



Technische
Hochschule
Nürnberg

Fakultät Informatik

**Analyse des "Vendor-Lock-In"-Risikos bei
führenden Cloud-Computing-Anbietern
unter Berücksichtigung der
Besonderheiten im GKV-Markt am
Beispiel der kubus IT eGbR**

Bachelorarbeit im Studiengang Medieninformatik

vorgelegt von

Ben Kretschmer

Matrikelnummer 3680674

Erstgutachter: Prof. Dr. Michael Zapf
Zweitgutachter: Prof. Dr. Uwe Wienkop
Betreuer: M.Sc. Kerstin Köhler
Unternehmen: kubus IT eGbR

© 2026

Dieses Werk einschließlich seiner Teile ist **urheberrechtlich geschützt**. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Hinweis: Diese Erklärung ist mit Originalunterschrift (nicht gescannt) in das Papierexemplar der Abschlussarbeit fest einzubinden. Eine Spiralbindung ist nicht zulässig. Das digitale Exemplar enthält einen Scan der Erklärung mit Unterschrift.

Prüfungsrechtliche Erklärung der/des Studierenden

Angaben des bzw. der Studierenden:

Name: Kretschmer Vorname: Ben Matrikel-Nr.: 3680674

Fakultät: Informatik Studiengang: Medieninformatik B.Sc.

Semester: 7

Titel der Abschlussarbeit:

Analyse des "Vendor-Lock-In"-Risikos bei führenden Cloud-Computing-Anbietern unter Berücksichtigung der Besonderheiten im GKV-Markt am Beispiel der kubus IT eGbR

Ich versichere, dass ich die Arbeit selbständig verfasst, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, alle benutzten Quellen und Hilfsmittel angegeben sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe. Außerdem versichere ich, dass der Hauptteil des Papierexemplares und des digitalen Exemplares identisch sind. Das digitale Exemplar enthält, falls gefordert, lediglich weitere Anlagen.

Nürnberg, der 20.01.26

Ort, Datum, Unterschrift Studierende/Studierender

Erklärung der/des Studierenden zur Veröffentlichung der vorstehend bezeichneten Abschlussarbeit

Die Entscheidung über die vollständige oder auszugsweise Veröffentlichung der Abschlussarbeit liegt grundsätzlich erst einmal allein in der Zuständigkeit der/des studentischen Verfasserin/Verfassers. Nach dem Urheberrechtsgesetz (UrhG) erwirbt die Verfasserin/der Verfasser einer Abschlussarbeit mit Anfertigung ihrer/seiner Arbeit das alleinige Urheberrecht und grundsätzlich auch die hieraus resultierenden Nutzungsrechte wie z.B. Erstveröffentlichung (§ 12 UrhG), Verbreitung (§ 17 UrhG), Vervielfältigung (§ 16 UrhG), Online-Nutzung usw., also alle Rechte, die die nicht-kommerzielle oder kommerzielle Verwertung betreffen.

Die Hochschule und deren Beschäftigte werden Abschlussarbeiten oder Teile davon nicht ohne Zustimmung der/des studentischen Verfasserin/Verfassers veröffentlichen, insbesondere nicht öffentlich zugänglich in die Bibliothek der Hochschule einstellen.

Hiermit genehmige ich, wenn und soweit keine entgegenstehenden Vereinbarungen mit Dritten getroffen worden sind,

genehmige ich nicht,

dass die oben genannte Abschlussarbeit durch die Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, ggf. nach Ablauf einer mittels eines auf der Abschlussarbeit aufgebrachten Sperrvermerks kenntlich gemachten Sperrfrist

von Jahren (0 - 5 Jahren ab Datum der Abgabe der Arbeit),

der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird. Im Falle der Genehmigung erfolgt diese unwiderruflich; hierzu wird der Abschlussarbeit ein Exemplar im digitalisierten PDF-Format an die Betreuer übermittelt. Bestimmungen der jeweils geltenden Studien- und Prüfungsordnung über Art und Umfang der im Rahmen der Arbeit abzugebenden Exemplare und Materialien werden hierdurch nicht berührt.

Nürnberg, der 20.01.26

Ort, Datum, Unterschrift Studierende/Studierender

Datenschutz: Die Antragstellung ist regelmäßig mit der Speicherung und Verarbeitung der von Ihnen mitgeteilten Daten durch die Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm verbunden. Weitere Informationen zum Umgang der Technischen Hochschule Nürnberg mit Ihren personenbezogenen Daten sind unter nachfolgendem Link abrufbar: <https://www.th-nuernberg.de/datenschutz/>

Kurzdarstellung

Diese Arbeit ist in Zusammenarbeit zwischen dem IT-Dienstleister kubus IT und der Technischen Hochschule Georg Simon Ohm Nürnberg entstanden.

Ziel war es Anbieterbindung (englisch: Vendor-Lock-In) bei führenden Cloud-Computing-Anbietern insbesondere SaaS-Anbietern zu quantifizieren und zu vergleichen. Dies wurde getan, um die Herausforderung der Anbieterbindung in den Auswahlprozess für Cloud-Computing-Anbieter integrieren zu können.

Dafür wurden einleitend die Begrifflichkeiten und deren Relevanz anhand von Fachliteratur und Umfragen unter Unternehmen erläutert. Außerdem wurde eine Auswahl führender Cloud-Computing-Anbieter und deren Produktkataloge vorgestellt.

Mit dieser Grundlage wurde die Motivation für die Beschäftigung mit Anbieterbindung und die Zielsetzung dieser Arbeit beschrieben.

Im Anschluss wurde der Kontext der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) in Deutschland eingeleitet und die Ausgangssituation auch unter Berücksichtigung gesetzlicher Rahmenbedingungen und des aktuellen Vergabeverfahrens in der kubus IT dargestellt.

Danach wurde die vorschlagene Lösung zur Quantifizierung von Anbieterbindung, einem Bewertungsmodell, schrittweise entwickelt.

Zuletzt wurde das Bewertungsmodell auf eine Auswahl von Anbietern angewendet, die Ergebnisse aufgezeigt und deren Relevanz diskutiert. Die Methodik der Arbeit wurde abschließend reflektiert, eine Handlungsempfehlung für die kubus IT ausgesprochen und ein Ausblick auf die künftige Entwicklung der Thematik insbesondere im Bezug auf gesetzliche Änderungen gegeben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	.	.	.	1
1.1. Heranführung	.	.	.	1
1.1.1. Theoretische Hintergründe des Cloud-Computing	.	.	.	1
1.1.2. Aktuelle Implementierungen des Paradigmas	.	.	.	4
1.1.3. Überblick über Vor- und Nachteile	.	.	.	8
1.1.4. Detailbetrachtung der Anbieterbindung	.	.	.	13
1.1.5. Beenden von Anbieterbeziehungen	.	.	.	15
1.1.6. Überblick über führende Cloud-Computing-Anbieter	.	.	.	15
1.1.7. Überblick über Cloud-Produkte	.	.	.	15
1.2. Motivation	.	.	.	15
1.2.1. Besonderheiten des Themas	.	.	.	15
1.2.2. Bedarf einer Analyse von Anbieterbindung	.	.	.	16
1.3. Abgrenzungen	.	.	.	16
1.3.1. Distanzierung von ökonomischen Ansätzen	.	.	.	17
1.3.2. Fokus auf öffentliche Cloud	.	.	.	17
1.3.3. Eingrenzung der zu analysierenden Anbieter	.	.	.	17
2. Problemstellung	.	.	.	19
2.1. Ausgangssituation	.	.	.	19
2.1.1. Besonderheiten am Beispiel kubus IT	.	.	.	19
2.1.2. Resultierende rechtliche Vorschriften	.	.	.	19
2.1.3. Cloud-Architektur in der kubus IT	.	.	.	22
2.1.4. Vendor-Management in der kubus IT	.	.	.	23
2.2. Zielsetzung	.	.	.	24
2.2.1. Analyse des Vendor-Lock-In-Risikos	.	.	.	24
2.2.2. Abgeleitete Etappenziele	.	.	.	24
2.2.3. Zielsetzung der Analyse	.	.	.	24
2.2.4. Verifizierbarkeit der Ergebnisse	.	.	.	25
3. Lösungsansatz	.	.	.	27
3.1. Bewertungsmodell	.	.	.	27
3.1.1. Struktur des Kriterienkatalogs	.	.	.	27
3.1.2. Kriterien mit indirektem Einfluss	.	.	.	28
3.1.3. Kriterien mit direktem Einfluss	.	.	.	31

3.1.4. Entwicklung des Bewertungsschemas	32
4. Experimente	37
4.1. Modell-Prüfung	37
4.1.1. Intuitive Gewichtung	37
4.1.2. Faire Gewichtung	37
4.1.3. Gegenprüfung durch zufällige Gewichtung	37
4.2. Interpretation	37
4.2.1. Bedeutung der Ergebnisse	37
4.2.2. Aussagekraft des Modells	37
4.3. Diskussion der Ergebnisse	38
4.3.1. Relevanz der Ergebnisse	38
4.3.2. Mögliche Kritik an der Methodik	38
5. Ausblick	39
5.1. Handlungsempfehlung	39
5.1.1. Implementierung in den Vergabeprozess	39
5.2. Reaktion des Gesetzgebers	39
5.2.1. Gesetzliche Lösungen für Anbieterbindung	39
5.2.2. Effekt der aktuellen Gesetzesänderungen	40
5.2.3. tbd	40
A. Bewertungsmodell	41
A.1. Nutzungshinweise	41
A.2. Bewertungsmodell des Risikos von Vendor-Lock-In	41
Abbildungsverzeichnis	45
Literatur	47
Glossar	49

Kapitel 1.

Einleitung

1.1. Heranführung

Die Heranführung dient im Kontext der Arbeit als theoretische Grundlage für nachfolgende Abwägungen, als Ort für Hintergrundinformationen und zur Angleichung des Themenverständnisses im Hinblick auf Begriffsbedeutungen.

1.1.1. Theoretische Hintergründe des Cloud-Computing

Cloud Computing als Phänomen Es ist zusammen mit der künstlichen Intelligenz einer der wohl schillerndsten und meistverwendetsten Begriffe in der IT-Branche wie Thorsten Hennrich in seinem Fachbuch zu Cloud Computing nach der Datenschutzverordnung einleitend formulierte. Der Technologie Cloud Computing wird das „disruptive Potential“ zugeordnet, das den Startschuss einer „neuen Ära in der Informationstechnologie“ bedeuten könnte. (Hennrich, 2023, Kap. 1.2, S. 17)

Definitionen von Cloud Computing Laut der ISO Norm, ist Cloud Computing ein

Paradigma, um einen netzwerkbasierten Zugang auf ein skalierbares und elastisches Reservoir gemeinsam nutzbarer physischer oder virtueller Ressourcen nach dem Selbstbedienungsprinzip und bedarfsgerechter Administration zu ermöglichen. (ISO Organisation, 2023)

ISO ist die Kurzbezeichnung der internationalen Organisation für Standardisierung. Die drei Buchstaben sind laut dem Internetauftritt der Organisation vom griechischen ‚isos‘ abgeleitet, was zu ‚gleich‘ bedeutet. Die Standards der Organisation werden durch Komitees entwickelt. (**ISODef2026**)

Ergänzend zu dieser Definition steht der Artikel vom US-amerikanischen Technologieunternehmen Microsoft mit dem Titel ‚Was ist die Cloud?‘. Der Webartikel klärt aus Sicht des Cloud-Computing-Anbieters auf und definiert die Cloud als „[...] Online-Speicherplatz, in

dem Personen und Unternehmen ihre Dateien und Anwendungen speichern, die von überall mit einer Internetverbindung zugänglich sind.“(Microsoft Azure, 2025b) Des Weiteren bietet ‚die Cloud‘, laut dem Anbieter, „Dienste wie Rechenleistung, Datenbanken, Netzwerke und Softwareanwendungen.“(Microsoft Azure, 2025b)

Dabei ist anzumerken, dass jeder Anbieter für Cloud-Computing eine Variation dieser Definition veröffentlicht. Diese Arbeit beschränkt sich schwerpunktmäßig auf die ISO-Definition.

Folgerungen aus den Definitionen Aus diesen Perspektiven zu der Cloud-Computing-Technologie lassen sich wichtige Grundlagen, wie den Zusammenhang zwischen Internet und Cloud-Computing und die inherente Flexibilität als Fundament der Technologie, ableiten.

Ressource Internet im Kontext der Technologie IT-Komponenten, wie der Speicher für Daten, die zu jeder Organisation und jedem Unternehmen gehören und traditionell am gleichen Standort beziehungsweise on-Premise aufzufinden waren, können ausgelagert werden. Je nach Umsetzungsart sind die IT-Komponenten von Cloud-Computing trotzdem auf dem Grundstück des Unternehmens, im gleichen Land oder an einem völlig anderen Ort auf der Erde. Jede Komponente, die der Kunde nicht selbst verwaltet, wird durch eine hinreichende Abstraktionsebene versteckt und es wird nur eine ‚bedarfsgerechte Administration ermöglicht‘(vergleiche ISO-Definition).

Immer jedoch, sind die Komponenten in Rechenzentren (englisch: Data Centers, auch Cluster), was spezielle Räume oder Gebäude sind, die aus einer Vielzahl einzelner Rechenmaschinen bestehen und enorme Maßstäbe annehmen können. Die Größe ist oft lediglich durch die finanziellen Grenzen des Betreibers und die Strom- und Internet-Infrastruktur eingeschränkt. Es wird eine Internetverbindung benötigt, die einzelne Daten schnell und viele Daten parallel transportieren kann. Analog ist eine stabile und leistungsfähige Stromanbinung für Rechenzentren nötig. Stromausfälle beispielsweise schränken die Verfügbarkeit ein und können die Komponenten beschädigen. Dadurch ist Cloud-Computing als Produkt des Informationssektor (Quatärsektor der Wirtschaftssektoren) wie auch die (Ur-)Produktion von Standortfaktoren wie vorteilhaften Grundstücks- und Energiepreisen, sowie -Verfügbarkeit (z. B. Wasserkraft), abhängig. (Tanenbaum, 2013, Kap. 1.3) (Wikipedia-Autoren, 2026d)

Flexibilität per Design Genutzt werden die Komponenten folglich per Fernzugriff und -steuerung über das Internet. (vergleiche ISO-Definition)

Diese Ausgestaltung alleine ermöglicht schon deshalb eine höhere Flexibilität, da Mitarbeitende des Unternehmens aus der Ferne auf die Komponenten zugreifen können.

Darüberhinaus ist ein wichtiger Bestandteil des Konzeptes die Skalierung beziehungsweise Erweiterung der Ressourcen. Die Skalierung beinhaltet, dass zusätzliche Komponenten auf

Wunsch des Cloud-Computing-Kunden zugeschaltet werden können. Diese Skalierung ist in die Produkte einbaut und geschieht „nach Bedarf“ über einen definierten Prozess. Unabhängig von diesem Prozess entfällt die Notwendigkeit auf Kundenseite zusätzliche physische Komponenten an das System anzuschließen. (Hennrich, 2023, Kap. 1.2, S. 17)

Abrechnungsmodelle in dieser Flexibilität werden übersichtshalber in Abschnitt 1.1.2 kurz vorgestellt.

Begriffsunterscheidung Cloud und Cloud-Computing Cloud und Cloud-Computing wird oft synonym verwendet werden. So auch teilsweise im Informationsmaterial von Microsoft, wo das Konzept von Cloud-Computing beschrieben wird, aber oft als ‚die Cloud‘ abgekürzt wird. Zur Irritation trügt erschwerend bei, dass Microsoft einen zweiten Artikel mit dem Titel „Was ist Cloud-Computing?“ veröffentlicht hat, der eine sehr ähnliche Definition beinhaltet, aber die Cloud selbst als Bezeichnung für das Internet beschreibt. (Microsoft Azure, 2025a)

Diese Arbeit bezieht sich auf Cloud-Computing nach den explizit genannten Definitionen und, wenn alternative Begriffe synonym zu verstehen sind, wird dies ausdrücklich gekennzeichnet.

Geschichte und Verbreitung der Technologie Die Definitionen geben einen Einblick in das vermeintliche Potential der Technologie. Die tatsächliche Popularität von zentralisierter Computer-Ressourcen und Cloud-Computing hat sich im Laufe der Zeit verändert.

Verbindungen zu Mainframe Computing Das Konzept Cloud-Computing, also von zentralisierter Computer-Ressourcen in einem Rechenzentrum (englisch Data Center), beschreibt A. Tanenbaum als eine Art „Mainframe Computing V2.0“. (Tanenbaum, 2013, Kap. 1.3) Bei dieser Architektur wurde auf eine Rechenmaschiene, die aufgrund des Platz- und Strombedarfs meist in einem speziellen Gebäude oder Raum einer Institution aufzufinden war, über ein Intranet mit einem leistungsschwachen Terminal(-Computer) zugegriffen. Über diese Terminals werden große Rechenaufgaben angestoßen und die Ergebnisse später betrachtet. Sie waren die Benutzeroberfläche. (Tanenbaum, 2013, Kap. 1.3)

Miniaturisierung von Transistoren Da die Transistoren (fundamentaler Baustein für Computer) mit unvergleichlicher Geschwindigkeit miniaturisiert und immer kompakter auf Computer-Chips platziert werden konnten, schrumpfte auch der Raumbedarf. Dadurch wurde die Mainframe-Architektur zunächst obsolet. Die Entwicklung der Transistorengröße ist jedoch von physikalischen Größen begrenzt und dadurch ein ewiges Phänomen. Zu den physikalischen Grenzen zählen Energie-Verlust (englisch: energy dissipation), Strom-Abfluss

(englisch: current leakage) und die Größe von Silikon-Atomen Im Fachbuch von Tanenbaum, wird erwähnt, dass die Grenzen der Transistor-Miniaturisierung Schätzungen zufolge 2023 erreicht werden könnte. (Tanenbaum, 2013, Kap. 1.3)

Wiedergeburt von zentralisiertem Computing Die rasante Entwicklung der Berechnungsmöglichkeiten erzeugt einen Teufelskreis (englisch: virtuous circle), der daraus bestand, dass die technologischen Entwicklungen auch die Anforderungen und Erwartungen an Software steigerten, was wiederum verbesserte Rechenleistung forderte. (Tanenbaum, 2013)

Daher vertritt diese Arbeit die Auffassung, dass die beschriebenen Gegebenheiten die erneute räumliche und organisatorische Zentralisierung begünstigt haben.

Aktuelle Verbreitung von Cloud-Computing Statistische Befragungen der letzten Jahrzehnte von Führungskräften deutscher und internationaler Unternehmen, machen deutlich, dass das Thema die Aufmerksamkeit der Führungsebenen erreicht hat und Cloud-Computing in die Unternehmen eingezogen ist.

Exemplarisch geht dies aus Abbildung 1.1.1 hervor. Die Abbildung zeigt ein Balkendiagramm, das die Nutzung von Cloud-Computing über die Jahre 2011 bis 2024 beschreibt. Hierbei zeigt die y-Achse die Verteilung der Antworten der Befragten in Prozent und die x-Achse die dazugehörigen Jahreszahlen. Ein Datenpunkt pro Jahr zeigt den Anteil der Unternehmen, die bereits Cloud Computing nutzen und ein weiterer Datenpunkt zeigt den Anteil der Unternehmen, die den Einsatz noch planen. Laut der Visualisierung stieg im Zeitraum der Untersuchung, welcher sich auf insgesamt 13 Jahre beläuft, die Nutzung von Cloud-Computing von 28% auf 98%. Der Anteil der Befragten, die angaben, dass sie die Technologie nur planen, sank von 22% auf 0%. Für die Untersuchung wurden Geschäftsführer und IT-Führungskräfte aus 503 Unternehmen befragt. (Statista Research Department, 2025)

Im Kontext dieser Arbeit gibt die Befragung einen ersten Einblick in die Nutzungstrends der Technologie an. Der hohe Nutzungsanteil zum Ende der Datenreihe, lässt darauf schließen, dass sich die Entscheidungstragenden heute nicht mehr fragen, ob sie diese Technologie einsetzen, sondern welcher Anbieter wie genutzt wird.

1.1.2. Aktuelle Implementierungen des Paradigmas

Kapitalisierung von Cloud-Computing Aus dem Paradigma Cloud Computing und den verschiedenen aufgezeigten Service-Modellen (vergleiche Abbildung 1.1.2), ergibt sich ein zentrales Geschäftsmodell.

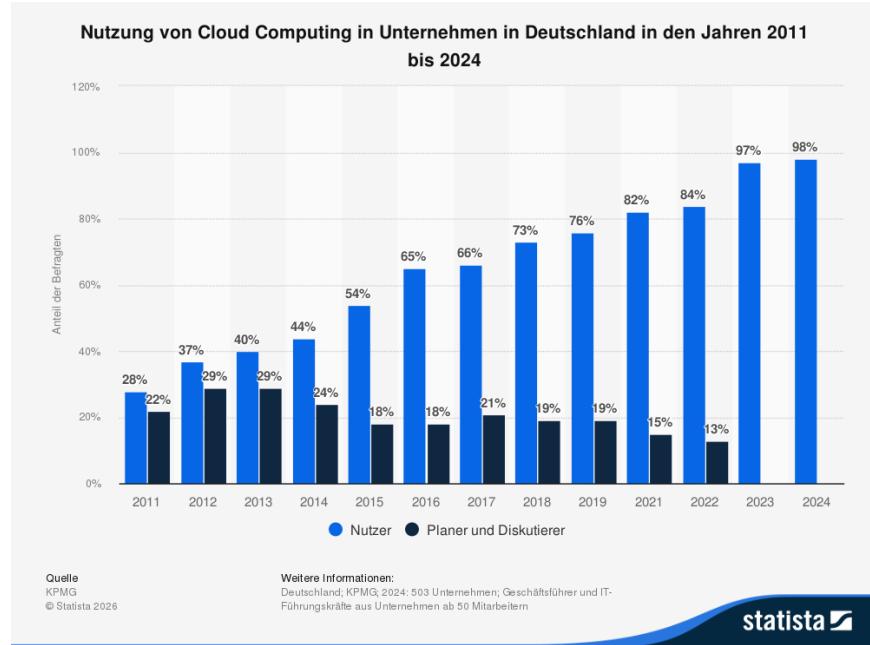


Abbildung 1.1.: Nutzung von Cloud Computing

Computing als Dienstleistung Statt Produkte wie beispielsweise Serverkomponenten zu kaufen, wird Computing zum Produkt in Form einer Dienstleistung. Dabei werden einmalige Anschaffungskosten und Betriebskosten zu einer monatlichen oder jährlichen Gebühr. (Hennrich, 2023, Kap. 1.2, S. 17) Durch die neue kontinuierliche Beziehung zwischen Cloud-Computing-Anbieter und Kunde ergeben sich Anforderungen für eine geregelte Geschäftsbeziehung, zur klaren Regelung aller Bestandteile der fortlaufenden Interaktion. (Steven Mezzio, 2023, Kap. 8, S. 89ff)

Dieses Regelwerk wird als Dienstleistungsvereinbarung (englisch: Service-Level-Agreement, SLA) bezeichnet und von der europäischen Kommision als

Das Instrument zur Steuerung der Beziehung zwischen dem Endnutzer (Cloud Service Customer) und dem Dienstleister (Cloud Service Provider), ist ein einvernehmlicher Vertrag zwischen den beiden Parteien, was als Cloud Service Level Agreement (CSLA) bezeichnet wird. Aus der globalen Natur von Cloud-Angeboten heraus, übertreten CSLAs typischerweise mehrere Rechtsräume. Diese unterschiedliche Handhabung ist besonders im Hinblick auf Schutz von personenbezogenen Daten im Cloud-Service relevant. Die Vereinbarungen unterscheiden sich bei jedem CSP insofern, dass die Grundfunktionalitäten Ähnlichkeiten beinhalten, aber die individuellen Regelungen und Bedingungen für die Dienste der jeweiligen Anbieter sind einzigartig für diesen Anbieter. (Europäische Commission - ICT Standards (SLA), 2016, Übersetzt für diese Arbeit)

definiert.

Folgerungen aus der Definition Aus der Definition der europäischen Kommision lässt sich folgern, dass eine korrekte Ausgestaltung der CSLAs entscheidend für positive Zusammenarbeit aus Sicht Cloud Service Customers ist. Die Aufgabe des Kunden ist es im Detail zu untersuchen, ob die Vereinbarung, die ein Cloud Service Provider vorschlägt oder in Abstimmung erarbeitet hat, tatsächlich vorteilhaft für die künftige Zusammenarbeit und vor allem hilfreich für die Klärung von Uneinigkeiten ist. Ist dies nicht der Fall, so können unvorteilhafte oder unklare Formulierungen zu Rechtsstreitigkeiten und einer Gefahr für die langfristige Geschäftsstrategie des Kunden werden. (Europäische Commision - ICT Standards (SLA), 2016),(Steven Mezzio, 2023, S. 89ff)

Schematische Gegenüberstellung von Abrechnungsmodell und Funktionsweise
 Grundlegend sind die Abrechnungsmodell der Cloud-Computing-Anbieter so gestaltet, dass die Nutzung der Kunden einberechnet wird. Obwohl es vereinzelt einmalige Kosten wie Installations- oder Migrationsgebühren gibt, richten sich die Kosten für den Kunden prinzipiell nach der Anzahl der genutzten Ressourcen oder der Dauer der Nutzung.

Bezeichnung	Prinzip
,as a Service‘	Produkt mit Abonnement
,on Demand‘	Produktkatalog mit Abonnement
,Pay per Use‘	Festgelegter Preis / Einheit

(Hennrich, 2023, Kap. 1.2)

Funktionsweise und gängige Architekturen Es gibt viele verschiedene Varianten und Konfigurationen des Cloud-Computing. Wie auch bei eigenen Rechenzentren aus einer Vielzahl von Architekturen und Herangehensweisen gewählt werden kann, so gibt es bei der Wahl der Cloud Liefermodelle und Produktbausteine, die nach den Bedürfnissen des Kunden kombiniert werden können.

Service-Modell des Cloud-Computing Das Grundprinzip von Auslagerung von IT-Komponenten lässt sich in verschiedene Stufen unterteilen. Die Abbildung 1.1.2 zeigt eine eigene Übersicht über verschiedene Service-Modelle der Cloud-Computing-Architektur basierend auf der ISO-Norm zu Cloud Computing. (ISO Organisation, 2023). Dabei ist farblich (rot) hervorgeheben, welche Komponenten jeweils vom Cloud-Computing-Anbieter verwaltet werden. Die übrigen Komponenten werden durch den Kunden selbst verwaltet. (Wrzal, 2025) Die Cloud-Computing-Modelle stehen im Vergleich zur On-Premise-Lösung, wo von Anwendung, über Runtimes, dme Betriebssystem bis hin zu den Servern und der Netzwerk-Infrastruktur alles vom potentiellen Cloud-Computing-Kunden selbst verwaltet wird.

Die drei Service-Modelle im Vergleich zur klassischen On-Premise-Lösung

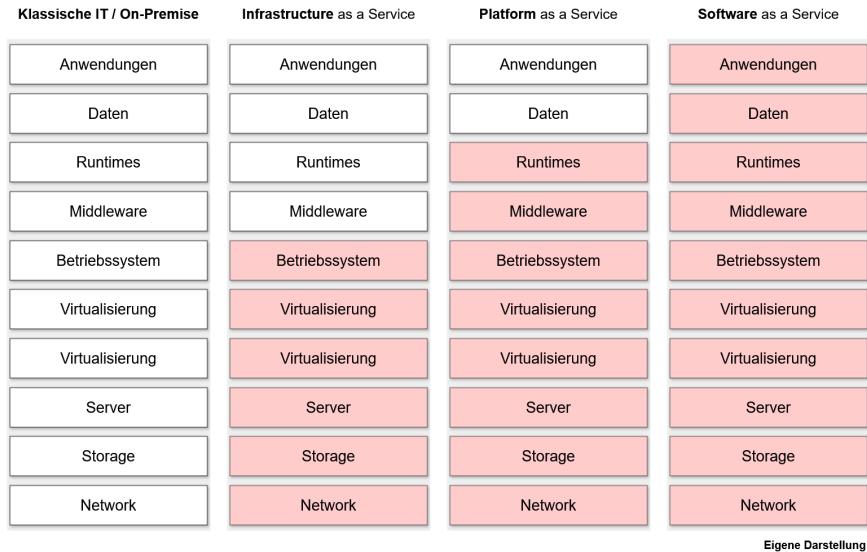


Abbildung 1.2.: Übersicht über verschiedene Verwaltungsformen der Cloud

Public und Private Cloud Neben der Auslagerung von Bausteinen der IT-Infrastruktur, wird auch in Public und Private Cloud unterschieden. Dabei ist besonders hervorzuheben, dass Informationen, die in die Public Cloud abgelegt werden, nicht automatisch öffentlich sind. Stattdessen hat der Cloud-Kunde bei der Verwendung der Public Cloud den Zugriff auf einen öffentlichen Vorrat aus Rechenressourcen. (Wrzal, 2025)

Im Gegensatz hierzu wird der Umfang der Rechenressourcen bei der Private Cloud festgelegt und dann für den Kunden fest zugeordnet. Spätere Erweiterungen der Rechenressourcen sind hier trotzdem möglich.

Verwendung mehrerer Cloud-Anbieter Neben der Verwendung eines einzigen Cloud-Anbieters für alle Bedürfnisse, gibt es auch Architekturen, die eine Zusammenarbeit mehrerer Anbieter und Cloud-Computing-Varianten vorsehen.

Dazu zählen die simultane Verwendung von Public und Private Cloud, sowie eigener Rechenzentren, was als Hybride Cloud bezeichnet wird, wenn mindestens zwei Varianten gleichzeitig eingesetzt werden. Auch verschiedene Service-Modelle durch Hybrid-Cloud-Architektur kombinierbar. (Wrzal, 2025)

Außerdem eine gängige Architektur ist die Multi-Cloud, bei der mehrere Public Cloud oder Private Cloud Anbieter gleichzeitig verwendet werden.

Bei Hybride Cloud und Multi-Cloud ist vorteilhaft, dass von den Alleinstellungsmerkmalen mehrerer Anbieter gleichzeitig profitiert werden kann und die Vorzüge der jeweiligen Modelle kombiniert werden können. Jedoch kommt die Verwendung solcher Ansätze auch mit höherem organisatorischen Aufwand, denn es müssen Geschäftsbeziehungen zu mehreren Anbietern gepflegt werden und die Verknüpfung der verschiedenen Produkte kann zusätzliche Kosten und Aufwand mit sich bringen. Außerdem kann der Verbindungskanal zwischen Produkten von verschiedenen Anbietern ein Flaschenhals für den Informationsaustausch und eine Sicherheits-Schwachstelle sein.

1.1.3. Überblick über Vor- und Nachteile

Betrachtung in dieser Arbeit Für die letzliche Heranführung an die Herausforderung, Anbieterbindung, werden zunächst die verbreitetsten Vor- und Nachteile des Cloud-Computings dargestellt und kurz inhaltlich ausgeführt. Die Gesichtspunkte beschränken sich nicht zwangsläufig auf einzelne Service-Modelle oder Architekturen.

Versprechungen und Vorteile Zu den Vorzügen zählen unter anderem Kosteneinsparung, verbesserte Skalierbarkeit, Wiederherstellungsmöglichkeiten, Datensicherheit und weitere Punkte, die im Kapitel 1.4 namens ütopische Versprechungen des Cloud Computings im Buch Cloud Governance aufgeführt werden. (Steven Mezzio, 2023)

Mit der aufzeigten Popularität bei Unternehmen (vergleiche Abbildung 1.1.1), lässt sich argumentieren, dass diese Versprechungen für Entscheidungstragende handfest sind.

Kosteneinsparung Bei IT-Dienstleistern im GKV-Markt, die ihre Anwendungen selbst verwalten, fallen erfahrungsgemäß für Folgendes Kosten an:

- Mitarbeitende für die Entwicklung, Betrieb und Wartung von Anwendungen
- Lizenzen für Kaufsoftware (auch für IDEs und Code-Verwaltungsplattformen)
- Zertifizierung (bei selbst herstellter Software)
- externe zusätzliche Mitarbeiter bei großen Projekten
- externe Entwicklungs-Projekte
- Schulungen von Mitarbeitenden für neue Technologien und Anwendungen
- zusätzliche Mitarbeitende für (Personal-)Verwaltung, Buchhaltung und Einkauf
- zusätzliche Büroflächen

Soll darüberhinaus, auch die Infrastruktur selbst verwaltet werden, fallen zusätzlich noch Kosten für Folgendes an.

- Grundstücke, Gebäude und Räumlichkeiten
- Strom-, Wasser- und Wärmeversorgung
- Mitarbeitende für Installation, Betrieb und Wartung von Hardware
- Anschaffung, Ersatzteile und Entsorgung von IT-Komponenten
- Sonstiges wie beispielsweise Möbel
- Sicherheit wie Überwachungskameras, Sicherheitskräfte und Zertifizierungen

Besonders zu unterstreichen sind die initialen Investitionen, die in dieser Herangehensweise notwendig sind.

Durch diese eigene Darstellung der Kostensituation wird gezeigt, welche Kosten durch den Verzicht auf Cloud-Computing und die Zusammenarbeit mit SaaS-Anbietern entstehen können.

Des Weiteren wird ein Kontext für die Kosten von Cloud-Computing geschaffen. Welche wiederum bei der Integration von Cloud-Computing im Unternehmen teilweise oder vollständig anfallen. Zu welchem Grad Kosten eigener Infrastruktur und Software wegfallen, hängt vom Service-Modell und der gewählten Architektur ab.

Grundsätzlich werden für die erfolgreiche Integration von Cloud-Computing Mitarbeiter mit neuen Kompetenzen benötigt. Zu diesen Kompetenzen zählt die Kontrolle, Regulierung und Überwachung der Dienstleistungsvereinbarungen (kurz: SLA) mit den Cloud-Computing-Anbietern und der Cloud-Computing-Nutzung durch das Unternehmen. (Steven Mezzio, 2023)

Auch zu beachten ist, dass Schulungen für die neuen Bedienoberflächen der SaaS-Anbieter notwendig werden. Hat der gewählte Anbieter größtenteils eigene Software im Angebot, so gibt es entsprechend wenige Optionen für Schulungsanbieter auf dem Markt, was zu hohen Schulungskosten führen kann.

In der Summe lässt sich annehmen, dass finanzielles Risiko und große anfängliche Investitionen für Unternehmen wegfallen, und somit das Cloud-Computing eine geringere finanzielle Belastung sein kann. Jedoch ist ein vollständiger Kostenvergleich nicht Gegenstand dieser Arbeit, und soll hier nur ergänzend die Arbeit einleiten.

Skalierbarkeit Bei herkömmlichen Architekturen mit Hardware und Software in eigner Verwaltung durch das Unternehmen oder den IT-Dienstleister ist die Herausforderung bezüglich der Skalierung erfahrungsgemäß der fehlende Vorrat freier Rechenressourcen, sowohl bei kurzfristiger Skalierung durch Lastspitzen, als auch bei langfristigen Skalierungen beim Wachstum des Unternehmens.

Zur Verbesserung der Anschaulichkeit werden Beispiele der gesetzlichen Krankenkasse aufgeführt, was im Abschnitt 2.1.1 konkret vorgestellt wird.

Bei kurzfristiger Skalierung über den üblichen Arbeitstag, aber auch über das Arbeitsjahr gibt es Zeiten und Zeiträume, in denen mehr Kapazitäten benötigt werden. D Beispielsweise gibt es in der AOK Bayern und AOK PLUS ein Mitarbeiterportal für die Zeitbuchung und das Stellen von verschiedenen Anträgen wie Urlaubsanträgen. Hierbei gibt es sicherlich Lastspitzen am Morgen und am Nachmittag. Ein weiteres Beispiel ist die Kommunikationssoftware, die bei unternehmensweiten Besprechungen zwei- oder viermal im Jahr deutlich stärker ausgelastet wird. Gibt es freie Ressourcen, die bei alltäglicher Auslastung im Leerlauf sind, dann können diese bei Bedarf dazu geschalten werden. Das bedeutet für die Endnutzer kürzere Wartezeiten bei der Benutzung von Anwendungen.

Im Gegensatz hierzu gibt es auch langfristige Skalierungen, wenn ein Unternehmen wachsen möchte. Bei der Krankenkasse AOK Bayern oder AOK PLUS ist starkes Wachstum in einem kurzen Zeitraum eher untypisch, da sich die Versichertenzahl üblicherweise gleichmäßig und allmählich erhöht. Dennoch können neue Bedürfnisse im Bezug auf Rechen- oder Speicherleistung entstehen, wenn sich gesetzliche Vorgaben ändern oder neue Technologien auf den Markt kommen. Gibt es hier freie Ressourcen, können ohne Ausfall alte Komponenten ausgetauscht werden oder ohne Austausch direkt mehr Ressourcen verwendet werden.

Wiederherstellungsmöglichkeiten Bei technischen Fehlfunktionen, Schäden durch Feuer oder Wasser, oder bei Verschlüsselung von Daten ist es wichtig eine Momentaufnahme der eigenen Systeme zu haben, um die verlorenen Informationen wiederherzustellen. Je aktueller die Momentaufnahme dabei ist, desto weniger Daten gehen durch den Vorfall und die Wiederherstellung verloren. Je mehr verloren geht, desto höher der finanzielle Schaden, der dadurch verursacht wird.

Die Abbildung 1.1.3 zeigt ein Balkendiagramm über das Thema IT-Sicherheitsmaßnahmen aus dem Jahr 2018. Neben anderen Maßnahmen wurde das Erstellen von Backups für Daten abgefragt und jedes der 503 Industrieunternehmen gab an, das es diese Maßnahme im Einsatz hatte. Die Abbildung zeigt außerdem weniger weit verbreitete Maßnahmen wie Intrusion Detection System (IDS) oder die Verwendung von Penetrationstests. (Bitkom (Statista), 2018)

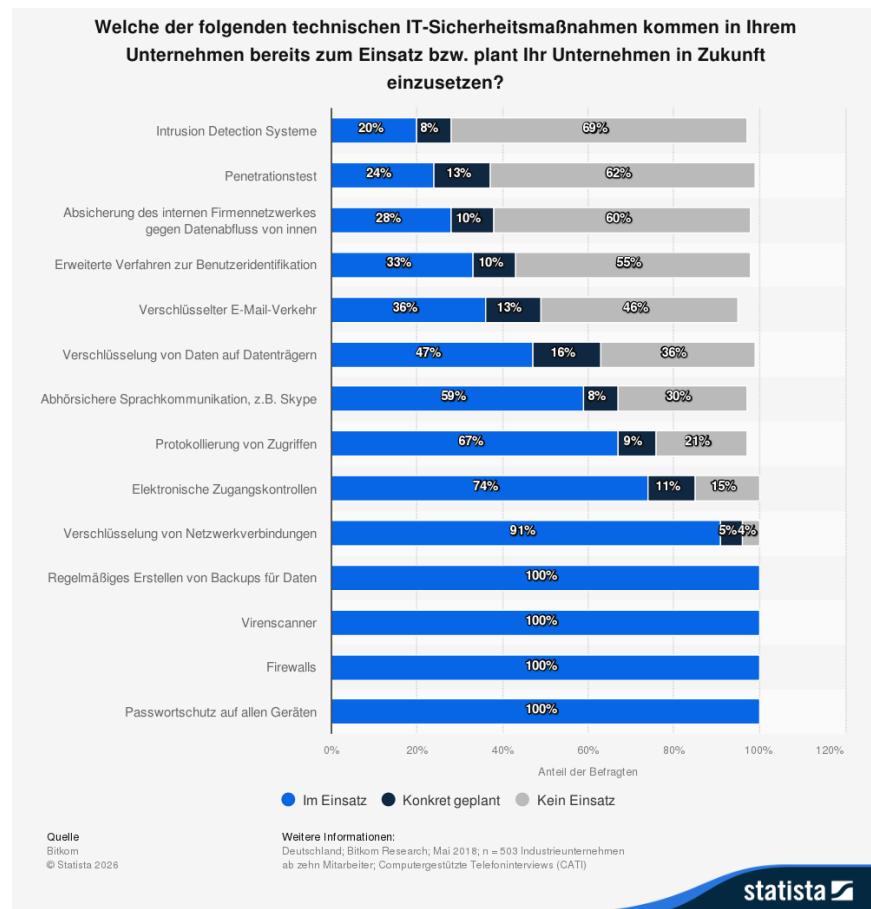


Abbildung 1.3.: Vorbeugende technische IT-Sicherheitsmaßnahmen

Dennoch lässt sich schlussfolgern, dass die Relevanz von Backup- beziehungsweise Wiederherstellungsmöglichkeiten vollständig erkannt wurde. Doch auch die richtige und häufige Durchführung ist relevant.

Wie im Abschnitt 1.1.7 beschrieben, zählt zu den gängigen Produkten vieler SaaS-Anbieter ein Produkt zur Verwaltung und automatischen oder manuellen Erstellung von Sicherungen.

Durch die Werbung für das Produkt, könnten sich mehr Kunden, die auf SaaS setzen, mit dem Thema auseinandersetzen.

Datensicherheit Das Thema Wiederherstellungsmöglichkeiten liefert einen Einstieg in die Art und Weise wie SaaS-Anbieter Kunden zum Oberthema Datensicherheit heranführen können. Durch das Angebot von diversen Produkten werden die Themen auch für Entscheidungstragende greifbarer, der Einstieg wird leichter und der Bedarf nach Fachpersonal sinkt.

Letzteres ist ein Punkt der ein großes Gewicht hat, denn Fachpersonal ist oftmals eine Hürde bei der Digitalisierung allgemein und damit auch speziell bei Sicherheitsmaßnahmen (Bitkom (Statista), 2025)

Wird die Thematik in ein oder mehrere leicht bedienbare Produkte verpackt, für deren Bedienung nur wenige Mitarbeitende nötig sind, so steigt die Sicherheit durch die Verwendung von SaaS-Produkten.

Weitere Punkte Außerdem werden im ursprünglich zitierten Kapitel noch „Vorteile der Cloud“ wie ‚Internet of Things‘-Funktionalitäten, verbesserte Zusammenarbeit, Umweltfreundlichkeit, Mitarbeiter-Engagement, Echtzeit-Software-Updates und Analyse-Möglichkeiten angesprochen. (Steven Mezzio, 2023)

Da diese Punkte jedoch in der Gesamtaufstellung auf den hinteren Plätzen der Einordnung der Quelle landen, werden diese in diesem gemeinsamen Abschnitt kurz aufgeführt.

Besonders hervorzuheben ist der letzte Platz der Auflistung, der wie auch bei anderen Vorteilen bereits, durch Produkte bei vielen Anbietern ermöglicht wird. Die Analyse von Daten, Netzwerkverkehr oder sonstigen Informationen wird durch eigene Produkte für die Kunden von SaaS-Anbietern stark vereinfacht und zugänglicher gemacht.

Herausforderungen und Nachteile Die Herausforderungen und Nachteile der Cloud werden im späteren Kapitel 3.6 "Der organisatorische Einfluss von Cloud-Computing" des Buches "Cloud Governance" aufgelistet:

- Sicherheit (gegen Cyber-Angriffe)
- Kosten(-regulierung)
- (Integration von) Alt-Anwendungen
- Ausfälle
- Anbieterbindung
- (Verlust von) technischem Fachwissen

Die Aufzählung wurde aus dem Englischen übersetzt und es wurde Kontext ergänzt. (Steven Mezzio, 2023) Die konkreten Punkte stammen aus einem Blog-Artikel der IT-Sicherheitsfirma Conosco. (Conosco Ltd., 2020) Der Fokus dieser Arbeit ist die Anbieterbindung. Eine tatsächliche Anbieterbindung ist nur auf der Ebene Software as a Service möglich.

1.1.4. Detailbetrachtung der Anbieterbindung

Definitionen von Anbieterbindung Vendor-Lock-In (dt. Anbieterbindung) ist ein Umstand in der Beziehung zu einem Anbieter aus Kundensicht. Dieser Umstand wird beim Beenden der Beziehung problematisch. Wenn möchte ein Unternehmen den Anbieter wechseln, so ist eine Anbietermigration nötig.

Grundsätzlich ist die Migration von einem Anbieter zu einem Konkurrenten immer mit Aufwand verbunden, wenn beispielsweise die Daten einer CRM-Anwendung des einen Anbieters zum Anderen gesendet werden müssen. Problematisch wird es dann, wenn die Daten in unterschiedlichen Formaten abgespeichert sind. Hilfreich sind dann Werkzeuge zur Migration, welche bei branchenüblichen CRM-Anwendungen leicht erhältlich sind. Waren beim ursprünglichen Anbieter jedoch Anbieter-eigene Lösungen im Einsatz, steigert sich der Migrationsaufwand über das zu erwartende Pensum hinaus.

Ein besonders schwerwiegender Vendor-Lock-In liegt vor, wenn Bausteine des Produkts gar nicht vom neuen Anbieter abgebildet werden können.

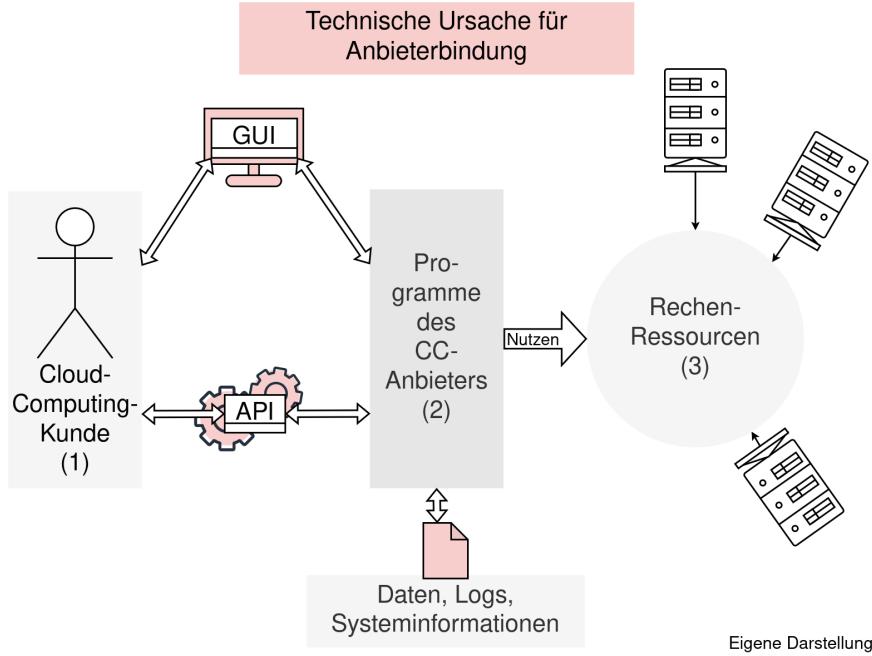


Abbildung 1.4.: Eigene Skizze der Beziehung zwischen Cloud-Computing-Kunde, CC-Anbieter und den Rechenressourcen

Technische Ursache für Anbieterbindung Die Abbildung ?? skizziert, wie das Paradigma Cloud-Computing und im Detail das SaaS-Service-Modell Anbieterbindung her vorbringt. Es werden Abhängigkeiten in der CC-Umgebung schematisch dargestellt, um zu visualisieren welche Verbindungen bei einem Anbieterwechsel neu geknüpft werden müssten.

In der Abbildung befinden sich die vier Kernelemente Kunde (1), Anbieter (2), Rechenressourcen (3) und Daten (ohne Nummerierung). Im Zentrum steht dabei der Anbieter, vertreten durch seine Programme.

Anfällige Cloud-Produkte In niedrigeren Liefermodellen wie Platform as a Service, wo die Anwendungen und Daten in der Hand des Kunden liegen, ist Anbieterbindung generell kein Problem. Dadurch, dass die Anwendungen bei allen Anbietern gleichermaßen durch den Kunden gewählt und betrieben werden, können diese Anwendungen zum neuen Anbieter einfach migriert werden.

Dies ist ebenfalls aufwendig, vor allem wenn die Umgebung beim neuen Anbieter anders ist. Jedoch ist eine Migration pauschal immer möglich.

Die Kunden habe dazu das technische Fachwissen im Hause, um die Anwendungen entsprechend zu modifzieren oder umzukonfigurieren, damit diese in der neuen Umgebung funktionieren.

Einordnung der Kritikalität des Problems

Erkennung von betroffenen Cloud-Produkten

Werkzeuge zur Messung von Anbieterbindung Zudem lassen sich Vorteile wie der Kostenpunkt leicht quantifizieren und damit vergleichen. Auch die Skalierbarkeit lässt sich durch die Zeit messen, die es benötigt zusätzliche Hardware einzubinden, wenn beispielsweise hoher Verkehr es fordert. Ferner lassen sich auch andere Eigenschaften der verschiedenen Cloud-Produkte wie die Anzahl der Backups oder die Anzahl von Datenlecks gegenüberstellen.

1.1.5. Beenden von Anbieterbeziehungen

1.1.6. Überblick über führende Cloud-Computing-Anbieter

1.1.7. Überblick über Cloud-Produkte

Kernelemente der Produktkataloge von Anbietern

Navigieren von Produktkatalogen

1.2. Motivation

Die Motivation unterstreicht im Kontext der Arbeit die Notwendigkeit zur Erfüllung der Ziele und umreißt kurz die Gründe für die Themenwahl.

1.2.1. Besonderheiten des Themas

Unterschiede zu anderen Herausforderungen der Cloud Da darüberhinaus die Anbieterbindung nicht während der Lebenszeit einer Anbieterbeziehung sondern am Ende ins Gewicht fällt, ist die Auseinandersetzung nicht so allgegenwärtig wie andere Cloud-Themen.

1.2.2. Bedarf einer Analyse von Anbieterbindung

Strategische Bedeutung für Unternehmen Die Beschäftigung mit Anbietern ist spannend, denn sie hat strategische und politische Komponenten. Die Wahl eines Cloud-Anbieters für ein Unternehmen ist elementar und Anbieterbeziehungen durchlaufen einen Lebenszyklus (vergleiche Software-Lebenszyklus). Obwohl es Diskrepanzen zwischen der Praxis unter der Theorie gibt, so sollte schon bei der Schließung einer neuen Geschäftsbeziehung deren Ende und Wechsel-Strategie festgelegt sein. Hierfür ist die Durchleuchtung eines Anbieters hinsichtlich Vendor-Lock-In schon im Voraus wichtig. Wie schon festgestellt, wird die Anbieterbindung beim Beenden einer Geschäftsbeziehung relevant. Dafür zentral ist, wann das Ende der Geschäftsbeziehung in einem Unternehmen erreicht ist. Bei alleinstehenden Anwendungen beispielsweise wird die Lebenszeit überlicherweise auf eine gewisse Jahreszahl begrenzt. Allerdings können wie auch bei den klassischen Anwendungen bei einem Cloud-Anbieter Bedingungen eintreffen, die einen früheren Wechsel verlangen.

Diese Bedingungen können finanzieller Art sein. So könnte etwa der aktuelle Anbieter in Anbetracht seiner Leistungen nicht mehr wirtschaftlich sein.

Nicht nur finanzielle Aspekte können zu einem Wechselwunsch beim Kunden führen.

Durch Anpassungen am Leistungskatalog und die vertragliche Möglichkeit manche Leistungen nicht mehr anzubieten, kann es dazu kommen, dass notwenige Bausteine nicht mehr vom Cloud-Computing-Anbieter unterstützt werden. Solche Anpassungen sind aufgrund der festen Vertragsregeln zwar nie plötzlich, meistens aber ein Argument für einen Wechsel.

Außerdem kann es dazu kommen, dass Kunden von mehreren Anbietern ihre benötigten Leistungen auf einen einzigen konsolidieren wollen oder im Gegenbeispiel ihre Anforderungen auf mehrere Anbieter verteilen wollen, um die unterschiedlichen Alleinstellungsmerkmale mehrerer Anbieter gleichzeitig zu nutzen.

Zuletzt kann es auch durch äußere Faktoren wie gesetzliche Vorgaben, denen das Produkt des aktuellen Anbieters nicht mehr folgt, dazu kommen, dass ein Wechsel unbedingt notwendig wird. Auch geopolitische Änderungen wie Zölle oder Gesetze zählen zu den Gründen für das frühzeitige Ende der Geschäftsbeziehung.

Strategische Bedeutung auf geopolitischer Ebene

1.3. Abgrenzungen

In der Abgrenzung werden im Kontext dieser Arbeit gezielt und explizit Inhalte ausgeschlossen, um die Zielsetzung möglichst geradlinig und anwendungsbezogen zu erfüllen.

1.3.1. Distanzierung von ökonomischen Ansätzen

Im Gegensatz dazu sind vertragliche oder ökonomische Kriterien Gegenstand dieser Arbeit. Zur Verdeutlichung wird also beispielsweise nicht untersucht, ob die These, dass das Nutzen eines teureren Cloud-Computing-Anbieter seltener zum Vendor-Lockin führt, zutrifft.

1.3.2. Fokus auf öffentliche Cloud

1.3.3. Eingrenzung der zu analysierenden Anbieter

Kennzahlen für Cloud-Anbieter

Einblick in die Marktanteile in Deutschland Bei der Auswahl der Anbieter wurden sowohl solche berücksichtigt, die die kubus IT bereits verwendete, als auch solche die vermeintlich interessante Ergebnisse liefern sollten. Aktuell sind folgende Cloud-Computing-Anbieter bereits in Benutzung.

- Arvato
- Microsoft Azure

Darüberhinaus werden folgende Anbieter aufgrund ihrer Relevanz auf dem internationalen Markt, ihrer besonderen Größe oder ihrer Relevanz für deutsche Firmen berücksichtigt.

- Amazon Warehoue Services (Vereinigte Staaten)
- Google Cloud Plattform (Vereinigte Staaten)
- Alibaba Cloud (China)
- IONOS Cloud (Deutschland)

Kapitel 2.

Problemstellung

2.1. Ausgangssituation

Der Abschnitt schlüsselt für den weiteren Verlauf der Arbeit den berücksichtigten Kontext im Sinne des Praxispartners kubus IT eGbR auf.

2.1.1. Besonderheiten am Beispiel kubus IT

Die kubus IT ist durch ihre Funktion als IT-Dienstleister für die gesetzlichen Krankenkassen AOK Bayern und AOK PLUS Teil der öffentlichen Verwaltung.

Die Krankenversicherungen dieser Institutionen zählen laut §4 des SGB V zu den gesetzlichen Krankenversicherungen. Daher werden neben versicherungsbezogenen Aspekten auch die informationstechnische Umsetzung im Gesetzestext und daraus abgeleiteten Organen geregelt. (Gesetzgeber-Deutschland, 2025a)



Abbildung 2.1.: Skizze der Beziehung zwischen AOK Bayern, AOK PLUS und den IT-Dienstleistern

2.1.2. Resultierende rechtliche Vorschriften

Durch die Arbeit für eine gesetzliche Krankenkasse ergeben sich Anforderungen bei der Wahl des Cloud-Anbieters.

Relevant sind Kapitel zehn bis zwölf des fünften Sozialgesetzbuches, wobei zum Teil auch Paragraphen vorheriger Kapitel referenziert werden. Grundlegend sind diese gesetzlichen

Vorschriften nicht direkt bei der Frage der Anbieterbindung von Relevanz, sondern werden generell bei der Architektur der (Cloud-)Infrastruktur der gesetzlichen Krankenkas- se wichtig.

Kapitel 10 - Buch V - Sozialgesetzbuch Das zehnte Kapitel des fünften Buches definiert Versicherungs- und Leistungsdaten, den Datenschutz und die Datentransparenz. Dieses Kapitel befasst sich mit Informationsmanagement. Ob die Informationen in digitaler Form oder in Form analoger Akten gespeichert sind ist hier nicht relevant. Stattdessen wird geregelt an wen die Daten weitergegeben oder durch wen die Daten verarbeitet werden dürfen. Auch Fristen und Regeln zur Vernichtung der Informationen wird aufgeführt. Diese Regelungen bilden indirekt Anforderungen an das Informationssicherheitsmanagement und die Zugriffsmöglichkeiten auf Daten bei dem Cloud-Anbieter. (Gesetzgeber-Deutschland, 2025a)

Kapitel 11 - Buch V - Sozialgesetzbuch Das elfte Kapitel des fünften Buches regelt alle Belange der sogenannten Telematikinfrastruktur. Laut dem §306 des selbigen Abschnitts handelt es sich bei der Telematikinfrastruktur um "die interoperable und kompatible Information-, Kommunikations- und Sicherheitsinfrastruktur, die der Vernetzung von Leistungserbringern, Kostenträgern, Versicherten und weiteren Akteueren des Gesundheitswesens sowie der Rehabilitation und der Pflege dient und [...]" . (Gesetzgeber-Deutschland, 2025b)

Folgen des Paragraph 307 In diesem Paragraphen werden datenschutzregliche Verantwortlichkeiten festlegt (§307). Dieser Paragraph legt zusammengefasst fest, dass die Nutzer einer verteilten Infrastruktur, also beispielsweise die Nutzer eines Cloud-Anbieters, für eine rechtskonforme sichere Verarbeitung der schützenswerten Daten innerhalb des Netzes der verteilten Infrastruktur verantwortlich sind. Des Weiteren erstreckt sich die Verantwortlichkeit auch auf die ordnungsgemäße Inbetriebnahme, Wartung und Verwendung der Komponenten. Der Nutzer ist dann nicht verantwortlich, wenn dieser nicht über die "Mittel der Datenverarbeitung mitentscheiden" (Gesetzgeber-Deutschland, 2025b) kann, wie es in §307 lautet. Diese Regelung bedeutet im Kontext der Cloud, dass bereits beim Liefermodell Infrastructure-as-a-Service die Verantwortung zur rechtskonformen sicheren Verarbeitung beim Anbieter liegt, denn schon ab diesem Niveau wird die Mitsprache durch den Nutzer der Cloud über die Mittel der Datenverarbeitung eingeschränkt. Spätestens bei dem Liefermodell Software-as-a-Service, wo der gesamte Technologie-Stapel (einschließlich der Software) durch den Anbieter betrieben wird, liegt auch die Verantwortung vollständig bei diesem.

Folgen des Paragraph 308 In diesem Paragraphen wird der Vorrang von Schutzmaßnahmen vor der europäischen Datenschutz-Grundverordnung geregelt (§308). Zusammenfassend werden die "Rechte der betroffenen Person nach den Artikeln 12 bis 22 der Verordnung (EU) 2016/679 [...] ausgeschlossen, soweit diese Rechte [...] nicht oder nur unter Umgehung von Schutzmechanismen [...] gewährleistet werden können." (Gesetzgeber-Deutschland, 2025b) Folglich muss ein Verantwortlicher einem Betroffenen Daten nicht aushändigen, wenn für die Aushändigung Sicherheitsmaßnahmen umgangen oder Daten ungesichert separat gespeichert werden müssten. Dieses Gesetz widerspricht also zunächst dem allgemeinen europäischen Recht, dass jederzeit die Daten eines Betroffenen beispielsweise für diesen offengelegt oder gelöscht werden müssen, wenn dieser das verlangt. Jene Regelung des §308 gilt allerdings auch nur dann, wenn die Datenverarbeitung rechtmäßig ist und beispielsweise die Einsichtnahme zweifelsohne nicht ohne Umgehung von Sicherheitsvorkehrungen möglich ist. (Gesetzgeber-Deutschland, 2025b) Für den Cloud-Anbieter bedeutet das, dass eine Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden sollte, die eine geregelte Einsichtnahme in die Daten eines Betroffenen ermöglicht.

Kapitel 12 - Buch V - Sozialgesetzbuch Das zwölftes Kapitel beinhaltet unter anderem explizit den Einsatz von Cloud-Technologie im Gesundheitswesen in §393. Dort wird festgelegt, dass die Verarbeitung von Sozial- und Gesundheitsdaten im Wege des Cloud-Computing-Dienstes nur im Inland, einem Mitgliedsstaat der Europäischen Union oder einem der Mitgliedstaat der europäischen Union gleichgestellten Staat wie der Schweiz und Mitgliedstaaten des europäischen Wirtschaftsraumes erfolgen darf. Alle anderen Staaten gelten als Drittstaaten müssen in einem sogenannten Angemessenheitsbeschluss für die Übermittlung personenbezogener Daten erst genehmigt werden. (Gesetzgeber-Deutschland, 2025c)

Derzeit sind folgende Staaten als Drittstaat durch einen Angemessenheitsbeschluss zugelassen:

- Andorra
- Argentinien
- Kanada
- Färöer-Inseln (Bestandteil des Königreichs Dänemark) (Wikipedia-Autoren, 2026a)
- Guernsey (Im britischen Kronbesitz) (Wikipedia-Autoren, 2026b)
- Israel
- Isle of Man (Im autonomen britischen Kronbesitz) (Wikipedia-Autoren, 2026c)
- Japan

- Jersey
- Neuseeland
- Republik Korea (Südkorea)
- Schweiz
- Uruguay
- Vereinigtes Königreich
- Vereinigte Staaten von Amerika

(Lange, 2025)

Darüberhinaus wird im Absatz 3 des §393 festgelegt, dass eine Verarbeitung nur zulässig ist, wenn technische und organisatorische Maßnahmen, die dem Stand der Technik entsprechen, zur Gewährleistung der Informationssicherheit ergriffen worden sind. Zudem muss ein Sicherheitszertifikat der datenverarbeitenden Stelle, also des Cloud-Anbieters, vorliegen und zusätzlich die Kriterien für Kunden, die im Prüfungsbericht des Testats enthalten sind, umgesetzt wurden. (Gesetzgeber-Deutschland, 2025c)

Das geforderte Testat muss den Anbieter insofern zertifizieren, dass Sicherheitsvorkehrungen mit dem Niveau des C5-Typ2-Testats oder höher getroffen wurden.

Auf Basis dieser Gesetze wird eine übergreifend gültige Strategie vom AOK Bundesverband veröffentlicht.

2.1.3. Cloud-Architektur in der kubus IT

Die Cloud-Architektur der kubus IT basiert auf den Vorgaben des AOK Bundesverbandes. Die kubus IT verwendet das Modell der hybriden und teilt den Bedarf für Cloud-Computing in zwei Bereiche.

Personenbezogene Daten in der Private Cloud Die Private Cloud ist „eine Cloud-Umgebung, die nur einen bestimmten geschlossenen Nutzerkreis (z.B. Mitarbeitende eines Unternehmens) zur Verfügung steht.“(Hennrich, 2023, S. 42) Eine private Cloud-Umgebung nutzt dedizierte Infrastruktur was die Überwachung der Einhaltung der Gesetze zum Datenschutz erleichtert. Die Firma Arvato Systems ist der Cloud-Computing-Anbieter, der die private Cloud der AOK Bayern und AOK PLUS betreibt. Die Auslagerung des Betriebs der Infrastruktur ermöglicht hier einen Fokus und eine Spezialisierung auf beiden Seiten. So kann sich die kubus IT als IT-Dienstleister nach der Auslagerung auf den Betrieb der Anwendungen fokussieren.

Technische Daten in der Public Cloud Die Public Cloud ist „eine Cloud-Umgebung, die von der Allgemeinheit also von ‚jedermann‘ genutzt werden kann.“ (Hennrich, 2023, S. 39) Dennoch lassen sich die Daten und Dienste der Cloud durch Verschlüsselung und Authentifizierung sichern. Der Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben zum Schutz personenbezogener Daten ist jedoch schwieriger. Die öffentliche Cloud beinhaltet stärker als die private Cloud die Skalierbarkeit und Agilität, die generell Cloud-Computing zugeschrieben wird. An dieser Stelle wird aus Leistungs-Perspektive von den großen Spielern des Cloud-Computing profitiert werden. Beispielsweise besonders deutlich wird das im Bereich der Entwicklung neuer Anwendungen durch den Dienstleister kubus IT. Hier wird die Applikationen für Entwicklung und Betrieb von Microsoft verwendet (Microsoft Azure DevOps). Dieses Produkt ist unter Anderem so attraktiv, weil die Integration mit der Microsoft-eigenen Entwicklungsumgebung (IDE) ausgezeichnet ist. Außerdem bietet Azure DevOps viele Werkzeuge zur Umsetzung sauberer Entwicklungs- und Betriebsprozesse.

2.1.4. Vendor-Management in der kubus IT

Der Abteilung Einkauf ist die Abteilung Vendor-Management zur Orchestrierung der Beziehungen zwischen der kubus IT und Anbietern untergeordnet.

Die Anbieter werden in drei Kategorien segmentiert.

- A-Vendoren: Große Abhängigkeit, hohe Kritikalität und fehlende kurzfristige Austauschbarkeit
- B-Vendoren: Mittlere Vorlaufeiten und Kosten für den Austausch
- C-Vendoren: Anbieter für Standardleistungen mit leichter Austauschbarkeit

Diese Anbieterkategorien sind nicht ausschließlich für Anbieter von Cloud-Computing konzipiert. Stattdessen wird bei jeder Geschäftsbeziehung im Vendoren-Management mit diesem Schema gearbeitet.

Demnach zählen folgende Anbieter aktuell in das A-Segment:

- Arvato: Cloud-Computing
- DATAGROUP: 'Install-Manage-Add-Change'-Dienstleister
- Avaya: Cloud-Kommunikation

2.2. Zielsetzung

In der Zielsetzung werden im Rahmen der Arbeit die Anforderungen an den Lösungsansatz, der auf Basis der etablierten Grundlage aus der Einleitung und der Ausgangssituation entwickelt wird, definiert.

2.2.1. Analyse des Vendor-Lock-In-Risikos

Hauptziel der Arbeit

Verwendung von technischen Kriterien Vendor-Lockin ist ein primär technisches Problem für den Käufer eines Produktes beziehungsweise konkret eins Cloud-Computing-Anbieters.

Daher wird untersucht welche technischen Kriterien zu diesem technischen Problem führen. Technische Kriterien sind Eigenschaften eines Produktes im Kontext von Cloud-Computing, die sich auf die inherente Struktur und die Bestandteile des Produktes beziehen.

2.2.2. Abgeleitete Etappenziele

Ableitung von Etappen aus dem Hauptziel

2.2.3. Zielsetzung der Analyse

Das Analyseverfahren soll einen Ausgabewert liefern, der beschreibt wie hoch das Risiko eines Vendor-Lock-Ins ist. Kurz der Faktor Vendor-Lock-In soll quantifiziert werden.

Damit lässt sich die dieser Punkt besser in künftigen Vergabeverfahren berücksichtigen, wo auch wirtschaftliche, strategische und inhaltliche Faktoren eine Rolle spielen.

Diese Riskobewertung wird zunächst als Prozentzahl angeben. Nachgelagert werden Beste-hungsgrenzen beziehungsweise Schranken zur Ablehnung oder Akzeptierung eines Anbieter diskutiert.

Die Gesamtbewertung des Risikos soll als Werkzeug zur fairen Gegenüberstellen verschiedener Anbieter dienen.

2.2.4. Verifizierbarkeit der Ergebnisse

Nachdem ein Prozess entwickelt wurde, der eine Bewertung des Vendor-Lock-In-Risikos liefert, muss im Anschluss diese Bewertung geprüft werden.

Vor der Entwicklung des Prozesses werden daher direkt Methoden der Verifikation vorgestellt. Die Verifizierbarkeit lässt sich durch drei Methoden abbilden. Es ist einerseits möglich die Bewertung des Modells mit der Einschätzung eins Experten im Cloud-Bereich zu vergleichen und andererseits bestehende Analysen als Messlatte zu wählen.

Darüberhinaus lassen sich die Ergebnisse auch durch das Messen des Aufwands der Migration testen. Eine Metrik für den Aufwand wäre die benötigte Arbeitzeit, die Kosten der Migration oder der Anteil der Anwendungen, die umgestellt werden müssen.

Um die durch das Bewertungsmodell vorgeschlagene Bewertung per Experiment zu überprüfen, muss der Aufwand Emigration vom Anbieter betrachtet werden. Doch auch das Ziel des gesamten Migrationsprozesses ist hierbei relevant und hat einen Einfluss auf den gesamten Aufwand. Generell werben Anbieter mit Angeboten und Werkzeugen, die bei der Migration unterstützen.

Damit die Experimente verschiedener Anbieter vergleichbar sind, sollte jedoch der Anteil des Aufwands, der auf die Immigration zurückzuführen ist, minimiert werden. Dazu zählt auch die Erleichterung der Migration durch eventuelle Dienstleistungen des Ziel-Anbieters.

Zur Bewerkstelligung hiervon kann die Immigration in ein niederes Liefermodell gewählt werden. So kann beispielsweise der Wechsel verschiedener Anbieter im Liefermodell Software-as-a-Service zu einem Anbieter mit dem Liefermodell Platform-as-a-Service betrachtet werden.

Obwohl der Trend zu umfangreicheren Liefermodellen geht und solche Migrationen generell eher aufwendig sind, hat diese Methode Relevanz, um die Bewertung der Anbieter generell zu überprüfen. Da solche Migrationen aufwendig sind, ist anzunehmen, dass die Aufwandsunterschiede der einzelnen Anbieter in Relation zum Gesamtaufwand niedrig sind.

Auch mit der Migration innerhalb eines Liefermodells kann experimentiert werden. Im Gegensatz zur vorherigen Methode ist anzunehmen, dass die Aufwandsunterschiede zwischen Anbietern innerhalb eines Liefermodells in Relation zum Gesamtaufwand drastischer sind. Wichtig ist jedoch für einen fairen Vergleich, dass die Vendor-Lock-In-Risikobewertung vom Wechselziel besser ist als die beste Bewertung der zu untersuchenden Menge an Anbietern.

Der Grund für diese Einschränkung ist einerseits die Notwendigkeit einer Verbesserung, denn obwohl es beispielsweise wirtschaftliche Argumente für einen Anbieter mit einer höheren Anbieterbindung geben kann, ist im Kontext dieser Arbeit ein Wechsel in eine stärkere

Anbieterbindung generell nicht sinnvoll. Andererseits sorgt eine bessere Bewertung implizit für eine höhere Kompatibilität zwischen zwei Anbietern.

Kapitel 3.

Lösungsansatz

3.1. Bewertungsmodell

Das Bewertungsmodell stellt im Hinblick auf die Zielsetzung dieser Arbeit die primär angesetzte Lösung dar, wobei zum Schluss zusätzliche Lösungen für Herausforderung der Anbieterbindung in Aussicht gestellt werden.

3.1.1. Struktur des Kriterienkatalogs

Überblick über die Struktur Die einzelnen Kriterien werden in Bewertungskategorien gegliedert. Zudem hat der gesamte Katalog zwei Hauptbestandteile: Kategorien mit indirektem und Kategorien mit direktem Einfluss auf die Anbieterbindung. Aus diesem Ansatz ergibt sich die Hierarchie aus Abbildung 3.1

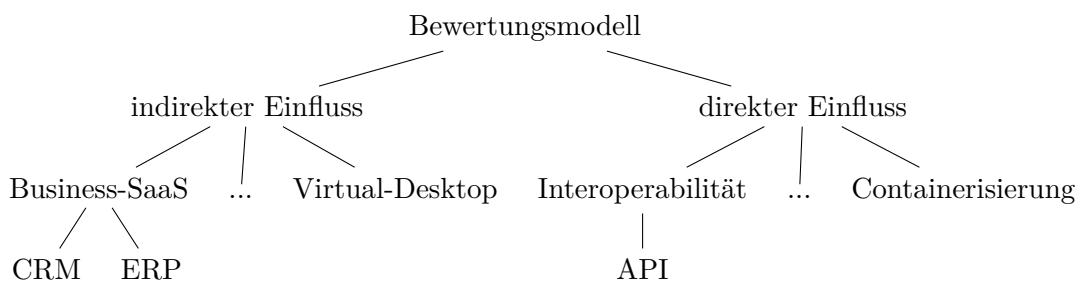


Abbildung 3.1.: Skizze der hierachischen Struktur des Kriterienkatalogs

Motivation für diese Aufteilung Die Art der Aufteilung führt zu einem übersichtlichen Kriterienkatalog. Für die Anwendung ist der Katalog zudem so konzipiert, dass die Kriterien der Teile unabhängig voneinander und auf verschiedene Arten bewertet werden können.

Erster Teil des Katalogs Die im ersten Teil aufgelisteten Kriterien mit indirektem Einfluss lassen sich vom Anwender des Katalogs anhand der Informationen des Anbieter-Seite ausfüllen. Das liegt daran, dass der Inhalt dieser Kriterien auch auf Basis von aktuellen Produktkatalogen erarbeitet wurde.

Wie im Abschnitt 1.1.7 aufgelistet, haben sich gängige Produkte etabliert und führende Anbieter bieten üblicherweise alle diese Produkte an. Generell ist die Frage mit einem Blick auf die Produktkataloge der führenden und größten Anbieter eher wie genau die Kriterien umgesetzt wurden und nicht, ob die Kriterien überfüllt wurden. Der definierte Lösungsansatz bevorzugt stark Anbieter, die weniger Produkte mit besseren Migrationsvoraussetzungen anbieten. Eindeutig wird das, durch die Rechnung 3.17.

Zweiter Teil des Katalogs Die im zweiten Teil aufgezählten Kriterien lassen sich zum Teil schwerer nur anhand der Verkaufsseite der Produkte im Internet bewerten, denn diese beziehen sich auch auf vertragliche Aspekte der Anbieter. Es ist stattdessen vorgesehen, dass diese Kriterien sich erst nach einem ersten schriftlichen Austausch oder Verkaufsgespräch mit dem Cloud-Anbieter bewerten lassen.

Für diese Herangehensweise gibt es auch Ausnahmen und manche Kriterien aus dem zweiten Teil lassen sich auch anhand von Informationen auf der Internetseite des gegebenen Anbieters ermitteln.

3.1.2. Kriterien mit indirektem Einfluss

Entwicklungsprozess konkreter Kriterien Wie in Abschnitt 3.1.4 beschrieben wurde folgende SaaS-Cloud-Anbieter untersucht:

- Alibaba Cloud
- Amazon Azure
- Google Cloud Plattform
- IONOS Cloud

Handhabung der Bepunktung In der Definition des Lösungsansatzes wurde formal beschrieben wie die Bepunktung abläuft. Berücksichtigt wird die Existenz eines Produkts, die dazugehörige Dokumentation und die zugrundeliegende Technologie und, ob diese ein Standard beziehungsweise eine offene Technologie ist (vergleiche 3.1.4).

Begründung dieser Vorgehensweise Produkte eines SaaS-Cloud-Anbieters hat einen indirekten Einfluss auf die Anbieterbindung, wenn ein konkretes Produkt Daten nutzt oder produziert, dessen Format umgewandelt werden muss oder die migriert werden müssen. Je mehr SaaS-Produkte ein direktes Pendant bei einem Ziel-Anbieter haben, desto schächer ist die Anbieterbindung. Ein direktes Pedant ist ein Produkt, das bei dem Ziel- und Ursprung-Anbieter auf der gleichen Technologie beziehungsweise dem gleichen offenen Standard funktioniert. Nach dieser Logik ist die Bepunktung sinnvoll, wenn Migration erleichtert werden soll. Migrationskomplexität ist ein erheblicher Faktor der Anbieterbindung.

Diskussion der Handhabung Der Entwicklungsprozess für den Kriterienkatalog verwendet eine Auswahl von Anbietern als Basis für den Katalog. Der benötigte Umfang der Menge der Anbieter, die als Quelle für den Kriterienkatalog dienten, ist unbekannt.

Für diese Arbeit wurde mit vier Anbietern als Grundlage entwickelt, um die Zeit für die Recherche auf den Seiten der Anbieter im Vergleich zu allen anderen Recherchen und der tatsächlichen Ausarbeitung der Lösung zu reduzieren. Gleichermaßen wäre die Verwendung einer größeren Anbietermenge möglich gewesen.

Gründe gegen eine größere Basismenge In Relation zu den im Kapitel 1.1.6 aufgeführten Cloud-Anbietern, entspricht die Stichprobengröße von 4 rund 20% der Gesamtzahl der größten Anbieter.

$$a_{Seed} = \{Alibaba, Amazon, Google, Ionos\}, |a| = 4 \quad (3.1)$$

$$A_{Gesamtanbietermenge} = \{\dots\}, |A| = 20 \quad (3.2)$$

$$a \subset A \quad (3.3)$$

$$R_{Gesamtanbieterzahl} = \frac{|a|}{|A|} \quad (3.4)$$

$$R_{Gesamtanbieterzahl} = \frac{4}{20} = 0,2 = 20 \quad (3.5)$$

Es werden zusätzliche Anbieter der Gesamtanbietermenge (vergleiche 1.1.6) für die Experimente mit der erarbeiteten Lösung benötigt, die nicht für die Entwicklung verwendet wurden. (vergleiche 4)

Falls durch den verwendeten Entwicklungsprozess ein Bias zugunsten von Anbietern aus der Grundlage entstanden ist, lässt sich das gegebenenfalls mit den zusätzlichen Anbietern zeigen.

Eine ausführliche und systematische Untersuchung über die ausreichende Größe der Stichprobe ist nicht Gegenstand dieser Arbeit, dies würde unabhängige Entwicklung mehrerer Kataloge mit verschiedenen großen Basis-Anbietern benötigen.

Definitionen der einzelnen Kriterienkategorien

SaaS-Produkte für Tagesgeschäfte In dieser Bewertungskategorie wird der Anbieter auf seine Leistungen hinsichtlich Anwendungen für das Tagesgeschäft überprüft. Darunter zählen hier Anwendungen zur Pflege der Kundenbeziehungen oder der Unternehmensressourcen (CRM und ERP) Außerdem zählen Kommunikationsanwendungen in diese Kategorie.

Saas-Produkte zur Datenspeicherung Es wird betrachtet welche Datenbank-Formate zum Einsatz kommen, um Daten des Unternehmens zu Speichern. Außerdem werden andere Speicherlösungen wie Blob-Speicher betrachtet.

Entwicklungs-Werzeuge Für Unternehmen, wie die kubus IT, in denen Anwendungen und Skripte für den eigenen Gebrauch innerhalb der Firma entwickelt werden, sind Werkzeuge zur Zusammenarbeit an Entwicklungsprojekten, zum Teilen und Speichern von Programmcode im Sinne einer Versionsverwaltung und zum effizienten Schreiben von Code im Sinne einer Entwicklungsumgebung notwendig.

Identitätenmanagement Das Konzept für Rechte, Rollen und deren Inhaber wächst üblich mit der Zeit und kann sehr komplex werden. Da es erstrebenswert ist, dass die Art und Weise wie Identitäten auf der Seite des Cloud-Anbieters funktionieren möglichst kompatibel mit anderen Lösungen ist, wird auch diese Kategorie im Katalog berücksichtigt.

Operationsstabilität SaaS-Produkte, die zur Stabilität im Betrieb beitragen, schützen Beispielsweise die Infrastruktur vor Angriffen. Auch hier kann eine Migration notwendig werden, wenn beispielsweise Firewall-Einstellungen bei dem neuen Anbieter übernommen werden sollen.

Überwachung und Management Produkte, die eine Bedienoberfläche zur Überwachung oder der Verwaltung von Ressourcenverbrauch. Konkret sind Ressourcen beispielsweise Budget für Berechnung durch KI, Netzwerkverkehr oder Rechenressourcen wie Speicher. Darüberhinaus gibt es teilweise auch Produkte zum Auswerten von beispielsweise CO2-Emissionen.

Virtual-Desktop-Infrastruktur Betrifft Produkte eines Anbieters, die zum Betrieb und zur Überwachung von virtuellen Desktops und allgemeiner Endgeräten wie beispielsweise auch Smartphones notwendig sind.

3.1.3. Kriterien mit direktem Einfluss

- Gematik GmbH
- Sozialgesetzbuch
- ISO-Norm 27001 und 50001
- C5-Standard

Interoperabilität In dieser Kategorie werden Kriterien gesammelt, die zur generellen Interoperabilität beitragen und sich keiner anderen Kategorie unterordnen lassen. Unter Interoperabilität versteht man...

Das Konzept kann sowohl im Sinne der Zusammenarbeit zwischen mehreren aktiven Cloud-Anbietern innerhalb eines Unternehmens, der Zusammenarbeit von eigenen Rechenzentren und Cloud-Infrastruktur und auch im Sinne der Zusammenarbeit zwischen einem neuen und einem ehemaligen Anbieter verstanden werden. Diese Bereiche werden alle durch Kriterien dieser Kategorie abgedeckt.

Migrationswerkzeuge Werkzeuge zur Migration können als Werkzeuge, die beim Wechsel zu einem Anbieter hin oder von diesem weg, unterstützen verstanden werden. Darunter zählen zum Beispiel Anwendungen zum Export oder zum Versenden von gespeicherten Daten zu oder von einem anderen Anbieter.

Container-Lösungen Containerisierung unterstützt beim Betreiben von verschiedenen Anwendungen, indem diese Anwendungen in definierte Umgebungen gepackt werden. Es wird untersucht welche Containerisierungstechnologien zum Einsatz kommen.

3.1.4. Entwicklung des Bewertungsschemas

Grundlagen Zur Ermittlung dieser Gesamtbewertung (G) des Risikos wird ein gewichtetes Scoring-Modell entwickelt. Es wird ein Katalog (K) mit Kriterien (k) aufgestellt:

$$K \in \{k_1, k_2, \dots, k_{n-1}, k_n\}, n \in \mathbb{N} \quad (3.6)$$

Ein Kriterium kann entweder erfüllt oder nicht erfüllt sein. Zunächst ist die einzige Komponente für ein erfülltes Kriterium die Existenz eines Produktes von Seiten des Anbieters. Dadurch ist die Variable x (kurz für: Existenz) mit zwei Zuständen versehen:

$$x_k \in \{0, 1\} \quad (3.7)$$

Die Gesamtbewertung (G) wird aus dem Verhältnis aller erfüllten Kriterien zu der maximal möglichen Punktzahl errechnet. Das Ergebnis wird in Prozent angegeben. Generell gilt: Je höher das Ergebnis, desto niedriger das Risko für Anbieterbindung.

$$G_{ungewichtet} = \frac{\sum_{n=1}^{|K|} x_k}{|K|} \quad (3.8)$$

Hintergrund der Gewichtungen Individuell zu jedem Kriterium wird ein Gewicht zugeordnet. Das Gewicht (w, englisch: weight) kann prinzipiell eine beliebige rationale Zahl sein:

$$w_k \in \mathbb{Q} \quad (3.9)$$

Für die Gewichtung wurde der englische Anfangsbuchstabe verwendet, um Verwechslung mit der Gesamtbewertung zu verhindern.

Standardmäßig sind alle Kriterien mit einfacher Gewichtung konfiguriert. Das Teilergebnis (g) für ein für ein gewichtetes Kriterium errechnet sich aus:

$$g_k = w_k * x_k \quad (3.10)$$

Feinjustierung durch Anwender Es ist nicht vorgesehen, dass die Inhalte vom Anwender des Scoring-Modells bearbeitet werden. Falls einzelne Kriterien im Anwendungszenario nicht relevant sein sollten, können diese verworfen werden, indem die dazugehörige Gewichtung auf Null gesetzt wird.

Je nach Fokus und Bedürfnissen des Anwenders können die einzelnen Kriterien auch durch Gewichtung priorisiert werden.

Dadurch kann das breite Spektrum der Kategorien und Kriterien nach Bedarf reduziert werden.

Durch Anwenden der Gewichte ergibt sich die Berechnung der Gesamtbewertung:

$$G_{gewichtet} = \frac{\sum_{n=1}^{|K|} w_k * x_k}{\sum_{n=1}^{|K|} w_k * 1} \quad (3.11)$$

Erweiterung der Kriterienkomponenten Über die reine Existenz eines Produktes hinaus, kann auf die Beschaffenheit des Produktes eingerechnet werden, was jedoch nicht bei allen Kriterien praktikabel ist (vergleiche Abschnitt 3.1.3). Die Erweiterung der Kriterienkomponenten, sind also nicht universell für beliebige Kriterien konzipiert, sondern nur für solche, die sich auf ein konkretes Produkt beziehen (vergleiche Abschnitt 3.1.2).

Wenn das Modell nur zählt wie viele Kriterien erfüllt werden, ist die Bewertung mehr ein Indikator für die Vielfältigkeit und die Diversität des Produktkatalogs des Anbieters. Es ist wichtig, dass ein Anbieter alle erforderlichen Produkte in der SaaS-Cloud anbietet, jedoch sind weitere Faktoren entscheidend:

- Verwendung von Standardsoftware
- Verwendung von frei zugänglichen Software
- Dokumentation der Schnittstellen
- Dokumentation der Funktionsweise

Als frei zugänglich gilt eine Software, wenn diese unter einer Open-Source-Lizenz verteilt wird. Diese Faktoren werden integriert. Die Variable t (kurz für: Technologie) repräsentiert die Zustände interne, Standard- oder offene Technologie beziehungsweise Software.

$$t_k \in \{0, 1, 2\} \quad (3.12)$$

Der Umfang der Dokumentation wird mit der Variable d (kurz für: Dokumentation) und den zwei Zuständen vorhanden oder nicht vorhanden modelliert.

$$d_k \in \{0, 1\} \quad (3.13)$$

Integration der zusätzlichen Komponenten Die neuen Komponenten werden mit der bisherigen Existenz-Komponente kombiniert. Eine Dokumentation bei einer Standard-Software nicht zwangsläufig notwenig ist, da die Informationen bereits vom Hersteller geliefert werden. Dieser Umstand wird bei der Verknüpfung berücksichtigt. Punkte sollte als eine Situation geben, wenn es sich um eine Standard-Software handelt oder eine Dokumentation existiert oder beides der Fall ist.

$$g'_k = d_k + t_k \quad (3.14)$$

Wenn kein Produkt zum Kriterium existiert, soll das Ergebnis immer null Punkte ergeben, daher gilt insgesamt:

$$g_k = w_k * x_k * (d_k + t_k) \quad (3.15)$$

Effekt auf die minimale Risiko Um die Höchstprozentzahl zu berechnen, müsste für g'_k (von 3.14) das Maximum gewählt werden, was drei entspricht. Die maximale Prozentzahl würde also der Produktkatalog eines Cloud-Anbieters bekommen, der ausschließlich frei zugängliche Software mit zusätzlicher Dokumentation anbietet. Angenommen der vollständige Katalog umfasst 100 Kriterien, so ist die maximal mögliche absolute Punktzahl bei einheitlich einfacher Gewichtung 300 oder relativ 100

$$G_{Maximal100} = \sum_{n=1}^{100} w_k * x_k * (d_k + t_k) = \sum_{n=1}^{100} 1 * 1 * (1 + 2) = 100 * 3 = 300 \quad (3.16)$$

Charakterisierung eines Anbieters mit maximalem Risko Ein Cloud-Anbieter, der keine Open-Source- oder Standard-Software anbietet erhält bei einheitlich einfacher Gewichtung und 100 Kriterien keine Punkte:

$$G_{Minimal100} = \sum_{n=1}^{100} w_k * x_k * (d_k + t_k) = \sum_{n=1}^{100} 1 * 1 * (0) = 100 * 0 = 0 \quad (3.17)$$

Ein Anbieter, der hier keine Punkte erhält, kann dennoch Produkte anbieten, die mit anderen Eigenschaften beziehungsweise Qualitätsmerkmalen von Software überzeugen (beispielsweise durch ausgezeichnete Bedienbarkeit der Oberfläche, Sparsamkeit mit Rechenressourcen oder IT-Sicherheit). Diese anderen Qualitätsmerkmale sind jedoch nicht Gegenstand der Analyse.

Zusätzliche Eigenschaften des Modells Ein Anbieter, der keine Kriterien erfüllt erhält unabhängig von der Gewichtung keine Punkte. Wenn ein Anwender des Modells alle Gewichte auf null setzt, dann ist die Gesamtbewertung ebenfalls null. Theoretisch könnte ein Anwender eingeben, dass der Anbieter das Kriterium nicht mit einem Produkt erfüllt, aber das Produkt beispielsweise dennoch eine Dokumentation aufweist. Diese Eingabe ergibt keine Punkte. Auch diese drei Möglichkeiten könnten als Beispiel für eine minimale Gesamtpunktzahl (vergleiche Formel 3.17) angeführt werden, sind jedoch in der Praxis uninteressant.

Umgang mit Gewichtung Das Bewertungsschema ist so konzipiert, dass durch Feinjustierung der Gewichte, die Bedürfnisse des Anwenders berücksichtigt werden können. Initial sind jedoch folgende Gewichtungskonfigurationen vorgesehen.

Einheitliche Gewichtung Jedes Kriterium hat das gleiche Gewicht. Das Endergebniss hängt alleine von der Zahl der erfüllten Kriterien ab.

Schwerpunkt bei direkten Kriterien Viele erfüllte direkte Kriterien, bedeuten dass Aufwand eines Anbieterwechsels auf technischer Ebene erleichtert, denn es werden viele Hilfestellungen bei der Migration geboten. Um einen Schwerpunkt an dieser Stelle zu setzen, werden die Gewichte der Kriterien um einen gewissen Faktor erhöht. Alternativ kann das Bewertungsmodell auch so Konfiguriert werden, dass die übrigen Kriterien keine Gewichtung haben, wodurch die Gesamtbewertung ausschließlich direkte Kriterien beinhaltet.

Schwerpunkt bei indirekten Kriterien Sind viele indirekte Kriterien erfüllt, so lassen sich viele alte Anwendungen zu einen neuen Anbieter umziehen, weil die verwendeten Anwendungen nicht exklusiv für einen Anbieter sind. Das erleichtert die Migration der Anwendungsdaten, da die Daten nicht in das Format neuer Anwendungen übersetzt werden müssen. Außerdem ist eine solche Migration für die Mitarbeitenden weniger spürbar und diese müssen nicht in neue Software eingearbeitet werden. Daher haben auch die indirekten Kriterien eine große Relavanz. Analog zu dem vorherigen Paragraph, kann entweder ein alleinige Analyse oder schwerpunktmäßige Berücksichtigung durch eine entsprechende Konfiguration der Kriterien erfolgen.

Kapitel 4.

Experimente

4.1. Modell-Prüfung

4.1.1. Intuitive Gewichtung

[...]

4.1.2. Faire Gewichtung

[...]

4.1.3. Gegenprüfung durch zufällige Gewichtung

[...]

4.2. Interpretation

4.2.1. Bedeutung der Ergebnisse

[...]

4.2.2. Aussagekraft des Modells

[...]

4.3. Diskussion der Ergebnisse

4.3.1. Relevanz der Ergebnisse

4.3.2. Mögliche Kritik an der Methodik

Kapitel 5.

Ausblick

5.1. Handlungsempfehlung

Auf Grundlage der Ergebnisse des Verifizierungsprozesses des Lösungsansatzes werden weitere Schritte für den Praxispartner kubus IT eGbR empfohlen.

5.1.1. Implementierung in den Vergabeprozess

[...]

5.2. Reaktion des Gesetzgebers

Zum Abschluss dieser Arbeit wird ein Lösungsansatz aus Perspektive des Gesetzgebers im Gegensatz zum Unternehmer betrachtet und kurz eingeordnet.

5.2.1. Gesetzliche Lösungen für Anbieterbindung

Das Bewertungsmodell ist eine Lösung, die bei der Suche eines neuen Anbieters in einzelnen Unternehmen wie der kubus IT eingesetzt werden kann.

Schutz der Kunden vor Anbieterbindung Aus Sicht eines Cloud-Anbieters ist die Bindung seiner Kunden natürlich erstrebenswert. Und hat ein Anbieter im Vergleich zu den anderen Optionen auf dem Markt besonders attraktive und einzigartige Produkte, sodass der Kunde gar nicht wechseln kann, weil diesem sonst die Produkte fehlen, dann profitiert im gewissen Sinne auch der Kunde. Das ist jedoch nicht in erster Linie der Kern von Anbieterbindung. Vielmehr wird durch gezielte Ausgestaltung der Produkte eine Abhängigkeit aufgebaut, sobald der Anbieter einmal gewählt ist, was dem Kunden nur schadet, da es diesen einschränkt. So könnte man ein Gesetz gegen Anbieterbindung rechtfertigen.

Gesetzliche Möglichkeiten Anbieterbindung gesetzlich zu vollständig verhindern ist schwierig, da eine viele Faktoren zu einer Anbieterbindung beitragen. Daher liegt es nahe konkret einzelne Faktoren zu minimieren. Das ginge beispielsweise durch eine Pflicht zur Interoperabilität. So müssten zwangsläufig Daten in universellen Formaten gespeichert werden, damit diese leichter in Anwendungen neuer Anbieter importiert werden können.

Aktuelle gesetzliche Lösung In der europäischen Union gilt seit dem 12. September 2025 der sogenannte Data Act. Dieser entält unter Anderem "Regeln und entsprechende Interoperabilitätsvorgaben, die es Kunden von Datenverarbeitungsdienste erleichtern, zu einem anderen Datenverarbeitungsdiensten zu wechseln oder verschiedene Datenverarbeitungsdienste parallel zu nutzen. Bei Datenverarbeitungsdiensten handelt es sich vor allem um Cloud-Dienste. (Bundesnetzagentur, 2026) Der Data Act regelt folgende „Mindestanforderungen an Verträge“:

- Wechselrecht
- Unterrichtungs- und Unterstützungspflichten
- Kündigungsfristen und Kompensation bei vorzeitiger Kündigung
- Konkretisierung des Wechselprozesses

(Cross, 2025) Darüber hinaus muss ein Anbieter auf seiner Website offenlegen welche Maßnahmen getroffen wurden, um den Zugriff auf in der EU gespeicherte nicht-personenbezogene Daten durch andere Staaten zu verhindern. (Europäisches Parlament, 2023) Zuletzt werden Gebühren für die Unterstützung beim Wechsel des Cloud-Anbieters durch Artikel 29 des Data Act schrittweise verboten. (Europäisches Parlament, 2023)

Einordnung des Data Act Zum Zeitpunkt der Themenfindung für diese Arbeit, stand das Inkrafttreten des Data Act unmittelbar bevor. Trotzdem war eine gesetzliche Lösung für die Anbieterbindung zum Zeitpunkt der Verfassung zunächst unbekannt.

Der Data Act schränkt die Vertragsfreiheit für den Anbieter ein, was im Artikel von Samuel Cross kritisiert wird. Zudem (Cross, 2025)

5.2.2. Effekt der aktuellen Gesetzesänderungen

5.2.3. tbd

[...]

Anhang A.

Bewertungsmodell

A.1. Nutzungshinweise

X. = Existenz, ist das Produkt vorhanden? T. = Technologie, ist das Produkt OSS, Branchenstandard oder Eigenentwicklung? D. = Dokumentation, ist die Verwendung, Instandsetzung, Migration und Schnittstellen dokumentiert?

A.2. Bewertungsmodell des Risikos von Vendor-Lock-In

Informationen zur aktuellen Untersuchung:

Untersuchter CC-Anbieter

Datum der Untersuchung

Prüfer/Prüferin

Teil 1: Kriterien mit indirektem Einfluss

Business-SaaS	Bewertungspunkte		
ERP	X	T	D
CRM	X	T	D
BI und Datenanalyse	X	T	D
Speicher-Lösungen	Bewertungspunkte		
SQL Datenbank	X	T	D
NoSQL Datenbank	X	T	D
In-Memory Datenbank	X	T	D
Archivspeicher	X	T	D
Back-Up-Speicher	X	T	D
Block-Speicher	X	T	D
Entwicklungswerkzeuge	Bewertungspunkte		
Quellcode-Verwaltung	X	T	D
Testlabor	X	T	D
Pipeline-Verwaltung	X	T	D
Betriebswerkzeuge	Bewertungspunkte		
Software-Auslieferung	X	T	D
Berechtigungsmanagement	X	T	D
Überwachungs-Plattform	X	T	D
Content-Delivery-Network	X	T	D
Sicherheit	Bewertungspunkte		
Managementplattform für passive Verteidigung	X	T	D
Managementplattform für aktive Verteidigung	X	T	D
Plattform für Threat Intelligence	X	T	D
Virtuelle Arbeitsplätze	Bewertungspunkte		
Managementplattform für die Bereitstellung	X	T	D

Teil 2: Kriterien mit direktem Einfluss

Containerisierung	Bewertungspunkte		
Managementplattform für Artefakte	X	T	D
Selbstständige Container	X	T	D
Selbstständige Funktionen	X	T	D
Migrationswerkzeuge	Bewertungspunkte		
Datenmigrationswerkzeug	X	T	D
Codemigrationswerkzeug	X	T	D
Interoperabilität	Bewertungspunkte		
Managementplattform für APIs	X	T	D
Endpunkte für Hybride/Multi-Cloud	X	T	D

Ergebnis des Bewertungsmodells

Zwischensumme Teil 1

Zwischensumme Teil 2

Gesamtsumme

Abbildungsverzeichnis

1.1. Nutzung von Cloud Computing	5
1.2. Übersicht über verschiedene Verwaltungsformen der Cloud	7
1.3. Vorbeugende technische IT-Sicherheitsmaßnahmen	11
1.4. Eigene Skizze der Beziehung zwischen Cloud-Computing-Kunde, CC-Anbieter und den Rechenressourcen	14
2.1. Skizze der Beziehung zwischen AOK Bayern, AOK PLUS und den IT-Dienstleistern	19
3.1. Skizze der hierachischen Struktur des Kriterienkatalogs	27

Literatur

- Bitkom (Statista). (2018). *Welche der folgenden technischen IT-Sicherheitsmaßnahmen kommen in Ihrem Unternehmen bereits zum Einsatz bzw. plant Ihr Unternehmen in Zukunft einzusetzen?* Verfügbar 19. Januar 2026 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/417433>
- Bitkom (Statista). (2025). *Was sind die größten Hürden für die Digitalisierung in Ihrem Unternehmen?* Verfügbar 19. Januar 2026 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1284685>
- Bundesnetzagentur. (2026). *Informationen und Hintergründe zum Data Act.* Verfügbar 6. Januar 2026 unter <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Digitales/DataAct/Hintergrund/start.html>
- Conosco Ltd. (2020). *Challenges of moving to the cloud.* Verfügbar 23. Januar 2026 unter <https://conosco.com/industry-insights/blog/6-challenges-of-moving-to-the-cloud>
- Cross, S. (2025). *Data Act - Cloud-Switching: Wie wirkt sich der Data Act auf Vertragsverhältnisse aus?* Verfügbar 6. Januar 2026 unter <https://www.baumgartner.legal/de/insights/insight-detail/data-act-cloud-switching-wie-wirkt-sich-der-data-act-auf-vertragsverhaeltnisse-aus>
- Europäische Commision - ICT Standards (SLA). (2016). *Service Level Agreement.* Verfügbar 25. Januar 2026 unter <https://interoperable-europe.ec.europa.eu/collection/ict-standards-procurement/service-level-agreement>
- Europäisches Parlament. (2023). *REGULATION (EU) 2023/2854 on harmonised rules on fair access to and use of data and amending Regulation (EU) 2017/2394 and Directive (EU) 2020/1828 (Data Act).* Verfügbar 6. Januar 2026 unter <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2854/oj/eng>
- Gesetzgeber-Deutschland. (2025a). Sozialgesetzbuch - (SGB V) Fünftes Buch - Gesetzliche Krankenversicherungen. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.
- Gesetzgeber-Deutschland. (2025b). Sozialgesetzbuch - (SGB V) Fünftes Buch - Gesetzliche Krankenversicherungen. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.
- Gesetzgeber-Deutschland. (2025c). Sozialgesetzbuch - (SGB V) Fünftes Buch - Gesetzliche Krankenversicherungen. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz.
- Hennrich, T. (2023). *Cloud Computing nach der Datenschutz-Grundverordnung.* O'Reilly.
- ISO Organisation. (2023). *Information technology - Cloud computing - Part 1: Vocabulary* [Referenz-Nummer: ISO/IEC 22123-1:2023]. ISO/IEC. <https://www.iso.org/obp>

- Lange, E., Bormann. (2025). *Angemessenheitsbeschlüsse der Europäischen Kommission* [Artikel: Angemessenheitsbeschlüsse der Europäischen Kommission]. Verfügbar 6. Januar 2026 unter <https://datenschutz.hessen.de/datenschutz/internationaler-datentransfer>
- Microsoft Azure. (2025a). *Was ist Cloud-Computing?* Verfügbar 10. Januar 2026 unter <https://azure.microsoft.com/de-de/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-cloud-computing/>
- Microsoft Azure. (2025b). *Was ist die Cloud?* Verfügbar 10. Januar 2026 unter <https://azure.microsoft.com/de-de/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-the-cloud/>
- Statista Research Department. (2025). *Was ist Cloud-Computing?* Verfügbar 12. Januar 2026 unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/177484>
- Steven Mezzio, V. C., Meredith Stein. (2023). *Cloud Governnance*. De Gruyter.
- Tanenbaum, A. S. (2013). *Structured computer organization*. Pearson.
- Wikipedia-Autoren. (2026a). *Färöer*. Verfügbar 4. Januar 2026 unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A4r%C3%B6er&oldid=261795706>
- Wikipedia-Autoren. (2026b). *Guernsey*. Verfügbar 10. Januar 2026 unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Guernsey&oldid=262517631>
- Wikipedia-Autoren. (2026c). *Isle Of Man*. Verfügbar 10. Januar 2026 unter https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Isle_of_Man&oldid=262688476
- Wikipedia-Autoren. (2026d). *Wirtschaftssektor*. Verfügbar 10. Januar 2026 unter <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Wirtschaftssektor&oldid=263301933>
- Wrzal, T. (2025). Cloud 101 (Grundlagen) [Internes Dokument].

Glossar

IT Platzhalter. i, 1

on-Premise Platzhalter. i, 2

virtuelle Ressourcen Platzhalter. i