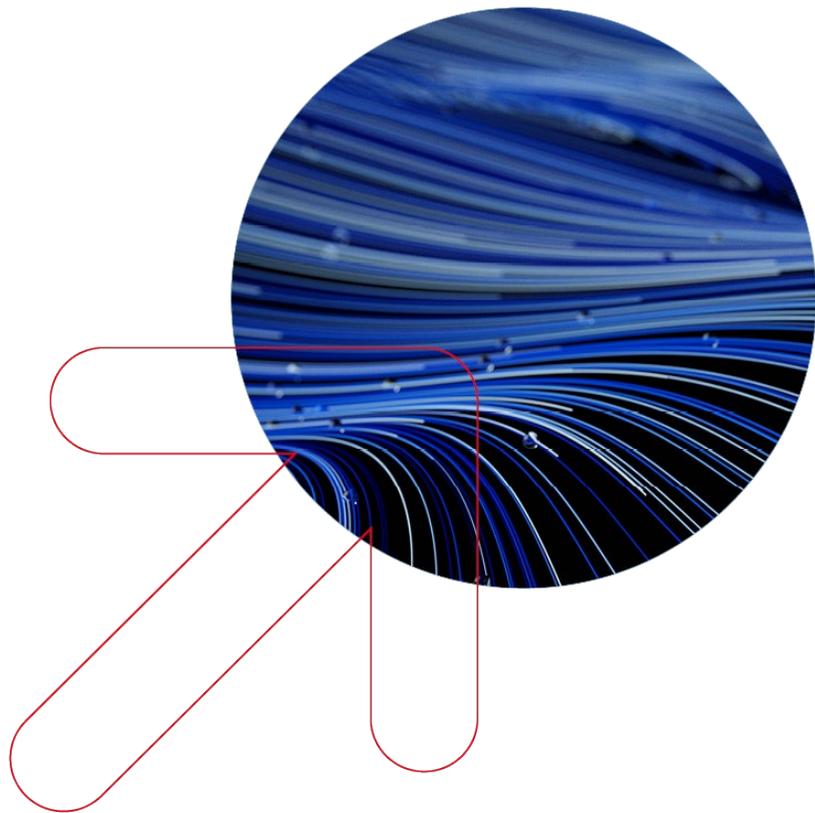


WIK • Diskussionsbeitrag

Nr. 529



Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung

Autorinnen:
Annette Hillebrand
Jana Stuck

Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH
Rhöndorfer Str. 68
53604 Bad Honnef
Deutschland
Tel.: +49 2224 9225-0
Fax: +49 2224 9225-63
E-Mail: info@wik.org
www.wik.org

Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor, Verwaltungs- und Abteilungsleiter	Alex Kalevi Dieke
Direktor, Abteilungsleiter	Prof. Dr. Bernd Sörries
Abteilungsleiter	Dr. Christian Wernick
Abteilungsleiter	Dr. Lukas Wiewiorra
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Dr. Thomas Solbach
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

Stand: Januar 2024

ISSN 1865-8997

Bildnachweis Titel: © Robert Kneschke - stock.adobe.com

Weitere Diskussionsbeiträge finden Sie hier:

<https://www.wik.org/veroeffentlichungen/diskussionsbeitraege>

In den vom WIK herausgegebenen Diskussionsbeiträgen erscheinen in loser Folge Aufsätze und Vorträge von Mitarbeitern des Instituts sowie ausgewählte Zwischen- und Abschlussberichte von durchgeführten Forschungsprojekten. Mit der Herausgabe dieser Reihe bezweckt das WIK, über seine Tätigkeit zu informieren, Diskussionsanstöße zu geben, aber auch Anregungen von außen zu empfangen. Kritik und Kommentare sind deshalb jederzeit willkommen. Die in den verschiedenen Beiträgen zum Ausdruck kommenden Ansichten geben ausschließlich die Meinung der jeweiligen Autoren wieder. WIK behält sich alle Rechte vor. Ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des WIK ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) zu vervielfältigen oder unter Verwendung elektronischer Systeme zu verarbeiten oder zu verbreiten.

Inhalt

Abkürzungsverzeichnis	IV
Zusammenfassung	V
Summary	VI
1 Einleitung	1
2 Merkmale von Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung	3
3 Cloud-Nachfrage der öffentlichen Verwaltung	9
4 Marktüberblick: Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung	11
4.1 Anbieter für die öffentliche Verwaltung	13
4.2 Angebote für die öffentliche Verwaltung	17
4.3 Zwischenfazit	19
5 Smart-City-Lösungen im Bereich Datenplattformen	21
6 Potenziale und Herausforderungen von Cloud-Lösungen in der öffentlichen Verwaltung	25
7 Europäische, bundesweite und länderspezifische Rahmenprojekte	31
7.1 Bundescloud	32
7.2 Deutsche Verwaltungscld	32
7.3 Einer-für-alle-Prinzip des OZG	34
7.4 Microsoft Souveräne Cloud (MSSC)	35
7.5 Zentrum für Digitale Souveränität der Öffentlichen Verwaltung (ZenDiS)	36
7.6 Sovereign Cloud Stack (SCS)	38
7.7 IPCEI Next Generation Cloud Infrastructure	38
7.8 Gaia-X	39
7.9 Trusted Cloud Plattform	39
7.10 Cloud-Projekte in den Bundesländern	39
8 Fazit	50
9 Literatur	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Überblick Cloud-Servicemodelle	5
Abbildung 2:	Nutzen Sie IT-Services, die in einer Cloud-Umgebung bereitgestellt werden?	9
Abbildung 3:	Falls Sie Cloud-Services nutzen, wer stellt diese bereit?	10
Abbildung 4:	Umsatz mit Cloud-Computing in Deutschland nach Segment (in Mrd. Euro)	11
Abbildung 5:	Marktanteile der führenden Anbieter am Umsatz im Cloud-Computing Segment IaaS in Deutschland im Jahr 2022	12
Abbildung 6:	Marktanteile der führenden Unternehmen am Umsatz mit Plattform-as-a-Service (PaaS) in Deutschland im Jahr 2022	12
Abbildung 7:	Marktanteile der führenden Unternehmen am Umsatz mit Software-as-a-Service (SaaS) in Deutschland im Jahr 2022	13
Abbildung 8:	Anbieteranalyse: Ausgewählte betrachtete IT-Anbieter für die öffentliche Verwaltung	14
Abbildung 9:	Anbieteranalyse: Betrachtete Anbieter nach Unternehmensart und Cloud-Angebot	15
Abbildung 10:	Anzahl an Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung nach Unternehmensart	15
Abbildung 11:	Anbieteranalyse: Eigener Rechenzentrumsbetrieb	16
Abbildung 12:	Anbieteranalyse: An welchen Standorten betreiben die Cloud-Anbieter ihre Lösungen?	17
Abbildung 13:	Anbieteranalyse: Bereitstellungstyp & Servicemodell	18
Abbildung 14:	Anbieteranalyse: Thematische Schwerpunkte der Cloud-Anbieter	18
Abbildung 15:	Wortwolke zu dem Cloud-Angebot	19
Abbildung 16:	Wie viele Kommunen haben eine Datenplattform?	21
Abbildung 17:	Befragung von Großstädten: Welche Ziele verfolgen Sie mit der Cloud-Nutzung?	25
Abbildung 18:	Befragung von Großstädten: Welche Faktoren hindern Ihre Behörde daran, Dienste aus einer Cloud zu nutzen?	28
Abbildung 19:	Aufbau der Deutschen Verwaltungscloud	32
Abbildung 20:	Cloud-Lösungen in Bundesländern	40

Fallbeispiele

Fallbeispiel 1:	Urbane Datenplattform der Stadt Frankfurt am Main	23
Fallbeispiel 2:	Urbane Datenplattform in Hamburg	24
Fallbeispiel 3:	Zusammenarbeit der Ukraine und AWS Cloud	26
Fallbeispiel 4:	RathausCloud	27
Fallbeispiel 5:	Adobe Cloud und Venezuela	30
Fallbeispiel 6:	Vergleich der Angebote für den Büroarbeitsplatz	36

Abkürzungsverzeichnis

AIDED	[Umsetzungen für Künstliche Intelligenz in einer sicheren, verteilten Cloud für den öffentlichen Sektor]
AWS	Amazon Web Services
BB	Brandenburg
BE	Berlin
bidt	Bayerisches Forschungsinstitut für Digitale Transformation
BMI	Bundesministerium des Innern und für Heimat
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
DKSR	Daten-Kompetenzzentrum Städte und Regionen
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
ESG-Ziele	Environment, Social, Governance Ziele
EU	Europäische Union
EVB-IT	Ergänzende Vertragsbedingungen IT
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
IaaS	Infrastructure as a Service
IoT	Internet of Things
IPCEI-CIS	Important Projects of Common European Interest Next Generation Cloud Infrastructure and Services
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
MSSC	Microsoft Souveräne Cloud
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NKR	Nationaler Normenkontrollrat
NW	Nordrhein-Westfalen
OZG	Onlinezugangsgesetz
PaaS	Platform as a Service
RP	Rheinland-Pfalz
SaaS	Software as a Service
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
VM	Virtuelle Maschine
ZenDiS	Zentrum Digitale Souveränität

Zusammenfassung

Während Cloud-Lösungen in der Privatwirtschaft bereits seit Jahren häufig eingesetzt werden, sind öffentliche Verwaltungen zurückhaltender und nur rund die Hälfte gibt in Befragungen an, Cloud-Lösungen zu nutzen. In den letzten Jahren wachsen die Anforderungen an die öffentliche IT insbesondere im Hinblick auf Verfügbarkeit, Resilienz und IT-Sicherheit und gleichzeitig begrenzen der Fachkräftemangel und die angespannte Haushaltslage die Ressourcen. Das führt zu einer steigenden Nachfrage nach Cloud-Lösungen im öffentlichen Sektor, da Cloud Computing einen bedarfsgerechten, flexiblen Einsatz und eine schnelle Skalierung von Softwarelösungen ermöglicht. Es vereinfacht den Austausch und die Nachnutzung von Software zwischen föderalen Ebenen und zwischen Kommunen. Die Bundesregierung hat den verstärkten Einsatz strategisch verankert und treibt mit der Deutschen Verwaltungscld große Cloud-Projekte voran. Der Bund und die Länder haben zudem festgelegt, dass neue Software als Cloud-Lösungen entwickelt werden soll.

Die öffentlichen IT-Dienstleister und Fachverfahrenshersteller stehen noch am Anfang des Aufbaus ihres Cloud-Angebots: Rund 55 % der öffentlichen IT-Dienstleister haben noch keine Cloud-Lösung im Portfolio und auch Fachverfahren sind kaum cloudbasiert. Die internationalen Hyperscaler, nationalen Großunternehmen und jungen Start-ups haben bereits ein breites Cloud-Angebot für den öffentlichen Sektor und bieten teilweise keine On-Premise-Lösungen mehr an. Besonders relevant für den öffentlichen Sektor ist die Entscheidung von Microsoft, ab 2029 MS Office ausschließlich als Cloud-Lösung anzubieten. Die Bundesverwaltung arbeitet einerseits gemeinsam mit einem Tochterunternehmen von SAP an einer Cloud für die öffentliche Verwaltung auf Basis von Microsoft, die den souveränen Betrieb von Office in der Cloud gewährleisten soll. Auf der anderen Seite arbeiten Initiativen des Bundes an Open-Source-Alternativen, die in den eigenen Rechenzentren gehostet werden können. Es ist zu erwarten, dass sich das Cloud-Angebot für den öffentlichen Sektor 2025 durch die Delos Cloud, Open-Source-Alternativen und die Deutsche Verwaltungscld erweitern wird und die Cloud-Nutzung im öffentlichen Sektor steigt.

Summary

While cloud solutions have been established in the private sector for years and are frequently used, public administrations are more hesitant and only about half of them state in surveys that they use cloud solutions. In recent years, the demands on public IT have grown, particularly with regard to availability, resilience and IT security. At the same time, the shortage of skilled workers and the strained budgetary situation are limiting resources. This is leading to an increasing demand for cloud solutions in the public sector, since cloud computing enables flexible use and rapid scaling of software solutions as needed. It simplifies the exchange and reuse of software between federal levels and between municipalities. The federal government has strategically anchored the increased use of cloud computing and is pushing ahead with major cloud projects in the form of the German Administration Cloud. The federal and state governments have also stipulated that new software should be developed as cloud solutions.

Public IT service providers and specialist process manufacturers are still in the early stages of developing their cloud offerings: around 55% of public IT service providers do not yet have a cloud solution in their portfolio, and specialist processes are also rarely cloud-based. The international hyperscalers, large national companies and young start-ups already have a wide range of cloud services for the public sector and in some cases no longer offer on-premise solutions. Particularly relevant for the public sector is Microsoft's decision to offer MS Office exclusively as a cloud solution from 2029. On the one hand, the federal administration is working with an SAP subsidiary on a public administration cloud based on Microsoft that is designed to ensure the sovereign operation of Office in the cloud. On the other hand, federal initiatives are working on open-source alternatives that can be hosted in their own data centres. It is expected that the cloud offering for the public sector will expand in 2025 to include the Delos Cloud, open-source alternatives and the German administration cloud, and that cloud use in the public sector will increase.

1 Einleitung

Cloud-Lösungen sind eine Grundlage für die digitale Transformation der Verwaltung auf allen föderalen Ebenen, auch in den rund 11.000 Kommunen in Deutschland. Das Auslagern von Rechenleistungen in die Cloud bietet viele Vorteile in Hinblick auf Flexibilität, Skalierbarkeit und Effizienz. Die IT-Sicherheit kann verbessert werden und die Cloud macht neue Nutzungs- und Abrechnungsmodelle für Software, Plattform und Infrastruktur möglich. Gleichzeitig droht aber auch die Abhängigkeit von großen Cloud-Anbietern bedingt durch Lock-in-Effekte. Im Jahr 2023 nutzten 48 % der Großstädte IT-Services aus einer Cloud-Umgebung.¹ In der Privatwirtschaft ist die Nutzung von Cloud-Lösungen hingegen bereits etabliert. 97 % der Unternehmen in Deutschland mit mehr als 50 Mitarbeitenden setzten 2023 Cloud-Lösungen ein.²

Auf EU-, Bundes- und Länderebene wurden vielfältige Projekte gestartet, um die Entwicklung von souveränen Cloud-Lösungen zu stärken. Das Einer-für-Alle-Prinzip des Onlinezugangsgesetzes (OZG) soll den Verwaltungen Zugriff auf grundlegende Verwaltungsanwendungen verschaffen. Der Bund hat im Rahmen seiner eigenen Verwaltungsdigitalisierung die Bundescloud gestartet und unterstützt das Gaia-X-Ökosystem sowie die IPCEI Next Generation Cloud Infrastructure. Beispiele für Community-Cloud-Aktivitäten der Bundesländer sind die Niedersächsische Bildungscloud, DVZ.DIGITAL (Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern), die Thüringer Datenaustauschplattform, Sicherer Datenaustausch Sachsen und die BayernCloud Schule.

Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, einen Überblick über Cloud-Lösungen für öffentliche Auftraggeber in Deutschland zu geben und dabei insbesondere die Anbieter und die unterstützenden Programme auf Bundes- und Landesebene zu betrachten. Weiterhin sollen die Potenziale und Herausforderungen sowie Treiber und Hemmnisse für das Cloud Computing im öffentlichen Sektor analysiert und Handlungsempfehlungen für die Stärkung der digitalen Souveränität der Kommunen formuliert werden. Folgende Fragestellungen stehen im Vordergrund:

- Wie groß ist das Cloud-Angebot für Kommunen? Welche Cloud-Anbieter und wie viele Cloud-Lösungen stehen ihnen zur Auswahl?
- Welche Vorteile bieten Cloud-Lösungen für Kommunen und welche anderen Herausforderungen bringen sie mit?
- Welche interkommunalen, regionalen oder länder- bzw. bundesweiten Cloudprojekte und Lösungen sind in Umsetzung?

Ein umfassendes Desk Research dient als Grundlage für eine Marktübersicht relevanter Cloud-Lösungen und Anwendungsbeispiele aus Kommunen. Es wurden insgesamt 153

¹ Vgl. Achtert, Werner; Bratfisch, Horst; Fleischer, Nils-Alexander; Fischlin, Roger; Gestl, Frank; Gounova, Borianna; Zahner, Helmut (2023).

² Vgl. KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2023).

relevante IT-Anbieter für Kommunen identifiziert und ihr Angebotsportfolio untersucht und wie folgt kategorisiert:

- Deskriptive Unternehmensdaten
- Anzahl an Cloud-Lösungen
- Bereitstellungsmethode und Servicemodelle
- Thematische Schwerpunkte

Weiterhin wurden rund 30 Digitalstrategien auf interkommunaler, Landes- und Bundesebene analysiert und eine Übersicht über nationale und internationale Rahmenprojekte zur Förderung von Cloud-Lösungen erstellt. Am 13. Mai 2024 fand ein Online-Workshop mit rund 40 Expertinnen und Experten zum Thema „Erfolgsfaktoren für Cloud-Computing in der öffentlichen Verwaltung“ statt. In fünf Vorträgen wurden die Deutsche Verwaltungscld, die Sicht der kommunalen IT-Dienstleister und der Kommunen sowie Cloud-Projekte aus Sachsen und Köln vorgestellt. 13 leitfadengestützte Interviews mit Bundes- und Landesministerien, Kommunen, öffentlichen und privaten IT-Dienstleistern, Verbänden sowie spezialisierten IT-Dienstleistern ergänzten das Research.³ Die Ergebnisse wurden auf der DIV-Konferenz 2024 „Deutschland intelligent vernetzt: Gemeinsam Zukunftsfähigkeit erreichen“ in einem von WIK veranstalteten Workshop „Cloud-Computing für Kommunen“ mit externen Referenten vorgestellt. Der Workshops gab einen aktuellen Einblick in den Markt von Cloud-Lösungen für Kommunen und die Teilnehmenden diskutierten die Potenziale von Cloud Computing in der öffentlichen Verwaltung.

3 Wir bedanken uns herzlich bei allen Referentinnen und Referenten der Workshops sowie allen Expertinnen und Experten, die uns für ein Interview zur Verfügung standen: Oliver Blind-Galties, Nextcloud GmbH, Tim Cleffmann, Daten-Kompetenzzentrum Städte und Regionen DKSR GmbH, Dr. Patrick Grete (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik), Nicolas Hagemann (Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen), Michael Knippath (Stadt Köln), Jörg Kremer (FITKO), Michael Kubach (beratungsraum GmbH), Markus Petersen (regio it), Bürgermeister Thomas Pöge (Gemeinde Thallwitz), Dr. Roman Radberger (IP SYSCON), Sebastian Rauer (Lecos), Marco Schuldt (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz), Jens Seidenschwarz und Heiko Seyfferth (Bundesministerium des Innern und für Heimat), Daniel Sieberath (VITAKO), Christian Stoffrein (Deutscher Landkreistag), Andreas Weiss (EuroCloud), Rena Wißmeier (KGSt).

2 Merkmale von Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung

Was ist Cloud-Computing?

Cloud-Computing beschreibt die Bereitstellung skalierbarer IT-Dienste über das Internet für eine potenziell große Zahl externer Kunden. Es gibt keine einheitliche Definition für den Begriff Cloud Computing. In der Literatur hat sich jedoch die seit langem bekannte Definition der US-amerikanischen Standardisierungsstelle NIST (National Institute of Standards and Technology) durchgesetzt:

„Cloud Computing ist ein Modell, das es erlaubt bei Bedarf, jederzeit und überall bequem über ein Netz auf einen geteilten Pool von konfigurierbaren Rechnerressourcen (z. B. Netze, Server, Speichersysteme, Anwendungen und Dienste) zuzugreifen, die schnell und mit minimalem Managementaufwand oder geringer Serviceprovider-Interaktion zur Verfügung gestellt werden können.“⁴

Gemäß dieser Definition charakterisieren fünf Eigenschaften Cloud-Lösungen. Anwender können die Cloud-Leistungen **bedarfsgerecht und eigenständig** buchen. Die gebuchten Leistungen sind über einen **netzbasierten Zugang** von verschiedenen Endgeräten nutzbar und Anbieter stellen ihre Ressourcen über **Multi-Tenant Modelle** mehreren Anwendern gleichzeitig zur Verfügung und können sie dynamisch an die Nachfrage anpassen. Aus Anwendersicht sind die Cloud-Lösungen dementsprechend **schnell skalierbar**. Der Anbieter **erfasst außerdem die Nutzung** der Cloud-Leistungen.

Es gibt Überschneidungen zwischen Cloud Computing und IT-Outsourcing, mit dem klassischerweise viele Behörden ihre öffentlichen oder privaten IT-Dienstleister beauftragen. Im Gegensatz zum Cloud Computing wird beim IT-Outsourcing eine gemietete Infrastruktur exklusiv von einem Kunden genutzt (Single-Tenant-Modell) und es gibt üblicherweise lange Vertragslaufzeiten mit festen technischen und personellen Ressourcen und Fixkosten.

Grundlage für die Cloudtechnologie sind die Virtualisierung von IT-Ressourcen und Web-Services.⁵ Die Virtualisierung bezeichnet die Abstraktion und gemeinsame Verwaltung physischer Ressourcen wie Prozessoren, Speicher oder Arbeitsspeicher. Aus diesem IT-Ressourcenpool können individuelle und dynamisch generierte virtuelle Maschinen (VMs) zusammengestellt werden. Das ermöglicht die effizientere Nutzung von Ressourcen und eine schnelle Skalierung, wenn mehr Ressourcen benötigt werden.⁶ Eine weitere Technologie, um Anwendungen unabhängig von IT-Infrastrukturressourcen zu machen sind Container. Container sind Softwarepakete, die alle notwendigen Elemente für die Ausführung in einer beliebigen Umgebung (z. B. Laptop unabhängig vom Betriebssystem, Cloud, Rechenzentrum) enthalten. Sie sind deutlich kleiner als virtuelle

⁴ Vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o. D.-a).

⁵ Vgl. Baun, Christian (2012).

⁶ Vgl. Labes, Stine (2012).

Maschinen.⁷ Kubernetes ist eine Software zur Verwaltung der Container, die 2014 von Google Open Source zur Verfügung gestellt wurde.⁸

Cloud-Dienste bieten verschiedene Vorteile gegenüber On-Premise-Lösungen. Deussen et al. beschreiben, dass klassische Rechenzentren Kapazitäten für Lastspitzen vorhalten müssen. Diese hohe Kapazität wird jedoch im Regelbetrieb selten ausgelastet. Die elastische Zuteilung von Ressourcen in der Cloud ermöglicht es, kurzzeitig hohe Kapazitätsanforderung eines Kunden durch die ungenutzten Ressourcen eines anderen Kunden abzudecken und erlaubt damit eine höhere Ressourceneffizienz. Cloud-Anbieter rechnen in der Regel nur die genutzten Ressourcen ab, wodurch Cloud-Lösungen oftmals kostengünstiger als On-Premise-Lösungen sind.⁹

Es ist eine Herausforderung, Cloud-Computing für Echtzeitanwendungen einzusetzen, die große Datenmengen erzeugen und niedrige Latenzzeiten erfordern. In der Smart City betrifft das beispielsweise IoT-Lösungen wie smarte Kameras zur Verkehrsüberwachung, die die erfassten Daten lokal analysieren und anschließend in die Cloud oder das Rechenzentrum übertragen. Eine Lösung hierfür bietet das **Edge Computing**. Edge-Server sind Rechenstandorte am Rand eines Netzwerks wie beispielsweise Laptops oder IoT-Geräte.¹⁰ Die Datenverarbeitung erfolgt statt in der Cloud in den Edge-Servern, wodurch die Kosten, Latenz- und Reaktionszeiten für die Datenübertragung gesenkt werden.

Welche Arten von Cloud-Lösungen gibt es?

Es werden verschiedene Bereitstellungstypen der Cloud unterschieden. In einer **Public Cloud** stellt ein Anbieter die IT-Ressourcen der Öffentlichkeit oder einer großen Gruppe, beispielsweise einer Branche, zur Verfügung. In einer **Private Cloud** stehen die Ressourcen exklusiv einem Anwender zur Verfügung. Viele öffentliche IT-Dienstleister bieten ihren öffentlichen Trägern oder Mitgliedern eine solche Private Cloud an. In einer **Community Cloud** teilen mehrere Anwender die Infrastruktur. Die **Hybrid Cloud** verbindet mehrere eigenständige Cloud-Lösungen (Private, Public oder Community) über standardisierte Schnittstellen. In der Regel kombinieren sie eine private Rechenumgebung mit einer öffentlichen Rechenumgebung für gemeinsame Arbeitslasten, sodass bspw. Lastspitzen in der Public Cloud aufgefangen werden können. Die **Multi Cloud** bezeichnet die gleichzeitige Nutzung von mehreren Cloud-Diensten von unterschiedlichen Anbietern. Im Unterschied zu der Hybrid Cloud werden die Cloud-Lösungen jedoch für verschiedene Arbeitslasten genutzt und nicht miteinander verbunden.¹¹ Gründe für die Multi-Cloud sind sowohl technische Gründe wie eine bessere Ressourcenverteilung, eine erhöhte Ausfallsicherheit durch Redundanzen als auch wirtschaftliche Gründe wie die Kostenoptimierung.¹²

⁷ Vgl. Red Hat (2023), Google Cloud (o. D.-a).

⁸ Vgl. Kubernetes (2022).

⁹ Vgl. Deussen, Peter, H.; Eckert, Klaus-Peter; Hoepner, Petra; Hoffmann, Christian; Strick, Linda (2014).

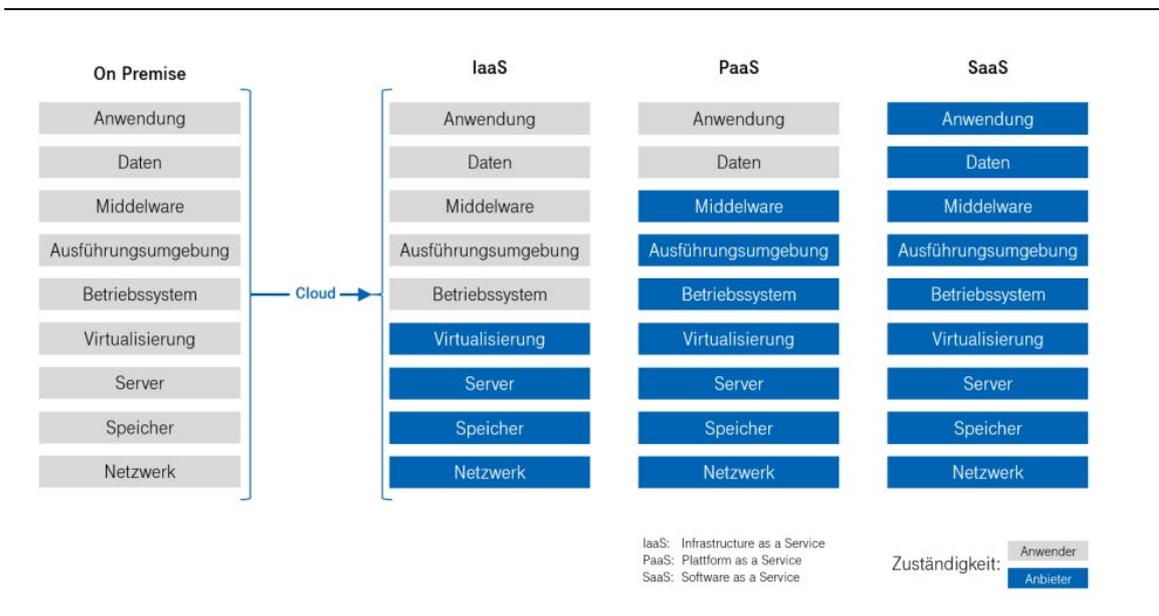
¹⁰ Vgl. Silva, Pedro; Costan, Alexandru; Antoniu, Gabriel (2019).

¹¹ Vgl. Google Cloud (o. D.-b).

¹² Vgl. KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2023).

Es gibt drei wesentliche Servicemodelle für Cloud-Dienstleistungen: Infrastructure as a Service (IaaS), Plattform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS). Bei IaaS werden IT-Ressourcen, z. B. Rechenleistung, Speicher oder Netze, angeboten. Der Kunde nutzt die Infrastruktur in der Cloud, um darauf dann eigene Services aufzusetzen. PaaS umfasst neben der gesamten Infrastruktur auch standardisierte Schnittstellen wie beispielsweise das Betriebssystem. SaaS-Lösungen sind skalierbare onlinenutzbare Anwendungen, die neben der Infrastruktur und Plattform auch die Software enthalten (siehe Abbildung 1).¹³

Abbildung 1: Überblick Cloud-Servicemodelle



Quelle: Benze, Jörg (2021).

SaaS werden in der öffentlichen Verwaltung für verschiedene Anwendungen eingesetzt, zum Beispiel um vollumfängliche digitale Arbeitsplätze auszustatten. Auch PaaS sind attraktiv für die öffentliche Verwaltung, da sie die Kollaboration mit unterschiedlichen Akteuren und Lösungen innerhalb und außerhalb der Verwaltung ermöglichen und so zum Beispiel im Bildungs- und Gesundheitssektor übergreifende Plattformen entstehen können. IaaS bietet der öffentlichen Verwaltung zum Beispiel Lösungen, um plötzlichen, unvorhergesehenen zusätzlichen Infrastrukturbedarf zu decken, etwa bei Katastrophenfällen. Alle Lösungen tragen dazu bei, die IT-Administration in öffentlichen Verwaltungen auszulagern und zu professionalisieren. Dieser Aspekt spielt vor allem in kleinen Städten und Gemeinden mit wenig IT-Personal eine Rolle.

¹³ Vgl. Lundborg, Martin; Gull, Isabel; Baischew, Dajan (2022); Benze, Jörg (2021).

Welche rechtlichen Regelungen, Zertifikate und Standards gibt es für die Cloud-Nutzung in der öffentlichen Verwaltung?

Beim Cloud-Computing müssen die Schutzziele der Informationssicherheit Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit gewährleistet werden. Diese Schutzziele müssen in allen Teilbereichen der Informationssicherheit erfüllt werden:

- IT-Sicherheit: Schutz der informationstechnischen Systeme (Hard- und Software) von den Cloud-Anbietern.
- Datensicherheit: Absicherung der Daten gegen Verlust, Manipulation, unberechtigten Zugriff und andere Bedrohungen.
- Datenschutz: Schutz von personenbezogenen Daten gemäß Datenschutzgrundverordnung (DSGVO).¹⁴

Besondere Anforderungen bestehen für die öffentliche Verwaltung im Zusammenhang mit Vorschriften zum Geheimschutz und den entsprechenden Einstufungen von Verschlusssachen. Darüber hinaus können öffentliche Verwaltungen mit Vorschriften zu Kritischen Infrastrukturen konfrontiert sein, etwa im Bereich Abwasser, Energie- und Wasserversorgung, Verkehr und medizinische Versorgung.

Die Cloud-Nutzung der öffentlichen Verwaltung ist insbesondere auch kritisch, sobald personenbezogene bzw. -beziehbare Daten in der Cloud verarbeitet werden oder wenn besonders schützenswerte Daten¹⁵ verarbeitet werden. Dann findet die 2018 in Kraft getretene Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) Anwendung. Diese legt fest, dass personenbezogene Daten nur dann an Länder außerhalb der EU übermittelt werden dürfen, wenn das durch die DSGVO gewährleistete Schutzniveau nicht untergraben wird.^{16,17} Viele große Cloud-Anbieter (bspw. Microsoft, Alphabet, Amazon) haben ihren Sitz in den USA, daher ist der Datentransfer in die USA besonders relevant. Im Juli 2023 hat die Europäische Kommission einen Durchführungsbeschluss über die Angemessenheit des Schutzniveaus für personenbezogene Daten in den USA erlassen. Der Durchführungsbeschluss basiert auf einem neuen Abkommen, das u. a. den Zugang des US-Nachrichtendienstes zu Daten beschränkt.¹⁸ Auf dieser Grundlage können Unternehmen und öffentliche Verwaltungen personenbezogene Daten an zertifizierte Unternehmen in den USA übermitteln ohne zusätzliche Maßnahmen ergreifen zu müssen. Vieldiskutierte

¹⁴ Vgl. Puhl, Pirmin; Stuck, Jana; Schäfer, Saskja; Hillebrand, Annette (2021).

¹⁵ Vgl. Datenschutz-Grundverordnung (2016): Art. 9, d. h. die Verarbeitung von Daten, aus denen z. B. politische Meinungen, religiöse oder weltanschauliche Überzeugungen oder die Gewerkschaftszugehörigkeit hervorgehen, Gesundheitsdaten etc.

¹⁶ Vgl. Datenschutz-Grundverordnung (2016): Art. 44.

¹⁷ Die Europäische Kommission hat 2016 in einem Durchführungsbeschluss auf Basis einer Privacy Shield-Übereinkunft zwischen der EU und den USA festgestellt, dass die USA dieses gewährleisten. Dieser Durchführungsbeschluss wurde durch das Schrems II Urteil 2020 vom Europäischen Gerichtshof jedoch ohne Übergangsfrist für unwirksam erklärt. Vgl. Europäische Kommission (2016): Durchführungsbeschluss (EU) 2016/1250 der Kommission vom 12. Juli 2016 gemäß der Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Angemessenheit des vom EU-US-Datenschutzschild gebotenen Schutzes (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2016) 4176) und Europäischen Gerichtshof (EuGH) Große Kammer (2020): Urteil vom 16.07.2020 in der Rechtssache C-311/18.

¹⁸ Vgl. Europäische Kommission (2023).

Vorbehalte gegenüber dem US-amerikanischen CLOUD Act (Clarifying Lawful Overseas Use of Data Act, 2018) zum Zugriff der US-Behörden auf gespeicherte Daten im Internet werden dadurch nicht vollständig ausgeräumt. Nach dem Brexit hatte die Europäische Kommission im Juni 2021 auch für das Vereinigte Königreich die Angemessenheit der Datenübermittlung angenommen.

Es gibt eine Vielzahl an Zertifikaten, Siegeln und Testaten, die unterschiedliche Anforderungen an Informationssicherheit und Datenschutz nachweisen. Puhl et. al. haben 2021 insgesamt zwölf Siegel und Zertifikate für Cloud-Dienste identifiziert. Zudem können auch die Bereiche Hardware und IT-Systeme mit sieben Zertifikaten und Organisation / Dienstleister mit 26 Zertifikaten für Cloud-Anbieter relevant sein.¹⁹ Der Kriterienkatalog Cloud Computing C5 vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ist für Cloud-Lösungen besonders relevant. Er definiert Mindestanforderungen für die Informationssicherheit von Cloud-Diensten. Cloud-Anbieter können die Erfüllung dieser Kriterien ihrer Dienste durch Prüfer testieren lassen. Dabei wird ein Prüfbericht erstellt, der die Prüftätigkeit und die ergriffenen Maßnahmen der Anbieter dokumentiert. Kunden können diese Prüfberichte anfordern und als Basis für eine eigene Risikoanalyse nutzen.²⁰

Darüber hinaus hat das BSI mit dem Mindeststandard zur Nutzung externer Cloud-Dienste Leitlinien für die öffentliche Verwaltung veröffentlicht.²¹ Durch das IT-Sicherheitsgesetz 2.0 sind Bundesbehörden seit 2017 zur Einhaltung der Mindeststandards verpflichtet. Für Landes- und Kommunalverwaltungen sind sie nicht verpflichtend, bilden jedoch eine Orientierung. Laut dem Mindeststandard müssen Bundesbehörden u. a. eine Strategie für die Cloud-Nutzung erstellen, in der sie festlegen, wie sie mit den Risiken bei der Nutzung von externen Cloud-Diensten umgehen und bei jeder Beschaffung von Cloud-Diensten prüfen, ob sie mit dieser Strategie vereinbar sind. Es müssen außerdem Sicherheitsrichtlinien für die Nutzung externer Cloud-Dienste festgelegt werden, die mindestens dem Kriterienkatalog Cloud Computing C5 entsprechen. In der Beschaffung von externen Cloud-Lösungen müssen zudem die Ergänzenden Vertragsbedingungen für Cloudleistungen (EVB-IT Cloud) berücksichtigt werden, die sich auch auf den Kriterienkatalog Cloud Computing C5 beziehen. Sie verpflichten die Anbieter bspw. zur Speicherung und sonstige Verarbeitung von Daten des Auftraggebers innerhalb der EU und des Europäischen Wirtschaftsraums sowie unter bestimmten Voraussetzungen in der Schweiz. Eine Ausnahme besteht, wenn der Auftraggeber konkret zusätzliche Regionen auswählt.²²

Der öffentliche Sektor muss außerdem die digitale Souveränität im Blick behalten, um sich nicht von einzelnen Anbietern und den Staaten ihres Unternehmenssitzes abhängig

¹⁹ Vgl. Puhl, Pirmin; Stuck, Jana; Schäfer, Saskja; Hillebrand, Annette (2021).

²⁰ Vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o. D.-b).

²¹ Vgl. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2022).

²² Vgl. Bundesministerium des Innern und für Heimat (2022).

zu machen. Für einzelne Cloud-Lösungen bedeutet das, im Beschaffungsprozess die Gefahr eines Vendor-Lock-ins zu analysieren und Wechselmöglichkeiten auszuwerten.

Zusammenfassend sollten folgende Kriterien bei der Auswahl von Cloud-Anbietern und der Bereitstellungsmethode berücksichtigt werden:

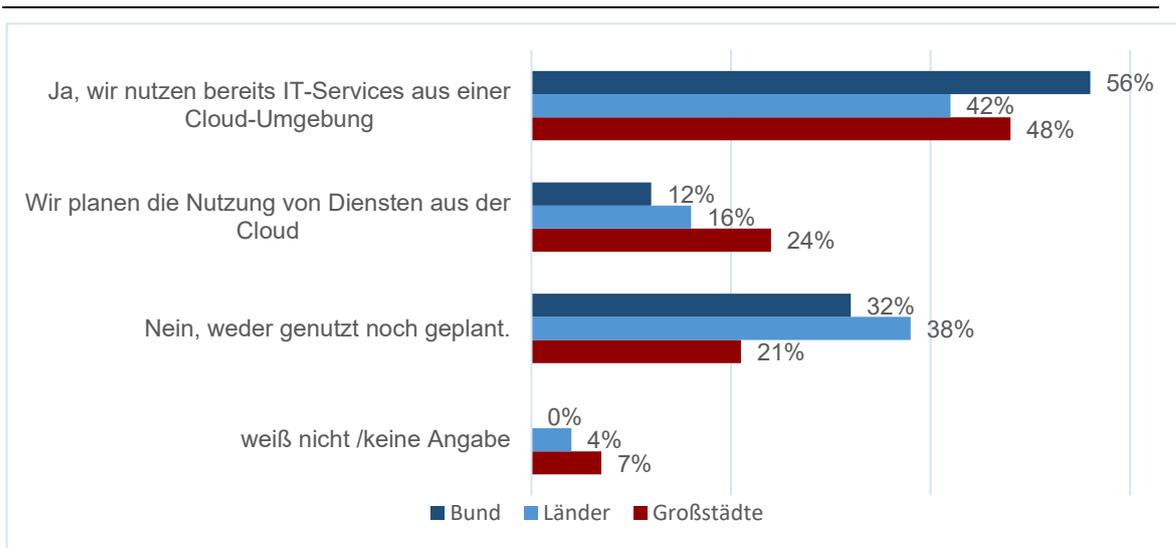
- Staatlicher Geheimschutz / Verschlusssachen
- Kritische Infrastruktur
- Informationssicherheit
- Personenbezogene / Personenbeziehbare Daten
- Souveränität / Vendor-Lock-in
- Gerichtsstand des Anbieters

Diese Rahmenbedingungen beeinflussen die Auswahl der geeigneten Cloud-Lösungen in der öffentlichen Verwaltung und führen für bestimmte Bereiche zum Einsatz von Private Clouds oder On-Premise-Lösungen.

3 Cloud-Nachfrage der öffentlichen Verwaltung

In einer Befragung von msg systems (2023) gaben 56 % der befragten Bundesbehörden, 42 % der Landesbehörden und 48 % der Großstädte an, Cloud-Lösungen zu nutzen. Ein weiteres Viertel der Großstädte, 16 % der Landesbehörden und 12 % der Bundesbehörden planen die Cloud-Nutzung (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Nutzen Sie IT-Services, die in einer Cloud-Umgebung bereitgestellt werden?



Quelle: Eigene Darstellung basierend auf msg systems ag (2023) IT-Konsolidierung in der öffentlichen Verwaltung – Studie 2023. N=150, Bund = 25, Länder = 96, Großstädte = 29

Kommunen lagern bereits seit den 1960er-Jahren IT-Leistungen an kommunale IT-Dienstleister aus. Das sind aus der kommunalen Verwaltung ausgegliederte öffentliche Unternehmen, die meist regional benachbarte Kommunen bei ihren IT-Aufgaben unterstützen. Eine Analyse von 59 kommunalen Rechenzentren aus dem Jahr 2022 kommt zum Schluss, dass 80 % der öffentlichen Unternehmen ein eigenes Rechenzentrum betreiben.²³ Die kommunalen IT-Dienstleister betreiben Fachverfahren für Kommunen, beschaffen Softwarelösungen am Markt und entwickeln eigene Lösungen. Dadurch kommt den kommunalen Unternehmen eine wichtige Rolle beim Cloud Computing für die öffentliche Verwaltung zu.

Die Bedeutung der öffentlichen IT-Dienstleister zeigt sich auch in einer Befragung von govdigital aus dem Jahr 2023 (siehe Abbildung 3).²⁴ 43 % der befragten Kommunen nutzen Cloud-Services von den öffentlichen IT-Dienstleistern. Circa ein Drittel der Kommunen nutzt Angebote von privatwirtschaftlichen IT-Dienstleistern und Hyperscalern²⁵ und

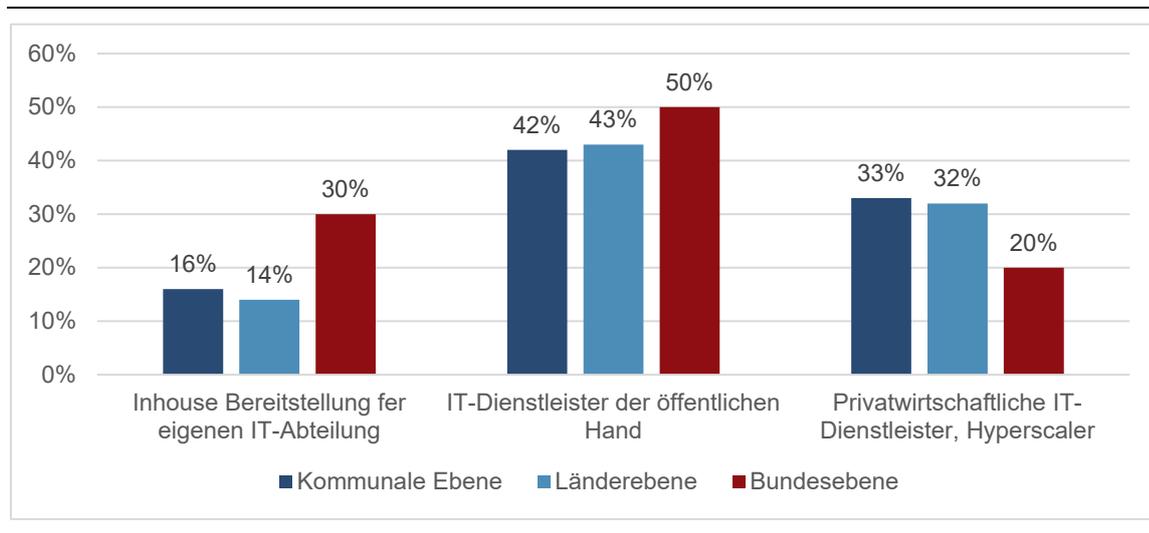
²³ Vgl. Hillebrand, Annette; Stuck, Jana (2022).

²⁴ Govdigital ist eine Genossenschaft öffentlicher IT-Dienstleister.

²⁵ Gemeint sind Angebote von Unternehmen wie Google Cloud, Microsoft Azure, Amazon Web Services, IBM Cloud, Alibaba Cloud, Huawei Cloud etc.

16 % der Kommunen stellen ein Inhouse-Cloud-Angebot bereit. Während die Cloud-Nutzung der Länder der der Kommunen ähnelt, setzen Bundesbehörden zu einem deutlich größeren Teil Cloud-Lösungen der eigenen IT-Abteilung (30 %) ein und weniger Lösungen aus der Privatwirtschaft (20 %).

Abbildung 3: Falls Sie Cloud-Services nutzen, wer stellt diese bereit?



Quelle: WIK Darstellung basierend auf: govdigital (2023), n=193.

Govdigital (2023) hat die Behörden auch zu ihren Cloud-Bedarfen befragt, woraus sich folgende Top 10 Servicekategorien ergaben:²⁶

1. Fachverfahren
2. Kollaboration
3. Office-Lösungen
4. Speicherkapazität
5. Containerdienste
6. Webhosting
7. Datenbanken
8. Authentifizierung
9. Backup / Datensicherung
10. KI / Data Analytics

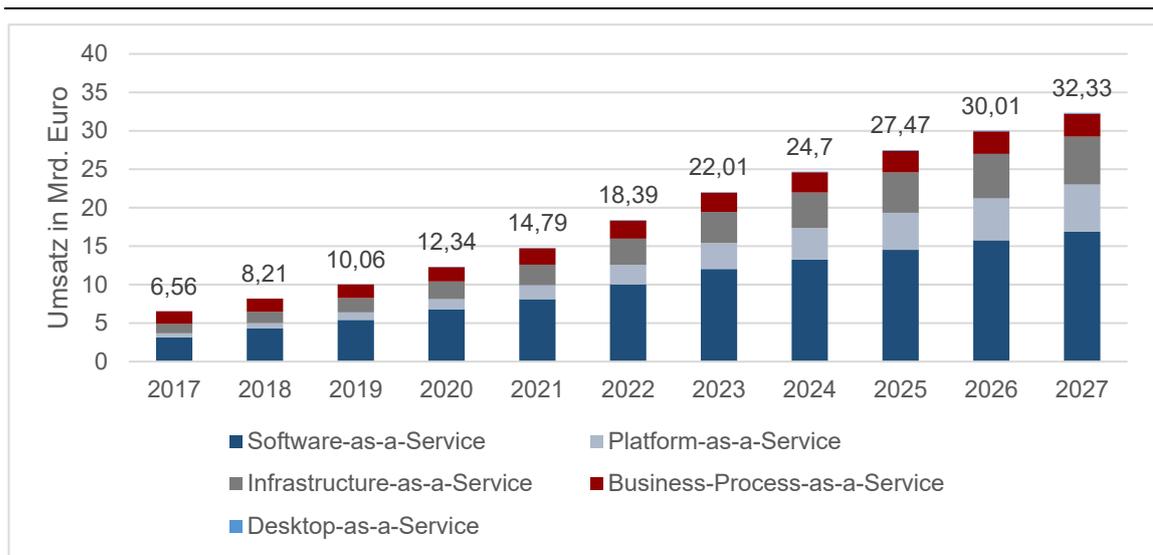
Die Befragung zeigt deutlich, dass der Bedarf an Cloud-Services im öffentlichen Sektor überwiegend im Zusammenhang mit klassischer Verwaltungssoftware steht, etwa für Fachverfahren, Kollaborationstools und Office-Lösungen.

²⁶ Vgl. Govdigital (2023), N=220.

4 Marktüberblick: Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung

Es liegen keine konkreten Daten für den Cloud-Markt für die öffentliche Verwaltung in Deutschland vor. Daher betrachten wir für einen Marktüberblick zunächst den gesamten Public-Cloud-Markt in Deutschland. Im Jahr 2022 erwirtschaftete der Public-Cloud Markt in Deutschland einen Umsatz von ca. 34,4 Milliarden Euro. Rund 55 % davon erzielten Unternehmen mit Software-as-a-Service-Lösungen (SaaS), circa 18 % mit Infrastructure-as-a-Service-Lösungen (IaaS) und 14 % durch Platform-as-a-Service-Lösungen (PaaS). Seit 2017 ist der Umsatz von PaaS-Lösungen mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 37 % deutlich stärker gestiegen als von SaaS-Lösungen (26 %) und IaaS-Lösungen (23 %). Insgesamt ist der Umsatz mit Public-Cloud-Angeboten in Deutschland von 2017 bis 2022 mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 23 % gestiegen und es wird ein weiteres Wachstum mit durchschnittlich 12 % bis 2027 prognostiziert (vgl. Abbildung 4).

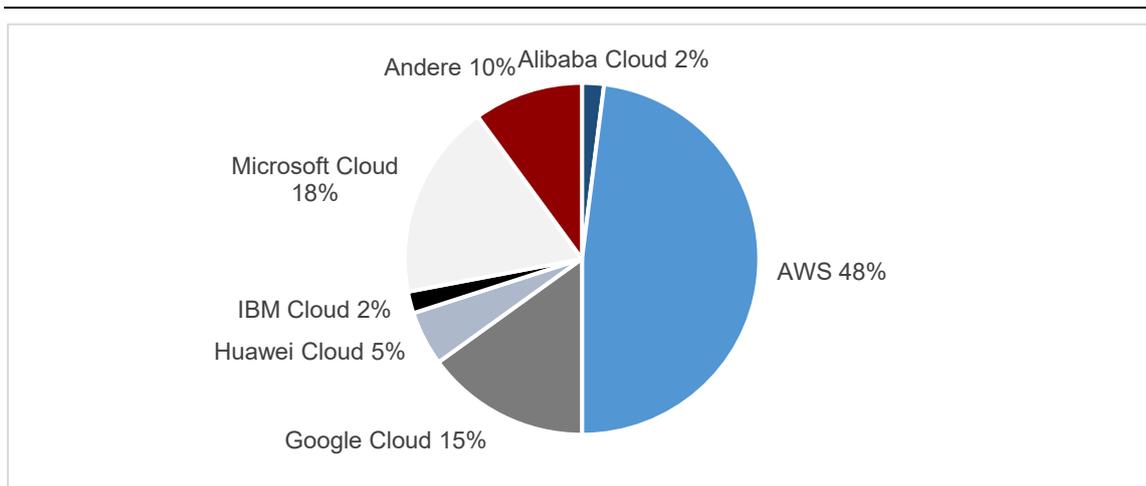
Abbildung 4: Umsatz mit Cloud-Computing in Deutschland nach Segment (in Mrd. Euro)



Quelle: WIK Darstellung auf Basis von Statista Market Insights (2023).

Abbildung 5 zeigt, dass der Markt für IaaS-Lösungen in Deutschland sehr konzentriert ist. Amazon (AWS) als dominierender Anbieter hat einen Marktanteil von rund 48 % und die sechs größten Anbieter haben zusammen einen Marktanteil von 90 %.

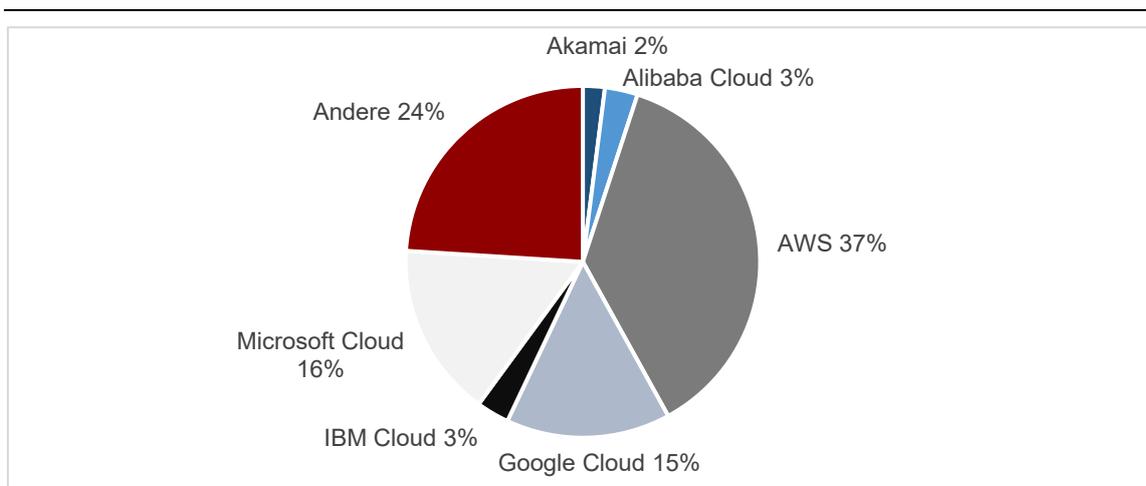
Abbildung 5: Marktanteile der führenden Anbieter am Umsatz im Cloud-Computing Segment IaaS in Deutschland im Jahr 2022



Quelle: WIK Darstellung auf Basis von Statista Market Insights (2023).

Auch der PaaS-Markt in Deutschland wird von sehr wenigen Unternehmen geprägt, wie Abbildung 6 zeigt. Amazon hat auch hier den größten Marktanteil mit rund 37 % des erwirtschafteten Umsatzes. Microsoft erzielt rund 16 % und Google 15 % des Umsatzes. Insgesamt haben sechs Anbieter einen Marktanteil von 76 %.

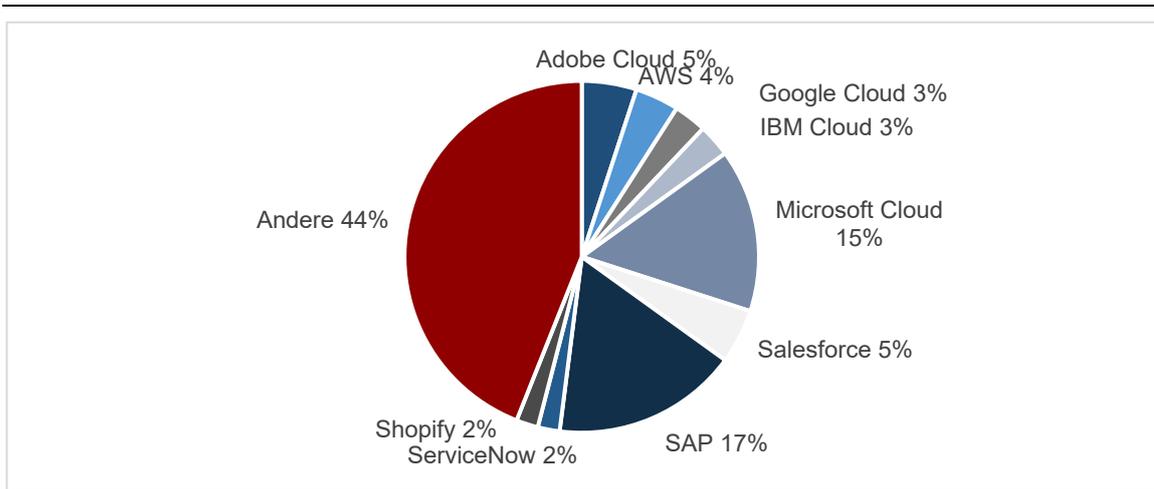
Abbildung 6: Marktanteile der führenden Unternehmen am Umsatz mit Plattform-as-a-Service (PaaS) in Deutschland im Jahr 2022



Quelle: WIK Darstellung auf Basis von Statista Market Insights (2023).

Der SaaS-Markt in Deutschland ist hingegen deutlich weniger konzentriert (siehe Abbildung 7). Neun Anbieter erzielen zusammen rund 56 % des Umsatzes. SAP und Microsoft erreichen die größten Marktanteile mit rund 17 % und 15 % vom Umsatz.

Abbildung 7: Marktanteile der führenden Unternehmen am Umsatz mit Software-as-a-Service (SaaS) in Deutschland im Jahr 2022



Quelle: WIK Darstellung auf Basis von Statista Market Insights (2023).

Eine strategische Marktanalyse untersuchte 2019 im Auftrag des Bundesinnenministeriums Abhängigkeiten der Bundesverwaltung von einzelnen Software-Anbietern. Sie kam zu dem Schluss, dass die Bundesverwaltung von wenigen Software-Anbietern stark abhängig ist. Insbesondere galt das für Microsoft und die Produkte Office, Windows und Windows Server.²⁷ Die Bundesverwaltung hat seitdem verschiedene Cloud-Projekte und Vorhaben initiiert, um die Abhängigkeit von privatwirtschaftlichen Unternehmen zu reduzieren und die digitale Souveränität zu stärken (siehe Kapitel 7.1). Einige Hyperscaler bauen gerade souveräne Cloud-Angebote für die öffentliche Verwaltung auf. Delos, eine Tochterfirma von SAP, baut zurzeit einen unabhängigen Cloud-Betrieb für die Microsoft-Lösungen in Deutschland. Die Telekom betreibt die T-Systems Sovereign Cloud powered by Google Cloud als technisch abgekoppelte Lösung von Google Cloud und AWS bietet die European Sovereign Cloud an.²⁸

4.1 Anbieter für die öffentliche Verwaltung

Wir haben in einer Anbieteranalyse die Cloud-Angebote von insgesamt 153 IT-Anbietern für die öffentliche Verwaltung untersucht und nach Unternehmensart, Cloud-Angebot und Rechenzentrumsbetrieb kategorisiert. Dabei haben wir betrachtet, wie viele Cloud-

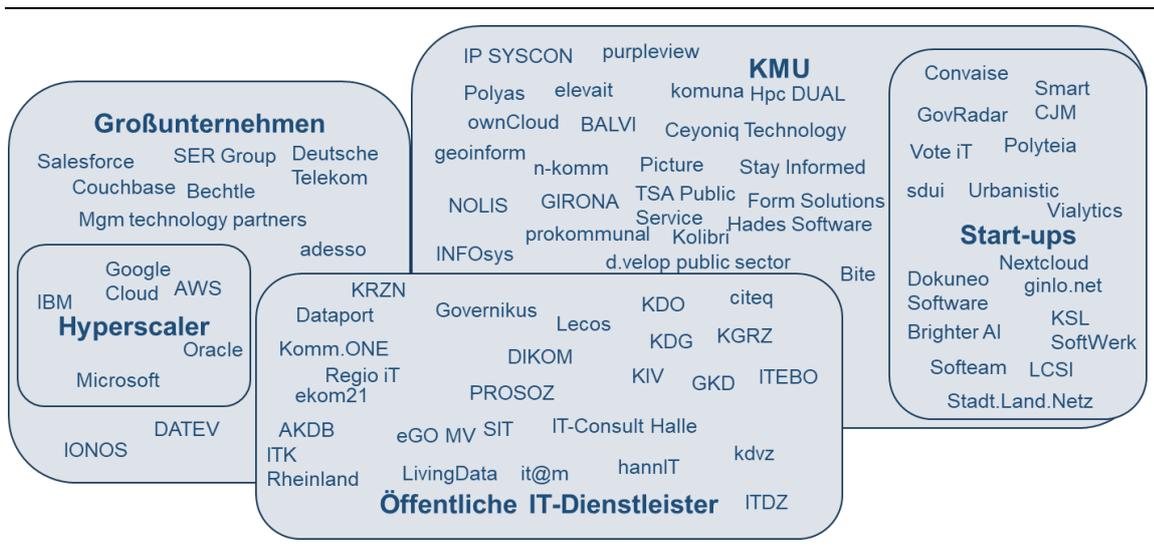
²⁷ Vgl. Strategy& (2019).

²⁸ Vgl. Deutsche Telekom AG (2023); Amazon Web Services (2023).

Lösungen das Angebot umfasst und welche Betriebs- und Servicemodelle die Unternehmen anbieten.

Abbildung 8 stellt anhand einer Auswahl der betrachteten IT-Anbieter das Marktumfeld für Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung dar. Neben den in Kapitel 4 beschriebenen öffentlichen IT-Dienstleistern und Hyperscalern sind eine Vielzahl von Großunternehmen, kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) und Start-ups im Markt aktiv. Großunternehmen haben nach EU-Definition über 249 Beschäftigte und über 50 Millionen Euro Umsatz. Grundsätzlich zählen auch die Hyperscaler und einige öffentliche IT-Dienstleister zu dieser Gruppe. Aufgrund ihrer besonderen Stellung im Markt werden diese beiden Gruppen jedoch gesondert betrachtet. Als KMU gelten Unternehmen mit weniger als 50 Millionen Euro Jahresumsatz und weniger als 249 Mitarbeitenden. Zu dieser Kategorie zählen bspw. viele etablierte IT-Dienstleister, die sich auf Fachverfahren für die öffentliche Verwaltung spezialisiert haben. Als Start-ups werden Unternehmen bezeichnet, die jünger als 10 Jahre sind, ein innovatives Produkt oder Geschäftsmodell anbieten und das Ziel haben zu wachsen.²⁹

Abbildung 8: Anbieteranalyse: Ausgewählte betrachtete IT-Anbieter für die öffentliche Verwaltung

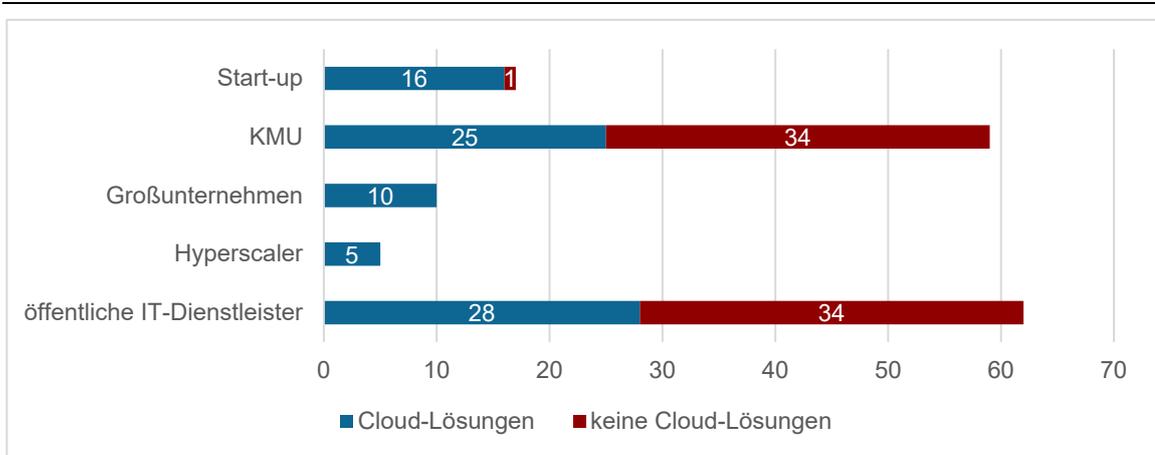


Quelle: WIK.

Im ersten Schritt wurden die Webseiten von insgesamt 153 IT-Anbietern ausgewertet und untersucht, ob die Anbieter Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung anbieten. Abbildung 9 stellt dies für die einzelnen Unternehmenskategorien dar. Alle betrachteten Hyperscaler, Großunternehmen und mit einer Ausnahme auch alle Start-ups bieten Cloud-Lösungen an. Damit unterscheiden sie sich deutlich von den öffentlichen IT-Dienstleistern und KMU, von denen jeweils weniger als die Hälfte Cloud-Lösungen anbietet.

²⁹ Vgl. Kollmann, Tobias; Hirschfeld, Alexander; Gilde, Jannis; Walk, Vanusch; Pröpper, Anna (2023).

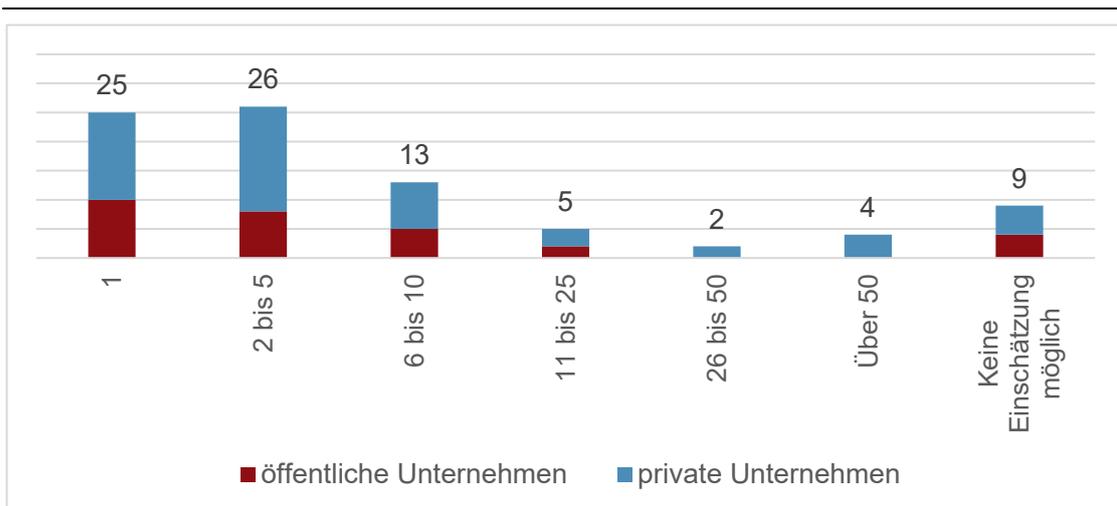
Abbildung 9: Anbieteranalyse: Betrachtete Anbieter nach Unternehmensart und Cloud-Angebot



Quelle: WIK, N=153, Einzelauswahl.

Der Großteil der Unternehmen hat weniger als fünf Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung im Portfolio (vgl. Abbildung 10). Rund 30 % der Unternehmen haben sogar nur eine solche Cloud-Lösung im Portfolio. Das sind sowohl spezialisierte Start-ups und KMU als auch öffentliche und private IT-Dienstleister, die mit dem Aufbau eines Cloud-Angebots begonnen haben. Mehr als 25 Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung bieten nur sechs private Unternehmen an.³⁰

Abbildung 10: Anzahl an Cloud-Lösungen für die öffentliche Verwaltung nach Unternehmensart

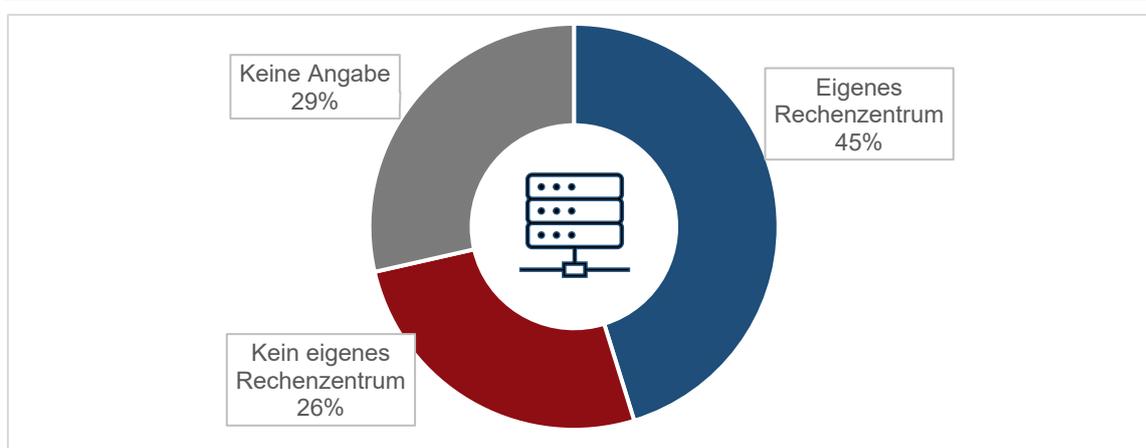


Quelle: WIK, N=84, Einzelauswahl.

³⁰ Bei insgesamt neun Anbietern war keine Einschätzung über die Anzahl an Cloud-Lösungen möglich, da die konkreten Services nicht auf der Website vorgestellt wurden.

Wie in Kapitel 2 erläutert, ist für die Informationssicherheit und besonders die Rechts- und Datensicherheit entscheidend, wer der Betreiber der genutzten Rechenzentren ist und wo der Standort der Rechenzentren liegt. 45 % der betrachteten Unternehmen mit Cloud-Angebot betreiben ein eigenes Rechenzentrum. Bei den Unternehmen handelt es sich insbesondere um öffentliche IT-Dienstleister und Großunternehmen sowie die Hyperscaler. 26 % betreiben kein eigenes Rechenzentrum und weitere 29 % geben dazu keine Information auf ihrer Website an. Einige IT-Anbieter veröffentlichen zudem, bei welchen Rechenzentrumsbetreibern sie ihre Software hosten. Insgesamt 29 % Unternehmen haben eine solche Information veröffentlicht. Das sind sowohl Unternehmen, die kein eigenes Rechenzentrum betreiben, als auch Unternehmen, die ihren Kunden eine Auswahl an verschiedenen Rechenzentren anbieten.

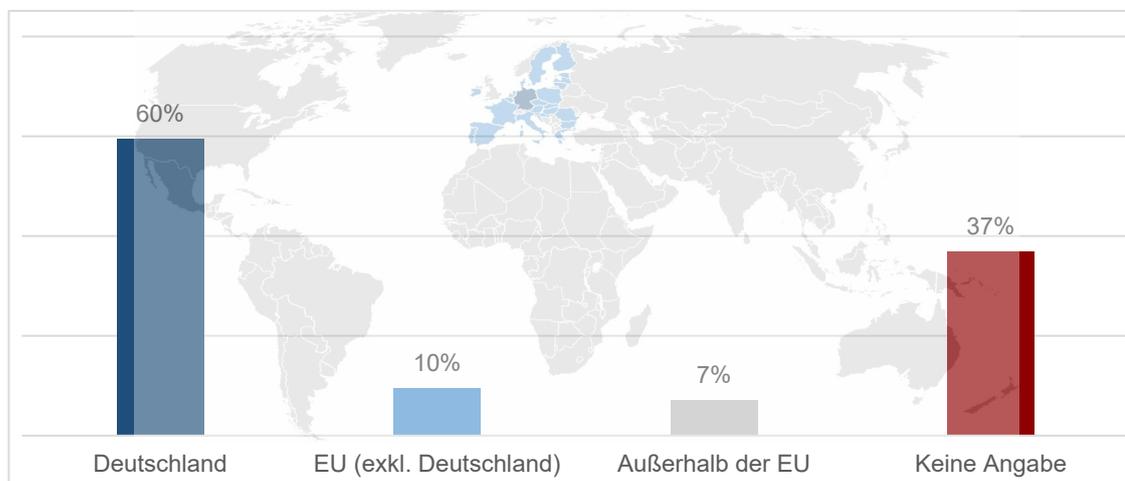
Abbildung 11: Anbieteranalyse: Eigener Rechenzentrumsbetrieb



Quelle: WIK, N=84, Einzelauswahl.

Den Standort ihrer Rechenzentren veröffentlichen 63 % der Anbieter (siehe Abbildung 12). Die Cloud-Anbieter bieten überwiegend Rechenzentren in Deutschland für den Betrieb an (60 %). 10 % nutzen Rechenzentren in einem anderen EU-Staat als Deutschland und 7 % nutzen Rechenzentren außerhalb der EU. Hingegen veröffentlichen 37 % keine Information zum Standort des Rechenzentrums.

Abbildung 12: Anbieteranalyse: An welchen Standorten betreiben die Cloud-Anbieter ihre Lösungen?

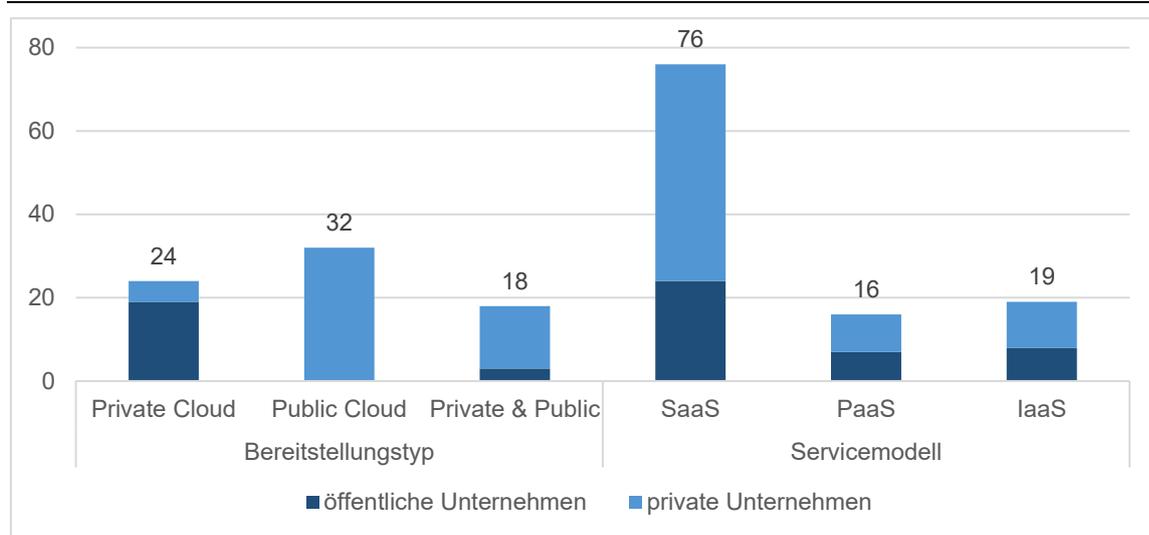


Quelle: WIK, N=84, Mehrfachnennung.

4.2 Angebote für die öffentliche Verwaltung

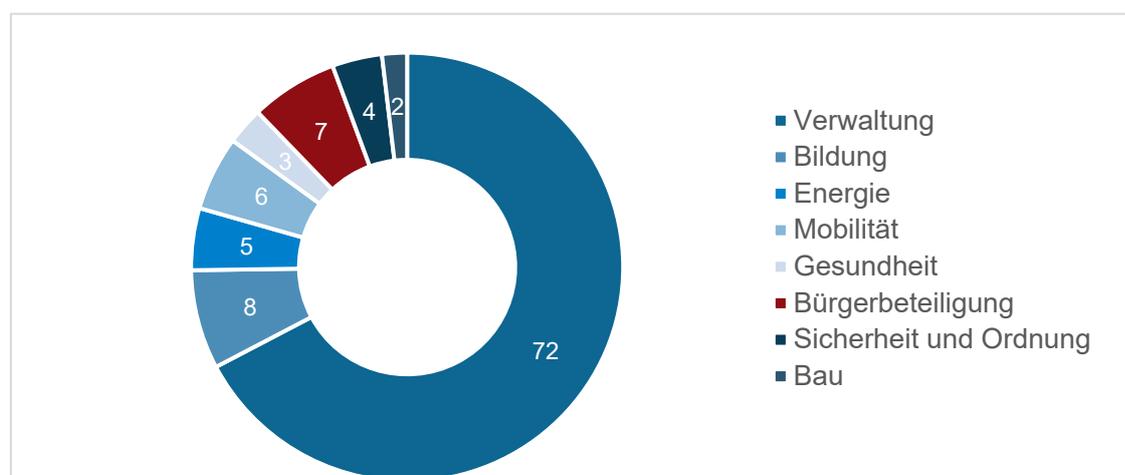
Abbildung 13 stellt die Bereitstellungstypen und Servicemodelle, die die betrachteten Unternehmen anbieten, dar. Es zeigt sich ein vielseitiges Angebot für die öffentliche Verwaltung. 24 Unternehmen bieten Private-Cloud-Lösungen an, 32 Public-Cloud-Lösungen und 18 beide Angebote an. Die öffentlichen IT-Dienstleister bieten zum überwiegenden Teil private Cloud-Angebote in eigenen Rechenzentren an, während das Portfolio von privaten Unternehmen überwiegend Public-Cloud-Angebote umfasst. Bei den Servicemodellen stehen Software-as-a-Service-Lösungen (SaaS) im Fokus. 76 IT-Unternehmen haben SaaS-Lösungen im Portfolio, 16 Platform-as-a-Service (PaaS) und 19 Infrastructure-as-a-Service-Lösungen (IaaS).

Abbildung 13: Anbieteranalyse: Bereitstellungstyp & Servicemodell



Quelle: WIK, N=84, Mehrfachnennung.

Abbildung 14: Anbieteranalyse: Thematische Schwerpunkte der Cloud-Anbieter



Quelle: WIK, N=84 (Mehrfachnennung).

Wie Abbildung 14 darstellt, bietet ein Großteil der Unternehmen Cloud-Lösungen für die allgemeine Verwaltungsaufgaben des öffentlichen Sektors an (72). Außerdem gibt es auch Angebote im Bildungsbereich (8), zur Bürgerbeteiligung (7), Mobilität (6), Energie (5), Sicherheit und Ordnung (4), Gesundheit (3) sowie im Bauwesen (2).

Die folgende Wortwolke (Abbildung 15) illustriert, welche Fachbereiche und Aufgaben die Cloud-Angebote abdecken. Es gibt eine Vielzahl von Angeboten für Cloudspeicher, Dokumentenmanagement- oder Kollaborations-Lösungen. Weitere Angebote im Verwaltungsbereich umfassen die Schulverwaltung, Prozessdigitalisierung oder e-ID. Auch

Die Cloud-Angebote zeigen einen deutlichen Fokus auf SaaS-Lösungen für die Kommunen. Die größten und breitesten Lösungsportfolios stellen die Hyperscaler bereit, die alle Servicemodelle im Cloud-Angebot haben. Auch einige deutsche Großunternehmen wie bspw. die Deutsche Telekom und IONOS stellen ein breites Angebot für den öffentlichen Sektor bereit. Damit bieten sie auch kleinen und mittleren Unternehmen sowie Start-ups für den Betrieb ihrer Cloud-Lösung eine Alternative zu den Hyperscalern.

Fast die Hälfte der untersuchten Anbieter betreibt ein eigenes Rechenzentrum. Rund ein Viertel der Anbieter veröffentlicht jedoch keine Informationen, ob ihre Cloud-Lösungen in einem eigenen oder fremden Rechenzentrum betrieben wird. Der Großteil der betrachteten Anbieter betreibt die Cloud-Lösungen in einem Rechenzentrum in Deutschland. Mit 37 % informieren viele Anbieter nicht öffentlich über den Standort des Rechenzentrums. Die schlechte Informationsverfügbarkeit zum Betrieb der Cloud-Lösungen erschwert Kommunen den Marktüberblick und transparenten Vergleich verschiedener Cloud-Angebote.

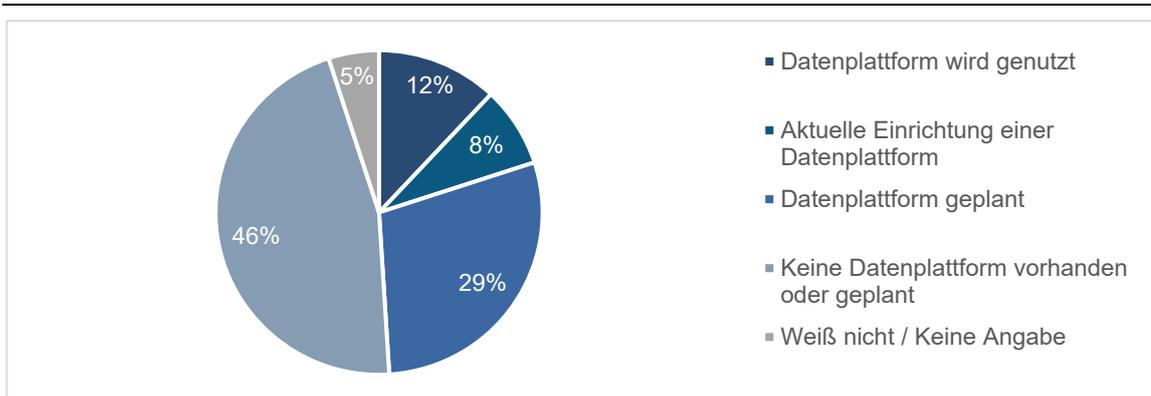
5 Smart-City-Lösungen im Bereich Datenplattformen

Urbane Datenplattformen sammeln, speichern und verarbeiten digitale Informationen, die in einer Kommune oder Region entstehen. Sie bündeln vielfältige Daten (z. B. Verwaltungsdaten, offene Daten, kommerzielle Daten) aus unterschiedlichen Datenquellen (z. B. Sensordaten, IoT-Daten, Wetterdaten, Mobilitätsdaten, Geodaten) in einer Plattform und machen diese Informationen der internen Stadtverwaltung und/oder den Bürgerinnen und Bürgern, Unternehmen sowie der Wissenschaft zugänglich. Hess und Koch definieren folgende Anwendungsfälle für urbane Datenplattformen:

- **Datenkatalog:** Datenanbieter können ihre Daten auf der Datenplattform ablegen und so die Nachnutzung ermöglichen.
- **Datenpräsentationsoberfläche:** Daten können in der Datenplattform zielgruppenspezifisch visualisiert werden.
- **Ermöglichung weiterer Dienste:** Anbieter von Softwarelösungen und Dienstleistungen können aufbauend auf den Daten der Datenplattform ihre Angebote ausbauen. ³¹

Urbane Datenplattformen sind eine Grundlage für weitere Smart-City-Lösungen. Eine repräsentative Befragung deutscher Kommunen aus dem Jahr 2022 ergab, dass 12 % der Kommunen eine Datenplattform haben, weitere 8 % aktuell eine einrichten und 29 % eine Datenplattform planen (vgl. Abbildung 16).

Abbildung 16: Wie viele Kommunen haben eine Datenplattform?



Quelle: WIK Darstellung basierend auf: Dieke, Alex; Hillebrand, Annette; Papen, Marie-Christin; Söllner, Cathrin (2022).

Urbane Datenplattformen sind auch ein wesentlicher Bestandteil der geförderten Modellkommunen Smart City. Von den 73 Modellkommunen ordnen 67 Kommunen über 260 Projekte dem Bereich Datenvisualisierung zu, 65 Kommunen führen rund 230 Maßnahmen mit Sensorik oder LoRaWAN durch und 47 Modellkommunen befassen sich mit

³¹ Vgl. Hess, Steffen; Koch, Matthias (2023).

digitalen Zwillingen.³² Je nach Anwendungsfall eignen sich unterschiedliche Darstellungsweisen (Frontends) für die urbane Datenplattform. Haselhorst Consulting unterscheidet vier Frontend-Anwendungen für Datenplattformen. Geoportale stellen geobasierten Daten in Karten dar, bspw. Straßennetze oder Hochwasserrisikokarten. Dashboards geben Nutzenden mit Echtzeitdaten einen Überblick über den aktuellen Zustand der Stadt. Über offene Datenarchive können offene Daten eingesehen und heruntergeladen werden und Apps ermöglichen eine flexible Nutzung. Die Autorinnen und Autoren der Studie haben insgesamt 144 urbane Datenplattformen in Deutschland untersucht, von denen sich 113 im Einsatz befinden, 10 in der Umsetzungsphase und 21 in der Planung. Das größte Angebot gibt es mit 71 % an Geoportalen. Jeweils 12 % der Datenplattformen sind Dashboards oder offene Datenarchive und 6 % zählen zu den Apps.³³

Das Fraunhofer IAO untersuchte 2021 58 urbane Datenplattformen und erkannte eine starke Tendenz zum Betrieb der urbanen Datenplattform in der Cloud. Rund zwei Drittel der untersuchten Datenplattformen waren cloudbasiert, 28 % konnten vor Ort im lokalen Rechenzentrum betrieben werden und lediglich rund 6 % unterstützten beide Bereitstellungsmethoden.³⁴ Der Cloud-Betrieb hat verschiedene Vorteile für die urbanen Datenplattformen. Zunächst sind die Investitionskosten der Datenplattformen für die Kommunen geringer, da keine Hardware beschafft werden muss. Besonders SaaS-Lösungen vereinfachen und beschleunigen auch die Projektumsetzung, da sie schnell implementierbar sind und keine Installation vor Ort erfordern. Ein großer Vorteil des Cloud-Betriebs ist zudem die hohe Verfügbarkeit und dynamische Reaktion auf Lastspitzen. Die Stadt Frankfurt veröffentlichte beispielsweise auf ihrer urbanen Datenplattform während der Fußball-Europameisterschaft der Männer Echtzeit-Daten zur Besucherauslastung der Fan-Zone.³⁵ Das kann zu kurzfristigen Lastspitzen vor und während der EM-Spiele führen, worauf der Cloud-Betrieb elastisch reagieren kann.

³² Vgl. Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (o. D.).

³³ Vgl. Haselhorst Associates Consulting, *emergenCITY* (2023).

³⁴ Vgl. Tcholtchev, Nikolay; Lämmel, Philipp; Raabe, Jacob (2021).

³⁵ Vgl. Frankfurt am Main (2024).

Fallbeispiel 1: Urbane Datenplattform der Stadt Frankfurt am Main

Urbane Datenplattform Frankfurt	
Start	Oktober 2022
Anwendungsfall	Datenpräsentation
Frontend	Dashboard
Software	Cosma21 basierend auf Ui! UrbanPulse
Anbieter	ekom21, Urban Data Hub
Bereitstellungstyp	SaaS
Enthaltende Daten	Luftqualität, E-Ladesäulen, Verkehrs- und Passantenaufkommen, Besucherauslastung, Wetter
Rechenzentrum	BSI-zertifiziertes Rechenzentrum der ekom21 – KGRZ Hessen in Deutschland
Webseite	https://urbane-datenplattform.frankfurt.de/#!/tiles/



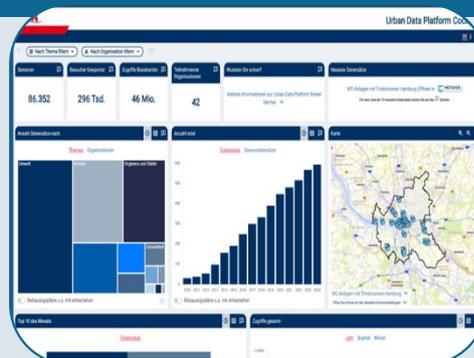
Quelle: Frankfurt am Main (2024).

Die Studien zeigen das breite Spektrum an unterschiedlichen Typen urbaner Datenplattformen. Im Smart-City-Kontext ist das Dashboard eine beliebte Wahl, weil es für die Bürgerinnen und Bürger Echtzeit-Sensordaten aus dem Stadtgebiet bereitstellt. Fallbeispiel 1 stellt die urbane Datenplattform der Stadt Frankfurt am Main dar, die ein typisches Beispiel eines solchen Smart-City-Cockpits ist. Die verwendete Software Cosma21 des kommunalen IT-Dienstleisters ekom21 basiert auf der Software Ui! UrbanPulse des IT-Anbieters Urban Data Hub. Hessische Kommunen können die SaaS-Lösung über den kommunalen IT-Dienstleister beschaffen und in dessen Rechenzentrum betreiben lassen. Das minimiert den Implementierungsaufwand für die urbane Datenplattform. Ähnliche Softwarelösungen gibt es auch als Open Source Produkte, bspw. die offene urbane Datenplattform des Daten-Kompetenzzentrums Städte und Regionen (DKSR). Das DKSR bietet auch die Implementierung und die Bereitstellung über die Open Telekom Cloud an und arbeitet ebenfalls mit kommunalen IT-Dienstleistern zusammen, über die die Kommunen direkt beschaffen können.³⁶

³⁶ Vgl. Daten-Kompetenzzentrum für Städte und Regionen (o. D.).

Fallbeispiel 2: Urbane Datenplattform in Hamburg

Urbane Datenplattform Hamburg	
Start	2017
Anwendungsfall	Datenkatalog, Ermöglichung weiterer Dienste
Frontend	Geoportal, Datenarchiv, Dashboard
Software	Eigenentwicklung
Anbieter	Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung
Enthaltende Daten	Umwelt, Verkehr, Bevölkerung, Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft, Gesundheit
Rechenzentrum	BSI-zertifiziertes Rechenzentrum von Dataport in Deutschland
Webseite	https://geoportal-hamburg.de/udp-cockpit/#/



Quelle: Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (2024):

Es gibt zudem verschiedene Kommunen, die eigene Lösungen entwickelt haben, statt auf kommerzielle Softwareangebote zurückzugreifen. Wie Fallbeispiel 2 darstellt, hat der Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung für die Freie und Hansestadt Hamburg bereits 2017 eine eigene urbane Datenplattform entwickelt. Der Fokus liegt hier auf einem Datenkatalog zur Ermöglichung weiterer Dienste und weniger auf einem Dashboard, das Smart-City-Daten aus dem Stadtgebiet darstellt. Die Software wird vom öffentlichen IT-Dienstleister Dataport in einem deutschen Rechenzentrum betrieben. Die Datenplattform erfasst insgesamt fast 600 Datensätzen von 42 Organisationen und das Geoportal hat fast 300 Tausend monatliche Besucher innerhalb und außerhalb der Hamburger Verwaltung.³⁷

³⁷ Vgl. Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (2024).

6 Potenziale und Herausforderungen von Cloud-Lösungen in der öffentlichen Verwaltung

Cloud Computing hat vielfältige technische Vorteile. Eine Befragung unter 16 Großstädten von 2023 zeigt, dass die allgemeine Modernisierung und die höhere Verfügbarkeit von Services wesentliche Ziele der Cloud-Nutzung sind. Auch die Verbesserung der IT-Sicherheit, Skalierbarkeit von Cloud-Services sowie die Standardisierung sind für die Großstädte bedeutende Treiber (vgl. Abbildung 17).³⁸

Abbildung 17: Befragung von Großstädten: Welche Ziele verfolgen Sie mit der Cloud-Nutzung?



Quelle: WIK Darstellung basierend auf Achtert, Werner; Bratfisch, Horst; Fleischer, Nils-Alexander; Fischlin, Roger; Gestl, Frank; Gounova, Boriana; Zahner, Helmut (2023). N=29.

Das Teilen von Ressourcen in der Cloud ermöglicht einen **bedarfsgerechten, flexiblen Einsatz und eine schnelle Skalierung** der Softwarelösungen (vgl. Kapitel 2). Besonders vorteilhaft ist das bei Fachverfahren oder Softwarelösungen, die von starken Nutzerschwankungen betroffen sind oder bei denen es große Lastspitzen gibt. Das betrifft z. B. Software für Wahlen, die nur in Jahreszyklen stattfinden. Digitalisierungsprojekte in der Cloud können im Vergleich zu On-Premise-Projekten deutlich schneller umgesetzt werden, da keine Hardware-Kapazitäten beschafft werden müssen. Die **schnelle Umsetzung von Digitalisierungsprojekten** kann der öffentliche Sektor beispielsweise für eine schnelle Reaktion auf Krisen nutzen. Die höhere Verfügbarkeit vom Cloud-Computing ist zudem erforderlich, um die gestiegenen Erwartungen von Bürgerinnen und Bürgern erfüllen zu können, die von privatwirtschaftlichen Angeboten eine durchgehende

³⁸ Vgl. Achtert, Werner; Bratfisch, Horst; Fleischer, Nils-Alexander; Fischlin, Roger; Gestl, Frank; Gounova, Boriana; Zahner, Helmut (2023). Als Großstädte bezeichnet man in Deutschland Städte mit 100.000 und mehr Einwohnern. Deutschland hat 82 Großstädte (Zählung von 2022).

Verfügbarkeit von Onlinediensten gewöhnt sind. Eine redundante und verteilte Architektur erhöht die **Resilienz** von Cloud-Lösungen und gewährleistet damit einen funktionierenden und stabilen IT-Betrieb. Auch die **IT-Sicherheit** ist angesichts der steigenden Anzahl von IT-Sicherheitsvorfällen für den öffentlichen Sektor von besonderer Bedeutung.

Fallbeispiel 3: Zusammenarbeit der Ukraine und AWS Cloud

Resilienz und IT-Sicherheit durch Cloud-Computing

Eine Woche vor dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine verabschiedete das ukrainische Parlament ein Gesetz, das die Verlagerung von Regierungsdaten in die Cloud ermöglicht. Am 24.02.2022 trafen sich Mitarbeitende der ukrainischen Regierung mit einem AWS-Team, um die Sicherung, Speicherung und Übertragung von Regierungsdaten in die AWS-Cloud zu planen. Aufgrund der großen Datenmengen und der IT-Sicherheitslage kamen ausländische Rechenzentren für die Cloud-Migration nicht infrage, sondern es wurden sog. AWS-Snowball-Edge-Datenträger genutzt. Diese besonders robuste Hardware wurde innerhalb von drei Tagen in die Ukraine gebracht, um darüber wichtige Regierungsdaten in die Cloud zu migrieren.

Der Cloud-Betrieb sichert kritische Regierungsdaten, die das Funktionieren des ukrainischen Staats, der Wirtschaft, des Steuersystems und der Banken gewährleisten. In den ersten vier Monaten wurde insgesamt mehr als 10 Mio. Gigabyte Daten von 42 Regierungsbehörden, 24 Universitäten, der größten Schule für den Fernunterricht und anderen Unternehmen des Privatsektors in die AWS-Cloud migriert.

Quelle: Amazon (2022).

Die Auslagerung des Softwarebetriebs in die Cloud entlastet die Kommunen und kommunalen IT-Dienstleister und schafft freie Kapazitäten für andere Aufgaben. Der Verband für Beamte und Tarifbeschäftigte im öffentlichen Dienst dbb schätzt, dass 2023 im öffentlichen Dienst mehr als 550.000 Fachkräfte fehlen.³⁹ Das Beratungsunternehmen pwc prognostiziert, dass der Fachkräftemangel im öffentlichen Dienst bis 2030 auf über eine Million unbesetzte Stellen steigen wird.⁴⁰ Eine Befragung unter den kommunalen IT-Dienstleistern zeigt jedoch, dass Cloud-Lösungen keine alleinige Lösung für den Fachkräftemangel sind. Lediglich rund 38 % der befragten Unternehmen erwarten, dass der Personalbedarf in der öffentlichen Verwaltung durch Cloud-Lösungen zurückgehen wird. Rund 35 % prognostizieren einen unveränderten Bedarf und 16 % sogar einen Anstieg.⁴¹ Das Cloud-Computing vereinfacht es für Kommunen, ihre **Ressourcen zu bündeln und Synergieeffekte zu erschließen**. Standardisierte SaaS-Lösungen können zudem einfach von anderen Kommunen nachgenutzt werden, wie es beispielsweise das EfA-Prinzip des Onlinezugangsgesetz umsetzen soll (siehe Kapitel 7.1.3).

³⁹ Vgl. dbb beamtenbund und tarifunion (2023): Personalmangel im öffentlichen Dienst - Dem Staat fehlen über 550.000 Mitarbeitende.

⁴⁰ Vgl. pwc (2022): Fachkräftemangel im öffentlichen Sektor – Warum wir dringend handeln müssen. Zehn Handlungsempfehlungen als Impuls für Entscheider:innen.

⁴¹ Vgl. Bundes-Arbeitsgemeinschaft der kommunalen IT-Dienstleister e. V. (2023).

Fallbeispiel 4: RathausCloud

Bündelung von Ressourcen und Nachnutzung von Cloud-Lösungen

15 Städte und Gemeinden aus Sachsen haben gemeinsam die Genossenschaft RathausCloud gegründet. Sie hat das Ziel, Verwaltungsprozesse möglichst vollumfänglich zu digitalisieren und die Dienste web- und cloudbasiert den Kommunen zur Verfügung zu stellen. Zu den sieben Verfahren in der RathausCloud zählen bspw. die Gewerbe An-, Ab- und Ummeldung, Hundesteuer oder Feuerwerk.

```

    graph TD
      subgraph "Antragsteller"
        A1[Anmeldung]
        A2[Auswahl des Verwaltungsdienstes]
        A3[Antragstellung]
        A4[Dokumenten-Upload]
      end
      subgraph "Verwaltung"
        V1[Kommunikation und Rückfragen]
        V2[Bearbeitung durch die Verwaltung]
        V3[Antragsabsendung]
        V4[Überprüfung und Vervollständigung]
        V5[Einbeziehung Träger öffentlicher Belange]
        V6[Bescheiderstellung]
        V7[Archivierung und Nachverfolgung]
      end
      A1 --> V1
      A2 --> V2
      A3 --> V3
      A4 --> V4
      V1 --> V2
      V2 --> V3
      V3 --> V4
      V4 --> V5
      V5 --> V6
      V6 --> V7
  
```

Quelle: WIK Darstellung

Die interkommunale Kooperation hat einige Vorteile für die Kommunen. Die Cloud-Lösungen sind für die Bürgerinnen und Bürger online zugänglich und digitalisieren den gesamten Prozess von der Antragstellung bis zur Bescheiderstellung und Archivierung (siehe Abbildung). Die Kommunen bündeln mit der RathausCloud ihre Ressourcen und entwickeln gemeinsam interoperable und standardisierte Cloud-Lösungen. Dadurch können die Lösungen auch einfacher von weiteren Kommunen nachgenutzt werden.

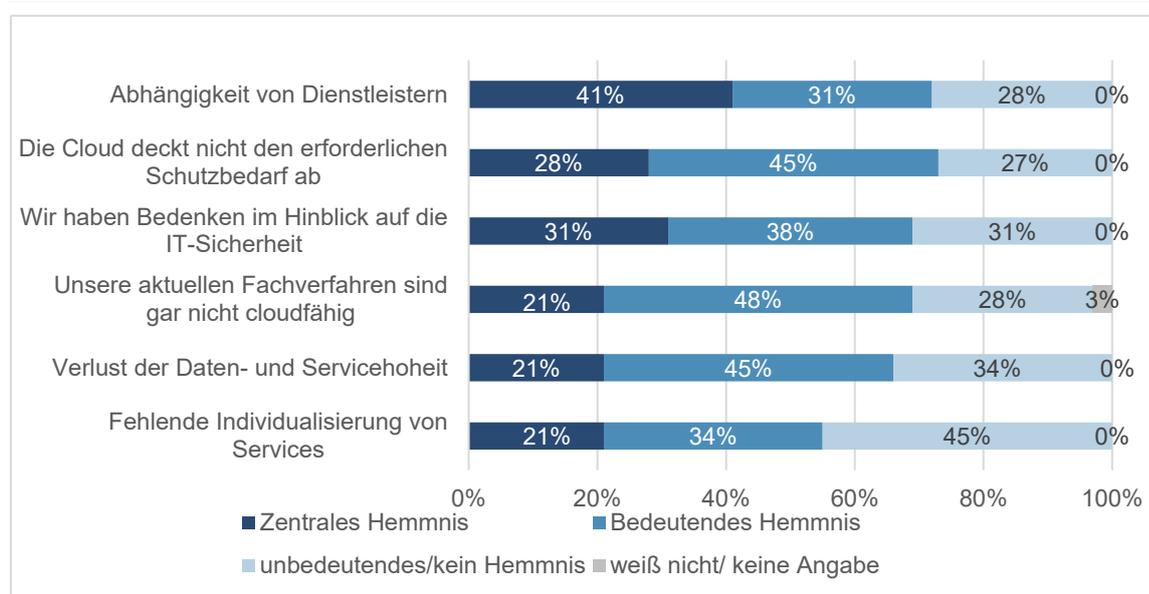
Quelle: Bürgermeister Pöge, Kubach, M. (2024).

Cloudbasierte KI-Anwendungen ermöglichen es, die Vorteile und **Potenziale von Künstlicher Intelligenz** zu nutzen. Besonders für kleinere Kommunen ist der Eigenbetrieb von KI-Lösungen, durch den hohen Ressourcenbedarf (insb. Rechenkapazität) nicht möglich. Über KI-as-a-Service-Lösungen können sie die KI-Anwendungen nutzen ohne eigene Hardware-Ressourcen aufzubauen.

Den Potenzialen des Cloud-Computings stehen verschiedene Herausforderungen für die öffentliche Verwaltung gegenüber. Großstädte haben bei einer Befragung aus dem Jahr 2023 angegeben, dass die Abhängigkeit von Dienstleistern, Bedenken im Hinblick auf den erforderlichen Schutzbedarf und die IT-Sicherheit sie an der Cloud-Nutzung hindern.

Rund 70 % der Befragten geben zudem an, dass ein Angebot an cloudfähigen Fachverfahren fehlt (siehe Abbildung 18).⁴²

Abbildung 18: Befragung von Großstädten: Welche Faktoren hindern Ihre Behörde daran, Dienste aus einer Cloud zu nutzen?



Quelle: WIK Darstellung basierend auf Achtert, Werner; Bratfisch, Horst; Fleischer, Nils-Alexander; Fischlin, Roger; Gestl, Frank; Gounova, Boriana; Zahner, Helmut (2023). N= 29.

Kommunen können Cloud-Lösungen flexibel und bedarfsgerecht einsetzen und dementsprechend bei einem gestiegenen Bedarf mehr Ressourcen abrufen. Der Cloud-Anbieter misst die Ressourcennutzung und rechnet diese flexibel ab. Das unterscheidet das Cloud-Computing vom allgemeinen IT-Outsourcing, wo feste Vertragslaufzeiten mit Fixpreisen und zugeordneten Ansprechpartnern vereinbart werden.

Kommunen beschließen ihre Haushaltspläne meist ein Jahr oder in Doppelhaushalten bis zu zwei Jahre im Voraus. Die Haushaltspläne müssen von den Gremien wie etwa dem Stadt- oder Gemeinderat verabschiedet werden und enthalten eine fixe Finanzplanung für die Aufgaben und Ziele der Kommune mit den Planungspositionen der folgenden drei Jahre. Durch die **Haushaltspläne** ist es für Kommunen eine Herausforderung, die flexiblen Abrechnungsmodelle der Cloud-Lösungen zu nutzen. Cloud-Anbieter, die sich auf die öffentliche Verwaltung in Deutschland spezialisiert haben, bieten daher verschiedene Abrechnungsmodelle an. Kommunen können bspw. für eine feste Vertragslaufzeit eine fixe Nutzung vereinbaren, wodurch die Preise günstiger werden. Zusätzlich kann optional ein elastischer Bereich für kurzfristige Schwankungen vereinbart werden oder es wird ein Maximalwert vereinbart, der eine Obergrenze für die Kosten darstellt. Diese Abrechnungsmodelle schränken einerseits die Flexibilität und Skalierbarkeit der Cloud-

⁴² Vgl. Achtert, Werner; Bratfisch, Horst; Fleischer, Nils-Alexander; Fischlin, Roger; Gestl, Frank; Gounova, Boriana; Zahner, Helmut (2023).

Lösungen im Sinne der Cloud-Definition ein (vgl. Kapitel 2), sorgen jedoch für eine zuverlässigere Kostenschätzung im Haushalt. Da das Datenaufkommen in vielen Anwendungsfällen von Kommunen nicht so stark schwankt, liegen die Vorteile der Cloud oftmals ohnehin eher in der Kurzfristigkeit, Qualität der Servicebereitstellung und Nachnutzbarkeit und weniger in der Skalierbarkeit.

Die Cloud-Transformation betrifft nicht nur die Einführung einer neuen Technologie, sondern die gesamte Kommunalverwaltung. Sie verändert Verwaltungsprozesse, Arbeitsweisen und erfordert ein Umdenken der Mitarbeitenden. Die IT-Landschaft in Kommunen ist historisch gewachsen und durch vielfältige Fachverfahren von unterschiedlichen Herstellern und IT-Dienstleistern sehr komplex. Klare Ziele und eine Cloud-Strategie sind entscheidend, um passende Cloud-Lösungen zu beschaffen und die Potenziale von Cloud-Lösungen optimal zu nutzen. Das **Change-Management** in den etablierten Verwaltungsstrukturen ist für Kommunen eine Herausforderung. Besonders die Arbeit in den IT-Abteilungen ändert sich durch Cloud-Lösungen. Die Mitarbeitenden geben Aufgaben und Verantwortung an die externen Cloud-Anbieter ab. Das erfordert die Bereitschaft der Mitarbeitenden zum Umdenken. Gleichzeitig sind die Kommunen stark vom **IT-Fachkräftemangel** betroffen. Die Cloud-Migration, aber auch die sichere und datenschutzkonforme Anwendung von Cloud-Lösungen erfordert ein erfahrenes Cloud-Fachpersonal. Die Verwaltungsmitarbeitenden müssen im Umgang mit Cloud-Lösungen geschult werden.

Obwohl den Kommunen grundsätzlich ein breites Cloud-Angebot zur Verfügung steht, ist ein Großteil der einzelnen **Fachverfahren nicht cloud-fähig** und wird nur im On-Premise-Betrieb angeboten. Einzelne Fachverfahrenshersteller beginnen damit ein Cloud-Angebot aufzubauen und die ersten Fachanwendungen parallel im Cloud- und On-Prem-Betrieb anzubieten. Expertinnen und Experten erwarten, dass dieses Cloud-Angebot in den nächsten Jahren weiter ausgebaut wird, der Doppelbetrieb jedoch in den nächsten zehn Jahren erforderlich bleibt. Das verlangt hohe Ressourcen und vielfältige Kapazitäten der Fachverfahrenshersteller. Es kann dazu führen, dass zentrale Fachverfahren, die von wenigen großen IT-Anbietern für eine große Zahl an Kommunen zur Verfügung gestellt werden, früher als Cloud-Lösung angeboten werden. Zum einen profitieren diese zentralen Fachverfahren eher durch die Skalenvorteile von Cloud-Computing und zum anderen wirkt dort eher der Druck des Gesetzgebers zur Verwaltungsdigitalisierung.

Eine wesentliche Herausforderung für die Nutzung von privatwirtschaftlichen Cloud-Angeboten ist die Gewährleistung der **digitalen Souveränität** der Kommunen. Das umfasst sowohl potenzielle Abhängigkeiten von einzelnen Anbietern als auch die sichere und datenschutzkonforme Verarbeitung von Daten. Die Verwaltungen sollten schon bei der Beschaffung von Cloud-Lösungen betrachten, welche Wechsellmöglichkeiten es gibt, um einen möglichen Vendor-Lock-in auszuschließen. Die Leitlinien vom BSI helfen Kommunen, einen datenschutzkonformen und souveränen Cloud-Betrieb umzusetzen und geeignete Cloud-Anbieter auszuwählen (vgl. Kapitel 2).

Fallbeispiel 5: Adobe Cloud und Venezuela

Herausforderung: Digitale Souveränität bewahren

Die US-Regierung hat im August 2019 mit einer Exekutivanweisung 13.884 Transaktionen zwischen US-Unternehmen und Unternehmen, Organisationen und Personen aus Venezuela verboten. Der Softwarehersteller Adobe hat daraufhin am 7. Oktober 2019 angekündigt, zum 29. Oktober alle Nutzerkonten in Venezuela zu deaktivieren und dementsprechend das Cloud-Angebot „Creative Cloud“ und „Document Cloud“ für die venezolanischen Kunden abzuschalten. Einen Tag vor dem angekündigten Ende erhielt Adobe von der US-Regierung eine Lizenz für die Bereitstellung aller digitalen Mediendienste in Venezuela, sodass das Cloud-Angebot weiter bereitgestellt werden konnte.

Quellen: Deutschlandfunk Nova (2019); Adobe (2019).

Fallbeispiel 5 zeigt, dass auch der Unternehmenssitz von Cloud-Anbietern relevant ist. Politische Vorgaben und Maßnahmen können konkrete Auswirkungen auf das Angebot und die Nutzung der Dienste haben. Problematisch ist besonders, dass diese Konsequenzen für das Cloud-Angebot im Vergleich zu On-Premise-Lösungen deutlich schneller umgesetzt werden können und dadurch weniger Reaktionszeit bleibt. Um diese Abhängigkeiten zu reduzieren, bauen einige Hyperscaler zurzeit sogenannte souveräne Cloud-Dienste für die öffentliche Verwaltung auf.⁴³ Die Delos Cloud (vgl. Kapitel 7.1.4) betreibt Microsoft-Dienste unabhängig vom US-Unternehmen in lokalen Rechenzentren. Dadurch kann der Betrieb nicht unmittelbar eingeschränkt werden kann, sondern einige Monate aufrechterhalten werden, um die Daten in eine andere Plattform zu übertragen.⁴⁴ Jedoch bleibt auch bei diesen sogenannten souveränen Cloud-Angeboten die **Abhängigkeit von Hyperscalern**.

⁴³ Zum Beispiel: Microsoft und SAP mit der DELOS Cloud, Amazon mit der AWS European Sovereign Cloud, Google und die deutsche Telekom mit der T-Systems Sovereign Cloud powered by Google Cloud.

⁴⁴ Vgl. Wölbart, Christian (2023).

7 Europäische, bundesweite und länderspezifische Rahmenprojekte

Der Data Act vom Januar 2024, ein wichtiger Teil der Europäischen Datenstrategie, soll bessere Rahmenbedingungen für den Zugriff und die Nutzung von Daten innerhalb der Datenwirtschaft schaffen. Die Verordnung stärkt auch den Wettbewerb von Cloud-Computing-Anwendungen für die öffentliche Verwaltung:

„Furthermore, the Data Act will allow customers to switch seamlessly (and eventually free of charge) between different cloud providers. These measures will promote competition and choice on the market while preventing vendor lock-in. For instance, any European enterprise could combine data services from different cloud providers (“multi-cloud”) and benefit from the vast opportunities in the EU cloud market. It will also drastically reduce costs for businesses and administrations when they move their data and applications to a different cloud provider.“⁴⁵

Kommunen können von diesen Regelungen zum Beispiel bei ihren Smart-City-Projekten profitieren, besonders wenn diese Projekte Datenplattformen oder Lösungen im Bereich des Internet der Dinge (IoT) einsetzen. Beispiele sind LoRaWAN-Projekte in Kommunen, die mit eigenen und externen Sensordaten arbeiten.⁴⁶

Der Bund fördert Cloud Computing mit vielfältigen Projekten und Vorhaben sowohl in der öffentlichen Verwaltung als auch in der Privatwirtschaft. Dabei liegt der Fokus auf souveränen deutschen und europäischen Lösungen, beispielsweise gefördert durch den Sovereign Cloud Stack, das Zentrum für digitale Souveränität der Öffentlichen Verwaltung oder die Trusted Cloud Platform.

Die Nutzung von Cloud-Lösungen in der öffentlichen Verwaltung ist strategisch verankert. Der IT-Planungsrat hat, nachdem eine Studie eine große Abhängigkeit der Bundesverwaltung von Microsoft festgestellt hat,⁴⁷ 2020 mit der Deutschen Verwaltungscloudstrategie eine Multi-Cloud-Strategie beschlossen. Die Multi Cloud wurde auch im Koalitionsvertrag 2021-2025 bestärkt.⁴⁸ Im November 2023 haben der Bundeskanzler und die Regierungschefinnen und -chefs der Länder beschlossen, dass neu beauftragte IT-Lösungen möglichst cloudfähig hergestellt werden und von allen föderalen Ebenen genutzt werden können.⁴⁹ Die kürzlich veröffentlichte föderale Digitalstrategie für die Verwaltung bekräftigt die vorangegangenen Entscheidungen und Strategien und betont die Bedeutung der Cloud für eine krisenfeste und effiziente Verwaltung.⁵⁰

⁴⁵ Siehe European Commission, Press release, 11 January 2024.

⁴⁶ Siehe Fallbeispiele in Hillebrand, A., Wielgosch, J., Energieeffizienz in öffentlichen Liegenschaften steigern: Gute Beispiele für LoRaWAN-Anwendungen, Kurzstudie, WIK – Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste, Dezember 2023

⁴⁷ Vgl. Strategy& (2019).

⁴⁸ Vgl. Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90 / Die Grünen, Freie Demokratische Partei (FDP) (2021): Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit.

⁴⁹ Vgl. Ministerpräsidentenkonferenz (2023).

⁵⁰ Vgl. IT-Planungsrat (2024).

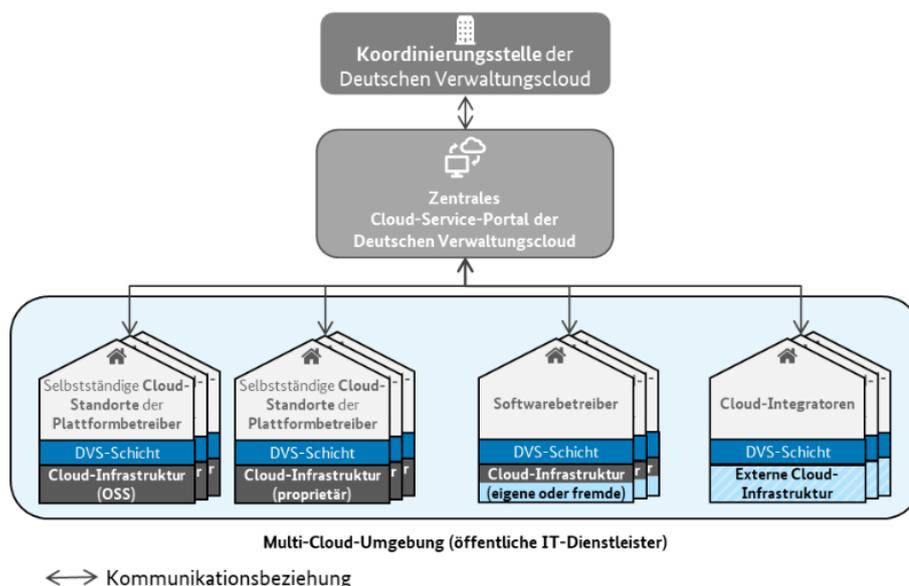
7.1 Bundescloud

Die Bundesregierung hat mit dem „Grobkonzept zur IT-Konsolidierung Bund“ 2015 beschlossen, eine Bundescloud aufzubauen, die IT-Lösungen der Bundesbehörden auf standardisierten Servern des ITZBund zusammenführt.⁵¹ Durch den Einsatz von Cloud-Lösungen sollen Synergieeffekte zwischen den Bundesbehörden erzielt, die IT-Sicherheit gewährleistet werden und ein zukunftsfähiger Betrieb ermöglicht werden. Das ITZBund bietet mit der Bundescloud eine Private Cloud für Behörden und Ministerien der Bundesverwaltung an und stellt Cloud-Lösungen aus allen Servicemodellen zur Verfügung. So ist z. B. der Bundescloud Server eine virtuelle Arbeitsumgebung mit Betriebssystem, Speicher und Netzwerkumgebung als IaaS-Lösung, die Bundescloud Entwicklungsumgebung eine PaaS-Lösung zur Software-Entwicklung und die E-Akte Bund eine SaaS-Lösung für die elektronische Aktenführung.⁵²

7.2 Deutsche Verwaltungscloud

Die Deutsche Verwaltungscloud-Strategie (DVS) wurde im Herbst 2020 vom IT-Planungsrat beschlossen, um die digitale Souveränität der öffentlichen Verwaltung zu stärken.

Abbildung 19: Aufbau der Deutschen Verwaltungscloud



Quelle: IT-Planungsrat (2022).

⁵¹ Vgl. Bundeskabinett (2015).

⁵² Vgl. ITZ Bund (o.D.).

Damit reagierte der Bund unter anderem auf eine strategische Marktanalyse, die 2019 im Auftrag des Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat durchgeführt wurde. Sie stellte eine hohe Abhängigkeit der Bundesverwaltung vom Software-Anbieter Microsoft fest, und dass die Abhängigkeit angesichts von Marktentwicklungen wie der Umstellung von On-Premise auf Cloud-Lösungen noch weiter zunehmen könnte.⁵³ Durch die Deutsche Verwaltungscld werden gemeinsame Standards für Cloud-Lösungen der öffentlichen Verwaltung entwickelt und etabliert.

Die Deutsche Verwaltungscld (DVC) wird als eine Multi Cloud aufgebaut. Das bedeutet, dass sie verteilt an selbstständigen Cloud-Standorten öffentlicher Rechenzentren von Bund, Ländern und Kommunen betrieben wird. So soll auch betriebsseitig die Souveränität der öffentlichen Verwaltung durch Wechselmöglichkeiten gewährleistet werden. Nachfragende aus der öffentlichen Verwaltung erhalten über das Cloud-Service-Portal einen zentralen Zugangspunkt zur Deutschen Verwaltungscld. Ein einheitlicher Cloud-Service-Katalog stellt alle bestehenden Cloud-Angebote in der DVC dar. Das Bundesministerium des Innern und für Heimat hat im Herbst 2022 die Genossenschaft govdigital eG mit der Entwicklung eines Minimum Viable Products (MVP) des Cloud-Service-Portals beauftragt, dessen Entwicklung im Januar 2023 abgeschlossen wurde.⁵⁴ Die neu eingerichtete Koordinierungsstelle der Deutschen Verwaltungscld wird die Weiterentwicklung der Deutschen Verwaltungscld koordinieren, das Cloud-Service-Portal organisieren und den Servicekatalog pflegen. Darüber hinaus prüft die Koordinierungsstelle, dass die Cloud-Service-Anbieter die Standards einhalten.⁵⁵

Die Deutsche Verwaltungscld bietet über das Cloud-Service-Portal zwei Vertragsmodelle an, die je nach Beziehung zwischen Nutzer und Anbieter und Auftragsvolumen gewählt werden können.⁵⁶ Ein Direktvertrag wird ohne separate Ausschreibung zwischen Kunde und Anbieter geschlossen. Dafür muss entweder zwischen Kunde und Anbieter eine Inhouse-Beziehung bestehen oder das Auftragsvolumen muss unter dem geltenden Schwellenwert liegen. Die Deutsche Verwaltungscld dient dabei als eine Art Vergleichsportale für Cloud-Leistungen. In dem zweiten Vertragsmodell, dem sogenannten Umklappvertrag, können öffentliche Kunden auch über die govdigital eG als Intermediär die Cloud-Lösung beschaffen. Der Kunde geht mit der Bestellung einen Vertrag mit der govdigital eG ein und diese „klappt den Vertrag“ auf den Cloud-Anbieter um. Dafür muss eine direkte Inhouse-Beziehung zwischen dem Kunden und govdigital bestehen oder eine solche Inhouse-Beziehung muss bspw. über ein Landesministerium oder einen öffentlichen IT-Dienstleister vermittelt werden. Auch der Cloud-Anbieter muss über eine solche Inhouse-Beziehung zu govdigital verfügen, sodass eine durchgehende Inhouse-Kette entsteht. Das bedeutet, dass zunächst ausschließlich öffentliche IT-Dienstleister Cloud-Lösungen über das Cloud-Service-Portal bereitstellen können. Perspektivisch soll jedoch geprüft werden, ob auch die Angebote von privatwirtschaftlichen Akteuren wie

⁵³ Vgl. Strategy& (2019).

⁵⁴ Vgl. CIO Bund (o. D.-a).

⁵⁵ Vgl. IT-Planungsrat Beschluss 2013/18 bzw. 2023/17.

⁵⁶ Vgl. Deutsche Verwaltungscld (o. D.).

Fachverfahrensherstellern oder Hyperscalern in die Deutsche Verwaltungscloud eingebunden werden können.⁵⁷ Im Rahmenwerk der Zielarchitektur ist vorgesehen, dass öffentliche IT-Dienstleister als sog. Cloud-Integratoren die Angebote verwaltungsexterner Cloud-Anbieter konform und rechtssicher in der Deutschen Verwaltungscloud anbieten können.

7.3 Einer-für-alle-Prinzip des OZG

Das 2017 in Kraft getretene Onlinezugangsgesetz verpflichtet öffentliche Behörden dazu, den Zugang zu ihren Verwaltungsleistungen digital anzubieten. Dazu wurden mehr als 6.000 Verwaltungsleistungen aller föderaler Ebenen aus dem Leistungskatalog der öffentlichen Verwaltung in 575 OZG-Leistungen überführt. Diese sollten bis Ende 2022 von jeweils einem zuständigen Land digitalisiert werden und nach dem Einer-für-alle-Prinzip (kurz EfA-Prinzip) den anderen Ländern zur Nachnutzung bereitgestellt werden.

Die EfA-Onlinedienste werden also zentral von einem Akteur entwickelt und bundesweit können Behörden die Dienste nachnutzen. Jeder EfA-Dienst wird zentral betrieben und der Betrieb anteilig finanziert.⁵⁸ Laut dem Bundesrechnungshof haben Bund und Länder das Ziel des Onlinezugangsgesetzes deutlich verfehlt. Bis Ende 2022 waren lediglich 19 % der digitalisierbaren Verwaltungsleistungen online verfügbar.⁵⁹ OZG-konform digitalisiert waren lediglich 10 % der 2.357 digitalisierbaren Verwaltungsleistungen im Geschäftsbereich des Bundes und nur 4 % der Leistungen im föderalen Digitalisierungsprogramm.⁶⁰ Rund 73 % aller Leistungen sind nicht online verfügbar. Der Bundesrechnungshof kritisiert, dass die EfA-Leistungen als IT-Lösungen für jeweils eine konkrete Fachaufgabe über ein niedriges Wiederverwendungspotenzial verfügen. Die Nachnutzung kann dazu beitragen, Kosten und Aufwand zu reduzieren. Bedeutender sind jedoch Basisdienste, wie bspw. eine Formularmanagementfunktion, auf denen viele EfA-Leistungen aufbauen und die laut Bundesrechnungshof unzureichend zentral entwickelt und bereitgestellt wurden, wodurch Redundanzen und höhere Kosten entstanden sind. Ein besonders hohes Potenzial der Wiederverwendung haben Infrastrukturdienste wie bspw. IaaS-Services, die bisher noch weit von der Umsetzung entfernt sind.⁶¹ Der Nationale Normenkontrollrat fasst zusammen, dass man sich auf EfA-Standards und EfA-Basis-komponenten konzentrieren müsse, statt auf EfA-Software.⁶²

Seit Anfang 2023 steht der EfA-Marktplatz zur Nachnutzung von EfA-Leistungen als SaaS-Lösungen zur Verfügung. Im November 2024 stehen 129 EfA-Leistungen im Marktplatz zur Verfügung. Sie werden von öffentlichen Behörden oder öffentlichen IT-Dienstleistern bereitgestellt, die über ein Inhouse-Verhältnis zur govdigital eG, dem

⁵⁷ Ebd.

⁵⁸ Vgl. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2021).

⁵⁹ Dabei zählt das Bundesinnenministerium eine Leistung als digital verfügbar, sobald sie in einem Land oder in einer Kommune eingesetzt wird.

⁶⁰ Vgl. Bundesrechnungshof (2023).

⁶¹ Ebd.

⁶² Vgl. Nationaler Normenkontrollrat (2023).

Betreiber des Marktplatzes, verfügen. Die Leistungen können über standardisierte SaaS-Bereitstellungsverträge von öffentlichen Behörden nachgenutzt werden, die ebenfalls über ein solches Inhouse-Verhältnis verfügen. Insgesamt ist „Make or buy“ für viele Kommunen keine Frage mehr, da „make“ zu hohe Investitionen in Hardware, Software und Personal bedeuten würde. Outsourcing, in welcher Form auch immer, erfolgt gezwungenermaßen und EfA-Nachnutzung bietet in Zukunft viele Vorteile.

7.4 Microsoft Souveräne Cloud (MSSC)

Ab 2029 plant Microsoft seine Office-Produkte nur noch als Cloud-Lösungen anzubieten.⁶³ Das betrifft einen überwiegenden Teil der Behörden. Strategy& (2019) berichtete, dass 96 % aller unmittelbaren Bundesbehörden Microsoft Office nutzen und eine starke Abhängigkeit von Microsoft bestünde.⁶⁴ Die Bedeutung von Microsoft wird auch deutlich, wenn man die Auftragsvolumina betrachtet. Die Bundesregierung hat Rahmenverträge von Juli 2021 bis Mai 2025 in Höhe von 1,28 Milliarden Euro für Microsoft-Lizenzen abgeschlossen.⁶⁵ Ende 2023 waren diese zu rund 45 % ausgeschöpft.⁶⁶

Das Projekt Microsoft Souveräne Cloud (MSSC) prüft seit 2021, koordiniert durch das Bundesfinanzministerium, den Einsatz einer externen privaten Cloud auf Basis von Technologien von Microsoft, um öffentlichen Behörden zu ermöglichen, auch nach 2029 Microsoft-Produkte einzusetzen. Parallel dazu trifft das Bundesinnenministerium Vergabevorbereitungen, bspw. die Konsolidierung der Anforderungen des Bundes an die Cloud sowie Vertragsverhandlungen. Im Oktober 2023 wurde ein Memorandum of Understanding zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Delos Cloud GmbH als Betreiber der souveränen Cloud beschlossen. Darin wird eine Zusammenarbeit im MSSC-Projekt vereinbart, wo jede Partei die entstandenen Kosten selbst trägt.⁶⁷ Ziel ist es, dass die Delos Cloud ab 2025 für Bund, Länder und Kommunen im Rahmen der Multi-Cloud-Strategie verfügbar ist.⁶⁸ Es sind noch keine voraussichtlichen Preise für die Delos-Cloud-Angebote bekannt. Die Gesellschaft für Informatik kritisiert das Projekt. Die Delos Cloud verstärke die Abhängigkeit der öffentlichen Verwaltung von Microsoft, da sie die Monopolstellung zementiere. Gleichzeitig erfülle die Delos Cloud nicht vollständig die Kriterien der Deutschen Datenschutzkonferenz (DSK) für souveräne Clouds, wodurch geopolitische Abhängigkeiten entstünden.⁶⁹

⁶³ Vgl. Microsoft (2024).

⁶⁴ Vgl. Strategy& (2019).

⁶⁵ Deutscher Bundestag (2023).

⁶⁶ Ebd.

⁶⁷ Vgl. Bundesrepublik Deutschland, Delos Cloud GmbH (2023).

⁶⁸ Bundesministerium für Finanzen (2023).

⁶⁹ Vgl. Gesellschaft für Informatik (2024).

7.5 Zentrum für Digitale Souveränität der Öffentlichen Verwaltung (ZenDiS)

Dem CIO des Bundes zufolge wird die Delos-Cloud als Übergangslösung gesehen, bis leistungsfähige Alternativprodukte zu Microsoft Office, bspw. auf Basis von Open-Source-Lösungen bereitstehen.⁷⁰ Eine solche Lösung wurde im Projekt „Souveräner Arbeitsplatz“ entwickelt. Das Zentrum für Digitale Souveränität der Öffentlichen Verwaltung hat Anfang 2024 das Projekt übernommen und daraus ist die Lösung „openDesk“ entwickelt. Das ZenDiS wurde 2022 als zentrale Anlaufstelle für die Koordination und Steuerung von Open-Source-Entwicklungsvorhaben der öffentlichen Verwaltung eingerichtet. Das Bundesinnenministerium ist alleiniger Gesellschafter des ZenDiS. Es ist vorgesehen, dass die Bundesländer schrittweise weitere Gesellschafter werden.⁷¹

Fallbeispiel 6: Vergleich der Angebote für den Büroarbeitsplatz

Büroarbeitsplatz	Microsoft Office	Delos Cloud	dPhoenixSuite	openDesk
Anbieter	Microsoft	Delos Cloud (Tochterfirma von SAP)	Dataport	ZenDiS
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> Etablierte Standardlösung Erfahrung der Mitarbeitenden Schnittstellen zu anderen Fachverfahren 	<ul style="list-style-type: none"> Bietet Microsoft 365 an Betrieb in Deutschland Prüfung durch das BSI Deutsche Gerichtsbarkeit 	<ul style="list-style-type: none"> Basiert auf Open-Source-Lösungen Betrieb durch öffentlichen IT-Dienstleister Unabhängig von amerikanischen Hyperscalern 	<ul style="list-style-type: none"> Open-Source-Lösung Betrieb im eigenen Rechenzentrum möglich Unabhängig von amerikanischen Hyperscalern
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> Unternehmenssitz in den USA Datenübermittlung in die USA DSGVO-Konformität 	<ul style="list-style-type: none"> Basiert auf Lösungen des Hyperscalers Voraussichtlich höhere Kosten und Mindestabnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> Neue Software / Fehlende Erfahrung der Mitarbeitenden Marktdominanz von Microsoft 	<ul style="list-style-type: none"> Neue Software / Fehlende Erfahrung der Mitarbeitenden Marktdominanz von Microsoft

Quellen: WIK Recherche, Informationen der Unternehmenswebsites.

Fallbeispiel 6 zeigt die Vor und Nachteile von verschiedenen Angeboten für Software für den Büroarbeitsplatz, die eine wichtige Grundlage für die Arbeit der öffentlichen Verwaltung darstellen. Durch die Marktdominanz von Microsoft Office sind fast alle Mitarbeitenden im Umgang mit der Software erfahren und Fachverfahren bieten in der Regel Schnittstellen zur Arbeit mit Microsoft Office an. Durch die Cloud-First-Strategie des Unternehmens soll der Büroarbeitsplatz mittelfristig in die Cloud-Lösung Microsoft 365 gelegt werden. Das stellt für den öffentlichen Sektor eine Herausforderung dar, besonders wegen des Unternehmenssitzes von Microsoft in den USA und der Übermittlung von

⁷⁰ Vgl. CIO Bund (o. D.-b).

⁷¹ Vgl. Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2024).

personenbezogenen Daten. Wie in Kapitel 7.1.4 beschreiben, baut eine Tochterfirma von SAP als Lösung die Delos Cloud auf. Sie basiert auf Microsoft-Lösungen und wird u. a. Microsoft 365 anbieten, aber der Betrieb findet technisch entkoppelt in deutschen Rechenzentren statt. Der Anbieter unterliegt der deutschen Gerichtsbarkeit und die Entwicklung findet in Zusammenarbeit und unter Prüfung des BSI statt. Die Lösung soll ab 2025 für alle föderalen Ebenen zur Verfügung gestellt werden. Durch den hohen Investitionsaufwand für den Aufbau der souveränen Cloudplattform werden die Kosten und Mindestabnahmemengen jedoch voraussichtlich deutlich höher sein als bei der Standardlösung.

Der öffentliche IT-Dienstleister Dataport hat dPhoenixSuite als Alternative zu Microsoft Office auf Basis von Open-Source-Lösungen entwickelt. Der Vorteil der Software ist der souveräne Betrieb in einem deutschen Rechenzentrum durch einen IT-Dienstleister in öffentlichem Eigentum. Die Marktdominanz von Microsoft stellt jedoch eine Herausforderung für die Einführung der souveränen Lösung dar. Die Einführung einer neuen Büroarbeitsplatzsoftware bringt einen hohen Migrationsaufwand mit sich und teilweise müssen für Fachanwendungen neue Schnittstellen geschaffen werden. Auch die Mitarbeitenden müssen bei der Umstellung der Software mitgenommen und im Umgang mit der neuen Software geschult werden.⁷² Die gleichen Herausforderungen gelten für die Lösung openDesk vom ZenDiS. Die Lösung hat den weiteren Vorteil, dass sie nicht nur auf Open-Source-Lösungen basiert, sondern auch Open Source bereitgestellt wird. Kunden haben die Wahl, die Software so selbst umzusetzen oder mit Support vom ZenDiS zu erwerben. Außerdem können sie zwischen dem Betrieb im eigenen Rechenzentrum, einem nationalen oder internationalen Hyperscaler wählen.

Rechtmäßigkeit sowie Datensicherheit und Datenschutz spielen eine wichtige Rolle für die öffentliche Verwaltung. In diesem Bereich haben alle föderalen Ebenen, auch Kommunen, Erfordernisse, die mit denen von Unternehmen nicht vergleichbar sind, wie in den Expertengesprächen zu dieser Studie betont wurde. Cloud-Projekte von Bund und Ländern sind hier auch verpflichtet, speziell Vorgaben einzuhalten. Das Thema digitale Souveränität ist bei Kommunen, im Gegensatz zu der Diskussion auf Bundesebene, noch kaum angekommen. Es ist unklar, was der Begriff auf kommunaler Ebene bedeutet. Entsprechend spielt er bei Cloud-Entscheidungen eine untergeordnete Rolle. Kommunen sehen ihre digitale Souveränität durch den Einsatz von Cloud kaum gefährdet bzw. betrachten dieses Risiko im konkreten, eher pragmatisch ausgerichteten Beschaffungsprozess weniger. Dennoch ist manchmal Misstrauen gegenüber unbekanntem bzw. nicht-deutschen Anbietern vorhanden, ob sie den Anforderungen an Datensicherheit und Datenschutz genügen.

⁷² Vgl. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein (2022).

7.6 Sovereign Cloud Stack (SCS)

Sovereign Cloud Stack (SCS) ist eine offene Cloud-Technologie, die potenziell für jeden Sektor geeignet ist, auch für die öffentliche Verwaltung auf allen föderalen Ebenen. Das Hosting erfolgt bei Open Source Business Alliance (OSBA). Damit soll der von vielen Unternehmen bemerkten technologischen Abhängigkeit Europas entgegengewirkt werden.

Sovereign Cloud Stack wird seit 2021 vom BMWK gefördert. Es handelt sich um ein Ökosystem für offene Infrastruktur mit offenen, zertifizierbaren Standards, modularer Open-Source-Referenzimplementierung und Open Knowledge (transparenter Dokumentation). SCS integriert und ergänzt bewährte Open-Source-Bausteine wie OpenStack. Die Public Cloud Angebote werden auf Kompatibilität mit den SCS-Standards geprüft und die Ergebnisse veröffentlicht.⁷³

Der offene Austausch von Betreibern von Cloud-Infrastrukturen wird systematisiert und unterstützt. Über die Initiative Open Operations Manifesto wird betriebliches Cloud-Wissen gesammelt und geteilt, auch Fehler oder Vorfälle. Die BayernCloud Schule läuft auf SCS-Infrastruktur, über 4.000 Schulen sind daran angebunden. Dataport plant ggf. SCS als Produktivumgebung aufzubauen, Thüringen baut ebenfalls eine SCS-kompatible Infrastruktur auf, ein Testfeld für Deutsche Verwaltungscld wird derzeit aufgebaut. SCS ist an der Entwicklung der Deutschen Verwaltungscld (DVC) beteiligt, sind kompatibel mit den Standards der Deutschen Verwaltungscld. SCS liefert auch eine Infrastrukturschicht für Gaia-X Federation Services.⁷⁴

7.7 IPCEI Next Generation Cloud Infrastructure

Deutschland und Frankreich treiben das Projekt IPCEI Next Generation Cloud Infrastructure and Services voran. Insgesamt zwölf Mitgliedsstaaten der Europäischen Union sind beteiligt, u. a. Belgien, Italien, Kroatien, Lettland, Luxemburg, die Niederlande, Polen, Slowenien, Spanien und Ungarn. Es soll eine hochleistungsfähige Cloud-Edge-Infrastruktur nach europäischen Werten aufgebaut und digitale Souveränität und Datenportabilität gestärkt werden.⁷⁵ Das Unterprojekt AIDED baut ein so genanntes Multi-Provider-Cloud-Edge-Kontinuum auf, das eine DSGVO-konforme und dezentrale Serverstruktur für die öffentliche Verwaltung bereitstellen soll. Zahlreiche europäische Telekommunikationsanbieter und Systemhäuser sind beteiligt. Das Projekt wird vom Bundeswirtschaftsministerium gefördert und soll Anwendungen wie Industrie 4.0 und autonomes Fahren unterstützen.

⁷³ Siehe <https://docs.scs.community/standards/certification/overview#compliant-cloud-environments>

⁷⁴ Vgl. Urban, Manuela (2024).

⁷⁵ Vgl. European Commission, Press release Dec 5, 2023.

7.8 Gaia-X

Gaia-X ist eine europäische Initiative für eine offene, sichere und transparente Dateninfrastruktur. Der Gaia-X Hub Deutschland⁷⁶ ist die nationale Anlaufstelle für den wissenschaftlichen Austausch der Akteure. Gründungsmitglieder sind u. a. Atos, BMW, Bosch, De-Cix, Deutsche Telekom, die Fraunhofer-Gesellschaft, Orange, OVH, SAP und Siemens. Auch Amazon, Alibaba, Google, Microsoft und Palantir sind seit Beginn dabei.

Es handelt sich nicht um eine neue Cloud-Infrastruktur sondern um ein gemeinsames Regelwerk für Zugangs- und Transportprotokolle, Dienste und Richtlinien für Datentransfers. Die Prinzipien Transparenz, Datensicherheit, Datenschutz, Interoperabilität und Skalierbarkeit stehen im Vordergrund dieses dezentralen, föderierten Systems in Europa und weltweit. Es ermöglicht die Verbindung unterschiedlichster Cloud-Dienstleister und Dateneigentümer. Im Zentrum steht ein Regelwerk, nach dem Daten nach festgelegten Bedingungen geteilt werden können (und dabei beim Eigentümer verbleiben).

Ergebnisse von elf Gaia-X-Projekten aus dem deutschen Förderwettbewerb wurden im November 2024 in Berlin präsentiert. Gaia-X ist im Umfeld der Kommunen und Länder bisher eher unbekannt, wie die Expertengespräche gezeigt haben. Das liegt nicht zuletzt daran, dass es nur wenige Gaia-X-Ansätze gibt, die die öffentliche Verwaltung im Fokus haben.

7.9 Trusted Cloud Plattform

Mit der Trusted Cloud Plattform und dem dazugehörigen Label wurde ein unabhängiger, transparenter Marktplatz für vertrauenswürdige Cloud Services etabliert, der über das Trusted Cloud Portal zugänglich ist (zum Beispiel für Homeoffice, Bildung und Gesundheitswesen).⁷⁷ Der Verein „Kompetenznetzwerk Trusted Cloud e. V.“ (seit 2015) ist Träger des Trusted Cloud Labels, entstanden aus einem Technologieprogramm des damaligen Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Zertifizierte Angebote bieten viele Vorteile für die öffentliche Verwaltung. Der Vorteil u. a. von SaaS-Lösungen für Kommunen liegt darin, dass Fachkräfte externer Anbieter genutzt werden können, IT-Sicherheit, Datenschutz und Compliance erhöht werden können und die Verfügbarkeit höher ist als im eigenen Rechenzentrum.

7.10 Cloud-Projekte in den Bundesländern

Die digitale Transformation in Ländern und Kommunen ist eine Querschnittsaufgabe. Seit etwa 2015 haben zahlreiche Länder und auch Städte, Landkreise und Gemeinden Digitalisierungsstrategien erarbeitet, um strategische Ziele, Steuerungsinstrumente und

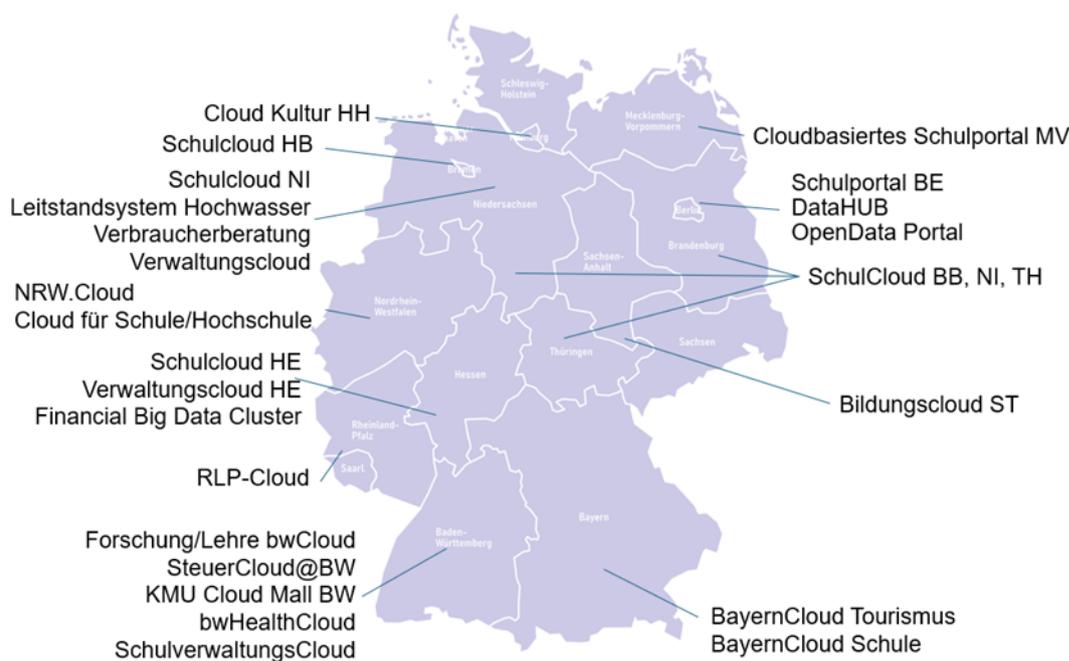
⁷⁶ <https://gaia-x-hub.de/>

⁷⁷ Die Liste ist über eine Website abrufbar: <https://www.trusted-cloud.de/cloud-service-suche.html>

Maßnahmenkataloge festzuhalten. Dies geschah vielerorts auf der Grundlage von Beteiligungsprozessen, einerseits als Ideenfindung in der Bevölkerung und andererseits als Prozess, in dem Maßnahmen vorgeschlagen und dann bewertet und kommentiert werden konnten. Auf Landesebene waren die Strategieprozesse weitgehend durch Beteiligungsprozesse zwischen den Ressorts und auch mit externen Expertengruppen gekennzeichnet. Nicht immer sind die Digitalisierungsstrategien mit eigenen Budgets hinterlegt. In einigen wenigen Landesstrategien ist eine Evaluation und Weiterentwicklung erfolgt bzw. für die Zukunft angelegt.

Die Schwerpunkte der Cloud-Lösungen der Bundesländer liegen vor allem in der internen Verwaltung, auch mit den Kommunen, und im Länder-Zuständigkeitsbereich Bildung. Daneben haben manche Länder Clouds in Sektoren gefördert, die für ihre wirtschaftsstrukturelle Entwicklung eine besondere Rolle spielen.

Abbildung 20: Cloud-Lösungen in Bundesländern



Quelle: WIK Research (WIK Graphik unter Verwendung von @holly_molly-stock.adobe.com)

Mittlerweile haben alle Bundesländer eine Digitalisierungsstrategie veröffentlicht und die meisten auch aktualisiert: BW (2017, 2022, 2020 eigene Cloud-Strategie), BY 2015, 2018 erstes Landes-Digitalministerium, 2023), BE (2022 im Rahmen des Smart-City-Förderprojekts MPSC), BB (2020, 2022), HB (2016), HH (2015, 2020), HE (2016, 2021), MV (2018, 2021), NI (2018), NW (2019, 2021), RP (2018, 2023), SL (2022), SN (2016, 2022), ST (2023), SH (2016, 2023), TH (2021). Der Umfang und das Budget unterscheiden sich erheblich, die interne Verwaltungsdigitalisierung und die Bildung sind jedoch fast immer Bestandteil der Strategie.

Als Vorreiter können BW, HH, HE, SN und SH gelten: erste Strategien wurden hier zwischen 2015 und 2017 entwickelt. Alle Länder aktualisieren bzw. ergänzen sie durch weitere Maßnahmen und (Förder-)Programme. Explizit auf über den Bildungsbereich hinausgehende Cloud-Lösungen setzen BW, BY, BB, HH, HE, NI, NW, RP, ST und SH. Die Länder HE, RP, ST und SH arbeiten mit ihren Kommunen bei der Verwaltungsdigitalisierung zusammen und setzen dabei Clouds ein.

Die Digitalisierungsstrategien der Bundesländer im Bereich Bildung basieren im Wesentlichen auf dem Beschluss der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“ (2017). Darin ist vorgesehen, allen Schülerinnen und Schülern bis zum Jahr 2021 eine digitale Lernumgebung und Internetzugang zur Verfügung zu stellen. Mittel für digitale Soft- und Hardware-Bildungsinfrastruktur wie z. B. WLAN, mobile Geräte (z. B. Tablets, Notebooks), Whiteboards (digitale Tafeln) oder Clouds stellt der Bund über den „Digitalpakt Schule“ bereit.⁷⁸ Die Länder geben die Mittel an die Kommunen weiter, die auch einen Eigenanteil leisten. Häufig sind kommunale IT-Dienstleister involviert (z. B. Hardware-Sammelbestellungen für mehrere Kommunen).

7.10.1 Baden-Württemberg

Mit der „digitalLÄND. Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg“ (Oktober 2022) setzt sich die Landesregierung das Ziel, die Digitalisierung in den nächsten fünf Jahren durch konkrete Schritte weiterzuführen.

Die Digitalisierungsstrategie digital.LÄND baut auf der Digitalisierungsstrategie digital@bw von Juli 2017 auf, die im Landtag verabschiedet wurde. Die Digitalisierungsstrategie deckt die Lebensbereiche Mobilität, Gesundheit, Wirtschaft, Bildung und Weiterbildung, Wissenschaft sowie Verwaltung und Kommunen ab und fokussiert auf die Ziele Wohlstand und Innovation, Nachhaltigkeit, Gesellschaftlicher Zusammenhalt und Digitale Souveränität.

Das Land Baden-Württemberg hat 2020 eine eigene Cloud-Strategie⁷⁹ veröffentlicht mit dem Ziel, eine landesinterne und automatisierte virtuelle IT-Infrastruktur aufzubauen, die als zentrale Plattform für die Landesverwaltung und für länderübergreifende Kooperationen zur Verfügung steht. Die Landesoberbehörde IT Baden-Württemberg (BITBW) soll im Interesse der digitalen Souveränität als IT-Dienstleister agieren:

- bwCloud ist eine "Infrastructure-as-a-Service"-Umgebung, speziell entwickelt und betrieben für Forschung und Lehre in Baden-Württemberg.

⁷⁸ Vgl. Brunner, Katharina; Jäger, Andreas; Hess, Thomas; Münch, Ursula (2020): Digitalisierungsstrategien bundesdeutscher Länder. Eine Bestandsaufnahme ihrer Entwicklung und Implementierung, bidt Analysen und Studien Nr. 4, September 2020, S. 26

⁷⁹ Vgl. Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden-Württemberg (2022), S. 29 sowie Rechnungshof Baden-Württemberg (2022).

- SteuerCloud@BW ist eine Austauschplattform, die den Bürgerinnen und Bürgern bzw. deren steuerlichen Vertretungen und den Prüfungsdiensten der Finanzämter.
- Das Projekt Cloud Mall Baden-Württemberg (kurz Cloud Mall BW) setzt an dieser Stelle an und unterstützt bei der Schaffung eines übergreifenden Cloud-Ökosystems aus Cloud-Anbietern und Anwendern. Mittels einen Ideenwettbewerbs werden im Rahmen des Projekts eingereichte Praxisvorhaben von KMU geprüft und unterstützt.
- Die bwHealthCloud ist eine landesweite Infrastruktur für den Datenaustausch in Baden-Württemberg im Bereich der Personalisierten Medizin mit dem Ziel, datenschutzkonform zu agieren. Patientendaten werden in den Universitätskliniken gespeichert und nicht zentral.⁸⁰

7.10.2 Bayern

Der Digitalplan Bayern⁸¹ wurde von der Bayerischen Staatsregierung und dem Bayerischen Staatsministerium für Digitales im Jahr 2023 veröffentlicht mit einem Schwerpunkt auf digitale Bildung und Kompetenzen, Daten und Infrastruktur, Klimaschutz, Sicherheit und moderne Verwaltung.

Die drei Grundlagenbereiche Governance, Daten und Infrastruktur und die Handlungsfelder Gesellschaft, Lebensräume, Wertschöpfung und Staat bilden den Rahmen der Digitalisierungsstrategie für Bayern. Sieben strategische Ziele – Werteorientierung, Digitale Souveränität, Transparenz, Daten Governance, Dateninfrastruktur, Kommunikationsnetze und Plattformen wurden vorangestellt. Instrumente zur Steuerung und Umsetzung bündelt das Bayerische Staatsministerium für Digitales.

Digitalplan Bayern 2023 setzt folgende große Cloud-Projekte um:

- BayernCloud Tourismus (BCT)
- BayernCloud Schule - (ByCS) – Die Plattform für digitale Bildung

Die BayernCloud Tourismus wurde von der Technischen Hochschule Deggendorf für angewandte Forschung im Bereich Digitalisierung & KI umgesetzt und bildet eine zentrale Drehscheibe als Platform-as-a-Service für alle touristische Daten in Bayern.⁸² Informationen stehen möglichst als Offene Daten für alle zur Verfügung. Datenlieferer stellen

⁸⁰ Vgl. Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden Württemberg (2022): digital-LÄND. Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg“ (Oktober 2022), S. 39.

⁸¹ Bayerisches Staatsministerium für Digitales (2023): Digitalplan Bayern. Zukunftsstrategie für unserer Heimat, März 2023.

⁸² Ein Handlungsleitfaden zur BayernCloud bzw. zum Datenmanagement steht für alle interessierten Akteure zur Verfügung https://tourismus.bayern/wp-content/uploads/2023/07/Leitfaden_BCT_final_Doppelseiten.pdf

Daten per „Datenlizenzvertrag BayernCloud Tourismus“ mit differenzierten Nutzungsrechten ein.

7.10.3 Berlin

Das Land Berlin hat die Digitalisierungsstrategie „Gemeinsam Digital: Berlin. Die Smart City-Strategie für die Hauptstadt, 2022“ veröffentlicht. Die Erarbeitung der Strategie erfolgte im Rahmen des Programms Modellprojekte Smart Cities (MPSC) des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauen.

Die Strategie erwähnt nicht explizit Cloud Computing als einen Bestandteil der Strategie, wohl aber diverse Plattformen wie etwa als zentrale Maßnahme den Aufbau einer übergreifenden internen und öffentlichen Dateninfrastruktur (DataHUB und OpenData Portal) und ein Schulportal Cloud.

7.10.4 Brandenburg

Die Evaluation der „Zukunftsstrategie Digitales Brandenburg“ 2020 (Zukunftsstrategie Digitales Brandenburg, Landesregierung Brandenburg 2018) hat zum „#dp25. Digitalprogramm des Landes Brandenburg 2025. Digital. Vernetzt. Gemeinsam. Juli 2022“ geführt. Im diesem Maßnahmenkatalog ist die SchulCloud Brandenburg vorgesehen.

Ein Jahr nach Verabschiedung des Digitalprogramms 2025 wurde Bilanz zum Umsetzungsstand gezogen:⁸³ von den 83 Vorhaben konnten bereits 20 Maßnahmen umgesetzt werden. 58 Projekte befinden sich in der Umsetzung. Damit sind über 90 Prozent der Maßnahmen (94 %) entweder in der Umsetzung oder sind abgeschlossen.

Die Schul-Cloud Brandenburg bietet eine datenschutzkonforme, digitale Lehr-Lernumgebung für den Schulunterricht. Es können Dokumente für den Unterricht erstellt, ausgetauscht und gespeichert werden. Lerninhalte unterschiedlicher Anbieter stehen zur Nutzung bereit. Ein Probetrieb und eine Weiterentwicklung ab 2021 im Verbund mit Niedersachsen und Thüringen wurde 2021 gestartet, der endgültige Abschluss ist bis 2025 geplant. In Brandenburg sind über 700 Schulen sowie die Studienseminare bereits angeschlossen. Partner ist das Hasso-Plattner-Institut (HPI). Eine Anbindung der Schul-Cloud Brandenburg an die ländergemeinsame Bildungsmedieninfrastruktur SODIX-Mundo besteht seit Juni 2022.

Die Brandenburger Volkshochschulen nutzen bereits die bundesweit etablierte Plattform vhs.cloud. Im Rahmen der Digitalisierung der Gesundheitsämter sind ebenfalls Cloud-Lösungen vorgesehen. Das Land Brandenburg unterstützt außerdem mit seiner Digitalisierungsstrategie explizit die Deutsche Verwaltungscloud. Für das Justizwesen steht eine cloudbasierte Videokonferenz-Lösung zur Verfügung, die bei normalem Schutzbedarf genutzt werden kann.

⁸³ Siehe Land Brandenburg (2023), S. 5f.

7.10.5 Bremen

Die Strategie „Verwaltung 4.0“ der Freien Hansestadt Bremen von 2016⁸⁴ befasst sich vor allem mit der internen Verwaltungsdigitalisierung. Eine Schulcloud ist Bestandteil der Digitalisierung in den Schulen des Stadtstaates bei der Senatorin für Kinder und Bildung.⁸⁵

7.10.6 Hamburg

Hamburg hat sehr frühzeitig in Deutschland eine eigene Digitalisierungsstrategie entwickelt, die viele innovative Elemente enthält, auch zur Vergabe und Beschaffung von IT. Die Strategie verfolgt den Einsatz zahlreicher aktueller Technologien in allen Bereichen mit dem Ziel, klimaschonende Mobilität, bürgerfreundliche Verwaltung, Teilhabe aller gesellschaftlichen Gruppen sowie den Wirtschaftsstandort Hamburg zu stärken.

Die Digitalstrategie für Hamburg 2020⁸⁶ geht auf eine Strategie von 2015 zurück. Clouds, u. a. für Kultur, wurden frühzeitig eingeplant. Es geht darum, digitales Kulturgut aus privaten und öffentlichen Sammlungen besser und breiter zugänglich zu machen. Vor diesem Hintergrund baut Hamburg eine hybride Cloud-Lösung auf, die auch auf andere städtische Verwaltungs-Fachbereiche übertragbar sein soll. Kooperationspartner sind externe Hochschulen und das Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik sowie die Hamburger Digitalwirtschaft und der kommunale IT-Dienstleister Dataport.

7.10.7 Hessen

Die Digitalisierungsstrategie des Bundeslandes Hessen „Digitales Hessen. Wo Zukunft zuhause ist“ (2021)⁸⁷ geht auf eine Strategie aus dem Jahr 2016 zurück, bei der auch ein eigenes Digitalbudget zur Verfügung gestellt wurde und Digitalisierung sowohl Querschnittsaufgabe aller Ressorts als auch als Aufgabe eines Staatsministeriums gesehen wird. Die Wirtschafts- und Innovationskraft in Hessen nachhaltig zu stärken und Teilhabe an der digitalen Zukunft zu ermöglichen sind zentrale Leitlinien. Cloud-Lösungen spielen eine wichtige Rolle für die Digitalisierung der Verwaltung und wichtige Wirtschaftskluster in Hessen. Es handelt sich um

- die Verfahrens-Cloud Hessen,
- Datenplattformen für Smart-Region-Anwendungen, wie sie unter anderem über den zentralen kommunalen IT-Dienstleister ekom21 den Kommunen zur Verfügung gestellt werden,

⁸⁴ Siehe die Erläuterungen auf der Website <https://www.finanzen.bremen.de/digitalisierung/digitalisierungsbuero-37233> (zuletzt abgerufen am 10.12.2024).

⁸⁵ Zugang via <https://cloud.schule.bremen.de/nextcloud/login>

⁸⁶ Freie und Hansestadt Hamburg Senatskanzlei – Amt für IT und Digitalisierung (2020).

⁸⁷ Hessische Staatskanzlei. Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung (2021).

- Financial Big Data Cluster (FBDC) im Rahmen der europäischen Cloud-Initiative Gaia-X in Frankfurt,
- einen Gesundheitsdatenhub,
- das Schulportal Hessen als cloudbasierte Lern- und Arbeitsplattform.

7.10.8 Mecklenburg-Vorpommern

Die Digitale Agenda für Mecklenburg-Vorpommern (2018)⁸⁸ zeigt konkrete Schritte und Maßnahmen auf und enthält ein eigenes Digitalisierungsbudget auf Landesebene. Der Schwerpunkt liegt auf dem Infrastrukturausbau und der Errichtung eines Innovationsraums M-V mit Zentren für Wirtschaft und Wissenschaft. Besonders Start-ups und Existenzgründer sollen unterstützt werden. Die Ergebnisse einer Analyse der Maßnahmen sind in einen Umsetzungsbericht der Digitalen Agenda 2018-2021⁸⁹ eingeflossen.

Eine explizite Cloud-Strategie ist nicht enthalten, aber an allen öffentlichen Schulen steht seit Mai 2020 das cloudbasierte, interaktive Lernmanagementsystem „itslearning“ zur Verfügung.⁹⁰ Weiterhin steht MUNDO, die offene Bildungsdatenbank der Länder zur Verfügung. Das Integrierten Schulmanagementsystems „ISY M-V“ ist für die Organisation des Schulbetriebs und des Unterrichts implementiert. Cloud-Lösungen werden außerdem im Rahmen der Start-up-Förderung unterstützt, z. B. im Tourismus.

7.10.9 Niedersachsen

Die Strategie Niedersachsens mit dem Masterplan Digitalisierung vom August 2018⁹¹ fokussiert auf digitale Infrastruktur, digitale Verwaltung und die Chancen der Digitalisierung für den ländlichen Raum. Die Ziele in Bezug auf Cloud-Lösungen sind in Niedersachsen wie folgt gesetzt:

- Flächendeckende Einführung von digitalen Lern- und Arbeitsumgebungen sowie von Schulcloud- oder Landesserverlösungen. Zusammen mit Brandenburg und Thüringen wird eine Schul-Cloud aufgebaut (Probetrieb und Weiterentwicklung ab 2021 im Verbund mit Niedersachsen, Brandenburg und Thüringen, Abschluss bis 2025).
- Einrichtung eines hoch verfügbaren und skalierbaren virtuellen Leitstandsystems „Hochwasser“ in der Cloud.
- Unabhängige Verbraucherberatung: Aufbau und Ausbau von digitalen Infrastrukturen in der Verbraucherzentrale Niedersachsen (digitale Beratungsräume in der Cloud, digitale Plattformen).

⁸⁸ Siehe Digitale Agenda Mecklenburg-Vorpommern (2018).

⁸⁹ Siehe Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern (2021).

⁹⁰ Siehe <https://cloud.schule-mv.de/univention/portal/#/>

⁹¹ Siehe Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung (2018).

- E-Akte: Der Zentrale IT-Betrieb Niedersächsische Justiz (ZIB) hat für die Systemarchitektur der Betriebsplattform den Ansatz der Private Cloud gewählt, um die IT-Umgebung mandantenfähig und dynamisch skalierbar bereitzustellen.

7.10.10 Nordrhein-Westfalen

Die „Strategie für das digitale Nordrhein-Westfalen 2.0. Teilhabe ermöglichen – Chancen eröffnen“ (2021)⁹² fußt auf einer breiten Bürgerbeteiligung. Eine erste Strategie mit 44 Zielen wurde 2019 entwickelt. Die Leitlinien umfassen alle Technologie- und Wirtschaftsbereiche und auch soziale und kulturelle Aspekte. Cloud-Lösungen sind ein wichtiger Bestandteil der Digitalstrategie des Landes NRW:

- Nordrhein-Westfalen hat einen Handlungsleitfaden zur Cloud-Nutzung aufgestellt, der der Landesverwaltung ein abgestimmtes, souveränes und sicheres Vorgehen bei der Inanspruchnahme von Cloud-Diensten ermöglichen soll.
- Ziel der Strategie ist, die IT der Verwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen mit ihren Abhängigkeiten in Bund, Ländern und Kommunen als flexibel nutzbares digitales Ökosystem zu gestalten. Hierfür wird ein Cloud-Service-Portal mit standardisierten und skalierbaren IT-Diensten der NRW.Cloud sowie der Deutschen Verwaltungscld eingerichtet.
- Ein IT-Ökosystem wurde als Bestandteil der zukünftigen NRW.Cloud entwickelt (u. a. auch für E-Akte).
- Unter dem Titel „Digitales Ökosystem DH.NRW“ entwickelt die Digitale Hochschule NRW gemeinsam mit dem Land und unter Einbezug von Expertinnen und Experten aus anderen Bundesländern eine landesweite Cloud- und Sourcing-Strategie.
- LOGINEO NRW für alle Schulen: eine cloud-basierte digitale Arbeitsplattform stellt die rechtssichere Schnittstelle für den Zugang zu digitalen Schulbüchern und anderen digitalen Lern- und Lehrmitteln zur Verfügung.
- 41 Hochschulbibliotheken und die Zentrale Fachbibliothek für die Lebenswissenschaften sollen unter der Federführung des Hochschulbibliotheksentrums des Landes Nordrhein-Westfalen ihre IT-Infrastruktur auf die einheitliche Cloudlösung „Alma“ umstellen.

7.10.11 Rheinland-Pfalz

Mit der Digitalstrategie „Wir vernetzen Land und Leute. Digitalstrategie für das Land Rheinland-Pfalz 2023“ hat das Land Rheinland-Pfalz eine Fortschreibung der „Strategie

⁹² Siehe Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2021).

für das digitale Leben“ von 2018 vorgenommen. Querschnittsthemen sind die digitale Infrastruktur; digitale Identitäten, Datenorientierung, Cyber- und Informationssicherheit und die gesellschaftlichen Auswirkungen von Zukunftstechnologien. In einer Partnerschaft mit den Kommunen will das Land bis 2025 das Onlinezugangsgesetz (OZG) als Ende-zu-Ende-Digitalisierung und die Registermodernisierung umsetzen. Cloud-Computing spielt dabei eine wichtige Rolle:

- Mit RLP-Cloud hat das Bundesland eine eigene private Cloud-Lösung.
- Die bereits begonnene Zentralisierung von IT-Verfahren im Landesbetrieb Daten und Information (LDI) soll im Zusammenspiel mit der Etablierung der Private Cloud für die Landesverwaltung verstärkt vorangetrieben werden.
- Die Aktivitäten des Landes zur Cloud-Transformation sollen eng ressortübergreifend koordiniert werden. Ziel ist eine langfristige Cloud-Transformation, in die bestehenden Initiativen auf EU- und Bundesebene (z. B. Deutsche-VerwaltungscLOUD-Strategie, Gaia-X) mitberücksichtigt. Verbesserte Informationssicherheit und Datenschutz sind wichtige Gründe dafür.

7.10.12 Saarland

Die Enquêtekommision „Digitalisierung im Saarland – Bestandsaufnahme, Chancen, Maßnahmen“ zeigt in ihrem Abschlussbericht von 2022 die wichtigsten Felder einer Digitalisierungsstrategie im Saarland auf. Auf Cloud-Lösungen wird nicht explizit Bezug genommen:

- Das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitales und Energie koordiniert die Umsetzung der Digitalisierungsstrategie in der Landesverwaltung und leitet die Digitalisierungsprojekte (gemeinsam mit Landesbehörden, den saarländischen Kommunen, dem kommunalen Zweckverband eGo-Saar und anderen Partnern).
- Ein Chief Information Officer auf Landesebene ist eingeführt und ein Landesbeauftragter für Informationssicherheit der Landesregierung (CISO) sowie das Landesamt für IT-Dienstleistungen (IT-DLZ).
- Die Netzwerkstelle DiNet ist Digitalisierungslotse im Bereich Wirtschaft und Arbeitswelt. Aufgabe von DiNet ist es, gemeinsam mit den Netzwerkpartnern eine „saarländische Digitalstrategie für Wirtschaft und Arbeitswelt“ auf den Weg zu bringen.
- DiNet unterstützt mit dem Förderprogramm DigitalStarter Saarland kleine und mittlere Unternehmen.

7.10.13 Sachsen

Die Digitalisierungsstrategie „sachsen digital 2030: besser, schneller, sicher. Digitalstrategie für den Freistaat Sachsen“⁹³ von 2022 erwähnt keine Cloud-Projekte oder

93 Siehe Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2022), S. 17.

Maßnahmen, sieht aber Cloud-Lösungen als wichtige Basis für Digitalisierung, insbesondere für die öffentliche Verwaltung. Der Prozess zur Weiterentwicklung der seit 2016 bestehenden Digitalstrategie erfolgte mit breiter Beteiligung.

7.10.14 Sachsen-Anhalt

Die Digitalisierungsstrategie: „Sachsen-Anhalt Digital 2030 #modernvernetzen“⁹⁴ (2023) formuliert unter anderem Ziele in Aus-, Fort- und Weiterbildung. Dazu sollen cloud-basierte Lösungen genutzt werden wie z. B. Moodle, E-Gov-Campus, Bildungscloud. Die Kommunen sind zur Mitnutzung und Mitgestaltung eingeladen und entwickeln mit Hilfe einer Kollaborationsplattform, auf der sich der Landes-CIO und kommunale Digitalisierungsbeauftragte treffen, einen Maßnahmenkatalog und Umsetzungsvorschläge. Es besteht ein enger Austausch mit regelmäßigen Online-Arbeitstreffen. Im Jahr 2030 soll es in Sachsen-Anhalt nicht nur „smarte Kommunen“ geben, sondern „smarte Regionen“.

7.10.15 Schleswig-Holstein

Die Digitalstrategie Schleswig-Holstein 2023 basiert auf der im Jahr 2016 formulierten Strategie, der ab 2018 Maßnahmenprogramme folgten. Der Fokus liegt auf der öffentlichen Verwaltung. Leitlinien sind die Digitalisierung der Verwaltung, Digitale Gesellschaft und digitales Ökosystem für Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung, Zivilgesellschaft, der Ausbau der digitalen Infrastruktur, datenbasiertes Verwaltungshandeln und digitale Innovationen.

Die Zukunft „der Verwaltung wird automatisiert, algorithmisiert, cloudifiziert und datenbasiert sein.“⁹⁵ Das ZIT (Zentrales IT-Management) betreibt die Digitale Plattform des Landes Schleswig-Holstein (DigiPlattSH) und stellt Basisdienste zur Verfügung. Die Nutzer sind Ministerien und Behörden. Auch der Landtag, der Landesrechnungshof sowie die Kommunen und andere Träger der öffentlichen Verwaltung können davon Gebrauch machen.

7.10.16 Thüringen

Die Thüringer Strategie für die Digitale Gesellschaft wurde im Jahr 2021 aktualisiert.⁹⁶ Neben Implementierungsmaßnahmen wird dem digitalen Kompetenzaufbau ein großes Gewicht beigemessen. Der umfangreiche Maßnahmenkatalog enthält Projekte zu Mittelstand 4.0, Stadt und Land digital und Bildung und Forschung digital sowie Querschnittsthemen.

Die Strategie umfasst die Thüringer Schulcloud (mit Unterstützung der Digitalagentur Thüringen), an die ab dem Schuljahr 2020/21 auch die Berufsschulen angebunden

⁹⁴ Siehe Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt (2023). Die Strategie ist eingebettet in eine Reihe von ressortübergreifenden, ressort- oder fachspezifischen Digitalstrategien und weitere Programme und Handlungskonzepte, siehe S. 40.

⁹⁵ Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein (2023): S. 41.

⁹⁶ Siehe Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (2021).

wurden. Die Cloud wurde gemeinsam mit den Ländern Niedersachsen und Brandenburg entwickelt. Die Corona-Pandemie hat die geplante schrittweise Einführung der Thüringer Schulcloud zunächst nur an Pilotschulen stark beschleunigt. Heute ist sie flächendeckend an allen Thüringer Schulen implementiert. Im Lernmanagementsystem stehen digitale Lehr- und Lerninhalte bereit und ermöglichen die Anwendung im Unterricht. Die Kommunikation zwischen Lehrkräften, Erziehenden, Jugendsozialarbeiterinnen und -arbeitern, Eltern sowie Schülerinnen und Schülern und ist datenschutzrechtlich abgesichert.

8 Fazit

Laut Befragungen setzten rund die Hälfte der öffentlichen Behörden Cloud-Lösungen ein.⁹⁷ Damit ist das **Cloud Computing in der öffentlichen Verwaltung noch deutlich weniger etabliert als in der Privatwirtschaft**, wo 97 % der Unternehmen mit mehr als 50 Mitarbeitenden Cloud-Lösungen einsetzen.⁹⁸ Die **Nachfrage der Behörden nach Cloud Computing wächst** in den letzten Jahren aufgrund von Ressourcenbedarf, IT-Sicherheitsmaßnahmen und steigenden Erwartungen an die Verfügbarkeit. Die Bundesebene hat die Cloud-Nutzung im öffentlichen Sektor mit dem Cloud-First-Beschluss⁹⁹ und der föderalen Digitalstrategie¹⁰⁰ auch strategisch verankert. Im Fokus steht dabei eine effiziente Zusammenarbeit zwischen den föderalen Ebenen und eine einfache Nachnutzung von Softwareentwicklungen als SaaS-Lösungen.

Die Wettbewerbssituation im Markt für öffentliche Auftraggeber und insbesondere Cloud lässt sich nur schwer einschätzen. Es sind sowohl die etablierten Akteure im Markt wie die IT-Dienstleister im öffentlichen Eigentum und Fachverfahrenshersteller (meist kleine und mittlere Unternehmen) aktiv als auch die Hyperscaler, Großunternehmen sowie junge Start-ups. Dementsprechend setzen öffentliche Verwaltungen in der Regel die Cloud-Lösungen von mehreren Anbietern ein. **Öffentliche IT-Dienstleister und Fachverfahrenshersteller sind am Anfang des Aufbaus ihres Cloud-Angebots.** 55 % der öffentlichen IT-Dienstleister haben keine Cloud-Lösung im Portfolio und auch Fachverfahren sind kaum cloudbasiert. Expertinnen und Experten erwarten, dass erst langfristig viele Fachverfahren in der Cloud angeboten und ausgewählte Fachverfahren im On-Premise-Betrieb bleiben werden.

Befragungen zeigen, dass der **öffentliche Sektor auch die Cloud-Lösungen von Hyperscalern einsetzt.** 29 % der Großstädte, 18 % der befragten Landes- und 9 % der Bundesbehörden gaben 2023 an, hauptsächlich auf die Cloud-Angebote von Hyperscalern zurückzugreifen.¹⁰¹ Die Hyperscaler bieten ein umfassendes Angebot an standardisierten Cloud-Lösungen zu relativ geringen Preisen an. Damit bieten sie beispielsweise auch einen einfachen Zugang zu innovativen KI-Lösungen. Auch die Lösungen von vielen europäischen Start-ups basieren auf der Infrastruktur der Hyperscaler. Der Einsatz von Cloud-Lösungen amerikanischer Hyperscaler steht besonders durch den amerikanischen Cloud-Act in der Kritik. Neben dem Datenschutz muss bei der Nutzung von ausländischen Softwareanbietern jedoch auch die digitale Souveränität berücksichtigt werden. Fallbeispiel 5 beschreibt die Auswirkungen der Sanktionen von den USA gegenüber Venezuela und verdeutlicht die Gefahr, öffentliche Verwaltungen von Unternehmen außerhalb der EU abhängig zu machen. Mit der **Multi-Cloud-Strategie will der Bund die digitale Souveränität der öffentlichen Verwaltung stärken.** Dazu hat die

⁹⁷ Vgl. msg systems ag (2023).

⁹⁸ Vgl. KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2023).

⁹⁹ Vgl. Ministerpräsidentenkonferenz (2023).

¹⁰⁰ Vgl. IT-Planungsrat (2024).

¹⁰¹ Vgl. msg systems ag (2023).

Bundesregierung mit der Deutschen Verwaltungscloud, dem Marktplatz für EfA-Leistungen und dem Zentrum für digitale Souveränität der öffentlichen Verwaltung verschiedene Projekte und Initiativen gestartet, die auf ein großes Interesse bei den Kommunen stoßen. Im Gegensatz dazu steht die Zusammenarbeit von der Bundesverwaltung mit Delos an einer geeigneten Lösung, mit dem Ziel weiterhin Microsoft-Software einzusetzen. Die Lösung wird vollständig entkoppelt von Microsoft durch Delos, einer Tochter von SAP, in deutschen Rechenzentren betrieben. Die Gesellschaft für Informatik kritisiert dieses Vorgehen. Die Delos Cloud verstärke die Abhängigkeit der öffentlichen Verwaltung von Microsoft, da sie die Monopolstellung zementiert. Gleichzeitig erfülle die Delos Cloud nicht vollständig die Kriterien der Deutschen Datenschutzkonferenz (DSK) für souveräne Clouds, wodurch geopolitische Abhängigkeiten entstünden.¹⁰² Der CIO des Bundes erklärt, dass die Delos Cloud eine Übergangslösung darstellt, bis eine vollständig souveräne Lösung verfügbar ist.¹⁰³ Dataport hat mit der dPhoenixSuite eine alternative Software bereits im Angebot und das Zentrum für digitale Souveränität der öffentlichen Verwaltung hat mit open Desk eine Open-Source-Alternative erarbeitet. Gleichzeitig zeigen die Hyperscaler ein großes Interesse am öffentlichen Sektor als Kundengruppe und kündigen große Investitionen in Clouds für den öffentlichen Sektor an.¹⁰⁴

Cloud-Lösungen der **Bundesländer** fokussieren vor allem auf die interne Verwaltung, den Bildungsbereich und auf die Förderung von PaaS-Lösungen in Bereichen, die für ihre wirtschaftsstrukturelle Entwicklung besonders wichtig sind (z. B. Start-ups, Mittelstand, Tourismus, Finanzen). Über den Bildungsbereich hinausgehende Cloud-Lösungen finden sich in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt und Schleswig-Holstein.

Ab 2025 sollen sowohl die Deutsche Verwaltungscloud und die Office-Alternative Open-Desk als auch die Delos Cloud für alle föderalen Ebenen zur Verfügung stehen. Damit wird sich das **Cloud-Angebot für den öffentlichen Sektor erweitern**. Preise, Nutzerfreundlichkeit und Servicequalität, Innovationszyklen und die Interoperabilität mit den Fachverfahren werden über die Nachfrage entscheiden. Es ist zu erwarten, dass die Deutsche Verwaltungscloud und der EfA-Marktplatz die Cloud-Nutzung besonders in den Kommunen erhöhen wird.

¹⁰² Vgl. Gesellschaft für Informatik (2024).

¹⁰³ Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (o. D).

¹⁰⁴ Amazon plant 7,8 Milliarden in die AWS European Sovereign Cloud für den öffentlichen Sektor und streng regulierte Branchen in Europa zu investieren (siehe <https://aws.amazon.com/de/blogs/security/aws-plans-to-invest-e7-8b-into-the-aws-european-sovereign-cloud-set-to-launch-by-the-end-of-2025/>) und Google hat gemeinsam mit T-Systems die T-Systems Sovereign Cloud powered by Google Cloud aufgebaut.

9 Literatur

- Achtert, Werner; Bratfisch, Horst; Fleischer, Nils-Alexander; Fischlin, Roger; Gestl, Frank; Gounova, Boriana; Zahner, Helmut (2023): IT-Konsolidierung in der öffentlichen Verwaltung, Hrsg.: msg systems ag, URL: <https://s3.msg.systems/Publications/msg-it-konsolidierung-%C3%B6ffentliche-verwaltung-studie-2023.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Adobe (2019): Adobe Continues Digital Media Access In Venezuela, URL: <https://blog.adobe.com/en/publish/2019/10/28/adobe-continues-digital-media-access-in-venezuela> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Amazon (2022): Safeguarding Ukraine's data to preserve its present and build its future, URL: <https://www.aboutamazon.com/news/aws/safeguarding-ukraines-data-to-preserve-its-present-and-build-its-future> (zuletzt abgerufen am 27.06.2024).
- Amazon Web Services (2023): In Arbeit – AWS European Sovereign Cloud, URL: <https://aws.amazon.com/de/blogs/germany/in-arbeit-aws-european-sovereign-cloud/> (zuletzt abgerufen am 01.07.2024).
- Baun, Christian (2012): Cloud-Computing - Eine kompakte Einführung, URL: https://www.christianbaun.de/Netzwerke12/Skript/Was_ist_Cloud_Computing_auf_2_Seiten_v1.1.pdf (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Bayerisches Staatsministerium für Digitales (2023): Digitalplan Bayern. Zukunftsstrategie für unserer Heimat, März 2023
- Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik (o. D): Vergabevorbereitung zu einer sicheren Cloud-Plattform für Microsoft-Services, URL: <https://www.cio.bund.de/Webs/CIO/DE/digitale-loesungen/it-einkauf/ms-cloud/ms-cloud-node.html> (zuletzt abgerufen am 04.12.2024).
- Benze, Jörg (2021): Leistungsfähige und hochflexible Cloud-Plattformen als Rückgrat des Informationszeitalters, Hrsg.: ITG Informationstechnische Gesellschaft im VDE. In: VDE ITG News 2/2021, (S. 15), URL: <https://www.vde.com/resource/blob/2021842/dd56d32ac19f1155140964e634ba09c1/2021-cloud-computing-technologie--benze-data.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Brunner, Katharina; Jager, Andreas; Hess, Thomas; Münch, Ursula (2020): Digitalisierungsstrategien bundesdeutscher Länder. Eine Bestandsaufnahme ihrer Entwicklung und Implementierung, bidt Analysen und Studien Nr. 4, September 2020.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (2022): Mindeststandard des BSI zur Nutzung externer Cloud-Dienste nach § 8 Absatz 1 Satz 1 BSIG – Version 2.1 vom 15.12.2022.
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o. D.-a): Cloud Computing Grundlagen, URL: <https://www.bsi.bund.de/dok/6622124> (zuletzt abgerufen am 29.05.2024).
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (o. D.-b): C5 Einführung, URL: <https://www.bsi.bund.de/dok/13447812> (zuletzt abgerufen am 29.05.2024).
- Bundes-Arbeitsgemeinschaft der kommunalen IT-Dienstleister e. V. (2023): Vitako Aktuell 02/2023 Cloud – Mehr als ein Wolkiges Versprechen?, URL: https://vitako.de/wp-content/uploads/2023/05/VA02_23_web.pdf (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).

- Bundeskabinett (2015): Grobkonzept zur IT-Konsolidierung Bund, URL: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/veroeffentlichungen/2015/grobkonzept-zur-it-konsolidierung-bund.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Bundesministerium des Innern und für Heimat (2022): Ergänzende Vertragsbedingungen für Cloudleistungen – EVB-IT Cloud-AGB.
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2021): Wegweiser „Einer für Alle/Viele“, URL: https://www.digitale-verwaltung.de/SharedDocs/downloads/Webs/DV/DE/wegweiser-efa.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (2024): Geschäftsführung des Zentrums für Digitale Souveränität (Zen-DiS) vorgestellt, URL: <https://www.bmi.bund.de/Shared-Docs/kurzmeldungen/DE/2024/10/zen-dis.html#:~:text=Der%20Bund%2C%20vertreten%20durch%20das,dem%20Gesellschafterkreis%20des%20ZenDiS%20beitreten> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Bundesministerium für Finanzen (2023): Digitalen Fortschritt vorantreiben: Third-Party Clouds als Teil einer Multi-Cloud für die IT der öffentlichen Verwaltung, URL: https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/2023/08/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-4-third-party-clouds-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (o. D.): Modellprojekte Smart Cities, URL: <https://www.smart-city-dialog.de/programme-und-projekte/modellprojekte-smart-cities> (zuletzt abgerufen am 10.07.2024).
- Bundesrechnungshof (2023): Bericht nach § 88 Absatz 2 BHO an den Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages Umsetzung des Onlinezugangsgesetzes Steuerung und Koordination, URL: https://www.bundesrechnungshof.de/SharedDocs/Downloads/DE/Berichte/2023/onlinezugangsgesetz-volltext.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Bundesrepublik Deutschland, Deos Cloud GmbH (2023): Memorandum of Understanding („MoU“) zur Beschreibung des gemeinsamen Verständnisses zur Zusammenarbeit im Kontext einer Vergabevorbereitung zum Projekt MSSC, URL: https://www.cio.bund.de/Shared-Docs/downloads/Webs/CIO/DE/digitale-loesungen/it-beschaffung/ms-cloud/textauszug-mou-mssc.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Bürgermeister Pöge, Kubach, M. (2024): RathausCloud Effiziente Verwaltung für alle modernen Kommunen – Vortrag beim WIK-Workshop Erfolgsfaktoren für Cloud-Computing in der öffentlichen Verwaltung.
- CIO Bund (o. D.-a): Deutsche Verwaltungscloud, URL: <https://www.cio.bund.de/Webs/CIO/DE/digitale-loesungen/digitale-souveraenitaet/deutsche-verwaltungscloud-strategie/deutsche-verwaltungscloud-strategie-node.html> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- CIO Bund (o. D.-b): Vergabevorbereitung zu einer sicheren Cloud-Plattform für Microsoft-Services, URL: <https://www.cio.bund.de/Webs/CIO/DE/digitale-loesungen/it-einkauf/ms-cloud/ms-cloud-node.html> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Daten-Kompetenzzentrum für Städte und Regionen (o. D.): Ihre technologische Basis für nachhaltige Lösungen, URL: <https://www.dksr.city/unser-angebot/die-plattform-2/> (zuletzt abgerufen am 19.06.2024).

- Datenschutz-Grundverordnung (2016): URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32016R0679> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- dbb beamtenbund und tarifunion (2023): Personalmangel im öffentlichen Dienst - Dem Staat fehlen über 550.000 Mitarbeitende, URL: https://www.dbb.de/fileadmin/user_upload/globale_elemente/pdfs/2023/231107_dbb_Personalbedarfe_oeD.pdf (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Der Ministerpräsident des Landes Schleswig-Holstein (2023): Digitalstrategie Schleswig-Holstein. September 2023.
- Deussen, Peter, H.; Eckert, Klaus-Peter; Hoepner, Petra; Hoffmann, Christian; Strick, Linda (2014): Cloud-Fahrplan für die öffentliche Verwaltung, Hrsg.: Kompetenzzentrum Öffentliche IT Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, URL: <https://publica.fraunhofer.de/bitstreams/528fc767-9a29-4b93-a05d-749538d93d3b/download> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Deutsche Telekom AG (2023): Hochsichere, physisch getrennte Google Cloud – betrieben von T-Systems, URL: <https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/hochsichere-physisch-getrennte-google-cloud-betrieben-von-t-systems-1054482> (zuletzt abgerufen am 01.07.2024).
- Deutsche Verwaltungscloud (o. D.): Häufig gestellte Fragen, URL: <https://deutsche-verwaltungscloud.de/FAQ> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Deutscher Bundestag (2023): Drucksache 20/9641 Die Bedeutung von Open Source Software im Bund und die Stärkung der digitalen Souveränität der Bundesverwaltung, URL: <https://dserver.bundestag.de/btd/20/096/2009641.pdf> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Deutschlandfunk Nova (2019): Photoshop und Co: Adobe sperrt Nutzerkonten in Venezuela, URL: <https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/adobe-in-venezuela-software-hersteller-sperrt-nutzerkonten-fuer-photoshop-und-co> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Die Regierende Bürgermeisterin von Berlin – Senatskanzlei (2022): Gemeinsam Digital: Berlin. Die Smart City-Strategie für die Hauptstadt, Berlin, Dezember 2022.
- Dieke, Alex; Hillebrand, Annette; Papen, Marie-Christin; Söllner, Cathrin (2022): Kommunale Herausforderungen digital meistern. Repräsentative Kommunalstudie im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, Hrsg.: Geschäftsstelle Stadt.Land.Digital Eine Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, URL: <https://www.wik.org/fileadmin/StadtLandDigital/stadt-land-digital-kommunale-herausforderungen-digital-meistern.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Digitale Agenda für Mecklenburg-Vorpommern (2018), Lang- und Kurzfassung. URL: <https://www.digitalesmv.de/digitale-agenda-mv> (zuletzt abgerufen am 10.12.2024).
- Enquêtekommision Digitalisierung im Saarland – Bestandsaufnahme, Chancen, Maßnahmen, Abschlussbericht, Berichtszeitraum: Februar 2019 bis Januar 2022 (7.02.2022, Drucksache 16/1902).
- Europäische Kommission (2023): Durchführungsbeschluss (EU) 2023/1795 der Kommission vom 10.7.2023 gemäß der Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Angemessenheit des Schutzniveaus für personenbezogene Daten nach dem Datenschutzrahmen EU-USA (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2023) 4745).

- European Commission, Press release Dec 5, 2023, Commission approves up to €1.2 billion of State aid by seven Member States for an Important Project of Common European Interest in cloud and edge computing technologies, URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6246 (zuletzt abgerufen am 10.12.2024).
- European Commission, Press release, Jan 11, 2024, European Data Act enters into force, putting in place new rules for a fair and innovative data economy, URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/european-data-act-enters-force-putting-place-new-rules-fair-and-innovative-data-economy> (zuletzt abgerufen am 10.12.2024).
- Frankfurt am Main (2024): Urbane Datenplattform der Stadt Frankfurt am Main, URL: <https://urbane-datenplattform.frankfurt.de/#!/tiles/> (zuletzt abgerufen am 19.06.2024).
- Freie und Hansestadt Hamburg, Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (2024): Urban Data Platform Cockpit, URL: <https://geoportal-hamburg.de/udp-cockpit/#/> (zuletzt abgerufen am 24.06.2024).
- Freie und Hansestadt Hamburg, Senatskanzlei – Amt für IT und Digitalisierung (2020): Digitalstrategie für Hamburg, Februar 2020.
- Gesellschaft für Informatik (2024): Un-souveräne Delos Cloud: „Booster“ auf dem Weg in die digitale Kolonie? URL: <https://gi.de/meldung/un-souveraene-delos-cloud-ein-booster-auf-dem-weg-in-die-digitale-kolonie> (zuletzt abgerufen am 03.12.2024).
- Google Cloud (o. D.-a): Was sind Container? URL: <https://cloud.google.com/learn/what-are-containers?hl=de> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Google Cloud (o. D.-b): Was ist Multicloud? URL: <https://cloud.google.com/learn/what-is-multicloud?hl=de> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Govdigital (2023): Umfrage im Rahmen des MVP Cloud-Service-Portal, URL: https://www.fitko.de/fileadmin/fitko/veranstaltungen/Handout_Deutsche_Verwaltungscld_Show_and_Tell_042024.pdf.
- Haselhorst Associates Consulting, emergenCITY (2023): Urbane Datenplattformen und Resilienz der Städte, Hrsg.: Haselhorst Associates Consulting, URL: https://www.haselhorst-associates.com/fileadmin/user_upload/pdfs/Whitepaper/2023-06-30_HA-WP-01-Urban-Data-Platforms-final.pdf (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Hess, Steffen; Koch, Matthias (2023): Urbane Datenplattformen - Von der Idee bis zur Umsetzung: Entscheidungshilfen für Kommunen, Hrsg.: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), URL: <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2023/urbane-datenplattformen-dl.pdf?blob=publicationFile> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Hessische Staatskanzlei. Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung (2021): Digitales Hessen. Wo Zukunft zuhause ist. Strategiefortschreibung 2030. Mai 2021.
- Hillebrand, Annette; Stuck, Jana (2022): Digitalisierung für Kommunen - Marktüberblick kommunale IT-Dienstleister, WIK-Schlaglicht, URL: https://www.wik.org/fileadmin/files/migrated/news_files/WIK_Schlaglicht_Digitalisierung-fuer-Kommunen_Marktueberblick-kommunale-IT-Dienstleister_01.pdf.
- IT-Planungsrat (2022): Deutsche Verwaltungscld-Strategie: Rahmenwerk der Zielarchitektur, URL: <https://www.cio.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/CIO/DE/cio->

- [bund/steuerung-it-bund/beschluesse_cio-board/2023_11_Beschluss_CIO_Board_DVS_Rahmenwerk_Anlage.pdf?_blob=publicationFile&v=2](#) (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- IT-Planungsrat (2024): Föderale Digitalstrategie für die Verwaltung-Teil 1 von 3: Zukunftsbild und Leitlinien des Bundes, der Länder und der kommunalen Spitzenverbände für eine digital transformierte Verwaltung, URL: https://www.it-planungsrat.de/fileadmin/beschluesse/2024/Beschluss_2024-40_F%C3%B6derale_Digitalstrategie_Zukunftsbild_und_Leitlinien.pdf (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- ITZ Bund (o.D.): Die Bundescloud – eine exklusive, private Cloud für die Bundesverwaltung, URL: <https://www.itzbund.de/DE/itloesungen/egovernment/bundescloud/bundescloud.html>, (zuletzt abgerufen am 21.11.2024).
- Kollmann, Tobias; Hirschfeld, Alexander; Gilde, Jannis; Walk, Vanusch; Pröpper, Anna (2023): Deutscher Startup Monitor 2023, Hrsg.: Bundesverband deutsche Startups e. V., URL: https://startupverband.de/fileadmin/startupverband/mediaarchiv/research/dsm/dsm_2023.pdf (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- KPMG AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (2023): Cloud-Monitor 2023.
- Kubernetes (2022): Was ist Kubernetes? URL: <https://kubernetes.io/de/docs/concepts/overview/what-is-kubernetes/> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Labes, Stine (2012): Grundlagen des Cloud Computing - Konzept und Bewertung von Cloud Computing, Hrsg: Technische Universität Berlin, URL: <https://api-depositonce.tu-berlin.de/server/api/core/bitstreams/02384947-8d6d-47dd-9dfc-163b580abed4/content> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Land Brandenburg (2023): Bericht über den Sachstand der Umsetzung des Digitalprogramms des Landes Brandenburg 2025 sowie der Zukunftsstrategie „Digitales Brandenburg“ (gemäß Landtagsbeschluss vom 21. Juni 2023, Drs. 7/7919-B), Stichtag: 5. Juli 2023.
- Landesregierung Brandenburg – Senatskanzlei (2022): #dp25. Digitalprogramm des Landes Brandenburg 2025. Digital. Vernetzt. Gemeinsam. Juli 2022.
- Lundborg, Martin; Gull, Isabel; Baischew, Dajan (2022): Strategische Bedeutung von Cloud-Diensten für die digitale Souveränität von KMU Teil 1 – Marktübersicht Cloud-Anbieter, Hrsg.: WIK-Consult, URL: https://www.wik.org/fileadmin/files/migrated/news_files/WIK_Report_AP1.pdf.
- Microsoft (2024): Supportende im Jahr 2029, URL: <https://learn.microsoft.com/de-de/lifecycle/end-of-support/end-of-support-2029> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Ministerium des Inneren, für Digitalisierung und Kommunen Baden Württemberg (2022): digital-LÄND. Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg“ (Oktober 2022)
- Ministerium für Arbeit, Soziales, Transformation und Digitalisierung des Landes Rheinland-Pfalz (2023): Wir vernetzen Land und Leute. Digitalstrategie für das Land Rheinland-Pfalz 2023“ (Langfassung und Kompaktfassung).
- Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung Mecklenburg-Vorpommern (2021): Digitale Agenda für Mecklenburg-Vorpommern 2018-2021.

- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein (2022): Linux-Arbeitsplatz für die öffentliche Verwaltung, URL: https://www.data-port.de/fileadmin/user_upload/themen/open-source/linux_arbeitsplatz_fuer_die_oeffentliche_verwaltung_.pdf (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Ministerium für Infrastruktur und Digitales des Landes Sachsen-Anhalt (2023): Sachsen-Anhalt Digital'30 #modern vernetzen. Strategie Sachsen-Anhalt Digital 2023. August 2023.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2021): Strategie für das digitale Nordrhein-Westfalen 2.0. Teilhabe ermöglichen – Chancen eröffnen. November 2021.
- Ministerpräsidentenkonferenz (2023): Besprechung des Bundeskanzlers mit den Regierungschefinnen und Regierungschefs der Länder am 6. November 2023 - Ergebnisprotokoll TOP 7.1 OZG und Registermodernisierung, URL: https://hessen.de/sites/hessen.hessen.de/files/2023-11/mpk_bundeskanzler_6.11_top_7.1_ozg_registermodernisierung.pdf. (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- msg systems ag (2023): IT-Konsolidierung in der öffentlichen Verwaltung – Studie 2023, URL: <https://s3.msg.systems/Publications/msg-it-konsolidierung-%C3%B6ffentliche-verwaltung-studie-2023.pdf> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Nationaler Normenkontrollrat (2023): Positionspapier des Nationalen Normenkontrollrates zum Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Onlinezugangsgesetzes sowie weiterer Vorschriften, URL: https://www.normenkontrollrat.bund.de/Webs/NKR/SharedDocs/Downloads/DE/Positionspapiere/ozg-positionspapier.pdf?__blob=publicationFile&v=14 (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Verkehr und Digitalisierung (2018): Die Strategie Niedersachsens zur digitalen Transformation. Masterplan Digitalisierung, August 2018.
- Puhl, Pirmin; Stuck, Jana; Schäfer, Saskja; Hillebrand, Annette (2021): Vertrauen in Datenverarbeitung, WIK Kurzstudie, URL: https://www.wik.org/fileadmin/files/migrated/news_files/WIK-Studie_Vertrauen_in_Datenverarbeitung_2021.pdf (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Pwc (2022): Fachkräftemangel im öffentlichen Sektor – Warum wir dringend handeln müssen. Zehn Handlungsempfehlungen als Impuls für Entscheider:innen, URL: <https://www.pwc.de/de/branchen-und-markte/oeffentlicher-sektor/pwc-fachkraeftemangel-im-oeffentlichen-sektor.pdf> (zuletzt abgerufen am 06.12.2024).
- Rechnungshof Baden-Württemberg (2022): Landes-IT zwischen Cloud und digitaler Souveränität, Auszug aus Denkschrift 2022 zur Haushalts- und Wirtschaftsführung des Landes Baden-Württemberg, Beitrag Nr. 6.
- Red Hat (2023): Was ist Containerisierung?, URL: <https://www.redhat.com/de/topics/cloud-native-apps/what-is-containerization> (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2022): sachsen digital 2030: besser, schneller, sicher. Digitalstrategie für den Freistaat Sachsen. Dezember 2022.
- Silva, Pedro; Costan, Alexandru; Antoniu, Gabriel (2019): Investigating Edge vs. Cloud Computing Trade-offs for Stream Processing. In 2019 IEEE International Conference on Big Data (Big Data) (S. 469-474). IEEE.

Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90 / Die Grünen, Freie Demokratische Partei (FDP) (2021): Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit.

Statista Market Insights (2023): Public Cloud - Deutschland, URL: <https://de.statista.com/outlook/tmo/public-cloud/deutschland#key-players> (zuletzt abgerufen am 29.05.2024).

Strategy& (2019): Strategische Marktanalyse zur Reduzierung von Abhängigkeiten von einzelnen Software-Anbietern – Abschlussbericht, URL: https://www.cio.bund.de/Shared-Docs/downloads/Webs/CIO/DE/digitale-loesungen/marktanalyse-reduzierung-abhaengigkeit-software-anbieter.pdf;jsessionid=CD15226FF1F24520F0173F32EDB5466D.live861?_blob=publicationFile&v=2 (zuletzt abgerufen am 29.07.2024).

Tcholtchev, Nikolay; Lämmel, Philipp; Raabe, Jacob (2021): Ein Überblick Urbaner Datenplattformen – Eine Evaluierung nach Designprinzipien der DIN SPEC 91357, Hrsg.: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO.

Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (2021): Thüringer Strategie für die Digitale Gesellschaft, Update 2021.

Urban, Manuela (2024): Sovereign Cloud Stack (SCS): Offene föderierbare Cloud-Technologie für jeden Sektor, in: FOSSGIS 2024, Tagungsband, Anwenderkonferenz für Freie und Open Source, Software für Geoinformationssysteme, Open Data und OpenStreetMap, 20. – 23. März 2024, URL: https://files.fossgis.de/Konferenz/2024/fossgis_tagungsband_2024_digital.pdf (zuletzt abgerufen am 10.12.2024).

Wölbert, Christian (2023): Interview: Kann Delos die Behörden-Cloud vor Zugriffen der US-Behörden schützen? Hrsg.: Heise, URL: <https://www.heise.de/hintergrund/Interview-Wie-unabhaengig-ist-die-Delos-Cloud-fuer-die-Verwaltung-wirklich-7466983.html> (zuletzt abgerufen am 01.07.2024).

ISSN 1865-8997