

Rechenzentren 2020

Cloud Computing profitiert von der Krise

Energiebedarf der Rechenzentren steigt trotz Corona weiter an

Dr. Ralph Hintemann

Im Jahr 2020 ist der Strombedarf der Rechenzentren in Deutschland wieder deutlich angestiegen. Im Vergleich zum Vorjahr erhöhte sich der Bedarf an elektrischer Energie durch Server und Rechenzentren um sieben Prozent auf 16 Mrd. kWh. Damit ist der Energiebedarf im Vergleich zum Vorjahr um 1 Mrd. kWh angestiegen, trotz der Wirtschaftskrise durch die Corona-Pandemie. Die Auswirkungen der Corona-Pandemie betreffen die verschiedenen Arten von Rechenzentren jedoch auf sehr unterschiedliche Weise. So sind insbesondere die Investitionen in kleinere Rechenzentren, die von Unternehmen für eigene Zwecke betrieben werden, deutlich zurückgegangen. Die generelle Zurückhaltung bei Investitionen in der Krise wirkt sich spürbar auf solche Rechenzentren aus. Dagegen haben viele Cloud-Anbieter teilweise sogar deutlich von der Corona-Pandemie profitiert. Hier führt beispielsweise die stark angestiegene Nachfrage nach Videodiensten, Tools für Online-Zusammenarbeit oder Online-Shopping zu einem deutlichen Marktwachstum.

Dies sind Ergebnisse einer aktuellen Untersuchung des Borderstep Instituts zur Entwicklung des Energiebedarfs der Rechenzentren in Deutschland.

Wie schon in der Vergangenheit, ist der Anstieg des Energiebedarfs der Rechenzentren vor allem auf den steigenden Strombedarf der Server zurückzuführen (Abbildung 1). Die IT-Komponenten (Server, Storage und Netzwerk) benötigen mit 10 Mrd. kWh im Jahr 2020 etwa 75 % mehr elektrische Energie als im Jahr 2010 (5,8 Mrd. kWh). Dieser deutliche Anstieg ist auf die erheblich zugenommene Nachfrage nach Rechenzentrumsleistung zurückzuführen.

Gemessen an den Workloads hat sich die Leistung der Rechenzentren zwischen 2010 und 2020 verachtfacht. Damit stieg die Energieeffizienz der Rechenzentren – ausgedrückt in Workloads pro eingesetzter Energie – fast um den Faktor sechs.

Auch die Effizienz der Rechenzentrumsinfrastruktur (Kühlung/Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), etc.) stieg im vergangenen Jahrzehnt deutlich an. Der durchschnittliche PUE-Wert¹ der Rechenzentren in Deutschland sank zwischen 2010 und 2020 von 1,98 auf 1,63². Damit steigerte sich die Effizienz der Rechenzentrumsinfrastrukturen um 21 %.

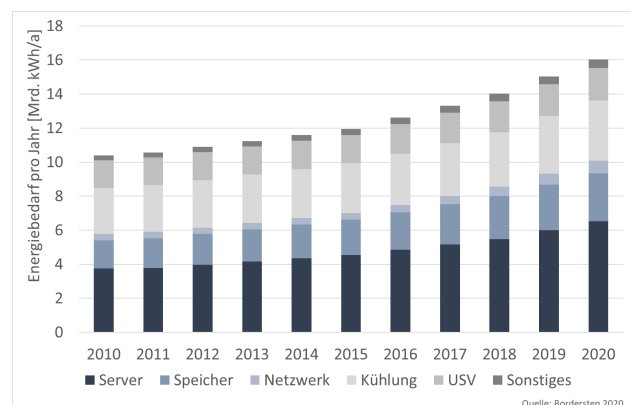


Abbildung 1: Energiebedarf der Server und Rechenzentren in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2020 (Quelle: Borderstep)

Trotz der deutlichen Effizienzgewinne bei der Rechenzentrums-IT und bei den Infrastrukturkomponenten der

auch als Rechenzentren betrachtet, so hat sich der durchschnittliche PUE-Wert in Deutschland von 1,82 im Jahr 2010 auf 1,59 im Jahr 2020 verbessert.

¹ Der Wert der Power Usage Effectiveness (PUE-Wert) gibt das Verhältnis des Jahresenergiebedarfs des gesamten Rechenzentrums zum Jahresenergiebedarf der IT des Rechenzentrums an.

² Die Angabe der PUE-Werte für Rechenzentren erfolgt ohne Berücksichtigung der Stand-Alone-Server, die im Normalfall ohne eigene Klimatisierung betrieben werden. Werden Stand-Alone-Server

Rechenzentren ist auch für die Zukunft mit einem weiter steigenden Energiebedarf zu rechnen. Der seit einigen Jahren anhaltende Boom beim Bau von Rechenzentren in Deutschland wird sich voraussichtlich auch in Zukunft weiter fortsetzen. Neue Großrechenzentren sind insbesondere in Frankfurt und Berlin geplant. Im letzten Jahrzehnt haben sich allein im Raum Frankfurt die Rechenzentrumskapazitäten etwa vervierfacht. Für das Jahr 2021 wird in der Region ein weiteres Wachstum um etwa 25 % erwartet (CBRE, 2020a; Rüdiger & Ostler, 2021).

Cloud Computing: Corona-Pandemie beschleunigt Rechenzentrumswachstum und den Trend zur Cloud

Auch die Corona-Pandemie konnte die Nachfrage nach Rechenzentrumsleistung nicht bremsen – im Gegenteil. Den IT-Ausrüstern von Rechenzentren bescherte das Jahr 2020 teilweise Rekordumsätze. Die Analysten von IDC vermeldeten während der ersten Corona-Welle im zweiten Quartal 2020 Rekordwerte für Stückzahlen und Umsätze bei den Serververkäufen. Im Vergleich zum Vorjahr stiegen die weltweiten Verkaufszahlen um 18,4 %, die Umsätze sogar um 19,8 % (IDC, 2020). Auch der Chiphersteller Intel vermeldete ein deutliches Wachstum im Jahr 2020 – das Rechenzentrumsgeschäft wuchs um 11 % gegenüber dem Vorjahr (Intel, 2021).

Insbesondere Cloud-Anbieter profitierten im vergangenen Jahr und werden wohl auch langfristig gestärkt aus der Corona-Krise hervorgehen (Arthur D. Little & eco, 2020). Dies ist zum einen durch den deutlichen Anstieg der Nachfrage in bestimmten Marktsegmenten wie Videokonferenzen, Online-Shopping oder Tools für das Homeoffice begründet. Zum anderen halten sich aktuell aber auch viele Unternehmen aufgrund der unsicheren Situation bei eigenen Investitionen zurück und nutzen eher die flexiblen Cloud-Angebote.

Der Trend zum Cloud Computing wird also auch in Zukunft weiter anhalten. Zur Frage, in welchem Umfang Cloud-Lösungen heute bereits genutzt werden, kommen die Untersuchungen zu verschiedenen Ergebnissen. So ermittelte z.B. der Bitkom Cloud Monitor 2020, dass 76 % der Unternehmen mit mehr als 20 Beschäftigten in Deutschland in der Cloud sind (KPMG & Bitkom, 2020). IDC ermittelte schon für das Jahr 2015, dass mehr als 70 % der Unternehmen mit mehr als zehn Beschäftigten in Europa Cloud Dienste nutzten (IDC, 2015). Demgegenüber stehen die aktuellen Ergebnisse von Eurostat, die im Rahmen einer Befragung mit knapp 150.000 befragten Unternehmen zu dem Ergebnis kommen, dass europaweit nur etwa 36 % der Unternehmen ab zehn Beschäftigten Cloud-Dienste nutzen. In Deutschland sind es sogar nur 33 % der Unternehmen (Eurostat, 2020).

Die Eurostat-Ergebnisse zeigen, dass kleinere Rechenzentren und der Eigenbetrieb von Servern trotz des Trends zu immer mehr Cloud Computing nicht der Vergangenheit angehören. Aktuell werden bereits Trends ausgemacht, dass Unternehmen Anwendungen aus der Cloud zurück

ins eigene Rechenzentren holen (Alffen, 2019; Ostler, 2019). Außerdem wird ein deutlicher Trend zu sogenannten Hybrid-Cloud-Modellen ausgemacht. Darunter wird die kombinierte Nutzung von Servern in eigenen Rechenzentren mit Cloud-Angeboten verstanden. So können die Flexibilität und Skalierbarkeit von standardisierten Cloud-Angeboten mit den Vorteilen des Eigenbetriebs der Rechenzentren kombiniert werden. Gemäß einer Befragung von IT-Verantwortliche durch Vanson Bourne wird das Hybrid Cloud-Modell von einer großen Mehrheit (86 %) als ideales Betriebsmodell angesehen (Vanson Bourne, 2019).

Diese Entwicklungen bedeuten in Hinsicht auf Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz der Rechenzentren, auch in Zukunft alle Größenklassen von Rechenzentren berücksichtigen zu müssen. Eine alleinige Konzentration auf große Cloud-Rechenzentren ist nicht ausreichend.

Steigende Leistungsaufnahme der Serversysteme

Neben der steigenden Zahl an Servern in Rechenzentren führt auch die zunehmende Leistungsaufnahme der Server zu steigenden Energiebedarfen. Diesen Trend dokumentiert eine Analyse der Messdaten des Benchmarks SPECpower® (Abbildung 2). Die maximale Leistungsaufnahme der untersuchten Server ist seit 2010 im Schnitt um 85 % angestiegen. Da die Leistungsaufnahme im IDLE-Betrieb im Durchschnitt der Server etwa konstant blieb und die Auslastung der Systeme im Schnitt sogar angestiegen ist, nahm der durchschnittliche Stromverbrauch der Server deutlich zu (Hintemann, 2020a). Im Rahmen einer Studie für die europäische Union wurde ermittelt, dass die durchschnittliche Leistungsaufnahme eines Standard-Servers (Volume-Server) in Europa von 153 Watt im Jahr 2010 auf 228 Watt im Jahr 2020 angestiegen ist (Hintemann, Hinterholzer, Montevecchi & Stickler, 2020). Die Analyse der SPECpower-Daten zeigt aber auch einen deutlichen Anstieg in der Effizienz der Datenverarbeitung. Die Zahl der Rechenoperationen pro Watt stieg zwischen 2010 und 2020 etwa um den Faktor 15.

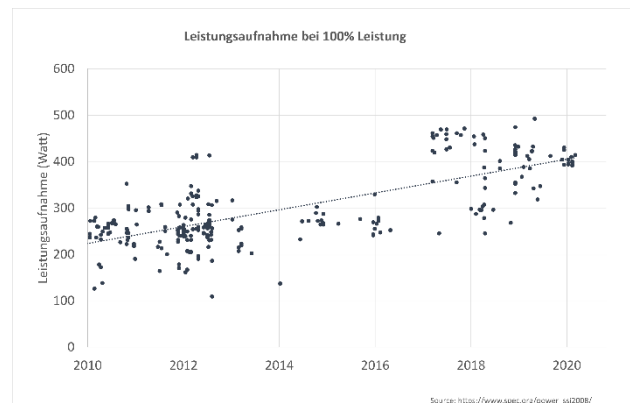


Abbildung 2: Leistungsaufnahme von Servern mit zwei CPUs im SPECpower-Benchmark (2010 – 2020)

Methodik der Untersuchung

Die vorliegende Untersuchung basiert auf Arbeiten des Borderstep Instituts zur Entwicklung der Rechenzentren in Deutschland. Die aktuellen Ergebnisse entstanden im Rahmen des Projektes CliDiTrans - Klimaschutzpotenziale der Digitalen Transformation.

Als Rechenzentren gelten nach der zugrundeliegenden Systematik alle abgeschlossenen räumlichen Einheiten wie Serverschränke, Serverräume, Gebäudeteile oder ganze Gebäude, in denen mindestens drei physische Server installiert sind. Die Entwicklung der Rechenzentrumskapazitäten wird insbesondere auf Basis der Serverausstattung in den Rechenzentren berechnet. Hierbei werden auch die unterschiedlichen Leistungsklassen von Servern berücksichtigt.

Die Berechnungen erfolgen mit Hilfe eines umfangreichen Strukturmodells der Rechenzentrumslandschaft in Deutschland und Europa, das am Borderstep Institut entwickelt wurde und jährlich aktualisiert wird (Fichter & Hintemann, 2014; Hintemann, 2017a, 2020b; Hintemann, Fichter & Stobbe, 2010; Hintemann et al., 2020, 2020; Hintemann & Hinterholzer, 2019, 2020; Stobbe et al., 2015). In dem Modell sind die Rechenzentren in unterschiedlichen Größenklassen in ihrer Ausstattung mit verschiedenen Servertypen, Speichersystemen und Netzwerkinfrastrukturen beschrieben. Dabei werden auch die Altersstruktur der Server und die Energiebedarfe der verschiedenen Servertypen in unterschiedlichen Betriebszuständen berücksichtigt. Außerdem sind die Rechenzentrumsinfrastrukturen wie Klimatisierung, Stromversorgung, USV, etc. für unterschiedliche Größen- und Redundanzklassen modelliert.

Für die aktuellen Berechnungen wurden insbesondere folgende Quellen genutzt:

- Studie "Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market" (Hintemann et al., 2020)
- Studie "Rechenzentren in Europa – Chancen für eine nachhaltige Digitalisierung - Teil 1" (Hintemann & Hinterholzer, 2020)
- Studie „Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland“ - Studie von Fraunhofer IZM und Borderstep im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (Stobbe et al., 2015).
- Aktuelle Ergebnisse von Untersuchungen zur Entwicklung des Rechenzentrumsmarktes (CBRE, 2017, 2018, 2020b; Cisco, 2015, 2016; Gartner, 2020; Hintemann, 2014, 2017b; Hintemann & Clausen, 2018a, 2018b; Hintemann, Fichter & Schlitt, 2014; Howard-Healy, 2018)
- Daten des Marktforschungsinstituts Techconsult zur Marktentwicklung bei Server-, Storage-, und Netzwerkkomponenten (eanalyzer) (Techconsult, 2014, 2015, 2016)
- Daten der Marktforschungsinstitute IDC und EITO zur Marktentwicklung bei Servern in Deutschland und Europa (EITO, 2014, 2019; IDC, 2018)
- Wissenschaftliche Literatur und Herstellerinformationen zur Entwicklung des Energieverbrauchs von Servern, Speicher- und Netzwerkprodukten und bei weiteren Effizienztechnologien für Rechenzentren

Quellen:

- Alffen, G. (2019, Mai 20). Cloud-Repatriation - Warum migrieren Unternehmen aus der Public Cloud zurück? *silicon.de*. Zugriff am 19.3.2020. Verfügbar unter: <https://www.silicon.de/expertentipp/cloud-repatriation-warum-migrieren-unternehmen-aus-der-public-cloud-zurueck>
- Arthur D. Little & eco. (2020). *Die Internetwirtschaft in Deutschland 2020-2025: Auswirkungen der Corona-Krise*. Zugriff am 10.5.2020. Verfügbar unter: <https://www.eco.de/studie-internetwirtschaft-20-25-corona-preprint/>
- CBRE. (2017). *European Data Centres Market Review. Q4 2016*. London. Zugriff am 10.6.2017. Verfügbar unter: <https://www.cbre.de/de-de/research/European-Data-Centres-MarketView-Q4-2016>
- CBRE. (2018, März 21). Nachgefragte Leistung europäischer Rechenzentren übersteigt erneut 100 MW-Wert. *Nachgefragte Leistung europäischer Rechenzentren übersteigt erneut 100 MW-Wert*. Zugriff am 4.4.2018. Verfügbar unter: <http://news.cbre.de/nachgefragte-leistung-europaischer-rechenzentren-ubersteigt-erneut-100-mw-wert>
- CBRE. (2020a). *EMEA Data Centres Q3 2020*. Zugriff am 8.2.2021. Verfügbar unter: <https://www.cbre.com/research-and-reports/EMEA-Data-Centres-Q3-2020>
- CBRE. (2020b). *Europe Data Centres Q4 2019*. Zugriff am 19.3.2020. Verfügbar unter: <https://www.cbre.de/en/global/research-and-reports/featured-reports-global/featured-reports-emea>
- Cisco. (2015). *Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology 2014-2019*. Verfügbar unter: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/Cloud_Index_White_Paper.pdf
- Cisco. (2016). *Cisco Global Cloud Index: Forecast and Methodology 2015-2020*. Zugriff am 10.10.2017. Verfügbar unter: <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/service-provider/global-cloud-index-gci/white-paper-c11-738085.pdf>
- EITO. (2014). *EITO Customized Report for Borderstep*. Berlin: EITO.
- EITO. (2019). *EITO Customized Report for Borderstep*. Berlin: EITO.
- Eurostat. (2020). Cloud computing - statistics on the use by enterprises. Zugriff am 11.2.2020. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises#Types_of_cloud_computing:_public_and_private_cloud
- Fichter, K. & Hintemann, R. (2014). Beyond Energy: Material Stocks in Data Centers, Taking Resource Efficiency into account in Green IT Strategies for Data Centers. *Journal of Industrial Ecology*, (im Erscheinen). <https://doi.org/DOI: 10.1111/jiec.12155>
- Gartner. (2020, März 19). Gartner Says Worldwide Server Revenue Grew 5.1% in the Fourth Quarter of 2019, While Shipments Increased 11.7%. *Gartner*. Zugriff am 19.3.2020. Verfügbar unter: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-03-19-gartner-says-worldwide-server-revenue-grew-5-percent-in-the-fourth-quarter-of-2019-while-shipments-increased-11-percent>
- Hintemann, R. (2014). Consolidation, Colocation, Virtualization, and Cloud Computing – The Impact of the Changing Structure of Data Centers on Total Electricity Demand. In L. Hilty & B. Aebischer (Hrsg.), *ICT Innovations for Sustainability. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hintemann, R. (2017a). *Rechenzentren 2016. Trotz verbesserter Energieeffizienz steigt der Energiebedarf der deutschen Rechenzentren im Jahr 2016*. Berlin: Borderstep Institut für Innovation

- und Nachhaltigkeit. Verfügbar unter: https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2017/03/Borderstep_Rechenzentren_2016_Stand_07_03_2017_finaln-1.pdf
- Hintemann, R. (2017b). *Energieeffizienz und Rechenzentren in Deutschland – weltweit führend oder längst abgehängt? - Präsentation*. Berlin: Netzwerk energieeffiziente Rechenzentren - NeRZ. Zugriff am 25.10.2017. Verfügbar unter: <https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2017/07/NeRZ-Studie-Rechenzentrumsmarkt-30-06-2017.pdf>
- Hintemann, R. (2020a, September 20). Leistungsdichte in Rechenzentren steigt weiter an. Zugriff am 26.2.2021. Verfügbar unter: <https://www.datacenter-insider.de/leistungsdichte-in-rechenzentren-steigt-weiter-an-a-967439/>
- Hintemann, R. (2020b). *Rechenzentren 2018. Effizienzgewinne reichen nicht aus: Energiebedarf der Rechenzentren steigt weiter deutlich an*. Berlin: Borderstep Institut. Verfügbar unter: <https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2020/03/Borderstep-Rechenzentren-2018-20200324rev.pdf>
- Hintemann, R. & Clausen, J. (2018a). *Bedeutung digitaler Infrastrukturen in Deutschland. Sozioökonomische Chancen und Herausforderungen für Rechenzentren im internationalen Wettbewerb*. Berlin. Verfügbar unter: https://www.eco.de/wp-content/uploads/dlm_uploads/2018/06/DI_Studie.pdf
- Hintemann, R. & Clausen, J. (2018b). *Potenzial von Energieeffizienztechnologien bei Colocation Rechenzentren in Hessen*. Berlin: Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. Zugriff am 26.4.2018. Verfügbar unter: <https://www.digitalstrategie-hessen.de/rechenzentren>
- Hintemann, R., Fichter, K. & Schlitt, D. (2014). Adaptive computing and server virtualization in German data centers - Potentials for increasing energy efficiency today and in 2020. In Marx Gómez, Sonnenschein, Vogel, Winter, Rapp, & Giesen (Hrsg.), *Proceedings of the 28th Conference on Environmental Informatics - Informatics for Environmental Protection, Sustainable Development and Risk Management* (S. 477–484). Gehalten auf der EnviroInfo 2014 - ICT for Energy Efficiency, Oldenburg: BIS. Zugriff am 25.1.2015. Verfügbar unter: <http://enviroinfo.eu/sites/default/files/pdfs/vol8514/0477.pdf>
- Hintemann, R., Fichter, K. & Stobbe, L. (2010). Materialbestand der Rechenzentren in Deutschland-Eine Bestandsaufnahme zur Ermittlung von Ressourcen- und Energieeinsatz. *Studie im Rahmen des UFO-Plan-Vorhabens "Produktbezogene Ansätze in der Informations- und Kommunikationstechnik" (Förderkennzeichen 370 893 302)*, Beauftragt vom Umweltbundesamt.
- Hintemann, R. & Hinterholzer, S. (2019). Energy Consumption of Data Centers Worldwide - How will the Internet become Green? Gehalten auf der ICT4S, Lappeenranta, Finland. Zugriff am 8.8.2019. Verfügbar unter: http://ceur-ws.org/Vol-2382/ICT4S2019_paper_16.pdf
- Hintemann, R. & Hinterholzer, S. (2020). *Rechenzentren in Europa – Chancen für eine nachhaltige Digitalisierung - Teil 1*. Berlin: Allianz zu Stärkung digitaler Infrastrukturen in Deutschland. Zugriff am 11.6.2020. Verfügbar unter: <https://digitale-infrastrukturen.net/studie-nachhaltige-digitalisierung-in-europa/>
- Hintemann, R., Hinterholzer, S., Montevecchi, F. & Stickler, T. (2020). *Energy-efficient Cloud Computing Technologies and Policies for an Eco-friendly Cloud Market*. Berlin, Vienna: Borderstep Institute & Environment Agency Austria.
- Howard-Healy, M. (2018). *Co-location Market Quarterly (CMQ) brief - Vortrag auf dem BroadGroup's Knowledge Brunch in Frankfurt*. Broadgroup.
- IDC. (2015). *SMART 2013/0043 - Uptake of Cloud in Europe - Follow-up of IDC Study on Quantitative estimates of the demand for Cloud Computing in Europe and the likely barriers to take-up*. Zugriff am 12.9.2018. Verfügbar unter: <https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cfe5a91c-85cf-4c64-99e9-1b5900c8529a/language-en/format-PDF/source-search>
- IDC. (2018). *Server Market and Enterprise Storage Systems By Country 2014-2017*.
- IDC. (2020, September 8). Worldwide Server Market Revenue Grew 19.8% Year Over Year in the Second Quarter of 2020, According to IDC. *IDC: The premier global market intelligence company*. Zugriff am 26.2.2021. Verfügbar unter: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS46838120>
- Intel. (2021, Januar 21). Intel Reports Fourth-Quarter and Full-Year 2020 Financial Results. *Intel Newsroom*. Zugriff am 26.2.2021. Verfügbar unter: <https://newsroom.intel.com/news-releases/intel-reports-fourth-quarter-full-year-2020-financial-results/>
- KPMG & Bitkom. (2020). *Cloud-Monitor 2020*. Verfügbar unter: <https://home.kpmg/de/de/home/themen/overview/cloud-computing.html>
- Ostler, U. (2019, November 26). 73 Prozent der Unternehmen holen Apps zurück ins Rechenzentrum. Zugriff am 26.2.2021. Verfügbar unter: <https://www.datacenter-insider.de/73-prozent-der-unternehmen-holen-apps-zurueck-ins-rechenzentrum-a-886379/>
- Rüdiger, A. & Ostler, U. (2021, Februar 25). Kein Ende des Datacenter-Booms in Sicht. Zugriff am 26.2.2021. Verfügbar unter: <https://www.datacenter-insider.de/kein-ende-des-datacenter-booms-in-sicht-a-1001868/?cmp=nl-86&uuid=FB2DBC7C-120B-4715-B31797404926E695>
- Stobbe, L., Hintemann, R., Proske, M., Clausen, J., Zedel, H. & Becker, S. (2015). *Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland - Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie*. Berlin: Fraunhofer IZM und Borderstep Institut. Verfügbar unter: <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht,property=pdf,be-reich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Techconsult. (2014). Daten des eanalyzer. Verfügbar unter: www.eanalyzer.biz
- Techconsult. (2015). Daten des eanalyzer. Verfügbar unter: www.eanalyzer.biz
- Techconsult. (2016). Daten des eanalyzer. Verfügbar unter: www.eanalyzer.biz
- VansonBourne. (2019). *Nutanix Enterprise Cloud Index - Application requirements to drive hybrid cloud growth*. Zugriff am 12.3.2020. Verfügbar unter: https://www.nutanix.com/enterprise-cloud-index?utm_source=sprout&utm_medium=social

Kontakt:

Dr. Ralph Hintemann
 Gesellschafter und Senior Researcher
 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
www.borderstep.de