



Rechenzentren in Deutschland: Eine Studie zur Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung und der Wettbewerbssituation

**Im Auftrag des BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft,
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

vorgelegt vom:

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH

Dr. Ralph Hintemann, Dr. Jens Clausen

Ansprechpartner

Dr. Ralph Hintemann

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit, Berlin

Clayallee 323, 14169 Berlin

Tel. 030 / 30645-1005

E-Mail: hintemann@borderstep.de

Stand: 5. Mai 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Einleitung.....	5
2.1	Hintergrund Zielsetzung des Vorhabens	5
2.2	Fragestellungen der Untersuchung.....	6
2.3	Vorgehensweise und Methoden	6
3	Wirtschaftliche Bedeutung von Rechenzentren in Deutschland	8
3.1	Bedeutung von Rechenzentren als notwendige Infrastruktur für modernes Wirtschaften ...	8
3.2	Rechenzentrumsmarkt: Zahl und Struktur der Rechenzentren in Deutschland	11
3.3	Bedeutung von Rechenzentren als Arbeitgeber und Auftraggeber.....	14
3.4	Investitionen in Rechenzentren	15
4	Internationale Wettbewerbssituation	18
4.1	Rechenzentrumsmarkt in Deutschland im internationalen Vergleich.....	18
4.2	Wettbewerbsintensität im Rechenzentrumsmarkt.....	22
4.3	Colocation Rechenzentren	29
5	Standortfaktoren.....	32
5.1	Wesentliche Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland.....	32
5.2	Standortfaktoren im internationalen Vergleich.....	34
6	Bedeutung der Rechenzentren für die Energiewende.....	38
6.1	Erfolge in der Energieeffizienz.....	38
6.2	Potenziale von Rechenzentren im zukünftigen Strommarkt	44
7	Perspektiven der Zukunft der Rechenzentrumsbranche in Deutschland	50
8	Glossar	51
9	Fragebogen zu Rechenzentren in Deutschland.....	53
10	Literatur.....	57

1 Zusammenfassung

Rechenzentren sind wie Stromversorgung und Verkehrswege heute eine notwendige Infrastruktur für Wirtschaft, Verwaltung und Forschung. Zwischen 2003 und 2013 ist die IT-Fläche in deutschen Rechenzentren um 42 % auf ca. 1,8 Millionen m² gewachsen. Von Rechenzentren sind gegenwärtig ca. 200.000 Vollzeit-Arbeitsplätze abhängig. Davon werden rund 120.000 Beschäftigte für den reinen Betrieb der Rechenzentren eingesetzt. Weitere 80.000 Personen sind direkt von Rechenzentren abhängig. Sie arbeiten in Systemhäusern, Baufirmen und spezialisierten Dienstleistern sowie im Handwerk ausschließlich für Rechenzentren. Jährlich werden ca. 8 Mrd. € in Rechenzentren investiert.

Die deutsche Rechenzentrumsbranche mit ihren Unternehmen und Standorten ist also insgesamt gut aufgestellt. Sie ist aber nicht so stark, wie sie sein könnte. Sowohl Finnland, trotz seiner weiten Entfernung zu den europäischen Bevölkerungszentren und den dort ansässigen Kunden, als auch die Niederlande, trotz ihren um etwa 10 % höheren Einkommen, zeigen eine deutlich höhere Wachstumsdynamik. Auch bei den europaweit führenden Rechenzentrumsstandorten zeigen London, Paris und Amsterdam im Vergleich zu Frankfurt ein höheres Wachstum. Den wesentlichen Grund für diese Entwicklung sehen die Betreiber großer Rechenzentren in den in Deutschland vergleichsweise sehr hohen Stromkosten. Diese liegen z.B. für große Betreiber von Colocation Rechenzentren in Deutschland mit ca. 14 Cent/kWh an der Spitze der europäischen Preisskala, während die zu zahlenden Strompreise z.B. in Großbritannien und den Niederlanden um 9 Cent/kWh liegen, in Frankreich sogar unter 7 Cent/kWh.

Bei den weiteren Standortfaktoren ist Deutschland dagegen gut aufgestellt. Ganz oben in der Bedeutung für Rechenzentrumsbetreiber stehen die sichere Internetanbindung sowie eine zuverlässige Stromversorgung. Auch die Rechtssicherheit und der Datenschutz werden als sehr wichtig angesehen.

Rechenzentren stehen teilweise in einem sehr intensiven internationalen Wettbewerb. Je größer und internationaler ein Unternehmen aufgestellt ist, desto eher ist es in der Wahl des Rechenzentrumsstandortes flexibel. Auch Hosting und Colocation Rechenzentren können oft auf andere benachbarte Staaten ausweichen. Ein Maß für die Bedeutung des internationalen Wettbewerbs in einer Branche ist die Handelsintensität. Sie ist definiert als das Verhältnis des Gesamtwerts der Ausfuhren in Drittstaaten zuzüglich des Wertes der Einfuhren aus Drittstaaten zur Gesamtgröße des Gemeinschaftsmarktes (jährlicher Umsatz plus Gesamteinfuhren). Auf Basis der verfügbaren Daten vom Statistischen Bundesamt und der Deutschen Bundesbank kann die Handelsintensität für den IT-Dienstleistungsmarkt näherungsweise bestimmt werden. Sie liegt in Deutschland bei ca. 24 bis 30 %. Die Ergebnisse der im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Befragung von Rechenzentrumsbetreibern lassen die Schlussfolgerung zu, dass die Handelsintensität für Colocation Rechenzentren oberhalb von 30 % liegt. Für Hosting und Cloud Rechenzentren liegt die Handelsintensität vermutlich oberhalb von 7 %.

Rechenzentren können einen bedeutenden Beitrag zur Energiewende leisten. Dies ist zum einen durch die bereits erreichten und künftig noch möglichen Steigerungen der Energieeffizienz in

Rechenzentren begründet. In Deutschland konnte durch die in den letzten Jahren ergriffenen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz der Trend des stark ansteigenden Stromverbrauchs ab dem Jahr 2008 gestoppt werden und es ist ein Leitmarkt für Energieeffizienzlösungen in Rechenzentren entstanden. Die größten Einsparungen wurden durch Maßnahmen an Servern wie dem Einsatz von Virtualisierungstechniken und einer verbesserten Hardware erreicht sowie in der Klimatisierung und Kühlung von Rechenzentren. Erhebliche Potenziale für weitere Effizienzsteigerungen in der Zukunft existieren in vielen Bereichen, insbesondere auch in der Nutzung der Abwärme sowie in der Eigenstromerzeugung.

Über Effizienzmaßnahmen hinaus können Rechenzentren zum zweiten auch Beiträge zur künftigen Gestaltung und Flexibilisierung der Stromversorgung leisten. So könnten Notstromaggregate zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Auch Potenziale zur zeitlichen oder räumlichen Verschiebung von Rechenlast existieren, so dass die Stromabnahme flexibilisiert werden kann.

Aufgrund der festgestellten hohen Wettbewerbsintensität ist die künftige Entwicklung des deutschen Rechenzentrumsmarktes deutlich von der Entwicklung der Standortfaktoren im internationalen Vergleich abhängig. Drei Entwicklungsszenarien für den Rechenzentrumsmarkt erscheinen möglich:

- eine weitere Entwicklung mit der bisherigen Dynamik und einem Wachstum von 3 bis 4 % p.a.,
- eine durch weitere Strompreiserhöhungen verursachte Stagnation mit Nullwachstum,
- ein Ansteigen der Wachstumsdynamik ähnlich dem Wachstum in aktuell sehr erfolgreichen Rechenzentrumsstandorten wie Irland, Niederlande oder Finnland. In diesem Szenario könnte sich das Wachstum des Rechenzentrumsmarktes in Deutschland gegenüber dem bisherigen Trend verdoppeln.

Welche der Richtungen der Rechenzentrumsmarkt einschlagen wird, kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorhergesagt werden. Insbesondere die Gestaltung der Energiewende und die weitere Entwicklung des von Rechenzentren zu zahlenden Strompreises werden aber einen wesentlichen Einfluss ausüben.

Weiteres Wachstum würde die IT-Infrastruktur des High-Tech Standortes Deutschland weiter verbessern und Arbeitsplätze zumindest sichern, wahrscheinlich sogar zusätzliche schaffen. Eine Verdopplung des Wachstums würde bis zum Jahr 2020 allein im Bereich des Neubaus von Rechenzentren und der technischen Gebäudeausrüstung Investitionen in der Größenordnung von über zwei Milliarden Euro bedeuten. Eine Stagnation der Rechenzentrumskapazität würde dagegen nicht nur zu Arbeitsplatzverlusten und zu einem relativen Verlust von IT-Infrastruktur führen, sondern auch den Sektor schwächen und die Technologieführerschaft in Frage stellen, die Deutschland zumindest im Kontext der Energieeffizienz gewonnen hat.

2 Einleitung

2.1 Hintergrund Zielsetzung des Vorhabens

Die sehr hohe Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnologien (ITK) für den Standort Deutschland und die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen im internationalen Kontext ist unbestritten. Nach Einschätzung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ist die ITK der Innovationsmotor Nr. 1 in Deutschland: Mehr als 80 % der deutschen Innovationen beruhen auf ITK (Statistisches Bundesamt 2013a, 5). Bereits 55% der Beschäftigten in Deutschland nutzen für ihre Tätigkeit mindestens einmal pro Woche einen Computer mit Internetzugang (Statistisches Bundesamt 2012).

Die Basis für die Nutzung von ITK stellt eine gut ausgebaute und funktionsfähige Internetinfrastruktur dar. Als Knoten des Internets kommt den Rechenzentren hierbei eine entscheidende Bedeutung zu. Außerhalb von Fachkreisen ist bislang allerdings die Wahrnehmung der Rechenzentrumslandschaft als für den Standort Deutschland entscheidende Infrastruktur relativ gering. Es liegen auch nur wenig konkrete und belastbare Daten zur Struktur und wirtschaftlichen Relevanz der Rechenzentren in Deutschland vor. Eine systematische Untersuchung der wirtschaftlichen Bedeutung der Rechenzentren sowie der Rahmenbedingungen in Deutschland für den Rechenzentrumsbetrieb liegt bislang gar nicht vor. Dies hat vor allem zwei Gründe. Zum einen ist die ITK als Querschnittstechnologie nur unzureichend mit herkömmlichen Verfahren und statistischen Systematiken wie der Klassifikation der Wirtschaftszweige zu erfassen - nahezu jedes Unternehmen betreibt in bestimmten Umfang eigene IT-Systeme. Zum anderen sind Rechenzentren und sonstige ITK-Infrastrukturen sowohl für ihre Betreiber als auch für das staatliche Gemeinwesen als „kritische Infrastrukturen“ einzustufen. Ihr Ausfall oder ihre Beeinträchtigung würde zu nachhaltig wirkenden wirtschaftlichen Störungen führen bis hin zu Krisen, zu Versorgungsengpässen, zu erheblichen Gefährdungen der öffentlichen Sicherheit oder zu anderen dramatischen Folgen. Aus Sicht des Betreibers eines Rechenzentrums ist es demzufolge rational, möglichst keine Angaben über Ort, Aufbau und Struktur seines Rechenzentrums zu machen.

Die vorliegende Untersuchung¹ verfolgt das Ziel, die Datenlage zum Thema Struktur und wirtschaftlichen Relevanz der Rechenzentren in Deutschland zu verbessern.

Fokus dieser Untersuchung sind alle in Deutschland existierenden Rechenzentren. Dies umfasst sowohl die Rechenzentren von IT-Dienstleistern als auch Rechenzentren, die von privaten und öffentlichen Organisationen für eigene Zwecke betrieben werden. Zur Rechenzentrumsbranche werden weiterhin die direkten Zulieferer von Rechenzentren wie Hersteller von ITK- und Infrastrukturprodukten, aber auch Rechenzentrumsberater und -planer gezählt. Wenn in dieser Untersuchung von Rechenzentrumsmarkt gesprochen wird, sind damit also zum einen die Rechenzentren selbst und zum anderen deren Zulieferer gemeint.

¹ Eine Kurzfassung dieser Untersuchung ist ebenfalls verfügbar.

2.2 Fragestellungen der Untersuchung

Entsprechend der o.g. Zielsetzungen befasst sich die vorliegende Untersuchung mit drei Fragekomplexen, die im Folgenden dargestellt werden.

- Wie groß ist die wirtschaftliche Bedeutung der Rechenzentren in Deutschland (Investitionsvolumen, Arbeitsplätze, Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit, etc.)?
- Wie ist die internationale Wettbewerbssituation der deutschen Rechenzentren und welche Standortfaktoren sind für den Rechenzentrumsbetrieb in Deutschland von besonderer Bedeutung?
- Welche Bedeutung haben Rechenzentren für die Energiewende und welche künftigen Potenziale bieten sich hier?

2.3 Vorgehensweise und Methoden

Es wurden verschiedene wissenschaftliche Methoden angewendet, um die genannten Fragen zu beantworten.

Desk Research: Zum einen wird im Rahmen von Desk Research eine umfassende Recherche und eine Zusammenfassung der bisher vorhandenen Informationen zu Rechenzentren in der Literatur und in sonstigen Quellen durchgeführt. Einigermaßen belastbare Daten sind aktuell für bestimmte Segmente der Rechenzentrumslandschaft wie den Cloud- und Colocation-Markt (z.B. Broadgroup 2012) oder für den Bereich der ITK-Dienstleistungen (z.B. Statistisches Bundesamt 2013a) verfügbar. Außerdem können Ergebnisse genutzt werden, die in Studien zum Thema Green IT und Energieeffizienz von Rechenzentren in Deutschland durchgeführt wurden (Fichter 2007, Hintemann/Fichter 2010, Hintemann/Fichter 2012, Fichter et al. 2012, Hintemann/Fichter 2013, TU Berlin 2008, Stobbe et al. 2009, Donner et al. 2012).

Modellierung: Im Rahmen der Forschungsarbeiten zum Thema Green IT ist am Borderstep Institut ein umfassendes Strukturmodell der Rechenzentrumslandschaft in Deutschland entwickelt worden, das jährlich aktualisiert und weiterentwickelt wird. In dem Modell sind die Rechenzentren in Deutschland in unterschiedlichen Größenklassen, in ihrer Ausstattung mit verschiedenen Servertypen, Speichersystemen und Netzwerkinfrastrukturen beschrieben. Das Modell berücksichtigt auch die Altersstruktur der Server und die Energiebedarfe der verschiedenen Servertypen in unterschiedlichen Betriebszuständen. Weiterhin sind die Rechenzentrums-Infrastrukturen wie Klimatisierung, Stromversorgung, USV, etc. für unterschiedliche Größen- und Redundanzklassen modelliert. Auf Basis des Modells können wirtschaftlichen Kennzahlen für Rechenzentren in Deutschland ermittelt werden.

Schriftliche Befragung: Es wurde eine schriftliche Befragung von Rechenzentrumsbetreibern in Deutschland durchgeführt. Zielgruppe der Befragung waren Rechenzentren mit mehr als 100 m² IT-Flächen. Nach Erhebungen des Borderstep Instituts gibt es ca. 2.500 Rechenzentren in dieser Größenordnung in Deutschland. Bezogen auf die IT-Flächen machen diese Rechenzentren ca. 2/3 des gesamten Rechenzentrumsmarktes aus. An der Befragung nahmen 75 Unternehmen und andere

Organisationen teil, die insgesamt 347 Rechenzentren mit einer Fläche von ca. 400.000 m² betreiben. Diese 75 Rechenzentrumsbetreiber beschäftigen mehr als 11.000 Mitarbeiter. Mit der Befragung konnte das breite Spektrum der verschiedenen Rechenzentrumstypen abgebildet werden. Bei 30 Organisationen lag der Schwerpunkt auf Hosting und Cloud-Dienstleistungen, weitere 24 betreiben Unternehmensrechenzentren für eigene Zwecke und neun Befragungsteilnehmer bieten schwerpunktmäßig Colocation² Dienste an. Außerdem nahmen sieben Gebietsrechenzentren³ und fünf Hochschulrechenzentren an der Befragung teil. Der Fragebogen ist im Anhang dokumentiert.

Strukturierte Interviews: Zur Ermittlung wesentlicher Hintergründe und Zusammenhänge wurden 11 strukturierte Interviews mit Betreibern, Ausstattern und Planern von Rechenzentren durchgeführt. Bei der Auswahl der Interviewpartner waren vor allem zwei Kriterien von Bedeutung. Zum einen wurden solche Unternehmen ausgewählt, die aufgrund ihrer Marktposition bzw. ihres Marktanteils über einen sehr guten Überblick über die relevanten Marktentwicklungen und -rahmenbedingungen verfügen. Zum anderen wurde ein möglichst breites Spektrum unterschiedlicher Rechenzentrumstypen und Wertschöpfungsstufen abgedeckt.

Experten-Workshop: Die (Zwischen-)Ergebnisse der Untersuchung wurden auf einem Expertenworkshop mit Vertretern der Rechenzentrumsbranche am 18. Februar 2014 in Frankfurt vorgestellt und diskutiert.

² Colocation Rechenzentrum: Rechenzentrum, in dem ein Anbieter Fläche zum Aufstellen von IT-Hardware, die Internetanbindung, eine sichere Stromversorgung, Klimatisierung, etc. für seine Kunden bereitstellt (teilweise auch Serverhousing genannt).

³ Gebietsrechenzentrum: Rechenzentrum, das speziell Dienstleistungen für öffentliche Organisationen wie Kommunen oder Landesverwaltungen anbietet.

3 Wirtschaftliche Bedeutung von Rechenzentren in Deutschland

Rechenzentren stellen ein bedeutendes wirtschaftliches Potenzial dar. Dies ist zum einen durch die strategische Bedeutung einer funktionierenden und gut ausgebauten IT-Infrastruktur begründet. Zum anderen entsteht durch den Betrieb, die Ausstattung, den Bau und die Modernisierung von Rechenzentren eine inländische Wertschöpfung in beträchtlichen Maße. Gerade durch die Dynamik der Entwicklung im ITK-Bereich wird in Rechenzentren in der Regel nahezu kontinuierlich investiert. Zudem werden Arbeitsplätze beim Rechenzentrumsbetrieb, bei Zulieferern und Dienstleistern geschaffen und gesichert. Zum Themenfeld der wirtschaftlichen Bedeutung der Rechenzentren in Deutschland sollen die folgenden Fragenkomplexe beantwortet werden:

- Welche generelle volkswirtschaftliche Bedeutung haben Rechenzentren in Deutschland? Wie wichtig ist eine funktionierende Rechenzentrumsinfrastruktur für den Standort Deutschland?
- Wie groß ist der Rechenzentrumsmarkt in Deutschland? Wie hoch ist das jährliche Investitionsvolumen und wie viele Arbeitsplätze sind direkt und indirekt von den Rechenzentren in Deutschland abhängig?
- Wie entwickelt sich der Rechenzentrumsmarkt in Deutschland? Welche Trends sind festzustellen?

3.1 Bedeutung von Rechenzentren als notwendige Infrastruktur für modernes Wirtschaften

Rechenzentren bilden eine Basisinfrastruktur für fast jede wirtschaftliche Aktivität. Ohne Rechenzentren ist heute weder die industrielle Produktion noch der Bereich Forschung & Entwicklung denkbar. Die Entwicklung in Richtung Industrie 4.0 wird die Bedeutung der Verfügbarkeit leistungsfähiger Rechenzentren noch erhöhen.

Obwohl Großrechner erst seit ca. 40 bis 50 Jahren und das Internet erst seit 20 Jahren von einer großen Zahl von Unternehmen genutzt werden, handelt es sich bei Rechenzentren heute um eine völlig unverzichtbare Infrastruktur, vergleichbar mit dem Stromnetz, mit dem Telefonnetz oder mit Verkehrswegen. Auch wenn die Rechenzentren selbst aufgrund der Anzahl der Beschäftigten und ihres Investitionsvolumens nur einen relativ überschaubaren Wirtschaftssektor darstellen, ist ihre Bedeutung auf Grund ihres infrastrukturellen Charakters weit höher. Es gibt heute keinen Wirtschaftszweig mehr, der nicht wesentlich von der ITK beeinflusst wird. ITK-Infrastrukturen sind gleichermaßen für F&E, Zulieferprozesse, Produktionsprozesse und Vertriebsprozesse wichtig. Die Bedeutung von Rechenzentren kann dabei kaum überschätzt werden (Abbildung 1). Ein Interviewpartner fasste es besonders prägnant zusammen: „*Keine Rechenzentren – keine Wirtschaft*“.

Abbildung 1: Rechenzentren als Basisinfrastruktur für andere Branchen



Quelle: BITKOM/Borderstep

Diese Verknüpfung ist wechselseitig zu verstehen. Zum einen benötigt modernes Wirtschaften eine hochentwickelte Rechenzentrumsinfrastruktur, um funktionsfähig zu sein. Rechenzentren werden daher – zumindest bisher – auch bevorzugt dort aufgebaut, wo eine hohe Wirtschaftsleistung erbracht wird. Zum anderen induzieren Rechenzentren auch Wirtschaftsleistung. Dies gilt sowohl für vorgelagerte Wertschöpfungsstufen wie Lieferanten, Ausrüster und Wartungsdienstleister von Rechenzentren als auch für nachgelagerte Wertschöpfungsstufen wie Softwareunternehmen oder Anbieter von auf Rechenzentren basierenden IT-Dienstleistungen. Denn diese siedeln sich bevorzugt dort an, wo ausreichend Rechenzentrumskapazitäten zur Verfügung stehen.

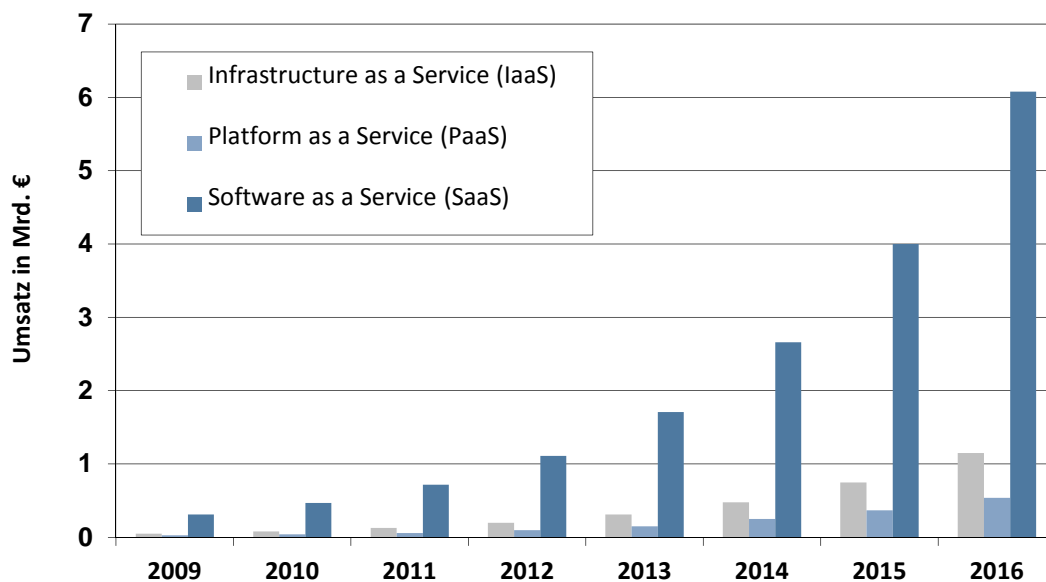
Dieser regionale Zusammenhang von Rechenzentrumsstandorten und Wirtschaftsleistung wird durch eine Untersuchung des Marktforschungsinstituts DCD Intelligence (2013) bestätigt. In dieser Untersuchung wurden die USA, Japan, Großbritannien, Deutschland, China und Frankreich als die sechs Länder mit den weltweit größten Rechenzentrumsflächen identifiziert. Diese Länder sind – wenn auch in etwas anderer Reihenfolge – auch die sechs Länder mit den weltweit höchsten Bruttoinlandsprodukten (Internationaler Währungsfond 2014).

Die Bedeutung der Rechenzentren für die Wirtschaft hat in der Vergangenheit stark zugenommen. Bis 2012 ist der Anteil der Unternehmen mit Internetzugang in den von Destatis (2013, 513) erfassten Wirtschaftsbereichen kontinuierlich auf 85 % gestiegen. Vor allem die mobile Internetnutzung ist nur durch eine leistungsfähige Rechenzentrumsinfrastruktur möglich, da viele Anwendungen und Daten nicht mehr auf den Endgeräten, sondern zentral in Rechenzentren betrieben und gespeichert werden. Das mobile Internet hat besonders für mittlere und größere Unternehmen eine hohe Bedeutung. Drei Viertel der Unternehmen mit 50 bis 250 Beschäftigten und 91 % der Unternehmen mit 250 Beschäftigten und mehr stellen (anteilig) ihren Beschäftigten Geräte mit mobilem Internetzugang zur Verfügung (Destatis 2013, 514). Die Nutzung des mobilen Internets für den E-Mail-Zugang ist hierbei mit 72 % das Hauptmotiv. Weitere häufige Nutzungsformen sind der Zugriff

und die Änderung von Dokumenten (44 %) und der Zugriff auf firmeneigene Geschäftssoftware (42 %). Für mehr als 30 % der mittleren und großen Unternehmen hat die private oder öffentliche Cloud schon Bedeutung für Dokumentenmanagement und Geschäftssoftware.

Die Prognosen für das weitere Wachstum des Umsatzes mit Cloud Diensten zeigen, dass die Cloud für Anbieter und Kunden weiter an Bedeutung gewinnen wird. Zwar ist durch die NSA-Affäre ein gewisser Vertrauensverlust in Cloud Technologien festzustellen, der Markt wächst aber weiterhin (BITKOM 2013c, 10). Analysten (eco/Arthur D. Little 2013, 16) erwarten ein Wachstum der drei Cloud Services Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS) von insgesamt knapp 1,5 Mrd. € in 2012 auf über 7 Mrd. € in 2016. Speziell das Angebot von Software as a Service soll in diesem Zeitraum von ca. 1 Mrd. € auf über 6 Mrd. € wachsen (Abbildung 2).

Abbildung 2: Umsatz und Wachstum bei Cloud Services



Quelle: Darstellung nach eco/Arthur D. Little 2013, 16

Cloud Computing als neues Paradigma für IT-Services (BITKOM 2013c, 12) hat entscheidende Auswirkungen auf den Rechenzentrumsmarkt. Zum einen wird durch Cloud Computing die Bedeutung von Rechenzentren für die Wirtschaft noch weiter erhöht. Cloud Computing erfordert immer mehr zusätzliche Rechenzentrumskapazitäten. Hierzu werden insbesondere sehr große Rechenzentren – sogenannte Megarechenzentren – gebaut.

Zum anderen kann Cloud Computing dazu führen, dass es zu räumlichen Verschiebungen in der Rechenzentrumsinfrastruktur kommt. Bislang werden Rechenzentren von Unternehmen meist am

eigenen Standort betrieben. Bei der Verwendung von Cloud Services wird die räumliche Lage der Rechenzentren unabhängiger vom Standort des Nutzers der Dienste. Mega-Cloud-Rechenzentren werden oft sogar in Regionen gebaut, in denen die Industriedichte eher gering ist. Beispiele hierfür sind die Cloud Rechenzentren von Google in Finnland oder Facebook in Schweden (Wilkens 2011, Windeck 2013, Kalenda 2014). In Deutschland hat die Deutsche Telekom ein 24.000 m² großes Cloud Rechenzentrum in Magdeburg erstellt (Schmitt 2010).

3.2 Rechenzentrumsmarkt: Zahl und Struktur der Rechenzentren in Deutschland

Die Rechenzentrumskapazitäten in Deutschland wachsen ständig. Zwischen 2003 und 2013 hat sich nach Berechnungen des Borderstep Instituts die Zahl der Server (inklusive virtueller Server) in deutschen Rechenzentren auf knapp vier Millionen fast vervierfacht. Die Zahl der physikalischen Server in Rechenzentren hat sich im genannten Zeitraum um ca. 50 % auf 1,6 Mio. erhöht.⁴ Auch für die Zukunft ist von weiterem Wachstum auszugehen. Setzen sich die aktuellen Entwicklungen weiter fort, so wird es im Jahr 2020 ca. 2,3 Mio. physikalische Server in deutschen Rechenzentren geben (plus 43 % gegenüber 2013). Ein weiteres Maß zur Bewertung der zeitlichen Entwicklung des Rechenzentrumsmarktes ist die Entwicklung der Rechenzentrumsfläche. Diese Fläche wird oft als IT-Fläche gemessen – also die Fläche, die für das Aufstellen von IT-Equipment wie Server, Speichersysteme und Netzwerkkomponenten zur Verfügung steht. Die IT-Fläche in den deutschen Rechenzentren ist nach Berechnungen von Borderstep zwischen 2003 und 2013 um ca. 42 % auf knapp 1,8 Mio. m² angestiegen. Bis zum Jahr 2020 ist im Trend mit einem weiteren Wachstum um ca. 40 % auf dann ca. 2,5 Mio. m² zu rechnen.

Im Jahr 2013 gab es nach Berechnungen von Borderstep in Deutschland ca. 51.100 Rechenzentren. Davon ist mit 48.600 Rechenzentren der überwiegende Anteil den eher kleinen Lokationen zuzurechnen. In der Kategorie der Rechenzentren mit über 100 m² IT-Fläche gibt es ca. 2.500 Lokationen. In der Struktur der Rechenzentren ist ein deutlicher Wandel zu verzeichnen. Während insbesondere die Anzahl der kleinen Lokationen bis 10 m² seit 2008 gesunken ist, stieg die Anzahl der Rechenzentren mit über 100 m² deutlich an (Tabelle 1).

⁴ Basis der Berechnung: Daten des Marktforschungsinstituts Techconsult (2014). Durch die Einführung von Virtualisierungstechnologien ist es heute möglich, auf einem leistungsfähigen physikalischen Server eine große Anzahl virtueller Systeme laufen zu lassen.

Tabelle 1: Entwicklung der Rechenzentrumsstruktur in Deutschland

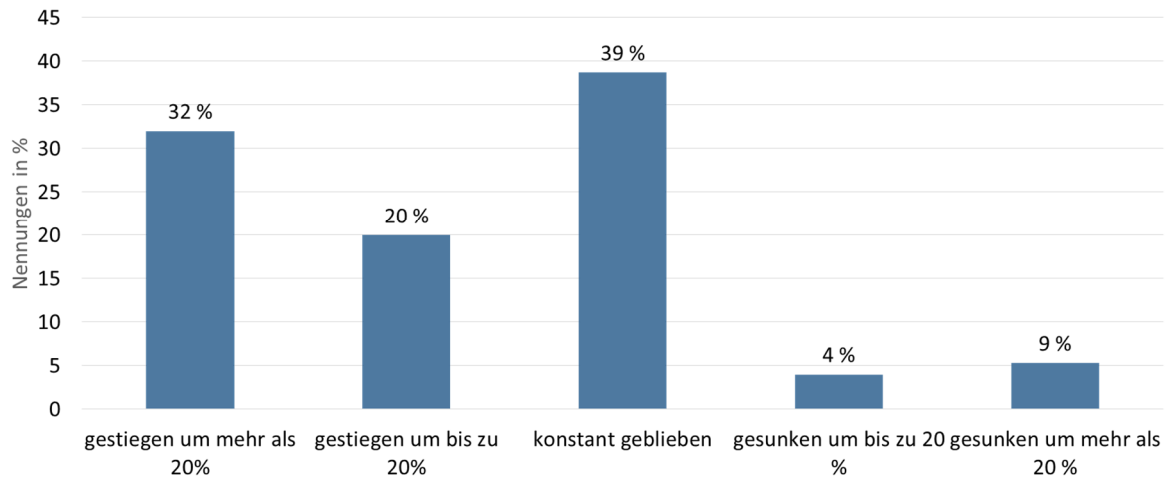
Rechenzentrums-kategorie	Anzahl der Rechenzentren 2013	Entwicklung der Anzahl 2008 – 2013
Serverschrank (3-10 m ²)	30500	- 8 %
Serverraum (11-100 m ²)	18100	+/- 0 %
Kleines Rechenzentrum (101-500 m ²)	2150	+ 23 %
Mittleres Rechenzentrum (501-5000 m ²)	280	+ 27 %
Großes Rechenzentrum (über 5000 m ²)	70	+ 40 %

Quelle: Borderstep

Dass insbesondere das Segment der Rechenzentren mit einer IT-Fläche über 100 m² deutlich wächst und die Investitionen in solche Rechenzentren steigen, wird auch durch die Befragung der Rechenzentrumsbetreiber bestätigt. Mehr als die Hälfte der Befragten gaben an, dass die IT-Fläche in ihren Rechenzentren in den letzten fünf Jahren angestiegen ist, bei 32 % der Befragten hat die Fläche sogar um mehr als 20 % zugenommen. Nur bei 13 % der Befragten ist die Fläche gesunken (Abbildung 3).

Abbildung 3: Entwicklung der Rechenzentrumsfläche in den letzten fünf Jahren (Befragung)

Frage: Wie hat sich ihre Rechenzentrumsfläche (IT-Fläche insgesamt) in den vergangenen fünf Jahren entwickelt?



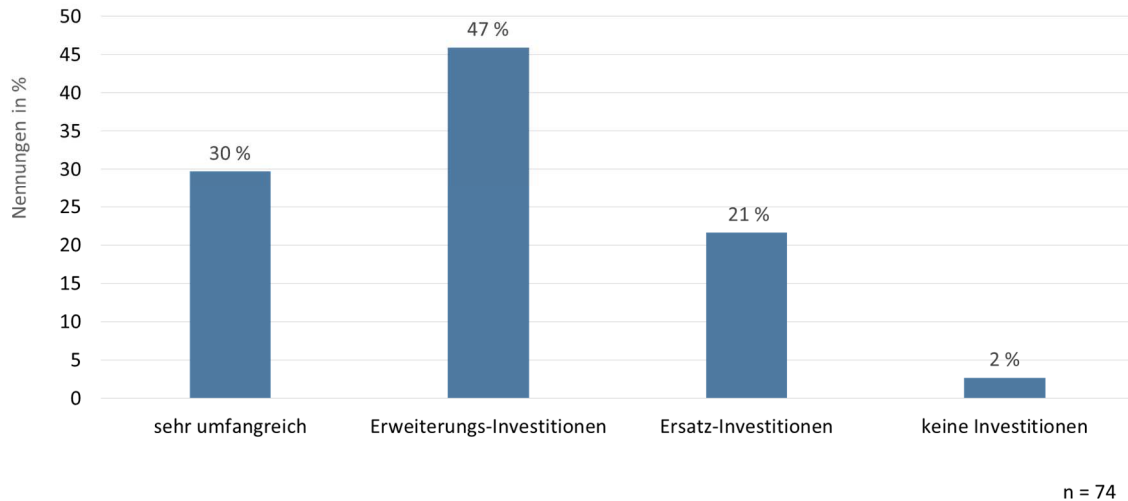
n = 75

Quelle: Eigene Darstellung

Auch für die Zukunft wird in der Befragung mit steigenden Investitionen gerechnet. Ca. 76 % der Befragten planen in den nächsten zwei Jahren Erweiterungsinvestitionen in ihren Rechenzentren, fast 30 % sogar sehr umfangreiche Erweiterungsinvestitionen. Etwa 22 % der Befragten planen nur Ersatzinvestitionen und lediglich knapp 3 % planen keine Investitionen.

Abbildung 4: Investitionen in der Zukunft (Befragung)

Frage: Planen Sie in den nächsten zwei Jahren Investitionen in Ihr Rechenzentrum / Ihre Rechenzentren?



Quelle: Eigene Darstellung

3.3 Bedeutung von Rechenzentren als Arbeitgeber und Auftraggeber

Neben der sehr hohen strategischen Bedeutung von Rechenzentren für einen Industriestandort entsteht durch den Betrieb, die Ausstattung, den Bau und die Modernisierung von Rechenzentren inländische Wertschöpfung in beträchtlichem Maße. Durch die Dynamik der Entwicklung im ITK-Bereich wird in Rechenzentren nahezu kontinuierlich investiert. Zudem werden Arbeitsplätze im Rechenzentrumsbetrieb, bei Zulieferern und Dienstleistern geschaffen und gesichert.

In deutschen Rechenzentren arbeiten ca. 120.000 Vollzeit-Beschäftigte, die zum reinen Betrieb der Rechenzentren notwendig sind.⁵ Nicht mitgerechnet sind Beschäftigte, die auf Basis der Rechenzentrumsleistung ihre Aufgaben erfüllen, wie Programmierer oder andere Beschäftigte, die IT-basierte Dienstleistungen erstellen.

Darüber hinaus sind Rechenzentren als Auftraggeber für das direkte räumliche Umfeld von Bedeutung. In Regionen mit einer großen Anzahl an Rechenzentren entwickelt sich um diese herum

⁵ Die Zahl der Beschäftigten in Rechenzentren lässt sich aus der durchgeführten Befragung ableiten. Für verschiedene Rechenzentrumszwecke und -größen wurde analysiert, wie hoch der Beschäftigungsstand in den befragten Rechenzentren ist. Mit Hilfe der am Borderstep Institut vorhandenen Zahlen zur Gesamtanzahl der Rechenzentren und ihrer Aufteilung auf verschiedene Rechenzentrumstypen konnte so die Gesamtzahl der Beschäftigten ermittelt werden. Diese wurde mit verfügbaren Daten des Statistischen Bundesamtes auf Plausibilität geprüft.

ein Lieferantenmarkt. Schwerpunkte dieses Marktes sind zu einem großen Teil handwerkliche Dienstleister und Servicedienstleister. Der Einbau und die Wartung der Elektrotechnik, der Kälte- und Klimatechnik wie auch der sicherheitstechnischen Einrichtungen werden meist von Handwerksunternehmen vor Ort durchgeführt. Dabei ist die regionale Nähe besonders aufgrund der üblichen Forderung wichtig, einen Rund-um-die-Uhr Service (24/7 Service) sicherzustellen, der in kurzer Zeit vor Ort ist. Aus größerer Entfernung ist dies kaum wirtschaftlich durchführbar. Wichtig sind aber auch Personaldienstleistungen. Insbesondere für Sicherheit und Zugangskontrolle beschäftigen viele Rechenzentren kein eigenes Personal, sondern vergeben diese Leistungen an einschlägige Fachunternehmen. Weitere 80.000 Vollzeit-Beschäftigte sind damit direkt von den deutschen Rechenzentren abhängig. Dies sind ausschließlich für Rechenzentren tätige Personen in Systemhäusern, Baufirmen, Sicherheitsdiensten und anderen spezialisierten Dienstleistern und Handwerksbetrieben.

In der Summe sind ca. 200.000 Vollzeit-Arbeitsplätze direkt mit dem Betrieb von Rechenzentren verbunden. Indirekt ist – wie oben schon ausgeführt – nahezu jeder Arbeitsplatz in Deutschland von funktionierenden Rechenzentren abhängig, da Rechenzentren wie Verkehrsnetze, die Stromversorgung und Datennetze eine Grundvoraussetzung für modernes Wirtschaften darstellen.

Neben den direkten Aufträgen gibt es indirekte Beschäftigungseffekte. So verkauft z.B. der Frankfurter Stromversorger Mainova ca. 20 % seines Stromes an die Rechenzentren der Region (Mainova 2013, 9). Eine beträchtliche Anzahl der ca. 3.000 Arbeitsplätze der Mainova hängen insofern von diesem Sektor ab. In anderen Regionen ist dieser Effekt aufgrund der geringeren Anzahl von Rechenzentren weniger ausgeprägt, aber durchaus vorhanden.

3.4 Investitionen in Rechenzentren⁶

Im Jahr 2013 wurden knapp 8 Mrd. € in deutsche Rechenzentren investiert. Davon sind gut 7 Mrd. € Investitionen in IT-Hardware. Den höchsten Anteil an den IT-Investitionen haben mit ca. 50 % die Investitionen in Speicherhardware. Etwa ein Drittel der IT-Investitionen werden für Serverhardware ausgegeben, ein Sechstel für Netzwerkkomponenten. Zusätzlich wurden ca. 400 Mio. € in den Bau neuer Rechenzentren und 350 Mio. € in die Modernisierung bestehender Rechenzentren (jeweils Gebäude und technische Gebäudeausrüstung) investiert⁷. Diese Investitionen in die

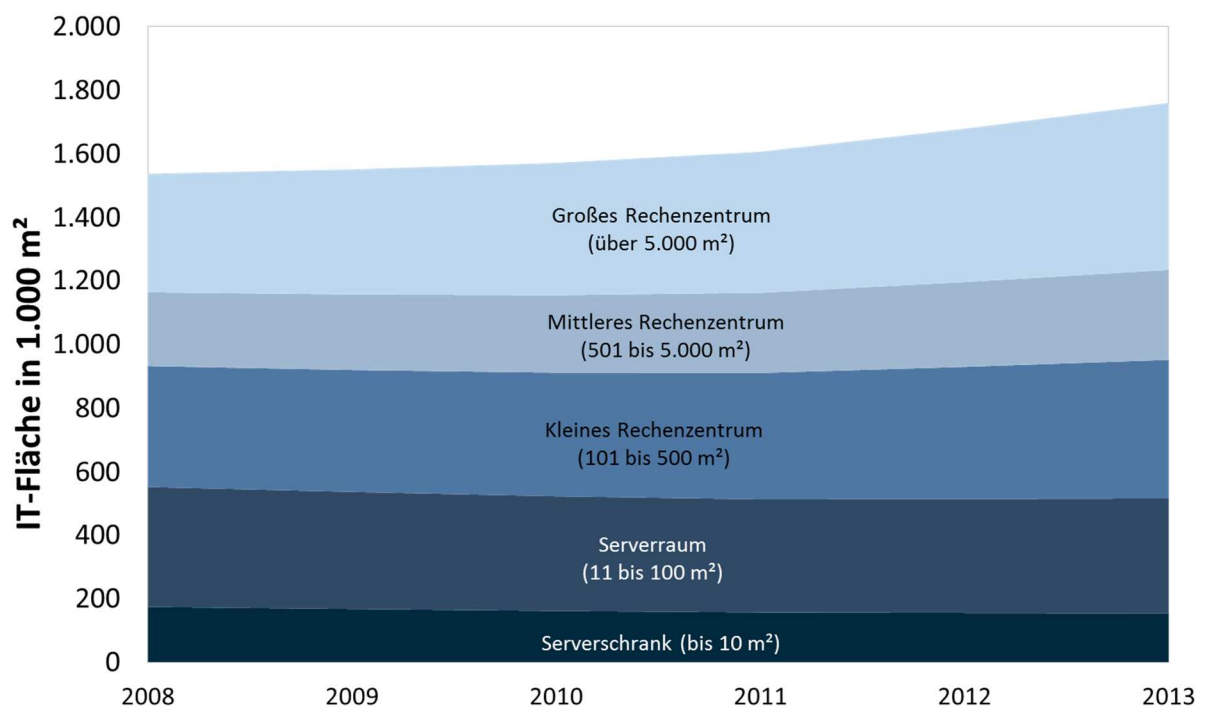
⁶ Die Bestimmung der Investitionen in Rechenzentren ist mit relativ hohen Unsicherheiten verbunden. Die verfügbaren Daten zur Marktentwicklung weichen z.T. stark voneinander ab. So weichen z.B. die Angaben der Marktforschungsinstitute EITO/IDC (2014) zum Investitionsvolumen in Serverhardware in Deutschland um ca. 30 % von den in dieser Untersuchung zugrunde gelegten Daten des Marktforschungsunternehmens Techconsult ab. Für das Jahr 2011 weist Destatis (2014) für den gesamten Dienstleistungssektor Nr. 63 „Informationsdienstleistungen“ einen Umsatz von 12,3 Mrd. € und nur Investitionen von 700 Mil. € aus, wobei hier der Großteil der Rechenzentren aufgrund der Erhebungssystematik nicht enthalten ist.

⁷ Die IT-Investitionen wurden von Borderstep auf Basis der Analysen des Marktforschungsinstituts Techconsult (Techconsult 2014) berechnet. Die Investitionen in die Rechenzentrumsinfrastruktur lassen sich mit Hilfe der Entwicklung des Flächenwachstums sowie mit der Analyse des Modernisierungsgrades bestimmen.

Rechenzentrumsinfrastruktur kommen zu einem sehr großen Teil der regionalen und nationalen Wirtschaft zugute.

Die Höhe der Investitionen für Rechenzentrumsneubauten hängt in hohem Maße vom Wachstum der Rechenzentrumsfläche ab. Im Zeitraum von 2008 bis 2013 ist die IT-Fläche in Deutschland nach Berechnungen von Borderstep um insgesamt 14 % von ca. 1,54 Mio. m² auf 1,76 Mio. m² angestiegen. Dies entspricht einer moderaten Wachstumsrate von durchschnittlich 2,7 % p.a. Dabei ist dieses Wachstum vor allem auf den Anstieg der Flächen in großen Rechenzentren zurückzuführen (Abbildung 5).

Abbildung 5: Entwicklung der IT-Flächen in deutschen Rechenzentren (nach Größenklassen)



Quelle: Eigene Berechnungen

Auch für die Zukunft kann im Trend mit steigenden Investitionen gerechnet werden. Die Investitionen in IT-Hardware werden nach Berechnungen von Borderstep im Trend um ca. 2-3 % jährlich ansteigen, die Investitionen in Rechenzentrumsinfrastruktur sogar um mehr als 5 % jährlich.

Diese Bewertung der Entwicklung wird auch durch die durchgeführten Interviews bestätigt. Nach Einschätzung der meisten Interviewpartner sind die Entscheidungszyklen der Nachfrager zwar länger geworden, aber generell sind die Investitionen deutlich gestiegen und es wird erwartet, dass sie auch in den nächsten Jahren weiter steigen werden. Eine zunehmende Nachfrage nach Rechenzentrumsdienstleistungen ist insbesondere durch Cloud Computing und verwandte

Dienstleistungen begründet. Neben Frankfurt wachsen hier vor allem auch die größeren deutschen Standorte wie Düsseldorf, Köln, Nürnberg, Berlin und Hamburg.

Als weiterer Treiber für Investitionen wurde die steigende Notwendigkeit von Modernisierungen in den Interviews genannt. Insbesondere im Bereich der Colocation Rechenzentren sind große Kapazitäten um die Jahrtausendwende aufgebaut worden. Diese müssen jetzt aus drei wesentlichen Gründen modernisiert werden:

- Die Leistungsdichte in Rechenzentren muss erhöht werden. Um die Jahrtausendwende wurden Rechenzentren oft noch so gebaut, dass pro m² IT-Geräte mit ca. 500 Watt Leistungsaufnahme installiert werden konnten. Heute fordern die Kunden meist 1 - 2 kW pro m². Die Infrastrukturkomponenten der Stromversorgung und Kühlung/Klimatisierung sind am Ende des Lebenszyklus und müssen ausgetauscht werden.
- Das steigende Bewusstsein für Energieeffizienz bei Anbietern und Kunden erfordert Modernisierungen.

4 Internationale Wettbewerbssituation

Immer mehr Rechenzentren stehen intensiv im internationalen Wettbewerb. Zwar sprechen einige Gründe dafür, die Datenverarbeitung und -speicherung im Inland vorzunehmen, aber dies gilt nur für einen Teil der Rechenzentren. Je besser die Netzinfrastrukturen ausgebaut sind, umso weniger ist es von Bedeutung, an welchem räumlichen Ort Daten verarbeitet und gespeichert werden. Zum Themenfeld der internationalen Wettbewerbssituation für den Rechenzentrumsbetrieb in Deutschland sollen die folgenden Fragenkomplexe beantwortet werden:

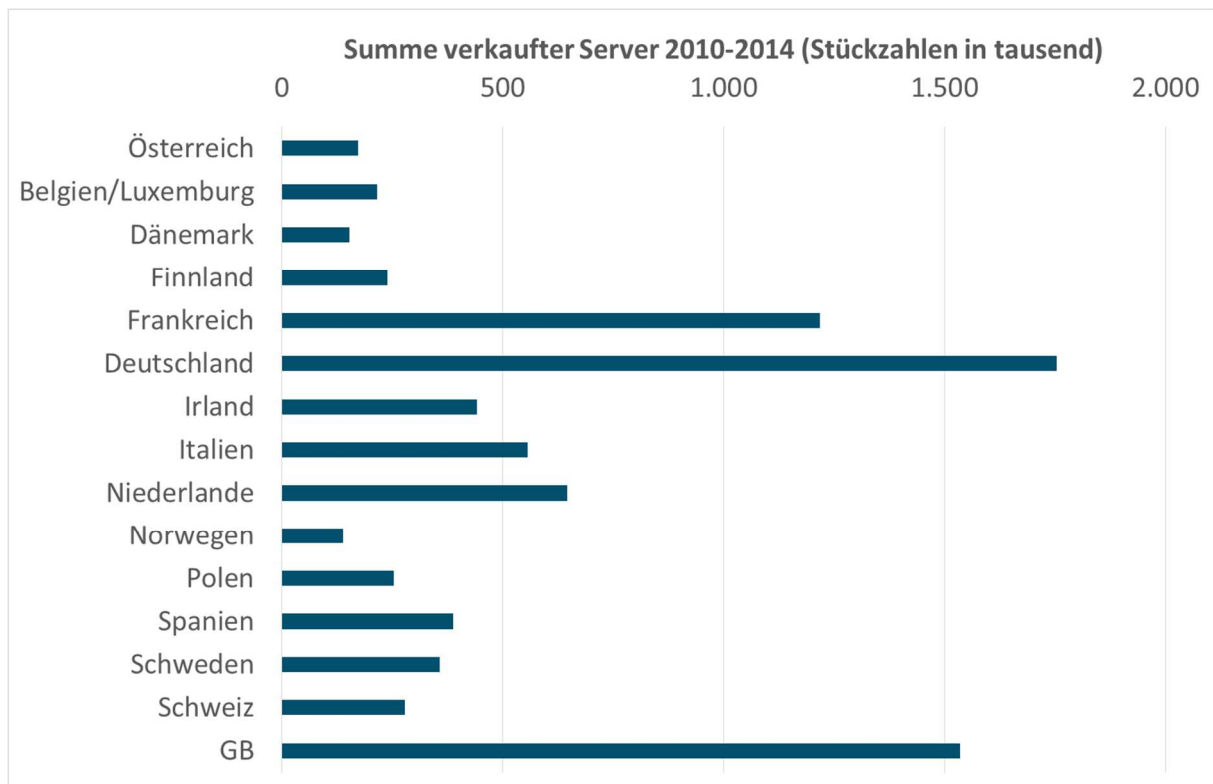
- Wie kann die internationale Wettbewerbssituation der deutschen Rechenzentren beschrieben werden?
- Wie mobil sind Rechenzentren bzw. die Nachfrager von Rechenzentrumsleistungen?
- In welchem Umfang sind die Nutzer von Rechenzentrumsleistungen an bestimmte Standorte gebunden?
- Welche Trends hinsichtlich der Ansiedlung von Rechenzentren sind zu identifizieren?
- Welche Konsequenzen hätte eine Verlagerung der Rechenzentrums-Standorte ins Ausland?

4.1 Rechenzentrumsmarkt in Deutschland im internationalen Vergleich

Wie schon in Abschnitt 3.1 ausgeführt, gibt es einen engen Zusammenhang zwischen der Wirtschaftsleistung einer Region und ihrer Rechenzentrumsinfrastruktur. Als eine der wirtschaftsstärksten Nationen weltweit ist Deutschland auch einer der größten Rechenzentrumsstandorte. Dies wird durch verschiedene Studien und Erhebungen bestätigt. Innerhalb von Europa stellen Deutschland, Großbritannien und Frankreich die drei größten Rechenzentrumsmärkte dar. Dies lässt sich durch den Vergleich der Serververkäufe in den Jahren 2010 bis 2014 belegen (Abbildung 6). An vierter Stelle stehen die Niederlande. Hier werden deutlich mehr Server verkauft als beispielsweise in Italien, dessen Bruttoinlandsprodukt ca. 2,5-mal höher ist. Die herausragende Bedeutung der drei Rechenzentrumsmärkte Deutschland, Großbritannien und Frankreich wird durch eine Erhebung des Marktforschungsinstituts DCD Intelligence (2013) zu den weltweiten Rechenzentrumsflächen sowie durch eine Untersuchung des Marktforschungsinstituts IHS (2013) zum Markt für Rechenzentrums Kühlung bestätigt. Auch in den durchgeführten Interviews wurden Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Niederlande als die in Europa bedeutendsten Rechenzentrumsmärkte genannt.

Weltweit werden in den USA, Japan und China mehr Server verkauft als in Deutschland (EITO/IDC 2014, China Daily 2013, IDC 2013). Gemeinsam mit Großbritannien liegt Deutschland aber auch im weltweiten Vergleich unter den Top 5 der Rechenzentrumsstandorte. Dies wird durch die Analyse der Serververkäufe, durch Erhebungen zur Rechenzentrumsfläche (DCD Intelligence 2013) und auch durch Erhebungen zur Rechenzentrums Kühlung (IHS 2013) bestätigt.

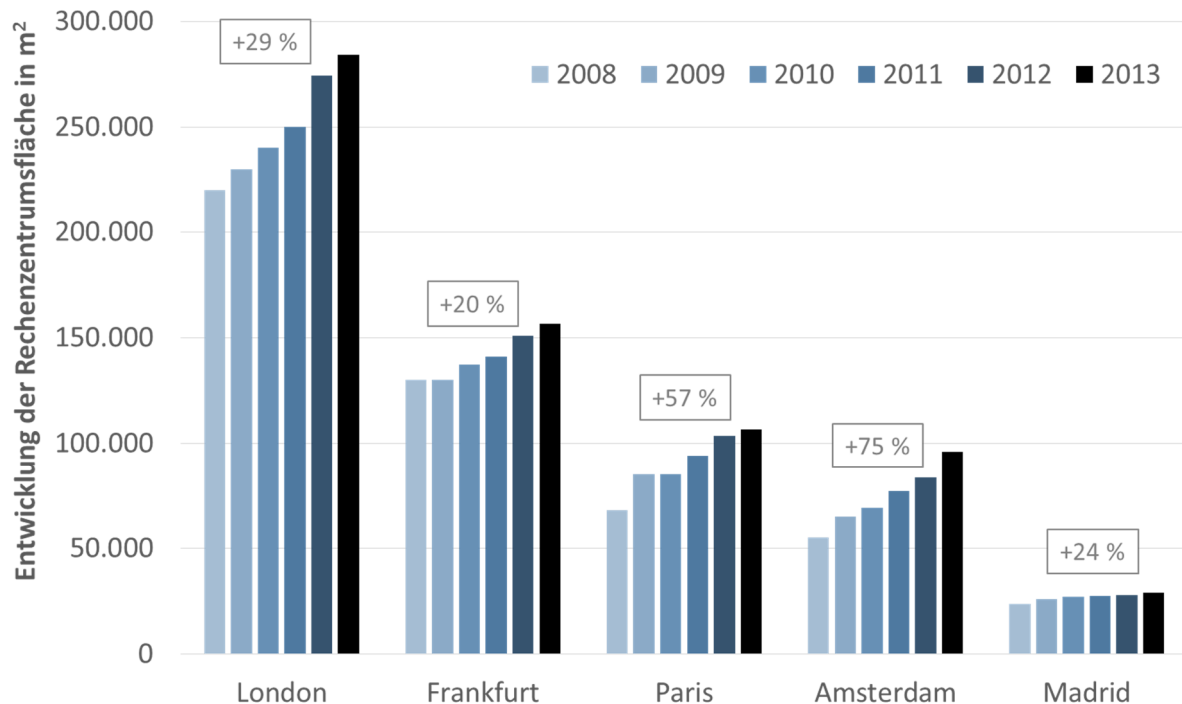
Abbildung 6: Serververkäufe in den Jahren 2010 bis 2014 in europäischen Ländern



Quelle: Berechnung Borderstep auf Basis EITO/IDC 2014, eigene Darstellung

Neben der Frage, wie der deutsche Rechenzentrumsmarkt zum aktuellen Zeitpunkt im internationalen Vergleich einzuordnen ist, ist auch von Bedeutung, wie sich der Markt im Vergleich zu anderen Märkten entwickelt. Abbildung 7 zeigt die Entwicklung des Angebots an Colocation Flächen im Zeitraum 2008 bis 2013 an den sogenannten TIER 1 Standorten in Europa. Hiermit sind die wichtigsten Rechenzentrumsstandorte gemeint, zu denen London, Frankfurt, Paris, Amsterdam und Madrid zählen. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Fläche an allen diesen Standorten gewachsen ist. Während die Fläche in Frankfurt um ca. 25.000 m² angestiegen ist, war das Flächenwachstum in Paris und Amsterdam mit jeweils ca. 40.000 m² und in London mit über 60.000 m² merklich höher. Besonders deutlich wird der Unterschied, wenn das relative Wachstum der Rechenzentrumsfläche zwischen 2008 und 2013 betrachtet wird. Hier liegt der Raum Frankfurt mit 20 % Wachstum sogar noch hinter Madrid mit 24 %. Spitzenreiter sind Amsterdam mit 75 % Flächenwachstum und Paris mit 57 % Flächenwachstum im Betrachtungszeitraum.

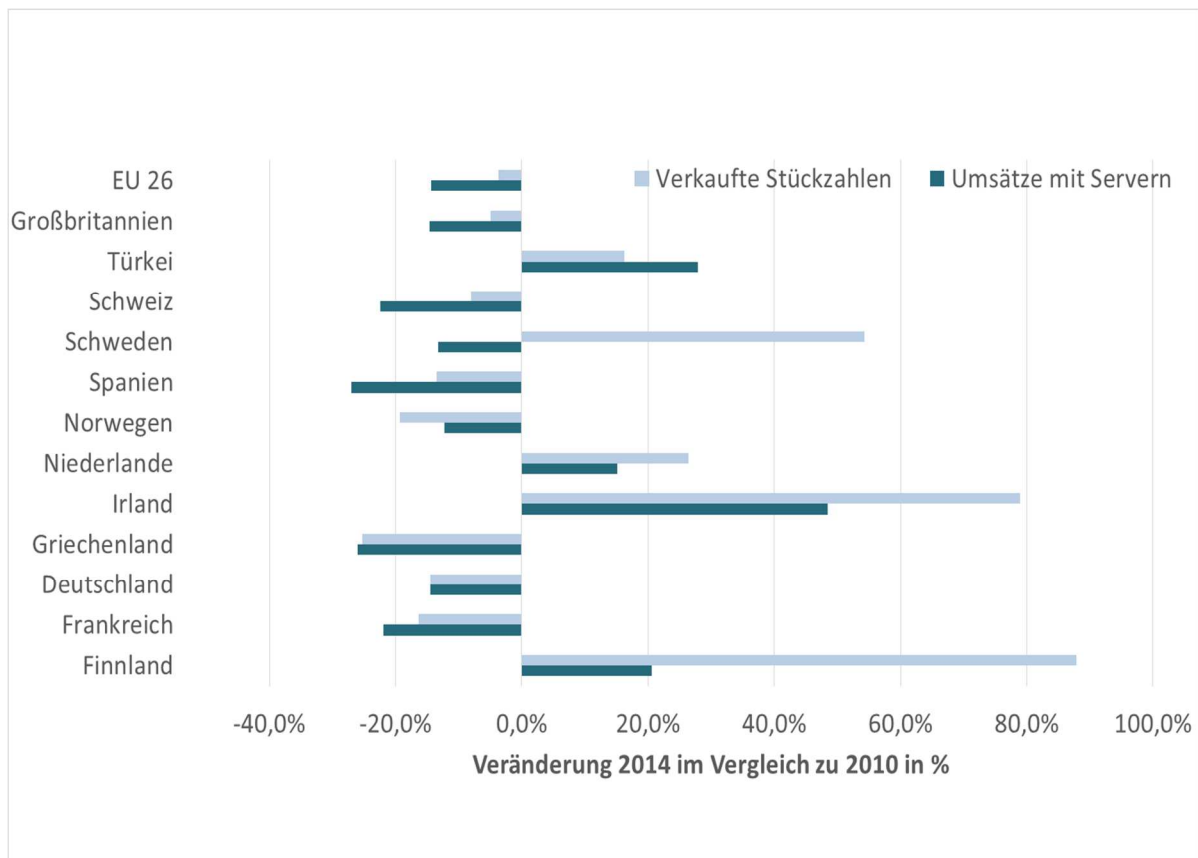
Abbildung 7: Entwicklung des Angebots an Colocation-Flächen in den TIER 1 Standorten London, Frankfurt, Paris, Amsterdam und Madrid



Quelle: Darstellung Borderstep auf Basis von CBRE 2013

Die zeitliche Entwicklung des Rechenzentrumsmarktes in verschiedenen Ländern kann auch anhand der Analyse der Server-Verkäufe beurteilt werden. Abbildung 8 stellt die Entwicklung der Serververkäufe gemessen in Stückzahlen und gemessen am Umsatz in ausgewählten europäischen Ländern zwischen 2010 und 2014 dar. Während Deutschland bei den Stückzahlen mit einem Rückgang von ca. 14 % noch deutlich unter dem Durchschnitt der EU liegt, wachsen die Serververkäufe in anderen Ländern zum Teil deutlich. Insbesondere in Finnland (+ 88 %), in Irland (+ 79 %), in Schweden (+ 54 %) und in den Niederlanden (+ 26 %) ist das Marktwachstum bei den Serververkaufszahlen erheblich. Mit Blick auf die Umsatzzahlen relativiert sich die Entwicklung etwas. Hier liegt Deutschland mit einem Rückgang von 14 % auf dem gleichen Niveau wie der EU26-Durchschnitt. Irland (+48 %), Finnland (+ 21 %) und die Niederlande (+15 %) wachsen aber auch hier deutlich. Die Unterschiede in den Entwicklungen von Serverstückzahlen und Umsätzen weisen auf erhebliche Unterschiede der Durchschnittspreise pro Server hin. Dies könnte mit den in Skandinavien realisierten Großprojekten für Cloud Rechenzentren zusammenhängen. So investierte Google seit 2011 in Finnland ca. 800 Mio. € und Facebook errichtete seit 2012 in Schweden 90.000 m² Rechenzentrums-Fläche (Verge 2013, Windeck 2013). In solchen Cloud Rechenzentren werden meist eher kleinere preisgünstige Server betrieben.

Abbildung 8: Entwicklung der Serververkaufszahlen in ausgewählten europäischen Ländern



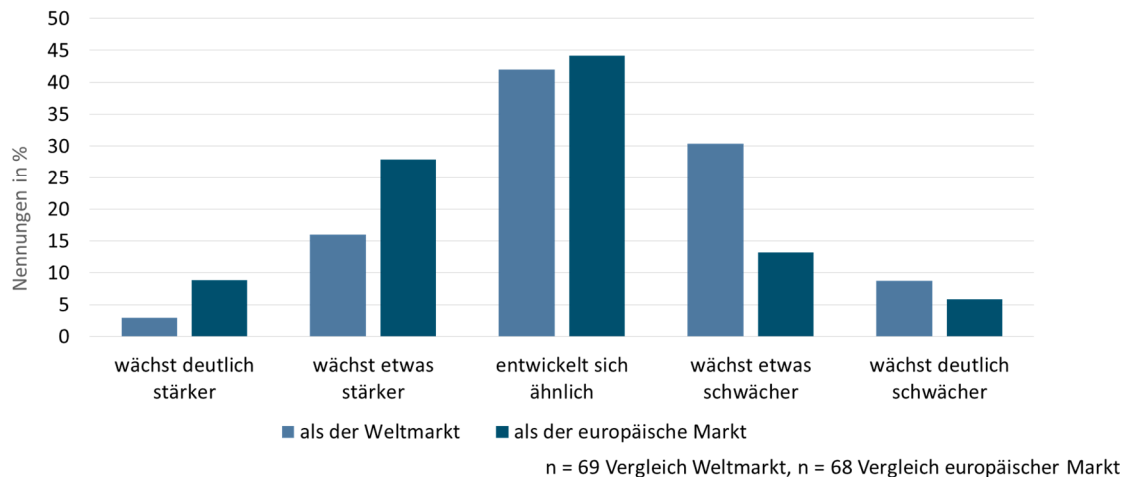
Quelle: Berechnungen Borderstep auf Basis von EITO/IDC 2014, eigene Darstellung

Die herangezogenen Indikatoren „Angebot an Colocation Flächen in TIER 1 Standorten“ und „Serververkäufe“ bieten jeweils nur eine eng fokussierte Sicht auf Teile des Rechenzentrumsmarktes. Dennoch lassen diese Analysen den Schluss zu, dass das Wachstum des Rechenzentrumsmarktes in Deutschland etwa auf dem durchschnittlichen Niveau in Europa liegt. Es liegt aber deutlich unter dem, was in einigen anderen europäischen Ländern möglich ist. Damit verliert Deutschland aktuell im Vergleich zu diesen Ländern Marktanteile.

Die Schlussfolgerung, dass Deutschland in der Entwicklung des Rechenzentrumsmarktes etwa auf dem durchschnittlichen europäischen Niveau liegt, wird auch durch die Einschätzung der Rechenzentrumsbetreiber in der Befragung bestätigt. Auch im Vergleich zum Weltmarkt wird von den Befragten mehrheitlich ein Wachstum auf Durchschnittsniveau vermutet (Abbildung 9).

Abbildung 9: Der deutsche Rechenzentrumsmarkt im Vergleich (Befragung)

Frage: Wie schätzen Sie die Entwicklung des deutschen Rechenzentrumsmarktes im weltweiten/europäischen Vergleich ein?



Quelle: Eigene Darstellung

Die Schlussfolgerung, dass Deutschland relativ Marktanteile verliert, wird durch die Interviews mit Branchenexperten bestätigt. Insbesondere das starke Wachstum im Großraum London, in den Niederlanden und in Schweden und Finnland wurde in den Interviews mehrfach betont. International wurden als Wachstumsmärkte vor allem China/Hongkong, der ganze Raum Asien/Pazifik und Südamerika genannt. Von verschiedenen Interviewpartnern wurde betont, dass für sehr große Rechenzentren, wie sie von Facebook, Amazon oder Google errichtet werden, Deutschland im Regelfall nicht als Standort ausgewählt wird.

Einige Unternehmen gehen ganz bewusst nicht nach Deutschland. Ein Interviewpartner sieht, dass z.B. Gaming Anbieter Luxemburg bevorzugen und sich einige Webhoster eher für Amsterdam entschieden hätten. Auch deutsche produzierende Unternehmen nutzen ausländische Standorte. So richtete z.B. BMW ein High Performance Cluster in Island ein (Automotive IT 2012).

4.2 Wettbewerbsintensität im Rechenzentrumsmarkt

Möglichkeiten zur Verlagerung von Rechenzentren in Ausland

Der Rechenzentrumsmarkt ist im ständigen Wandel. Trends wie Konsolidierung von Rechenzentren, Virtualisierung und Cloud Computing oder die Zunahme der Nutzung von Colocation Angeboten führen dazu, dass sich die Struktur der Rechenzentren verändert. Eine wesentliche Folge dieser Trends ist auch, dass immer mehr Unternehmen und andere Organisationen ihre IKT nicht mehr im eigenen Hause betreiben. Dies erhöht die Wettbewerbsintensität im Rechenzentrumsmarkt –

insbesondere auch auf internationaler Ebene. Die Entscheidung, die Rechenleistung am eigenen Standort zu erbringen, ist nicht mehr selbstverständlich. Aus technischer Sicht werden der Verlagerung des IT-Betriebs an andere Standorte zumindest bei einigen Anwendungen Grenzen durch die Antwortzeit (Latenzzeit) gesetzt. Diese ist aber vor allem durch die Art der Netzanbindung und die räumliche Entfernung bestimmt, nicht durch Landesgrenzen. Zumindest eine Verlagerung in das benachbarte Ausland ist technisch oft möglich.

Je nach Art des Rechenzentrums ist die Bindung an den Standort Deutschland zum Teil sehr unterschiedlich. Rechenzentren von Behörden und öffentlichen Einrichtungen wie kommunale Rechenzentren, Gebietsrechenzentren oder Hochschulrechenzentren sind in oft an den jeweiligen Standort gebunden und könnten mit ihrem IT-Betrieb gar nicht ins Ausland gehen. Grund dafür sind eine Vielzahl rechtlicher Vorschriften z.B. hinsichtlich Steuerverwaltung (§§ 30 AO, 16 FVG), Sozialdaten und Patientendaten (§§ 35 SGB I, 80 SGB X, Landesrecht), Meldegeheimnis (§§ 5 MRRG, Landesrecht) oder Statistikgeheimnis (§ 16 BstatG, Landesrecht) (Böken 2010).

Im Bereich der privaten Wirtschaft ist eine Verlagerung des IT-Betriebs in das (europäische) Ausland dagegen aus rechtlicher Sicht oft möglich. Aber auch hier gibt es Gründe, den IT-Betrieb dennoch selbst und am eigenen Standort zu organisieren. Zu nennen ist hier vor allem das Vertrauen in die Datensicherheit. Viele Unternehmen behalten ihre unternehmenskritischen Daten wie F&E-Daten, Geschäftsdaten, etc. lieber im eigenen Hause, wie mehrfach in den Interviews berichtet wurde. Auch ist die räumliche Nähe des IT-Betriebs für viele Unternehmen aus einem weiteren Grunde wichtig. „Da kann man mal hinfahren und Dampf ablassen, wenn nicht alles klappt“, formuliert es ein Interviewpartner. Kundennähe begründet sich so nicht nur durch ökonomische Faktoren oder Antwortzeiten, sondern auch psychologisch. Vertrauen zum Anbieter spielt eine wichtige Rolle. Und die Entstehung von Vertrauen wird durch die Möglichkeit zu persönlichem Kontakt gefördert.

Je größer und internationaler ein Unternehmen aufgestellt ist, desto eher ist es in der Wahl des Rechenzentrumsstandortes flexibel. Dieser Sachverhalt wurde mehrfach in den durchgeführten Interviews benannt. Konsolidiert z.B. ein internationales Unternehmen eine große Anzahl von Einzelrechenzentren auf eine geringere Anzahl von großen Rechenzentren, so steht für deren Standortwahl die ganze Vielfalt der bisherigen Standorte zur Verfügung.

Einen Sonderfall hinsichtlich der internationalen Wettbewerbssituation nehmen Colocation und große Cloud- und Hosting-Rechenzentren ein. Sie müssen bei ihrer Standortwahl abwägen, welche Anforderungen hinsichtlich des Standortes ihre Kunden haben und welchen Preis diese dafür zu bezahlen bereit sind. Bei sonst vergleichbaren Rahmenbedingungen werden die Standorte bevorzugt, die preisgünstige Angebote ermöglichen aufgrund von z.B. niedrigen Strompreisen, geringen Grundstückskosten oder niedrige Außentemperaturen und damit geringen Klimatisierungskosten.

Auch wenn das Rechenzentrum selbst nicht ins Ausland verlagert werden kann oder soll, so ist es doch insbesondere durch den Trend zu Cloud Computing zunehmend möglich, einzelne Anwendungen und Dienste in ausländische Rechenzentren zu verschieben. So nutzten z.B. Forscher an Hochschulen oft auch ausländische Cloud-Dienste für aufwändige Simulationsrechnungen. Auch

Unternehmen lagern einzelne Anwendungen wie z.B. das Customer Relationship Management in die Cloud aus.

Als Zwischenfazit kann festgestellt werden, dass der deutsche Rechenzentrumsstandort im internationalen Wettbewerb steht, die Intensität des Wettbewerbs aber für unterschiedliche Rechenzentrumsarten deutlich verschieden ist.

Wettbewerbsintensität und Handelsintensität im Rechenzentrumsmarkt

Um die Wettbewerbsintensität von Branchen zu ermitteln, wird oft die sogenannte Handelsintensität herangezogen. Die Handelsintensität ist in Art. 10a Abs. 15b der europäischen Emissionshandelsrichtlinie (Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2009) definiert als das Verhältnis des Gesamtwerts der Ausfuhren in Drittstaaten zuzüglich des Wertes der Einfuhren aus Drittstaaten zur Gesamtgröße des Gemeinschaftsmarktes (jährlicher Umsatz plus Gesamteinfuhren):

$$\text{Handelsintensität} = \frac{\text{Gesamtwert der Ausfuhren in Drittstaaten} + \text{Gesamtwert der Einfuhren aus Drittstaaten}}{\text{Jährlicher inländischer Umsatz} + \text{Gesamtwert der Einfuhren aus Drittstaaten}}$$

Die so definierte Handelsintensität wird in Prozent angegeben und liegt zwischen null und einhundert Prozent. Für den Rechenzentrumsmarkt insgesamt bzw. auch für Teilmärkte wie Colocation Rechenzentren oder Cloud und Hosting Rechenzentren kann aktuell eine solche Kennzahl nicht mit Hilfe offizieller Daten vom statistischen Bundesamt ermittelt werden. Grund hierfür ist, dass das statistische Bundesamt auf dieser Aggregationsebene⁸ keine Daten zur Verfügung stellen kann (Statistisches Bundesamt 2014).

Um dennoch Abschätzungen zur Handelsintensität durchzuführen, können zwei Ansätze verfolgt werden: Zum einen lassen sich erste Schlussfolgerungen aus der Betrachtung des gesamten IT-Dienstleistungsmarktes machen. Zum zweiten können die verfügbaren Daten aus der durchgeführten Umfrage genutzt werden, um eine ungefähre Abschätzung der Handelsintensität in den Segmenten Colocation sowie Hosting- und Cloud-Rechenzentren durchzuführen.

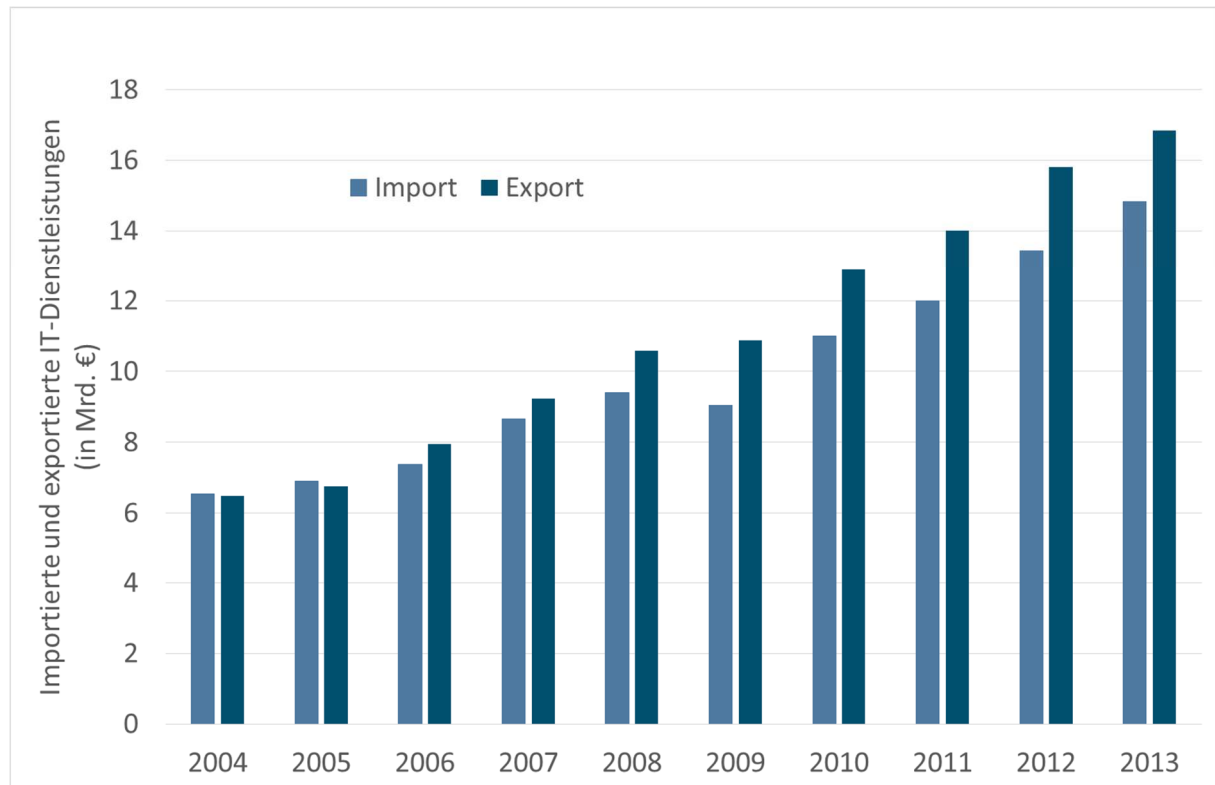
Ansatz 1: Bestimmung der Handelsintensität des gesamten IT-Dienstleistungsmarktes. Die Handelsintensität des gesamten IT-Dienstleistungsmarktes kann mit Hilfe von Daten der Deutschen Bundesbank erfolgen, die Importe und Exporte von IT-Dienstleistungen erhebt.⁹ Diese Im- und Exporten machen in Deutschland zweistellige Milliardenbeträge aus. Bewegten sich diese noch 2004

⁸ Klassifikation CPA 2008 (Eurostat): 63.11.19: Sonstige Dienstleistungen des Hosting und der Bereitstellung von IT-Infrastruktur, 63.11.13: Dienstleistungen der Bereitstellung von Anwendungsdiensten, 63.11.12: Web-Hosting-Dienstleistungen

⁹ Die Deutsche Bundesbank verwendet in ihrer Dienstleistungsstatistik die Bezeichnung EDV-Leistungen. Da die Einstufung durch die meldenden Unternehmen selbst erfolgt, bleibt die genaue Anwendung der Definition unklar. Zudem müssen Import- und Exportgeschäfte erst ab einem Volumen von 12.500 € an die Deutsche Bundesbank gemeldet werden.

in einer Größenordnung von je etwas über sechs Milliarden Euro, so wuchsen die Exporte in 2013 auf 16,8 Mrd. € und lagen damit um 2 Mrd. € über den Importen solcher Dienstleistungen im gleichen Jahr (**Abbildung 10**).

Abbildung 10: Importierte und exportierte IT-Dienstleistungen 2004 bis 2013



Quelle: Deutsche Bundesbank 2014, eigene Darstellung

Nach Angaben des statistischen Bundesamtes hatte der IT-Dienstleistungsmarkt im Jahr 2010 ein Umsatzvolumen in Deutschland von 87,027 Mrd. €. (Statistisches Bundesamt 2013). Aktuellere Daten liegen leider zurzeit nicht vor. Die deutsche Bundesbank gibt für 2010 Exporte von IT-Dienstleistungen von 12,892 Mrd. € und Importe von 11,013 Mrd. € an. Für 2010 errechnet sich damit eine Handelsintensität für IT-Dienstleistungen insgesamt von 24 %. Berücksichtigt man, dass die Importe und Exporte seit 2010 in Summe um über 32 % angestiegen sind, so ist anzunehmen, dass die Handelsintensität bei IT-Dienstleistungen aktuell in der Größenordnung von ca. 30 % liegt. Festzuhalten ist damit, dass innerhalb des Wirtschaftsbereichs IT-Dienstleistungen mit einer Handelsintensität von 24 bis 30 % eine hohe internationale Wettbewerbsintensität angenommen werden kann.

Ansatz 2: Näherungsweise Bestimmung der Handelsintensität für Colocation sowie Cloud und Hosting Rechenzentren. Für die Segmente der Colocation bzw. Cloud und Hosting Rechenzentren

kann die Handelsintensität auf Basis der Ergebnisse der durchgeführten schriftlichen Befragung zumindest in der Größenordnung abgeschätzt werden. Die Befragung deckte in diesen beiden Segmenten – gemessen an der IT-Fläche der Rechenzentren – jeweils ca. 60 % des Marktes ab.¹⁰ Damit sind die Ergebnisse der Befragung durchaus aussagekräftig für diese Branchen in Deutschland. Zu Abschätzung der Handelsintensität von Colocation, Cloud und Hosting-Rechenzentren wird folgendes Vorgehen gewählt:

- Die Höhe der Exporte von Rechenzentrumsdienstleistungen kann mit Hilfe der Befragung erhobenen Anteile der Auslandsumsätze abgeschätzt werden.
- Je höher die Importe sind, desto höher ist die Handelsintensität. Allerdings lassen sich die Importe – also die Rechenzentrumsdienstleistungen, die deutsche Kunden im Ausland einkaufen – aktuell weder aus Daten des Statistischen Bundesamtes, der Deutschen Bundesbank noch aus vorhandenen Befragungen ermitteln. Setzt man die Importe (unrealistisch) mit Null an, so ist die so errechnete Handelsintensität auf jeden Fall kleiner als die tatsächliche Handelsintensität.
- Formelmäßig gibt der Umsatzanteil mit dem Ausland das Verhältnis von Exporten zum Inlandsumsatz für das Unternehmen an. Bildet man den Durchschnittswert für alle Unternehmen, so ist dieser Werte gemäß der beschriebenen Annahmen vergleichbar mit der oben definierten Handelsintensität bei Importen von Null.
- Der durchschnittliche Anteil der Auslandsumsätze ist also ein Maß, mit dem die Handelsintensität näherungsweise abgeschätzt werden kann. Geht man davon aus, dass die Befragung ausreichend genaue Ergebnisse für diesen Wert geliefert hat, so wird die tatsächliche Handelsintensität aufgrund der bei diesem Vorgehen nicht berücksichtigten Importe höher liegen.

Selbstverständlich sind die Angaben in einer schriftlichen anonymen Befragung mit einer gewissen Vorsicht zu behandeln. Um wirklich belastbare Daten zu erheben, müsste ein anderes Vorgehen – z.B. die Meldung von Auslandsumsätzen an einen Wirtschaftsprüfer oder die Ermittlung der Daten durch das Statistische Bundesamt – gewählt werden. Dennoch liefern die Befragungsergebnisse erste klare Hinweise über die Größenordnung der Auslandsumsätze in den Segmenten Colocation bzw. Cloud und Hosting Rechenzentren.

Auslandsumsätze haben bei Colocation bzw. Cloud und Hosting Rechenzentren eine unterschiedliche Bedeutung. Im Bereich der Colocation Rechenzentren ist der Anteil sehr erheblich. Von den neun Rechenzentren dieses Typs, die befragt wurden, sehen sich sieben im internationalen Wettbewerb.

¹⁰ Die befragten Colocation Rechenzentren verfügten insgesamt über ca. 194.000 m² IT-Fläche (Gesamt Colocation Markt: ca. 315.000 m²), die Cloud und Hosting Rechenzentren über ca. 150.000 m² IT-Fläche (Gesamt Cloud und Hosting Markt: ca. 250.000 m²).

Für die befragten Colocation Rechenzentren ergibt sich ein durchschnittlicher Umsatzanteil mit dem Ausland von ca. 33 %¹¹.

Auch im Bereich der Cloud und Hosting Rechenzentren wurden in der Befragung teilweise deutliche Umsatzanteile mit dem Ausland angegeben. Hier existiert allerdings auch eine relativ hohe Anzahl an Rechenzentren, die keinen Auslandumsatz angeben. Von den insgesamt 30 Cloud und Hosting Rechenzentren hatten nur 15 Rechenzentren Umsätze mit dem Ausland. Dennoch liegt der durchschnittliche Umsatzanteil mit dem Ausland bezogen auf die 30 befragten Hosting und Cloud Rechenzentren bei 7 %.

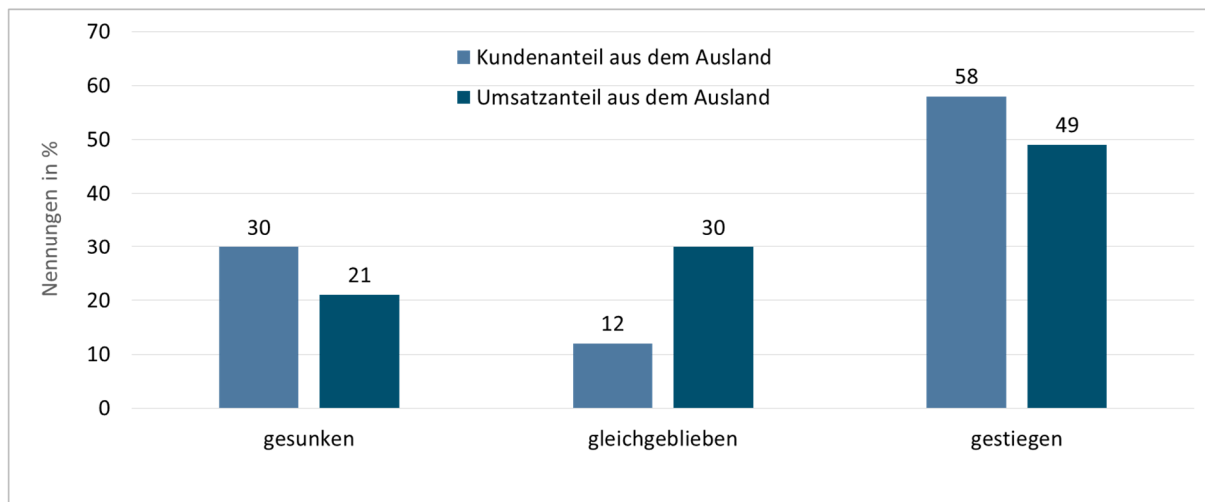
Auf Basis der Befragungsergebnisse kann also abgeschätzt werden, dass die Handelsintensität bei Colocation Rechenzentren bei 30 % oder höher liegt. Damit ist sie in der gleichen Größenordnung wie im Gesamtmarkt für IT-Dienstleistungen. Für Cloud und Hosting Rechenzentren kann abgeschätzt werden, dass die Handelsintensität oberhalb von 7 % liegt.

Durch die schriftliche Befragung und die Interviews konnten noch einige weitere Erkenntnisse über den internationalen Wettbewerb der Rechenzentren erzielt werden, z.B. zur zeitlichen Entwicklung. 33 der befragten Rechenzentren machen quantitative Angaben zu Auslandsumsätzen. Von diesen geben 30 % an, sie hätten in den letzten drei Jahren Kunden ans Ausland verloren, 58 % haben Kunden aus dem Ausland gewonnen, während die Zahl ausländischer Kunden bei 12 % gleich blieb. Der Anteil des Auslandsumsatzes stieg bei 49 % dieser Rechenzentrumsbetreiber, sank bei 21 % und blieb bei 30 % auf demselben Niveau.

¹¹ Bei der Berechnung des durchschnittlichen Umsatzanteils wurden die Angaben der Rechenzentrumsbetreiber jeweils mit der Rechenzentrumsgröße in m² gewichtet.

Abbildung 11: Entwicklung des Auslandsgeschäfts (Befragung)

Frage: Wie hat sich Ihr Auslandsgeschäft in den letzten 3 Jahren entwickelt?



n = 33

Quelle: Eigene Darstellung

Mögliche Abwanderungen von Rechenzentren ins Ausland

Ein weiteres Indiz dafür, dass Rechenzentren stark im internationalen Wettbewerb stehen, ist ein hoher Anteil an Rechenzentrumsbetreibern, die einen Umzug ihres Rechenzentrums ins Ausland in Erwägung ziehen. Auf die Frage, ob sie sich vorstellen können mit ihren Rechenzentren ins Ausland zu gehen, antworteten 22 % der Befragten mit „ja“ und 23 % mit „vielleicht“. Bezogen auf die Rechenzentrumsfläche, die diese Betreiber repräsentieren, fällt die Aussage noch sehr viel deutlicher aus. Die Rechenzentrumsbetreiber, die sich einen Wechsel ins Ausland vorstellen können, verfügen über 48 % der hier untersuchten Rechenzentrumsfläche, zusätzlich können bei immerhin 34 % der Fläche sich die Betreiber eine Verlagerung „vielleicht“ vorstellen. Besonders hoch ist dabei die Standortflexibilität der Colocation-Betreiber mit großen Rechenzentrums-Flächen. Hier können sich sechs von neun Anbietern einen Standortwechsel vorstellen.

Auf die Frage, in welche Länder eine Verlagerung des Rechenzentrums vorstellbar wäre, antworteten 32 % derjenigen, die sich sicher oder „vielleicht“ den Gang ins Ausland vorstellen könnten, dass nur ein benachbartes Land in Frage käme. Für weitere 32 % ist jedes Land in Europa vorstellbar. Knapp 11 % beschränken die Auswahl auf alle Industrienationen und ca. 15 % können sich gar jeden Standort weltweit vorstellen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass ein erheblicher und vermutlich zukünftig noch wachsender Anteil der Rechenzentren in der Standortwahl so flexibel ist, dass eine Abwanderung in das Ausland möglich ist. Dabei ist ganz klar das europäische und hiervon das benachbarte Ausland ein bevorzugter Alternativstandort.

Eine Abwanderung von Rechenzentren ins Ausland wurde von einigen Interviewpartnern als ein bedrohliches Szenario eingeschätzt. Ein Ausfall von Rechenzentren, also eine Art Informations-Blackout, hätte fatale Folgen - gerade bei Rechenzentren außerhalb von Deutschland. Der Zugang zu den Rechenzentren könnte in diesem Fall auch als Druckmittel genutzt werden. Andere Interviewpartner gehen jedoch implizit von politischer Stabilität aus und sehen dementsprechend – wenn der Service zuverlässig erhalten bleibt – keine dramatischen Folgen der Abwanderung.

Eine klare Folge von Abwanderung wäre ein deutlicher Verlust von Arbeitsplätzen im Rechenzentrumsbetrieb. Die wirtschaftlichen Auswirkungen werden aber voraussichtlich noch deutlich weitergehend sein. In den Interviews wurde hierzu eine Reihe von Ausführungen gemacht. Eine gute Rechenzentrumsinfrastruktur stellt einen wichtigen Standortfaktor für Investitionsentscheidungen anderer Branchen dar. Eine schwache Rechenzentrumsinfrastruktur könnte damit zu einer niedrigeren Attraktivität des Standortes Deutschland führen. Auch könnte die bestehende deutsche Technologieführerschaft im Rechenzentrumsmarkt insbesondere in Hinblick auf Effizienztechnologien verloren gehen.

Selbst wenn es nicht zu einer direkten Abwanderung von Rechenzentren kommt, hat die internationale Wettbewerbsintensität Auswirkungen auf den Standort Deutschland. Neuansiedlungen von Rechenzentren insbesondere in den wachsenden Märkten Cloud, Hosting und Colocation werden bevorzugt dort erfolgen, wo sie die besten Standortfaktoren vorfinden. Wie die Beispiele von Google in Finnland, Facebook in Schweden oder auch Microsoft in Dublin bzw. das starke Wachstum des Colocation-Standortes Amsterdam zeigen, hat diese Entwicklung bereits begonnen.

4.3 Colocation Rechenzentren

In den sogenannten Colocation Rechenzentren vermieten kommerzielle Anbieter Infrastrukturkapazitäten für das Auslagern bzw. Unterbringen von Servern. Das Dienstleistungsspektrum dieser Rechenzentren umfasst somit das Bereitstellen von Stellflächen oder Platz in Serverracks für IT-Hardware, deren Stromversorgung, Kühlung, Zugangsschutz und Brandsicherung, etc. sowie Anbindung an vorhandene Telekommunikationsnetzwerke. Die Kunden von Colocation Rechenzentren sind Unternehmen und Institutionen, die aus verschiedenen Gründen keine eigenen Infrastrukturen betreiben können oder wollen. Beispiele für Kunden von Colocation Rechenzentren sind Internetdienstleister, die mit Hilfe eines solchen Angebots ein weltweites Netz von Standorten aufbauen können, in denen sie bei Bedarf die Kapazitäten relativ einfach skalieren können. Auch Banken und andere Finanzdienstleister nutzen häufig Colocation Rechenzentren.

Colocation Rechenzentren stehen – wie teilweise auch große Hosting und Cloud-Rechenzentren - in einem besonders intensiven Wettbewerb. Da die Kunden kein Gebäude errichten müssen, sind sie in der Nutzung und der Standortwahl wesentlich flexibler. Dementsprechend ist der Wettbewerb im Colocation Markt intensiver. Zwar kann ein Anbieter von Colocation-Fläche nur an solchen Standorten erfolgreich ein Rechenzentrum betreiben, an denen auch ausreichend Kundennachfrage besteht. Dennoch können Standortentscheidungen von Colocation Anbietern auch einen Einfluss auf die Standortentscheidung der Kunden haben. Zum einen nimmt die Standortflexibilität der Kunden –

wie im Abschnitt 4.2 dargestellt – zu. Dies ist insbesondere innerhalb von Europa der Fall. Kann ein Colocation Anbieter aufgrund günstigerer Rahmenbedingungen an bestimmten Standorten bessere Konditionen anbieten, so wird dies auch Kunden anziehen. Zum anderen bestimmt das Angebot auch die Marktpreise. Bauen Colocation Anbieter an bestimmten Standorten ihre Kapazitäten stark aus, so ist dort insgesamt mit günstigeren Konditionen für die Kunden zu rechnen. Verstärkend wirkt hier die Tatsache, dass an solchen bevorzugten Standorten voraussichtlich auch die Versorgungs- und Lieferanteninfrastruktur und die Netzanbindung verbessert werden. Das bereits genannte Beispiel Amsterdam, das auch in den Interviews mehrfach genannt wurde, zeigt eine solche Entwicklung. Aus diesem Grunde wird das Segment der Colocation Rechenzentren an dieser Stelle besonders betrachtet.

In Deutschland gibt es mehr als 200 Colocation Rechenzentren. Von den Rechenzentren oberhalb 5000 m² zählen ca. 45 % der deutschen Rechenzentren zu den Colocation Rechenzentren. Die größten Colocation Rechenzentren in Deutschland haben eine IT-Fläche von über 50.000 m² und eine Leistungsaufnahme in der Größenordnung von 50 Megawatt.

Die IT-Fläche in Colocation Rechenzentren in Deutschland stieg nach Erhebungen des Borderstep-Instituts zwischen 2008 und 2013 um 25 % an und beträgt jetzt etwa 315.000 m². Damit fand fast ein Drittel des Flächenwachstums aller deutschen Rechenzentren in Colocation Rechenzentren statt, die ihren Anteil an der Gesamtfläche zwischen 2008 und 2013 von 16,5 % auf 18 % erhöhen konnten. Auch in Zukunft soll die Fläche in Colocation Rechenzentren weiter anwachsen. Analysten gehen sogar von einem beschleunigten Wachstum aus: Die Broadgroup rechnet damit, dass die Brutto-Rechenzentrumsflächen von Drittanbieter-Rechenzentren in Deutschland zwischen 2012 und 2016 um 33 % zunehmen (Howard-Healy 2013).

Große Anbieter von Colocation Fläche sind oft international tätig und bieten innerhalb Deutschlands in nahezu allen deutschen Ballungsgebieten große Rechenzentrumskapazitäten an. Bei der Standortwahl sind Colocation Rechenzentren verhältnismäßig flexibel. In der Befragung konnten sich zwei Drittel der Betreiber von Colocation Rechenzentren einen Wechsel ins Ausland vorstellen. Die Stromkosten in großen Colocation Rechenzentren können, wie in den Interviews mit Colocation Betreibern angegeben, einen Anteil von 30 bis 40 % an den Gesamtkosten erreichen. Dieser hohe Anteil hat zum einen zur Folge, dass Colocation Rechenzentren bei der Standortwahl den Faktor Stromkosten besonders mit in das Kalkül ziehen. Dies wurde in den Interviews von Colocation Betreibern bestätigt. Die hohe Bedeutung der Stromkosten führt auch dazu, dass Colocation Betreiber ein großes Interesse an der Verbesserung ihrer Energieeffizienz haben und wirtschaftlich sinnvolle Effizienzmaßnahmen möglichst zügig umsetzen. Allerdings wirkt dem hohen Interesse der Colocation Anbieter die Tatsache entgegen, dass sie keinen direkten Einfluss auf die IT-Nutzung ihrer Kunden haben. Daher sind die Möglichkeiten von Colocation Betreibern, mit Effizienz-Maßnahmen auf hohe Strompreise zu reagieren, teilweise beschränkt. Eine übergreifende Optimierung von IT-Hardware und Rechenzentrumsinfrastruktur zur Verbesserung der Energieeffizienz ist kaum möglich. Auch bei der Durchführung von Modernisierungsmaßnahmen sind Colocation Anbieter teilweise nur eingeschränkt handlungsfähig, da sie mehrere Kunden in einem Rechenzentrum bedienen und deren IT-Betrieb im Regelfall aufrechterhalten werden muss. Während bei einem Rechenzentrum, in dem

nur ein IT-Nutzer vorhanden ist, die Modernisierung der Infrastruktur relativ gut im Rahmen des Austausches der IT-Komponenten erfolgen kann, ist dies in Colocation Rechenzentren oft nicht möglich. Die Kunden tauschen in der Regel zu unterschiedlichen Zeitpunkten ihre IT-Hardware aus.

Zusammenfassend kann für das in der Bedeutung wachsende Marktsegment der Colocation Rechenzentren festgestellt werden, dass diese in besonderem Maße im internationalen Wettbewerb stehen. Die Entscheidung von Colocation Anbietern für bestimmte Standorte hat auch indirekte Wirkungen auf ihre Kunden. Auch wenn die IT-Fläche im deutschen Colocation Markt und insbesondere im Raum Frankfurt wächst, so gibt es doch andere Märkte, die deutlich dynamischer wachsen. So hat in den letzten fünf Jahren der Colocation Standort Frankfurt absolut und vor allem relativ gesehen zu anderen TIER 1 Standorten an Bedeutung eingebüßt (Abbildung 7).

5 Standortfaktoren

Die Rechenzentrumsbranche ist in spezifischer Weise von Standortbedingungen abhängig. Das Vorhandensein von Infrastrukturen oder Arbeitskräften, die lokalen Faktorkosten oder bestimmte rechtliche Rahmenbedingungen sind für den wirtschaftlichen Erfolg der Branche entweder förderlich oder stehen ihm entgegen. Zum Themenfeld der relevanten Standortfaktoren für den Rechenzentrumsbetrieb in Deutschland fokussierte sich die Studie auf drei Fragen:

- Welches sind die wesentlichen Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland und wie steht Deutschland bei diesen Faktoren im internationalen Vergleich da?
- Wie haben sich die Standortfaktoren für den Rechenzentrumsmarkt in Deutschland in den letzten Jahren entwickelt?
- Wo sind Potenziale zur Verbesserung der Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland?

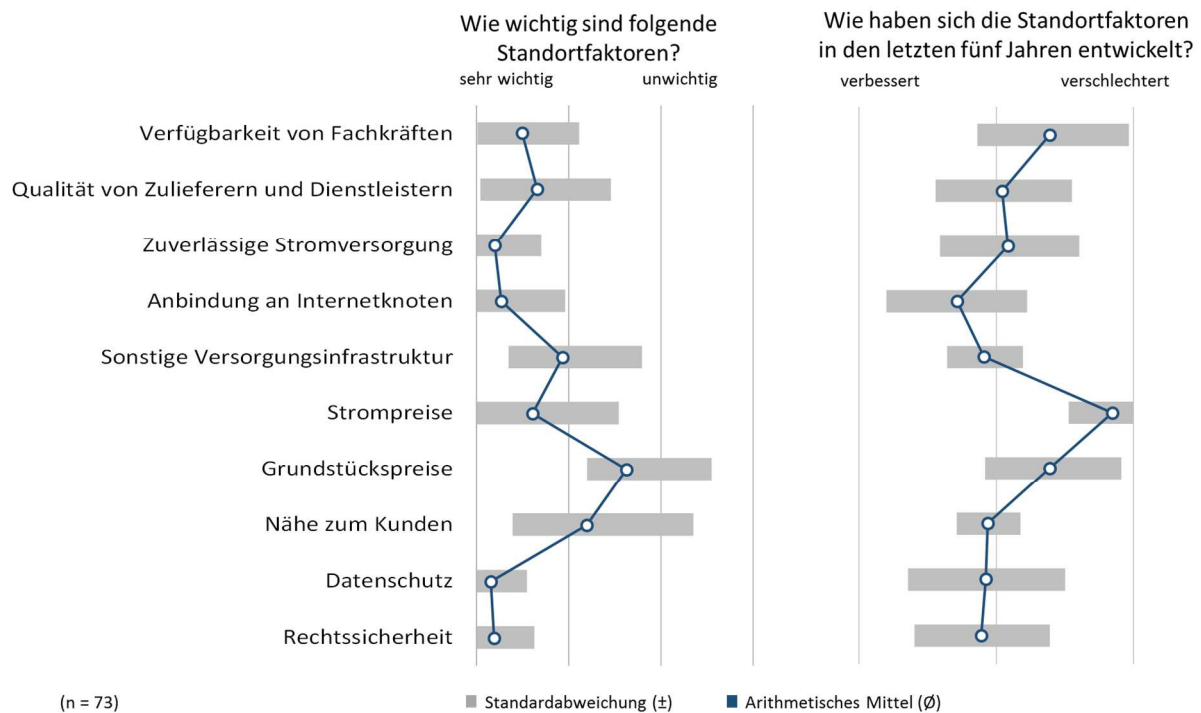
5.1 Wesentliche Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland

Für den erfolgreichen Betrieb von Rechenzentren ist eine Reihe von Standortfaktoren von hoher Bedeutung. Die Befragung machte deutlich, dass sowohl die Internetanbindung wie auch die Stromversorgung für Rechenzentrumsbetreiber ganz besonders wichtig sind (Abbildung 12). Die hohe Bedeutung dieser Faktoren lässt sich durch die Notwendigkeit des reibungslosen und unterbrechungsfreien Betriebs von Rechenzentren erklären, die ohne eine zuverlässige Anbindung an die Stromversorgung und das Internet stark gefährdet wäre.

Der Umgang mit dem Thema Datenschutz ist ein weiterer Standortfaktor, der als besonders wichtig bewertet wurde. Die Diskussionen um den Datenschutz im Zusammenhang mit der NSA-Affäre haben zu merklichen Auswirkungen bei den Einschätzungen von Rechenzentrumsbetreibern geführt, wie mehrfach in den Interviews betont wurde. Zum einen scheint es einen Trend zur Nutzung inländischer Angebote insbesondere bei Colocation, Hosting und Cloud Diensten zu geben. Zum zweiten sieht ein Interviewpartner den Trend, dass *„Kunden die Daten lieber im eigenen Haus verarbeiten, um ein "Abgreifen der Daten" auf der Leitung zu unterbinden.“*

Auch die Rechtssicherheit – also die Beständigkeit und Vorhersehbarkeit der Rechtsnormen und die Verlässlichkeit der Rechtsordnung – ist für fast alle Befragten sehr wichtig.

Abbildung 12: Wichtigkeit und Entwicklung der Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland (Befragung)



Quelle: eigene Darstellung

Im Rahmen der Interviews wurde ergänzend noch auf geografische Gegebenheiten des Standorts, wie z.B. zur Kühlung nutzbare Kaltwasserquellen in Grund- oder Oberflächenwasser hingewiesen. Als sehr wichtig wurde auch in den Interviews mehrfach auf die politische Stabilität und die rechtliche Lage hingewiesen, z.B. im Kontext Datensicherheit.

In der Befragung wird auch den Strompreisen eine hohe Bedeutung zugemessen. Allerdings ist hier die Spannweite der Angaben (gemessen in der Standardabweichung) relativ hoch. Dies ist sicher darauf zurückzuführen, dass der Anteil der Stromkosten an den Gesamtkosten für die unterschiedlichen Arten des Rechenzentrumsbetriebs sehr verschieden ist.¹² Während Colocation Rechenzentren – wie oben bereits ausgeführt – einen Stromkostenanteil von 30 bis 40 % an den Gesamtkosten haben, bewegt sich dieser bei Rechenzentren im Eigenbetrieb von Unternehmen aufgrund der sehr hohen Personalkosten oft im Bereich von nur wenigen Prozent der Gesamtkosten. Dazwischen liegen Hosting- und Cloud-Rechenzentren. Insbesondere große Hosting-Rechenzentren können einen Stromkostenanteil an den Gesamtkosten von 20 % und mehr erreichen. Diese Abhängigkeit der Wichtigkeit der Stromkosten von der Art des Rechenzentrumsbetriebs wird auch in

¹² Diese Tatsache wurde bei einer Untersuchung zur Beurteilung der Wettbewerbssituation im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aus dem Jahr 2012 nicht ausreichend berücksichtigt (Donner et al. 2012).

der Befragung deutlich. Von den Betreibern von Colocation Rechenzentren werden die Strompreise zu 80 % als sehr wichtig bewertet. Die Hosting- und Cloud-Anbieter bewerten die Strompreise zu 54 % als sehr wichtig. Bei allen anderen Rechenzentren sind es nur 14 %, die die Strompreise als sehr wichtig bewerten.

Der Blick auf die Einschätzung der Entwicklung der Standortfaktoren in den letzten fünf Jahren (Abbildung 12) lässt erste Schlüsse auf Handlungsmöglichkeiten zu. Wesentlich verbessert hat sich nur die Internetanbindung, leicht verbessert haben sich auch Datenschutz und Rechtssicherheit. Eine Reihe von Faktoren ist gleich geblieben. Hierzu gehören die Zuverlässigkeit der Stromversorgung, die Nähe zum Kunden und die Qualität der Zulieferer.

Die Gespräche mit den Interviewpartnern beleuchteten zusätzlich insbesondere die Entwicklung der Zuverlässigkeit der Stromversorgung. So berichteten mehrere Interviewpartner davon, dass eine geringere Netzstabilität oft vermutet würde, aber bislang nicht festzustellen sei.

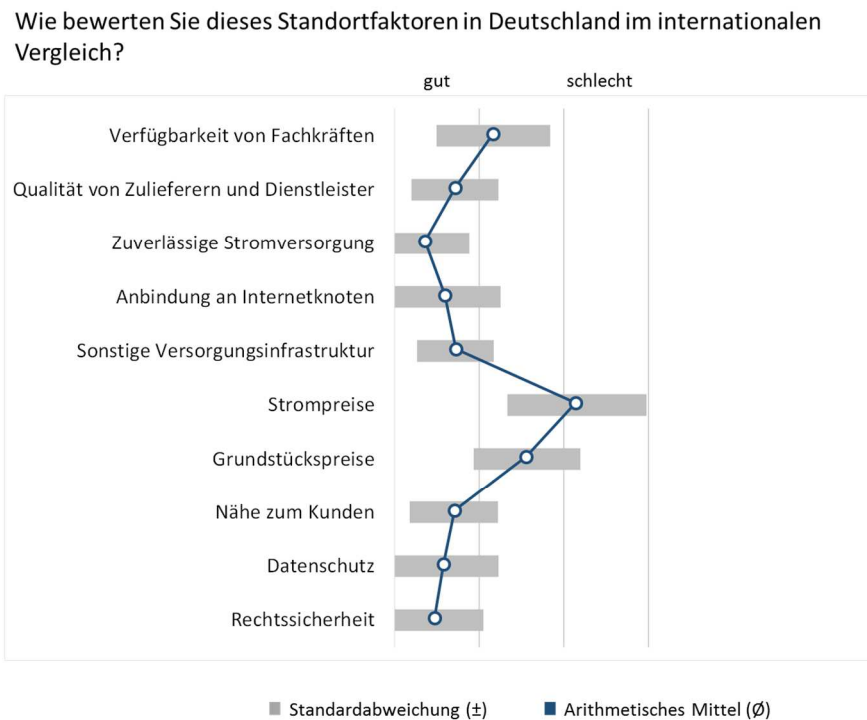
Von den als wichtig angesehenen Standortfaktoren haben sich die Strompreise und die Verfügbarkeit von Fachkräften verschlechtert. Auch die Grundstückspreise haben sich verschlechtert, sind aber von 61 % der Befragten als ein Standortfaktor bewertet worden, der „weniger wichtig“ ist. Bei einigen Rechenzentren, die von Unternehmen und Behörden für die eigenen Zwecke betrieben werden, scheinen die gestiegenen Strompreise jedoch noch nicht zu ausreichenden Anstrengungen hinsichtlich der Verbesserung der Energieeffizienz geführt zu haben. Dies wird zumindest von einem Rechenzentrumsplaner in einem Interview betont. Stromkosten würden bei solchen Rechenzentren noch häufig als Gemeinkosten behandelt und nicht der Kostenstelle, die sie verursacht, in Rechnung gestellt. Dies bestätigt die oben ausgeführte Abhängigkeit der Bedeutung der Stromkosten von der Art des Rechenzentrumsbetriebs.

In den Interviews wurde auch auf die Bedeutung des Fachkräftemangels insbesondere in den MINT-Berufen (Mathematik - Informatik - Naturwissenschaften - Technik) hingewiesen. Aber nicht nur die öffentlichen Ausbildungssysteme seien gefordert. Auch die Rechenzentren selbst könnten ihre betriebliche Ausbildung intensivieren und z.B. mehr Möglichkeiten zum dualen Studium anbieten. Und es sei wichtig zu erkennen, dass trotz des Images der IT als High-Tech Branche nicht nur Programmierer und IT-Experten gefragt seien. Insbesondere der Betrieb von Rechenzentren erfordert viele und gut ausgebildete Elektriker wie auch Kälte- und Klimahandwerker.

5.2 Standortfaktoren im internationalen Vergleich

Für Deutschland als Rechenzentrumsstandort spricht, dass die vier wichtigsten Standortfaktoren (Datenschutz und Rechtssicherheit, zuverlässige Stromversorgung und Internetanbindung) genau diejenigen sind, bei denen Deutschland im internationalen Vergleich als sehr gut positioniert wahrgenommen wird (Abbildung 13).

Abbildung 13: Bewertung der Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland im internationalen Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung

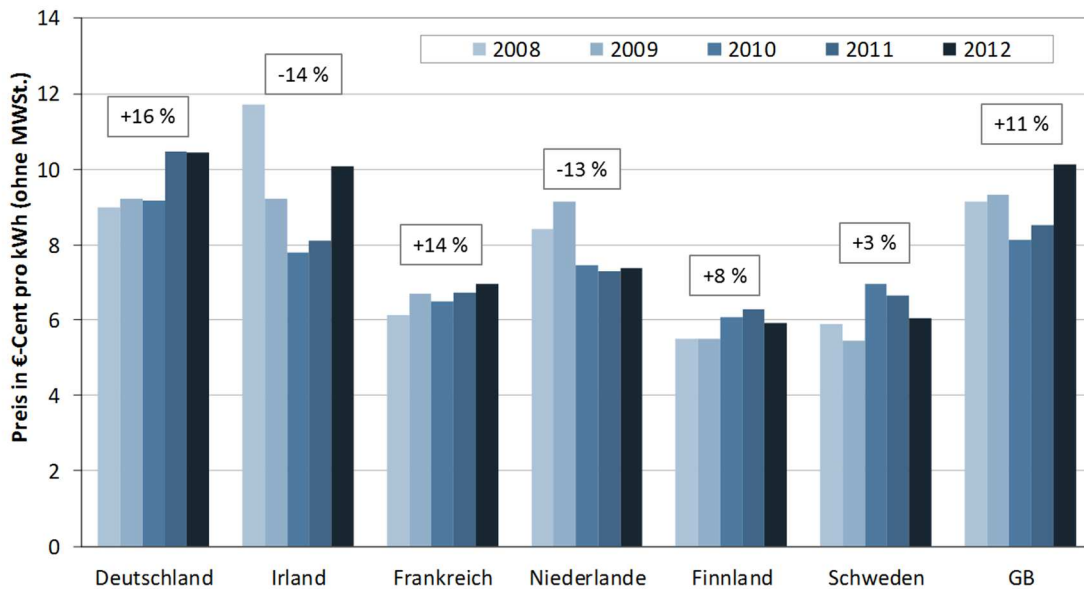
Von erheblicher Bedeutung für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Rechenzentren in Deutschland ist aber, dass mit den Strompreisen und der Verfügbarkeit von Fachkräften gleich zwei wichtige Standortfaktoren im internationalen Vergleich als schlecht bzw. nur mittelmäßig bewertet werden.

Die Höhe des zu zahlenden Strompreises ist je nach Art des Rechenzentrums und seines Betreibers sehr unterschiedlich. Kleine Unternehmen mit kleinen Rechenzentren werden in der Regel den Strompreis für Kleingewerbe zahlen, der oft über 20 €-Cent pro kWh liegt. Industrieunternehmen zahlen für ihren Strom den jeweiligen Industrietarif. Große Rechenzentren sind teilweise sogar selbst an der Strombörse aktiv. Nach Angaben von mehreren Betreibern von Colocation Rechenzentren, die international tätig sind, sind die innerhalb von Europa zu zahlenden Strompreise für ihre Rechenzentren sehr unterschiedlich. Deutschland liegt mit ca. 14 Cent/kWh an der Spitze der Preisskala, während die zu zahlenden Strompreise z.B. in Großbritannien und den Niederlanden um 9 Cent/kWh liegen, in Frankreich sogar unter 7 Cent/kWh.

Abbildung 14 zeigt die Preise für Industriestrom (Abnahme 5 MW, 5.000 h/a) im Vergleich einiger europäischer Staaten in den Jahren 2008 bis 2012. Auch wenn diese Preise nur bedingt für die Einschätzung der von Rechenzentren zu zahlenden Strompreise geeignet sind, so bestätigen sie doch in ihrer Größenordnung die in den Interviews gemachten Angaben. Außerdem wird deutlich, dass die relative Entwicklung der Strompreise im Zeitraum 2008 bis 2012 in Europa sehr unterschiedlich

verlief. Während die Industriestrompreise in Deutschland um 16 % angestiegen sind, sind sie in den Niederlanden von einem ähnlichen Ausgangsniveau um 13 % gesunken.

Abbildung 14: Entwicklung der Industrie-Strompreise im europäischen Vergleich



Quelle: BMWi (2013), Industriekunden, Abnahme 10 MW, 5.000 h/a, eigene Darstellung

Die oftmals postulierte, innovations- und diffusionsfördernde Wirkung hoher Energiepreise (vgl. beispielhaft Weizsäcker et al. 1995, 173) wird von einem Interviewpartner bestätigt, der in Deutschland deutlich mehr innovative Lösungen wahrnimmt als z.B. in Frankreich. Ein anderer Interviewpartner führt die führende Position Deutschlands hinsichtlich Effizienztechnologien in Rechenzentren auf das „grüne“ Denken in der Deutschen Gesellschaft zurück. Umweltschutz ist in Deutschland gut verankert, wie auch in Skandinavien, daher werden hier vielfach sehr effiziente Technologien eingesetzt. Dieses Denken sei nicht so in China, Indien, Osteuropa oder den USA - mit der Ausnahme von Kalifornien.

Auch wenn Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz durch hohe Strompreise bestehen, so müssen diese zumindest für bestimmte Arten des Rechenzentrumsbetriebs relativiert werden. Bei einem Stromkostenanteil von bis zu 40 % in großen Colocation Rechenzentren und Strompreisen, die in Frankreich gerade halb so hoch sind wie in Deutschland, müsste der Energieverbrauch in Deutschland doppelt so effizient erfolgen wie in Frankreich, um den Preisnachteil auszugleichen. Das erscheint selbst in der innovationsfreudigen IT-Branche nicht machbar.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass auf Basis der Befragung und der Interviews einige erste Schlüsse auf Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung der Standortfaktoren für Rechenzentren gezogen werden können:

- Die Colocation Rechenzentren wurden in den vergangenen Jahren durch die EEG-Umlage besonders deutlich in ihrer Wettbewerbsfähigkeit betroffen, da die Stromkosten einen hohen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen (bis zu 40 %). Dies wird auch durch die Interviews und die Umfrage bestätigt. Etwa 80 % der Colocation Rechenzentren gaben an, dass die Strompreise ein sehr wichtiger Standortfaktor wären. Die künftige Gestaltung der Energiewende wird für dieses Marktsegment von besonderer Bedeutung sein.
- Grundsätzlich ist es für den Sektor wichtig, die Energiewende so zu gestalten, dass die Netze stabil und die Versorgungssicherheit erhalten bleiben.
- Eine Verbesserung der Anbindung an die Kommunikationsnetze auch außerhalb der bisherigen Knotenpunkte wäre hilfreich, um die Entwicklung von leistungsstarken Rechenzentren auch über die Tier 1 Standorte hinaus zu begünstigen.
- Eine Intensivierung der betrieblichen wie überbetrieblichen Ausbildung ist wichtig, um den Fachkräftebedarf auch zukünftig zu decken.
- Datensicherheit und Datenschutz sollten auf hohem Niveau weiter entwickelt werden.

Ein Interviewpartner stellte fest, dass es bislang keine systematische und aktive Unterstützung der Rechenzentrums-Branche durch die Politik gibt. Die hohe Bedeutung von Rechenzentren als Standortfaktor und Basisinfrastruktur für die Wirtschaft müsse deutlicher erkannt werden und eine aktive Standortpolitik sollte entwickelt werden. Andere Staaten - insbesondere Island, Irland und Finnland – hätten die hohe Bedeutung der Rechenzentren für die Wirtschaft erkannt und würden ganz gezielt eine solche Standortpolitik betreiben. In Finnland wurde z.B. die Stromsteuer für Rechenzentren im Jahr 2014 mehr als halbiert (Invest in Finland 2014).

6 Bedeutung der Rechenzentren für die Energiewende

Rechenzentren kommt eine entscheidende Rolle im Rahmen der Energiewende zu. Dies ist zum einen durch den nicht unerheblichen und möglicherweise künftig weiter ansteigenden Energieverbrauch der Server und Rechenzentren begründet. Zum anderen bieten Rechenzentren aber eine Reihe von Optionen für die Integration in „smarte“ Energienetze. Ein besonderer Aspekt ist dabei die hohe Entwicklungsdynamik der ITK-Branche. Allein im Zeitraum von 2008 bis 2012 stieg die Anzahl der Großen Rechenzentren mit mehr als 5.000 Servern und einem Stromverbrauch im Megawattbereich um 20 % an (Hintemann/Fichter 2013).

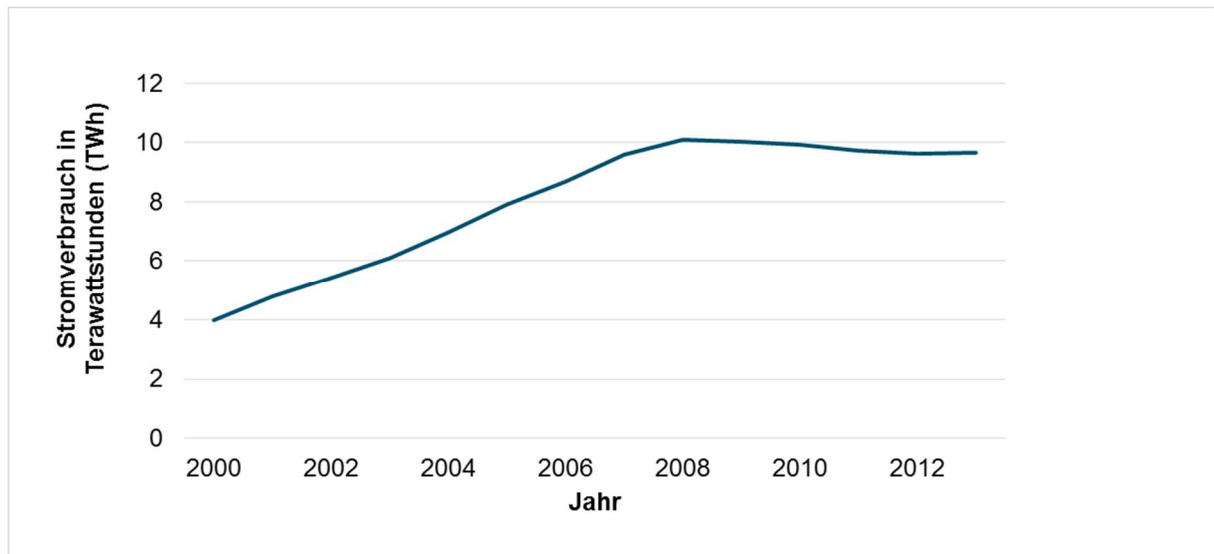
Zum Themenfeld der Bedeutung von Rechenzentren für den Energieverbrauch in Deutschland sowie zu ihren Potenzialen im Kontext der Energiewende fokussierte sich die Studie auf drei Fragen:

- Wie hat sich der Stromverbrauch der Rechenzentren in Deutschland bisher entwickelt und wie wird er sich bis zum Jahr 2020 voraussichtlich entwickeln?
- An welchen Stellen im Rechenzentrum konnten Energieeinsparungen erreicht werden? Welche noch nicht genutzten Energieeinsparpotenziale bestehen und wo liegen Barrieren und Hemmnisse zur Steigerung der Energieeffizienz? Welche Rolle können Rechenzentren als Treiber für Energieeffizienz einnehmen?
- Welche Möglichkeiten bieten Rechenzentren hinsichtlich des Verschiebepotentials als in bestimmten Grenzen steuerbarer Abnehmer von Strom? Welche Potenziale als Bereitsteller von Regelenergie bieten Rechenzentren?

6.1 Erfolge in der Energieeffizienz

Die Rechenzentren in Deutschland sind für einen nicht unerheblichen Stromverbrauch von ca. zehn Terawattstunden (TWh) jährlich verantwortlich. Das sind ca. 1,8 % des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland (Hintemann/Fichter 2013). Mit Blick auf die Entwicklung des Stromverbrauchs lässt sich feststellen, dass der Trend des stark ansteigenden Stromverbrauchs ab dem Jahr 2008 gestoppt werden konnte (Abbildung 15). Als Ursachen für die Trendumkehr im Jahr 2008 können – neben einem anfänglichen Einfluss durch die Wirtschaftskrise – vor allem die in den letzten Jahren ergriffenen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert werden. Aufgrund des teilweise hohen Anteils der Energiekosten an den Gesamtkosten bestand hier ein großer Anreiz für Einsparungen. Durch die kurzen Innovationszyklen im Bereich der ITK haben diese Anreize sehr schnell zu realisierten Effizienzverbesserungen geführt. Auch der Trend zu großen Rechenzentren hat einen Einfluss, da insbesondere die neugebauten großen Rechenzentren deutlich effizienter sind als kleine Bestandsrechenzentren.

Abbildung 15: Entwicklung des Stromverbrauchs der Server und Rechenzentren in Deutschland



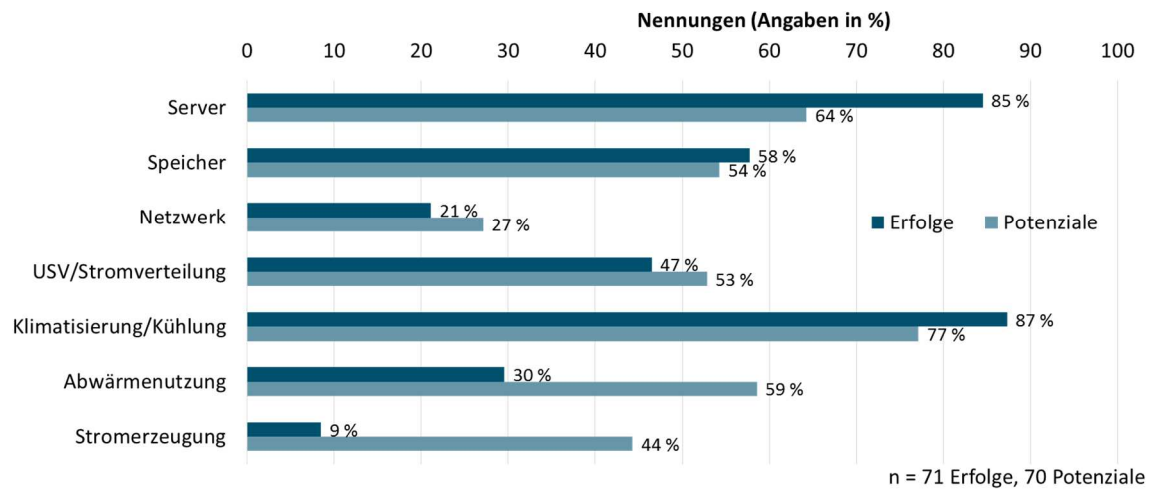
Quelle: Borderstep

Die größten Einsparungen wurden nach Auskunft der Befragten durch Maßnahmen an Servern wie dem Einsatz von Virtualisierungstechniken und einer verbesserten Hardware sowie in der Klimatisierung und Kühlung von Rechenzentren erreicht (Abbildung 16 und Abbildung 17). Potenziale für weitere Effizienzsteigerungen in der Zukunft werden in vielen Bereichen gesehen, insbesondere auch in der Nutzung der Abwärme sowie in der Eigenstromerzeugung.

In den letzten Jahren sind in deutschen Rechenzentren vielfältige Energiesparmaßnahmen eingeleitet worden. Lag der Schwerpunkt solcher Maßnahmen vor 5 Jahren noch sehr stark auf der Infrastruktur, also auf Stromversorgung, Kälte- und Klimatechnik, so ist heute auch die IT selbst Schwerpunkt der Aktivitäten zur Steigerung der Energieeffizienz.

Abbildung 16: Bisherige Erfolge und Potenziale für Energieeffizienzmaßnahmen in Rechenzentren

Fragen: An welchen Stellen konnten Sie in den vergangenen Jahren Energieeinsparungen erreichen? Wo sehen Sie noch Energieeinsparpotenziale in der Zukunft?



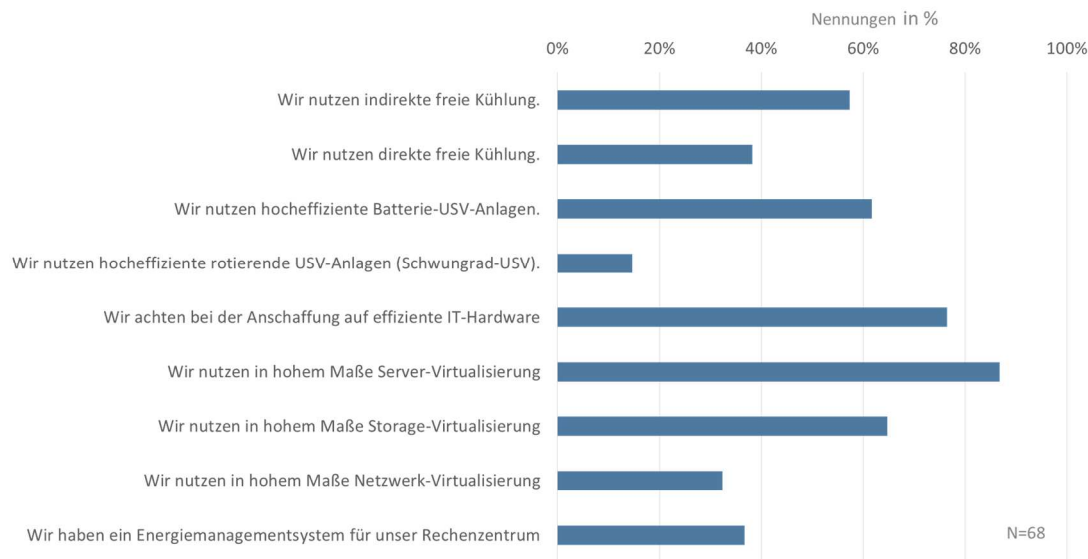
Quelle: eigene Darstellung

Erkennbar ist, dass auch die Netzwerktechnik zukünftig etwas stärker Gegenstand von Energieeffizienzmaßnahmen sein wird. Auch Aktivitäten zur Abwärmenutzung sowie die Aktivierung der eigenen Stromerzeugung könnten häufiger werden.

Die Abbildung 17 gibt einen Überblick über die Verbreitung einzelner Technologien, zu denen Maßnahmen bereits ergriffen wurden:

Abbildung 17: Bereits ergriffene Maßnahmen der Energieeffizienz

Frage: Welche Maßnahmen zum Einsparen von Energie haben Sie in Ihrem Rechenzentrum ergriffen?



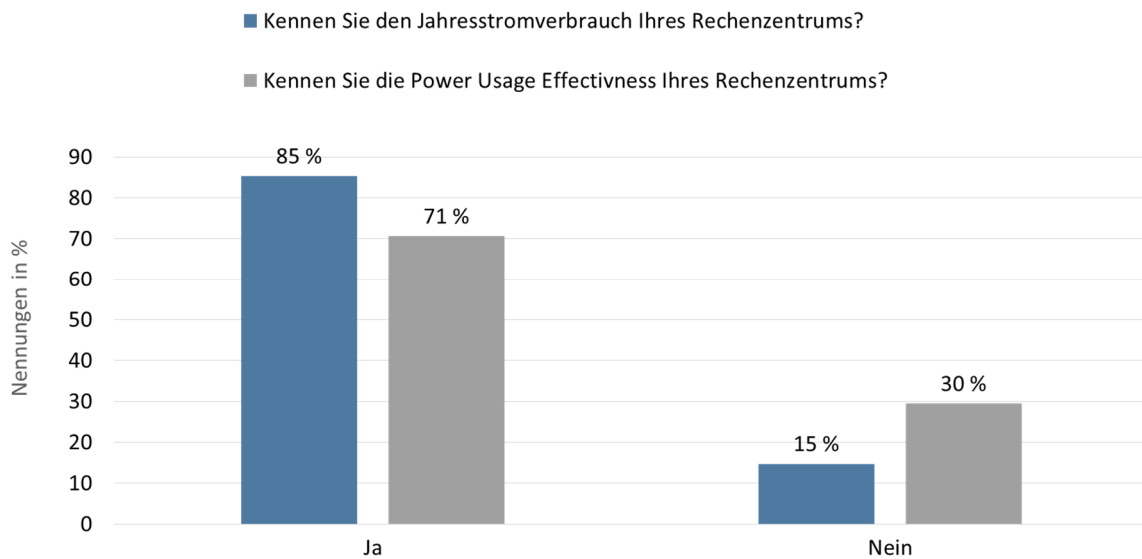
Quelle: eigene Darstellung

In den Interviews wurde eine Reihe von Hintergründen von Effizienzmaßnahmen betont. So verwiesen verschiedene Befragte auf die Bedeutung der Anhebung der Temperaturen im Rechenzentrum. Eine Temperatur von 28°C in der Zuluft bzw. im Kaltgang ist nicht mehr unüblich. Die Folge hoher Zuluft-Temperaturen sind noch höhere Abluft-Temperaturen von bis zu 36°C. Zum begrenzenden Faktor wird hier weniger die Hardware, sondern eher das Bedienungspersonal, welches bei diesen tropischen Temperaturen permanent in den Rechenzentren aktiv ist. Dies weist darauf hin, dass die Erhöhung der Temperaturen der Luftkreisläufe nunmehr an Grenzen stoßen dürfte.

Als Folge der hohen Lufttemperaturen nimmt die Bedeutung der freien Kühlung zu. Ohne den Einsatz von Kältemaschinen kann so, zumindest in Deutschland, in der größten Zeit des Jahres frei mit Außenluft gekühlt werden, was den Energieverbrauch erheblich senkt.

Als Grundlage eines Energiemanagements kennen heute 85 % der Befragten den Jahresstromverbrauch ihres Rechenzentrums. Nur 15 % der Befragten, durchweg Vertreter kleinerer Rechenzentren, kennen ihn nicht. Auch der PUE Wert als eine Kennzahl zur Beurteilung der Energieeffizienz der Infrastruktur (siehe Glossar) wird zunehmend gemessen und errechnet. Über 70 % der Rechenzentrumsvertreter ist er bekannt.

Abbildung 18: Kenntnisstand über den Stromverbrauch und den PUE-Wert des Rechenzentrums

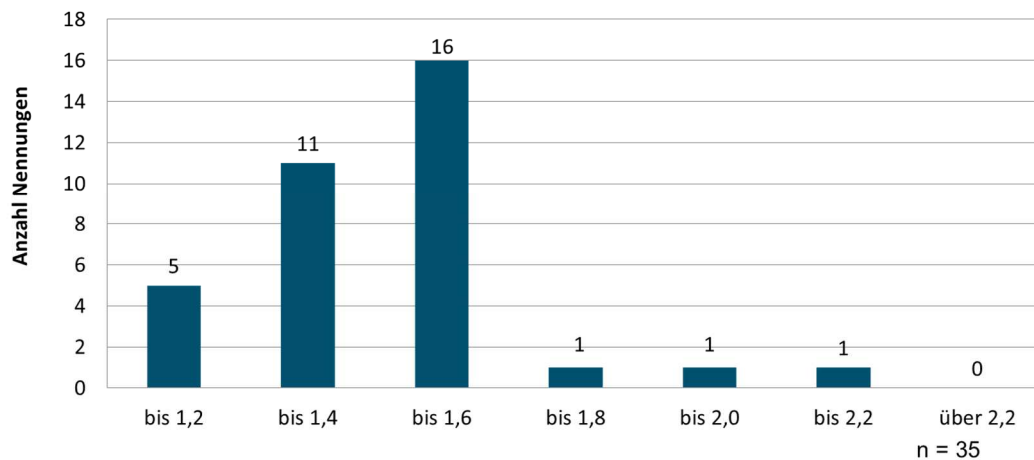


Quelle: eigene Darstellung, n= 67

Die in der Befragung dokumentierten PUE-Werte sind dabei ausgesprochen gut (Abbildung 19). Zur Bewertung der Entwicklung des PUE-Wertes können ältere Studien herangezogen werden. In einer vom eco-Verband im Jahr 2008 vorgelegten Studie (eco 2008) wurden einige Rechenzentren nach den PUE-Werten befragt. Damals hatte nur ein Rechenzentrum einen PUE unter 1,2 genannt, vier einen Wert zwischen 1,4 und 1,6, sechs einen Wert zwischen 1,6 und 1,8 und eines einen Wert von über 2,2. Wenn man von einer Vergleichbarkeit beider Untersuchungen ausgeht, haben sich die PUE-Werte der großen Rechenzentren in dieser Zeit um ca. 0,2 verbessert. Die TU-Berlin (2008) sammelte Daten von 16 Rechenzentren und kommt zu einem ähnlichen Ergebnis wie eco (2008). Eine noch zwei Jahre ältere Studie aus den USA (Greenberg et al. 2006) ermittelt in 19 Rechenzentren einen Mittelwert des PUE von 1,86.

Abbildung 19: PUE-Werte der Rechenzentren in der Befragung

Frage: Wie hoch ist die Power Usage Effectivness (PUE) Ihres besten Rechenzentrums?



Quelle: eigene Darstellung

Ob die Energieeffizienz in Rechenzentren in Zukunft weiter wie bisher gesteigert werden kann, ist zumindest fraglich. In den Interviews wurden insbesondere folgende Aspekte genannt, die für eine weitere Steigerung der Energieeffizienz Herausforderungen darstellen könnten:

- Die Klimatisierung wird in einigen Jahren mit deutlich weniger Einsatz von Flurkohlenwasserstoffe (FKW) als Kältemittel gelöst werden müssen. Wie das Umweltbundesamt informiert, plant die Europäische Kommission (EU-KOM), die Treibhausgasemissionen der Industrie bis zum Jahr 2030 um 70 Prozent zu verringern. „Neu ist insbesondere die schrittweise Begrenzung der Verkaufsmengen von teilhalogenierten Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) bis 2030 auf ein Fünftel der heutigen Verkaufsmengen“ (UBA 2014).
- Es wird zunehmend den Bedarf nach Räumen mit unterschiedlichen Temperaturen geben, z.B. mit niedrigeren Temperaturen für Batterieräume oder Räume für einzelne alte Maschinen. Während neue IT-Hardware in vielen Fällen bei Zuluft-Temperaturen von 28°C betrieben werden kann, ist für Bleiakkus eine Raumtemperatur von ca. 15 bis 25°C optimal. Auch für Speichersysteme sind u.U. abweichende Temperaturen notwendig.
- Energiekonzepte müssen weiter an hohe Packungs- und Energiedichten bis hin zu 3 kW/m² angepasst werden. Diese Aussage von Interviewpartnern wurde auch im Expertenworkshop von mehreren Teilnehmern bestätigt.
- Hardware muss noch energiebewusster beschafft werden. Von einigen Interviewpartnern wird der Wunsch nach noch energieeffizienteren Prozessoren geäußert, „um von den hohen Energiekosten runter zu kommen“. IBM sieht hier noch große, durch eine Reihe von Grundlageninnovationen zu erschließende Potenziale (Henger 2012). Hier bleibt aber die

Frage offen, ob es neben dem Effizienzindikator PUE, der die Gesamteffizienz der Peripherieanlagen misst, auch einen Effizienzindikator für die IT-Hardware selbst benötigt. Bisherige Konzepte wie der SPEC-Power Server Benchmark Test (SPEC 2008 – www.spec.org) sind als Spitzenindikator hier nicht einsetzbar.

- Altsysteme sollten weiter reduziert und so mehr Lastverschiebung möglich gemacht werden. Das Herunterfahren von nicht benötigten Servern könnte einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung liefern. Dem stehen aber die Befürchtungen vieler Administratoren entgegen, dass die Systeme bei Bedarf nicht oder nicht rechtzeitig wieder hochgefahren werden könnten. Außerdem sei laut Auskunft eines Interviewpartners immer noch Software im Umlauf, die das Vorhandensein anderer Systeme auch dann ständig abfragt, wenn diese gar nicht aktuell benötigt würden.

Auch im Rahmen der Kommunikation mit dem Kunden und der Gestaltung attraktiver Angebote ist noch Potenzial für die Verbesserung der Energieeffizienz. So wurde z.B. in einem Interview das Beispiel genannt, dass ein Kunde eines Colocation Rechenzentrums eine Leistung von 100 kW einkaufe, diese jedoch nicht (oder erst nach langer Zeit) tatsächlich nutze. Die Bereitstellung solcher ungenutzten Leistungen führe zu Effizienzeinbußen. Auch Anforderungen in Bezug auf niedrige Temperaturen für Altgeräte durch Colocation-Kunden, die letztlich für alle Kunden zu höheren Energiekosten führen, sind eine nicht zuletzt kaufmännische Herausforderung. Die Erzielung von Energieeffizienz in Colocation Rechenzentren steht damit vor besonderen Herausforderungen.

Mit Blick auf die kaum noch zu erhöhenden Zuluft- und Ablufttemperaturen und im Kontext des Bedarfs nach Konzepten zur Nutzung der Abwärme bietet es sich weiter als eine technologische Option an, die Technologien zur Wasserkühlung von Prozessoren voranzutreiben. IBM arbeitet seit einer Reihe von Jahren daran (Manhart 2009, Henger 2012). Durch direkte Wasserkühlung der IT kann das Temperaturniveau des Kühlwassers auf über 60 ° Celsius erhöht werden, womit sich die Chancen für eine Nutzung der Abwärme sprunghaft verbessern.

Auf Basis der Analyse der technischen Sachverhalte, von am Borderstep Institut im Rahmen des Projektes AC4DC durchgeführten Delphi-Befragungen und Prognosen von Analysten zur zukünftigen Entwicklung der IT-Märkte (Techconsult 2014, EITO/IDC 2014) konnte mit dem Borderstep-Strukturmodell eine Trendprognose für die künftige Entwicklung des Stromverbrauchs in deutschen Rechenzentren erstellt werden. Es lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass auch in den kommenden Jahren die erheblich zunehmenden Datenmengen nicht in gleichem Maße zu steigendem Energieverbrauch führen, sondern weitgehend durch Verbesserungen der Effizienz kompensiert werden. Es ist mit einem leichten Anstieg des Stromverbrauchs der Server und Rechenzentren in Deutschland auf knapp 11 TWh bis zum Jahr 2020 zu rechnen.

6.2 Potenziale von Rechenzentren im zukünftigen Strommarkt

Rechenzentren können nicht nur durch erhöhte Effizienz ihren Energieverbrauch begrenzen, sondern darüber hinaus auf verschiedene Weise zum Gelingen der Energiewende beitragen:

- Durch einen aktiven Beitrag zur Stromproduktion bei Stromknappheit durch Aktivierung der Notstromaggregate oder Nutzung von Batterien der Unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) als Puffer. In deutschen Rechenzentren sind über 600 Megawatt an Stromerzeugungsleistung in Netzersatzanlagen installiert. Die speicherbare Energie in den Batterien der USV-Anlagen beträgt 150 Megawattstunden.
- Durch die Nutzung von regenerativem Strom. In der Befragung gaben 75 % der Rechenzentrumsbetreiber an, zumindest teilweise regenerativ erzeugten Strom zu beziehen. 6 % erzeugten bereits selbst regenerativen Strom. Allerdings halten 42 % der Befragten den regenerativ erzeugten Strom für zu teuer.
- Durch zeitliche bzw. räumliche Verschiebung der Rechenleistung und des Strombedarfs. Durch moderne Technologien zum Lastmanagement ist es z.B. möglich, bevorzugt in den Zeiten mit hohem Stromangebot zu rechnen. Außerdem können Rechenlasten zwischen Rechenzentren so verschoben werden, dass regional günstige Rahmenbedingungen wie ein Überschuss von regenerativ erzeugter Energie oder niedrige Außentemperaturen ausgenutzt werden können. Solche Lösungen werden aktuell in den Projekten des BMWi Forschungsprogramms IT2Green (www.it2green.de) entwickelt.
- Durch die räumliche Anordnung von neuen Rechenzentren an den Standorten, an denen Strom produziert wird. Aufgrund der oben dargestellten hohen Dynamik im Rechenzentrumsmarkt – insbesondere bei großen Lokationen mit elektrischen Anschlussleistungen von mehreren Megawatt – kann so der notwendige Ausbau der Stromnetzinfrastruktur etwas reduziert werden.
- Durch Nutzung der Abwärme.

Einen **aktiven Beitrag zur Stromproduktion** in Zeiten der Stromknappheit zu leisten, scheint durchaus realistisch. Auf die Frage: *„Haben Sie schon einmal in Erwägung gezogen, mit Ihrem Rechenzentrum/Ihren Rechenzentren aktiv am Strommarkt teilzunehmen, indem Sie z.B. Strom aus Notstromgeneratoren / Blockheizkraftwerken in das Stromnetz einspeisen, Ihre Stromnachfrage dynamisch dem Stromangebot anpassen, o.ä.“* antworten immerhin 39 % der schriftlich befragten Rechenzentrumsbetreiber mit „Ja“.

Um eine erfolgreiche Integration von Netzersatzanlagen (Notstromaggregaten) zu erreichen, müssen aber eine Reihe von Sachverhalten berücksichtigt werden:

- Die Gesamtleistung aller Netzersatzanlagen ist mit ca. 600 MW sehr hoch, was ihre Aktivierung für die Netzstabilität sehr attraktiv macht. Die Vermarktung von Strom als positive oder negative Minutenreserve erfordert allerdings spezielle Qualifikationen und ist organisatorisch aufwendig. Wenn überhaupt, wird die Vermarktung über spezialisierte Unternehmen gelingen, denen die externe Steuerung der Anlage (im Rahmen vertraglich vereinbarter Grenzen) möglich sein muss.
- Nicht alle Notstromaggregate sind für den Dauerbetrieb ausgelegt.

- Ungeklärt scheint auch die Frage, ab welchem Preis sich die Nutzung eines Notstromaggregates zur Stromerzeugung rechnet. Im Expertenworkshop wurde ein kalkulatorischer Preis von 40 bis 50 Cent/kWh für die Stromerzeugung mit dem Notstromaggregat genannt.

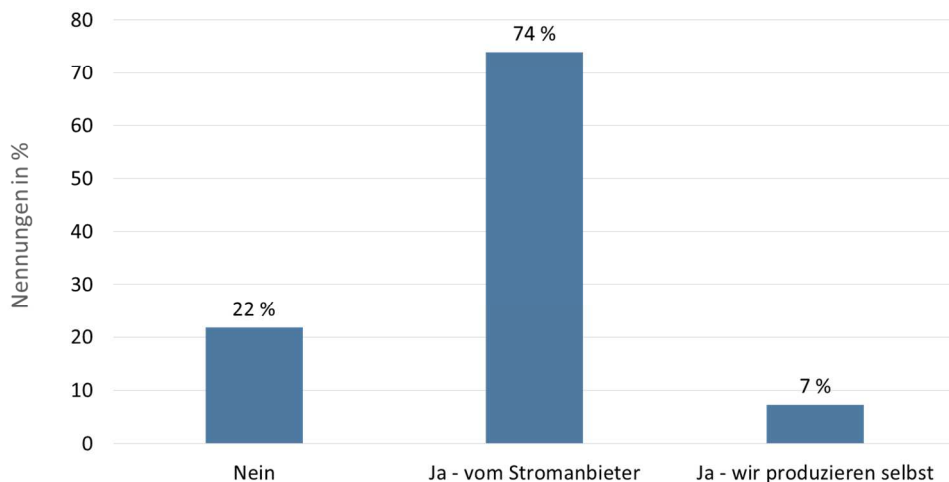
Ein Interviewpartner gab an, er sei mit Blick auf die Stromproduktion durch das Rechenzentrum zwar ständig im Gespräch mit dem Energieversorger, es hätte sich aber noch keine konkrete Perspektive ergeben.

Letztlich schienen einige Fragen noch ungeklärt, um die Potenziale der Rechenzentren als Stromerzeuger konkret abschätzen zu können. Neben der Frage, wie viele der Notstromaggregate nicht auf Dauerbetrieb ausgelegt sind, ist weiter die Frage offen, welches Strompreisniveau erforderlich ist, um Notstromaggregate als Energieerzeuger kostendeckend zu betreiben. Und auch die Frage, ob eine solche Stromproduktion mit Hochverfügbarkeitsanforderungen von Rechenzentren kompatibel ist, wäre noch abschließend zu klären.

Die **Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom** ist schon recht verbreitet. 75 % der befragten Rechenzentrumsbetreiber beziehen zumindest einen Teil ihres Stromverbrauchs aus regenerativen Quellen. Ein Betreiber berichtete von Regenerativstromeinkäufen im dreistelligen Millionenbereich, wobei auf die einschlägigen Interessen sehr großer Kunden verwiesen wurde. 6 % der Betreiber geben sogar an, bereits selbst Teilmengen des Stroms selbst regenerativ zu erzeugen. Nur 22 % der Betreiber kaufen oder erzeugen keinen grünen Strom. In den Interviews wurde die Zahl der Bezieher von regenerativem Strom eher niedriger geschätzt („unter 50 %“, „einige machen das“).

Abbildung 20: Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien (Befragung)

Frage: Beziehen Sie für Ihr Rechenzentrum/Ihre Rechenzentren Strom aus erneuerbaren Energien?



n = 69

Quelle: eigene Darstellung

Zukünftig wird der Bezug grünen Stroms von vielen Akteuren in größerem Umfang erwartet, auch wenn kurzfristig die Kosten dem noch entgegenstehen. Für den Fall, dass es mit der Energiewende vorangeht, würde auch der Regenerativanteil quasi von selbst steigen. Aber in diesem Fall denken andere auch sofort daran, dass ein regenerativ dominiertes Netz durch Speicher und Ausgleichselemente stabil gehalten werden muss. Der Fortschritt hin zu Strom aus Sonne und Wind wird daher von den Rechenzentrums-Betreibern ambivalent gesehen.

Der **zeitlichen Verschiebung des Strombedarfs** durch Steuerung der IT-Auslastung sind durch Kundenwünsche und Service Level Agreements Grenzen gesetzt. Manche Jobs wie z.B. das Bereitstellen einer Website sind zeitlich 1:1 an den Nutzungsverlauf gebunden. Andere Jobs könnten u.U. verschoben werden, häufig existieren aber Dienstleistungsverträge, die das Abarbeiten innerhalb bestimmter Fristen oder zu festen Zeiten zusichern. Die Idee, Jobs abhängig von der Stromverfügbarkeit zu verschieben, ist zudem neu und an die bisherigen Gewohnheiten von Rechenzentren und ihren Kunden nicht anschlussfähig. Zudem gibt der Strommarkt bisher keine Preissignale, die ein solches Verhalten honorieren würden. Smart Meter sind in vielen kleinen Rechenzentren nicht vorhanden und die Preise des Stroms variieren nur an der Börse, nicht jedoch auf der Stromrechnung aller Rechenzentrumsbetreiber. Preisvorteile können daher bisher nur bei Direkteinkauf an der Börse durch Großkunden erreicht werden.

Ohne die eigentliche IT-Dienstleistung zu verändern könnte eventuell die Kälteerzeugung begrenzt zeitlich verschoben werden. Ähnlich der Pilotprojekte bei Kühlhäusern ließe sich über eine leichte

Variation der Temperaturen im Rechenzentrum einerseits oder über Kältespeicher andererseits eine zeitliche Flexibilität in begrenztem Umfang realisieren. Mit dem Einsatz solcher Lösungen ist aber nur zu rechnen, wenn die zeitliche Verschiebung des Verbrauchs vom Stromversorger entsprechend honoriert würde.

Ein weiterer Beitrag von Rechenzentren zur Energiewende könnte darin liegen, zumindest in Winter und in Übergangszeiten die **Nutzung der Abwärme** zu Heizzwecken oder der Bereitung von Warmwasser voranzutreiben. Eine Reihe der Interviewpartner berichtete von entsprechenden Aktivitäten. In den meisten Fällen beschränkt sich dies aber auf den oft geringen Wärmebedarf der Büroräume, die in direkter Verbindung mit dem Rechenzentrum genutzt werden. Von einem Anschluss an ein größeres Wärmenetz, welches die ja oft im Megawattbereich vorhandene Abwärme auf verschiedene Nutzer verteilt, wurde nicht berichtet. In einem Fall war zumindest die Nutzung durch ein naheliegendes Unternehmen mit Verkaufsräumen geplant worden, die aber im Planungsverlauf aufgegeben wurde. Mehrfach wurde erwähnt, dass Wärmelieferung durchaus ein Geschäft sein könnte, welches aber von einem externen Akteur erledigt werden müsste. Ein funktionierendes Geschäftsmodell, in dem ein solcher externer Akteur Kunden akquiriert, Netze baut und die Wärmelieferung abrechnet, wurde bisher nicht gefunden. Wenn es gelänge, ein solches Geschäftsmodell zu etablieren, könnte ein großer Teil des gesamten Energieverbrauchs der deutschen Rechenzentren von ca. 10 TWh im Jahr für Wärmezwecke genutzt werden.

Der zentrale Wunsch einiger Interviewpartner an die Gestaltung der Energiewende besteht aber darin, Rechenzentren den anderen stromintensiven Branchen gleichzustellen und von der EEG-Umlage zu befreien. Hier werden einige Befragte in ihren Kommentaren zum Fragebogen recht deutlich (wörtliche Zitate):

- Wenn sich die unsinnige EEG-Umlage nicht reduziert, werden wir in Deutschland für den Betrieb von Rechenzentren zunehmend schlechtere Karten im Bezug Europa- und dem Weltmarkt haben.
- Die EEG Umlage ist für Rechenzentren in Deutschland eine Katastrophe. Dadurch wird der Markt innerhalb der EU stark zu unseren Ungunsten verzerrt. Europäische Wettbewerber zum Beispiel in Frankreich und Luxemburg haben hier deutliche Vorteile. Es ist unbegreiflich das Altindustrien (Produktionsanlagen) befreit sind, aber Rechenzentren nicht, obwohl die Stromkosten in jedem Rechenzentrum den größten Kostenposten ausmachen.
- Die immer weiter steigenden Umlagen (EEG, Offshore, etc.) sorgen dafür, dass der Betrieb eines Rechenzentrums in Deutschland immer unwirtschaftlicher wird (sowohl für den Betreiber, als auch für den Endkunden). Aufgrund der guten Internet-Infrastruktur von Europa gibt es heute auch immer weniger Gründe, seine Systeme in einem Rechenzentrum im eigenen Land unterzustellen.
- Hinzu kommt, dass selbst bei Bezug von Strom aus erneuerbaren Energien eine Bestrafung mit den Umlagen stattfindet. Über kurz oder lang sehen wir uns gezwungen, wieder auf "normalen" Strom zu wechseln, um die steigenden Umlagen/Steuern etc. zu kompensieren.

Es wird also genau das Gegenteil von dem erreicht, was eigentlich unser bzw. das Ziel der Regierung ist/war.

Wie bereits im Abschnitt „internationale Wettbewerbssituation“ gezeigt wurde, treffen die hohen Stromkosten besonders die in hohem Maße im Wettbewerb stehenden Colocation-Anbieter.

7 Perspektiven der Zukunft der Rechenzentrumsbranche in Deutschland

Aufgrund der hohen Wettbewerbsintensität in einigen Bereichen des Rechenzentrumsmarktes (insbesondere im Bereich Colocation und Cloud/Hosting) ist die künftige Entwicklung des deutschen Rechenzentrumsmarktes deutlich von der Entwicklung der Standortfaktoren abhängig. Als besonderes relevant erscheinen aus heutiger Sicht die weitere Entwicklung der Strompreise und die Entwicklungen der Diskussionen und Rahmenbedingungen zum Thema Datenschutz. Während beim Datenschutz aufgrund der Arbeiten an der europäischen Datenschutzrichtlinie zu erwarten ist, dass sich die Rahmenbedingungen innerhalb von Europa weiter aneinander annähern werden, entwickeln sich die Strompreise innerhalb von Europa aktuell und in Zukunft anscheinend eher noch auseinander.

Auf Basis erster Analysen und Abschätzungen scheinen drei Entwicklungsszenarien für den Zeitraum bis zum Jahr 2020 möglich:

- eine weitere Entwicklung mit der bisherigen Dynamik und einem Wachstum von 3 bis 4 % p.a.,
- eine insbesondere durch weitere Strompreiserhöhungen verursachte Stagnation mit Nullwachstum,
- ein Ansteigen der Wachstumsdynamik ähnlich dem Wachstum in aktuell sehr erfolgreichen Rechenzentrumsstandorten wie Irland, Niederlande oder Finnland. In diesem Szenario könnte sich das Wachstum des Rechenzentrumsmarktes in Deutschland gegenüber dem bisherigen Trend verdoppeln.

Welche der Richtungen der Rechenzentrumsmarkt einschlagen wird, kann zum aktuellen Zeitpunkt nicht vorhergesagt werden. Die Gestaltung der Energiewende und insbesondere die Entwicklung des von Rechenzentren zu zahlenden Strompreises werden aber einen wesentlichen Einfluss ausüben. Auch das Ausmaß der in den verschiedenen Ländern betriebenen aktiven Standortpolitik für Rechenzentren kann einen merklichen Einfluss auf die künftige Entwicklung nehmen. Staaten wie Island und Finnland werben aktiv um die Ansiedlung von Rechenzentren z.B. mit bis zu 12-jährigen Preisgarantien durch den staatlichen Stromversorger in Island (Landsvirkjun 2014) oder mit Steuervergünstigungen für Rechenzentren in Finnland (Invest in Finland 2014). In Deutschland wird bisher keine aktive Standortpolitik für Rechenzentren betrieben.

Weiteres Wachstum würde die IT-Infrastruktur des High-Tech Standortes Deutschland weiter verbessern und Arbeitsplätze zumindest sichern, wahrscheinlich sogar zusätzliche schaffen. Eine Verdopplung des Wachstums würde bis zum Jahr 2020 allein im Bereich des Neubaus von Rechenzentren und der technischen Gebäudeausrüstung Investitionen in der Größenordnung von über zwei Milliarden Euro bedeuten. Eine Stagnation der Rechenzentrumskapazität würde dagegen nicht nur zu Arbeitsplatzverlusten und zu einem relativen Verlust von IT-Infrastruktur führen, sondern auch den Sektor schwächen und die Technologieführerschaft, die Deutschland zumindest im Kontext der Energieeffizienz gewonnen hat, in Frage stellen.

8 Glossar¹³

Cloud Computing

Cloud Computing bezeichnet einen neuen Ansatz für IT-Lösungen, in dem die Computeranwender die Software und die dazu notwendige Hardware nicht mehr selbst betreiben, sondern hierzu auf einen Dienstleister zurückgreifen. Anwendungen und Daten befinden sich dabei nicht mehr auf dem lokalen Rechner. Sie werden über ein leistungsfähiges Netzwerk von einer Anzahl von entfernten Systemen bereitgestellt.

Colocation Rechenzentren

Rechenzentrum, in dem ein Anbieter seinen Kunden Rechenzentrumsfläche und Versorgungsinfrastruktur bereitstellt. Die IT-Geräte sind aber im Besitz des Kunden. Siehe Housing.

Freie Kühlung

Bei Freikühlsystemen wird bei entsprechend niedrigen Temperaturen die Außenluft zur Kühlung genutzt. Bei der Direkten Freien Kühlung wird die Außenluft direkt in den zu kühlenden Raum geleitet. Bei der Indirekten Freien Kühlung werden Wärmetauscher zur indirekten Kühlung der Raumluft über die Außenluft genutzt.

Gebietsrechenzentrum

Rechenzentrum, das speziell Dienstleistungen für öffentliche Organisationen wie Kommunen oder Landesverwaltungen anbietet.

Gleich- und Wechselstromversorgung in Rechenzentren

Typischerweise werden Rechenzentren mit Wechselstrom versorgt. Die erforderlichen Stromwandlungen (z.B. Doppelwandlung in der USV, Wandlung auf die verschiedenen Spannungsniveaus in Servern) führen jeweils zu Stromwandlungsverlusten. Daher bietet eine zentrale Stromversorgung von Rechenzentren mit Gleichstrom ein erhebliches Effizienzpotenzial. Versuche zeigen, dass durch die Reduktion von Wandlungsverlusten sowie den Einsatz gleichstromfähiger Komponenten (Server, USV, etc.) in Rechenzentren mindestens 10 % Energie im Vergleich zum effizienten Betrieb mit Wechselstrom eingespart werden können. Aufgrund der für die Energieeffizienz ungünstigeren Spannungsversorgung in den USA im Mittel- und Niederspannungsbereich sind dort die Energieeffizienzvorteile, die durch Gleichstromversorgung erreicht werden können, besonders hoch.

Housing

Unter Housing bzw. Serverhousing versteht man die Unterbringung von Servern bei einem Dienstleister. Dieser stellt die Netzanbindung und in der Regel auch sichere Infrastruktur wie USV, Klimatisierung, Brandschutz, Bewachung etc. zur Verfügung.

¹³ Basierend auf Hintemann/Fichter 2010, 119-127

ITK (in einigen Publikationen auch IKT)

Informationstechnik und Telekommunikation oder Informations- und Kommunikationstechnik

Konsolidierung

Mit Konsolidierung ist der Prozess der Vereinheitlichung und Zusammenführung von Systemen, Applikationen, Datenbeständen oder Strategien gemeint. Ziel ist hier meist die Vereinfachung und Flexibilisierung der Infrastruktur. Damit einher geht in der Regel auch eine erhebliche Absenkung des Energieverbrauchs.

PUE

Power Usage Effectivness. Die PUE gibt das Verhältnis des Gesamtenergieverbrauchs eines Rechenzentrums zum Energieverbrauch der IT im Rechenzentrum an. Der theoretisch optimale PUE-Wert ist 1, weil dann die gesamte Leistung in die eigentliche IT fließt. Der Kehrwert der PUE ist die Data Center Infrastructure Efficiency. Die DCiE gibt das Verhältnis des Energieverbrauchs der IT zum Gesamtenergieverbrauch eines Rechenzentrums in Prozent an. PUE und DCiE sind weit verbreitete Kennzahlen zur Bewertung der Energieeffizienz der Infrastruktur eines Rechenzentrums.

Rack

Unter einem Rack wird ein Gestell zum Einbau von Elektrogeräten/IT-Geräten (Server, Netzwerkgeräte, etc.) mit einer genormten Breite von 19 Zoll verstanden.

Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC)

SPEC ist eine Non-Profit-Organisation, die Benchmarks zur Leistungsbewertung von Hardware und Software entwickelt. Der Benchmark-Test SPECpower_ssj2008 gibt Auskunft über das Verhältnis von Rechenleistung zum Energieverbrauch eines Servers.

USV

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Virtualisierung

Mit Virtualisierung können Computerressourcen zusammengefasst oder aufgeteilt werden. Virtualisierung abstrahiert von der tatsächlich vorhandenen Hardware und stellt logische Systeme zur Verfügung. Ein typisches Anwendungsgebiet ist die Servervirtualisierung, bei der ein Hardwareserver so aufgeteilt wird, dass dem Anwender mehrere logische Server zur Verfügung gestellt werden, auf denen z.B. verschiedene Betriebssysteme installiert werden können.

9 Fragebogen zu Rechenzentren in Deutschland

Das Borderstep Institut wurde vom Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) beauftragt, eine Untersuchung zur wirtschaftlichen Bedeutung und zur Wettbewerbssituation der Rechenzentren in Deutschland durchzuführen. Im Rahmen dieser Untersuchung wird diese schriftliche Befragung von Rechenzentrumsbetreibern in Deutschland durchgeführt.

Wir sichern Ihnen Anonymität für Ihre Antworten in diesem Fragebogen zu.

1. Wie viele Rechenzentren betreiben Sie in Deutschland an wie vielen Standorten?

_____ Rechenzentren _____ Standorte

2. Wie groß ist das größte von Ihnen in Deutschland betriebene Rechenzentrum?

_____m²

3. Was für eine Art Rechenzentrum/Rechenzentren betreiben Sie? (Mehrfachantworten möglich)

- Rechenzentrum für die eigene Organisation
- Colocation Rechenzentrum
- Hosting Rechenzentrum
- Gebietsrechenzentrum
- Hochschulrechenzentrum
- Cloud Rechenzentrum
- Sonstiges: _____

4. Wie hat sich ihre Rechenzentrumsfläche (IT-Fläche insgesamt) in den vergangenen fünf Jahren entwickelt?

- Gesunken um mehr als 20 %
- Gesunken bis 20 %
- Im Wesentlichen konstant geblieben
- Gestiegen bis 20 %
- Gestiegen um mehr als 20 %

5. Planen Sie in den nächsten zwei Jahren Investitionen in Ihr Rechenzentrum / Ihre Rechenzentren?

- Ja, wir planen sehr umfangreiche Erweiterungs-Investitionen
- Ja, wir planen Erweiterungs-Investitionen
- Wir werden nur Ersatz-Investitionen durchführen
- Wir werden keinen Investitionen durchführen

6. Wie schätzen Sie die Entwicklung des deutschen Rechenzentrumsmarktes im weltweiten Vergleich ein?

- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst deutlich stärker als der Weltmarkt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst etwas stärker als der Weltmarkt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt entwickelt sich auf dem gleichen Niveau wie der Weltmarkt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst etwas schwächer als der Weltmarkt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst deutlich schwächer als der Weltmarkt

7. Wie schätzen Sie die Entwicklung des deutschen Rechenzentrumsmarktes im europäischen Vergleich ein?

- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst deutlich stärker als der europäische Markt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst etwas stärker als der europäische Markt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt entwickelt sich auf dem gleichen Niveau wie der europäische Markt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst etwas schwächer als der europäische Markt
- Der deutsche Rechenzentrumsmarkt wächst deutlich schwächer als der europäische Markt

8. Wie wichtig sind für Sie die folgenden Standortfaktoren für Rechenzentren in Deutschland?

	sehr wichtig	wichtig	weniger wichtig	unwichtig
Verfügbarkeit von Fachkräften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität von Zulieferern und Servicedienstleistern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuverlässige Stromversorgung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anbindung an Internetknoten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Versorgungsinfrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strompreise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grundstückspreise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nähe zum Kunden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gibt es weitere wichtige Standortfaktoren für Sie?

9. Wie bewerten sie diese Standortfaktoren in Deutschland im internationalen Vergleich?

	Sehr gut	gut	weniger gut	schlecht
Verfügbarkeit von Fachkräften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität von Zulieferern und Servicedienstleistern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuverlässige Stromversorgung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anbindung an Internetknoten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Versorgungsinfrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strompreise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Grundstückspreise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nähe zum Kunden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10. Wie haben sich die Standortfaktoren in den letzten fünf Jahren entwickelt?

	besser geworden	gleich geblieben	schlechter geworden
Verfügbarkeit von Fachkräften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualität von Zulieferern und Servicedienstleistern	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuverlässige Stromversorgung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anbindung an Internetknoten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sonstige Versorgungsinfrastruktur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strompreise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Grundstückspreise
Nähe zum Kunden

11. Wenn Sie in Deutschland Rechenzentrumsdienstleistungen für Dritte anbieten (z.B. Colocation, Hosting, Cloud-Dienste, etc.): Wie bedeutend ist ihr Auslandsgeschäft?

Anteil der Kunden aus dem Ausland _____%

Umsatzanteil der Kunden aus dem Ausland _____%

12. Können Sie sich vorstellen mit Ihrem Rechenzentrum ins Ausland zu gehen?

- ja
- vielleicht
- nein

13. Welche Standorte kämen ggf. für Sie in Frage?

- Nur in das benachbarte Ausland
- Alle Standorte in Europa
- Alle Standorte in Industrienationen
- Alle Standorte weltweit

14. An welchen Stellen im Rechenzentrum konnten Sie in den vergangenen Jahren Energieeinsparungen erreichen?

- Server
- Speichersysteme
- Netzwerk
- USV
- Klimaanlage
- Sonstiges

15. Wo sehen Sie noch Energieeinsparpotenziale in der Zukunft?

- Server
- Speichersysteme
- Netzwerk
- USV
- Klimaanlage
- Sonstiges

16. Beziehen Sie für Ihr Rechenzentrum Strom aus Erneuerbaren Energien?

- Nein
- Ja - vom Stromanbieter
- Ja - wir produzieren selbst

**17. Was spricht aus ihrer Sicht dagegen, Strom aus Erneuerbaren Energien zu beziehen?
(Mehrfachantworten möglich)**

- Der Strom aus Erneuerbaren Energien ist zu teuer.
- Unsere Kunden wollen das nicht.
- Wir halten das nicht für richtig.
- Dadurch wird die Zuverlässigkeit der Stromversorgung gefährdet

- Der Wechsel des Lieferanten ist mit bürokratischen Hindernissen verbunden
- Die Eigenversorgung mit Erneuerbaren Energien ist mit bürokratischen Hindernissen verbunden
- Nichts

18. Kennen Sie den Jahresstromverbrauch Ihres/Ihrer Rechenzentren?

- Ja Nein

19. Kennen Sie die Power Usage Effectivness (PUE) Ihres/Ihrer Rechenzentren?

- Ja Nein

Wenn ja, wie hoch ist dieser Wert für Ihr Rechenzentrum (bei mehreren Rechenzentren: für Ihr bestes Rechenzentrum)?

PUE unseres (besten) Rechenzentrums _____

20. Welche Maßnahmen zum Einsparen von Energie haben Sie in Ihrem Rechenzentrum ergriffen? (Mehrfachantworten möglich)

- Wir nutzen indirekte freie Kühlung.
- Wir nutzen direkte freie Kühlung.
- Wir nutzen hocheffiziente Batterie-USV-Anlagen.
- Wir nutzen hocheffiziente rotierende USV-Anlagen.
- Wir achten bei der Anschaffung auf effiziente IT-Hardware
- Wir nutzen in hohem Maße Server-Virtualisierung
- Wir nutzen in hohem Maße Storage-Virtualisierung
- Wir nutzen in hohem Maße Netzwerk-Virtualisierung
- Wir haben ein Energiemanagementsystem für unser Rechenzentrum
- Wir haben noch weitergehende Maßnahmen ergriffen, z.B.

21. Möchten Sie uns noch etwas mitteilen?

Wenn Sie Interesse an der Zusendung einer Kurzauswertung der Ergebnisse der Befragung haben, geben Sie bitte Ihre E-Mail-Adresse an:

Borderstep plant, in Zukunft einmal jährlich eine Panel-Befragung zum Thema Entwicklung bei Rechenzentren durchzuführen. Es würde uns freuen, wenn Sie sich an diesem Panel beteiligen würden.

- Ja, ich möchte an der jährlichen Panelbefragung zur Entwicklung bei Rechenzentren teilnehmen.

Meine E-Mail-Adresse für die Panelbefragung ist: _____

Rückfragen bitte an:

Dr. Ralph Hintemann, Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH
 Clayallee 323, D-14169 Berlin, Germany
 Tel. +49.(0)30.306 45-1005, Fax +49.(0)30.306 45-1009
 E-Mail: hintemann@borderstep.de

10 Literatur

- Automotive IT (2012): BMW lässt in Island rechnen. Meldung vom 10. Oktober 2012. Online unter www.automotiveit.eu/bmw-lasst-in-island-rechnen/news/id-0037566 vom 10.2.2014.
- BITKOM (2013a): Geschäftsbericht 2013. Berlin.
- BITKOM (2013b): Hightech-Exporte steigen 2012 um 2,1 Prozent. Pressemitteilung vom 20.3.2013. Online unter [/www.bitkom.org/de/markt_statistik/64074_75546.aspx](http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64074_75546.aspx) vom 21.1.2014.
- BITKOM (2013c): Wie Cloud Computing neue Geschäftsmodelle ermöglicht. Leitfaden. Online unter http://www.bitkom.org/files/documents/140203_CC_neue_Geschaeftsmodelle.pdf vom 25.3.2014.
- BITKOM (2014): Jahrespressekonferenz 2014 am 9.3.2014 auf der CeBIT. Online unter http://www.bitkom.org/files/documents/BTIKOM_Charts_CeBIT_Jahres-PK_09_03_2014.pdf vom 20.3.2014.
- BMW (2014): Internationaler Energiepreisvergleich. Online unter <http://www.bmw.de/BMWi/Redaktion/Binaer/Energiedaten/energiepreise-und-energiekosten5-internationaler-energiepreisvergleich-industrie.property=blob,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls> vom 14.2.2014
- Böken, A. (2010): Cloud Computing im Public Sector. Vortrag auf der Konferenz Green Cloud Public am 16.11.2010 in Berlin. Online unter http://www.greencloudconf.de/files/greencloudconf/site/Vortraege/B%C3%B6ken_Grafvo_nWestfalenRechtsanw%C3%A4lte.ppt.pdf vom 20.3.2014.
- Broad-Group (2011): Rechenzentren in Deutschland – Markt und Nachfragemotoren. Online unter www.shop.broad-group.com/download/rechenzentren-in-deutschland.pdf vom 16.1.2014.
- Broad-Group (2012): German Data Centre and Cloud Market Update 2012. Kurzfassung. Online unter <http://www.broad-group.com/report/germany-update> vom 16.1.2014.
- CBRE (2013): European Data Centres Market Review. CBRE Global Corporate Services. Q3/2013 London.
- China Daily (2013): Growth of China X86 server market slows. Online unter http://www.chinadaily.com.cn/business/chinadata/2013-07/18/content_16794794.htm vom 20.3.2014.
- Data Center Dynamics (2011): The 2011 Census. Online unter www.business-sweden.se/PageFiles/9118/Census%202011.pdf vom 14.1.2014.
- DCD Intelligence (2013): Global Data Center Space 2013. London.
- Destatis (2012): Erzeugerpreisindizes für Dienstleistungen: Informationen zum Index IT-Dienstleistungen. Wiesbaden.
- Destatis (2013): Statistisches Jahrbuch 2013. Wiesbaden.
- Destatis (2014): Strukturhebung im Dienstleistungsbereich Unternehmen, tätige Personen, Gesamtumsatz und Bruttoanlageinvestitionen nach Wirtschaftsabschnitten im Jahr 2011. Website. Online unter www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Dienstleistungen/Tabellen/UnternehmenTaetPersonenUmsatzBruttoanlageWZ_SiD.html vom 14.1.2014.

- Deutsche Bundesbank (2014): Übrige Dienstleistungen. Außenwirtschaft / Zahlungsbilanz / Dienstleistungsverkehr mit dem Ausland. Kategorie EDV-Leistungen. Website. Online unter www.bundesbank.de/Navigation/DE/Statistiken/Zeitreihen_Datenbanken/Makrooekonomis_che_Zeitreihen/its_list_node.html?listId=www_s201_b03 vom 21.1.2014.
- Donner, O., Marambio, C., Ottersbach, J. (2012): Update Stromverbrauch und Wettbewerbssituation von Rechenzentren. Kurzgutachten im Auftrag des BMU. Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (BET). Aachen 2012. Online unter http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente_PDFs/_bmu_kurzgutachten_stromverbrauch_und_wettbewerbssituation_von_rechenzentren_bf.pdf vom 9.7.2013.
- eco - Verband der deutschen Internetwirtschaft e. V., Arthur D. Little (2013): Die deutsche Internetwirtschaft 2012 bis 2016. Zahlen, Trends und Thesen. Köln und Frankfurt am Main.
- eco – Verband der deutschen Internetwirtschaft e.V. (2008): Bestandsaufnahme effiziente Rechenzentren in Deutschland. Online unter www.eco.de/wp-content/blogs.dir/bestandsaufnahme-effiziente-rechenzentren-in-deutschland.pdf vom 13.2.2014.
- EITO/IDC (2014): EITO Customized Report for Borderstep. Berlin 2014.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2009): RICHTLINIE 2009/29/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikate. Amtsblatt der Europäischen Union vom 5.6.2009.
- Eurostat: CPA 2008 – Struktur und Erläuterungen. Online unter http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/cpa_2008/documents/CPA2008structure_explanatory_notes_DE.pdf vom 16.4.2014.
- Fichter, K. (2007): Zukunftsmarkt energieeffiziente Rechenzentren, Berlin. Online unter http://www.borderstep.de/pdf/P-Fichter-Zukunftsmarkt_energieeffiziente_Rechenzentren-2007.pdf vom 09.7.2013.
- Fichter, K., Hintemann, R., Beucker, S. & Behrendt, S. (2012): Gutachten zum Thema „Green IT - Nachhaltigkeit“ für die Enquete-Kommission Internet und digitale Gesellschaft des Deutschen Bundestages. Online unter http://www.bundestag.de/internetenquete/dokumentation/Sitzungen/20121126/18_Sitzung_2012-11-26_A-Drs_17_24_058_PGWAG_Gutachten_Green_IT-Nachhaltigkeit.pdf vom 9.7.2013.
- Greenberg, S.; Mills, E.; Tschudi, W.; Rumsey, P.; Myatt, B. (2006). Best Practices for Data Centers: Lessons Learned from Benchmarking 22 Data Centers. Online unter <http://energy.lbl.gov/ea/emills/pubs/pdf/aceee-datacenters.pdf> vom 26.3.2014.
- Handelsblatt (2013): Starke Branchen Deutschlands größte Exporteure. Meldung vom 18.11.2013. Online unter www.handelsblatt.com/unternehmen/maerkte-erobern/starke-branchen-deutschlands-groesste-exporteure/9089984.html vom 21.1.2014.
- Henger, G. (2012): Wie das IBM Forschungslabor Rüslikon die Informatik-Zukunft sieht. Von Computern, die eine Milliarde Berechnungen in einer Milliardestelsekunde durchführen können bis zum "Kognitiven Computing". Meldung von inside-it vom 16.12.2012. Online unter www.inside-it.ch/articles/27958 vom 26.3.2012.

- Hintemann, R. & Fichter, K. (2013): Server und Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2012. Online unter http://www.borderstep.de/pdf/Kurzbericht_Rechenzentren_in_Deutschland_2012_09_04_2013.pdf vom 9.7.2013.
- Hintemann, R. & Fichter, K. (2013): Server und Rechenzentren in Deutschland im Jahr 2012. Online unter http://www.borderstep.de/pdf/Kurzbericht_Rechenzentren_in_Deutschland_2012_09_04_2013.pdf vom 21.2.2013.
- Hintemann, R., Fichter, K. (2010): Materialbestand der Rechenzentren in Deutschland. Eine Bestandsaufnahme zur Ermittlung von Ressourcen- und Energieeinsatz. Herausgegeben vom UBA. Berlin. Online unter <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4037.pdf> vom 9.7.2013.
- Hintemann, R., Fichter, K. (2012): Energieverbrauch und Energiekosten von Servern und Rechenzentren in Deutschland. Aktuelle Trends und Einsparpotenziale bis 2015. Online unter http://www.borderstep.de/pdf/V-Hintemann-Fichter-Kurzstudie_Rechenzentren_2012.pdf vom 9.7.2013.
- Howard-Healy, M. (2013): Marktanalyse: Drittanbieter-Rechenzentren in Deutschland. Vortrag am 11.4.2013 auf die future thinking. Kurzversion online unter <http://future-thinking.de/howard-healy> vom 10.2.2014.
- IDC (2013): Japan Server Installed Base Reached 2.7 Million in 2012, According to IDC. Online unter <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prJP24150813> vom 20.3.2014.
- IHS (2013): The World Market for Data Center Cooling - 2013 Edition. Austin.
- Internationaler Währungsfond (2014): World Economic Outlook Database. Online unter <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/02/weodata/index.aspx> vom 20.3.2014.
- Invest in Finland (2014): Cheaper electricity for data centers in Finland. ICT News vom 28.2.2014. Online unter <http://www.investinfinland.fi/articles/news/ict/cheaper-electricity-for-data-centres-in-finland/44-1124> vom 22.4.2014.
- Kalenda, F. (2014): Facebook baut zweites Rechenzentrum in Schweden. In: ZDNet vom 10.3.2014. Online unter <http://www.zdnet.de/88186512/facebook-baut-zweites-rechenzentrum-schweden/> vom 25.3.2014.
- Landsvirkjun (2014): Low TCO Data Centers in Iceland. Save up to 50% of the cost of your current facility. Online unter www.landsvirkjun.com/productsservices/energyproducts/datacenters/low-tco-data-centers-in-iceland/ vom 15.4.2014.
- Mainova (2013): Zukunft – eine Nahaufnahme (Imagebroschüre). Online unter http://www.mainova-unternehmen.de/imagebroschuere/data/download/Mainova_Imagebroschuere_022013_d_t.pdf vom 20.5.2013.
- Manhart, K. (2009): Wasserkühlung ist Kern CO2-neutraler Rechenzentren. In: Computerwoche.de vom 18.06.2009. Online unter <http://www.computerwoche.de/a/wasserkuehlung-ist-kern-co2-neutraler-rechenzentren,1898626> vom 26.3.2014.

- Melanchthon, D. (2011): Die Microsoft Rechenzentren. Basis für den Erfolg in der Wolke. Online unter http://techday.blob.core.windows.net/techsummitcloud/TechSummit_2011_-_Die_Microsoft_Rechenzentren.pdf vom 2.2.2014.
- Roderer, U. (2009): Wo ist der ideale Standort für ein neues Rechenzentrum? In: Data Center Insider vom 15.06.2009. Online unter <http://www.datacenter-insider.de/themenbereiche/physikalisches-umfeld/allgemein/articles/190865/> vom 20.3.2014.
- Schmitt, K. 2010: Telekom baut größtes Cloud-Rechenzentrum. Online unter http://business.chip.de/news/Telekom-baut-groesstes-Cloud-Rechenzentrum_43394596.html vom 2.2.2014.
- SPEC (2008): SPECpower_ssj2008 Server Benchmark Test. Online unter http://www.spec.org/power_ssj2008/ vom 26.3.2014.
- Statista (2014): Betreibt Ihr Unternehmen ein eigenes Rechenzentrum? Online unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/216277/umfrage/von-unternehmen-betriebene-rechentzentren>
<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/216291/umfrage/prognose-der-weltweiten-investitionen-in-rechenzentren/> vom 14.1.2014.
- Statistische Bundesamt (2014): Schriftliche Auskunft per E-Mail zur Verfügbarkeit von Daten zu den jährlichen Umsätzen für Colocation, Cloud und Hosting Rechenzentren vom 17.4.2014.
- Statistische Bundesamt (2013b): Erzeugerpreisindizes für Dienstleistungen: Informationen zum Preisindex IT-Dienstleistungen (WZ 2008: 58.29, 62 & 63.1). Stand Dezember 2013. Online unter https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/ErzeugerpreisindizesDienstleistungen/Tabellen/BrancheninfoITDienstl.pdf?__blob=publicationFile vom 16.4.2014.
- Statistische Bundesamt (2013a): IKT-Branche in Deutschland. Bericht zur wirtschaftlichen Entwicklung. Online unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UnternehmenHandwerk/Unternehmen/IKT_BrancheDeutschland5529104139004.pdf?__blob=publicationFile vom 9.7.2013.
- Statistisches Bundesamt (2012): Unternehmen und Arbeitsstätten: Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien. 2012. Online unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UnternehmenHandwerk/Unternehmen/InformationstechnologieUnternehmen5529102127004.pdf?__blob=publicationFile vom 21.2.2014.
- Stobbe et.al. (2009): Abschätzung des Energiebedarfs der weiteren Entwicklung der Informationsgesellschaft. Studie des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration -IZM-, Berlin und des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung -ISI-, Karlsruhe. Bearbeitungsnummer D 4 - 02 08 15 - 43/08. Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Online unter <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/abschaetzung-des-energiebedarfs-der-weiteren-entwicklung-der-informationsgesellschaft,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf> vom 9.7.2013.

- TechConsult (2014): EAnalyzer. Online unter www.eanalyzer.biz/selection_quant.php vom 21.1.2014.
- Technische Universität Berlin. Innovationszentrum Energie (IZE) (2008): Konzeptstudie zur Energie- und Ressourceneffizienz im Betrieb von Rechenzentren. Studie zur Erfassung und Bewertung von innovativen Konzepten im Bereich der Anlagen-, Gebäude- und Systemtechnik bei Rechenzentren. Berlin. Online unter www.energie.tu-berlin.de/uploads/media/IZE_Konzeptstudie_Energieeffizienz_in_Rechenzentren.pdf vom 26.3.2014.
- Umweltbundesamt (UBA 2014): Regelungen zu fluorierten Treibhausgasen. Website. Online unter www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw/rechtliche-regelungen vom 26.3.2014.
- Verge, Jason (2013): Google Data Center Investment in Finland Tops \$1 Billion USD. Meldung auf Datacenter Knowledge vom 4. November 2013. Online unter <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2013/11/04/google-data-center-investment-in-finland-tops-1-billion-usd/> vom 26.3.2014.
- Weizsäcker, E.U. von; Lovins, A.B.; Lovins, L.H. (1995): Faktor Vier. Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch. Droemer Knaur. München.
- Wilkens, A. (2011): Google nimmt Rechenzentrum im finnischen Hamina in Betrieb. heise online vom 12.9.2011. Online unter <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Google-nimmt-Rechenzentrum-im-finnischen-Hamina-in-Betrieb-1341059.html> vom 25.3.2013.
- Windeck, C. 2013: Facebook nimmt schwedisches Rechenzentrum in Betrieb. heise online vom 12.06.2013. Online unter <http://www.heise.de/ix/meldung/Facebook-nimmt-schwedisches-Rechenzentrum-in-Betrieb-1886765.html> vom 25.3.2013.