kanton ZH in GWh, basierend auf Angaben der Netzbetreiber EKZ, EWZ und Stadtwerke Winterthur im Zeitraum 2019-2024.	65
Abbildung 23: Der auf die Schweiz hochgerechnete Stromverbrauch für die Jahre 2020 und 2024 inkl. Vertrauensintervall sowie Differenz zwischen den beiden Jahren inkl. Angabe des kombinierten Vertrauensintervalls.....	66
Abbildung 24: Stromverbrauch von RZ und SR im Jahr 2019 in TWh gemäss Systemgrenze der Studie von 2021 und gemäss dieser Studie sowie einzelne Komponenten der Differenz (gemäss den Angaben aus Tabelle 30).....	69
Abbildung 25: Umgesetzte Energieeffizienzmassnahmen bei den RZ (Mehrfachantworten möglich). Anz. Standorte: alpha 10, beta 61, gamma 13 (Frage 34, Teil 2).....	73
Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung des PUE (energetisch gewichtet pro Segment). Anzahl Antworten n = 65 (alpha: 20, beta: 45) (Frage 33, Teil 2).....	74
Abbildung 27: Anteil der verschiedenen Speichertechnologien (y-Achse) der 37 antwortenden Unternehmen (x-Achse) der Segmente Alpha und Beta (Frage 25, Teil 2)	75
Abbildung 28: Anteil der verschiedenen Back-up Technologien (y-Achse) der 35 antwortenden Unternehmen (x-Achse) der Segmente Alpha und Beta (Frage 27, Teil 2)	76
Abbildung 29: Anteile der Anzahl virtueller Server (Virtual Machine, VM). 41 RZ-Standorte der Segmente Alpha und Beta (Frage 27, Teil 2).....	77
Abbildung 30: Anteile der Unternehmen pro Kategorie der Speicherauslastung (Mittel von HHDD und SSD). 40 RZ-Standorte der Segmente Alpha und Beta (Frage 31, Teil 2)	78
Abbildung 31: Infrastrukturseite Energieeffizienzpotenziale nach Segment und Szenario	79
Abbildung 32: IT-seitige Energieeffizienzpotenziale nach Segment und Szenario	81
Abbildung 33: Energieeffizienzpotenziale bei RZ in der Schweiz, nach Segment	82
Abbildung 34: Ausgewählte Schätzungen und Projektionen zum globalen Stromverbrauch von Rechenzentren für das Jahr 2022	86
Abbildung 35: Stromverbrauch von Rechenzentren global und in den verschiedenen Weltregionen.	87
Abbildung 36: Weltweiter Stromverbrauch in Rechenzentren in TWh, aufgeteilt auf Server, übrige IT-Geräte sowie Kühlung und übrige RZ-Infrastruktur	88

Abbildung 37: Schätzungen des historischen und des künftigen Stromverbrauchs von Rechenzentren aufgrund von KI 2020 bis 2030 weltweit und in den USA.....	89
Abbildung 38: Weltweiter Stromverbrauch in Rechenzentren 2020 bis 2025 in TWh für verschiedene Sensitivitätsfälle.....	89
Abbildung 39: Stromendkonsumentenpreise für den Industriesektor (Linien) und Gesteungskosten von Hybrid-Optionen mit Wind, Solar-Photovoltaik und Batterien für die Weltregionen USA, Europa und China.	91
Abbildung 40: Schätzungen des historischen (durchgezogen) und des künftigen (gestrichelt) Stromverbrauchs von Rechenzentren in Europa gemäss verschiedenen Quellen. .	92
Abbildung 41 Faktor der möglichen Stromverbrauchszunahme von Rechenzentren zwischen 2024 und 2035 in verschiedenen europäischen Ländern.....	94
Abbildung 42: Jährliche Veränderungsraten von Schlüsselindikatoren des globalen RZ-Stromverbrauchs zwischen 2005 und 2015 und zwischen 2015 und 2023.....	95
Abbildung 43 Zukünftige Rolle von verschiedenen energieintensiven Servern oder Anwendungen gemäss den Antworten der Unternehmen pro Segment. Insgesamt haben 10 Unternehmen des Segments Alpha, 111 des Segments Beta und 35 des Segments Gamma diese Frage beantwortet (siehe Frage 33, Kapitel 10.5.2)	117
Abbildung 44: Anzahl Unternehmen, die eine Veränderung ihrer Anzahl der Standorte planen. Totale Antworten: Ja, Inbetriebnahme = 27, Ja, Stilllegung = 33 und Nein = 183. (Frage 19, Teil1).....	119
Abbildung 45: Zukünftig erwarteter Stromverbrauch: Anteil Unternehmen nach Verbrauchsklasse, in GWh Antworten pro Segment: Alpha = 17, Beta = 119, Gamma = 37. (Frage 27, Teil 1).....	121
Abbildung 46: Auswertung der von den Befragten erwarteten Entwicklung des Stromverbrauchs von RZ, pro Teilsegment (Antwortstichprobe).....	122
Abbildung 47: Häufig verwendete Betrachtungs- und Berechnungsgrössen zur Abschätzung der aktuellen und künftigen Entwicklungen im Bereich Rechenzentren. Qualitative Darstellung der Schritte, bei denen häufig Überschätzungen auftreten, insbesondere in einer ausgeprägten Wachstumsphase.....	125
Abbildung 48: Verhältnis zwischen der Vertragsleistung und der aktuell bezogenen Leistung bei zwei Verteilnetzbetreibern über eine Zeitdauer von 2019 bis 2025	129
Abbildung 49: Plan von BFS und TEP zum Ziehen der Stichprobe aus dem BUR	147
Abbildung 50: Fragebogenlogik Teil 1.....	156
Abbildung 51: Fragebogenlogik Teil 2	170

10.1.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Definition der drei Segmente Alpha, Beta und Gamma	18
Tabelle 2: Grundgesamtheit der kommerziellen RZ-Dienstleister und Colocation RZ	19
Tabelle 3: Grundgesamtheit aller marktwirtschaftlichen und öffentlichen Unternehmen gemäss BUR: Anzahl Unternehmen nach Klasse der Unternehmensgrössen (in Vollzeitäquivalenten, VZä), Stand Ende April 2025.....	20
Tabelle 4: Zuordnung der Adressdatenquellen zu den Auswertungssegmenten Alpha, Beta und Gamma	21

Tabelle 5:	Beschreibung der Segmente und der Adressdatenquellen für die Erhebung ..	23
Tabelle 6:	Beschreibung der Versandstichprobe mit Anzahl Unternehmen nach Adressquelle und nach Segmenten	24
Tabelle 7:	Versandstichprobe nach Segment, Datenquelle und Grössenklasse der Vollzeitäquivalente (VZä).....	24
Tabelle 8:	Versand und Rücklauf der Umfrage nach Segment.....	26
Tabelle 9:	Verwendungszweck und Anteil am IT-seitigen Stromverbrauch.....	29
Tabelle 10:	Experten und Stakeholder-Interviews: Mögliche, kontaktierte und teilnehmende Unternehmen und Organisationen	31
Tabelle 11:	Zusammenfassende Tabelle von ausgewählten Volumen-Indikatoren.....	36
Tabelle 12:	Zusammenfassende Tabelle zur Cloud-Nutzung	36
Tabelle 13:	Häufigkeit und Zwecke der Nutzung generativer KI-Anwendungen in % der Bevölkerung (1) im Jahr 2025	39
Tabelle 14:	Flächenstruktur der RZ-Dienstleister im Jahr 2024 gemäss der bereinigten Marktübersichten der Netzwoche	42
Tabelle 15:	Kategorisierung der RZ in der Antwortstichprobe, Anzahl pro Kategorie und Segment (mit Mehrfachauswahl) (Frage 4, Teil 1).....	44
Tabelle 16:	Hochrechnungsstichprobe für die Auswertung nach Segment, Datenquelle und Grössenklasse der Vollzeitäquivalente (VZä).....	46
Tabelle 17:	Anzahl, Fläche und Beschäftigte sowie Anteil mit und ohne Angabe des Stromverbrauchs, nach Segment. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh, gemäss Angabe oder Berechnung).....	47
Tabelle 18:	Verteilung der antwortenden RZ-Unternehmen auf die Stromverbrauchsklassen, abgeleitet von der Frage 14 des Fragebogens	48
Tabelle 19:	Antwortstichprobe: IST-Zustand Stromverbrauch in GWh nach Segment und Unternehmensgrösse gemessen an VZä (Frage 14, Teil 1). Inkludiert sind RZ ab einem Verbrauch von mehr als 200'000 kWh (0.2 GWh).	49
Tabelle 20:	Verteilung der Anzahl antwortenden RZ-Unternehmen auf die Grössenklassen der Nutzfläche (Frage 16, Teil 1)	50
Tabelle 21:	Verteilung der antwortenden RZ-Unternehmen auf die Leistungsklassen, IT und Infrastruktur (Frage 17, Teil 1). Ohne Ausreisser und Datenpunkte mit übermässig hohem Einfluss.....	53
Tabelle 22:	Energieverbrauch in GWh hochgerechnet auf die Hochrechnungsstichprobe, nach Segment und zusammengefasster Grössenklasse. Reduktionsfaktor «Kein RZ» gemäss Tabelle 23 noch nicht berücksichtigt. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).	56
Tabelle 23:	Reduktionsfaktor "Kein RZ"	57
Tabelle 24:	Hochrechnungsfaktor «Abdeckung»	58
Tabelle 25:	Auf die Schweiz hochrechner Stromverbrauch für das Jahr 2024 in GWh, differenziert nach Segment und Grössenklasse des Unternehmens. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).	58
Tabelle 26:	Flächenentwicklung bei RZ-Dienstleistern in den letzten vier Jahren zwischen 2020 und 2024, in m ²	63
Tabelle 27:	Antwortstichprobe: Rückblick auf Stromverbrauch und relative Differenz.	64
Tabelle 28:	Rückblick auf den Stromverbrauch der Rechenzentren: Unternehmensangaben hochgerechnet auf die Schweiz:	65

Tabelle 29: Schweizer Stromverbrauch von RZ und SR im Jahr 2019, einmal gemäss den Systemgrenze der Studie von 2021 und einmal gemäss Systemgrenze dieser Studie berechnet	68
Tabelle 30: Entwicklung des Stromverbrauchs von Rechenzentren (ohne Serverräume) in TWh im Vergleich zur letzten Erhebung.....	70
Tabelle 31: Auswahl von näher betrachteter Literatur	85
Tabelle 32: Schätzungen des aktuellen Stromverbrauchs von Rechenzentren in Europa (leicht unterschiedliche Jahre und geografische Abgrenzungen).....	91
Tabelle 33: Kriterien für die Standortwahl von Rechenzentren	93
Tabelle 34: Anzahl der Antworten pro Segment bezüglich des Angebots von IT-Dienstleistungen im Bereich der KI (Frage 30).....	115
Tabelle 35: Anzahl der Antworten pro Segment nach Eignung ihrer RZ-Infrastruktur für den Betrieb von KI oder andere High-Density-Server (siehe Frage 32).....	116
Tabelle 36: Verteilung der antwortenden RZ auf die geplante neue Fläche (Frage 21, Teil 1)	120
Tabelle 37: Aus der Antwortstichprobe: momentaner und zukünftiger Stromverbrauch in GWh nach Segment	122
Tabelle 38: Ebene Hochrechnungsstichprobe: Ausblick auf den Stromverbrauch pro Segment, in GWh (nur RZ mit Angaben zu 2024 und 2029, Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt).....	123
Tabelle 39: Ebene gesamte Schweiz: Ausblick auf den Stromverbrauch, in GWh	123
Tabelle 40: Gründe und Beispiele für Überschätzungen bei der Abschätzung des künftigen Stromverbrauchs von RZ	126
Tabelle 41: NOGA-Code und Beschreibung der Branchen des Sektors IKT und Medien	144
Tabelle 42: Anzahl Arbeitsstätten und Anzahl Beschäftigte von ausgewählten Branchen des IKT-Sektors.....	145
Tabelle 43: Zuordnungs-Matrix zwischen der Einteilung der Versandstichprobe und der Hochrechnungsstichprobe (group_id).....	150
Tabelle 44: Antwortstichprobe: Stromverbrauch 2024 (Frage 14, Teil 1), in GWh, nach Grössenklasse des Unternehmens. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh)	150
Tabelle 45: Antwortstichprobe: Rückblick auf den Stromverbrauch, in GWh (nur Unternehmen, für die sowohl für 2020 als auch für 2024 Angaben vorliegen).....	151
Tabelle 46: Rückblick Stromverbrauch, Hochrechnungsstichprobe (in GWh). Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt.....	151
Tabelle 47: Rückblick Stromverbrauch, Hochrechnungsstichprobe (in GWh). Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt.....	151
Tabelle 48: Ausblick Stromverbrauch, Hochrechnungsstichprobe (in GWh). Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt.....	152
Tabelle 49: Stromverbrauch der Rechenzentren (ohne SR) der Hochrechnungsstichprobe im Jahr 2024 in GWh. Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).....	152
Tabelle 50: Infrastrukturseitige Energieeffizienzmassnahmen sowie das Reduktionspotenzial. Die Farben rot, blau und grün stellen jeweils dem «Worst case», «Median/Normalfall» bzw. «Best case» dar.....	153

Tabelle 51: IT-seitige Energieeffizienzmassnahmen sowie das Reduktionspotenzial. Die Farben rot, blau und grün stellen den «Worst case», «Median/Normalfall» sowie «Best case» dar.	154
Tabelle 52: Übersicht der interviewten Organisationen	186

10.2 Details zur Methodik

10.2.1 Beschreibung des Untersuchungsgegenstands

In Tabelle 41 sind die Branchen, bei denen eine höhere Wahrscheinlichkeit für den Betrieb eines RZ vermutet wird, farblich hervorgehoben.

Tabelle 41: NOGA-Code und Beschreibung der Branchen des Sektors IKT und Medien

1) IKT-Sektor (OECD-Definition 2006)

NOGA08-Code	Titel	Tätigkeit
261100	Herstellung von elektronischen Bauelementen	IKT-Herstellung
261200	Herstellung von bestückten Leiterplatten	IKT-Herstellung
262000	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	IKT-Herstellung
263000	Herstellung von Geräten und Einrichtungen der Telekommunikationstechnik	IKT-Herstellung
264000	Herstellung von Geräten der Unterhaltungselektronik	IKT-Herstellung
268000	Herstellung von magnetischen und optischen Datenträgern	IKT-Herstellung
465101	Grosshandel mit Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Einheiten	Grosshandel
465102	Grosshandel mit Software	Grosshandel
465200	Grosshandel mit elektronischen Bauteilen und Telekommunikationsgeräten	Grosshandel
582100	Verlegen von Computerspielen	Software und Datenbanken
582900	Verlegen von sonstiger Software	Software und Datenbanken
611000	Leitungsgebundene Telekommunikation	Telekommunikation
612000	Drahtlose Telekommunikation	Telekommunikation
613000	Satellitentelekommunikation	Telekommunikation
619000	sonstige Telekommunikation	Telekommunikation
620100	Programmierungstätigkeiten	Software und Datenbanken
620200	Erbringung von Beratungsdienstleistungen auf dem Gebiet der Informationstechnologie	Software und Datenbanken
620300	Betrieb von Datenverarbeitungsanlagen für Dritte	Software und Datenbanken
620900	Erbringung von sonstigen Dienstleistungen der Informationstechnologie	Software und Datenbanken
631100	Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten	Software und Datenbanken
631200	Webportale	Software und Datenbanken
951100	Reparatur von Datenverarbeitungsgeräten und peripheren Geräten	Software und Datenbanken
951200	Herstellung von Telekommunikationsgeräten	Telekommunikation

2) Sektor Inhalt und Medien (OECD-Definition 2006)

NOGA08-Code	Titel	Tätigkeit
581100	Verlegen von Büchern	Inhalt und Medien
581200	Verlegen von Adressbüchern und Verzeichnissen	Inhalt und Medien
581300	Verlegen von Zeitungen	Inhalt und Medien
581400	Verlegen von Zeitschriften	Inhalt und Medien
581900	sonstiges Verlagswesen (ohne Software)	Inhalt und Medien
591100	Herstellung von Filmen, Videofilmen und Fernsehprogrammen	Inhalt und Medien
591200	Nachbearbeitung und sonstige Filmtechnik	Inhalt und Medien
591300	Filmverleih und -vertrieb (ohne Videotheken)	Inhalt und Medien
591400	Kinos	Inhalt und Medien
592000	Tonstudios; Herstellung von Radiobeiträgen; Verlegen von bespielten Tonträgern und Materialien	Inhalt und Medien
601000	Radioveranstalter	Inhalt und Medien
602000	Fernsehveranstalter	Inhalt und Medien
639100	Korrespondenz- und Nachrichtenbüros	Inhalt und Medien
639900	Erbringung von sonstigen Informationsdienstleistungen a. n. g.	Inhalt und Medien

Quelle: (BFS, 2025a), Erläuterungen zu den Hervorhebungen siehe Text. Darstellung TEP Energy

Gemäss BFS umfasst die Branche 620300 «Betrieb von Datenverarbeitungsanlagen für Dritte» rund 56 Arbeitsstätten und die Branche 631100 «Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten» gut 400 Arbeitsstätten (siehe Tabelle 42). Erstere Zahl ist deutlich tiefer als die durch Netzwoche und andere Quellen ausgewiesene Zahl von Rechenzentren in der Schweiz und letztere Zahl ist deutlich höher. Zu erklären ist dies u.a. dadurch, dass die Branche 631100 auch Hosting-Unternehmen umfasst, welche keine eigenen RZ betreiben, sondern Colocation RZ oder Cloud-Dienste nutzen.

Tabelle 42: Anzahl Arbeitsstätten und Anzahl Beschäftigte von ausgewählten Branchen des IKT-Sektors

NOGA-Code (2008) und Beschreibung	Anzahl Arbeitsstätten	Anzahl Beschäftigte
620300 Betrieb von Datenverarbeitungsanlagen für Dritte	56	498
620900 Erbringung von sonstigen Dienstleistungen der Informationstechnologie	1'655	10'144
631100 Datenverarbeitung, Hosting und damit verbundene Tätigkeiten	409	5037
631200 Webportale	751	11'010

Quelle: BUR/STATENT, TEP Energy

10.2.2 Details zur Stichprobenziehung

		>249 employ # companies	<249 employ # companies	Total # companies	Type of survey
Sektor 1					
01	Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten	X	X	48 772	Sample
02	Forstwirtschaft und Holzeinschlag	0	945	945	Sample
03	Fischerei und Aquakultur	0	173	173	Sample
Sektor 2		X	X	91 901	
06	Gewinnung von Erdöl und Erdgas	0	X	X	
08	Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	X	X	239	Sample
09	Erbringung von Dienstleistungen für den Bergbau und für die Gewinnung von Steinen und Erden	0	9	9	Sample
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	48	4 272	4 320	Sample
11	Getränkeherstellung	5	652	657	Sample
12	Tabakverarbeitung	X	X	15	Sample
13	Herstellung von Textilien	X	X	799	Sample
14	Herstellung von Bekleidung	X	X	1 719	Sample
15	Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	X	X	322	Sample
16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	4	7 085	7 089	Sample
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	4	171	175	Sample
18	Herstellung von Druckerzeugnissen, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	X	X	1 769	Full survey of large companies
19	Kokerei und Mineralölverarbeitung	X	5	X	Full survey of large companies
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	28	817	845	Full survey of large companies
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	31	306	337	Full survey of large companies
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	14	664	678	Sample
23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	9	1 247	1 256	Sample
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	15	210	225	Full survey of large companies
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	21	6 906	6 927	Full survey of large companies
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	81	1 819	1 900	Sample
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	25	787	812	Full survey of large companies
28	Maschinenbau	58	1 844	1 902	Full survey of large companies
29	Herstellung von Automobilen und Automobilteilen	X	X	226	Full survey of large companies
30	Sonstiger Fahrzeugbau	11	252	263	Full survey of large companies
31	Herstellung von Möbeln	4	884	888	Sample
32	Herstellung von sonstigen Waren	16	3 659	3 675	Sample
33	Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	6	2 643	2 649	Sample
35	Energieversorgung	36	766	802	Full survey of large companies
36	Wasserversorgung	X	X	191	Sample
37	Abwasserentsorgung	X	X	308	Sample
38	Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen, Rückgewinnung	X	X	786	Sample
39	Beseitigung von Umweltverschmutzungen und sonstige Entsorgung	0	37	37	Sample
41	Hochbau	33	9 285	9 318	Sample
42	Tiefbau	16	842	858	Sample
43	Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe	34	39 862	39 896	Sample
Sektor 3		1 256	476 899	478 155	Sample
45	Handel mit Motorfahrzeugen, Instandhaltung und Reparatur von Motorfahrzeugen	19	16 466	16 485	Full survey of large companies
46	Großhandel (ohne Handel mit Motorfahrzeugen)	104	21 139	21 243	Sample
47	Detailhandel (ohne Handel mit Motorfahrzeugen)	87	34 450	34 537	Sample
49	Landverkehr und Transport in Rohrfernleitungen	59	11 264	11 323	Sample
50	Schifffahrt	6	185	191	Full survey of large companies
51	Luftfahrt	5	164	169	Full survey of large companies
52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr	34	1 675	1 709	Full survey of large companies
53	Post-, Kurier- und Expressdienste	14	431	445	Full survey of large companies
55	Beherbergung	28	5 129	5 157	Sample
56	Gastronomie	32	23 267	23 299	Sample
58	Verlagswesen	10	1 526	1 536	Full survey of large companies
59	Herstellung, Verleih und Vertrieb von Filmen und Fernsehprogrammen, Kinos, Tonstudios und Fernsehstudios	X	X	4 060	Full survey of large companies
60	Rundfunkveranstalter	X	X	112	Full survey of large companies
61	Telekommunikation	7	398	405	Full survey of large companies
62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	44	18 698	18 742	Full survey of large companies
63	Informationsdienstleistungen	8	1 254	1 262	Full survey of large companies
64	Erbringung von Finanzdienstleistungen	63	6 106	6 169	Sample
65	Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)	30	567	597	Sample
66	Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten	28	9 766	9 794	Sample
68	Grundstücks- und Wohnungswesen	16	19 261	19 277	Sample
69	Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung	14	22 763	22 777	Sample
70	Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben, Unternehmensberatung	33	26 417	26 450	Sample

71	Architektur- und Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung	30	24 739	24 769	Sample
72	Forschung und Entwicklung	15	2 086	2 101	Full survey of large companies
73	Werbung und Marktforschung	8	4 815	4 823	Full survey of large companies
74	Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten	X	X	22 780	Sample
75	Veterinärwesen	0	1 241	1 241	Sample
77	Vermietung von beweglichen Sachen	4	1 869	1 873	Full survey of large companies
78	Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften	99	2 047	2 146	Sample
79	Reisebüros, Reiseveranstalter und Erbringung sonstiger Reservierungsdienstleistungen	4	1 977	1 981	Full survey of large companies
80	Wach- und Sicherheitsdienste sowie Detekteien	14	768	782	Sample
81	Gebäudebetreuung, Garten- und Landschaftsbau	38	16 123	16 161	Sample
82	Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen für Unternehmen und Privatpersonen a. n. g	7	3 546	3 553	Full survey of large companies
85	Erziehung und Unterricht	55	23 430	23 485	Sample
86	Gesundheitswesen	182	65 453	65 635	Sample
87	Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)	91	1 358	1 449	Sample
88	Sozialwesen (ohne Heime)	15	6 843	6 858	Sample
90	Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten	10	16 035	16 045	Sample
91	Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten	X	X	141	Sample
92	Spiel-, Wett- und Lotteriewesen	X	X	60	Full survey of large companies
93	Erbringung von Dienstleistungen des Sports, der Unterhaltung und der Erholung	14	9 452	9 466	Sample
94	Interessenvertretungen sowie kirchliche und sonstige religiöse Vereinigungen (ohne Sozialw	10	1 930	1 940	Sample
95	Reparatur von Datenverarbeitungsgeräten und Gebrauchsgütern	X	X	2 388	Sample
96	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen	9	42 730	42 739	Sample

Abbildung 49: Plan von BFS und TEP zum Ziehen der Stichprobe aus dem BUR

Quelle: BFS und TEP Energy (dieses Projekt). Erläuterungen zu den Hervorhebungen siehe Text.

10.2.3 Berechnung des Stromverbrauchs aufgrund der Leistung und des Auslastungsfaktors

Für die Berechnung des Stromverbrauchs aufgrund der Leistung oder umgekehrt (z.B. beim Umrechnen von öffentlich verfügbaren Angaben von RZ-Betreibern oder von Studien), wird folgende Formel angewandt:

$$E_{RZ} = P_{RZ} \cdot PUE \cdot f \cdot 8760h$$

wobei

E_{RZ} Stromverbrauch in [MWh/a]

P_{RZ} Installierte elektrische IT-Leistung [MW]

PUE Power Usage Effectiveness (der PUE drückt das Verhältnis aus insgesamt verbrauchter Energie zur speziell für die IT verbrauchter Energie aus).

f Auslastungsfaktor (mittlere elektrizitätsbezogene Auslastung der IT-Komponenten) [%]

Anstelle von $f \cdot 8760h$ können auch Annahmen oder Angaben zu den Vollaststunden getroffen bzw. verwendet werden.

10.2.4 Auswerten der erhobenen Stromverbrauchsdaten

Im Hinblick auf die Hochrechnung werden analog zur Studie 2021 Regressionsmodelle mit unterschiedlichen Prädiktoren «geschätzt», d.h. an die Daten angepasst. Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage in der Hochrechnungstichprobe und Charakteristiken unterscheiden sich die Regressionsmodelle.

Segment Alpha

Für das Segment wird ein Modellansatz verwendet, der die Nutzfläche enthält, da dies ein wichtiger Prädiktor ist und für die meisten RZ die Nutzfläche auch für die Grundgesamtheit, d.h. aus der Marktübersicht der Netzmedien, bekannt ist.

$$i. \quad \log(E_{RZ}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log(\text{Fläche})$$

Falls die Fläche nicht bekannt ist, wird der Stromverbrauch anhand von Modell ii. geschätzt, bei dem der Stromverbrauch (bzw. der Log davon) mit der Anzahl der Mitarbeitenden (bzw. dem Log davon) regressiert wird.

Segmente Beta und Gamma

Für die Segmente Beta und Gamma wird der Stromverbrauch als abhängige Variable anhand der Attribute «Anzahl Mitarbeiter» (MA) und weiterer unabhängiger Variablen geschätzt. Das angewendete Modell ii. sieht typischerweise wie folgt aus:

$$ii. \quad \log(E_{RZ}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log(MA) + \beta_2 \cdot \text{Grössenklasse}$$

mit:

MA: Mitarbeitende gemäss Definition BFS bzw. Profondia

Grössenklasse: Klassifizierung gemäss der Klasseneinteilung des BFS (siehe z.B. Tabelle 8).

Je nach Spezifikation wird die Variable Grössenklasse weggelassen oder als Interaktionsterm mit der Variable Log(MA) verknüpft.

Annahmen und konkretes Vorgehen

Beim Auswerten der erhobenen Stromverbrauchsdaten wird wie folgt vorgegangen:

- Antworten ohne Angaben werden ausgenommen
- Plausible, aber einflussreiche Einzelwerte (Firmen mit speziellen Charakteristiken), werden von der Modellschätzung ausgenommen, um die Schätzung nicht zu verzerren.
- Die Modelle werden mit üblichen Diagnostiken analysiert, um robuste Schätzungen zu erhalten (Regressionsannahmen, Smear Faktor Analyse, Analyse einzelner Outlier mit hohem Leverage).

Das Segment, das auch die Art des Unternehmens kategorisiert (z.B. bzgl. RZ-Anbieter und internem RZ), sowie die Grössenklasse sind wichtige erklärende Variablen. Je nach Modellspezifikation kommen leicht unterschiedliche Kategorisierungen zur Anwendung (z.B. spezielle Kategorie für grosse RZ oder nicht).

Als Zielvariable wird der aggregierte Stromverbrauch (q.14.electricity_consumption.agg) modelliert. Als zentrale erklärende Variablen dienen die Anzahl der Mitarbeitenden sowie – sofern verfügbar – die von Netzmedien erfasste Nutzfläche (netzmedien_area). Ergänzend werden aggregierte Klassifikationen zur Unternehmensgrösse (size_class_agg) berücksichtigt, in Sensitivitätsanalysen auch die Branchenzuordnung (noga_agg).

Die Modellierung erfolgt getrennt nach vordefinierten Gruppen. Pro Gruppe werden mindestens acht Beobachtungen vorausgesetzt. Sowohl die Zielvariable als auch die kontinuierlichen Prädiktoren werden logarithmiert, um die Modellannahmen zu stabilisieren. Zur Rücktransformation der geschätzten Werte wird ein Smearing-Faktor angewendet, weil sonst bei den originalen, d.h. den nicht-logarithmierten Werten, die Erwartungstreue nicht gegeben ist.

Vor der Modellschätzung werden die Eingangsdaten gemäss den definierten Ausschlusskriterien gefiltert. Dabei werden Unternehmen ohne eigenes Rechenzentrum – abhängig

von der Analysekonfiguration – ausgeschlossen, ebenso doppelte Stichprobeneinträge ohne verwertbare Angaben. Fehlende Ausprägungen der zusätzlichen Variablen können als nicht klassifiziert gekennzeichnet und bei geringer Fallzahl in einer Restkategorie zusammengefasst werden.

Zur Stabilisierung der Schätzungen werden zusätzliche Variablen gruppenspezifisch gepoolt, sofern die Anzahl der Beobachtungen unterhalb der Pooling-Schwelle liegt. Dieses Pooling erfolgt vor der Modellschätzung. Für jede Gruppe werden pro Prädiktor Kandidaten linearer Regressionsmodelle geschätzt, optional erweitert um zusätzliche erklärende Variablen. Die Auswahl des jeweils besten Modells erfolgt auf Basis des minimalen mittleren absoluten Fehlers (MAE); manuelle Modellentscheidungen haben dabei Vorrang vor der automatischen Selektion.

Abschliessend werden für alle beobachteten Fälle Modellgütemasse und Fehlerkennzahlen berechnet, um die Modellqualität und die Eignung der gewählten Spezifikation zu beurteilen.

10.2.5 Methodik der Hochrechnung auf den Stromverbrauch der Stichprobe

Für die Hochrechnung werden analog zur Studie 2021 Regressionsmodelle mit unterschiedlichen Prädiktoren angewandt. Aufgrund der unterschiedlichen Datenlage in der Hochrechnungsstichprobe und Charakteristiken unterscheiden sich die Regressionsmodelle, siehe Kap. 10.2.4, und damit die Hochrechnungsmodelle.

Zudem ist zu beachten, dass sich die Kategorien zwischen Versand und Auswertungen unterscheiden, weil für die Auswertungen gewisse Re-Kategorisierungen vorgenommen werden, um eine bessere Modellqualität zu erhalten. In der Hochrechnungsstichprobe werden zudem weggelassen

- die 87 telefonischen oder schriftlichen Rückmeldungen, dass sie kein RZ sind oder haben
- die gut 150 Unternehmen, die nicht in eine Grössenklasse eingeteilt werden können

Diese weggelassenen Unternehmen erhalten `group_id`. Die Zuordnungs-Matrix zwischen der Einteilung der Versandstichprobe und der Hochrechnungsstichprobe ist in Tabelle 43 dargestellt.

Tabelle 43: Zuordnungs-Matrix zwischen der Einteilung der Versandstichprobe und der Hochrechnungsstichprobe (group_id)

Segment Versandstichprobe	Anzahl Versandstichprobe	Segment Hochrechnungsstichprobe (group_id)								Differenz (ohne group id)	Anzahl group_id
		Alpha_netz	Alpha_netz_large	Beta-Pro	Beta-Pro-DL	Beta-Pro large	Beta-BFS	Gamma-Pro	Gamma-BFS		
Alpha_netz	33	33								-4	29
Alpha_netz_large	9		9							1	10
Beta-Pro	394			394						36	430
Beta-Pro-DL	136				136					-12	124
Beta-Pro large	67					67				-54	13
Beta-BFS	625						625			-155	470
Gamma-Pro	219							219		-18	201
Gamma-BFS	1716								1716	-36	1680
Total	3199									-242	2957

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

10.3 Detaillerggebnisse zum Stromverbrauch

10.3.1 Ebene Antwortstichprobe

Tabelle 44: Antwortstichprobe: Stromverbrauch 2024 (Frage 14, Teil 1), in GWh, nach Grössenklasse des Unternehmens. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh)

	Mikro-/Kleine Unt. (1-49)	Mittlere Unt. (50-249)	Grosse Unt. (>249)	Sehr grosse Unt. (>=1000)	Total
Alpha	10	8	4	18	41
Alpha large	40	409	0	134	583
Beta	10	5	25	224	263
Beta Large	0	0	106	165	272
Gamma	0	3	13	3	20
Total*	59	426	149	545	1179

* Das Total der gerundeten Werte ist u.U. nicht gleich dem gerundete Total

Quelle: Erhebung und Auswertung TEP Energy (dieses Projekt)

Tabelle 45: Antwortstichprobe: Rückblick auf den Stromverbrauch, in GWh (nur Unternehmen, für die sowohl für 2020 als auch für 2024 Angaben vorliegen)

	2020	2024	Differenz
Alpha Rest	34	41	21%
Alpha large	215	449	109%
Beta	235	257	23%
Beta Large	226	227	1%
Gamma	35	32	-18%
Total	745	1006	35%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

10.3.2 Ebene Hochrechnungsstichprobe

Tabelle 46: Rückblick Stromverbrauch, Hochrechnungsstichprobe (in GWh). Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt.

	2020	2024	Differenz
Alpha Rest	50	70	40%
Alpha large	257	523	104%
Beta	743	754	1%
Beta Large	229	231	0%
Gamma	260	227	-26%
Total	1539	1804	17%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

Tabelle 47: Rückblick Stromverbrauch, Hochrechnungsstichprobe (in GWh). Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt.

	2020	2024	Differenz
Alpha	307	593	93%
Beta	972	984	1%
Gamma	260	227	-13%
Total	1539	1804	17%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

**Tabelle 48: Ausblick Stromverbrauch, Hochrechnungsstichprobe (in GWh).
Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt.**

	2024	2029	Differenz
Alpha	72	114	58%
Alpha large	534	1056	98%
Beta	765	831	10%
Beta Large	230	207	-10%
Gamma	237	206	-27%
Total	1838	2413	31%

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

10.3.3 Hochrechnung auf den gesamtschweizerischen Stromverbrauch

Tabelle 49: Stromverbrauch der Rechenzentren (ohne SR) der Hochrechnungsstichprobe im Jahr 2024 in GWh. Reduktionsfaktor «Kein RZ» noch nicht berücksichtigt. Inkludiert sind RZ ab einem Jahresverbrauch von 200'000 kWh (0.2 GWh).

	Mikro-/Kleine Unt. (1-49)	Mittlere Unt. (50-249)	Grosse Unt. (>249)	Sehr grosse Unt. (>=1000)	Alle
Alpha	24	22	6	19	72
Alpha large	56	467	0	134	657
Beta	26	40	90	653	808
Beta Large	0	0	106	165	272
Gamma	0	28	36	4	68
Total	106	557	239	976	1878

Quelle: Erhebung und Berechnungen TEP Energy (dieses Projekt)

10.4 Effizienzpotenziale

Tabelle 50: Infrastrukturseitige Energieeffizienzmassnahmen sowie das Reduktionspotenzial. Die Farben rot, blau und grün stellen jeweils dem «Worst case», «Median/Normalfall» bzw. «Best case» dar.

Nr.	Massnahmenkombination	Reduktionspotenzial																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	Systemraumtemperatur < 20°C				1.00	0.78	0.40	0.25																					
2	Systemraumtemperatur 20-26°C				0.92	0.55	0.30	0.20																					
3	Systemraumtemperatur > 26°C				0.78	0.37	0.20	0.15																					
4	Kältemaschinenkühlung 100%								1.00	0.85	0.80	0.73																	
5	Mix-Kühlung 50% KM und 50% FC								0.75	0.55	0.40	0.30																	
6	Freecooling 100%								0.38	0.40	0.20	0.10																	
7	Keine aktive Kühlung								0.22	0.25	0.15	0.10																	
8	Kaltwassersystemtemperatur < 17°C												1.00	0.10	0.15														
9	Kaltwassersystemtemperatur 17-23°C												0.82	0.10	0.15														
10	Kaltwassersystemtemperatur 23-28°C												0.80	0.10	0.15														
11	Kaltwassersystemtemperatur > 28°C												0.70	0.10	0.15														
12	Wärmesenke Ausserluft															1.00	0.95	0.90											
13	Wärmesenke Grundwasser															0.10	0.10	0.10											
14	Wärmesenke Seewasser															0.15	0.15	0.15											
15	Luftführung Doppelboden																		1.00	0.90	0.80								
16	Luftführung Kalt/Warmgang																		0.95	0.85	0.75								
17	Luftführung Rackintern																		0.90	0.80	0.70								
18	Redundanz n+0																					0.96	0.98	1.00					
19	Redundanz n+1																					0.91	0.93	0.95					
20	Redundanz 2n																					0.86	0.88	0.90					
21	USV-Autonomiezeit < 5'																								0.90	0.65	0.50		
22	USV-Autonomiezeit < 15'																								0.90	0.65	0.50		
23	USV-Autonomiezeit > 15'																								0.90	0.65	0.50		
24	Abwärmennutzung < 20%																											0.72	
25	Abwärmennutzung > 20-50%																											0.58	
26	Abwärmennutzung > 50%																												0.45
27	Eigenstromerzeugung (Annahme 10%)																												
	PUE "Normalfall"																												1.42
	PUE "Worst Case"																												2.00
	PUE "Best Case"																												1.09

Quelle: TEP Energy

Tabelle 51: IT-seitige Energieeffizienzmassnahmen sowie das Reduktionspotenzial.
Die Farben rot, blau und grün stellen den «Worst case»,
«Median/Normalfall» sowie «Best case» dar.

Massnahme	Wert
0 bis 2 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	1.00
3 bis 4 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	0.40
5 bis 9 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	0.32
10 bis 14 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	0.29
15 bis 19 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	0.27
20 bis 24 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	0.25
25 bis 29 virtuelle Server (VM) pro physischen Server	0.23
Mehr als 30	0.20
Ausl 0%	1.00
Ausl 0% - 20%	0.92
Ausl 21% - 40%	0.80
Ausl 41% - 60%	0.66
Ausl 61% - 80%	0.50
Ausl mehr als 60%	0.50
Speich_Flash 0%	1.00
Speich_Flash 1%-20%	0.90
Speich_Flash 21%-40%	0.80
Speich_Flash 41%-60%	0.70
Speich_Flash 61%-80%	0.60
Speich_Flash 81%-100%	0.50
Backup_Band 0%	1.00
Backup_Band 1%-20%	0.95
Backup_Band 21%-40%	0.89
Backup_Band 41%-60%	0.83
Backup_Band 61%-80%	0.77
Backup_Band 81%-100%	0.70
Weitere Verbräuche	1.00
Weitere Verbräuche	0.85
Weitere Verbräuche	0.60

Quelle: TEP Energy

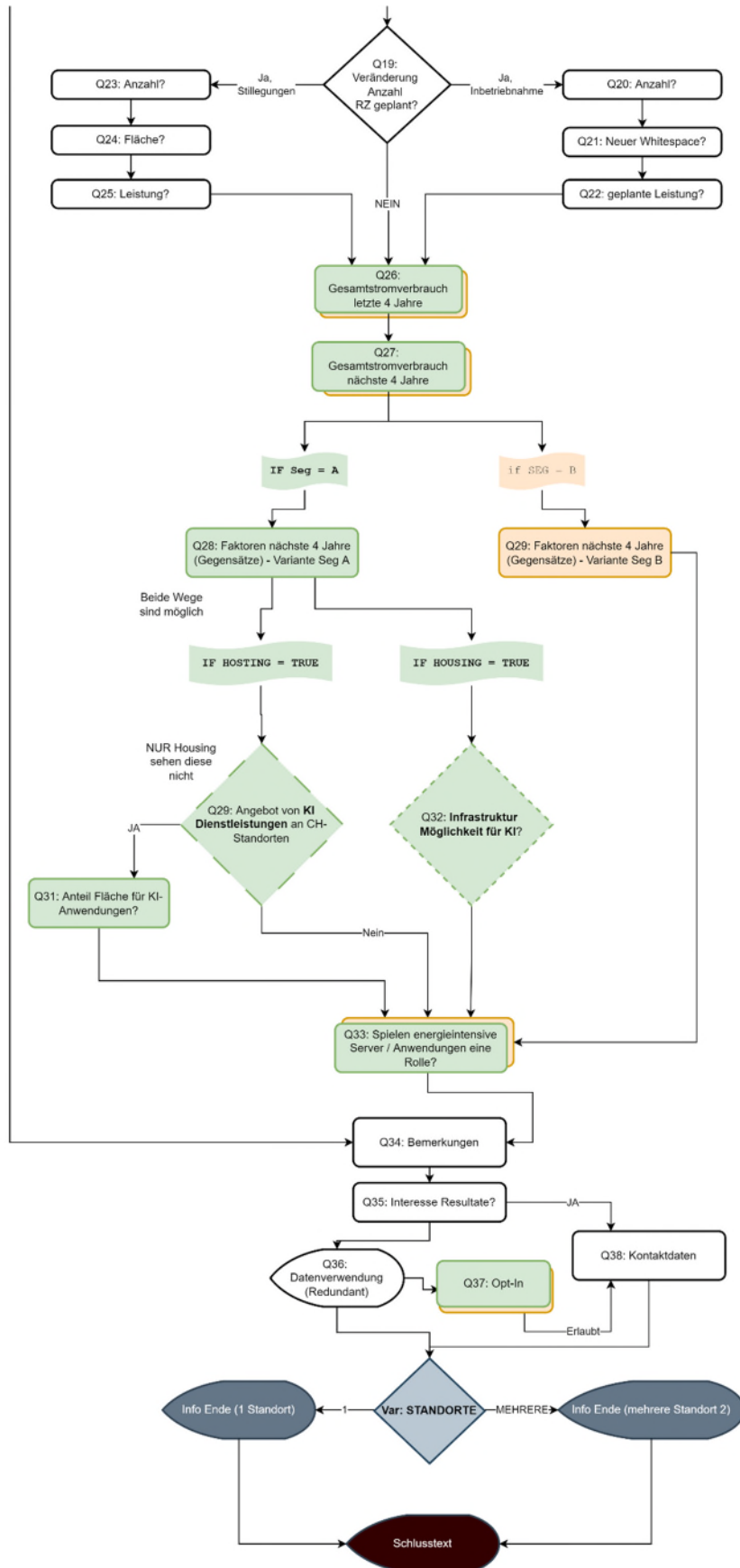


Abbildung 50: Fragebogenlogik Teil 1

Quelle: TEP Energy

10.5.2 Fragebogen Teil 1

Rechenzentren in der Schweiz - Teil 1 (Unternehmen)

Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotenzial

Teil 1: Umfrage zum Unternehmen

Vielen Dank, dass Sie sich einige Minuten Zeit nehmen, um die nachfolgende Umfrage "Rechenzentren in der Schweiz - Stromverbrauch und Effizienzpotenzial" zu beantworten.

Die vorliegende Erhebung im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) dient als Grundlage für die Abschätzung des Stromverbrauchs sowie des Energieeffizienzpotenzials von Serverräumen und Rechenzentren in der Schweiz.

Hinweise

- Ihre Teilnahme an der Umfrage ist auch dann sehr wertvoll, wenn Sie einzelne Fragen nicht beantworten können.
- Wenn Sie die Umfrage unterbrechen wollen, können Sie ihren personalisierten Link aufrufen und kopieren, indem Sie auf «Umfrage später fortsetzen» am Seitenende klicken.
- Diesen Link können Sie auch an weitere Personen im Unternehmen weiterleiten, damit diese an der Beantwortung der Fragen mitwirken können.
- Die Umfrage kann entweder auf Deutsch oder Französisch ausgefüllt werden (Auswahl im Online-Fragebogen oben rechts).
- Hinweise zu Datenschutz und Datenverwendung finden Sie auf der nächsten Seite.

Fragen und Antworten

Ihre allfälligen Fragen werden durch die Firma TEP Energy (Kontakt: survey_dc@tep-energy.ch) gerne beantwortet.

1 - Hinweise zum Datenschutz und zur Datenverwendung

Die erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt. Die erhobenen Daten werden vom Umfrage-Tool Findmind in der Schweiz zwischengespeichert und nach dem Herunterladen gelöscht. Die heruntergeladenen Daten werden von TEP Energy auf einem internen Laufwerk am Hauptsitz der TEP Energy in der Schweiz gespeichert. Für die Auswertung im Rahmen der Studie werden die Daten anonymisiert (d.h. die unternehmens- und personenspezifischen Angaben werden gelöscht). Die so anonymisierten Daten werden durch TEP Energy, die Hochschule Luzern und das Bundesamt für Energie für statistische Zwecke im Rahmen dieser Studie verwendet.

Die Ergebnisse werden in aggregierter Form veröffentlicht, so dass keine Rückschlüsse auf bestimmte Unternehmen oder Standorte gemacht werden können. Nach dem Abschluss der Studie werden nur die anonymisierten Daten durch das beauftragende Bundesamt gespeichert. Sämtliche weitere Daten werden gelöscht.

Nur für grössere Rechenzentren gilt: Sofern Sie dazu am Ende dieses Online-Fragebogens explizit Ihre Zustimmung geben (Opt-in), werden Ihre vollständigen Daten vom Bundesamt für Energie gespeichert und für spätere Analyse des BFE für Vergleichszwecke oder für Zeitreihenstatistik wiederverwendet. Für Fragen dazu, zum Auftrag oder zur Studie steht Ihnen unsere Fachspezialistin, Frau Dr. Mihaela Grigorie (mihaela.grigorie@bfe.admin.ch) gerne zur Verfügung.

2 - Zustimmung

Ich habe die Hinweise zum Datenschutz und der Datenverwendung gelesen und akzeptiere diese.

3 - Tragen Sie bitte die Bezeichnung Ihres Unternehmens sowie die auf dem Brief vermerkte PIN-Nummer in die folgenden Textfelder ein.

Ihre Angabe zur Bezeichnung Ihres Unternehmens wird vertraulich behandelt und nicht veröffentlicht, sondern dient der Rücklaufkontrolle und hilft uns bei der Hochrechnung.

Bezeichnung des Unternehmens

4 - Welche Beschreibung(en) passt(en) am besten auf Ihr Unternehmen zu?

- Firma, die Produkte herstellt und/oder vertreibt oder verkauft und/oder Dienstleistungen erbringt. Der Betrieb von Serverräumen oder Rechenzentren ist Mittel zum Zweck.
- Software-Dienstleister: Firma, die für ihre Kunden spezielle Software-Dienstleistungen im Bereich IT erbringt (z.B. Beraten, Programmieren, Software, die beim Kunden läuft).
- Anbieter von "Software as a Service": Firma, die ihren Kunden Anwendungen online anbietet.
- Rechenzentrum, d.h. Housing und/oder Hosting-Anbieter: Firma, deren Geschäftszweck mehrheitlich oder ausschliesslich das Betreiben von Rechenzentren ist.

5 - Bietet Ihr Rechenzentrum nur Colocation (Housing) oder nur Hosting oder beides an?

- Nur Housing (Ihre Kunden betreiben Server und andere IT-Systeme in Ihren Räumlichkeiten. Sie stellen dafür Platz, Sicherheit, Energie, Leistung, Kühlung/Lüftung etc. zur Verfügung)
- Nur Hosting (Sie besitzen und managen Ihre Server und bieten damit Ihren Kunden Dienstleistungen wie Rechenleistung, Speicherplatz und/oder Softwarelösungen an).
- Housing und Hosting

6 - Wichtige Information zum Betrachtungsrahmen der Umfrage

Mit der Umfrage werden Stromverbrauch und Fläche der Server, Speicher etc. erfasst, die sich an den Standorten Ihres Unternehmens (Hauptsitz, Niederlassungen, Filialen oder Tochter-/Schwesterfirmen) in der Schweiz befinden.

Was gehört dazu:

- **On-premise:** Eigene Serverräume und Rechenzentren mit Server, Speicher etc., die Ihr Unternehmen an einem seiner Standorte in der Schweiz betreibt.

Was gehört nicht dazu:

- **Externe Server:**
 - Server, die Ihr Unternehmen in einem externen Rechenzentrum von Dritten, z.B. in einem Colocation-RZ, betreibt
 - Server, die von Dritten in deren Räumlichkeiten gehostet werden.
 - Server, Speicher, Rechenleistung in der Cloud.
- **Ausserhalb der Schweiz:** Rechenzentren oder Serverräume, die Ihr Unternehmen im Ausland betreiben.

7 - Wichtige Information zum Betrachtungsrahmen der Umfrage

Mit der Umfrage werden Stromverbrauch und Fläche der Serverräume und Rechenzentren erfasst, die sich an den Standorten Ihres Unternehmens (Hauptsitz, Niederlassung, Filialen oder Tochter-/Schwesterfirmen) in der Schweiz befindet.

Was gehört dazu:

- **Hosting:** IT-Systeme wie Server, Speicher etc., die Ihr Unternehmen in der Schweiz für Dritte betreibt.
- **Cloud:** IT-Systeme wie Server, Speicher etc., die in der Schweiz stehen und mit denen Ihr Unternehmen Cloud-Dienstleistungen anbietet
- **Housing:** Räumlichkeiten und Infrastruktur in der Schweiz, die Ihr Unternehmen an einem seiner Standorte zur Verfügung stellt und in denen Ihre Kunden ihre eigenen Server und IT-Systeme betreiben (z.B.: Colocation-RZ).

Was gehört nicht dazu:

- **Externe Server:** Server, die Ihr Unternehmen in einem externen Rechenzentrum von Dritten, d.h. einem unternehmens-externen Colocation-RZ betreibt (z.B. externes Back-up Systeme, externe Redundanz etc.)

- **Ausserhalb der Schweiz:** Rechenzentren oder Serverräume, die Ihr Unternehmen im Ausland betreiben.

8 - An wie vielen Standorten betreibt Ihr Unternehmen grössere Serverräume oder Rechenzentren in der Schweiz?

Ein grösserer Serverraum (SR) oder Rechenzentrum (RZ) im Sinne dieser Umfrage gilt hier als spezieller Raum für den Betrieb von mindestens 50 "herkömmlichen" oder 30 "High-Density"-Servern an einem Unternehmensstandort (Hauptsitz, Niederlassung, Filiale, Tochter- oder Schwesterunternehmen).

- 1 Standort an einem unserer Unternehmensstandorte
- Mehr als ein Standort
- Wir betreiben an keinem unserer Unternehmensstandorte Serverräume oder Rechenzentren dieser Grösse, unsere Serverräume sind kleiner
- Wir betreiben an keinem unserer Unternehmensstandorte Serverräume oder Rechenzentren, unsere Server sind komplett ausgelagert

9 - Anzahl der Standorte

10 - Wurden in Ihrer Firma gewisse IT-Prozesse/-Anwendungen bereits ausgelagert? Falls ja, welche Möglichkeiten nutzen Sie?

Mehrfachauswahl möglich.

- Keine Auslagerung von IT-Prozessen/-Anwendungen
- Server Housing (Einstellen der eigenen Server und Speicher (produktiv, Back-up) in einem externen Rechenzentrum, auch Colocation genannt.)
- Hosted / managed Server (Bezug von Rechenleistung, Speicherplatz etc. von einem externen Rechenzentrum)
- Nutzung von cloudbasierten Software-Applikationen (z.B. Office 365, Cloudspeicher, Lohn- und Rechnungswesen, Webshop, Mail-Hosting, Chat und Videoconferencing, Telefonie)
- Andere (bitte angeben)

11 - Wie gross ist der gesamte Stromverbrauch (IT und Infrastruktur) der Serverräume und Rechenzentren aller Standorte Ihres Unternehmens in der Schweiz?

Angabe des Totals von IT und RZ-Infrastruktur (2024 oder vergangene 12 Monate).

IT = Server, Speicher, Netzwerk etc. | RZ-Infrastruktur = USV, Kälteerzeugung, Umluftkühler, Ventilatoren, Pumpen etc.

12 - Wie gross ist der gesamte Stromverbrauch (IT und Infrastruktur) der Serverräume und Rechenzentren aller Standorte Ihres Unternehmens in der Schweiz?

Angabe des Totals von IT und RZ-Infrastruktur (2024 oder vergangene 12 Monate).

IT = Server, Speicher, Netzwerk etc. | RZ-Infrastruktur = USV, Kälteerzeugung, Umluftkühler, Ventilatoren, Pumpen etc.

Wenn Sie als Colocation-Zentrum Ihren Kunden Raum (white space), Infrastruktur und Strom (housing) zur Verfügung stellen, muss auch der Stromverbrauch der Server und IT-Geräte Ihrer Kunden berücksichtigt werden.

13 - Bitte geben Sie den Wertebereich des jährlichen Stromverbrauchs in kWh an:

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 100'000 kWh | <input type="radio"/> 2'000'000 – 2'500'000 kWh | <input type="radio"/> 40'000'000 – 50'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 100'000 – 150'000 kWh | <input type="radio"/> 2'500'000 – 3'000'000 kWh | <input type="radio"/> 50'000'000 – 70'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 150'000 – 200'000 kWh | <input type="radio"/> 3'000'000 – 4'000'000 kWh | <input type="radio"/> 70'000'000 – 100'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 200'000 – 250'000 kWh | <input type="radio"/> 4'000'000 – 5'000'000 kWh | <input type="radio"/> 100'000'000 – 150'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 250'000 – 300'000 kWh | <input type="radio"/> 5'000'000 – 7'000'000 kWh | <input type="radio"/> 150'000'000 – 200'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 300'000 – 400'000 kWh | <input type="radio"/> 7'000'000 – 10'000'000 kWh | <input type="radio"/> 200'000'000 – 250'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 400'000 – 500'000 kWh | <input type="radio"/> 10'000'000 – 15'000'000 kWh | <input type="radio"/> 250'000'000 – 300'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 500'000 – 700'000 kWh | <input type="radio"/> 15'000'000 – 20'000'000 kWh | <input type="radio"/> 300'000'000 – 400'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 700'000 – 1'000'000 kWh | <input type="radio"/> 20'000'000 – 25'000'000 kWh | <input type="radio"/> 400'000'000 – 500'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'000'000 – 1'500'000 kWh | <input type="radio"/> 25'000'000 – 30'000'000 kWh | <input type="radio"/> mehr als 500'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'500'000 – 2'000'000 kWh | <input type="radio"/> 30'000'000 – 40'000'000 kWh | |

14 - Bitte geben Sie zudem den Wert als Zahl an, falls bekannt:

kWh / Jahr

15 - Bitte geben Sie die Datenquelle dieser Stromverbrauchswerte an, falls bekannt:

- Rechnung der Elektrizitätswerke
- Eigenes Monitoringsystem
- Andere (bitte angeben)

16 - Wie gross ist die Nutzfläche (White space) aller Serverräume und Rechenzentren Ihres Unternehmens in der Schweiz?

Angabe als Zahlenwert in m² oder Auswahl aus Liste.

Flächenwert als Zahl angeben m²

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähre Fläche aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 50 m ² | <input type="radio"/> 700 – 1'000 m ² | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 m ² |
| <input type="radio"/> 50 – 100 m ² | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 m ² | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 m ² |
| <input type="radio"/> 100 – 150 m ² | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 m ² | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 m ² |
| <input type="radio"/> 150 – 200 m ² | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 m ² | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 m ² |
| <input type="radio"/> 200 – 250 m ² | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 m ² | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 m ² |
| <input type="radio"/> 250 – 300 m ² | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 m ² | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 m ² |
| <input type="radio"/> 300 – 400 m ² | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 m ² | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 m ² |
| <input type="radio"/> 400 – 500 m ² | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 m ² | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 m ² |
| <input type="radio"/> 500 – 700 m ² | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 m ² | <input type="radio"/> mehr als 100'000 m ² |

17 - Wie hoch ist die gesamte installierte elektrische Leistung (Total von IT und Infrastruktur) Ihrer Serverräume und Rechenzentren aller Standorte Ihres Unternehmens (Hauptsitz inkl. Niederlassungen, Filialen und Tochterunternehmen)?

Angabe des Totals von IT und RZ-Infrastruktur (z.B. maximal bezogene Leistung gemäss Stromrechnungen, gemessenes Leistungsmaximum oder installierte IT-Leistung gemäss Ihrem Monitoring-System) im Jahr 2024 oder während der vergangenen 12 Monate).

IT = Server, Speicher, Netzwerk, etc.

RZ-Infrastruktur = USV, Kälteerzeugung, Umluftkühler, Ventilatoren, Pumpen etc.

Aktuell installierte Leistung (IT und Infrastruktur) in kW

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähre Leistung aus Liste auswählen

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="radio"/> weniger als 25 kW | <input type="radio"/> 500 – 700 kW | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 kW |
| <input type="radio"/> 25 – 50 kW | <input type="radio"/> 700 – 1'000 kW | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 kW |
| <input type="radio"/> 50 – 100 kW | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 kW | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 kW |
| <input type="radio"/> 100 – 150 kW | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 kW | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 kW |
| <input type="radio"/> 150 – 200 kW | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 kW | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 kW |
| <input type="radio"/> 200 – 250 kW | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 kW | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 kW |
| <input type="radio"/> 250 – 300 kW | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 kW | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 kW |
| <input type="radio"/> 300 – 400 kW | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 kW | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 kW |
| <input type="radio"/> 400 – 500 kW | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 kW | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 kW |
| | | <input type="radio"/> mehr als 300'000 kW |

18 - Bitte geben Sie die Datenquelle dieser Leistungswerte an, falls bekannt:

- Rechnung der Elektrizitätswerke Eigenes Monitoringsystem

Andere (bitte angeben)

19 - Planen Sie in den nächsten 3 bis 5 Jahren, die Anzahl der RZ-Standorte in der Schweiz zu verändern?

- Nein Ja, Inbetriebnahme von neuen Standorten Ja, Stilllegung von Standorten

Bemerkungen (z.B. ob es sich um Zusammenlegungen, Neubauten, Akquisitionen etc. handelt)

20 - Bitte Anzahl neuer Standorte angeben

21 - Wie gross ist die geplante Nutzfläche (White space) aller neuen Standorte ungefähr?

Beziehen Sie die Angaben auf das Total aller neuer Standorte in der Schweiz.

Fläche als Zahlenwert angeben m²

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähre Leistung aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 50 m ² | <input type="radio"/> 700 – 1'000 m ² | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 m ² |
| <input type="radio"/> 50 – 100 m ² | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 m ² | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 m ² |
| <input type="radio"/> 100 – 150 m ² | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 m ² | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 m ² |
| <input type="radio"/> 150 – 200 m ² | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 m ² | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 m ² |
| <input type="radio"/> 200 – 250 m ² | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 m ² | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 m ² |
| <input type="radio"/> 250 – 300 m ² | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 m ² | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 m ² |
| <input type="radio"/> 300 – 400 m ² | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 m ² | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 m ² |
| <input type="radio"/> 400 – 500 m ² | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 m ² | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 m ² |
| <input type="radio"/> 500 – 700 m ² | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 m ² | <input type="radio"/> mehr als 100'000 m ² |

22 - Wie hoch ist die geplante installierte Leistung (IT und Infrastruktur) aller neuen Standorte ungefähr?

Beziehen Sie die Angaben auf das Total aller neuer Standorte in der Schweiz.

Leistung als Zahlenwert angeben kW

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähre Leistung aus Liste auswählen

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="radio"/> weniger als 25 kW | <input type="radio"/> 500 – 700 kW | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 kW |
| <input type="radio"/> 25 – 50 kW | <input type="radio"/> 700 – 1'000 kW | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 kW |
| <input type="radio"/> 50 – 100 kW | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 kW | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 kW |
| <input type="radio"/> 100 – 150 kW | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 kW | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 kW |
| <input type="radio"/> 150 – 200 kW | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 kW | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 kW |
| <input type="radio"/> 200 – 250 kW | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 kW | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 kW |
| <input type="radio"/> 250 – 300 kW | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 kW | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 kW |
| <input type="radio"/> 300 – 400 kW | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 kW | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 kW |
| <input type="radio"/> 400 – 500 kW | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 kW | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 kW |
| | | <input type="radio"/> mehr als 300'000 kW |

23 - Bitte Anzahl Stilllegungen angeben

24 - Was ist die gesamte Fläche aller Stilllegungen?

Beziehen Sie die Angaben auf das Total aller Stilllegungen in der Schweiz.

Fläche als Zahlenwert angeben m²

Falls genauer Wert nicht bekannt ist, bitte ungefähre Fläche angeben

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 50 m ² | <input type="radio"/> 700 – 1'000 m ² | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 m ² |
| <input type="radio"/> 50 – 100 m ² | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 m ² | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 m ² |
| <input type="radio"/> 100 – 150 m ² | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 m ² | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 m ² |
| <input type="radio"/> 150 – 200 m ² | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 m ² | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 m ² |
| <input type="radio"/> 200 – 250 m ² | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 m ² | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 m ² |
| <input type="radio"/> 250 – 300 m ² | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 m ² | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 m ² |
| <input type="radio"/> 300 – 400 m ² | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 m ² | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 m ² |
| <input type="radio"/> 400 – 500 m ² | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 m ² | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 m ² |
| <input type="radio"/> 500 – 700 m ² | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 m ² | <input type="radio"/> mehr als 100'000 m ² |

25 - Was ist die gesamte installierte Leistung (IT und Infrastruktur) aller Stilllegungen?

Beziehen Sie die Angaben auf das Total aller Stilllegungen in der Schweiz.

Leistung als Zahlenwert angeben

kW

Falls genauer Wert nicht bekannt ist, bitte ungefähre Leistung angeben

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="radio"/> weniger als 25 kW | <input type="radio"/> 500 – 700 kW | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 kW |
| <input type="radio"/> 25 – 50 kW | <input type="radio"/> 700 – 1'000 kW | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 kW |
| <input type="radio"/> 50 – 100 kW | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 kW | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 kW |
| <input type="radio"/> 100 – 150 kW | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 kW | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 kW |
| <input type="radio"/> 150 – 200 kW | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 kW | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 kW |
| <input type="radio"/> 200 – 250 kW | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 kW | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 kW |
| <input type="radio"/> 250 – 300 kW | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 kW | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 kW |
| <input type="radio"/> 300 – 400 kW | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 kW | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 kW |
| <input type="radio"/> 400 – 500 kW | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 kW | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 kW |
| | | <input type="radio"/> mehr als 300'000 kW |

26 - Wie hat sich Ihrer Einschätzung nach der Gesamtstromverbrauch aller Ihrer RZ-Standorte in der Schweiz in den letzten 4 Jahren entwickelt?

Beziehen Sie die %-Angabe auf das Total des Stromverbrauchs Ihrer Serverräume und Rechenzentren aller Ihrer Standorte (Hauptsitz inkl. Niederlassungen, Filialen und Tochter-/Schwesterunternehmen) in der Schweiz.

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> Abnahme um mehr als 50% | <input type="radio"/> Zunahme um 50% bis 70% |
| <input type="radio"/> Abnahme um 30% bis 50% | <input type="radio"/> Zunahme um 70% bis 100% |
| <input type="radio"/> Abnahme um 15% bis 30% | <input type="radio"/> Zunahme um 100% bis 150% |
| <input type="radio"/> Ungefähr konstant geblieben (plus minus 15%) | <input type="radio"/> Zunahme um 150% bis 250% |
| <input type="radio"/> Zunahme um 15% bis 30% | <input type="radio"/> Zunahme um 250% bis 500% |
| <input type="radio"/> Zunahme um 30% bis 50% | <input type="radio"/> Zunahme um mehr als 500% |

27 - Wie schätzen Sie die Entwicklung des Gesamtstromverbrauchs aller Ihrer derzeitigen und geplanten RZ-Standorte in der Schweiz in den nächsten 4 Jahren ein?

Beziehen Sie die %-Angabe auf das Total des Stromverbrauchs Ihrer Serverräume und Rechenzentren aller Ihrer Standorte (Hauptsitz inkl. Niederlassungen, Filialen und Tochter-/Schwesterunternehmen) in der Schweiz.

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Abnahme um mehr als 50% | <input type="radio"/> Zunahme um 50% bis 70% |
| <input type="radio"/> Abnahme um 30% bis 50% | <input type="radio"/> Zunahme um 70% bis 100% |
| <input type="radio"/> Abnahme um 15% bis 30% | <input type="radio"/> Zunahme um 100% bis 150% |
| <input type="radio"/> Ungefähr konstant bleibend (plus minus 15%) | <input type="radio"/> Zunahme um 150% bis 250% |
| <input type="radio"/> Zunahme um 15% bis 30% | <input type="radio"/> Zunahme um 250% bis 500% |
| <input type="radio"/> Zunahme um 30% bis 50% | <input type="radio"/> Zunahme um mehr als 500% |

28 - Was beeinflusst den Stromverbrauch Ihrer Rechenzentren in den nächsten 4 Jahren (unabhängig davon, ob es sich um eine Zu- oder Abnahme handelt)?

Verschiedene Einflussfaktoren können sich überlagern. Gewisse Faktoren können verbrauchsmindernd wirken, auch wenn der Verbrauch netto zunimmt. Und umgekehrt.

Wählen Sie aus dem Spektrum, die am ehesten zutreffende Ausprägung des jeweiligen Einflusses.

1: starker Einfluss der linken Ausprägung

4: mässiger Einfluss der rechten Ausprägung

2: mässiger Einfluss der linken Ausprägung

5: starker Einfluss der rechten Ausprägung

3: Keine Änderung / Einfluss erwartet

Weniger Kunden	-----O-----
Verkauf von RZ oder RZ-Standorten	-----O-----
Stilllegung von Standorten (z.B. wegen Konsolidierung, Auslagerung etc.)	-----O-----

Flächenreduktion (z.B. wegen Auslagerung oder Konsolidierung)	-----○-----	
Abnahme des Workloads	-----○-----	
Keine neuen rechen- oder speicherintensiven Anwendungsfelder	-----○-----	
Geringere Auslastung der bestehenden IT-Systeme	-----○-----	
Geringere IT-Effizienz	-----○-----	
Geringere Infrastruktur-Effizienz	-----○-----	

Weitere Faktoren

29 - Was beeinflusst den Stromverbrauch Ihrer Rechenzentren in den nächsten 4 Jahren (unabhängig davon, ob es sich um eine Zu- oder Abnahme handelt)?

Verschiedene Einflussfaktoren können sich überlagern. Gewisse Faktoren können verbrauchsmindernd wirken, auch wenn der Verbrauch netto zunimmt. Und umgekehrt.

Wählen Sie aus dem Spektrum, die am ehesten zutreffende Ausprägung des jeweiligen Einflusses.

1: starker Einfluss der linken Ausprägung

4: mässiger Einfluss der rechten Ausprägung

2: mässiger Einfluss der linken Ausprägung

5: starker Einfluss der rechten Ausprägung

3: Keine Änderung / Einfluss erwartet

Stilllegung von Standorten (z.B. wegen Konsolidierung, Auslagerung etc.)	-----○-----	
Flächenreduktion (z.B. wegen Auslagerung oder Konsolidierung)	-----○-----	
Abnahme des Workloads	-----○-----	
Keine neuen rechen- oder speicherintensiven Anwendungsfelder	-----○-----	
Geringere Auslastung der bestehenden IT-Systeme	-----○-----	
Geringere IT-Effizienz	-----○-----	
Geringere Infrastruktur-Effizienz	-----○-----	

Weitere Faktoren

30 - Bietet Ihr Unternehmen auf Servern an Ihren Standorten in der Schweiz bereits IT-Dienstleistungen im Bereich der künstlichen Intelligenz an?

Die Frage bezieht sich auf die von Ihnen in der Schweiz selbst betriebenen Servern (interne Server oder Hosting- und Cloud-Angebote an Ihre Kunden). Künstliche Intelligenz (KI) bezeichnet Systeme mit hoher Rechen- und Datenverarbeitungsdichte, die kognitive Aufgaben wie Erkennen, Verstehen und Entscheiden automatisiert ausführen. Grundlage sind datenintensive Methoden des maschinellen Lernens (ML) und Deep Learnings (DL), die auf spezialisierter Hardware wie GPUs oder TPUs betrieben werden.

Ja, inkl. Training von KI, grossen Sprachmodellen etc.

- Ja, aber kein Training von KI, grossen Sprachmodellen etc., sondern nur Nutzung von KI-Anwendungen von Dritten (z.B. ChatGPT, Google Gemini, DeepL, GitHub, Midjourney / DALL·E / Runway ML, andere)
- Nein, keine Dienstleistungen im Bereich KI, aber andere energieintensive IT-Anwendungen (z.B. Echtzeitanalysen, big data, Simulationen, wissenschaftliche Modellrechnungen, High resolution streaming, rechen- oder datenintensive Produktionsprozesse und -automatisierungen, Robotics)
- Nein, keine Dienstleistungen im Bereich KI auf Servern an unseren Standorten, aber auf Servern an Standorten von Dritten (z.B. Colocation Center, Cloud)
- Nein, KI ist in unserem Angebot (noch) kein Thema.

31 - Welcher Anteil der gesamten Nutzfläche (White space) ist mit Servern für KI-Anwendungen belegt?

- 0-20 % 20-40 % 40-60 % 60-80 % 80-100 %

32 - Bietet die Infrastruktur Ihrer Rechenzentren die Möglichkeit, KI-Server oder andere High-Density-Server zu betreiben?

Ein KI-Server (auch: AI-Server) ist ein Hochleistungsrechner, der speziell für Anwendungen im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) – insbesondere maschinelles Lernen (ML) und Deep Learning (DL) – ausgelegt ist. Er verfügt über eine oder mehrere spezialisierte Beschleunigerkomponenten wie GPUs (z. B. NVIDIA A100/H100), TPUs oder FPGAs, um grosse Datenmengen parallel zu verarbeiten und KI-Modelle effizient zu trainieren oder auszuführen.

- Ja, auf unserer Infrastruktur werden bereits KI-Server betrieben.
- Ja, unsere Infrastruktur kann mit entsprechenden Leistungsdichten von KI-Servern umgehen, aber es werden noch keine solchen betrieben.
- Nein, derzeit noch nicht, aber ein Ausbau der Infrastruktur ist vorgesehen bzw. geplant.
- Nein, derzeit noch nicht, aber ein Ausbau der Infrastruktur wäre grundsätzlich möglich, ist aber derzeit nicht geplant

33 - In welchen Bereichen spielen energieintensive Server oder Anwendungen eine Rolle in der aktuellen Geschäftstätigkeit und in Ihrer Produkt- bzw. Unternehmensstrategie?

Es geht wiederum um Ihre Serverräume und Rechenzentren in Ihren Unternehmensstandorten in der Schweiz (Hauptsitz, Niederlassungen, Filialen, Tochter-/Schwesterunternehmen). Server, Speicher und Anwendungen bei Drittanbietern sollen NICHT berücksichtigt werden.

Energieintensive Server: *High Performance Computing (HPC), hochdichte Systeme wie Blade-Server, GPU-Cluster oder High-Performance-Server für KI und wissenschaftliche Berechnungen, Datenbankserver mit hoher Transaktionsrate.*

Energieintensive Anwendungen: *Systeme mit hoher Rechen- und Datenverarbeitungsdichte wie KI-Training und -Angebote, maschinelles Lernen, Deep Learning (DL), Echtzeitanalysen, big data, Simulationen, High resolution streaming. Ein Teil dieser Anwendungen wird zunehmend auf spezialisierter Hardware wie GPUs oder TPUs betrieben.*

	eine grosse Rolle	sehr grosse Rolle	eine Rolle	eine eher geringe Rolle	keine Rolle
Aktuelle Geschäftstätigkeit, energieintensive Server oder Anwendungen bereits in Betrieb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aktuelle Geschäftstätigkeit, Planungsphase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aktuelle Geschäftstätigkeit, Bauphase	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Energieintensive Server oder Anwendungen sind Bestandteil der Strategie, die aktuell erarbeitet wird	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit grosser Sicherheit in der nächsten Strategie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Evtl. in der nächsten Strategie

34 - Möchten Sie Bemerkungen oder Anregungen hinterlassen oder haben Sie Fragen?

35 - Sind Sie an den wichtigsten Ergebnissen des Projektes interessiert?

Ja Nein

36 - Datenverwendung

Für die Auswertung im Rahmen der Studie werden die Daten anonymisiert (d.h. die unternehmens- und personenspezifischen Angaben werden gelöscht). Die so anonymisierten Daten werden durch TEP Energy, die Hochschule Luzern und das Bundesamt für Energie für statistische Zwecke im Rahmen dieser Studie verwendet. Die Ergebnisse werden in aggregierter Form veröffentlicht, so dass keine Rückschlüsse auf bestimmte Unternehmen oder Standorte gemacht werden können.

37 - Nur für grössere Rechenzentren gilt (ab ungefähr 1000 m² Fläche bzw. ab ungefähr 1'000'000 kWh / Jahr oder 500 kW (IT)):

Sofern Sie dazu nachfolgend explizit Ihre Zustimmung geben (Opt-in), werden Ihre vollständigen Daten vom Bundesamt für Energie gespeichert und für spätere Analyse des BFE für Vergleichszwecke oder für Zeitreihenstatistik wiederverwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass die vollständigen Daten unseres Unternehmens vom Bundesamt für Energie gespeichert und für eine spätere Analysen zu Vergleichszwecken oder zur Erstellung von Zeitreihenstatistiken wiederverwendet werden.

38 - Ihre Kontaktdaten

Ihr Name

Ihre E-Mail-Adresse

39 - Ende Teil 1

Der Teil 1 des Fragebogens ist zu Ende.

Im Teil 2 geht es um Fragen zu Ihren RZ-Standorten:

- Mehrere RZ-Standorte auf einem Campus können in einem gemeinsamen Fragebogen erfasst werden, sofern sie sich in wesentlichen Aspekten – insbesondere hinsichtlich der umgesetzten Effizienzmassnahmen – nicht wesentlich unterscheiden
- Sie können diese Fragen selbst beantworten oder eine zuständige Person damit betrauen.

Falls Sie Teil 2 selbst beantworten möchten, klicken Sie bitte auf den nachfolgenden Link, der in einem neuen Fenster geöffnet wird

- Andernfalls kopieren und senden Sie bitte den Link sowie die im Brief gedruckte PIN-Nummer für Ihr Unternehmen per Mail an die zuständige(n) Person(en), die für die verschiedenen Standorte verantwortlich sind. Der Link kann mehrmals verwendet werden (einmal pro RZ-Standort).

Wir danken Ihnen ganz herzlich für die Teilnahme an der Umfrage.

Bitte schliessen Sie die Umfrage ab. Sie können Ihre Antworten danach nicht mehr bearbeiten.

Wenn Sie möchten, können Sie Ihre Angaben in ein Word-File exportieren und bei Ihnen ablegen. Drücken Sie dazu unten links auf [Antworten exportieren].

40 - Ende Teil 1

Der Teil 1 des Fragebogens ist zu Ende.

Im Teil 2 geht es um Fragen zu Ihrem RZ-Standort.

- Mehrere RZ-Standorte auf einem Campus können in einem gemeinsamen Fragebogen erfasst werden, sofern sie sich in wesentlichen Aspekten – insbesondere hinsichtlich der umgesetzten Effizienzmassnahmen – nicht wesentlich unterscheiden.
- Sie können die Fragen aus Teil 2 selbst beantworten oder eine zuständige Person damit betrauen.

Falls Sie Teil 2 selbst beantworten möchten, klicken Sie bitte auf den nachfolgenden Link, der in einem neuen Fenster geöffnet wird

- Andernfalls kopieren und senden Sie bitte den Link sowie die im Brief gedruckte PIN-Nummer für Ihr Unternehmen per Mail an die zuständige(n) Person(en), die für die verschiedenen Standorte verantwortlich sind. Der Link kann mehrmals verwendet werden (einmal pro RZ-Standort).

Wir danken Ihnen ganz herzlich für die Teilnahme an der Umfrage.

Bitte schliessen Sie die Umfrage ab. Sie können Ihre Antworten danach nicht mehr bearbeiten.

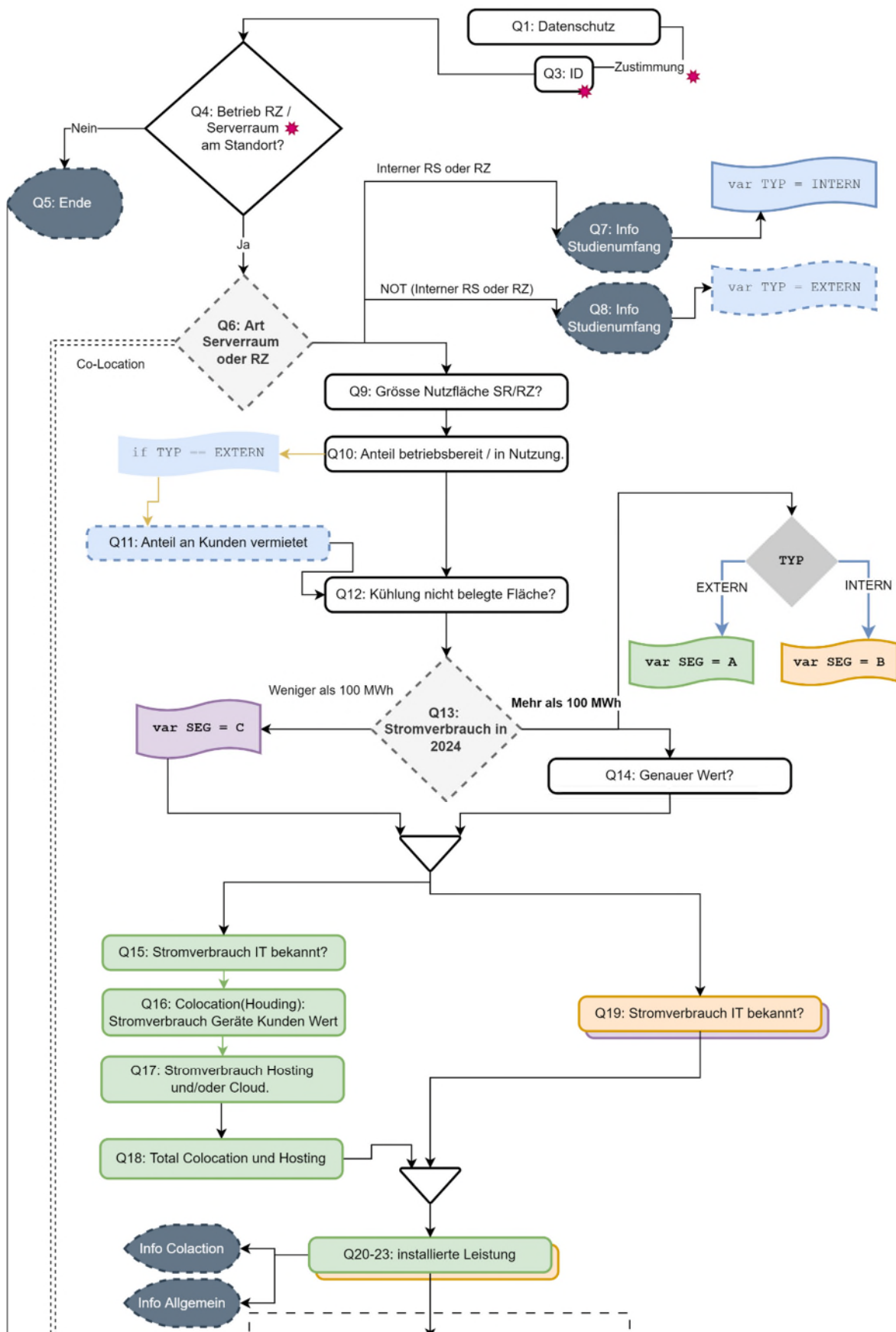
Wenn Sie möchten, können Sie Ihre Angaben in ein Word-File exportieren und bei Ihnen ablegen. Drücken Sie dazu unten links auf [Antworten exportieren].

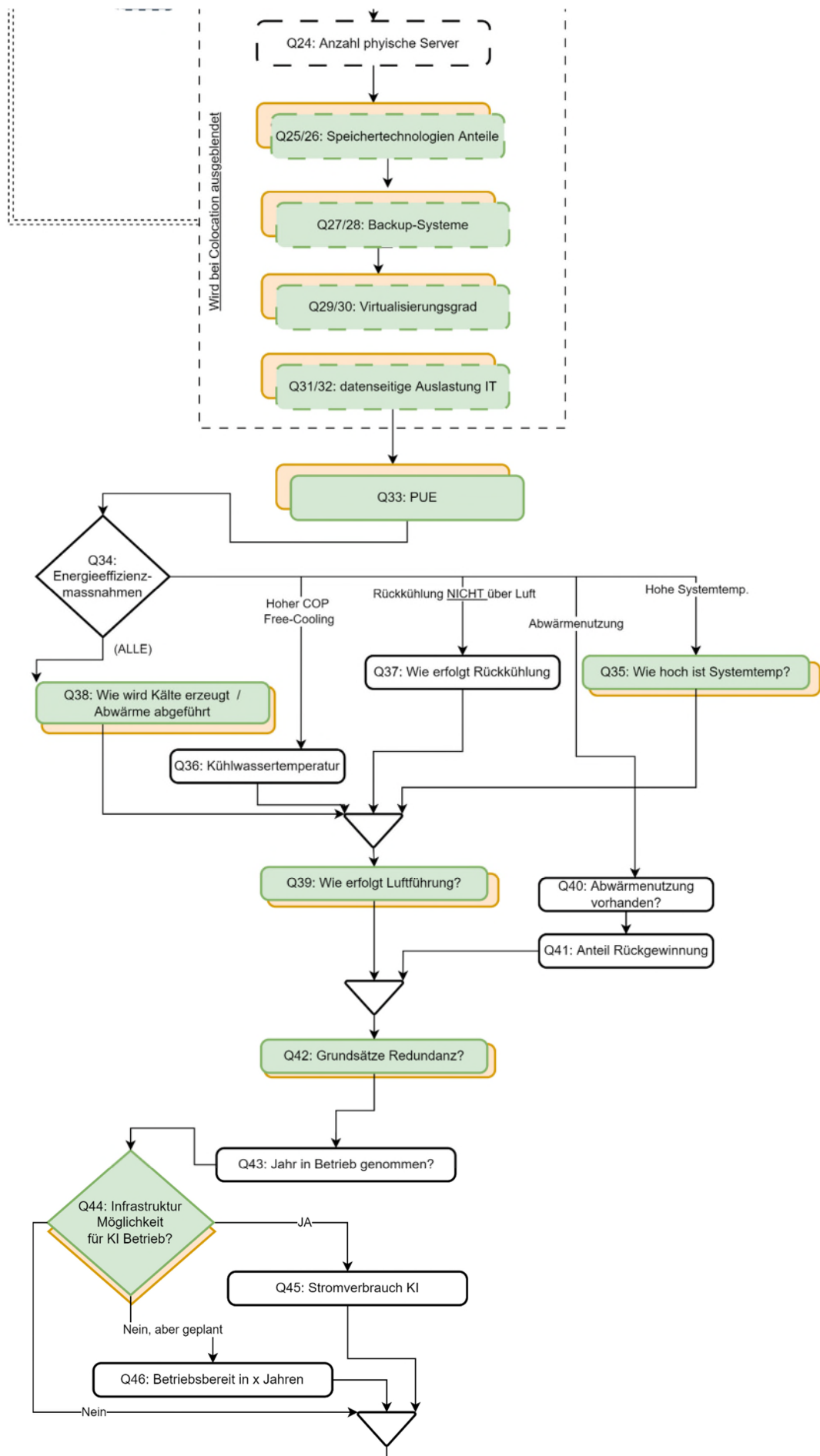
41 - Wir danken Ihnen ganz herzlich für die Teilnahme an der Umfrage.

Bitte schliessen Sie die Umfrage ab. Sie können Ihre Antworten danach nicht mehr bearbeiten.

Wenn Sie möchten, können Sie Ihre Angaben in ein Word-File exportieren und bei Ihnen ablegen. Drücken Sie dazu unten links auf [Antworten exportieren].

10.5.3 Fragebogenlogik Teil 2





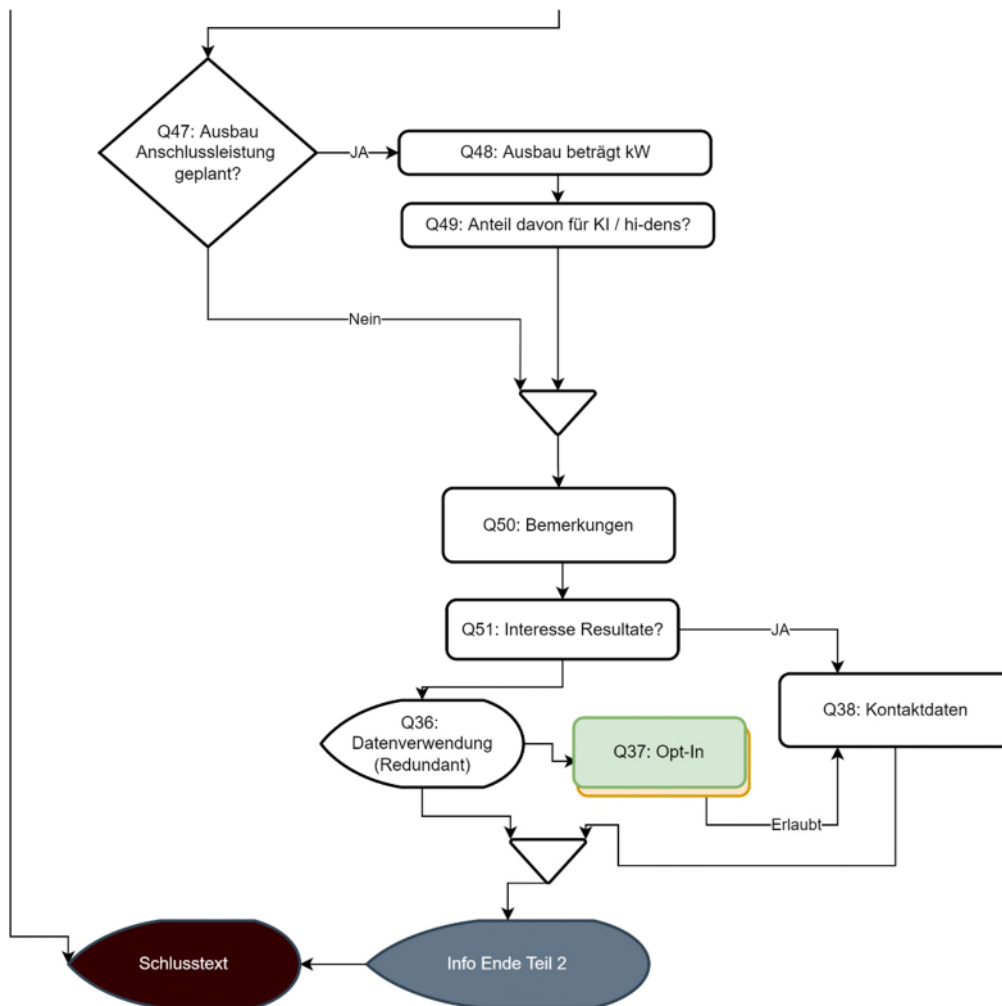


Abbildung 51: Fragebogenlogik Teil 2

Quelle: TEP Energy

10.5.4 Fragebogen Teil 2

Rechenzentren in der Schweiz - Teil 2 (Standorte)

Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotenzial

Teil 2: Umfrage zu den Rechenzentren-Standorten

Vielen Dank, dass Sie sich einige Minuten Zeit nehmen, um die nachfolgende Umfrage "Rechenzentren in der Schweiz - Stromverbrauch und Effizienzpotenzial" zu beantworten.

Die vorliegende Erhebung im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) dient als Grundlage für die Abschätzung des Stromverbrauchs sowie des Energieeffizienzpotenzials von Serverräumen und Rechenzentren in der Schweiz.

Hinweise

- Ihre Teilnahme an der Umfrage ist auch dann sehr wertvoll, wenn Sie einzelne Fragen nicht beantworten können.
- Wenn Sie die Umfrage unterbrechen wollen, können Sie ihren personalisierten Link aufrufen und kopieren, indem Sie auf «Umfrage später fortsetzen» am Seitenende klicken.
- Diesen Link können Sie auch an weitere Personen im Unternehmen weiterleiten, damit diese an der Beantwortung der Fragen mitwirken kann.

- Die Umfrage kann entweder auf Deutsch oder Französisch ausgefüllt werden (Auswahl im Online-Fragebogen oben rechts).
- Hinweise zu Datenschutz und Datenverwendung finden Sie auf der nächsten Seite.

Fragen und Antworten

Ihre allfälligen Fragen werden durch die Firma TEP Energy (Kontakt: survey_dc@tep-energy.ch) gerne beantwortet.

1 - Hinweise zum Datenschutz und zur Datenverwendung

Die erhobenen Daten werden streng vertraulich behandelt. Die erhobenen Daten werden vom Umfrage-Tool Findmind in der Schweiz zwischengespeichert und nach dem Herunterladen gelöscht. Die heruntergeladenen Daten werden von TEP Energy auf einem internen Laufwerk am Hauptsitz der TEP Energy in der Schweiz gespeichert. Für die Auswertung im Rahmen der Studie werden die Daten anonymisiert (d.h. die unternehmens- und personenspezifischen Angaben werden gelöscht). Die so anonymisierten Daten werden durch TEP Energy, die Hochschule Luzern und das Bundesamt für Energie für statistische Zwecke im Rahmen dieser Studie verwendet.

Die Ergebnisse werden in aggregierter Form veröffentlicht, so dass keine Rückschlüsse auf bestimmte Unternehmen oder Standorte gemacht werden können. Nach dem Abschluss der Studie werden nur die anonymisierten Daten durch das beauftragende Bundesamt gespeichert. Sämtliche weitere Daten werden gelöscht.

Nur für grössere Rechenzentren gilt: Sofern Sie dazu am Ende dieses Online-Fragebogens explizit Ihre Zustimmung geben (Opt-in), werden Ihre vollständigen Daten vom Bundesamt für Energie gespeichert und für spätere Analyse des BFE für Vergleichszwecke oder für Zeitreihenstatistik wiederverwendet. Für Fragen dazu, zum Auftrag oder zur Studie steht Ihnen unsere Fachspezialistin, Frau Dr. Mihaela Grigorie (mihaela.grigorie@bfe.admin.ch) gerne zur Verfügung.

2 - Zustimmung

Ich habe die Hinweise zum Datenschutz und der Datenverwendung gelesen und akzeptiere diese.

3 - Tragen Sie bitte die folgenden Informationen zum Standort des Rechenzentrums bzw. des Serverraums in den folgenden Textfeldern ein.

Ihre Angabe wird vertraulich behandelt und nicht veröffentlicht, sondern dient der Rücklaufkontrolle und hilft uns damit bei der Hochrechnung.

Name des Unternehmens

Bezeichnung des RZ-Standorts und/oder die Standortadresse des RZ

PIN (auf dem Brief)

Standortkanton

- | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="radio"/> AG | <input type="radio"/> GE | <input type="radio"/> OW | <input type="radio"/> UR |
| <input type="radio"/> AI | <input type="radio"/> GL | <input type="radio"/> SG | <input type="radio"/> VD |
| <input type="radio"/> AR | <input type="radio"/> GR | <input type="radio"/> SH | <input type="radio"/> VS |
| <input type="radio"/> BE | <input type="radio"/> JU | <input type="radio"/> SO | <input type="radio"/> ZG |
| <input type="radio"/> BL | <input type="radio"/> LU | <input type="radio"/> SZ | <input type="radio"/> ZH |
| <input type="radio"/> BS | <input type="radio"/> NE | <input type="radio"/> TG | |
| <input type="radio"/> FR | <input type="radio"/> NW | <input type="radio"/> TI | |

4 - Wird an diesem Standort ein Rechenzentrum oder grösserer Serverraum betrieben (mit mindestens 50 "herkömmlichen" oder 30 "High-Density"-Servern)?

Herkömmliche Server: Dazu zählen klassische Rack- oder Tower-Server, wie sie typischerweise für Web-, Datei-, E-Mail- oder allgemeine Anwendungsdienste in Unternehmen eingesetzt werden, mit moderatem Strom- und Kühlungsbedarf.

High-Density-Server: Hierbei handelt es sich um Systeme mit hoher Leistungs- und Energie-/Wärmedichte wie z. B. High Performance Computing (HPC), Blade-Server, GPU-Cluster oder spezialisierte High-Performance-Server für KI-Anwendungen, wissenschaftliche Simulationen oder Datenbanken mit sehr hoher Transaktionsrate.

- Ja Nein

5 - Der Standort kann für diese Studie leider nicht beachtet werden.

Standorte ausserhalb der Schweiz oder Standorte, an denen weniger als 50 "herkömmlichen" oder 30 "high-density" Server betrieben werden, werden nicht ausgewertet.

Die Umfrage ist damit beendet.

6 - Um welche Art von Serverraum oder Rechenzentrum handelt es sich?

- Interner SR oder RZ in unserem Hauptsitz oder in unserer Mutter-, Tochter- und/oder Schwesterfirma (auch «on premise» oder «Enterprise DC» genannt)
- Colocation (Housing): Ihre Kunden betreiben Server und andere IT-Systeme in Ihren Räumlichkeiten. Sie stellen dafür Platz, Sicherheit, Energie, Leistung, Kühlung/Lüftung etc. zur Verfügung
- Hosting, private Cloud: Sie besitzen und managen Ihre Server und bieten damit Ihren Kunden Dienstleistungen wie Rechenleistung, Speicherplatz und/oder Softwarelösungen an
- Public Cloud: öffentlich erreichbare Cloud-Dienste
- Edge DC: Kleines, dezentrales Rechenzentrum nahe am Nutzer für niedrige Latenz (z. B. für 5G, IoT).
- High-Performance-Rechenzentrum: spezialisiert auf rechenintensive Anwendungen (Forschung, Entwicklung und Simulationen im Bereich KI).

7 - Wichtige Information zum Betrachtungsrahmen der Umfrage

Mit der Umfrage werden Stromverbrauch und Fläche der Server, Speicher etc. erfasst, die sich an den Standorten Ihres Unternehmens (Hauptsitz, Niederlassung Filialen oder Tochter-/Schwesterfirmen) in der Schweiz befinden.

Was gehört dazu:

- **On-premise:** Eigene Serverräume und Rechenzentren mit Server, Speicher etc., die Ihr Unternehmen an einem seiner Standorte in der Schweiz betreibt.

Was gehört nicht dazu:

- **Externe Server:**

- Server, die Ihr Unternehmen in einem externen Rechenzentrum von Dritten, z.B. in einem Colocation-RZ, betreibt
 - Server, die von Dritten in deren Räumlichkeiten gehostet werden.
 - Server, Speicher, Rechenleistung in der Cloud.
- **Ausserhalb der Schweiz:** Rechenzentren oder Serverräume, die Ihr Unternehmen im Ausland betreiben.

8 - Wichtige Information zum Betrachtungsrahmen der Umfrage

Mit der Umfrage werden Stromverbrauch und Fläche der Serverräume und Rechenzentren erfasst, die sich an den Standorten Ihres Unternehmens (Hauptsitz, Niederlassung, Filialen oder Tochter-/Schwesterfirmen) in der Schweiz befindet.

Was gehört dazu:

- **Hosting:** IT-Systeme wie Server, Speicher etc., die Ihr Unternehmen in der Schweiz für Dritte betreibt.
- **Cloud:** IT-Systeme wie Server, Speicher etc., die in der Schweiz stehen und mit denen Ihr Unternehmen Cloud-Dienstleistungen anbietet
- **Housing:** Räumlichkeiten und Infrastruktur in der Schweiz, die Ihr Unternehmen an einem seiner Standorte zur Verfügung stellt und in denen Ihre Kunden ihre eigenen Server und IT-Systeme betreiben (z.B.: Colocation-RZ).

Was gehört nicht dazu:

- **Externe Server:** Server, die Ihr Unternehmen in einem externen Rechenzentrum von Dritten, d.h. einem unternehmens-externen Colocation-RZ betreibt (z.B. externes Back-up Systeme, externe Redundanz etc.)
- **Ausserhalb der Schweiz:** Rechenzentren oder Serverräume, die Ihr Unternehmen im Ausland betreiben.

9 - Wie gross ist die gesamte Nutzfläche (White Space) des Serverraums/Rechenzentrums?

Flächenwert als Zahl angeben in m²

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 50 m ² | <input type="radio"/> 700 – 1'000 m ² | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 m ² |
| <input type="radio"/> 50 – 100 m ² | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 m ² | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 m ² |
| <input type="radio"/> 100 – 150 m ² | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 m ² | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 m ² |
| <input type="radio"/> 150 – 200 m ² | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 m ² | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 m ² |
| <input type="radio"/> 200 – 250 m ² | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 m ² | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 m ² |
| <input type="radio"/> 250 – 300 m ² | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 m ² | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 m ² |
| <input type="radio"/> 300 – 400 m ² | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 m ² | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 m ² |
| <input type="radio"/> 400 – 500 m ² | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 m ² | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 m ² |
| <input type="radio"/> 500 – 700 m ² | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 m ² | <input type="radio"/> mehr als 100'000 m ² |

10 - Welcher Anteil der gesamten Nutzfläche (White Space) ist mit betriebsbereiten Server-Racks belegt und aktiv in Nutzung?

Bezogen auf die gesamte Nutzfläche (White Space). D.h. 100% = gesamte Fläche inklusive noch nicht genutzter Fläche, z.B. bei einem modularen Ausbau.

- 0-20 % 20-40 % 40-60 % 60-80 % 80-100 %

Genauere Angabe als %-Wert (falls verfügbar)

11 - Welcher Anteil der Nutzfläche (White Space) ist an Ihre Kunden vermietet (Colocation/Housing, d.h. IT wird von Ihren Kunden betrieben) und welcher Anteil der Nutzfläche (White Space) nutzen Sie selbst, um Dienste wie Hosting, Cloud etc. anzubieten?

- Wir vermieten keine Fläche an Kunden
- 0-20 % vermietet (Colocation/Housing), d.h. 80% bis 100% selbst betrieben (Hosting) oder noch nicht genutzt
- 20-40 % vermietet (Colocation/Housing), d.h. 60% bis 80% selbst betrieben (Hosting) oder noch nicht genutzt
- 40-60 % vermietet (Colocation/Housing), d.h. 40% bis 60% selbst betrieben (Hosting) oder noch nicht genutzt
- 60-80 % vermietet (Colocation/Housing), d.h. 20% bis 40% selbst betrieben (Hosting) oder noch nicht genutzt
- 80-100 % vermietet (Colocation/Housing), d.h. 0% bis 20% selbst betrieben (Hosting) oder noch nicht genutzt

Genauere Angabe als %-Wert (falls verfügbar)

12 - Wie wird die aktuell nicht belegte, d.h. nicht genutzte Nutzfläche (White Space) gekühlt?

Nicht belegt, d.h. nicht genutzt: Fläche ist noch nicht mit betriebsbereiten Server-Racks ausgestattet.

- Wird gleich gekühlt (konditioniert) wie die genutzte Fläche
- Wird NICHT gekühlt (konditioniert) (gemäss dem Prinzip «modularer Ausbau»)

Anderes oder Bemerkungen

13 - Wie war der gesamte Stromverbrauch des Rechenzentrums in kWh pro Jahr (2024 oder vergangene 12 Monate)?

Angabe des Totals von IT und RZ-Infrastruktur (2024 oder vergangene 12 Monate).

IT = Server, Speicher, Netzwerk etc. | RZ-Infrastruktur = USV, Kälteerzeugung, Umluftkühler, Ventilatoren, Pumpen etc.

Bitte geben Sie zuerst an, ob der Stromverbrauch unter oder über 100'000 kWh/Jahr liegt:

- weniger als 100'000 kWh
- mehr als 100'000 kWh

14 -

Falls bekannt, geben Sie bitte den genauen Wert in kWh/Jahr an

kWh/Jahr

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 100'000 kWh | <input type="radio"/> 1'500'000 – 2'000'000 kWh | <input type="radio"/> 25'000'000 – 30'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 100'000 – 150'000 kWh | <input type="radio"/> 2'000'000 – 2'500'000 kWh | <input type="radio"/> 30'000'000 – 40'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 150'000 – 200'000 kWh | <input type="radio"/> 2'500'000 – 3'000'000 kWh | <input type="radio"/> 40'000'000 – 50'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 200'000 – 250'000 kWh | <input type="radio"/> 3'000'000 – 4'000'000 kWh | <input type="radio"/> 50'000'000 – 70'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 250'000 – 300'000 kWh | <input type="radio"/> 4'000'000 – 5'000'000 kWh | <input type="radio"/> 70'000'000 – 100'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 300'000 – 400'000 kWh | <input type="radio"/> 5'000'000 – 7'000'000 kWh | <input type="radio"/> 100'000'000 – 150'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 400'000 – 500'000 kWh | <input type="radio"/> 7'000'000 – 10'000'000 kWh | <input type="radio"/> 150'000'000 – 200'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 500'000 – 700'000 kWh | <input type="radio"/> 10'000'000 – 15'000'000 kWh | <input type="radio"/> 200'000'000 – 250'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 700'000 – 1'000'000 kWh | <input type="radio"/> 15'000'000 – 20'000'000 kWh | <input type="radio"/> 250'000'000 – 300'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'000'000 – 1'500'000 kWh | <input type="radio"/> 20'000'000 – 25'000'000 kWh | <input type="radio"/> 300'000'000 – 400'000'000 kWh |
| | | <input type="radio"/> mehr als 400'000'000 |

15 - Ist der Stromverbrauch der IT im Jahr 2024, d.h. der Stromverbrauch von Servern, Speicher, Back-up, Netzwerk etc., bekannt?

Angabe des Stromverbrauchs der IT-Geräte (Server, Speicher, Back-up, Netzwerk etc.)

16 - Colocation (Housing), d.h. der Stromverbrauch der Geräte Ihrer Kunden (kWh, die Ihre Kunden verbraucht haben OHNE Aufschlag für RZ-Infrastruktur)

Stromverbrauch als Zahl angeben

kWh/Jahr

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 100'000 kWh | <input type="radio"/> 1'500'000 – 2'000'000 kWh | <input type="radio"/> 25'000'000 – 30'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 100'000 – 150'000 kWh | <input type="radio"/> 2'000'000 – 2'500'000 kWh | <input type="radio"/> 30'000'000 – 40'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 150'000 – 200'000 kWh | <input type="radio"/> 2'500'000 – 3'000'000 kWh | <input type="radio"/> 40'000'000 – 50'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 200'000 – 250'000 kWh | <input type="radio"/> 3'000'000 – 4'000'000 kWh | <input type="radio"/> 50'000'000 – 70'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 250'000 – 300'000 kWh | <input type="radio"/> 4'000'000 – 5'000'000 kWh | <input type="radio"/> 70'000'000 – 100'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 300'000 – 400'000 kWh | <input type="radio"/> 5'000'000 – 7'000'000 kWh | <input type="radio"/> 100'000'000 – 150'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 400'000 – 500'000 kWh | <input type="radio"/> 7'000'000 – 10'000'000 kWh | <input type="radio"/> 150'000'000 – 200'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 500'000 – 700'000 kWh | <input type="radio"/> 10'000'000 – 15'000'000 kWh | <input type="radio"/> 200'000'000 – 250'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 700'000 – 1'000'000 kWh | <input type="radio"/> 15'000'000 – 20'000'000 kWh | <input type="radio"/> 250'000'000 – 300'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'000'000 – 1'500'000 kWh | <input type="radio"/> 20'000'000 – 25'000'000 kWh | <input type="radio"/> 300'000'000 – 400'000'000 kWh |
| | | <input type="radio"/> mehr als 400'000'000 |

17 - Hosting und/oder Cloud, d.h. nur die von Ihnen selbst betriebenen Server

Stromverbrauch als Zahl angeben

kWh/Jahr

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 100'000 kWh | <input type="radio"/> 1'500'000 – 2'000'000 kWh | <input type="radio"/> 25'000'000 – 30'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 100'000 – 150'000 kWh | <input type="radio"/> 2'000'000 – 2'500'000 kWh | <input type="radio"/> 30'000'000 – 40'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 150'000 – 200'000 kWh | <input type="radio"/> 2'500'000 – 3'000'000 kWh | <input type="radio"/> 40'000'000 – 50'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 200'000 – 250'000 kWh | <input type="radio"/> 3'000'000 – 4'000'000 kWh | <input type="radio"/> 50'000'000 – 70'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 250'000 – 300'000 kWh | <input type="radio"/> 4'000'000 – 5'000'000 kWh | <input type="radio"/> 70'000'000 – 100'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 300'000 – 400'000 kWh | <input type="radio"/> 5'000'000 – 7'000'000 kWh | <input type="radio"/> 100'000'000 – 150'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 400'000 – 500'000 kWh | <input type="radio"/> 7'000'000 – 10'000'000 kWh | <input type="radio"/> 150'000'000 – 200'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 500'000 – 700'000 kWh | <input type="radio"/> 10'000'000 – 15'000'000 kWh | <input type="radio"/> 200'000'000 – 250'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 700'000 – 1'000'000 kWh | <input type="radio"/> 15'000'000 – 20'000'000 kWh | <input type="radio"/> 250'000'000 – 300'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'000'000 – 1'500'000 kWh | <input type="radio"/> 20'000'000 – 25'000'000 kWh | <input type="radio"/> 300'000'000 – 400'000'000 kWh |
| | | <input type="radio"/> mehr als 400'000'000 |

18 - Total Colocation (Housing) und Hosting/Cloud

Stromverbrauch als Zahl angeben

kWh/Jahr

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 100'000 kWh | <input type="radio"/> 1'500'000 – 2'000'000 kWh | <input type="radio"/> 25'000'000 – 30'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 100'000 – 150'000 kWh | <input type="radio"/> 2'000'000 – 2'500'000 kWh | <input type="radio"/> 30'000'000 – 40'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 150'000 – 200'000 kWh | <input type="radio"/> 2'500'000 – 3'000'000 kWh | <input type="radio"/> 40'000'000 – 50'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 200'000 – 250'000 kWh | <input type="radio"/> 3'000'000 – 4'000'000 kWh | <input type="radio"/> 50'000'000 – 70'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 250'000 – 300'000 kWh | <input type="radio"/> 4'000'000 – 5'000'000 kWh | <input type="radio"/> 70'000'000 – 100'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 300'000 – 400'000 kWh | <input type="radio"/> 5'000'000 – 7'000'000 kWh | <input type="radio"/> 100'000'000 – 150'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 400'000 – 500'000 kWh | <input type="radio"/> 7'000'000 – 10'000'000 kWh | <input type="radio"/> 150'000'000 – 200'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 500'000 – 700'000 kWh | <input type="radio"/> 10'000'000 – 15'000'000 kWh | <input type="radio"/> 200'000'000 – 250'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 700'000 – 1'000'000 kWh | <input type="radio"/> 15'000'000 – 20'000'000 kWh | <input type="radio"/> 250'000'000 – 300'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'000'000 – 1'500'000 kWh | <input type="radio"/> 20'000'000 – 25'000'000 kWh | <input type="radio"/> 300'000'000 – 400'000'000 kWh |
| | | <input type="radio"/> mehr als 400'000'000 |

19 - Ist der Stromverbrauch der IT im Jahr 2024, d.h. der Stromverbrauch von Servern, Speicher, Back-up, Netzwerk etc., bekannt?

Angabe des Stromverbrauchs der IT-Geräte (Server, Speicher, Back-up, Netzwerk etc.)

Stromverbrauch als Zahl angeben

kWh/Jahr

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="radio"/> weniger als 100'000 kWh | <input type="radio"/> 1'500'000 – 2'000'000 kWh | <input type="radio"/> 25'000'000 – 30'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 100'000 – 150'000 kWh | <input type="radio"/> 2'000'000 – 2'500'000 kWh | <input type="radio"/> 30'000'000 – 40'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 150'000 – 200'000 kWh | <input type="radio"/> 2'500'000 – 3'000'000 kWh | <input type="radio"/> 40'000'000 – 50'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 200'000 – 250'000 kWh | <input type="radio"/> 3'000'000 – 4'000'000 kWh | <input type="radio"/> 50'000'000 – 70'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 250'000 – 300'000 kWh | <input type="radio"/> 4'000'000 – 5'000'000 kWh | <input type="radio"/> 70'000'000 – 100'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 300'000 – 400'000 kWh | <input type="radio"/> 5'000'000 – 7'000'000 kWh | <input type="radio"/> 100'000'000 – 150'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 400'000 – 500'000 kWh | <input type="radio"/> 7'000'000 – 10'000'000 kWh | <input type="radio"/> 150'000'000 – 200'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 500'000 – 700'000 kWh | <input type="radio"/> 10'000'000 – 15'000'000 kWh | <input type="radio"/> 200'000'000 – 250'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 700'000 – 1'000'000 kWh | <input type="radio"/> 15'000'000 – 20'000'000 kWh | <input type="radio"/> 250'000'000 – 300'000'000 kWh |
| <input type="radio"/> 1'000'000 – 1'500'000 kWh | <input type="radio"/> 20'000'000 – 25'000'000 kWh | <input type="radio"/> 300'000'000 – 400'000'000 kWh |
| | | <input type="radio"/> mehr als 400'000'000 |

20 - Nach dem Jahresverbrauch geht es nun um die Leistung. Wie gross war 2024 die elektrische IT-Leistung im Rechenzentrum?

21 - Nach dem Jahresverbrauch geht es nun um die Leistung. Wie gross war 2024 die elektrische IT-Leistung im Rechenzentrum?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Server, d.h. Angabe für Hosting oder Cloud, ohne Colocation (Housing).

22 - Installierte elektrische Leistung (kW IT), z.B. gemäss Ihrem Monitoring oder Inventartool

Leistung als Zahl angeben

kW IT

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen (kW IT)

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="radio"/> weniger als 25 kW | <input type="radio"/> 500 – 700 kW | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 kW (10 MW) |
| <input type="radio"/> 25 – 50 kW | <input type="radio"/> 700 – 1'000 kW (1 MW) | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 kW |
| <input type="radio"/> 50 – 100 kW | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 kW | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 kW |
| <input type="radio"/> 100 – 150 kW | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 kW | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 kW |
| <input type="radio"/> 150 – 200 kW | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 kW | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 kW |
| <input type="radio"/> 200 – 250 kW | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 kW | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 kW |
| <input type="radio"/> 250 – 300 kW | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 kW | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 kW |
| <input type="radio"/> 300 – 400 kW | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 kW | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 kW |
| <input type="radio"/> 400 – 500 kW | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 kW | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 kW (100 MW) |
| | | <input type="radio"/> mehr als 100'000 kW |

23 - Maximum der im Jahr 2024 bezogenen Leistung für IT (kW IT) gemäss Ihren Messungen

Leistung als Zahl angeben

kW IT

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen (kW IT)

- | | | |
|---|---|--|
| <input type="radio"/> weniger als 25 kW | <input type="radio"/> 500 – 700 kW | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 kW (10 MW) |
| <input type="radio"/> 25 – 50 kW | <input type="radio"/> 700 – 1'000 kW (1 MW) | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 kW |
| <input type="radio"/> 50 – 100 kW | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 kW | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 kW |
| <input type="radio"/> 100 – 150 kW | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 kW | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 kW |
| <input type="radio"/> 150 – 200 kW | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 kW | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 kW |
| <input type="radio"/> 200 – 250 kW | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 kW | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 kW |
| <input type="radio"/> 250 – 300 kW | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 kW | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 kW |
| <input type="radio"/> 300 – 400 kW | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 kW | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 kW |
| <input type="radio"/> 400 – 500 kW | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 kW | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 kW (100 MW) |
| | | <input type="radio"/> mehr als 100'000 kW |

24 - Wie viele physische Server sind im Rechenzentrum vorhanden?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Server-Systeme am Standort.

Anzahl angeben

Falls Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| <input type="radio"/> 0 – 10 | <input type="radio"/> 250 – 300 | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 |
| <input type="radio"/> 10 – 15 | <input type="radio"/> 300 – 400 | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 |
| <input type="radio"/> 15 – 20 | <input type="radio"/> 400 – 500 | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 |
| <input type="radio"/> 20 – 25 | <input type="radio"/> 500 – 700 | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 |
| <input type="radio"/> 25 – 30 | <input type="radio"/> 700 – 1'000 | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 |
| <input type="radio"/> 30 – 40 | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 |
| <input type="radio"/> 40 – 50 | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 |
| <input type="radio"/> 50 – 70 | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 |
| <input type="radio"/> 70 – 100 | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 |
| <input type="radio"/> 100 – 150 | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 | <input type="radio"/> Mehr als 100'000 |
| <input type="radio"/> 150 – 200 | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 | |
| <input type="radio"/> 200 – 250 | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 | |

25 - Wie sind folgende Speichertechnologien anteilmässig vertreten?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Speichertechnologien am Standort.

	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Festplattenlaufwerk (HDD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Festplattenlaufwerk (SSD) bzw. flashbasierte Speicher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andere Speichertechnologien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26 - Wie sind folgende Speichertechnologien anteilmässig vertreten?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Speichertechnologien am Standort.

	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Festplattenlaufwerk (HDD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Festplattenlaufwerk (SSD) bzw. flashbasierte Speicher	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Andere Speichertechnologien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27 - Wie sind folgende Backup-Systeme anteilmässig vertreten?

Betrifft nur die von ihnen selbst betriebenen Backup-Systeme am Standort.

	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Diskbasiertes Backup-System	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bandbasiertes Backup-System	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28 - Wie sind folgende Backup-Systeme anteilmässig vertreten?

Betrifft nur die von ihnen selbst betriebenen Backup-Systeme am Standort.

	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Diskbasiertes Backup-System	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bandbasiertes Backup-System	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29 - Wie schätzen Sie den Virtualisierungsgrad ein?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Server am Standort.

- 0 bis 2 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- 3 bis 4 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- 5 bis 9 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- 10 bis 14 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- 15 bis 19 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- 20 bis 24 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- 25 bis 29 virtuelle Server (VM) pro physischen Server
- Mehr als 30

30 - Wie schätzen Sie den Virtualisierungsgrad ein?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Server am Standort.

- 0 bis 2 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- 3 bis 4 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- 5 bis 9 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- 10 bis 14 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- 15 bis 19 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- 20 bis 24 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- 25 bis 29 virtuelle Server (VM) pro physischem Server
- Mehr als 30

31 - Wie schätzen Sie die datenseitige Auslastung der IT-Geräte?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Disks am Standort.

	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Festplattenlaufwerk (HDD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Festplattenlaufwerk (SSD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32 - Wie schätzen Sie die datenseitige Auslastung der IT-Geräte?

Betrifft nur die von Ihnen selbst betriebenen Disks am Standort.

	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Festplattenlaufwerk (HDD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Festplattenlaufwerk (SSD)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

33 - Auf welchen Wert beläuft sich die Power Usage Effectiveness (PUE)? Bitte berücksichtigen Sie alle IT-Geräte (Ihre eigenen und die Ihrer Kunden).

Der PUE drückt das Verhältnis aus insgesamt verbrauchter Energie (Total IT + RZ-Infrastruktur) und speziell für die IT verbrauchter Energie aus (d.h. Total / IT-Stromverbrauch). Je weiter sich der Quotient 1 annähert, umso energieeffizienter ist das Rechenzentrum.

Der PUE beträgt

Falls der Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="radio"/> kleiner als 1.1 | <input type="radio"/> 1.6 – 1.7 |
| <input type="radio"/> 1.1 – 1.2 | <input type="radio"/> 1.7 – 1.8 |
| <input type="radio"/> 1.2 – 1.3 | <input type="radio"/> 1.8 – 1.9 |
| <input type="radio"/> 1.3 – 1.4 | <input type="radio"/> 1.9 – 2.0 |
| <input type="radio"/> 1.4 – 1.5 | <input type="radio"/> grösser als 2.0 |
| <input type="radio"/> 1.5 – 1.6 | |

34 - Wurden eine oder mehrere der folgenden Energieeffizienzmassnahmen bereits umgesetzt?

- Hohe Systemtemperaturen (Lufteintritt bei den Servern 23°C oder mehr)
- Trennung der Kalt- und Warmgänge
- Einhausung der Serverracks
- Hoher Wirkungsgrad/COP der Kälteerzeugung (effiziente Kältemaschine, Kühlwassertemperatur grösser als 20°C am Austritt)
- Rückkühlung nicht über Luft, sondern Nutzung von See/Fluss, Grundwasser, Erdreich als Wärmesenke
- Nutzung von Free-Cooling (d.h. By-pass der Kältemaschinen, wenn es die Bedingungen zulassen)
- Variable Regelung der Luftmengen
- Teillastoptimierung der USV
- Modulare Systemkonfiguration
- Parameter-Einstellungen im MSR-Bereich
- Messungen und Lastganganalyse
- Integrale Planung
- Abwärmennutzung

Weitere Massnahmen (bitte angeben)

35 - Wie hoch ist in der Regel die Systemraumtemperatur für das IT-Equipment (Lufttemperatur am Eintritt der Server)?

- 30°C oder mehr 26°C bis 29°C 25°C oder weniger

Exakter Wert (falls verfügbar)

36 - Wieviel beträgt die Kühlwassertemperatur der Kältemaschine (am Austritt) resp. des Freecoolings (Vorlauf)?

mehr als 24°C 18°C bis 24°C 12°C bis 18°C

Exakter Wert (falls verfügbar)

37 - Wie erfolgt die Rückkühlung (ausser über die Luft)?

- über einen See
- über einen Fluss
- über das Grundwasser
- über das Erdreich (z.B. Sondenfelder)
- über die Abgabe von Abwärme

Andere (bitte angeben)

38 - Wie wird die Kälte erzeugt bzw. die Abwärme abgeführt?

Mit Free-Cooling wird das Kühlen ohne Betrieb der Kältemaschine verstanden, sofern es die Bedingungen zulassen. Als Kältequelle können dabei die Aussenluft, Grund-, See-, Flusswasser oder das Erdreich dienen.

Mehrfachnennungen möglich.

- Keine Kühlung
- Kühlung mittels Kältemaschine (Rückkühlung mittels Aussenluft, Grund-, See-, Flusswasser oder das Erdreich)
- Kühlung mittels Direktlüftung
- Kühlung mittels Free-Cooling (Aussenluft, Grund-, See-, Flusswasser oder das Erdreich)
- Abgabe der Abwärme an eigene Gebäude zum Heizen oder an Dritte

39 - Wie erfolgt die Luftführung bzw. wie erfolgt die Kälteabgabe an die Nutzfläche (White Space) bzw. die Wärmeabfuhr von den Servern?

Mehrfachnennungen möglich.

- Luftführung über Doppelboden
- Luftführung über heruntergehängte Decke
- Luftführung über Kalt-/Warmgang
- Luftbasierte Rack-Lösungen
- Liquid-to-Air-Cooling
- Liquid-to-Liquid-Cooling

Andere (bitte angeben)

40 - Ist eine Abwärmenutzung vorhanden?

- Indirekte Abwärmenutzung (Wärmepumpe)
- Direkte Abwärmenutzung (Heizung/Brauchwarmwasser)

Andere Abwärmenutzung (bitte angeben)

41 - Welcher Anteil der thermischen Energie wird durch Abwärmenutzung zurückgewonnen?

weniger als 20% 20% bis 50% mehr als 50%

Exakter Wert (falls verfügbar)

42 - Welche Grundsätze werden bei der Redundanzauslegung der RZ-Infrastruktur angewendet?

Mehrfachnennungen möglich.

- n+0
- n+1
- 2n
- 2n+1

- U TIA942
- TÜV
- BIS

Andere (bitte angeben)

43 - In welchem Jahr wurde der Serverraum / das Rechenzentrum in Betrieb genommen?

Bei Gesamtsanierung bitte das Jahr der Sanierung angeben.

44 - Bietet die Infrastruktur Ihrer Rechenzentren die Möglichkeit, KI-Server oder andere High-Density-Server zu betreiben?

Ein KI-Server (auch: AI-Server) ist ein Hochleistungsrechner, der speziell für Anwendungen im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) – insbesondere maschinelles Lernen (ML) und Deep Learning (DL) – ausgelegt ist. Er verfügt über eine oder mehrere spezialisierte Beschleunigerkomponenten wie GPUs (z. B. NVIDIA A100/H100), TPUs oder FPGAs, um grosse Datenmengen parallel zu verarbeiten und KI-Modelle effizient zu trainieren oder auszuführen.

- Ja, auf unserer Infrastruktur werden bereits KI-Server betrieben.
- Ja, unsere Infrastruktur kann mit entsprechenden Leistungsdichten von KI-Servern umgehen, aber diese werden noch nicht betrieben.
- Nein, derzeit noch nicht, aber ein Ausbau der Infrastruktur ist vorgesehen bzw. geplant.
- Nein, derzeit noch nicht, aber ein Ausbau der Infrastruktur wäre grundsätzlich möglich, ist aber derzeit nicht geplant

45 - Welcher Anteil des aktuellen Stromverbrauchs der IT entfällt auf KI-Server oder andere High-Density-Server?

- 0-20 % des Stromverbrauchs der IT
- 20-40 % des Stromverbrauchs der IT
- 40-60 % des Stromverbrauchs der IT
- 60-80 % des Stromverbrauchs der IT
- 80-100 % des Stromverbrauchs der IT

46 - Unsere Infrastruktur ist bereit, KI-Server zu betreiben bis

- in ein bis zwei Jahren.
- in drei Jahren.
- in drei bis fünf Jahren.

47 - Ist in den nächsten 3 bis 5 Jahren ein Ausbau der elektrischen Anschlussleistung an diesem Standort geplant?

- Ja
- Nein, es sind genügend Leistungsreserven vorhanden
- Nein, es ist kein Wachstum geplant, der dies erfordern würde
- Unsicher

48 - Der geplante Ausbau der elektrischen Anschlussleistung beträgt:

Leistung als Zahl angebenkW

Falls der Zahlenwert nicht bekannt ist, bitte ungefähren Wert aus Liste auswählen

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="radio"/> weniger als 25 kW | <input type="radio"/> 500 – 700 kW | <input type="radio"/> 7'000 – 10'000 kW |
| <input type="radio"/> 25 – 50 kW | <input type="radio"/> 700 – 1'000 kW | <input type="radio"/> 10'000 – 15'000 kW |
| <input type="radio"/> 50 – 100 kW | <input type="radio"/> 1'000 – 1'500 kW | <input type="radio"/> 15'000 – 20'000 kW |
| <input type="radio"/> 100 – 150 kW | <input type="radio"/> 1'500 – 2'000 kW | <input type="radio"/> 20'000 – 25'000 kW |
| <input type="radio"/> 150 – 200 kW | <input type="radio"/> 2'000 – 2'500 kW | <input type="radio"/> 25'000 – 30'000 kW |
| <input type="radio"/> 200 – 250 kW | <input type="radio"/> 2'500 – 3'000 kW | <input type="radio"/> 30'000 – 40'000 kW |
| <input type="radio"/> 250 – 300 kW | <input type="radio"/> 3'000 – 4'000 kW | <input type="radio"/> 40'000 – 50'000 kW |
| <input type="radio"/> 300 – 400 kW | <input type="radio"/> 4'000 – 5'000 kW | <input type="radio"/> 50'000 – 70'000 kW |
| <input type="radio"/> 400 – 500 kW | <input type="radio"/> 5'000 – 7'000 kW | <input type="radio"/> 70'000 – 100'000 kW |
| | | <input type="radio"/> mehr als 100'000 kW |

49 - Welcher Anteil davon ist für KI-Server bzw. High-Density-Server ausgelegt?

- 0-20 % 20-40 % 40-60 % 60-80 % 80-100%

50 - Möchten Sie Bemerkungen oder Anregungen hinterlassen oder haben Sie Fragen?

51 - Sind Sie an den wichtigsten Ergebnissen des Projektes interessiert?

- Ja Nein

52 - Datenverwendung

Für die Auswertung im Rahmen der Studie werden die Daten anonymisiert (d.h. die unternehmens- und personenspezifischen Angaben werden gelöscht). Die so anonymisierten Daten werden durch TEP Energy, die Hochschule Luzern und das Bundesamt für Energie für statistische Zwecke im Rahmen dieser Studie verwendet. Die Ergebnisse werden in aggregierter Form veröffentlicht, so dass keine Rückschlüsse auf bestimmte Unternehmen oder Standorte gemacht werden können.

53 - Nur für grössere Rechenzentren gilt (ab ungefähr 1000 m² Fläche bzw. ab ungefähr 1'000'000 kWh / Jahr oder 500 kW(IT))

Sofern Sie dazu nachfolgend explizit Ihre Zustimmung geben (Opt-in), werden Ihre vollständigen Daten vom Bundesamt für Energie gespeichert und für spätere Analyse des BFE für Vergleichszwecke oder für Zeitreihenstatistik wiederverwendet.

Ich bin damit einverstanden, dass die vollständigen Daten unseres Unternehmens vom Bundesamt für Energie gespeichert und für eine spätere Analyse zu Vergleichszwecken oder zur Erstellung von Zeitreihenstatistiken wiederverwendet werden.

54 - Ihre Kontaktdaten

Ihr Name Ihre E-Mail-Adresse

55 - Ende Teil 2

Der Teil 2 des Fragebogens ist zu Ende.

Falls in Ihrem Unternehmen **weitere RZ-Standorte** existieren, bitten wir sie Teil 2 ebenfalls für den weiteren Standort auszufüllen:

- Sie können diese Fragen selbst beantworten oder eine zuständige Person damit betrauen.
- Falls Sie Teil 2 selbst beantworten möchten, klicken Sie bitte auf den nachfolgenden Link, der in einem neuen Fenster geöffnet wird: https://findmind.ch/c/survey_dc_part2
- Andernfalls kopieren und senden Sie bitte den Link (https://findmind.ch/c/survey_dc_part2) sowie die im Brief gedruckte PIN-Nummer für Ihr Unternehmen per Mail an die zuständige(n) Person(en), die

für die verschiedenen Standorte verantwortlich sind. Der Link kann mehrmals verwendet werden (einmal pro RZ-Standort).

- Mehrere RZ-Standorte auf einem Campus können in einem gemeinsamen Fragebogen erfasst werden, sofern sie sich in wesentlichen Aspekten – insbesondere hinsichtlich der umgesetzten Effizienzmassnahmen – nicht wesentlich unterscheiden

Wir danken Ihnen ganz herzlich für die Teilnahme an der Umfrage.

Bitte schliessen Sie die Umfrage ab. Sie können Ihre Antworten danach nicht mehr bearbeiten.

Wenn Sie möchten, können Sie Ihre Angaben in ein Word-File exportieren und bei Ihnen ablegen. Drücken Sie dazu unten links auf [Antworten exportieren].

Herzlichen Dank fürs Ausfüllen des Fragebogens!

Falls Sie die Umfrage für einen weiteren RZ-Standort Ihres Unternehmens ausfüllen möchten, folgen Sie bitte diesem Link:

10.6 Interviewpartner:innen

Tabelle 52: Übersicht der interviewten Organisationen

Organisation	Interviewpartner	Funktion
AEW Energie AG	Fabian Schwaiger	Fachspezialist Netzwirtschaft
Axpo Grid AG	Leonhard Lowack	Leiter Strategisches Asset Management
ColoBâle AG	Stefan Mayer	Geschäftsführer
Digital Realty Switzerland GmbH	Yves Zischek	Managing Director
Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ)	Nils Beckhaus	Bereichsleiter Asset Management.
Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ)	Daniel Bucher	Leiter Geschäftsbereich Netze
ewl energie wasser luzern	Adrian Annen	Senior Energieberater
Green Datacenter AG	Roger Süess	CEO
hosttech GmbH	Jürgen Atzgerstorfer	Project & Process Manager
Hewlett Packard Enterprise (Schweiz) GmbH	Martin Casaulta	Country Chief Technologist
Kantone TG/SH	Thomas Volken	Energiefachstelle
Kantonsspital Graubünden	Marco Camenisch	Projektleiter IKT-Infrastrukturmanagement
Novartis AG	Adrian Jeitziner	Services Operation Manager Global Datacenters Basel and Stein
Organisation und Informatik der Stadt Zürich (OIZ)	Daniel Ast	Leiter Rechenzenter
Paul Scherrer Institut (PSI)	Urs Egger	Leiter Infrastructure Services
Raiffeisen Schweiz Genossenschaft	Alfred Lindemann	Abteilungsleiter Cloud & Platform Management
Romande Energie SA	Miguel Herrero	Leiter der Gruppe Strategisches Infrastrukturmanagement
Rechenzentrum Ostschweiz (RZO)	Christoph Baumgärtner	CEO
STACK Infrastructure Switzerland SA	Thomas Diamantidis	Sales and Business Director
Stadtwerk Winterthur	Rolf Sorg	Hauptabteilungsleiter Elektrizität und Telekom
Swiss Data Center Association (SDCA) und Gas&Com AG	Sergio Milesi	Präsident SDCA & CEO Gas&Com
Swiss Data Center Efficiency Association (SDEA)	Babak Falsafi	Präsident SDEA, Professor EPFL
Swissgrid	Diverse (konsolidierte schriftliche Antwort)	Diverse
Willers AG	Maurus Caduff	Teamleiter Energy hub and DC
Wasserwerke Zug AG (WWZ)	Markus Zemp	Operativer Leiter Rechenzentren
Zürcher Kantonalbank (ZKB)	Daniel Hofmann Christian Sebregondi Michael Wydler	DH: ICT-System-Spezialist CS: Head AI MW: Leiter IT-Asset Management

Quelle: TEP Energy (dieses Projekt)

