

RECHENZENTREN ALS ABWÄRMEQUELLEN

RIESIGE CHANCE FÜR WÄRMEVERBÜNDE

Die Tendenz nach noch mehr Datenvolumen im täglichen Gebrauch steigt, schliesslich ermöglicht die Digitalisierung einen Effizienzgewinn. Vergessen gehen dabei oft der hohe Strombedarf der boomenden Rechenzentren und die riesige Abwärmemenge, die sie dabei produzieren. Wie solche Abwärme sinnvoll genutzt werden kann, zeigen Beispiele mit dem Einsatz von Wärmeverbänden. Gleichzeitig wird damit ein Beitrag für eine sichere und vom Ausland unabhängige Energieversorgung geleistet.

Ernst A. Müller; Michèle Vogelsanger*, InfraWatt

RÉSUMÉ

CENTRES DE CALCUL – CES IMMENSES SOURCES DE CHALEUR RÉSIDUELLE SONT UNE OPPORTUNITÉ POUR LES RÉSEAUX DE CHALEUR

Les centres de calcul (CC) consomment beaucoup d'énergie – 3,6% de l'ensemble de l'électricité utilisée en Suisse selon une nouvelle étude de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) – et la tendance va croissant. Le CC planifié à Beringen/SH le montre de manière impressionnante. Lorsqu'il sera achevé, il consommera 350 GWh d'électricité par an, ce qui correspond aux trois quarts de la consommation du canton de Schaffhouse. Et une part considérable de la consommation d'électricité du centre de calcul se retrouve sous forme de chaleur résiduelle, ce qui fait des CC une gigantesque source de chaleur. Il est possible de les raccorder à des réseaux de chaleur qui approvisionneront de grandes zones urbaines en préservant le climat et en toute indépendance vis-à-vis des livraisons d'énergie en provenance de l'étranger. L'exemple du centre de calcul d'Opfikon/Rümlang le montre, puisqu'il approvisionnera à l'avenir la zone densément construite qui l'entoure et abrite de gros utilisateurs de chaleur et de froid. Le choix de ce site a permis de réunir les conditions nécessaires à l'utilisation d'une part considérable de la chaleur résiduelle via l'«Energieverbund Airport City» au sein duquel ebl (coopérative Elektra Baselland) est

RECHENZENTREN: GIGANTISCHE STROMVERBRAUCHER

Gemessen an ihrer Bevölkerungszahl verfügt die Schweiz bereits heute über eine äusserst hohe Dichte an Datenzentren. In Europa haben einzig die Niederlande prozentual mehr. Eine kürzlich erschienene Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie BFE besagt, dass Serverräume und Rechenzentren (RZ) in der Schweiz im Jahr 2019 für rund 2,1 TWh/a oder 3,6% des Stromverbrauchs verantwortlich waren [1]. Das entspricht dem Stromverbrauch von 470 000 Durchschnittswohnungen mit über einer Million Bewohnerinnen und Bewohnern.

Die Region Zürich liegt mit 68 MW nach London (711 MW), Frankfurt (510 MW), Amsterdam (365 MW), Paris (204 MW) und Dublin (94 MW) an sechster Stelle in Europa, was die Rechenzentrumskapazitäten anbelangt. Steigende Sicherheitsanforderungen und Datenschutzbesorgnisse seitens der Unternehmen führen die grossen Cloud-Anbieter vermehrt in die Schweiz. Diese ist aufgrund der politischen Stabilität, der Verfügbarkeit von Fachkräften, der relativ sicheren Stromversorgung sowie der zentralen Lage in Europa ein attraktiver Standort für grosse RZ-Dienstleister. Das Bedürfnis, die ausgelagerten Daten möglichst im Inland zu sichern, steigt immer mehr an. Nebst den Rechenzentren-Dienstleistern,

* Kontakt: info@infrawatt.ch

(© Adobe Stock)

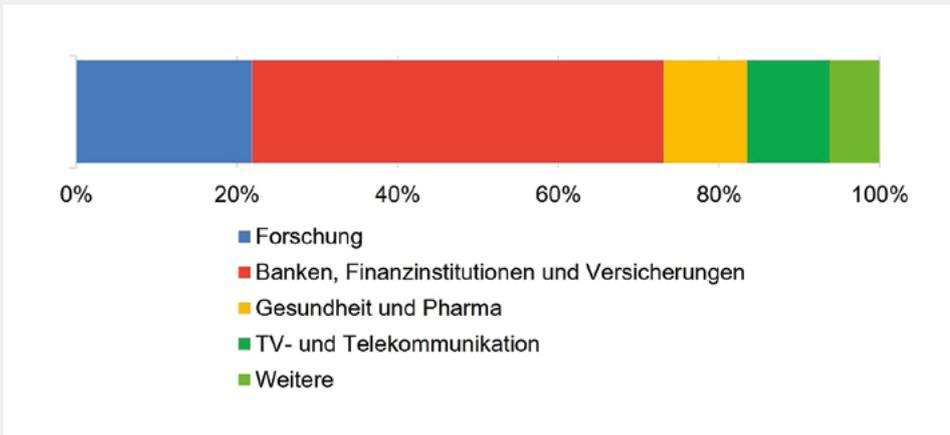


Fig. 1 Stromverbrauch der Grossverbraucher, sprich Betreiber, von firmeninternen RZ/SR oder Endanwendern aufgeteilt nach Branchen [1].



Fig. 2 Projektstudie des geplanten neuen Rechenzentrums in Beringen im Kanton Schaffhausen. (©Safe Host)

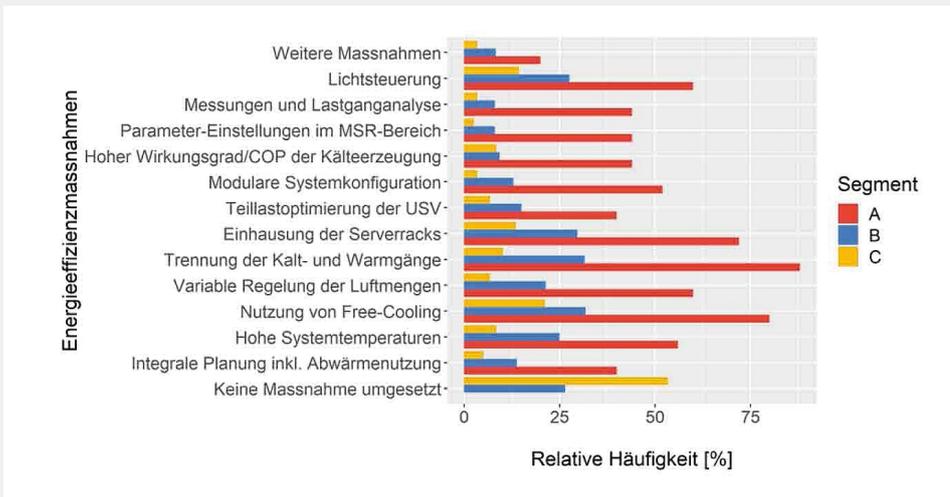


Fig. 3 Bereits umgesetzte Energieeffizienzmassnahmen. Segment A = RZ Dienstleister, Segment B = Firmeninterne RZ, Segment C = KMU-Endanwender im Kt. Luzern [1].

die beispielsweise Rackspace, Server, Speicher oder Applikationen vermieten, tragen hauptsächlich sehr grosse und spezialisierte firmeninterne Rechenzentren zum hohen Bedarf bei. Vor allem Forschungseinrichtungen sowie Finanz-, Versicherungs- und Gesund-

heitsunternehmen benötigen solche stromintensiven Prozesse (Fig. 1).

NEUES RECHENZENTRUM IM KANTON SCHAFFHAUSEN

Ein Beispiel ist das geplante RZ der Genfer Firma Safe Host. Die Firma plant,

ihr fünftes RZ im Kanton Schaffhausen in der Gemeinde Beringen anzusiedeln. Auf allen freien Dachflächen und an der Südfassade sollen Photovoltaikanlagen installiert werden, das Regenwasser soll, wo möglich, gespeichert und für die Kühlung aufbereitet werden (Fig. 2). Der Bürokomplex wird mit der Abwärme des RZ beheizt, die verbleibende Abwärme wird gebündelt und steht für Fernwärmeprojekte zur Verfügung [2]. Der Kanton prüft zurzeit, wie diese Abwärme in der Region genutzt werden kann.

Am naheliegendsten ist der Aufbau eines kleineren Wärmenetzes in Beringen. Da damit aber erst ein kleiner Anteil der anfallenden Abwärme verwendet werden könnte, gibt es Überlegungen zur Anbindung an den bereits bestehenden Fernwärmeverbund des Elektrizitätswerks des Kantons Schaffhausen (EKS) in der Nachbargemeinde Neuhausen am Rheinflall und sogar die Idee einer Erweiterung in Richtung der Stadt Schaffhausen [3], um die vielen Erdgas- und Erdölheizungen zu ersetzen. Seit November 2018 liefert der Energieverbund Neuhausen am Rheinflall (EVNH) ökologisch nachhaltige Energie aus dem gereinigtem Abwasser der Kläranlage Röti, aus Abwärme von Industrie und Kälteanlagen (vgl. auch Aqua & Gas 9/18) [4]. Im Endausbau wird der Energieverbund jährlich rund 40 GWh Wärme und 0,7 GWh Kälte liefern.

Trotz effizienter Technologien wird das geplante Rechenzentrum in Beringen im Endausbau voraussichtlich drei Viertel des heutigen Strombedarfs des Kantons Schaffhausen benötigen, also rund 350 GWh/a [3]. Eine gigantische Zahl, die nicht nur Schaffhauserinnen und Schaffhauser nachdenklich macht. Um die nötige Leistung für die Stromversorgung des Rechenzentrums zu erbringen, rüstet die ansässige Energieversorgerin auf. Auf dem Areal sollen deshalb zwei Projekte umgesetzt werden: zum einen ein Rechenzentrum mit Nebengebäuden, zum anderen ein Unterwerk für das Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen (EKS), das die Umwandlung von 110 kV (Hochspannung) auf 16 kV (Mittelspannung) beinhaltet [2].

Angesichts der von uns allen täglich benötigten grossen Datenmengen sollten wir uns Gedanken zu einem effizienteren Umgang mit der Datenspeicherung machen und die Betreiber der Rechenzentren die Energieeffizienz weiter steigern (Fig. 3). Das Energieeffizienz-

potenzial der RZ ist substantiell und beträgt beim «Best guess» 0,96 TWh/a, was rund 46% des heutigen Stromverbrauchs der Rechenzentren entspricht [1]. Es lohnt sich für Betreiber von RZ aus allen Branchen, Energieeffizienzmassnahmen zu prüfen, da diese in bestehenden Serverräumen und Rechenzentren vom Programm PUEIDA+ von ProKilowatt gefördert werden. Davon können sowohl Massnahmen aufseiten der gebäude-technischen Infrastruktur (z.B. Free Cooling, Trennung und Einhausung von Kalt- und Warmgang, Abwärmenutzung etc.) als auch aufseiten der IT-Infrastruktur (Virtualisierung, Umstieg auf Flash-Speicher, Umstieg auf Band-Backup etc.) profitieren (www.puedaplus.ch).

ABWÄRME: WENIGER ALS DIE HÄLFTE WIRD GENUTZT

Rund 20% der in RZ hineingesteckten Energie fällt unmittelbar wieder als Abwärme an. Diese wird immer noch viel zu wenig genutzt: Selbst bei den neuen RZ nutzen nur die Hälfte die Abwärme, bei älteren Anlagen lediglich rund 20% [1]. Dabei ist die Abwärmenutzung sogar gleich mehrfach sinnvoll: Der RZ-Betreiber kann den aktiven Kühlbedarf seiner Rechner reduzieren und dadurch viel Strom einsparen. Mit der abgegebenen Abwärme kann eine Vielzahl von Gebäuden mit einem Wärmeverbund sicher und zuverlässig beheizt und gleichzeitig auch gekühlt werden. Dadurch können die CO₂-Emissionen drastisch gesenkt und ein wesentlicher Beitrag zum Netto-null-Ziel geleistet werden. In jüngster Zeit ist ein weiterer wichtiger Vorteil von solchen Wärmeverbänden mit einheimischen Energiequellen in den Vordergrund gerückt, nämlich die Verminderung der Abhängigkeit zum Ausland.

Fachleute gehen davon aus, dass der Stromverbrauch der Rechenzentren hierzulande trotz Energieeffizienz in den nächsten Jahren von 2,1 TWh/a auf 2,7 bis 3,5 TWh/a oder auf rund 5 bis 6% des Stromverbrauches in der Schweiz steigen wird [1]. Im Ausland wird z.T. mit weit höheren Prognosen gerechnet, in Dänemark bis im Jahre 2030 mit 15% und in Irland bis 2029 mit 27% [5].

Angesichts dieser Entwicklungen wird auch das Abwärmepotenzial der RZ weiter ansteigen. Um dieses vermehrt nutzen zu können, sollten die Rechenzentren in Siedlungsgebieten mit entsprechender

Wärmedichte und Kältebedarf oder neben ausserordentlich grossen Wärmeverbrauchern gebaut werden, wie die nachfolgenden Beispiele in Opfikon/Rümlang oder Bern zeigen. Die Stadtwerke von Basel (IWB) verfolgen zur gleichen Zielsetzung noch eine ganz andere Idee, nämlich die Dezentralisierung der RZ mit vermehrter Abwärmenutzung.

BEISPIELE VON ABWÄRMENUTZUNG

BEISPIEL IWB:

DEZENTRALE, KLEINE RECHENZENTREN MIT WEITERGEHENDER ABWÄRMENUTZUNG

Bei den grossen, zentralen Rechenzentren ist der nutzbare Anteil der anfallenden Abwärmemenge meist beschränkt, da in der Umgebung kaum ausreichend geeignete Abnehmer zu finden sind. Den umgekehrten Weg gehen die Industriellen Werke Basel IWB, indem sie kleinere dezentrale Einheiten mit erhöhter Abwärmenutzung vorschlagen [6]. Dass dies funktionieren kann, zeigen erste Pilotprojekte im praktischen Betrieb. Die Server werden im Keller von «normalen» Bauten untergebracht und die von den Servern erzeugte (Ab-)Wärme wird von einem Ölbad aufgenommen, an den Wärmespeicher abgegeben und von dort direkt für die Raumheizung und für das Warmwasser im Gebäude verwendet. Dank solchen Installationen kann die Abwärme des RZ weitgehend genutzt, die bestehende fossile Heizung ergänzt und der bisherige Erdöl- oder Erdgasverbrauch massiv reduziert werden.

Die Kommunikation zwischen den Minirechenzentren erfolgt digital, wobei die

Datensicherheit durch Verschlüsselung und die Betriebssicherheit durch mehrere Server pro Minirechenzentrum gewährleistet wird. Für den Datacenterbetreiber ergibt sich damit der Vorteil, dass keine zusätzlichen Kosten für die Gebäude und deren Installationen (Kühlaggregate etc.) entstehen und die Daten im Inland bleiben. Gemäss IWB benötigen solche Minirechner keine Kältemaschinen, sodass der Strombedarf im Gegensatz zu einem klassischen RZ kleiner ist, obwohl die Server für ihren eigenen Betrieb gleich viel Strom benötigen (Fig. 4).

Für den Gebäudebesitzer liegt der Vorteil in einer sicheren, klimafreundlichen Wärmeversorgung, sodass die heutigen und auch die zukünftig strengeren Energievorschriften erfüllt werden und die Unabhängigkeit vom Ausland reduziert wird. Nicht zuletzt ist die Serverheizung bei diesem Projekt mit 24 kW im Vergleich zum Einsatz von Wärmepumpen, Fernwärme, Pellets, Erdgas und Heizöl am günstigsten.

Diese Möglichkeiten der Energieoptimierung bezüglich IT-Infrastruktur und Gebäudetechnik werden im Rahmen des EU-Forschungsprojekts «ECO-Qube» mit Beteiligung der Schweiz weiter untersucht [7].

BEISPIEL EBL:

WÄRMEVERBUND AIRPORT CITY

Die Region Opfikon und Rümlang ist dicht überbaut, sodass es dort zahlreiche grössere Gebäude gibt, die zum Teil auch klimatisiert werden. Kein Wunder also, dass der Betriebsleiter der nahen Kläranlage Kloten-Opfikon, *Michael Kaspar*, sich schon seit längerer

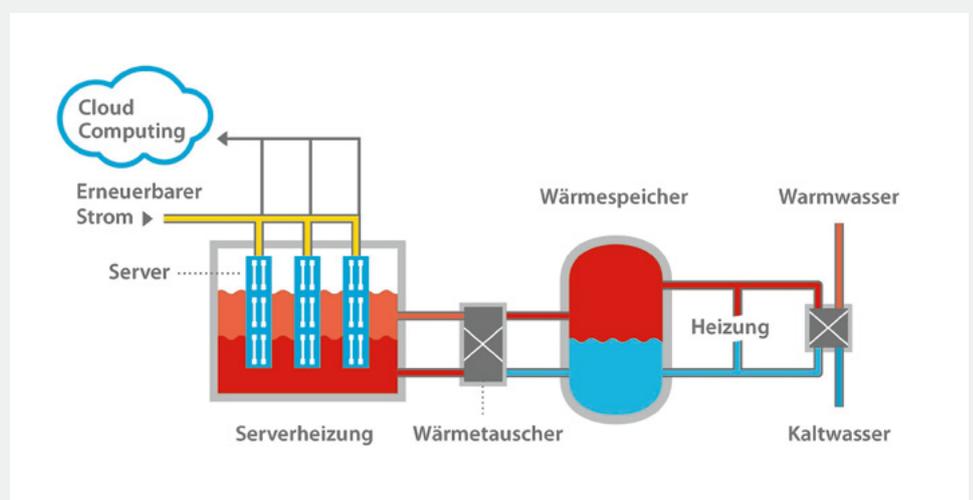


Fig. 4 Lösungsansatz von dezentralen Rechenzentren in bestehenden Gebäuden, die mit der anfallenden Abwärme direkt beheizt werden.

(©IWB [6])

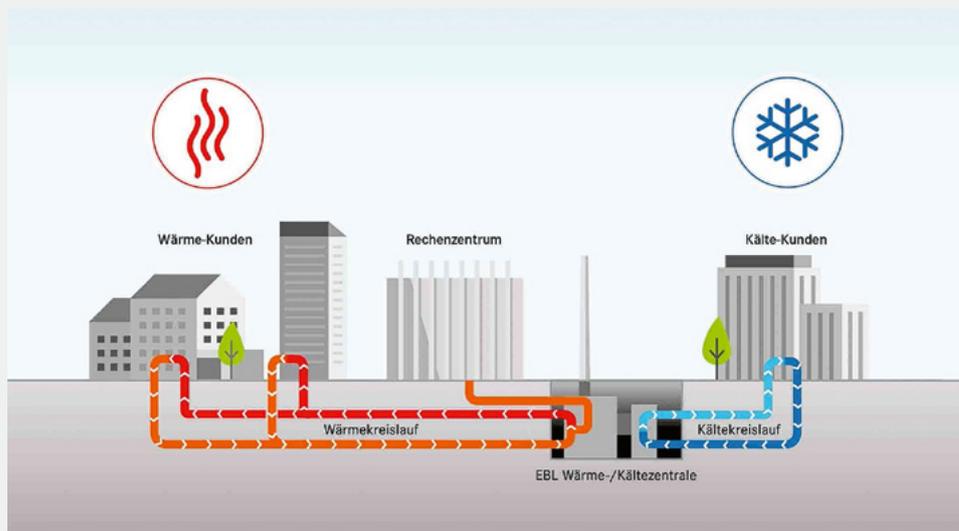


Fig. 5 Funktionsweise des Energieverbundes Airport City mit der Abwärmenutzung des Rechenzentrums in Opfikon und Rümlang. (© ebl)

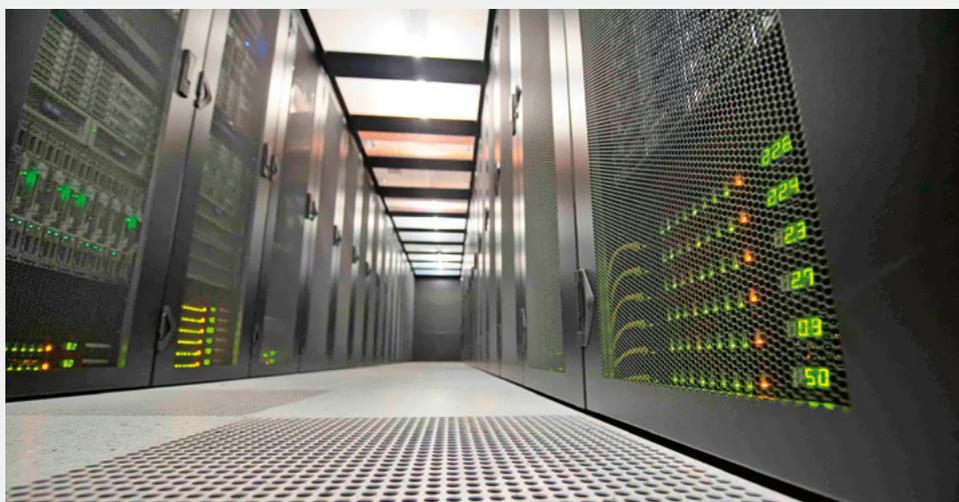


Fig. 6 Serverräume der NTS Colocation AG Bern.

Zeit Gedanken über einen Abwasserwärmeverbund gemacht hat. Die Stadtwerke Energie Opfikon griffen diesen Gedanken auf. Zwischenzeitlich plante die Datenzenterunternehmung *InterXion (Schweiz) GmbH* in dieser Region ein grösseres Rechenzentrum, das über eine ausreichende Abwärmemenge für den geplanten Wärmeverbund verfügt. Zudem sind die Abwärmertemperaturen höher als bei Abwasser, sodass damit ein effizienterer Betrieb der Wärmepumpen erreicht werden kann. Für den geplanten Wärmeverbund wurde ein Contractor gesucht, der sich anstelle der Abwasserwärme der Abwärme aus dem RZ annahm. Aus der Ausschreibung ging die *Genossenschaft Elektra Baselland (ebl)* hervor, die Erfahrungen mit 47 Wärmeverbänden mitbringt, davon auch mit Abwärme aus Abwasser und Industrie. Der Wärmeverbund soll dereinst 255

Wärme- und 40 Kältekunden versorgen und diesen 51 GWh/a Wärme bzw. 34 GWh/a Kälte liefern. Die Investitionen liegen bei rund 60 Millionen Franken. Die Anlage wird bivalent betrieben, neben den Grosswärmepumpen werden konventionelle Heizungen zur Spitzendeckung eingesetzt [8]. Mehr als 85% der Energie für den Wärmeverbund soll aus der Abwärme bzw. erneuerbarem Strom für die Wärmepumpen stammen, der Rest aus Erdgas oder Erdöl. Damit könnten im Endausbau jährlich rund 15 000 Tonnen CO₂ eingespart werden. Zudem wird durch den Wärmeverbund dem RZ kaltes Wasser zurückgeführt, was die Kühlung des RZ effizienter und umweltfreundlicher macht (Fig. 5). Die Abwärme wird von InterXion kostenlos abgegeben. Selbst angesichts der eindrucklichen Ausmasse dieses Wärmeverbundes in

Opfikon könnte noch deutlich mehr Abwärme anderweitig genutzt werden. Beim Rechenzentrum wird eine lange Lebensdauer erwartet. Sollte – was heute niemand erwartet – die RZ-Abwärme doch einmal nicht mehr fließen, so könnte notfalls auf die Abwasserwärme zurückgegriffen werden, wie *Tobias Andrist*, CEO von ebl, ausführt. Zurzeit unterbreitet ebl den potenziellen Kunden ein klimafreundliches Wärmeversorgungsangebot. Es ist zu hoffen, dass bei diesem Vorzeigeprojekt schon bald ausreichend Energiebezüger einem Anschluss an den Verbund zustimmen, damit die Verantwortlichen von ebl per Jahresende einen positiven Realisierungsentscheid fällen können.

BEISPIEL NTS:

MIT FÖRDERGELDERN ZUM WÄRMEVERBUND

Einen bewährten Wärmeverbund, der bereits seit sieben Jahren in Betrieb ist, bietet die Firma *NTS Colocation AG* in Bern. Sie betreibt mehrere Datacenter in der Schweiz, so auch in Bern. Firmenkunden erhalten hier Racks oder eigene Räume, wo sie ihre Server installieren und betreiben können. Der gesamte Stromverbrauch der Firma beläuft sich auf etwa 11 GWh pro Jahr, was dem Verbrauch von rund 2500 Durchschnittshaushalten entspricht. Das IT-Unternehmen sorgt unter anderem für die Netzwerkanbindung, eine gesicherte Stromversorgung sowie eine permanente Kühlung der Infrastruktur und ist bestrebt, die Anlagen möglichst energieeffizient und umweltfreundlich zu betreiben. So produziert die Firma über PV-Anlagen auf den Dachflächen eigenen Strom und bezieht ausschliesslich Strom aus erneuerbaren Energien. Zudem verfügt die Firma über moderne *Turbocor*-Verdichter für die Kälteproduktion und wendet das Kaltgangprinzip für die Kühlung an. Dabei stehen sich die Vorderseiten der IT-Schränke gegenüber, die Abwärme des eingebauten IT-Equipments wird frei in das Rechenzentrum abgegeben. Die erwärmte Luft im Raum steigt nach oben und sammelt sich wie eine Art Warmluftpolster unterhalb der Decke. Von dort aus kann die warme Luft mittels Raumklimaanlage abgesaugt, gekühlt und anschliessend über einen Doppelboden wieder in den Kaltgang zwischen den IT-Schränken eingespeist werden (Fig. 6). Die Wärme wird dann von den Kältemaschinen über

Rückkühler auf dem Dach abgeführt. Die charakteristische Kaltgangeinhausung vermeidet die Vermischung von Warm- und Kaltluft, wodurch das System eine effiziente Kühlung erreicht [9].

FÖRDERUNG DURCH DIE STIFTUNG KLIK

Seit 2014 wird mit der Abwärme der Server und weiterer IT-Komponenten von NTS Colocation AG das ganze Gebäude, in dem sich das Rechenzentrum befindet, monovalent beheizt mit rund 260 MWh pro Jahr. Um das restliche Abwärmepotenzial auszuschöpfen, plante NTS zusätzlich den Aufbau eines Wärmeverbundes und meldete das Projekt bei der Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation KliK an, die nun der IT-Firma pro reduzierte und vom Bundesamt für Umwelt BAFU bescheinigte Tonne CO₂ 100 Franken

STIFTUNG KLIK: FÖRDERPROGRAMM WÄRMEVERBÜNDE

Die Teilnahme am Programm Wärmeverbünde der Stiftung Klimaschutz und CO₂-Kompensation KliK zeichnet sich durch einen schnellen und einfachen Einreichprozess aus.

ZIELGRUPPE

Eigner von Wärmeverbänden, welche fossile Heizungen ersetzen. Der Wärmeverbund wird dabei neu gebaut, erweitert oder auf erneuerbare Wärme/Abwärme umgestellt.

ENERGIEQUELLEN

- Abwärme aus Abwasser
- See-, Grund- oder Flusswasser
- Biomasse
- industrielle Abwärme (z. B. Rechenzentren)
- Abwärme aus KVA

FÖRDERGELDER

100 Franken pro anrechenbare Tonne bis und mit 2030 aufgrund jährlich gelieferter Wärmemenge. Ein einfaches, pauschales Monitoring ist möglich, womit auch eine zusätzliche Förderung durch die meisten Kantone in Form von Anschlussbeiträgen erlaubt sind.

ANMELDUNG

Anmeldung unbedingt vor Investitionsentscheid:

www.waermeverbuende.klik.ch

bezahlt. Umgerechnet sind das häufig knapp zwei Rappen pro kWh oder ca. 10 bis 20 Prozent der Gesteungskosten [9]. Der Wärmeverbund liefert jährlich etwa 800 MWh Wärme an umliegende Bezüger der beiden Quartierstrassen Chutzen- und Schwarzenburgstrasse in Bern [10]. Die Heizzentrale wird dabei monovalent betrieben, denn die einzelnen Bezüger nutzen ihre bestehenden Gaskessel nach wie vor für die Spitzenlast. Durch die Abwärme aller RZ des NTS werden rund 170 000 Liter Erdöl eingespart. Gemäss Prognose können bis zum Jahr 2030 über 2100 Tonnen CO₂ eingespart werden. Die absehbaren Fördergelder der Stiftung KliK von insgesamt rund 210 000 Franken waren dabei ausschlaggebend für den Entscheid zur Realisierung des Projekts (s. Box).

SCHLUSSBEMERKUNG

Rechenzentren brauchen enorme Strommengen, dabei fällt ein grösserer Teil ungenutzt als Abwärme an. Diese Abwärme gilt gemäss dem Bundesamt für Energie als CO₂-frei. Die Wärmemengen von Rechenzentren sind derart beeindruckend, dass ein relevanter Anteil nur mit sehr grossen Wärmeverbänden genutzt werden kann. Mit solchen Energieverbänden kann in diesen Gemeinden ein bedeutender Beitrag zu den Zielen netto null erzielt werden. Diese Chance soll genutzt werden, indem bei allen bestehenden Rechenzentren überall die Möglichkeiten für den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen genauer geprüft werden und bei neuen RZ bei der Wahl des Standortes berücksichtigt wird, dass sich rund um die Anlage ausreichend Wärmeabnehmer in dicht überbauten Siedlungen befinden. Begünstigt wird der Bau von

Wärmeverbänden durch die Förderung von der Stiftung KliK, mit dem Beitragsrechner können die Förderbeiträge rasch und einfach ermittelt werden [11].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Jakob, M.; Müller, J.; Altenburger, A. (2021): *EnergieSchweiz, Rechenzentren in der Schweiz – Stromverbrauch und Effizienzpotential, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, BFE*
- [2] Safe Host (2021): *Medienmitteilung vom 9. April 2021, <https://www.safehost.com/insights/new-data-center-project-in-beringen/>*
- [3] Schürmann, P. (2021): *Trotz Stromsparen mehr Verbrauch wegen Rechenzentrum, Fernsehen SRF, Regionaljournal Zürich Schaffhausen vom 27.12.2021, <https://www.srf.ch/audio/regionaljournal-zuerich-schaffhausen/trotz-stromsparen-mehr-verbrauch-wegen-rechenzentrum?id=12113264>*
- [4] Müller, E.A.; Vogelsanger, M. (2018): *Abwasserwärme für eine ganze Region, Aqua & Gas 9/18.*
- [5] Huwiler, S. (2021): *Rechenzentren fressen enorm viel Strom, Tages-Anzeiger 29. März 2021*
- [6] Born, D. (2020): *IWB-Pilotprojekt Serverheizung – Umsetzung als Pilotprojekt «In den Ziegelhöfen 22»*
- [7] ECO-Qube (2022): *Abwärme von Rechenzentren nutzen – Heizen beim Rechnen, <https://www.empa.ch/web/s604/ecoqube>*
- [8] *Medienmitteilung ebl (2022): Die intelligente Kampfansage gegen CO₂ – InterXion und EBL spannen smart, nachhaltig und ökologisch für die Region Airport City zusammen. <https://www.ebl.ch/de/ueber-uns/news/medienmitteilungen/kampfansage-gegen-co2-interxion-und-ebl-spannen-smart-nachhaltig-und-oekologisch-fuer-die-region-airport-city-zusammen>*
- [9] *Stiftung KliK (2020): Klimafreundliche Heizlösungen, Haustechnik 11/12, S. 36*
- [10] Vogelsanger, M. (2019): *Wenn ein Rechner zur Heizung wird dank dem Förderprogramm Wärmeverbünde, Herausgeber HK Gebäudetechnik*
- [11] *Stiftung KliK (2022): Beitragsrechner, Online-Tool: www.waermeverbuende.klik.ch/beitragsrechner*

> SUITE DU RÉSUMÉ

entrepreneur. Ceci permet de couvrir un besoin de chaleur de 18,5 MW et un besoin de froid de 14,8 MW et d'économiser chaque année l'émission de 15 000 t de CO₂. À Berne, depuis sept ans déjà, un réseau de chaleur approvisionne un quartier avec fiabilité grâce à la chaleur résiduelle d'un petit centre de calcul. La subvention de la Fondation pour la protection du climat et la compensation du CO₂ (KliK) a été un facteur décisif pour la réalisation même de ce projet. Les services industriels de Bâle, Industrielle Werke Basel (IWB), ont montré une autre voie en hébergeant, dans le cadre d'un projet pilote, de petits centres de calcul décentralisés dans des bâtiments existants et en chauffant directement les bâtiments avec leur chaleur résiduelle. Cette approche fait également l'objet d'un suivi dans le cadre du projet de recherche international de l'UE «ECO-Qube» auquel participe la Suisse. Dans ce cadre, des mesures concrètes sur l'infrastructure informatique et la technique du bâtiment ont été étudiées dans le nouveau centre de calcul du bâtiment de recherche NEST d'Empa et Eawag.