

# Cloud-Computing: Großes Wachstumspotenzial

Ferdinand Pavel  
fpavel@diw-econ.de

Anselm Mattes  
amattes@diw-econ.de

*Cloud-Computing umschreibt einen fundamentalen Wandel im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Zunehmend werden Softwareanwendungen, aber auch Hardwarefunktionen wie Speicherplatz und Rechenkapazität nicht mehr zur dauerhaften Nutzung an einem lokalen Computer verkauft, sondern zentral über öffentliche oder private Rechnernetze angeboten und bedarfsgerecht abgerechnet. Damit werden Computerfunktionen zu Dienstleistungen, die ortsunabhängig genutzt und flexibel abgerechnet werden können.*

*Die zunehmende Verbreitung von Cloud-Computing führt auf verschiedenen Ebenen der Volkswirtschaft zu Veränderungen. Aus der Sicht einzelner Unternehmen eröffnen sich große Einsparpotenziale. Insbesondere werden die bisher vorwiegend fixen Kosten für IKT-Anwendungen zunehmend variabel, wodurch auch Betrieben mit vergleichsweise geringer Finanzkraft eine intensivere Nutzung dieser Systeme ermöglicht wird. Gesamtwirtschaftlich können signifikante Wachstumseffekte erwartet werden. Innerhalb der IKT-Branche wird die Verbreitung von Cloud-Computing zu größeren Umwälzungen der bisherigen Strukturen führen.*

Cloud-Computing markiert einen tief greifenden Wandel im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Wurden bisher sowohl Hard- als auch Software für lokale und zeitlich unbeschränkte Nutzung als *Produkte* an Endnutzer verkauft, können durch Cloud-Computing Hard- und Softwarekomponenten beliebig miteinander kombiniert und bedarfsgerecht als *Dienstleistung* über Rechnernetze wie beispielsweise das Internet angeboten werden.

Hinsichtlich ihrer Art werden Cloud-Computing-Angebote typischerweise in drei Ebenen unterteilt:

*Software-as-a-Service (SaaS)* ermöglicht Endnutzern den direkten Zugang zu bestimmten Anwendungen über das Internet oder andere Rechnernetzwerke. Ein bereits etabliertes Beispiel sind internetbasierte Dienste wie Email-, Kalender- und Adressbuchfunktionen, die unter anderem von Google, Microsoft, Yahoo oder Apple angeboten werden. Zunehmend werden aber auch Cloud-basierte Softwarelösungen für Unternehmen angeboten, beispielsweise von Salesforce.com zur Unterstützung von Vertrieb und Kundendienst oder Buchhaltungsanwendungen von NetSuite.

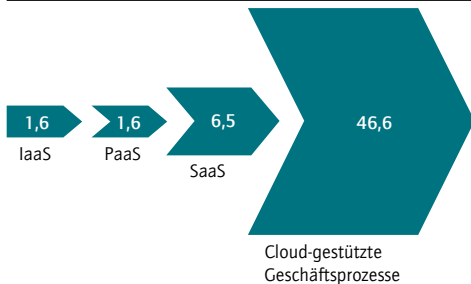
*Platform-as-a-Service (PaaS)* ermöglicht es Softwareanbietern, spezielle Anwendungen für Endnutzer auf Basis einer umfangreichen Entwicklungsumgebung anzubieten. PaaS umfasst dabei die für die Konzeption von Endanwendungen notwendigen Softwarevoraussetzungen wie Betriebssystem, Programmiersprache sowie bestimmte Softwarekomponenten, die dann auf die spezifischen Bedürfnisse individueller Endnutzer abgestimmt werden können. Beispiele hierfür sind Microsoft Azure, die Google App Engine oder der Amazon Web Service, mit deren Hilfe Softwareentwickler Anwendungen für Endnutzer programmieren und vermarkten können.

*Infrastructure-as-a-Service (IaaS)* ermöglicht die Nutzung von Hardwarefunktionen wie Speicherkapazitäten oder Rechenleistung, die nach Bedarf abgerufen

Abbildung 1

### Wertschöpfungskette im Cloud-Computing

Umsatz aus weltweiten Cloud-basierten Dienstleistungen, 2009 (in Milliarden US-Dollar)



Quelle: DIW econ-Darstellung auf Basis von Gartner 2009.

DIW Berlin 2010

Auf höheren Stufen der Wertschöpfungskette werden höhere Umsätze erzielt.

werden können. Mehrere Unternehmen bieten solche Dienstleistungen an, unter anderen IBM mit Computing on Demand oder Amazon mit Elastic Compute Cloud (Rechenkapazität) oder Simple Storage Service (Speicherkapazität).

In der Praxis werden diese drei Ebenen zumeist nicht isoliert sondern, den Bedürfnissen der Nutzer entsprechend, in verschiedenen Kombinationen angeboten.

Insgesamt reihen sich die einzelnen Ebenen von Cloud-Computing zu einer Wertschöpfungskette aneinander (Abbildung 1). Auf Basis von flexibel abrufbaren Hardwarefunktionen (IaaS) können Softwarefirmen Anwendungen entwickeln (PaaS), auf die Endnutzer nach Bedarf zugreifen können (SaaS). Cloud-basierte Dienstleistungen werden Teil der Geschäftsprozesse der Endnutzer, beispielsweise durch Übernahme typischer IT-Funktionen wie Prozessplanung und Ressourcenmanagement, oder aber durch neue Dienstleistungen wie Internet-Suchmaschinen, Onlinewerbung oder E-Commerce.

### Die ökonomischen Implikationen von Cloud-Computing

Die Einführung und Verbreitung von Cloud-Computing führt auf verschiedenen Ebenen der Wirtschaft zu Veränderungen. Dabei wird hier zwischen der Sicht des einzelnen Unternehmens, der gesamtwirtschaftlichen Ebene und den Auswirkungen auf die IKT-Branche unterschieden.

#### Auf der Ebene einzelner Unternehmen

Auf unternehmensspezifischer Ebene können sowohl Anbieter als auch Nutzer von der neuen Technologie

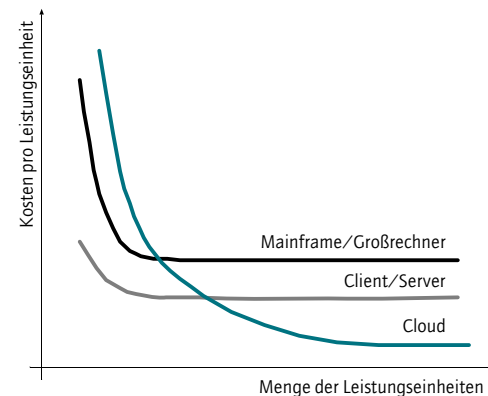
profitieren. Der wichtigste Vorteil für die Anbieter von Cloud-Computing-Lösungen sind sinkende Durchschnittskosten je Leistungseinheit wie Speicherplatz oder Prozessorleistung. Diese Skaleneffekte entstehen beispielsweise infolge sinkender durchschnittlicher Wartungskosten pro Server, durch Spezialisierungsvorteile bei der Sicherstellung von Datenschutz und beim Betrieb der IT-Infrastruktur, oder durch eine stärkere Verhandlungsposition gegenüber Hardwareproduzenten, Energieversorgern<sup>1</sup> und anderen Zulieferern. Zudem ermöglicht die zentrale Bereitstellung von IKT-Kapazitäten auch eine bessere Systemauslastung, da Nachfrageschwankungen über unterschiedliche Unternehmen, Branchen und sogar Zeitzonen hinweg ausgeglichen werden können. In der Folge können daher Cloud-Computing-Lösungen zu geringeren Kosten angeboten werden als traditionelle IT-Strukturen wie Client/Server- oder Großrechner-systeme (Abbildung 2).

Auch die Anwender profitieren von Cloud-Computing-Lösungen. Das Vorhalten und die Administration sowie Überwachung von herkömmlichen IT-Systemen ist für Unternehmen mit Kosten verbunden, die zu signifikanten Teilen fix sind und daher nicht vollständig an kurzfristige Schwankungen, etwa der Auftragslage, angepasst werden können. Infolge ihrer hohen Flexibilität werden durch Cloud-Computing-Lösungen die vormals fixen Kosten für Hard- und Software sowie Systemadministration (teilweise) in variable Kosten umgewandelt. Folglich werden durch

<sup>1</sup> Da der Anteil der Energiekosten an den gesamten Betriebskosten eines Servers deutlich steigt, werden günstige Konditionen beim Einkauf von Energie in Zukunft einen wesentlichen Wettbewerbsfaktor darstellen.

Abbildung 2

### Skaleneffekte bei verschiedenen IKT-Strukturen



Quelle: DIW econ-Darstellung nach Microsoft (2010). DIW Berlin 2010

Cloud-Computing-Lösungen weisen hohe Skalenerträge auf.

Cloud-Computing die aus fixen IT-Kosten resultierenden Markteintrittskosten sinken, was insbesondere für Aktivitäten mit hohem IKT-Bedarf, etwa für Speicherung oder Datenverarbeitung, relevant ist.

Die Umwandlung von fixen in variable IT-Kosten ist insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) relevant, für die die fixen Kosten, die mit der Einführung konventioneller IT-Systeme verbunden sind, bisher ein wesentliches Hindernis bei der Umsetzung von IT-Lösungen dargestellt haben.<sup>2</sup>

### Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene

Vor dem Hintergrund der skizzierten Wirkung von Cloud-Computing auf der Ebene einzelner Unternehmen ist zu erwarten, dass die Verbreitung dieser Technologie auch gesamtwirtschaftlich messbare Effekte haben wird. Grundsätzlich hat sich die Quantifizierung der volkswirtschaftlichen Wirkung von IKT als schwierig erwiesen, beispielsweise weil positive Effekte erst mit größerer zeitlicher Verzögerung auftreten. Dennoch identifizieren aktuelle Studien zunehmend signifikante positive Effekte der eingesetzten IKT auf die Produktivität und damit mittelbar auch auf das Wirtschaftswachstum.<sup>3</sup>

Eine der ersten wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Cloud-Computing in der EU beschäftigen, simuliert die Effekte, die durch die Umwandlung von Fixkosten in variable Kosten ausgelöst werden.<sup>4</sup> Infolge geringerer Markteintrittsbarrieren kommt es zur Gründung neuer Unternehmen sowie zu zusätzlichem Wachstum an Produktion und Beschäftigung.<sup>5</sup>

Nicht berücksichtigt in der Studie wird jedoch der Effekt, dass die Verschiebung von Fixkosten zu variablen Kosten bei der Nutzung von IKT-Anwendungen auch dazu führt, dass insbesondere KMU solche Anwen-

dungen in größerem Umfang nutzen werden. Wie in Kasten 1 erläutert ergibt eine erste Abschätzung, dass in Deutschland und Frankreich die Nutzung verschiedener IKT-Anwendungen in KMU deutlich ansteigen könnte. Dies hat wiederum auf gesamtwirtschaftlicher Ebene Produktivitätsfortschritte und Wachstum zur Folge.

### Struktur der IKT-Branche

Die Einführung von Cloud-Computing verändert das Geschäftsmodell in der IKT-Branche grundlegend. Dies hat Umwälzungen im Wettbewerb und für die Strukturen in der Branche zur Folge. Beispielsweise wachsen bisher getrennte Märkte zusammen. Bereits jetzt bieten sowohl etablierte Anbieter von Hardware wie etwa IBM und von Software wie Microsoft und Oracle sowie IT-Dienstleister wie Google oder Amazon bis hin zu Herstellern von Mobiltelefonen wie Nokia Cloud-Computing-Plattformen mit überlappenden Dienstleistungsspektren an. Dazu kommen weitere neue Akteure wie Salesforce.com oder NetSuite, die auf Basis von Cloud-Computing-Lösungen zu ernsthaften Konkurrenten der etablierten Anbieter werden.

Insgesamt hat die bisherige Diskussion verdeutlicht, dass Cloud-Computing sowohl für Anbieter als auch für Anwender ökonomische Vorteile birgt. In welchem Umfang diese jedoch über die Wertschöpfungskette hinweg weitergegeben werden und sich damit auch zu gesamtwirtschaftlich messbaren Größenordnungen addieren, wird von der zukünftigen Entwicklung der einzelnen Märkte abhängen. Insbesondere werden sinkende Durchschnittskosten auf Anbieterseite nur dann vollständig an die Anwender weitergereicht, wenn sich die verschiedenen Anbieter untereinander in funktionierendem Wettbewerb befinden. Der Entwicklung des Wettbewerbs zwischen Anbietern von Cloud-Computing-Diensten kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Wesentliche Determinanten für mögliche Entwicklungen sollen im nachfolgenden Abschnitt analysiert werden. Dazu werden insbesondere die beiden folgenden Fragen betrachtet:

- Welche Marktkräfte prägen den Wettbewerb zwischen Anbietern von Cloud-Computing-Lösungen?
- Welche Bedeutung haben offene und nichtprioritäre Standards für die aktuelle und zukünftige Entwicklung von Cloud-Computing?

Die Märkte für Cloud-Computing sind noch nicht vollständig entwickelt, so dass eine solche Analyse naturgemäß mit einer gewissen Unsicherheit behaftet ist. In der ökonomischen Literatur finden sich bisher noch wenige Beispiele für die konkrete Analyse von Cloud-Computing-Märkten. Trotzdem kann die ökonomische Theorie einige Aspekte beleuchten, die die Entwicklung des Wettbewerbs auf dem Cloud-Com-

<sup>2</sup> Zu Hindernissen bei der Übernahme von IKT-Systemen und deren besondere Relevanz für KMU siehe etwa [www.ebusiness-watch.org/](http://www.ebusiness-watch.org/).

<sup>3</sup> Beispielsweise Van Ark, B., O'Mahony, M., Timmer, P.: The productivity gap between Europe and the United States: trends and causes. *Journal of Economic Perspectives*, 22 (1), 2008, 25–44. Jorgenson, D., Ho, M., Stiroh, K.: Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education. In: Corrado, C. A., Haltiwanger, J., Sichel, D. E. (Hrsg.): *Measuring Capital in a New Economy*, University of Chicago Press, Chicago 2003. Stiroh, K.: Are ICT Spillovers Driving the New Economy? *Review of Income and Wealth*, 48 (1), 2002, 33–58. Timmer, M., Van Ark, B.: IT in the European Union: A driver of productivity divergence? *Oxford Economic Papers*, 51 (3), 2005. DIW econ: *An Economic Assessment of ICT Adoption and its Impact on Innovation and Performance*. European Commission Study Report 10/2008.

<sup>4</sup> Etro, F.: The Economic Impact of Cloud-Computing on Business Creation, Employment and Output in Europe. *Review of Business and Economics*, 54 (2), 2009, 179–218.

<sup>5</sup> Für die EU 25 kommt die Studie zu dem Ergebnis, dass mittelfristig bis zu 430 000 zusätzliche KMU mit etwa einer Million Arbeitsplätzen entstehen könnten.

Kasten

### Potenzial von Cloud-Computing für kleine und mittlere Unternehmen

Die Verbreitung von Cloud-Computing-Lösungen vereinfacht für KMU die Einführung verschiedener IT-Anwendungen, die bisher mit hohen Fixkosten verbunden sind. Um diese Effekte annähernd beziffern zu können, wurde in einer DIW econ-Studie eine vergleichende Projektion der Einführung von Cloud-Computing in Deutschland und Frankreich angestellt. Hierzu wurde der Anteil der Unternehmen, die verschiedene IT-Anwendungen nutzen, nach Größenklassen untersucht (kleine, mittlere oder große Unternehmen). Tabelle 1 präsentiert die entsprechenden Anteile für fünf verschiedene IKT-Anwendungen: Enterprise resource planning software (ERP), sales force automation software (SFA), marketing automation software (MAS) sowie supply chain management systems (SCM) und order management systems (OMS).

Es ist ersichtlich, dass der Grad der Verwendung von IKT-Anwendungen tendenziell mit der Unternehmensgröße steigt. Dies ist insbesondere für Deutschland der Fall. Dieser Zusammenhang ermöglicht es abzuschätzen, wie sich die Einführung von Cloud-Computing auf die Nutzung verschiedener IKT-Anwendungen auswirken könnte. Cloud-Computing-Lösungen ermöglichen vor allem kleinen und mittleren Unternehmen, IKT-Anwendungen einzuführen, die bisher mit hohen Fixkosten verbunden waren.<sup>1</sup> In dieser Analyse wird angenommen, dass durch die Reduktion der IT-Fixkosten der Anteil der Unternehmen, die eine bestimmte IKT-Anwendung nutzen, auf den Anteil der jeweils nächsten Größenklasse ansteigt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 dargestellt.

So steigt der Anteil der KMU in Deutschland, die ERP-Anwendungen benutzen, um 60 Prozent. In Frankreich würde der Verbreitungsgrad von der SCM-Anwendung bei KMU sogar um den Faktor 4,7 steigen.

Diese erste Abschätzung basiert auf einer sehr einfachen Modellierung und ist daher entsprechend vorsichtig zu interpretieren. Trotzdem zeigen die Ergebnisse, dass die Einführung von Cloud-Computing nicht nur für Start-ups, sondern auch für bestehende Unternehmen, insbesondere KMU, großes Potenzial bietet.

<sup>1</sup> Siehe DIW econ: A Single Market for an Information Society – Economic Analysis, Final Report for the Directorate General Information Society and Media. 2010.

Tabelle 1

#### Anteil der Unternehmen in Deutschland und Frankreich mit bestimmten IKT-Anwendungen im Jahr 2008

	Größenklasse		
	Klein	Mittel	Groß
<b>Anteil der Unternehmen in Deutschland mit ...</b>			
ERP	8%	13%	31%
SFA	17%	7%	17%
MAS	17%	7%	17%
SCM	8%	13%	19%
OMS	8%	13%	21%
<b>Anteil der Unternehmen in Frankreich mit ...</b>			
ERP	21%	36%	38%
SFA	11%	27%	25%
MAS	5%	18%	17%
SCM	5%	27%	29%
OMS	32%	73%	33%

Quelle: DIW econ (2010)

DIW Berlin 2010

**Der Anteil der Unternehmen mit bestimmten IKT-Anwendungen steigt mit der Unternehmensgröße.**

Tabelle 2

#### Auswirkung von Cloud-Computing auf die Verwendung verschiedener IKT-Anwendungen in Deutschland und Frankreich

	Kleine und mittlere Unternehmen		
	Ohne Cloud-Computing	Mit Cloud-Computing	Wachstumsfaktor
<b>Anzahl (Anteil) der Firmen in Deutschland mit ...</b>			
ERP	204 295 (8%)	331 880 (14%)	1,6
SFA	397 974 (16%)	403 622 (17%)	1
MAS	397 974 (16%)	403 622 (17%)	1
SCM	204 295 (8%)	325 756 (13%)	1,6
OMS	204 295 (8%)	326 776 (14%)	1,6
<b>Anzahl (Anteil) der Firmen in Frankreich mit ...</b>			
ERP	253 739 (21%)	431 470 (36%)	1,7
SFA	129 373 (11%)	323 245 (27%)	2,5
MAS	65 938 (6%)	215 497 (18%)	3,3
SCM	68 442 (6%)	323 602 (27%)	4,7
OMS	385 615 (33%)	861 986 (73%)	2,2

Quelle: DIW econ (2010)

DIW Berlin 2010

**Auch bei bestehenden Unternehmen sind substantielle Effekte durch die Einführung von Cloud-Computing-Lösungen zu erwarten.**

puting-Markt beeinflussen. Ergebnisse aus der Netzwerk-Ökonomie und der Theorie zweiseitiger Märkte sind dabei besonders hilfreich.<sup>6</sup> Zweiseitige Märkte beschreiben Märkte, in denen eine Plattform notwendig ist, die als Verbindung zwischen Verkäufern und Käufern fungiert. Beispiele für solche Märkte sind Kreditkartenunternehmen, die die Interaktion von Käufern und Ladeninhabern vereinfachen, Shopping-Malls, die Kunden und Läden zusammen bringen, oder Betriebssysteme für Computer, die Endnutzer und Softwarehersteller verbinden.

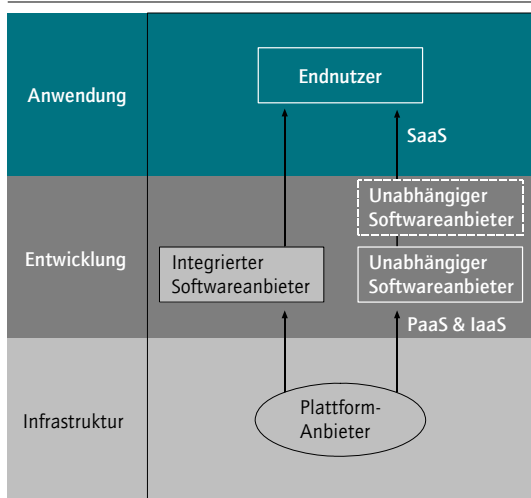
Bei der Übertragung dieses analytischen Rahmens auf den Fall von Cloud-Computing gibt es drei Typen von Akteuren (Abbildung 3):

- *Plattformanbieter*, die Cloud-Computing-Lösungen als Kombination von SaaS, PaaS und IaaS oder einzelner Elemente hiervon anbieten.
- *Anwendungsanbieter* beziehungsweise Softwareentwickler, die auf einer Plattform aufbauend Anwendungen für Endnutzer entwickeln und anbieten.
- *Endnutzer*, die die verschiedenen Cloud-Computing-Dienstleistungen wie SaaS, PaaS oder IaaS nutzen.

<sup>6</sup> Armstrong, M.: Competition in two-sided markets. RAND Journal of Economics, 37 (3), 2006, 668–691, Economides, N., Katsamakas, E.: Two-Sided Competition of Proprietary vs. Open Source Technology Platforms and the Implications for the Software Industry. Management Science, 52 (7), 2006, 1057–1071 und Rochet, J., Tirol, J.: Two-sided markets: a progress report. RAND Journal of Economics, 37 (3), 2006, 645–667, sind zentrale Beiträge in diesem Bereich und bilden den Ausgangspunkt für die folgende Analyse.

Abbildung 3

### Akteure im Bereich des Cloud-Computing



Quelle: DIW econ.

DIW Berlin 2010

Cloud-Computing-Angebote können als zweiseitige Märkte betrachtet werden.

### Wettbewerbsbestimmende Faktoren

Es gibt es vor allem zwei Faktoren, die den Wettbewerb zwischen Anbietern von Cloud-Computing-Lösungen einschränken könnten:

#### Skaleneffekte

Das Vorliegen von Skaleneffekten führt – wie oben erläutert – dazu, dass größere Anbieter Cloud-Computing-Lösungen effizienter und günstiger bereitstellen können als kleinere. Insbesondere bei IaaS-Angeboten ist mit deutlichen Skaleneffekten zu rechnen. Dies liegt zum einen daran, dass die verbesserte Kapazitätsauslastung vor allem im Hardwarebereich von Bedeutung ist, zum anderen kann ein einzelner, großer Serverpark eine Vielzahl verschiedener PaaS- und SaaS-Angebote beherbergen.

Im Ergebnis ist daher eine Marktsituation mit wenigen Anbietern volkswirtschaftlich optimal, da so die Durchschnittskosten minimiert werden können. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass die Skaleneffekte mit der Höhe des Leistungsumfangs abnehmen werden. Somit stellen Skaleneffekte zwar Markteintrittsbarrieren dar, deren Einfluss jedoch ab einer gewissen Größe der konkurrierenden Anbieter abnimmt.

#### Netzwerkeffekte

Zweiseitige Märkte sind typischerweise von Netzwerkeffekten geprägt. Diese bezeichnen (positive) Einflüsse, die Marktteilnehmer auf andere Marktteilnehmer derselben Plattform haben. So profitieren beispielsweise Endnutzer von einer großen Zahl an Anwendungsanbietern und der damit verbundenen Vielfalt an Anwendungen, während Anwendungsanbieter umgekehrt aus einer großen Anzahl an Kunden und damit hoher Nachfrage auf derselben Plattform Nutzen ziehen (Netzwerkeffekte zwischen verschiedenen Gruppen). Zusätzlich können Softwareentwickler auf einer Plattform vom intensiven Wissens- und Erfahrungsaustausch mit anderen Entwicklern auf derselben Plattform profitieren und eine große Anzahl an Endnutzern ist für die Endnutzer selbst ebenfalls vorteilhaft (Netzwerkeffekte innerhalb einer Gruppe).

#### Wettbewerbsunterstützende Faktoren

Theoretisch hat die Kombination von Netzwerkeffekten und Skaleneffekten zur Folge, dass eine Marktstruktur mit einer begrenzten Anzahl von Anbietern Effizienzvorteile aufweist, was wiederum wettbewerbshemmend wirken kann. Andererseits gibt es auch verschiedene Faktoren, die einer einseitigen Monopolisierung entgegen wirken. Zum Ersten ist der Markt für Cloud-Computing segmentiert: Cloud-

Computing-Lösungen richten sich an eine Reihe sehr verschiedener Nutzer, die nicht alle auf einem Markt zusammengefasst werden können. Beispielweise wird sich der Markt für Cloud-basierte Büroanwendungen deutlich von dem für Unterhaltungsdienstleistungen unterscheiden, so dass verschiedene Plattformen nebeneinander bestehen werden. Zum Zweiten sind Cloud-basierte Dienstleistungen auch innerhalb einzelner Marktsegmente kein perfekt homogenes Gut. Verschiedene Endnutzer haben unterschiedliche Probleme und Präferenzen, so dass unterschiedliche Angebote gleichzeitig am Markt existieren können. Zum Dritten können Netzwerkeffekte auch plattformübergreifend wirken. Wenn beispielsweise mehrere Plattformen untereinander kompatibel sind, stellen Anwendungsanbieter für alle diese Plattformen eine große Zahl an Anwendungen zur Verfügung, weil diese Plattformen gemeinsam ein großes Nachfragepotential bieten. Von dieser Vielfalt an Anwendungen profitieren wiederum die Endnutzer dieser Plattformen. Außerdem ist es denkbar, dass sowohl Endnutzer als auch Softwarehersteller auf verschiedenen Plattformen gleichzeitig aktiv sind (sogenanntes „Multihoming“). Multihoming ist aus Sicht der Endnutzer vor allem dann attraktiv, wenn die Standards der Plattformen kompatibel sind und die Endnutzer Daten zwischen den verschiedenen Plattformen austauschen können.

### Bedeutung offener und nichtproprietärer Standards

Zentrale Elemente einer Cloud-Computing-Plattform wie Datenstrukturen, Dateiformate oder Schnittstellen zwischen verschiedenen Anwendungen können sowohl auf offenen oder nicht-offenen als auch auf proprietären oder nichtproprietären Standards basieren. Offene Standards bezeichnen dabei Standards, deren Definition öffentlich bekannt ist, wohingegen proprietäre Standards solche sind, die nur eine bestimmte Plattform nutzen darf.

Offene und nichtproprietäre Standards sind insbesondere dann wahrscheinlich, wenn der Wettbewerb zwischen verschiedenen Plattformen intensiv ist und der Wert der Plattform von der Vielfalt der dort angebotenen Anwendungen bestimmt wird. In der aktuellen, frühen Entwicklungsphase des Cloud-Computing ist der Wettbewerb sehr intensiv und der Gewinn von Marktanteilen ist typischerweise ein zentrales strategische Ziel aller Anbieter. Daher setzen in dieser Wettbewerbssituation viele Anbieter auf offene und nichtproprietäre Standards, die auch von anderen Plattformen genutzt werden. Damit senken die Plattformen die Anpassungskosten für unabhängige Anwendungsanbieter und werden für diese attraktiv. Eine große Anzahl an Anwendungsanbietern auf einer Plattform erhöht wiederum die Angebotsvielfalt und damit den Nutzen für die Anwender.

Darüber hinaus sind Angebote, die auf offenen, nicht-proprietären und mit vielen anderen Plattformen kompatiblen Standards basieren, für den Endnutzer attraktiver, weil dadurch ein möglicher Wechsel zu einer anderen Plattform vereinfacht und somit einseitige Abhängigkeiten vom Plattformbetreiber (sogenannte Lock-in-Effekte) verringert werden.

Umgekehrt sind aus Sicht eines kommerziellen Anbieters proprietäre Systeme umso attraktiver, je schwächer der Wettbewerb zwischen den Plattformen ist und je höher der Wert oder Nutzen einer Plattform selbst ist (das heißt ohne die einzelnen Anwendungen). Beispiele sind Plattformen mit hohem Lifestyle-Wert wie Apples App Store.

### Mögliche Entwicklung der Marktstruktur

Derzeit befinden sich die Märkte für Cloud-Computing in einer frühen Entwicklungsphase, die durch starken Wettbewerb und vorwiegend offene Standards – wie bei den Angeboten von Microsoft und Google<sup>7</sup> – gekennzeichnet ist. Langfristig können Skalen- und Netzwerkeffekte jedoch dazu führen, dass sich Marktstrukturen mit wenigen Anbietern und schwächerem Wettbewerb herausbilden. Allerdings ist davon auszugehen, dass verschiedene Faktoren wie Differenzierungspotentiale oder kompatible Plattformen mit offenen, nichtproprietären Standards einen stärkeren Wettbewerb unterstützen. Diese Faktoren kommen insbesondere in den nachgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette wie PaaS und SaaS zum Tragen, weil die Angebote hier weniger standardisierbar sind und sich stärker anhand der Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen ausdifferenzieren werden.

Im Gegensatz hierzu kommen Skaleneffekten beim Angebot von Hardwarefunktionen als Dienstleistung (IaaS) eine deutlich höhere Bedeutung zu. Somit ist davon auszugehen, dass dieser Markt von einer eher geringen Anzahl an Anbietern geprägt sein.

Schließlich ist es unwahrscheinlich, dass offene, nicht-proprietäre Standards, die sich bei der Einführung und Verbreitung von Cloud-Computing-Lösungen etabliert haben und die von Nutzern präferiert werden, durch proprietäre Standards abgelöst werden können. Plattformen, die zu proprietären Standards wechseln wollen, riskieren dabei eine relevante Anzahl an Endnutzern und Anwendungsanbietern zu verlieren, weil diese Lock-in-Effekte vermeiden wollen. Dies gilt allerdings nur solange der Cloud-Com-

<sup>7</sup> Siehe dazu beispielsweise McKinsey & Company: Emerging Platform Wars in Enterprise Software. McKinsey-Studie 2008 oder The Economist: Clash of the Clouds. The Economist vom 15. Oktober 2009.

puting-Markt durch ein hohes Wettbewerbsniveau gekennzeichnet ist.

Sollte jedoch der Wettbewerb zwischen den Cloud-Computing-Plattformen abnehmen und einzelne Plattformen für die Nutzer sehr attraktiv sein (beispielsweise durch besonders stark nachgefragte, innovative Angebote), ist es denkbar, dass diese Plattformen proprietäre Standards durchsetzen können.

### Fazit

Die Einführung und Verbreitung von Cloud-Computing stellt einen fundamentalen Wandel des Geschäftsmodells in der IKT-Branche dar. IKT-Funktionen werden nicht mehr als *Produkt* zur dauerhaften Nutzung verkauft, sondern als *Dienstleistung* über Rechnernetzwerke angeboten.

Dieser Wandel bietet auf einzelwirtschaftlicher Ebene sowohl für die Anbieter von IKT-Dienstleistungen als auch für die Anwender wesentliche Vorteile. Zum einen führen Skaleneffekte zu Kostensenkungen im IKT-Bereich, zum anderen verschieben sich Fixkosten für IKT-Anwendungen hin zu vergleichsweise geringeren variablen Kosten. Diese Kostenverschiebung senkt die Markteintrittskosten, sodass es zu zusätzlichen Unternehmensgründungen kommt. Zusätzlich

profitieren vor allem kleinere und mittlere Unternehmen von geringen Fixkosten für IT-Anwendungen. Insgesamt ist auch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene mit Produktivitätsfortschritten und Wachstumseffekten zu rechnen.

Ob die Vorteile, die sich durch Cloud-Computing-Lösungen ergeben, jedoch über die Wertschöpfungskette hinweg weitergegeben werden, wird von der Entwicklung der relevanten Märkte abhängen. Insbesondere werden die sinkenden Durchschnittskosten auf Anbieterseite nur dann vollständig an die Anwender weitergereicht, wenn sich die verschiedenen Anbieter untereinander in einem funktionierenden Wettbewerb befinden. Im Augenblick deutet eine hohe Zahl an Anbietern darauf hin, dass der Wettbewerb im Cloud-Computing-Markt intensiv ist. Langfristig sind aber auch Tendenzen hin zu Marktstrukturen mit weniger Anbietern und niedrigerem Wettbewerbsniveau möglich.

Die Entwicklungen auf dem Cloud-Computing-Markt sind auch für die Wettbewerbsaufsichtsbehörden relevant. Bisher getrennte Märkte wachsen zusammen, sodass die Abgrenzung relevanter Märkte von besonderer Bedeutung sein wird. Weitere wichtige Fragen betreffen die Bedeutung offener, nichtproprietärer und kompatibler Standards für die Funktion des Wettbewerbs sowie die Gewährleistung von Datensicherheit und -schutz.

**JEL Classification:**  
L1, L4, L5, O3

**Keywords:**  
Cloud-computing,  
Economies of scale,  
Network effects,  
Open standards

**Impressum**

DIW Berlin  
Mohrenstraße 58  
10117 Berlin  
Tel. +49-30-897 89-0  
Fax +49-30-897 89-200

**Herausgeber**

Prof. Dr. Klaus F. Zimmermann  
(Präsident)  
Prof. Dr. Alexander Kritikos  
(Vizepräsident)  
Prof. Dr. Tilman Brück  
Prof. Dr. Christian Dreger  
Prof. Dr. Claudia Kemfert  
Prof. Dr. Gert G. Wagner

**Chefredaktion**

Dr. Kurt Geppert  
Carel Mohn

**Redaktion**

Tobias Hanraths  
PD Dr. Elke Holst  
Susanne Marcus  
Manfred Schmidt

**Lektorat**

Dr. Dietmar Edler  
Prof. Dr. Pio Baake

**Pressestelle**

Renate Bogdanovic  
Tel. +49 – 30 – 89789–249  
presse@diw.de

**Vertrieb**

DIW Berlin Leserservice  
Postfach 7477649  
Offenburg  
leserservice@diw.de  
Tel. 01 805–19 88 88, 14 Cent./min.  
Reklamationen können nur innerhalb  
von vier Wochen nach Erscheinen des  
Wochenberichts angenommen werden;  
danach wird der Heftpreis berechnet.

**Bezugspreis**

Jahrgang Euro 180,-  
Einzelheft Euro 7,-  
(jeweils inkl. Mehrwertsteuer  
und Versandkosten)  
Abbestellungen von Abonnements  
spätestens 6 Wochen vor Jahresende  
ISSN 0012-1304  
Bestellung unter leserservice@diw.de

**Satz**

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

**Druck**

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –  
auch auszugsweise – nur mit  
Quellenangabe und unter Zusendung  
eines Belegexemplars an die Stabs-  
abteilung Kommunikation des DIW  
Berlin (Kundenservice@diw.de)  
zulässig.

Gedruckt auf  
100 Prozent Recyclingpapier.