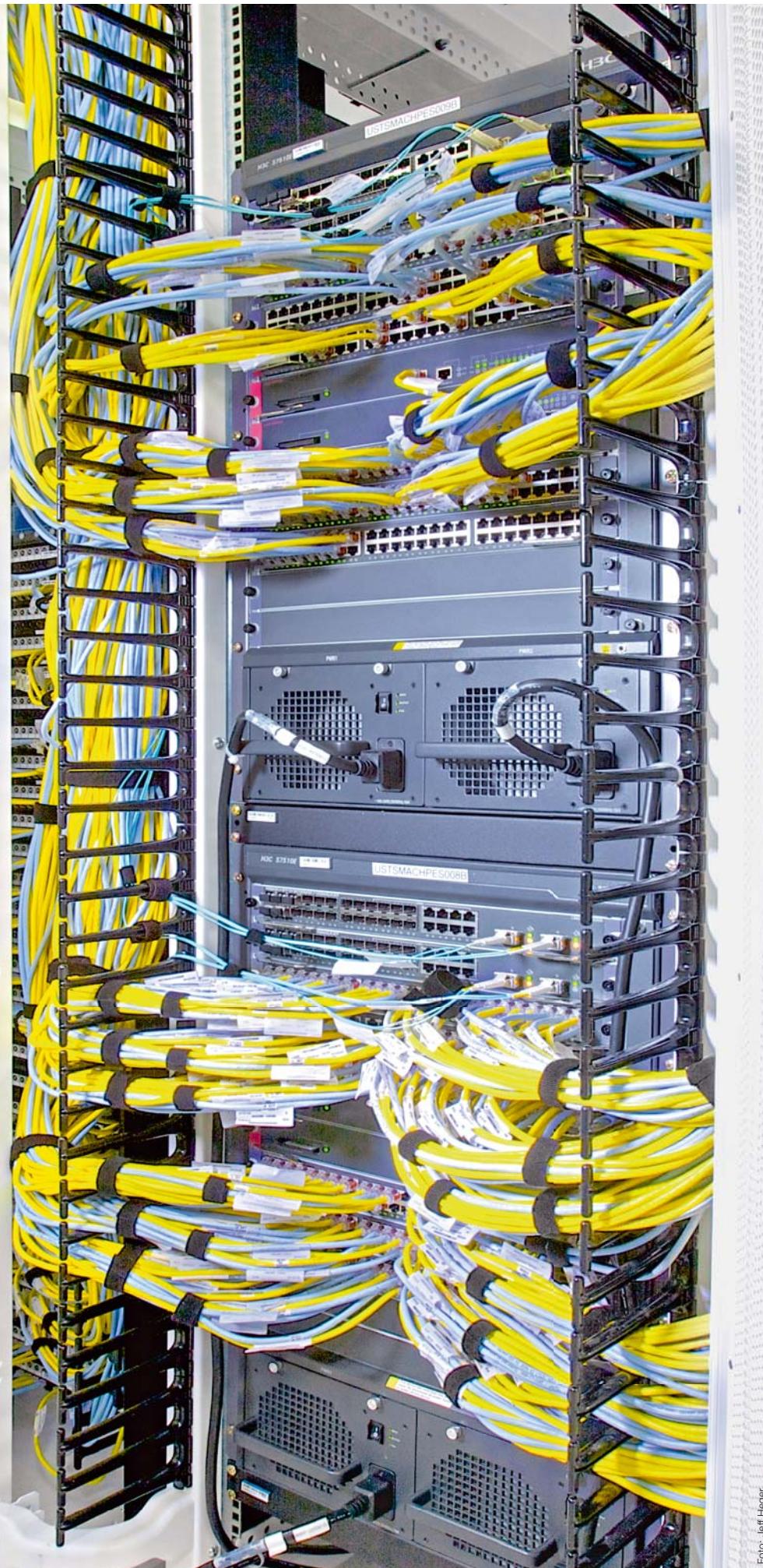


# Rückgrat der digitalen Welt



Rechenzentren sind das Rückgrat der digitalen und mobilen Kommunikation. Beim Rechnen, Speichern und Vernetzen konsumieren sie gewaltige Mengen Energie. Die aktuelle Herausforderung besteht darin, hohe Energieeffizienz bei gleichzeitig extrem hoher Zuverlässigkeit zu erreichen. Die Erfahrungen aus der Energie- und Automatisierungs-technik versetzen ABB in die Lage, auch für kritische Anwendungen in der IT-Branche die passenden Lösungen bereitstellen zu können.



Sehen Sie im Video, wie Rechenzentren funktionieren.

Das Internet, seine Suchmaschinen oder mobile Anwendungen auf Smartphones sind mittlerweile allgegenwärtig und für unsere Gesellschaft praktisch unverzichtbar. Alle diese Technologien, genauso aber auch alle Unternehmen, benötigen eine leistungsfähige Infrastruktur im Hintergrund, die rechnet, speichert und vernetzt. Genau dies leisten hochspezialisierte Rechenzentren, die damit nicht nur das Rückgrat des Internet-Booms, sondern auch das Herzstück bei der Ausführung missionskritischer Unternehmensanwendungen bilden. Hochleistungsrechenzentren sind in Kombination mit schnellen Netzen unverzichtbar, wenn es darum geht, Industrie 4.0 und das Internet der Dinge voranzubringen.

#### Gewaltiges Wachstum

Rechenleistung und Datenfluss wachsen weltweit seit vielen Jahren mit Steigerungsraten von ungefähr 50 % pro Jahr.

Foto: Jeff Hege

Deutschland und die Schweiz profitieren von ihren restriktiven Datenschutzbestimmungen, die im Zeitalter staatlicher Spionageprogramme eine neue Wertschätzung erfahren.

Im Vergleich zu diesem rasanten Wachstum weisen die Zahlen für den Stromverbrauch eine spannende Abweichung auf: Nach gleichmäßigen Steigerungsraten von ungefähr 12 % jährlich bis 2008 zeigt sich seither ein Rückgang des Verbrauchs – pro kWh elektrischer Energie wird eine immer höhere Rechenleistung erreicht.

Entsprechend den wachsenden Anforderungen ist auf dem Markt für Rechenzentren ein rasantes Wachstum zu beobachten. Die Steigerungsraten für das Jahr 2013 reichen beispielsweise von ungefähr 25 % für die USA bis zu 60 % für die Türkei. Vom weltweiten Gesamtmarkt für Rechenzentren entfallen zehn Prozent auf Deutschland. Passend dazu ist Frankfurt gemessen am Datendurchfluss der

größte Internet-Knotenpunkt der Welt. Nach aktuellen Schätzungen werden bis zu 2 % der weltweit erzeugten Energie von Rechenzentren verbraucht, in absoluten Zahlen sind das gewaltige 120 GW – mehr als der Jahresverbrauch von Nationen wie Italien oder Spanien.

### Globaler Standortwettbewerb

Verbesserte IT-Infrastrukturen und sinkende Preise für Netzanbindungen haben dazu geführt, dass es keine geografischen Einschränkungen mehr bei der Errichtung von Rechenzentren gibt. Bei diesem globalen Wettbewerb fallen verschiedene Standortfaktoren ins Gewicht: Von größter Bedeutung ist eine sichere und wirtschaftliche Stromversorgung, da Rechenzentren eine unternehmenskritische Funktion ausüben und der Betrieb sehr stromintensiv ist. Für viele Unternehmen gewinnt auch die Herkunft des konsumierten Stroms an Bedeutung. Darüber hinaus spielen Kriterien wie die politische, ökonomische und gesellschaftliche Stabilität eines Landes eine Rolle. Schließlich bedeutet die Errichtung eines Rechenzentrums ein langfristiges Engagement vor Ort – am besten unter verlässlichen Rahmenbedingungen.

Angesichts der genannten Faktoren verwundert es nicht, dass Deutschland und die Schweiz zu den beliebtesten Standorten für Rechenzentren in Europa gehören. Nach Großbritannien weist Deutschland die zweitgrößte Rechenzentrums-Bruttofläche auf, während die Schweiz hinter Irland über die zweithöchste Dichte an Rechenzentren, bezogen auf die Einwohnerzahl, verfügt. Neben ihrer geografisch zentralen Lage und ihren leistungsfähigen IT-Infrastrukturen profitieren beide Länder von ihren restriktiven Datenschutzbestimmungen, die im Zeitalter staatlicher Spionageprogramme eine neue Wertschätzung erfahren.

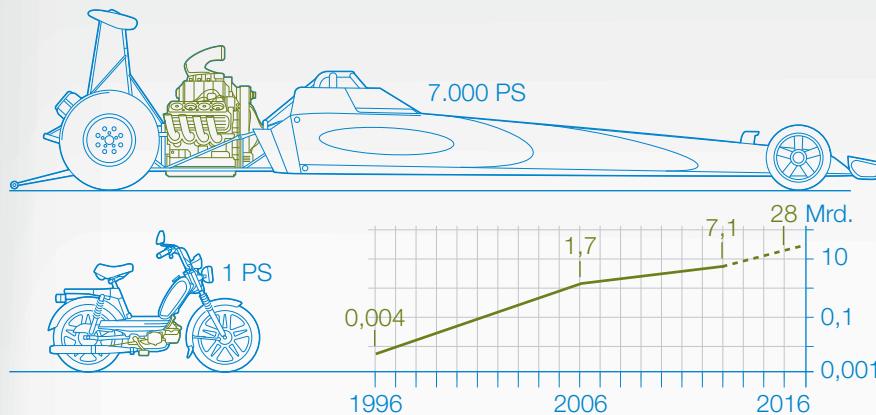
Ein Ende des Rechenzentrum-Booms ist nicht in Sicht. Experten gehen davon aus, dass mehr als vier Fünftel aller Unternehmen ihre Rechenkapazitäten nach wie vor inhouse angesiedelt haben. Da jedoch die Anforderungen an die Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit von IT-Systemen immer höher werden, wird eine Auslagerung für viele Firmen künftig zur wirtschaftlich sinnvolleren Lösung. Entsprechend erwartet das Beratungsunternehmen Broadgroup beispielsweise für die Schweiz im Zeitraum zwischen 2011 und 2016 einen Zuwachs der Rechenzentrumsfläche um 63 %.



Petersplatz 2005 (oben) und 2013: Smartphones sind heute auch in der Heiligen Stadt allgegenwärtig.



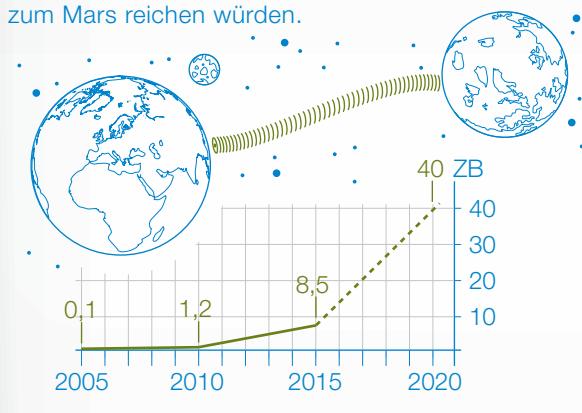
**28 Mrd.**  
Rechenleistung



Die Zahl der Transistoren je Prozessor verdoppelt sich im Schnitt alle zwei Jahre. Für das Jahr 2016 lassen sich 28 Mrd Transistoren prognostizieren – die Steigerung seit 1996 entspricht dem Leistungsunterschied zwischen Mofa und Dragster.

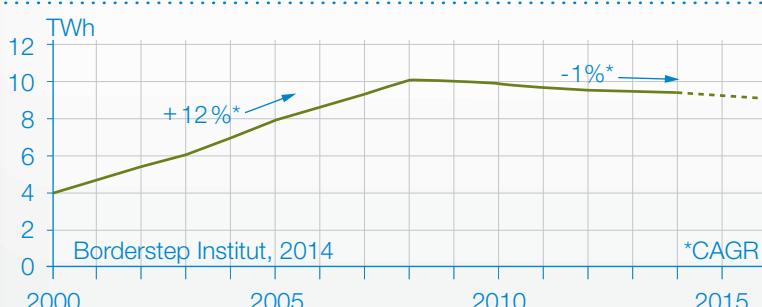
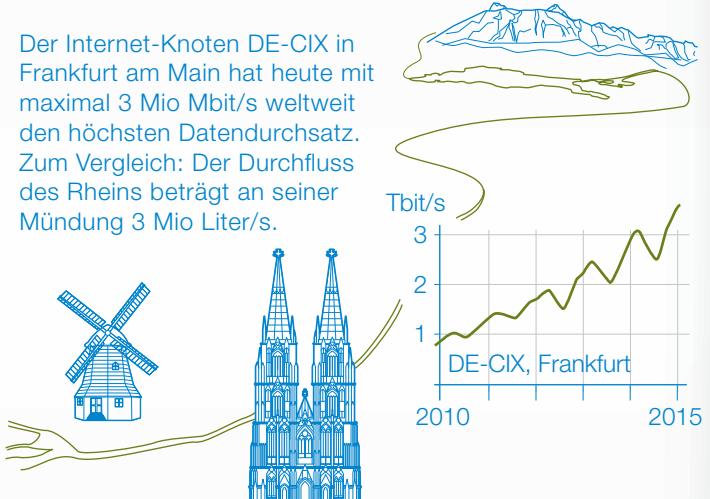
## 40 Zettabyte Informationsspeicher

Die weltweit gespeicherte Informationsmenge steigt jährlich um 50 %. 2020 wird der Bedarf bei ungefähr 40 ZB\* liegen – das entspricht 57,1 Billionen CD-ROMs mit je 700 MB, die gestapelt von der Erde bis fast zum Mars reichen würden.



## 3.000.000 Mbit/s Datenverkehr

Der Internet-Knoten DE-CIX in Frankfurt am Main hat heute mit maximal 3 Mio Mbit/s weltweit den höchsten Datendurchsatz. Zum Vergleich: Der Durchfluss des Rheins beträgt an seiner Mündung 3 Mio Liter/s.



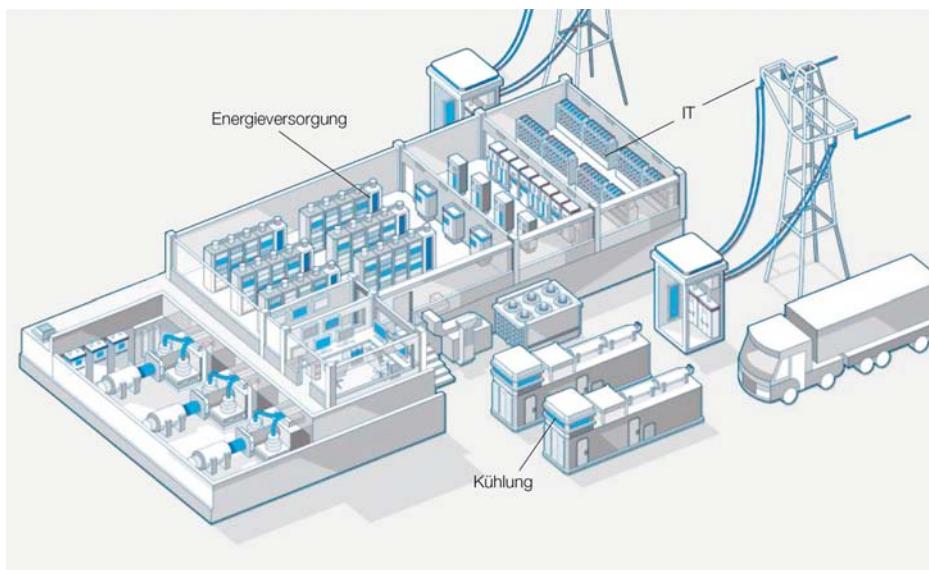
## 10 TWh Stromverbrauch

Alle Rechenzentren in Deutschland benötigen knapp 2 % des gesamten Stromverbrauchs, ungefähr 10 TWh pro Jahr. Trotz der fortlaufenden Leistungssteigerung sinkt dieser Wert seit 2008 wegen immer effizienterer Technik.

### Energie geht als Wärme verloren

Rechenzentren bestehen aus drei wesentlichen Strukturelementen: IT, Stromversorgung und Kühlung. Diese drei Elemente der Infrastruktur müssen perfekt aufeinander abgestimmt sein. In der IT werden vielfältige Softwareprogramme, Virtualisierungen, Datenbanken, Hosting-Dienste, Betriebssysteme und Clouds ausgeführt. Stromversorgung und Kühlung sind für den Betrieb der IT-Ausrüstung erforderlich.

Der Netzstrom wird über komplexe Topologien aus Transformatoren, Schaltanlagen, Notstromaggregaten, unterbrechungsfreien Stromversorgungen (USV), Stromschienen und automatischen Netzumschaltern an die Server in den IT-Racks verteilt. Die dort ablaufenden Rechenprozesse erzeugen viel Wärme. In einem typischen Rechenzentrum entfallen etwa 60 % der verbrauchten Energie auf die Stromversorgung und etwa 40 % auf die Kühlung. Ein Großteil der eingesetzten



Oben: Mit Gleichstrom erreicht die Green Datacenter AG in einem Pilotprojekt eine um 10 % verbesserte Energieeffizienz und hat einen um 25 % geringeren Platzbedarf bei der Stromversorgung.

Unten: Rechenzentren bestehen aus drei Strukturelementen: IT, Stromversorgung und Kühlung.

elektrischen Energie geht als Wärme verloren. Diese muss abgeführt werden, um sicherzustellen, dass die Betriebstemperaturen innerhalb der Toleranzen bleiben. Rechenzentren nutzen daher hochentwickelte Kühlssysteme wie Flüssigkeitskühlung, Luftkühlung, Tauchkühlung, Warm- und Kaltgangeinhäusung sowie Klima- und Lüftungsanlagen für EDV-Räume.

#### Verfügbarkeit ist oberstes Gebot

Grundsätzlich kann jedes System ausfallen – diese Tatsache sollte jedem bewusst sein, der sich mit technischen Ausrüstungen befasst. Das oberste Ziel von Betreibern von Rechenzentren ist es, Ausfälle zu vermeiden, um die volle Verfügbarkeit sicherzustellen. Ein einstündiger Ausfall schlägt mit durchschnittlich 275.000 Euro zu Buche; auch Millionenverluste sind schnell möglich. Wegen der hohen Kosten ist die Verfügbarkeit der wichtigste Parame-

ter für Auslegung, Betrieb und Wartung von Rechenzentren. Eine hohe Verfügbarkeit wird vor allem durch Redundanz im Aufbau, in der Ausrüstung von IT und Elektrotechnik, bei den elektrischen Versorgungswegeen und bei der Software erreicht.

Neben der Möglichkeit, ein großes Rechenzentrum an einem Ort mit hoher Sicherheit permanent verfügbar zu machen, wird immer mehr in Richtung virtueller Rechenzentren geforscht. Diese setzen sich aus mehreren kleineren Einheiten zusammen, die – ähnlich den virtuellen Kraftwerken in der Energieversorgung – Rechenleistung gemeinsam bereitstellen und so ein großes, virtuelles Rechenzentrum schaffen. „Durch das virtuelle Zusammenspiel mehrerer dezentraler Einheiten lassen sich Verfügbarkeit und Steuerungsmöglichkeiten weiter erhöhen“, sagt Andreas Ganz, Head of DataCenter Business Central Europe bei ABB (siehe Interview auf Seite 12).

#### Effizienz durch Gleichstrom

Zu einem wichtigen Werkzeug zur Senkung des Energieverbrauchs von Rechenzentren kann die Gleichstromversorgung werden. Zu den bedeutsamen Vorteilen zählen geringere Verluste, da Umwandlungsschritte innerhalb der Versorgungskette wegfallen. So können die Energieverluste zwischen Netzeinspeisung und Servern um rund 10 % gesenkt werden. Bei einem Pilotprojekt von ABB mit der Green Datacenter AG in Lupfig kam neben der verbesserten Energieeffizienz als weiterer Vorteil ein um etwa 25 % geringerer Platzbedarf für die elektrischen Komponenten der Stromversorgung zum Tragen. Da weniger Komponenten zum Einsatz kommen, erhöht sich die Zuverlässigkeit. Aufgrund der einfacheren Architektur und der reduzierten Ausstattung sinken darüber hinaus die Kosten für Installation, Betrieb und Wartung.

Rechenzentren eignen sich besonders für eine Versorgung mit Gleichstrom, da sie eine Vielzahl identischer oder zumindest ähnlicher Verbraucher, zum Beispiel Server, Netzwerkkomponenten und Speicher, enthalten; dies reduziert die Zahl der erforderlichen Spannungsniveaus. Allerdings ist die Gleichstromtechnologie keine allgemeingültige Patentlösung, um in Rechenzentren Energie einzusparen. Es gibt auch Anwendungen, für die Wechselstrom besser geeignet ist. Um die individuell effizienteste Energieversorgung zu finden, bedarf es einer ganzheitlichen Betrachtung und einer durchgän-

gigen Planung von Rechenzentren – von der Netzeinspeisung bis zum Server.

### Im Notfall Dieselgeneratoren

Bei der Realisierung des Ziels einer 100-prozentigen Verfügbarkeit spielen zuverlässige Notstromsysteme eine wesentliche Rolle. Denn äußere Bedrohungen für das Stromnetz – beispielsweise Stürme und Gewitter – lassen sich nicht kontrollieren. Zudem kämpfen Energieversorger häufig mit alternden, unberechenbaren Stromnetzen. Die meisten Rechenzentren nutzen Notstrom-Dieselgeneratoren. Wichtig sind dabei ein leistungsfähiges Steuerungssystem, eine hohe Qualität der Systemkomponenten und eine professionelle Installation. Das Herzstück des ABB-Notstromkonzepts bildet die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). ABB nutzt ausschließlich hochwertige Dieselmotoren, die strenge Umwelt- und Bauauflagen erfüllen.

### Parallelarchitektur für unterbrechungsfreie Leistung

Netzstörungen treten nicht nur in der Form des kompletten Stromausfalls – Blackout –, sondern häufig auch als vorübergehende Spannungsschwankungen – Brownouts oder Überspannungen – auf. Eine USV konditioniert den an kommenden Strom und beseitigt Spitzen, Schwankungen und Rauschen. Bei einem kurzfristigen, vollständigen Stromausfall liefern Batterien oder andere Energiespeichersysteme den notwendigen Strom. Das USV-System Conceptpower DPA von ABB gewährleistet die Verfügbarkeit durch eine dezentrale Parallelarchitektur. Jedes USV-Modul beinhaltet die komplette, für den Betrieb des Systems erforderliche Hard- und Software. USV-Systeme von ABB haben wegen ihrer Skalierbarkeit, ihrer Modularität und ihrer hohen Energieeffizienz sehr niedrige Gesamtbetriebskosten.

### Ein Zehnkämpfer am Steuer

Immer stärker an Bedeutung gewinnt das Infrastruktur-Management von Rechenzentren (Data Center Infrastructure Management, DCIM). Das System Decathlon von ABB gibt den Betreibern die nötigen Werkzeuge zur Steuerung und Optimierung eines flexiblen Netzwerks aus IT, Stromversorgung und Kühlung an die Hand. Zudem stellt Decathlon beispielsweise verschiedene Standorte, Nutzungszwecke, Austauschintervalle der IT-Ausrüstung, aber auch Effizienzwer-

te wie SAP-Operationen pro eingesetztem MW Strom oder E-Mails pro Euro zur Verfügung.

### Kompetenz für Zuverlässigkeit

Der Betrieb von leistungsfähigen Rechenzentren ist von essentieller Bedeutung für unser mobiles Leben und den wirtschaftlichen Erfolg von Industrie und Produktion. ABB bietet Systeme mit inhaltlicher Zuverlässigkeit, robustem Design und hoher Energieeffizienz. Neben der Qualität der einzelnen Produkte besteht die besondere Kompetenz von ABB darin, ganze Systeme zu entwickeln und zu implementieren, die sowohl die Stromversorgung als auch die automatisierte Überwachung und Steuerung abdecken.

**Weitere Infos:** [andreas.ag.ganz@de.abb.com](mailto:andreas.ag.ganz@de.abb.com)

„Durch das virtuelle Zusammenspiel mehrerer dezentraler Einheiten lassen sich Verfügbarkeit und Steuerungsmöglichkeiten weiter erhöhen.“

## Effizient trotz höchster Leistungsanforderungen

### Herr Professor Lindenstruth, inwiefern sind Rechenzentren heute eine kritische Infrastruktur der digitalen Welt?

In Zeiten von Big Data, Cloud-Diensten und wachsender Vernetzung werden entsprechend mehr IT-Ressourcen benötigt, die Kapazitäten in Rechenzentren beanspruchen. Rechenzentren sind somit eine zentrale und kritische Infrastruktur.

**Wie gestaltet sich die aktuelle Entwicklung bei Energieversorgung und -effizienz von Rechenzentren?**  
Deutschland ist durch die hohen Energiesteuern im IT-Sektor benachteiligt. Es droht die Abwanderung von Unternehmen dieses äußerst wirtschaftskritischen Industriesektors. Das Höchstleistungsrechenzentrum Green-Cube, eine Entwicklung der Goethe-Universität und des Frankfurt Institute for Advanced Studies, ermöglicht bereits eine besonders hohe Energieeffizienz am Standort Deutschland mit einem PUE-Wert (power usage effectiveness) unter 1,1 – und dies bei sehr geringen Investitionen, die deutlich unter den Ausgaben für vergleichbare Systeme liegen.



**Professor Volker Lindenstruth**  
Institut für Informatik an der Goethe-Universität Frankfurt

### Wie schätzen Sie das Entwicklungspotenzial der Strukturelemente IT, Stromversorgung und Kühlung ein?

In Bezug auf einen PUE-Wert unter 1,1 im Jahresmittel ist das Entwicklungspotenzial bei der Energieeffizienz auf Verbesserungen von maximal 10 % begrenzt. Diese Effizienzwerte werden durch den Einsatz von indirekter, freier Kühlung und mithilfe von Wasser- und Rückwärmetauschern erreicht. So lassen sich PUE-Werte von 1,05 erzielen. Batteriesysteme und Backupgeneratoren können wir durch redundante Stromversorgungen von verschiedenen Kraftwerken vermeiden.

# „Wir wollen die beste Lösung gemeinsam mit dem Kunden finden“

Vor welchen Herausforderungen stehen Rechenzentren angesichts der immer größer werdenden Datenflut? Im Interview erklärt Andreas Ganz, Head of DataCenter Business Central Europe – Process Automation, wie ABB auf der Basis der Expertise aus der Industrie bei Rechenzentren neue Lösungswege beschreitet.

## **about: Warum sind Rechenzentren so wichtig für das Funktionieren der digitalen Welt?**

Andreas Ganz: Rechenzentren spielen für jede Volkswirtschaft eine wesentliche Rolle, weil sie das Rückgrat der Digitalisierung darstellen. Es gibt klare Trends wie Big Data, immer mehr Traffic und Computing Power mit Steigerungsraten von jährlich 50 % sowie die Entwicklung zur Industrie 4.0, zum Internet der Dinge – das alles müssen wir technologisch beherrschen. Und das passiert in einem Rechenzentrum durch Speichern, Rechnen und Vernetzen. Weltweit geht die Tendenz bei Rechenzentren in Richtung eines eigenständigen Sektors mit Merkmalen, die wir aus der Industrie kennen. Es geschieht nur alles in kürzeren Zeiträumen.

## **Woher kommen heute die wesentlichen Impulse und wo sind die interessantesten Standorte?**

Bei der Erstellung kreativer und innovativer Softwarekonzepte zum Betreiben eines Rechenzentrums sind Amerikaner die Vorreiter. Die innovative Software läuft aber auf einer Infrastruktur – und da sind wir in Europa immer noch die Weltmeister. In Deutschland profitieren wir von der historisch sehr guten elektrischen Infrastruktur, die weltweit einzigartig ist. Die Wahrnehmung hat sich zudem seit dem Bekanntwerden der NSA-Eingriffe deutlich gewandelt. Zuvor galt Deutschland als bürokratischer Standort mit zu teuem Strom und limitierten Möglichkeiten

zur Internetnutzung; jetzt höre ich vielerorts: „Wir wollen nach Deutschland, hier ist alles sicherer.“

## **Welche Aspekte sind die wichtigsten beim Betrieb von Rechenzentren?**

An oberster Stelle steht für alle Kunden die Verfügbarkeit. Kein Industrieunternehmen kann heute ohne seine IT-Infrastruktur funktionieren. Ausfälle der IT sind sofort geschäftskritisch für das gesamte Unternehmen; die entstehenden Umsatzausfälle und Kosten sind erheblich. Bei einem Co-Location-Rechenzentrum, in das verschiedene Kunden ihre IT-Hardware einbringen, bezieht sich die Verfügbarkeit eher auf Facility-Aspekte wie Gebäude, Strom und Kälte. Bei einem IT-Managed-Service-Kunden, der alles inklusive IT-Applikationen anbietet, bezieht sich die Verfügbarkeit eher auf die IT-Applikation. Nach der Verfügbarkeit kommt an zweiter Stelle sofort die Kosteneffizienz.

## **Auf welche Weise kann Verfügbarkeit in Zukunft möglichst kosteneffizient gewährleistet werden?**

Diese Anforderung an die Rechenzentrumsbetreiber wird interessant, denn sie können die Verfügbarkeit auf verschiedene Weise sichern: entweder durch ein einzelnes, sehr großes Rechenzentrum mit vielfältigen Redundanzen oder durch mehrere kleinere, kostengünstige Rechenzentren, bei denen die physischen Risiken durch die geografische Verteilung unter Kontrolle sind und deren IT-Infrastruktur virtuali-

siert wird. Dieses Szenario einer verteilten Infrastruktur ist der nächste logische Schritt, denn als Nutzer ist es mir egal, wo die Rechenleistung, die hinter dem Service steht, gerade ausgeführt wird.

## **Welchen Weg beschreitet ABB bei der Planung eines Rechenzentrums?**

Beim Design und bei der Planung eines Rechenzentrums bevorzugen wir den Weg, den wir von geschäftskritischen Anlagenteilen in der Industrie am besten kennen. Das heißt allerdings nicht, dass wir unseren Rechenzentren-Kunden – von denen wir extrem viel lernen können – eine industrielle Vorgehensweise verordnen. Wir sprechen mit den Kunden, definieren, was gewünscht ist, grenzen auch ab, setzen Milestones und dann wird die Lösung entsprechend umgesetzt. Dass wir als ABB sehr breit aufgestellt sind und viele verschiedene Ansätze verfolgen können, kommt uns hier sehr zugute. Wir sind innovative Ingenieure, die die beste Lösung gemeinsam mit dem Kunden finden wollen. Gleichzeitig können wir praktisch alle elektrotechnischen Komponenten anbieten, die bei Rechenzentren gebraucht werden.

## **Inwiefern müssen Sie Überzeugungsarbeit leisten, um Innovationen in Rechenzentren umzusetzen?**

Die Entwicklung geschieht nicht über Nacht. Bei jedem neu gebauten Rechenzentrum versuchen wir, neue Gedanken Schritt für Schritt umzusetzen, um Innova-



Andreas Ganz sieht wachsende Anforderungen bei Verfügbarkeit und Kosteneffizienz und einen Trend in Richtung Software und verteilter Systeme.

tionen einzubringen – so entwickelt sich in einem evolutionären Prozess die Zukunft. Wir wissen, dass kein Kunde in seinem Rechenzentrum eine Revolution akzeptieren würde, denn das wäre mit einem viel zu hohen Risiko verbunden, dass sein Geschäft negativ beeinflusst werden könnte. Unser Arbeitsstil ist, gemeinsam schrittweise an Innovationen weiterzuarbeiten. Und das schätzen nach meinen Erfahrungen auch die ABB-Kunden.

#### Wie viel Innovationspotenzial besteht bei der Kühlung von Rechenzentren?

Grundsätzlich besteht bei der Kühlung noch sehr viel Potenzial. In einem Rechenzentrum setze ich bisher fast genauso viel Energie dafür ein, die Hitze wieder wegzubekommen, wie für die Versorgung der

IT. Wenn wir nicht den Mehrwert der IT-Applikationen hätten, wäre es aus physikalischer Sicht eine reine Energievernichtungsmaschine. Eine Optimierung könnte schon bei den einzelnen Netzteilen der IT-Hardware anfangen, die nicht besonders hochwertig sind und viel Hitze abgeben. Eine grundsätzlichere Lösung stellen unsere innovativen Kühlkonzepte dar, die präventiv ausgelegt sind. Dazu gehört, dass wir die Kühlleistung auf die Rechenleistung abstimmen und dass wir auch vor- oder nachkühlen. Wenn ich beispielsweise weiß, dass morgen mein Strom teurer wird, könnte ich heute das Rechenzentrum um ein paar Grade abkühlen und dann am Folgetag von diesem Kältepuffer zehren. Ich speichere also Energie in Form von Kälte.

#### Ein Blick voraus: Welche Aspekte werden die Entwicklung bei Rechenzentren in den kommenden 10 bis 20 Jahren am stärksten beeinflussen?

Der Leistungsbedarf beim Rechnen, Speichern und Vernetzen wird weiter zunehmen. Unsere Welt wird immer vernetzter sein. Wir müssen den wachsenden Anforderungen an Verfügbarkeit und Kosteneffizienz bei dem, was wir machen, gerecht werden. Der Trend geht in Richtung Software und verteilte Systeme; die Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten im Rechenzentrum und bei der Energieversorgung bekommt immer mehr Bedeutung. Die Frage standardisierter Schnittstellen wird deshalb in Zukunft eine immer größere Rolle spielen.