

## White Paper

# Cloud Computing

### Autoren und Autorinnen (alphabetisch)

**Olivier Brian**, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Berner Fachhochschule  
**Thomas Brunschwiler**, IBM Research – Zurich  
**Heinz Dill**, CBusiness Services GmbH und EuroCloud Swiss  
**Hanspeter Christ**, swisstopo  
**Babak Falsafi**, Director EcoCloud and PARSA, EPFL  
**Markus Fischer**, MF Consulting und SATW  
**Stella Gatzu Grivas**, Head Competence Center Cloud Computing, FHNW  
**Claudio Giovanoli**, Research Assistant, Competence Center Cloud Computing, FHNW  
**Roger Eric Gisi**, Gisi Consult  
**Reto Gutmann**, Direktor Informatikdienste, ETH Zürich  
**Matthias Kaiserswerth**, IBM Research – Zurich  
**Marco Kündig**, Manager Datacenter and Cloud, Cisco CH  
**Simon Leinen**, SWITCH Serving Swiss Universities, Zurich  
**Willy Müller**, Projektleiter ICT-Architektur, Informatiksteuerungsorgan des Bundes (ISB)  
**David Oesch**, swisstopo  
**Marius Redli**, redli consulting  
**Didier Rey**, Information System Coordinator, EPFL  
**Reinhard Riedl**, Leiter Forschung und Dienstleistungen, Berner Fachhochschule  
**Andy Schär**, Fachhochschule Nordwestschweiz, Pädagogische Hochschule  
**Andreas Spichiger**, Abteilungsleiter Forschung und Dienstleistungen, Berner Fachhochschule  
**Ursula Widmer**, Dr. Widmer & Partner, Rechtsanwälte, Bern  
**Anne Wiggins**, Deputy Director for EcoCloud, EPFL  
**Markus Zollinger**, Director Cloud Computing, IBM CH

**Korrespondierender Autor: Matthias Kaiserswerth**

2012-11-06

### **Die SATW in Kürze**

Die SATW vereinigt als nicht kommerziell orientierte, politisch unabhängige Dachgesellschaft Personen, Institutionen und Fachgesellschaften in der Schweiz, die in den technischen Wissenschaften, deren Anwendung und deren Förderung tätig sind.

### **Herausragende Experten**

Die Akademie zählt rund 240 Einzelmitglieder sowie 60 Mitgliedsgesellschaften. Einzelmitglieder sind herausragende Persönlichkeiten aus Bildung, Forschung, Wirtschaft und Politik. Sie werden auf Lebenszeit ernannt. Schweizer Fachgesellschaften im Dienst der technischen Wissenschaften können sich um Mitgliedschaft bei der SATW bewerben. Mitgliedsgesellschaften bezahlen einen jährlichen Beitrag und können bei der Akademie Mittel für Umsetzungsprojekte und Veranstaltungen beantragen.

### **Leistungsauftrag vom Bund**

Die SATW hat vom Bund den Auftrag, die Chancen und Herausforderungen von neuen Technologien frühzeitig zu erkennen und der Öffentlichkeit aufzuzeigen. Ein wichtiger Auftrag ist auch, das Technikinteresse und -verständnis in der Bevölkerung zu erhöhen. Die SATW wird, wie ihre Schwesterakademien SAGW, SAMW und SCNAT, im eidgenössischen Forschungsgesetz als wissenschaftliche Institution anerkannt. Etwa 80 Prozent ihrer jährlichen Mittel von rund 1,8 Millionen Franken bezieht die SATW vom Bund.

Die Rechtsform der Akademie ist ein Verein. Die Mitglieder der SATW-Organe arbeiten ehrenamtlich. Oberstes Organ ist die Mitgliederversammlung. Stimm- und Wahlrecht haben die Einzelmitglieder und Abgeordnete der Mitgliedsgesellschaften.

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	4
Management Summary.....	5
1 Einführung zu Cloud Computing.....	7
1.1 Worum geht es .....	7
1.2 Charakteristiken.....	7
1.3 Besondere Qualitäten .....	8
1.4 Servicemodelle .....	9
1.5 Deployment-Modell.....	12
2 Fallstudien und Best Practice .....	13
2.1 Einleitung .....	13
2.2 swisstopo: Cloud Computing in der öffentlichen Verwaltung .....	13
2.3 Universität Bari: Cloud Computing in Bildung und Forschung .....	18
2.4 Fleurop-Interflora: Cloud Computing in der Privatwirtschaft.....	20
2.5 Cisco: internationaler Einsatz von Cloud Computing.....	22
2.6 Überblick und Schlüsselemente .....	24
3 Aktuelle Situation in der Schweiz .....	25
3.1 Einleitung .....	25
3.2 Nutzung der ICT .....	25
3.3 Voraussetzungen.....	26
4 Wichtigste Ergebnisse des Workshops .....	29
4.1 Einleitung .....	29
4.2 Trusted Data Cloud.....	29
4.3 Cloud-of-Clouds.....	30
4.4 Standards und Richtlinien.....	32
4.5 Vorbildfunktion einer Government Cloud.....	34
4.6 Cloud für Bildung und Forschung .....	35
4.7 Marktentwicklung .....	37
5 Folgerungen für den Standort Schweiz .....	39
5.1 Cloud Computing setzt sich durch.....	39
5.2 Fokussierung auf Hochwertigkeit .....	39
5.3 KMU-Land Schweiz .....	40
5.4 Rechtliche Aspekte .....	41
5.5 Hinweis auf Handlungsbedarf.....	43
6 Empfehlung: Cloud für Bildung und Forschung.....	44
6.1 Cloud Computing in Wissenschaft und Forschung .....	44
6.2 Cloud Computing in Schulen (K-12) .....	48
7 Vorschlag für einen Aktionsplan .....	50
7.1 Cloud Computing in Wissenschaft und Forschung .....	50
7.2 Community Clouds für Schulen (K-12).....	51
Anhang A: Teilnehmende des SATW Cloud Computing Workshop 2012 (alphabetisch) .....	53
Anhang B: Impressum.....	53

## Vorwort

Alle zehn bis fünfzehn Jahre entstehen in der ICT-Branche neue Konzepte, welche die Art und Weise, wie wir Computer einsetzen und auf Informationen zugreifen, grundlegend verändern, wie Unternehmen Wert aus der ICT schöpfen und sogar wie Verbraucher ihren Alltag gestalten. Die Einführung des Internet für die breite Öffentlichkeit mittels World Wide Web im Jahr 1995 war eine solche Veränderung. Sie ermöglichte den bequemen Zugang zu Informationen unabhängig davon, in welchem Teil der Welt diese sich befanden; jeder konnte Informationen veröffentlichen und Geschäfte über das Web tätigen. Das Web bedeutete für ganze Branchen fundamentale Veränderungen, so zum Beispiel – um nur einige zu nennen – die Medien-, die Musik- und die Telekommunikationsbranche.

Im Jahr 2000, auf dem Höhepunkt der Dot-com-Blase, tauchte ein neues Konzept auf, das den Zugriff auf Anwendungen betraf. Die so genannten **Application Service Providers** (ASP), die eine einfache Browser-Schnittstelle für die Interaktion mit ihren Anwendungen nutzten, kamen auf den Markt. Bisher intern gehostete Anwendungen konnten, so lange über einen Browser auf sie zugegriffen werden konnte, nun an anderer Stelle angesiedelt und von vielen Clients gleichzeitig genutzt werden. Ein erfolgreiches ASP-Beispiel ist Salesforce.com.

Ungefähr zur gleichen Zeit begannen akademische Forschungseinrichtungen, mit einem Konzept namens **Grid Computing** zu experimentieren, das ähnlich funktioniert wie ein Stromnetz, bei dem verschiedene Stromerzeuger Energie bereitstellen und der Verbraucher nach Belieben Strom abnehmen kann. Die Forschungseinrichtungen gaben Partnerorganisationen Zugriff auf ihre eigene Infrastruktur, um Teile besonders rechen-/datenintensiver Anwendungen auf eine grössere Anzahl von Systemen umzuverteilen.

Der dritte Trend, der sich ebenfalls zu dieser Zeit zu etablieren begann, war die **Virtualisierung**. Die Technologie selbst ist bereits über 30 Jahre alt, doch Intel nutzte sie als erster für seine Prozessoren und schuf damit die Möglichkeit, einen physikalischen Prozessor zu «virtualisieren», um ihn als Host für mehrere Betriebssysteme gleichzeitig zu nutzen und es zu ermöglichen, physikalische Server, deren Kapazität vielleicht nur zu 10 bis 15 Prozent genutzt worden wären, nun richtig auszulasten.

2004 begann **Cloud Computing** die Welt zu erobern, ein Modell, über das Unternehmen wie Salesforce.com, Amazon, Google und Facebook ihre eigenen Infrastrukturen laufen lassen – immer «on»; Änderungen und Upgrades erfolgen bei laufendem System, das wiederum sich der jeweiligen Nachfrage entsprechend skaliert.

Cloud Computing ist heute die neue Art der Bereitstellung und Nutzung von Infrastrukturen (Rechenleistung und Speicherung), Middleware und Anwendungen. Unserer Einschätzung nach handelt es sich beim Cloud Computing um einen jener fundamentalen Wandel, welcher die Art, wie wir Geschäfte tätigen, Dienstleistungen anbieten und nutzen – ähnlich wie das Web – grundlegend verändern wird.

Dr. Matthias Kaiserswerth  
ICT Themenplattform SATW  
Direktor IBM Research – Zurich

Prof. Dr. Ulrich W. Suter  
Präsident SATW

## Management Summary

Das vorliegende White Paper ist das Resultat eines von der SATW Themenplattform ICT in Wissenschaft und Forschung veranstalteten Workshops im April 2012, der sich der Frage widmete, welche Chancen Cloud Computing für die Schweiz – unter besonderer Berücksichtigung der Schwerpunkte Bildung und öffentlicher Sektor – eröffnen. Ziel der Verfasser ist es, insbesondere die zuständigen politischen und sonstigen Entscheidungsträger anzusprechen und zu informieren, um die rechtzeitige Umsetzung ihrer Empfehlungen zu gewährleisten.

Nach einer Definition des Begriffs Cloud Computing und einer Beschreibung der vielfältigen Vorteile dieses Konzepts beschreibt das White Paper verschiedene Beispiele für bereits erfolgreich umgesetzte Cloud-Projekte im Bereich der Ausbildung, öffentlichen Verwaltung, Handel und Industrie. All diesen Projekten gemeinsam ist die Tatsache, dass die Cloud-Lösungen eine spürbare Kostensenkung und bessere Skalierbarkeit gegenüber herkömmlichen Implementierungen aufweisen.

Interessanterweise nimmt die Schweizer Wirtschaft und Verwaltung trotz den weltweit höchsten Pro-Kopf-Ausgaben für ICT in der Anwendung von Cloud Computing-Lösungen noch keine führende Rolle unter den Industrieländern ein, wie in einer Betrachtung der aktuellen Situation in der Schweiz deutlich wird. Es gibt zwar eine Vielzahl von Strategiepapieren zu dem Thema; die eigentliche Umsetzung lässt jedoch bedauerlicherweise noch auf sich warten. Die Gründe dafür sind vielfältig. Mangelnde Sicherheit, fehlendes Vertrauen in die neue Technologie und fehlende Fachkräfte werden dafür verantwortlich gemacht.

Im Rahmen des SATW Cloud Computing Workshops wurde ein Gap-Analyse durchgeführt, in der deutlich wurde, welche spezifischen technischen und regulatorischen Herausforderungen anzugehen sind, um dem Cloud Computing rascher zum Durchbruch zu verhelfen. Diese Herausforderungen sind:

- (1) die Trusted Data Cloud, die es Unternehmen erlaubt, ihre Daten entsprechend ihrem regulatorischen Umfeld einem Dritten anzuvertrauen,
- (2) die Cloud-of-Clouds, die es den Nutzern ermöglicht, Cloud-Dienste verschiedener Anbieter zu kombinieren, gemeinsam zu nutzen und damit auch den Wechsel von einem Anbieter zu einem anderen zu erleichtern,
- (3) spezifische Standards und Richtlinien, die Cloud-Lösungen gleichermaßen für die Anbieter wie auch Verbraucher hinsichtlich der unterschiedlichsten Kriterien, vom Datenschutz bis hin zur Dienstgüte und Haftung, regeln.

Der öffentlichen Verwaltung kommt in diesem Zusammenhang nun eine besondere Rolle zu. Einerseits, da sie eine Vorreiterrolle für die Privatwirtschaft spielen kann, und andererseits, da sie klar umrissene Anforderungen hat, welche die oben beschriebenen Herausforderungen einer Lösung näherbringen können. Dazu sollten Behörden einerseits Cloud-Angebote nutzen, ihre Dienstleistungen wiederum in Form von Cloud-Diensten anbieten und sich ultimativ auch mit einer Government Cloud für erhöhte Sicherheitsbedürfnisse auseinandersetzen.

Eine breite Umsetzung von Cloud Computing verspricht signifikante Chancen für die schweizerische Volkswirtschaft. Dabei gilt es, sich auf die typisch schweizerischen Qualitäten zu konzentrieren. Eine Fokussierung auf Hochwertigkeit hinsichtlich der nicht funktionalen Kriterien wie Verfügbarkeit, Sicherheit, rechtliche Rahmenbedingungen, Interoperabilität – um nur ein paar zu nennen – ist dafür notwendig.

Die Autoren schliessen das White Paper mit der konkreten Empfehlung für die Schaffung einer schweizweiten Community Cloud für Bildung und Forschung. Diese Cloud kann einerseits dazu dienen, die Forschung im Bereich Cloud Computing voranzubringen, und andererseits ein erster Schritt zu sein, um die oben genannten Herausforderungen konkret anzugehen. Der Hauptnutzen jedoch wird darin liegen, dass die in unserer Forschungs- und Bildungslandschaft Tätigen damit eine einzigartige Umgebung vorfinden, die sie in ihrer Ausbildung und ihrem Beruf ein Leben lang begleiten kann.

# 1 Einführung zu Cloud Computing

## 1.1 Worum geht es

Für Cloud Computing existieren unterschiedliche pragmatische Definitionen. In der Industrie wird nicht zuletzt aus aktuellen Marketingüberlegungen oft jeder Webservice bereits als Cloud-Dienst definiert. Doch eine «richtige» Cloud hat Eigenschaften, welche über das Bereitstellen eines Webservices hinausgehen. Die vielleicht umfassendste Definition stammt vom US-amerikanischen National Institute of Standards and Technology NIST[1]. Wir halten uns im Folgenden im Wesentlichen an diese Definition.

Cloud Computing (CC) steht für Infrastruktur und Dienste zur Informationsverarbeitung mit einem speziellen Dienstleistungsmodell. CC bietet den zeit- und ortsunabhängigen Internet-Zugriff auf konfigurierbare Dienste, die von einem Pool von Computing-Ressourcen erbracht werden.

Für CC gibt es mehrere Gründe. Die wichtigsten sind:

- CC ermöglicht **Economies of Scale**. Auf Seiten der Leistungserbringer führen diese zu einer höheren Produktivität bei der Erbringung von Infrastruktur-Dienstleistungen. Damit einher geht die Erhöhung der Überlebensfähigkeit im Fall verschiedenster Probleme. Auf Seiten der Leistungsbezieher reduzieren die Economies of Scale die Investitionen und Kosten. Überdies wächst der Return on In-

vestment für Innovationen, was die Innovationsgeschwindigkeit insgesamt erhöht.

- CC ermöglicht Organisationen die **nachhaltige Konzentration auf ihre Kernkompetenzen**. Nicht-IT-Dienstleister können IT-Dienstleistungen, die sie für ihre Geschäftstätigkeit benutzen, nachhaltig outsourcen. Die Nachhaltigkeit des Outsourcings besteht darin, dass – anders als im konventionellen Outsourcing – es ökonomisch für den Anbieter sinnvoll ist, permanent in die Modernisierung seiner Dienste zu investieren.

- CC folgt der Entwicklungslogik der Informatik. Diese ist darauf ausgerichtet, immer mehr Komplexität erfolgreich managen zu können, und sie besteht in der kontinuierlichen Verbesserung des so genannten **Information Hiding**. Neben den verschiedensten Formen des Moore'schen Gesetzes besteht der Kern der Informatik-Entwicklung in einer stetig wachsenden Maturität des Verbergens von überflüssiger Information. (Dies trägt den leicht missverständlichen Namen Transparency Engineering.) Damit einher geht die Möglichkeit, Systeme immer besser mit abstrakten Policies zu steuern. Für die Bezieher von Informationsdienstleistungen bedeutet dies: die überflüssigen Details werden verborgen; die für das Kerngeschäft wichtigen Parameter werden einfacher steuerbar.

## 1.2 Charakteristiken

Cloud Computing hat spezifische Eigenheiten und Ausprägungen, welche Vor- und Nachteile gegenüber anderen Formen des Outsourcing mit sich bringen. Durch zunehmende Aktualität und Verbreitung der «Cloud» wird

dieser Begriff oftmals missbraucht. Nur wenn ein Service alle in **Tabelle 1** aufgeführten Charakteristiken besitzt, kann nach NIST von einem ganzheitlichen Cloud-Angebot gesprochen werden.

Tabelle 1 – Charakteristiken von Cloud Computing

Charakteristik	Beschreibung
<b>On-demand self-service</b>	IT wird als Service genutzt und steht auf einfache Weise, ohne manuelle Interaktion, auf Abruf zur Verfügung.
<b>Broad network access</b>	Der Service wird unabhängig vom Endgerät über ein Netzwerk bereitgestellt. Die Verbindung muss entsprechend des Service performant und verfügbar sein.
<b>Resource pooling</b>	Die benötigten Ressourcen werden vom Provider für unterschiedliche Kunden zur Verfügung gestellt. Dies wird durch Technologien wie Virtualisierung und Mandantenfähigkeit (Multitenancy) ermöglicht.
<b>Rapid elasticity</b>	Die benötigten Ressourcen werden bei Bedarf spontan bereitgestellt und bei Nichtgebrauch ohne manuellen Eingriff wieder freigegeben.
<b>Measured Service</b>	Der bezogene Service muss mit den dafür benötigten Ressourcen messbar sein. Dadurch wird eine verbrauchsorientierte Abrechnung ermöglicht. Diese wird auch mit «pay as you go» oder «pay-per-use» beschrieben.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (NIST, National Institute of Standards and Technology, 2011)

### 1.3 Besondere Qualitäten

Die allgemeinen Geschäftserwartungen an das Cloud Computing können wie folgt zusammengefasst werden. Je nach Organisation werden die Erwartungen unterschiedlich gewichtet und ergänzt.

**Kostenbegrenzung:** Durch den Einsatz von Cloud Computing und der Möglichkeit der Skalierbarkeit sind keine Investitionen in Infrastrukturanschaffungen und Wartungen mehr notwendig. Die Services und die gewünschten Kapazitäten sind auf Abruf verfügbar und werden nach Verwendung verrechnet (pay-per-use). Durch das Einsparen von ungenutzten internen Ressourcen kann die Geschäftsseite in die Innovation des Kerngeschäfts investieren, anstatt das Kapital in ungenutzter Infrastruktur zu binden. Vor der Einführung einer Cloud-basierten Lösung vergleicht die Geschäftsseite die aktuellen Kosten mit den potenziellen Cloud-Kosten. Dabei werden immer die Gesamtkosten (TCO) verglichen.

**Innovationsgeschwindigkeit:** Cloud-Services lassen sich im Gegensatz zu herkömmlichen

IT-Projekten statt in Wochen oder Monaten innerhalb weniger Stunden bereitstellen. Dies ermöglicht es der Geschäftsseite, schnell auf Veränderungen zu reagieren und die Markteinführungszeit (time-to-market) möglichst kurz zu halten.

**Verfügbarkeit:** Dank dem Skaleneffekt können grössere Cloud-Provider eine hohe Verfügbarkeit bieten. Durch redundante Anbindung und Lastenausgleich (load balancing) können die hohen Verfügbarkeitsanforderungen der Geschäftsseite befriedigt werden. Die versprochene Verfügbarkeit sollte unabhängig vom Provider gemessen werden. Falls vereinbarte Service Level Agreements (SLA) nicht eingehalten werden, sind entsprechende Möglichkeiten zur Eskalation beim Lösungsanbieter oder Auflösungsbedingungen des Vertrages (Exit-Klausel) definiert.

**Skalierbarkeit:** Durch die Flexibilität und Skalierbarkeit der Cloud-Services kann sich die IT schnell an sich ändernde Geschäftsbedürfnisse anpassen und diese besser unterstüt-



zen. Da die Leistung auf Abruf zur Verfügung steht, wird auf Lastspitzen schnell oder sogar automatisch reagiert. Die benötigten Ressourcen werden nach Bedarf entsprechend alloziert.

**Effizienz:** Die Geschäftsseite kann sich dank effizienter IT auf ihr Kerngeschäft konzentrieren und innovativ in Forschung und Entwicklung investieren. Dieser Vorteil kann zum Wachstum und Wettbewerbsvorteil der Organisation wesentlich beitragen und übertrifft vielleicht sogar die finanziellen Vorteile einer Cloud-Lösung.

**Elastizität:** Die Cloud-Provider verfügen über gespiegelte Systeme, welche sowohl für Notfallszenarien (disaster recovery) wie auch für Lastenausgleich (load balancing) verwendet werden können. Durch geographische Trennung der Serverräume kann die Cloud-Lösung auch gegen Naturkatastrophen abgesichert werden.

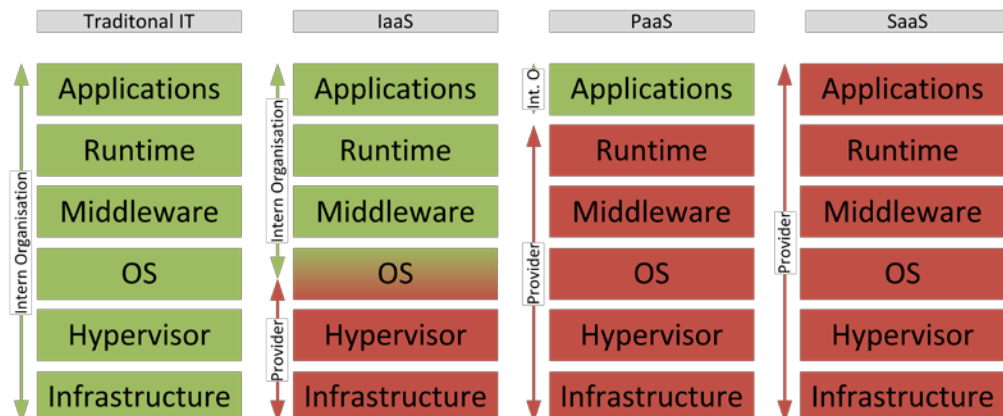
Durch den Einsatz von Cloud-Lösungen können sich die Geschäfts- und die interne IT-Seite auf ihre unterschiedlichen Kernaufgaben konzentrieren. Cloud-Anbieter können die operative IT besser, schneller und kosteneffizienter betreiben.

## 1.4 Servicemodelle

Servicemodelle beschreiben, welche Art von Services aus der Cloud bezogen werden (vgl. Abbildung 1). Dabei wird in drei Haupttypen unterteilt: IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service), SaaS (Software as a Service). Je nach gewähltem Modell stellt

der Anbieter unterschiedliche Leistungen zur Verfügung. Dabei hat sich eine Klassifikation etabliert, die danach unterscheidet, auf welchem IT-Architektur-Layer die Leistungen angesiedelt sind.

Abbildung 1 – Servicemodelle



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (NIST, National Institute of Standards and Technology, 2011)

Die Leistungen selber werden als «Blackbox» angeboten, und es bleibt dem Anbieter überlassen, wie der Service innerhalb der vereinbarten SLA erbracht wird, ebenso wie der Zugriff auf Leistungen darunterliegender Layer.

Es wird zwischen folgenden Layer unterschieden:

**Applications:** Die Fachanwendung, welche vom Business verwendet wird.

**Runtime:** Ausführungsumgebung, in der die entsprechende Applikation ausgeführt wird. Diese Umgebung enthält für die Applikation benötigten Funktionen (runtime library).

**Middleware:** Diese Zwischenschicht oder Vermittlungssoftware wird für die Kommunikation mit anderen Anwendungen, Datenbanken oder dem Betriebssystem benötigt.

**OS:** Das Betriebssystem (Operating System) stellt der Anwendung die Systemressourcen der Hardware, respektive des Hypervisors, zur Verfügung und verwaltet diese.

**Hypervisor:** Diese Virtualisierungsschicht stellt dem Betriebssystem die virtualisierten Ressourcen der Infrastruktur bereit.

**Infrastructure:** Die Infrastruktur besteht aus den physikalischen Einheiten wie Server, CPU, Speicher oder Netzwerk.

Es gibt also drei Servicemodelle: Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), und Software as a Service (SaaS).

Die **Tabelle 2** beschreibt in einer Argumentenbilanz die Vor- und Nachteile von IaaS gegenüber einem Eigenbetrieb.

Im PaaS-Modell beinhaltet der Service eine vollständige Plattform inklusive Entwicklungswerkzeuge. Solche Lösungen werden für Eigenentwicklungen oder für eine spezielle Software, welche auf der Plattform läuft, genutzt. Die unterliegende Infrastruktur wird vom Anbieter bereitgestellt und verwaltet.

Die **Tabelle 3** fasst die Argumente zu PaaS gegenüber einem Eigenbetrieb zusammen.

Im SaaS-Modell werden vollständige Applikationen, meistens über ein Webinterface, zur Verfügung gestellt. Auf die Plattform und die darunterliegende Infrastruktur hat der Kunde keinen Einfluss. Die **Tabelle 4** beschreibt die Vor- und Nachteile von SaaS gegenüber einem Eigenbetrieb.

**Tabelle 2 – Vor- und Nachteile von IaaS gegenüber Eigenbetrieb**

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Skalierbarkeit der benötigten Systeme, je nach benötigtem Bedarf</li> <li>• Redundante Datenspeicherung</li> <li>• Physisch getrennte Aufbewahrung und Nutzung von Daten</li> <li>• Keine Maintenance für Einrichtung und Betrieb der Infrastruktur</li> <li>• OPEX statt CAPEX: OPEX (Operational EXpenditure) Ausgaben für den operativen Geschäftsbetrieb; CAPEX (CAPital EXpenditure) Investitionsausgaben für längerfristige Anlagegüter.</li> <li>• Pay as you go</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standort der Daten bei Public wie auch bei Private Clouds nicht immer erkennbar</li> <li>• Stark abhängig von der Verfügbarkeit der Infrastruktur und Netzwerke</li> <li>• Fehlende oder mangelnde Abgrenzung/Isolierung der Datenbearbeitungen</li> <li>• Unberechtigter Datenzugriff auf Grund einer Fehlkonfiguration. In der Annahme, dass Rechenzentren oder Netzwerke geteilt werden, ist dieses Risiko anders einzuschätzen als im Eigenbetrieb.</li> <li>• Gewährleistung und Haftung bei Verletzung der Vertraulichkeit, Sicherheit und Integrität der Daten</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (EuroCloud Swiss, 2012)

**Tabelle 3 – Vor- und Nachteile von PaaS gegenüber Eigenbetrieb**

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weniger Administrationsaufwand, da die notwendige Infrastruktur nicht selbst implementiert und bereitgestellt werden muss</li> <li>• Entwicklung im Team (auch geographisch verteilt)</li> <li>• Eine einzige Plattform mit minimalen Kosten (Standardisierung)</li> <li>• Keine Maintenance für Einrichtung und Betrieb der Plattform und deren Tools</li> <li>• OPEX statt CAPEX</li> <li>• Pay as you go</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendor Lock-in <ul style="list-style-type: none"> <li>○ fehlende Portabilität</li> <li>○ fehlende Interoperabilität</li> <li>○ keine standardisierten Technologien</li> </ul> </li> <li>• Mangelnde Flexibilität</li> <li>• Anforderungen von proprietären Anwendungen oder Entwicklungsumgebungen</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (EuroCloud Swiss, 2012)

**Tabelle 4 – Vor- und Nachteile von SaaS gegenüber Eigenbetrieb**

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennbarkeit / Mandantenfähigkeit der Applikationen</li> <li>• Schnell einsatzfähig/schnellere Projekteinführung (time to market)</li> <li>• Keine Maintenance für den Betrieb der Business-Funktionalitäten</li> <li>• OPEX statt CAPEX</li> <li>• Pay as you go</li> <li>• Niedrigere Gesamtkosten (TCO)</li> <li>• Mobilität/Standortunabhängigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl des richtigen Providers</li> <li>• Fehlende Portabilität</li> <li>• Geringere Integrierbarkeit in bestehende Applikationslandschaften</li> <li>• Geringere Anpassungsmöglichkeiten, da vorgegebene Standardisierung</li> <li>• Evtl. höhere Antwortzeiten</li> <li>• Auswirkung von Sicherheitslücken beim Einsatz gemeinsamer SaaS-Lösungen</li> <li>• Keine Nutzung ohne Internetzugang</li> </ul>

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (EuroCloud Swiss, 2012)

## 1.5 Deployment-Modell

Cloud Computing kann in verschiedenen Organisationsformen betrieben werden (vgl. Tabelle 5). Ausschlaggebend dafür, welches Deployment-Modell eingesetzt wird, sind die Anforderungen des Lösungsbenutzers und die am Markt verfügbaren Angebote.

**Tabelle 5 – Deployment-Modelle**

Deployment-Modell	Beschreibung
<b>Private Cloud</b>	Der Lösungsbenutzer ist explizit eine Organisation oder eine Organisationseinheit. Eine private Cloud kann sowohl intern wie auch bei einem externen Anbieter betrieben werden. Die Vorteile der «Cloud» können nur teilweise ausgenutzt werden; dafür ist aber ein weitgehendes Customizing möglich.
<b>Community Cloud</b>	Der Service wird von mehreren Mitgliedern einer definierten Gruppe verwendet. Die Dienste können von mehreren Lösungsanbietern in- und ausserhalb der Community angeboten werden.
<b>Public Cloud</b>	Der angebotene Service steht der Öffentlichkeit zur Verfügung und wird meistens nur von jeweils einem Anbieter angeboten. Die Vorteile der Skalierbarkeit und des Ressourcenpooling können am besten ausgenutzt werden.
<b>Hybrid Cloud</b>	Hybride Clouds bieten eine Kombination aus den verschiedenen Organisationsformen und kombinieren dabei deren Vor- und Nachteile. Beispielsweise können schützenswerte Daten in einer Private Cloud gehalten werden, während öffentliche Daten und/oder Applikationen in der Public Cloud laufen.

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (NIST, National Institute of Standards and Technology, 2011)

## 2 Fallstudien und Best Practice

### 2.1 Einleitung

Cloud Computing bringt verschiedene Variationen an Einsatzmöglichkeiten mit sich. So können die diversen Services aus ganz unterschiedlichen Umgebungen und auf verschiedene Art und Weise bereitgestellt und bezogen werden. Bei der Auswahl der folgenden vier Fallstudien und Best Practice wurde aus diesem Grunde darauf geachtet, dass verschiedene Industrien und Szenarien dargestellt werden, welche unterschiedliche Cloud Computing-basierte Dienste nutzen.

Die erste Fallstudie, swisstopo, zeigt auf, wie Infrastruktur-Services aus einer Public Cloud genutzt werden. Anhand der zweiten Fallstudie, Universität Bari, wird der gemeinsame Einsatz und Nutzen solcher Services in Zu-

sammenarbeit mit anderen öffentlichen und privaten Institutionen in einer Community Cloud beschrieben. Die dritte Fallstudie, Fleurop-Interflora, stellt den Einsatz von «Infrastructure as a Service» aus einer Private-Cloud-Umgebung dar, die von einem Provider bereitgestellt und betrieben wird. Am Beispiel von Cisco zeigt die vierte Fallstudie mit «Salesforce» auf, wie international tätige Unternehmen durch den Einsatz von Cloud-Services unter anderem länderspezifische Anforderungen effizient umsetzen können.

Weitere Anwenderberichte werden auf der Plattform «Cloud-Finder Schweiz»[2] (vgl. Kapitel 4.7) laufend publiziert und können dort eingesehen werden.

### 2.2 swisstopo: Cloud Computing in der öffentlichen Verwaltung

Die auf einer Cloud Computing-Architektur basierende und durch das Bundesamt für Landestopografie swisstopo im Rahmen von E-Government Schweiz betriebene Bundes-Geodaten-Infrastruktur (BGDI) kann schnell und einfach skaliert werden und deshalb auf grosse Lastschwankungen (z.B. infolge von Pressemitteilungen) reagieren. Die hierfür anfallenden Kosten spiegeln die tatsächliche Nutzung wider, da nur die effektiv benötigten IT-Ressourcen verrechnet werden.

Dank der konsequenten Verwendung von offenen Standards und Open-Source-Software können darüber hinaus Kosten für Softwarelizenzen eingespart werden. Neben den geringen Kosten profitiert swisstopo auch vom Umstand, dass sie sich nicht mehr mit Hardware für Web-Infrastrukturen beschäftigen muss, sondern die vorhandenen Personalressourcen gezielt in zukunftsorientierte Entwicklungen ihres Kerngeschäfts investieren kann.

Das für den Zugriff auf Geodaten eingesetzte Cloud Computing ist in erster Linie eine neue Form der bedarfsgerechten und flexiblen Bereitstellung von IT-Leistungen. Es ist keine neue Technologie, sondern eine direkte Folge der konsequenten Weiterentwicklung bereits bestehender etablierter Technologien, allen voran der Server-Virtualisierung und der Webservices.

Für den Nutzer von IT-Ressourcen ist diese Entwicklung insofern attraktiv, weil dieser die zur Befriedigung seiner Unternehmensanforderungen notwendigen Kapazitäten für Daten, Rechenleistung und Anwendungen in Echtzeit als «Service aus dem Netz» beziehen kann. Er muss diese nicht mehr selbst über oft langwierige Prozesse anschaffen. Betriebswirtschaftlich gesehen führt das für die Verrechnung von Cloud-Services übliche «pay as you go»-Abrechnungssystem zu einer Umlagerung von Investitionen zu Betriebskosten, was sich auf die Innovationskraft des Unternehmens sehr positiv auswirkt, da die in klassischen IT-Pro-

jekten häufig sehr hohen Vorab-Investitionskosten für IT-Infrastruktur wegfallen.

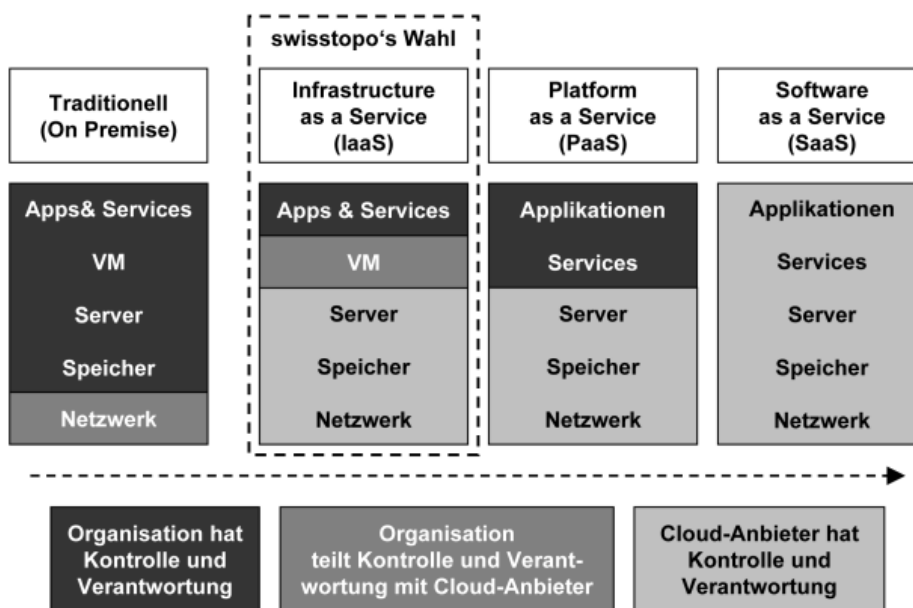
**swisstopo setzt auf Infrastructure as a Service (IaaS)**

swisstopo setzt in ihrer Rolle als Fachleistungserbringer von Geographic Information Systems (GIS) des Bundes im Rahmen des Aufbaus der so genannten Bundes-Geodaten-Infrastruktur (BGDI) und der Umsetzung des seit Juli 2008 in Kraft getretenen Geoinformationsgesetzes (GeoIG) bereits seit zwei Jahren erfolgreich auf Cloud Computing.

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo hat sich für das Bezugsmodell «Infrastructure as a Service» (IaaS) entschieden (vgl. Abbildung 2). Das für Swisstopo eingesetzte Modell mit «Infrastructure as a Service» ist

ein Geschäftsmodell, das entgegen dem klassischen Kauf von Rechnerinfrastruktur («mein Server steht in meinem Keller») vorsieht, diese «on-demand» zu mieten. Daraus ergibt sich eine Vielzahl von Vorteilen, u.a.:

- Belastungsspitzen werden abgefangen
- plötzliches Wachstum ist ohne Probleme möglich (Skalierbarkeit)
- brachliegende Kapazitäten können sofort freigegeben werden
- einmalige oder selten ausgeführte Anwendungen werden bezahlbar
- vorhandene Virtualisierungstechnologie ermöglicht ein einfaches Softwaretesting auf unterschiedlichsten Plattformen



**Abbildung 2: Einfluss der verschiedenen Deployment-Modelle auf die Governance von IT-Organisationen (VM = virtuelle Maschinen)**

Folgende Gründe waren für diesen Entscheid ausschlaggebend:

- Im Gegensatz zu PaaS und SaaS behält swisstopo als Cloud-Service-Bezüger beim Bezugsmodell IaaS die volle Kontrolle und Verantwortung für die in den virtuellen Ser-

vern betriebenen Fachapplikationen und Dienste. Als GIS-Fachleistungserbringer ist es substanziell, die Kontrolle und Flexibilität über das eigene Kerngeschäft GIS nicht mit einem Cloud-Anbieter teilen zu müssen.

- Der aufwändige Aufbau und Betrieb von Server- und Storage-Infrastrukturen samt Kapazitätsplanung wird von einem auf Infrastruktur-Management spezialisierten Cloud-Anbieter übernommen. swisstopo kann sich im Gegenzug noch besser auf ihr Kerngeschäft konzentrieren.
- swisstopo profitiert von den Skaleneffekten und der Service-Excellence des Cloud-Anbieters, was sich sowohl auf die Kosten als auch die eigene Servicequalität positiv auswirkt.
- swisstopo konsumiert einen Infrastruktur-Service. Die Verfügbarkeit von hoch abstrahierten Infrastruktur-Ressourcen wie zum Beispiel Rechenkapazität oder Speicherplatz über ein Web Service API (Application Programming Interface) erleichtert den Aufbau einer nach Bedarf skalierbaren Infrastruktur erheblich. Infrastruktur wird sozusagen «programmierbar».
- Die Mandantenfähigkeit (Multitenancy) der Infrastruktur-Services ist ein Innovationsmotor. Sämtliche Kunden profitieren, unabhängig von ihrer Grösse, automatisch und gleichberechtigt von jeder Verbesserung und Erweiterung des Infrastruktur-Service. Insbesondere für kleine und mittlere Cloud-Service-Bezüger ist dies ein wahrer Segen. Den anfänglich häufig geäusserten grundsätzlichen Sicherheitsbedenken betreffend Multitenancy-Umgebungen stehen heute bereits ISO 27001- und PCI-zertifizierte Cloud-Infrastrukturen wie zum Beispiel «Amazon Web Services» entgegen.

### **Betrieb und Architektur von swisstopo Cloud-Infrastruktur**

Eine entscheidende und oftmals ernüchternde Erkenntnis bei der Migration von bislang traditionell im eigenen Rechenzentrum betriebenen GIS-Fachanwendungen und -Diensten in eine Cloud eines IaaS-Anbieters ist die Tatsache, dass diese häufig aufwändig umgebaut («cloud enabled») werden müssen, um von den Versprechen (wie zum Beispiel rasche und unbegrenzte Skalierbarkeit) der Cloud-Anbieter auch tatsächlich profitieren zu können.

Nicht zu unterschätzen ist auch der zu bezahlende Preis für die in Aussicht gestellte Flexibilität. Eine hohe Flexibilität der Infrastruktur ist aus Betriebsicht letztlich gleichzusetzen mit einer hohen Änderungsfrequenz auf besagter Infrastruktur. Diese hohe Change-Häufigkeit (z.B. täglich Änderung der Anzahl produktiver Server) muss vom Infrastrukturteam gemanagt werden können.

Ohne entsprechende strikte Prozesse und einen hohen Grad an Automatisierung ist dies in der täglichen Praxis nicht erfolgreich umsetzbar. swisstopo setzt deshalb auf Infrastrukturebene konsequent auf das Open Source Data Center Automation Werkzeug «Puppet». Dieses Tool erleichtert den automatisierten Rollout neuer virtueller Server und die anschließende Überwachung derselben im Betrieb erheblich.

«Puppet» lässt sich auch in traditionellen Rechenzentren einsetzen und schlägt damit sozusagen die Brücke zwischen der Cloud und dem internen Rechenzentrum. Dieser Ansatz mildert die häufig heraufbeschworene Abhängigkeit zu einem Cloud-Anbieter entscheidend. Dem Aspekt der Herstellerabhängigkeit («vendor lock-in») ist bei der Migration in die Cloud im Sinne einer Risikobetrachtung gebührend Aufmerksamkeit zu schenken, denn eine starke Herstellerabhängigkeit sollte in diesem neuen, sehr dynamischen und noch wenig standardisierten Markt nach Möglichkeit vermieden werden.

swisstopo hat deshalb beim Design ihrer Cloud-Architektur darauf geachtet, nur das absolut notwendige Minimum der leider noch weitgehend proprietären Service-Schnittstellen der Cloud-Anbieter zu verwenden und ihre Businesslogik wenn immer möglich nicht mit diesen Schnittstellen zu verweben, sondern herstellerunabhängig innerhalb der virtuellen Server mit «Puppet» zu managen.

Der Abbildung 3 ist eine vereinfachte Übersicht der Cloud-Infrastruktur der prominentesten, auf der BGDI-Infrastruktur von swisstopo betriebenen Anwendung «Geoportal des Bundes» [www.geo.admin.ch](http://www.geo.admin.ch) zu entnehmen.

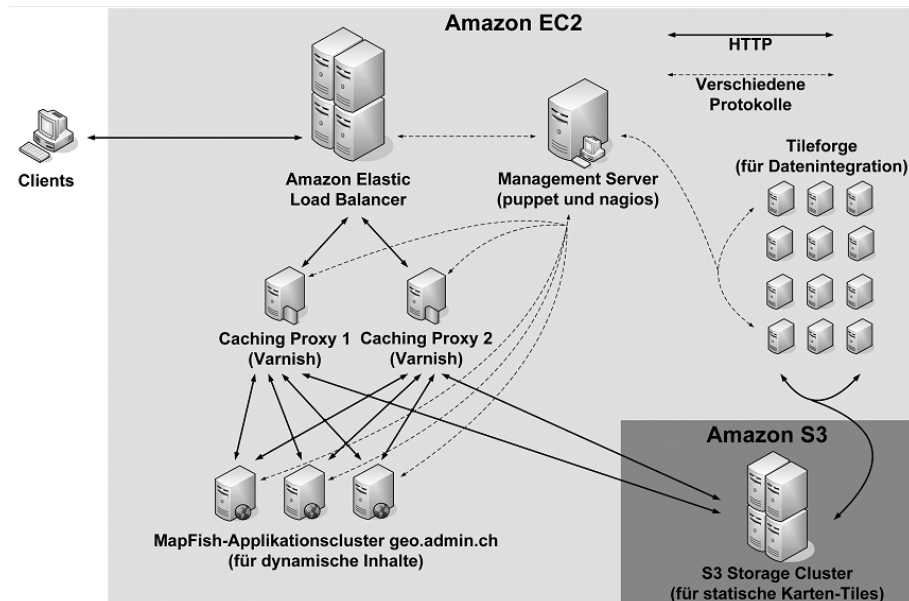


Abbildung 3: Cloud-Infrastruktur des Geoportals Bund [www.geo.admin.ch](http://www.geo.admin.ch)

### Praxisbeispiel [geo.admin.ch](http://geo.admin.ch)

Das Geoportal des Bundes [geo.admin.ch](http://geo.admin.ch) ist eine öffentlich zugängliche Plattform für Geoinformationen, -daten und -dienste. Einerseits ist dies die konkrete Umsetzung der Architektur der BGDI der Schweizerischen Bundesverwaltung, und andererseits dient es als Eintrittsstüre zu derselben. Mit [geo.admin.ch](http://geo.admin.ch) sind erstmals Geodaten der Bundesverwaltung auf einer Infrastrukturplattform verfügbar, und Vorgaben, wie es das Geoinformationsgesetz (GeoIG) und die Geoinformationsverordnung (GeoIV) vorsehen, können damit erfüllt werden. Öffentliche Institutionen müssen gemäss GeoIG die Geobasisdaten ihres Zuständigkeitsbereichs zugänglich machen, sofern sie im Katalog der Geobasisdaten (Art. 1, Abs. 2 GeoIV) aufgeführt sind.

Da das GeoIG bereits per 1. Juli 2008 in Kraft getreten war, wollte die GKG mit einer in kürzester Frist umgesetzten Realisierungseinheit (d.h. eine technischen Infrastruktur und ein innovatives Eintrittsportal) den konkreten Nutzen dieses Gesetzes für die Bürger aufzeigen. Dieses bezweckt, dass gemäss Art. 1 «...Geodaten über das Gebiet der Schweizerischen Eidgenossenschaft den Behörden von Bund,

Kantonen und Gemeinden sowie der Wirtschaft, der Gesellschaft und der Wissenschaft für eine **breite Nutzung, nachhaltig, aktuell, rasch, einfach**, in der erforderlichen **Qualität und zu angemessenen Kosten** zur Verfügung stehen.»

### Entscheid für Cloud Computing

Die Vorgaben betreffend Realisierungszeit für die Umsetzung eines Portals mit Kartenviewer waren mit einem Jahr sehr knapp bemessen. Da jedoch das Mengengerüst wie beispielsweise die effektiv zu erwartende Anzahl der Nutzer im Betrieb respektive die Spitzenwerte beim «go live» unbekannt waren und ein Ausfall des Portals bei der Aufschaltung wegen Überlastung aufgrund des damit verbundenen Imageschadens unbedingt vermieden werden sollte, wurde die technische Infrastruktur des Geoportals bereits von Projektbeginn an konsequent dahingehend konzipiert, dass sie mit geringem Aufwand der effektiven Nutzung angepasst werden konnte. Darüber hinaus galt es, die Ansprüche der Endkunden, die von Expertennutzern bis hin zu GIS-Laien (Bürger)



reichen, mit den geringen zur Verfügung stehenden finanziellen Ressourcen abzudecken.

Die Anforderungen an die Webinfrastruktur für [geo.admin.ch](http://geo.admin.ch) können demnach wie folgt zusammengefasst werden:

- Termintreue bei der Beschaffung
- hohe Performanz der Gesamtlösung
- Skalierbarkeit «on-demand»
- geringe und möglichst transparente Betriebskosten

Für die technische Infrastruktur wurde die IaaS-Lösung (vgl. Kapitel 1.4 und Abbildung 1) gewählt. Auf der Dienste- und Applikationsebene wurde konsequent Open-Source-Software eingesetzt, um beim Skalieren der Anzahl Server nicht auch noch zusätzlich die Lizenzierungsproblematik berücksichtigen zu müssen. Der Entscheid für den konsequenten Einsatz von Cloud Computing und Open-Source-Software für das Geoportal Bund wurde sicherlich auch durch den Umstand begünstigt, dass swisstopo bereits seit 2008 Erfahrungen und Vertrauen im operativen Betrieb der infrastrukturtechnisch ähnlichen Anwendung «SchweizMobil» in der Cloud sammeln konnte und seit über acht Jahren im Webbereich erfolgreich auf Open-Source-Software setzt.

#### **«Mit dem Geoportal des Bundes wurden Standards gesetzt»**

Die Sicherstellung schneller Zugriffszeiten durch Portale und Dienste bei hoher Nutzungsintensität geschieht durch die neuartige Kombination eines Open Source Framework mit einer innovativen Cloud-Computing-Architektur, die ein bis dato neuartiges Kosten/Nutzen-Verhältnis für die Bundesverwaltung darstellt. Dank der innovativen Umsetzung

und des massiven Einsatzes von Cache können über 140 Datensätze schweizweit in Form von mehr als einer Milliarde vorgerechneten und daher schnell übertragbaren Karten-Tiles («Kleinst-Bildern») vorgehalten werden.

In der Folge konnten auch bei der Medienkampagne – mit sehr grossem Echo in der Öffentlichkeit – die innerhalb eines Tages um einen Faktor 20 gestiegenen Zugriffszahlen (33'000 «unique visitors» und beinahe 1 Terabyte ausgelieferte Daten pro Tag) von der Kartenanwendung und der darunter liegenden Infrastruktur verkraftet werden. Dabei wurden zu Spitzenzeiten 1300 Karten-Tiles pro Sekunde ausgeliefert! Gleichzeitig sind die Kosten der Datenhaltung und der Server im Betrieb gering und können für die verschiedenen Dienste je nach Bedarf kurzfristig skaliert werden.

Dies macht das Geodatenportal Bund zu einer weltweiten Referenz (Best Practice) für Open Source-Kartenanwendungen auf der Basis des Entwicklungs-Frameworks «MapFish» in Kombination mit Cloud Computing. Es wurde für den «CH Open Source Award 2010» nominiert und gewann für die Umsetzung den Qualitätswettbewerb 2010 «Excellence in der öffentlichen Verwaltung» in der Kategorie E-Government. Im Juni 2012 wurde es mit dem zweiten Platz des «United Nations Public Service Award» in der Kategorie «Advancing Knowledge Management in Government» ausgezeichnet.

[Dieser Text entspricht weitgehend dem Beitrag von Christ/Oesch/Schilcher [Hrsg.]; Geoinformationssysteme, Beiträge z. 16. Münchner Fortbildungsseminar, 2011]

## 2.3 Universität Bari: Cloud Computing in Bildung und Forschung

Die Universität Bari ist eine der führenden Bildungseinrichtungen Süditaliens. Die Universität ist Mitglied von DAISY-net, einem Verbund von öffentlichen Universitäten und ICT-Unternehmen in der süditalienischen Region Apulien. Ziel von DAISY-net ist die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie die Bereitstellung von Technologietransfer- und Schulungsangeboten zur Förderung des wirtschaftlichen und industriellen Wachstums in der Region. Vor diesem Hintergrund wollte DAISY-net eine hochgradig sichere, skalierbare und flexible Architektur für die Entwicklung und Implementierung von Anwendungen einrichten, um die regionale Gemeinschaft mit Cloud-basierter IT zu unterstützen.

Die Universität Bari beschloss, eine Community Cloud (vgl. Kapitel 1.5 und Tabelle 5) anzubieten, über welche die IT-Infrastruktur gehostet wird, auf der verschiedene Applikationen für die Benutzer in der Region laufen. Die Fischer nutzen den Auktions-Dienst, auf den sie über Touch-Screens auf ihren Booten zugreifen können. Während sie ihre Netze einholen, können sie detaillierte Informationen über ihren Fang eingeben. Wenn sie der Ansicht sind, keinen angemessenen Preis für ihren Fang zu bekommen, können sie ihn zurück ins Meer werfen. Wenn sie einen Käufer gefunden haben, können sie den Fisch während der Rückfahrt zur Abholung am Dock vorbereiten und so Zeit sparen. Eine ähnliche Anwendung wurde für regionale Weinproduzenten eingerichtet; eine spezielle Logistikanwendung interagiert mit in LKW installierten Sensoren, um Daten wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Verkehrsstaus zu erfassen. Die Daten können analysiert werden, um die optimale Streckenführung zu berechnen.

Dieses Fallbeispiel veranschaulicht, wie sehr die Communities von den als Community Cloud angebotenen Private Cloud-Services, die ihnen die Universität Bari anbietet, profitieren können. Cloud-Services können Dutzende Community-spezifischer Anwendungen unterstützen, die speziell auf die betreffende

Community oder geografische Region zugeschnitten sind. Da die Cloud-Services nur bestimmten Personengruppen angeboten werden, können einige Cloud-Probleme, z.B. mit öffentlichen Dienstleistungen verknüpfte Sicherheitsbedenken, ausser Acht gelassen werden. Die Cloud-Nutzer, d.h. die Unternehmen vor Ort, zahlen der Universität eine bestimmte Zugangsgebühr als Beitrag für die entstandenen Forschungs- und Entwicklungskosten.

### Einrichtung der Cloud-Plattform

Ziel der Universität Bari war es, als Provider der Community Cloud und Host der Infrastruktur eine lebendige und dynamische Lösung zu entwickeln. Diese sollte für die äusserst schnelle und einfache Bereitstellung und das Management neuer Entwicklungs-, Test- und Produktionsumgebungen geeignet und für alle Umgebungen je nach Nachfrage nach oben oder unten skalierbar sein. Diese Flexibilität sollte Studierende und andere Entwickler motivieren, sich auf die eigentliche Anwendungsinnovation zu konzentrieren, statt sich über Infrastruktur-Probleme Gedanken machen zu müssen. Als Grundlage für die neue Community Cloud-Infrastruktur entschied die Universität sich für die «IBM System z Solution Edition for Cloud Computing».

In Zusammenarbeit mit Teams von IBM Italien und MAUDEN, einem IBM-Business-Partner, richtete die Universität die System-z-Plattform ein und ermöglichte den DAISY-net-Mitgliedern den Zugang zu Kernressourcen. Durch Nutzung einer zusätzlichen Linux-for-System-z-Cloud über diese Kern-Plattformen hinaus waren die Entwickler schnell in der Lage, eine breite Palette innovativer Lösungen zu schaffen; ausserdem ermöglichte der gewählte SOA (service oriented architecture)-Ansatz die rasche Entwicklung modularer Anwendungen (Composite Applications) durch Nutzung bereits vorhandener Services und Komponenten. Zur Steuerung der Linux-for-System-z-Architektur wird der «IBM Tivoli Service Automation Manager» verwendet, der zentrale Abläufe

wie die Anforderung, Bereitstellung und Verwaltung von Standard-Images virtueller Server automatisiert.

### **Unternehmerische Vorteile**

Der Grossteil der Entwicklungsprojekte ist darauf ausgerichtet, neue Wege der Unterstützung von Communities und kleinen Unternehmen in der Region Apulien zu erforschen, besonders in Bereichen und Branchen, in denen die ICT bislang wenig etabliert ist, beispielsweise der Fischindustrie, der Weinherstellung und dem lokalen Transportwesen.

**Fischindustrie:** Die Lösung, die von einem der DAISY-net-Entwicklungsteams für die Fischindustrie geschaffen wurde, ist besonders interessant. Sie arbeitet mit Touch-Screens, die die Fischer auf ihren Booten installieren und dazu nutzen können, die Grösse und Art der Fische, die sie fangen, zu übermitteln. Diese Angaben werden automatisch an potenzielle Kunden wie lokale Supermärkte, Geschäfte und Restaurants weitergegeben, die in einer Live-Auktion Gebote für die Ware abgeben, während das Boot noch auf See ist. Wenn der Fisch verkauft ist, zeigt das System an, welcher Kunde welchen Fisch gekauft hat, sodass der Fischer ihn auf der Rückfahrt zum Hafen bereits lieferfertig verpacken kann. So erhalten die Fischer den besten Preis für ihren Fang, und die Kunden erhalten absolut frischen Fisch.

### **Lösungen kleinen Massstabs realisierbar machen**

Der grösste Vorteil der Entwicklung dieser Anwendungen über die Cloud-Plattform besteht darin, dass es ein Leichtes ist, zunächst (ohne grosse Investitionen) klein anzufangen, mit ersten Testläufen für einige wenige Anwender, und dann sehr schnell aufzustocken, wenn die Technologie breiter angenommen wird.

«In einem herkömmlichen ICT-Modell würde die Idee, eine Lösung für eine kleine Gruppe von Fischern oder ein lokales Transportunternehmen zu entwickeln, wahrscheinlich niemals über das Planungsstadium hinauskommen, da die Erst-Infrastrukturkosten zu hoch

wären», erklärt Prof. Giuseppe Visaggio, ordentlicher Professor für Software Engineering an der Universität Bari. «Beim Cloud Computing entfallen Aufwand und Kosten der Anschaffung und des Management einer neuen Infrastruktur, wodurch die Entwicklung von Lösungen kleinen Massstabs viel eher realisierbar wird. Hinzu kommt, dass die Cloud bei steigender Nachfrage einfach mehr Ressourcen allozieren kann, sodass es keine Probleme hinsichtlich der Skalierung gibt. Die neue Cloud-Infrastruktur hat für die Unternehmen und Gemeinden in Süditalien bereits vieles bewirkt, und sie wird auch weiterhin als lebendige, flexible Plattform dienen, dank der unsere besten Studierenden und ICT-Experten zusammenarbeiten und ihre innovativsten Ideen einbringen können.» Sie ermöglicht es insbesondere kleinen Unternehmen, neue Geschäftsmodelle zu kreieren.

### **Beweggründe für eine Private Cloud**

Wie im Beispiel der Universität Bari richten immer mehr Universitäten in Europa, Asien und den USA eigene Private Clouds ein. Dies gilt insbesondere für Universitäten mit Software-Entwicklungs-Fakultäten. Ihre Gründe hierfür sind:

- Zugang zu verdeckten Technologien hinter der Cloud für eigene Forschungszwecke
- Bereitstellung einer geschützten «Spielwiese» für Studierende, innerhalb deren sie eigene Applikationen testen und laufen lassen können
- Vermeidung von «Vendor lock-in»-Effekten
- Nutzung speziell auf die eigenen Anforderungen zugeschnittener Open-Source-Anwendungen

Dieser Ansatz ermöglicht es ihnen, einen eigenen Innovationszyklus herauszubilden und anzustossen, der potenziell in lokalen ICT-Start-ups münden könnte.

## 2.4 Fleurop-Interflora: Cloud Computing in der Privatwirtschaft

Fleurop-Interflora EBC ist ein international vertretenes Handelsunternehmen mit 17 nationalen Einheiten und 40 direkt angeschlossenen Mitgliedsländern. Über Webshops wie [www.floristgate.com](http://www.floristgate.com) oder [www.fleurop.com](http://www.fleurop.com) wickelt das Unternehmen weltweit jährlich mehr als 1'000'000 Bestellungen für Blumenaufträge ab.

### Ausgangslage

Die Verfügbarkeit der IT-Services von Fleurop ist für den Erfolg des Unternehmens entscheidend. Da alle gruppenexternen Umsätze ausschliesslich über eine Web-Plattform generiert werden, ist die Verfügbarkeit der entsprechenden IT-Strukturen ein geschäftskritisches Merkmal. Die Plattform sollte einerseits rund um die Uhr (7x24x365) zur Verfügung stehen. Doch allein die Verfügbarkeit entscheidet nicht über den Erfolg einer solchen Plattform. Vielmehr müssen auch Kriterien wie Performance, Flexibilität, Skalierbarkeit und Support gewährleistet sein, um auf unerwartete Anforderungen reagieren zu können. So werden z.B. allein in Spitzenzeiten wie Valentinstag bis zu 10mal höhere Volumina abgewickelt als an gewöhnlichen Tagen. Die benötigten Ressourcen müssen daher zwingend kurzfristig, garantiert und vollumfänglich zur Verfügung stehen.

Seit nunmehr über einem Jahr setzt Fleurop genau aus diesen Gründen auf die Private Cloud-Lösung (vgl. Kapitel 1.5 und Tabelle 5) der nexellent ag in Glattbrugg. Vor der Einführung der Private-Cloud-Lösung wurde das Fleurop-Rechenzentrum zu einem Anbieter in Belgien ausgelagert und von diesem betrieben. Unerwartet viele Betriebsunterbrüche und falsch oder teilweise nicht korrekt umgesetzte Services führten zu ständigen nachträglichen Investitionen und hohen Supportkosten. Verhandlungen gestalteten sich aufgrund der Entfernung oft schwierig und zeitraubend. Hinzu kamen Missverständnisse aufgrund sprachlicher Barrieren. Dies führte zunehmend zu einer Verschlechterung der Fleurop-

Dienstleistungen, was Fleurop zur Evaluation eines neuen Service Providers im Bereich Private Cloud veranlasste.

### «Make or Buy»-Entscheidung

Die Entscheidung «make or buy» wurde aufgrund einer umfassenden Analyse getroffen, in der alle relevanten Kriterien zusammengetragen und ausgewertet wurden. Wichtige Themen waren unter anderem Fragen zur steigenden Komplexität bei der Integration von Diensten und Netzwerken sowie zu den Betriebs- und Investitionskosten für eine eigene Lösung. Da Fleurop über kein eigenes Rechenzentrum verfügte, hätte dessen Aufbau enorme Investitionen bedeutet, um den Anforderungen in puncto Verfügbarkeit, Sicherheit und Betrieb inkl. Klimatisierung gerecht zu werden. Hinzu kamen Fragen zur physischen und geografischen Redundanz der Infrastruktur sowie leistungsstarken und redundanten Internetverbindungen.

Aufgrund der Ergebnisse der eigenen Analyse entschied sich Fleurop schliesslich für die Variante «buy» – und somit für «Infrastructure as a Service» (IaaS) als Private-Cloud-Modell. Motivator war nicht zuletzt, sich weiterhin auf die Kernkompetenzen zu konzentrieren: Weiterentwicklung der eigenen Plattform und Anwendungen zur Vermarktung der eigenen Dienstleistungen.

### Private-Cloud-Lösung

Die Lösung beinhaltet die dynamische Zuordnung und Verwaltung von Netzwerk-, Storage- und Rechen-Ressourcen für die Web-Plattform von Fleurop. Die gesamte Infrastruktur wird hierbei in zwei geografisch getrennten Rechenzentren innerhalb einer Private Cloud betrieben. Diese Redundanz war ein gewichtiges Kriterium für die Geschäftsführung von Fleurop, denn die Dienstleistungen sollen permanent verfügbar sein. Um diese Verfügbarkeit überprüfen und bevorstehende Engpässe besser erkennen und bewerten zu können, wurde zudem ein End-to-End-Moni-

toring implementiert. Dieses Monitoring zeigt nicht nur die Verfügbarkeit von Server und Netzwerk auf, sondern überwacht auch die Abläufe und Prozesse bis tief in die Anwendungen hinein. Das Monitoring und Alarming ist daher Teil des proaktiven Management für die Fleurop-Plattform.

Die Absicherung der Fleurop-Server gegen Gefahren aus dem Web und Performance-Engpässe einzelner Server erfolgt unter anderem mittels Firewall Cluster-Installationen. Dienste wie Intrusion Detection System (IDS) und Intrusion Prevention System (IPS) sind hierbei genauso zu berücksichtigen wie die Verteilung des Datenverkehrs mittels eines redundanten Load Balancing. Mit der Implementierung der Private Cloud-Lösung konnte Fleurop die IT-Kosten nachhaltig senken und die Qualität ihrer Dienstleistung durch den Einsatz von State-of-the-Art-Technologien merklich steigern. Das Unternehmen Fleurop bezieht nun IT-Services als reinen Dienst und hat dadurch den enormen Vorteil, dass keine Investitionen in neue Hardware mehr getätigt werden müssen, und dass die IT-Dienstleistung klar und transparent kalkulierbar wurde.

### **Herausforderungen**

Beim Aufbau der Private Cloud wurde schnell klar, dass es sich nicht um die Installation einer *neuen* Plattform handelt, sondern um eine klassische Migration einer bereits etablierten Web-Plattform und Marke. Es musste also sichergestellt werden, dass die Migration vom bisherigen zum neuen Anbieter ohne Unterbruch stattfindet. Aus diesem Grund entschloss man sich, eine Private Cloud *parallel* zur bestehenden Infrastruktur aufzubauen.

Die Strukturen des bisherigen IT-Anbieters in Belgien wurden mittels VPN an die neue Umgebung bei nexellent angebunden, um ein Datenbank-Mirroring im Master-Slave-Verfah-

ren durchzuführen. Die eigentliche Umstellung erfolgte mittels der DNS-Anpassung und der Umstellung der Datenbank bei nexellent von Slave auf Master.

Die erste Produktionswoche war von einigen Anfangsschwierigkeiten gekennzeichnet. Die Load Balancer konnten die Last am Anfang nicht richtig managen, und es gab Schwierigkeiten bei der Konfiguration des Backup. Dies führte leider zu Timeouts auf der Datenbank. Diese Schwierigkeiten konnten mit Unterstützung des neuen Providers jedoch innerhalb einer Woche behoben und der normale Betrieb gewährleistet werden.

### **Geschäftsvorteile**

Durch die Nutzung der Private Cloud von nexellent hat Fleurop nachweisbaren Nutzen:

- Kalkulierbare Betriebskosten (OPEX)
- Die Betriebskosten konnten nachhaltig gesenkt werden
- Höhere Verfügbarkeit der Webplattform
- Dank «pay as you grow» bezahlt Fleurop nur die effektiv benötigten Ressourcen (Arbeitspeicher, Rechenleistung, Speicherplatz)
- Skalierbarkeit für Spitzenzeiten wie Valentinstag, Muttertag (Leistung «as you need», «when you need»)
- Fleurop kann sich auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren und muss sich nicht mehr um Investitionen für IT-Infrastruktur und den Aufbau von IT-Skills kümmern
- Zugriff auf eine professionelle Rechenzentrums-Infrastruktur, welche den Sicherheitsanprüchen genügt
- Für die zunehmende Komplexität des Cloud Computing ist nexellent verantwortlich, und Fleurop kann sich auf die Weiterentwicklung ihrer Web-Applikation fokussieren

## 2.5 Cisco: internationaler Einsatz von Cloud Computing

Cisco setzt sich weltweit dafür ein, Netzwerke mit eingebauten Services intelligenter, schneller und beständiger zu machen. Somit bringen diese bei zunehmend höheren Übertragungsgeschwindigkeiten die benötigte Leistung und bilden die Basis einer Infrastruktur, die sich kontinuierlich weiterentwickelt.

### Ausgangslage

Der weltweit tätige Netzwerkspezialist Cisco sah sich auf Grund seines veralteten CRM-Systems zunehmend und vor allem mit Integrationsherausforderungen zu anderen Systemen hin konfrontiert. So wurde beispielsweise eine seit langem notwendige Funktionalität für die Account-Planung wegen sehr hohem Aufwand hinausgezögert. Durch das stetige Wachstum des Unternehmens sollten auch immer mehr Mitarbeitende auf das System zugreifen können. Die teils veraltete Architektur verhinderte dies jedoch; die Skalierbarkeit der Anwendung war stark begrenzt und konnte so den steigenden Anforderungen nicht standhalten.

Weil das bisherige CRM-System Cisco in ihren Möglichkeiten zunehmend einschränkte, wurde nach einer neuen Lösung gesucht. Diese sollte in erster Linie ein erstklassiges CRM-System für die Zentralisierung von Daten darstellen und die Verbesserung der Vertriebs- und Finanzplanung auf globaler Ebene gewährleisten. Da Cisco seine Standorte über alle Kontinente verteilt hat, kam die Anforderung nach Mehrsprachigkeit hinzu. Zudem soll das neue CRM-System auch verschiedene Währungen handhaben können.

In der Vertriebsstruktur von Cisco spielen die Partner eine wichtige Rolle. So war von Beginn an klar, dass die zu evaluierende Applikation die vernetzte Zusammenarbeit unterstützen muss. So genannte «Partner Relationship»-Funktionen, welche bereits vorab integriert sind, bildeten deshalb ein zusätzliches «Killerkriterium» bei der Auswahl der neuen CRM-Lösung.

Bei Cisco war man sich bewusst, dass von Beginn weg rund 15'000 Mitarbeitende die neue

Anwendung nutzen würden. Mit mindestens 10'000 weiteren Nutzern rechnete man innerhalb eines absehbaren Zeitraums. Konkret bedeutete dies, dass das auszuwählende System hohe Flexibilität und Skalierbarkeit gewährleisten muss, um das Funktions- und Leistungsangebot innert kürzester Zeit der entsprechenden Nachfrage anpassen zu können.

### Lösung

Mit «Salesforce» hat sich Cisco für einen der führenden CRM-Anbieter entschieden, der seine Produkte als Cloud-Services (Software as a Service; vgl. Kapitel 1.4 und Abbildung 1) anbietet. Unter den verschiedenen Produktmöglichkeiten wählte man die «Salesforce Unlimited Edition» als CRM-Lösung und stellte die Anwendung 15'000 Benutzenden von Indiana über Indien und Dubai bis Dublin bereit.

Die Lösung von Salesforce ermöglicht nebst Integrierbarkeit und Skalierbarkeit per se auch folgende Funktionen:

- Dashboards, welche Daten wie Opportunities, Lead-Konvertierungsraten, Anzahl Account-Pläne und Top Accounts nachverfolgen. Einzelne Benutzer generieren selber Berichte, um den eigenen Fortschritt in Diagrammen darzustellen.
- Die Nutzung des Salesforce-Partnerportals für die Zusammenarbeit in den Bereichen Leads und Opportunity.
- Das Sichten, Installieren und Testen weiterer Funktionalitäten über den «App-Exchange»-Marktplatz von Salesforce.

Damit wichtige Integrationen und komplizierte Hierarchien berücksichtigt werden konnten, entwickelte Cisco in Zusammenarbeit mit Successforce Consulting zusätzliche wichtige Komponenten. So wurden beispielsweise zwei Registerkarten (Prognosen und «Mein Geschäftsmanager») kundenspezifisch angepasst und in Betrieb genommen.

### Nutzen

In einem ersten Schritt breitete Cisco «Salesforce» für rund 15'000 aktive Benutzer aus. Diese sind weltweit tätig und können auf die jeweiligen Funktionen der entsprechenden Unternehmensklassen aus der Cloud zugreifen. Da das System auch von temporär beschäftigten Mitarbeitenden genutzt wird, wurde eine zentralisierte Informationsverwaltung aufgebaut. Diese unterstützt das Unternehmen bei der Wahrung der Sicherheit über die Daten und bei der Absicherung der Zugriffe auf diese.

Die Funktion «Account-Planung», die mit der inzwischen abgelösten CRM-Lösung nur mit sehr hohem Aufwand zu realisieren war, wird von «Salesforce» ebenfalls unterstützt. Dank zusätzlichen umfangreichen Integrationen können überflüssig gewordene Anwendungen abgeschaltet und dadurch weitere Kosten eingespart werden.

Der Forderung nach Unterstützung der engen Zusammenarbeit zwischen Cisco und ihren Partnern trägt das «Partner Relationship Management» (PRM) Feature der «Salesforce»-Plattform Rechnung. Es hilft dem Unternehmen damit einerseits, Leads auf Partner zu erweitern. Andererseits kann deren Konvertierung in Opportunities nachverfolgt werden. Schliesslich konnte dank dem Einsatz von «Salesforce» auch eine vereinfachte Integration mit der «Siebel»-Lösung realisiert werden. So sorgt eine bidirektionale Integration mit einer «Siebel»-Prognose-Erstellung für zusätzliche Transparenz. Zudem wurde eine Integration mit der «Siebel»-Regionshierarchie von Cisco und mit «Microsoft Outlook» erreicht.

## 2.6 Überblick und Schlüsselemente

Die folgende Übersicht zeigt die wesentlichen Punkte der vorgestellten Fallstudien:

Beispiel	swisstopo	DAISY-net	Fleurop	Cisco
<b>Service</b>	Infrastructure as a Service	Infrastructure as a Service	Infrastructure as a Service	Software as a Service
<b>Deployment</b>	Public Cloud	Community Cloud	Private Cloud	Public Cloud
<b>Anforderungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfangen von Belastungsspitzen</li> <li>• Termintreue Beschaffung</li> <li>• Hohe Performance der Gesamtlösung</li> <li>• Vereinfachtes Software Testing</li> <li>• Vermeidung von ungenutzter Kapazität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vendor-Unabhängigkeit</li> <li>• Hohe Sicherheit</li> <li>• Skalierbare Systeme</li> </ul> <p>Flexible Architektur für Entwicklung und Einsatz von Applikationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügbarkeit der Services</li> <li>• Support</li> <li>• Kalkulierbarkeit der Kosten</li> <li>• Daten- und Informationssicherheit</li> <li>• Professionelles Monitoring</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skalierbarkeit der Dienste</li> <li>• Unterstützung von Mehrsprachigkeit und verschiedenen Währungen</li> <li>• Integration mit diversen Systemen und Services</li> </ul>
<b>Nutzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Performance</li> <li>• On-demand-Skalierbarkeit</li> <li>• Geringe und transparente Betriebskosten</li> <li>• Mandantenfähigkeit der Systeme</li> <li>• Kein Management der Infrastruktur nötig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz von ICT für bereichsfremde- und kleine Unternehmen</li> <li>• Flexibilität und Fokussierung auf Innovation</li> <li>• Neue Vertriebskanäle</li> <li>• Steigerung der Marktattraktivität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkung der Kosten</li> <li>• Fokussierung auf Kernkompetenzen</li> <li>• Transparente und nutzungsbasierte Kosten</li> <li>• Skalierbarkeit</li> <li>• Hohe Verfügbarkeit</li> <li>• Hoher Sicherheitsstandard</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe Skalierbarkeit</li> <li>• Vereinfachte Integration mit anderen IT-Systemen</li> </ul> <p>Unterstützung von Partner-Relationship-Funktionen</p>



## 3 Aktuelle Situation in der Schweiz

### 3.1 Einleitung

Seit vier Jahren in Folge steht die Schweiz gemäss WEF-Bericht[3] als wettbewerbsfähigstes Land an der Weltspitze. Gemäss «Global Innovation Index 2012»[4] ist sie nach 2011 erneut Innovationsweltmeister. Gemessen an ihrer Industrieproduktion pro Kopf[5] belegt sie ebenfalls einen Spitzenplatz – entgegen der Vermutung, der Industriestandort Schweiz sei im Niedergang. Die Schweiz und ihre Bevölkerung erfreuen sich einer überdurchschnittlichen Wirtschaftskraft, Standortattraktivität, Lebensqualität, Stabilität und Sicherheit, verbunden mit hohem internationalem Ansehen und Vertrauen, erstklassiger Bildung und Forschung sowie niedriger Arbeitslosigkeit.

Diese Errungenschaften haben ihren Preis – vielfach höher als in anderen Ländern. Das schweizerische Gesundheitswesen zählt zu den teuersten der Welt. Es bekundet Mühe mit der Umsetzung der Strategie eHealth Schweiz und liegt diesbezüglich hinter den führenden Nationen zurück. Hinsichtlich E-Government lag die Schweiz während Jahren am Schluss der Rankings und holt erst seit kurzem auf. Bezüglich Informations- und Kommunikations-Technologien (ICT) zählt die Schweiz zu den Volkswirtschaften, die im globalen Vergleich die höchsten Ausgaben pro Kopf tätigen. Dennoch ist sie im «Digital Economy Ranking» abgerutscht und belegte 2010 noch Platz 19, nachdem sie vorher jahrelang unter den Top Ten figuriert hatte.

### 3.2 Nutzung der ICT

An mangelnder Versorgung mit Breitbandnetzwerken, Geräten und Anwendungen liegt dies kaum, denn diese ist nahezu flächendeckend[6]. Ende 2011 nutzten 6,43 Mio das Internet (Durchdringung 84,2%) und 2,73 Mio Facebook (35,7%). Laut «Network Readiness Index 2012»[7] belegte die Schweiz im internationalen Vergleich mit Platz 5 einen Spitzenrang, und im aktuellen «Web Index»[8] rangiert sie auf Platz 6.

Dennoch liegt sie hinsichtlich der Wahrnehmung der Opportunitäten und der Ausschöpfung der Potenziale, die sich mit den ICT und deren Nutzung ergeben, fernab von der Weltspitze. Der Anteil des durch E-Commerce realisierten Umsatzes der Unternehmen am Gesamtumsatz beträgt lediglich 8,2%. Offenbar besteht noch zu wenig Interesse, Motivation und Druck, das volle Potenzial der ICT in allen Regionen, Sektoren und Anwendungsbereichen konsequent auszuschöpfen.

Mit seiner «Strategie für eine Informationsgesellschaft in der Schweiz»[9] hatte der Bundesrat bereits 1998 ein klares Statement zu Grundsätzen und Massnahmen vorgelegt, früher als viele andere Volkswirtschaften und internationale Organisationen. Mit Vorhaben wie «Public Private Partnership – Schule im Netz» (PPP-SiN, 2000-2007) und «Swiss Virtual Campus» (SVC, 2000-2008) wurden im Bildungsbereich wichtige Initiativen ausgelöst (vgl. Kapitel 6). Seitens der Behörden wurde das Thema E-Government 2002 mit der «E-Government-Strategie Schweiz» an die Hand genommen. Im Gesundheitswesen folgte 2007 die «Strategie eHealth Schweiz». Beide Bereiche zeigen bei der Umsetzung der Strategien erhebliche Schwierigkeiten und liegen im internationalen Vergleich hinter den Besten zurück. Erst 2011 wurde seitens der Privatwirtschaft die «Digitale Agenda Schweiz 2020» vorgelegt.

Strategien und Grundlagendokumente (Liste unvollständig)
Strategie des Bundesrats für eine Informationsgesellschaft in der Schweiz (1998)
E-Government-Strategie Schweiz (2002)
Strategie zur Aussenwirtschaftspolitik (2004)
Strategie Informationsgesellschaft Schweiz (Aktualisierung, 2006)
E-Government-Strategie Schweiz (Aktualisierung, 2007)
Strategie «eHealth» Schweiz (2007)
Qualitätsstrategie des Bundes im Schweizerischen Gesundheitswesen (2009)
Infrastrukturstrategie des Bundesrates (2010)
Nationale Gesundheitsstrategie (Projekt, 2010)
Projekt «eEconomy» (SECO), Lancierung «eEconomy Board» (2010)
Digitale Agenda Schweiz 2020 (economiesuisse, ICTswitzerland) (2011)
Masterplan Cleantech (2011)
Strategische Planung Vote électronique (2011)
Strategie Informationsgesellschaft Schweiz (Neufassung, 2012)
eEconomy in der Schweiz: Monitoring und Report (2012)
Energiestrategie 2050 (2012)
Wachstumspolitik 2012-2015 (2012)
Nationale Strategie zum Schutz der Schweiz vor Cyber-Risiken (2012)
Departementsstrategie UVEK 2012
Cloud Computing-Strategie der Schweizer Behörden (2012)
Technologiestrategie (SATW, Mehrjahresplan 2012–2016)

An Strategien und Grundlagendokumenten besteht offenbar kein Mangel (siehe Liste oben). Somit könnte man annehmen, dass für eine forcierte und systematische Nutzung der ICT unter Aspekten wie Potenziale, Opportunitäten, Innovation, Nachhaltigkeit usw. sämtliche Voraussetzungen gegeben sind. Die Realität zeigt indes ein anderes Bild.

Im Bereich Cloud Computing sind es erfreulicherweise die Behörden, welche nicht nur bei den einschlägigen (Strategie-) Dokumenten, sondern auch bei der Umsetzung und Nutzung mit dem guten Beispiel vorangehen (vgl. 2.2, 4.7 und 5.1, letzter Passus).

### 3.3 Voraussetzungen

Wie unter 3.1 bereits dargestellt, verfügt die Schweiz dafür über optimale Voraussetzungen: politische und finanzielle Stabilität, wirtschaftliche Prosperität, hohes Bildungsniveau, Spitzen-

plätze bezüglich Innovation, Lebensqualität, Wirtschaftsstandort – ein Umfeld also, das beste Kräfte anzieht und Höchstleistungen ermöglicht. Dennoch entwickelt sich die «E-Economy» in

der Schweiz nur langsam. Woran liegt dies?

Die Schweiz ist ein KMU-Land[10]. 99,6% aller Betriebe beschäftigen weniger als 250 Mitarbeitende; 87,1% gar weniger als 10. Doch auch inzwischen weltführende Unternehmen wie Apple, Google usw. haben klein angefangen. Unsere Industrie- und Dienstleistungsgeschichte ist reich an Pionieren, Innovatoren und fortschrittlichen Unternehmen – aber auch an vorzeitigen Übungsabbrüche. Um Y2K herum herrschte mit Web-Projekten wie «bluewin», «conextrade», «plenaxx», «yellowworld» etc. eine eigentliche Aufbruchsstimmung. Der Kollaps des «e-hype» machte 2001 die hohen Erwartungen zunichte; die Investoren zogen sich zurück. Die Chance, sich mit strategischen Projekten einen Vorsprung zu erarbeiten, war verfallen. Die heute weltweit führenden Plattformen und Netzwerke mit ihren enormen Wachstums- und Nutzungsraten sind für schweizerische Unternehmen nicht mehr zu erreichen.

Fakt ist auch, dass die Schweiz seit Jahren Mühe bekundet, Kinder und Jugendlichen sowie künftige Lehrpersonen für MINT-Disziplinen zu begeistern und für entsprechende berufliche Laufbahnen zu gewinnen. In wichtigen Bereichen wie ICT und Medizin besteht ein ausgeprägter Mangel an Fachkräften. Die Schweiz ist auf den Zuzug hochqualifizierter Führungs- und Fachkräfte aus dem Ausland angewiesen. Die Verfügbarkeit zehntausender bestens ausgebildeter Ingenieur/innen aus BRIC-Ländern scheint hier sogar Absolvierende sogar obsolet zu machen.

Trotz Finanzkraft, Führungsqualität und Innovation erfasst und nutzt die Schweiz die Potenziale der ICT bzw. der E-Economy unter einer ganzheitlichen und strategischen Sichtweise (vgl. auch «Smarter Planet»[11]) weder vollumfänglich noch konsequent. Hier kann Cloud Computing dank seinen bedeutenden Vorteilen und zahlreichen Nutzungsmöglichkeiten einen hervorragenden «entry point» anbieten, den es unbedingt zu nutzen gilt.

Die Vorteile virtualisierter und per Netzwerke nutzbarer Infrastrukturen, Plattformen, Anwendungen und Geschäftsprozesse liegen auf der Hand. Deren Nutzung bedingt jedoch entsprechende Vorkehrungen, z.B. bezüglich Sicher-

heit, Schutz, Spitzenleistung und Stabilität – Qualitäten also, welche die Schweiz traditionell ernst nimmt und zu erbringen gewohnt ist. So erstaunt es nicht, dass inzwischen bereits rund 4'000 Data Centers in der Schweiz betrieben werden, und dass 2012 weitere 10 Grossprojekte geplant sind[12]. Hier scheint die Schweiz auf gutem Weg, zu einem sicheren Hort für virtualisierte Instanzen, Daten und Informationen zu werden. Damit kann sie gleichzeitig beweisen, dass es ihr mit «Green IT»[13] und nachhaltiger Entwicklung ernst ist.

Um das Potenzial vollumfänglich auszuschöpfen, sind zusätzliche Anstrengungen nötig. Dazu zählen nebst führender Aus- und Weiterbildung die Gewinnung der benötigten Fach- und Führungskräfte, die Ansiedlung weiterer Niederlassungen global führender Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die Intensivierung des Wettbewerbs, die Optimierung der Rahmenbedingungen, der Abbau von Regulatorien und (Handels-) Hemmnissen sowie gezielte Anreize und Impulse. Um dies zu erreichen, sind alle Sektoren aufgerufen, entsprechende Workshops und Projekte durchzuführen und die Nutzeffekte anhand konkreter Anwendungen (vgl. 2)[2] nachzuweisen.

Beispielsweise kann das Gesundheitswesen aufzeigen, wie die Bevölkerung (v.a. die alternden «Digital Immigrants») befähigt und motiviert werden, persönliche «Health Records» (z.B. Evita[14], VitaClic[15] usw.) zu führen und ihre Daten den Leistungserbringern – und ab 2015 dem elektronischen Patientendossier ePD[16] – zwecks Verbesserung der Qualität und Effektivität sowie Senkung der Kosten im Gesundheitswesen differenziert, sicher und nachvollziehbar zur Verfügung zu stellen. Ohne einen flächendeckenden Effort wird «TeleMedCare» wohl noch für Jahre Wunschdenken bleiben.

Indem Transport-, Verkehrs- und Logistikbetriebe sowie Versorgungsunternehmen ihren Kunden intelligente und sichere Devices sowie Data Purses zur Verfügung stellen und ihre Dienste vernetzen, tragen sie zur Optimierung des Verhaltens ihrer Kundinnen und Kunden bei. «Smart Work» kann sofort realisiert und genutzt werden, indem die Arbeitsorganisation

mit einem hohen Anteil an Home-Office-basierten Leistungen angepasst wird. Gleichzeitig lassen sich dadurch die stetig steigenden Anforderungen und Ansprüche an die Mobilität reduzieren.

Als Voraussetzungen für die Akzeptanz vernetzter Online-Dienste und Interaktionen sind Kompetenz, Motivation, Sicherheit, Vertrauen, einfach zu bedienende Devices (z.B. iPhone, iPad) und intuitiv bedienbare Anwendungen (z.B. Apps) von zentraler Bedeutung. Damit diese

Themen im Rahmen der formalen Aus- und Weiterbildung systematisch behandelt werden, müssen sie Eingang in die Lehrpläne finden[17]. Die adressatengerechte Information der Zielgruppen muss verbessert und die Kommunikation über möglichst viele Kanäle intensiviert werden. Anbieter, Intermediäre und Anwender sind mittels attraktiver Geschäftsmodelle, Anreize und Incentives zu motivieren, ihr Verhalten zu ändern und zur bestmöglichen Ausschöpfung der Potenziale beizutragen.

## 4 Wichtigste Ergebnisse des Workshops

### 4.1 Einleitung

Mit dem Cloud Computing Workshop 2012 am 12./13. April 2012 bei IBM Research - Zürich hat die Themenplattform ICT[18] der SATW das Ziel verfolgt, Expert/innen aus verschiedenen Bereichen zusammenzuführen und wichtige Aspekte des Cloud Computing aus Sicht des Standorts Schweiz zu identifizieren und zu diskutieren. Zu diesem Zweck wurden die Teilnehmenden anhand zahlreicher Beiträge mit den Sichtweisen der Anwender/innen, der Wissenschaft sowie der Anbieter von Lösungen und Leistungen konfrontiert. Zu jeder Sichtweise wurde anschliessend eine Diskussionsrunde durchgeführt. Zum Abschluss des Workshops wurden

die Ergebnisse in einer Gap-Analyse und der Diskussion von Empfehlungen konsolidiert.

Aus der Fülle identifizierter und diskutierter Aspekte wurde eine Selektion und Priorisierung bezüglich der Sektoren unserer Volkswirtschaft und der thematischen Schwerpunkte vorgenommen. Die Ergebnisse bilden Gegenstand der folgenden Ausführungen.

Für 2013 sieht die Themenplattform ICT der SATW weitere Aktivitäten vor, um die Diskussion in Workshops zu vertiefen und auf weitere Sektoren auszudehnen. Zudem sollen die Erkenntnisse einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden.

### 4.2 Trusted Data Cloud

«Trusted Data Cloud» ist ein Begriff, der abhängig vom Betrachter – Nutzer oder Anbieter eines Cloud-Services – unterschiedliche Bedeutungen, Sichten und Merkmale haben kann. Wird etwa die Gruppe der Anwender betrachtet, so kann diese in Privatpersonen und juristische Personen unterteilt werden. Bei Privatpersonen ist es oft der Fall, dass speziell via «Social Media»-Cloud-Dienste (Facebook, LinkedIn, Xing etc.) persönliche Daten und Informationen ins Internet gestellt werden. Viele Nutzer machen sich kaum Gedanken über den Datenschutz und überlegen sich kaum, was alles mit ihren Daten geschehen kann.

Bei juristischen Personen und deren Nutzung von Cloud-Services bestehen andere Voraussetzungen:

- Ein Unternehmen ist von Gesetzes wegen verantwortlich für die Einhaltung von Recht, Datenschutz und Compliance.
- Ein Unternehmen unterliegt, abhängig von seiner Branche, regulatorischen Einflüssen.
- Bei Unternehmen sind Personen-, Produkt-, Finanzdaten etc. Teil ihres Geschäfts und

können bei falscher Handhabung, Kriminalität oder Verlust zu erheblichen Geschäftsrisiken führen.

«Trusted Data Cloud» für juristische Personen bedeutet, dass sie bei der Nutzung von Cloud-Services nebst strategischen und operativen Faktoren einige für sie gültige gesetzliche und regulatorische Rahmenbedingungen zu berücksichtigen haben. Die meisten dieser Rahmenbedingungen sind auch bei «traditionellen» Outsourcing-Vorhaben zu berücksichtigen.

Für Anbieter von «Trusted Cloud»-Services bildet dies einen Teil oder den Kern ihres Geschäftes. Damit sie in ihrem Kerngeschäft erfolgreich sein können, müssen sie:

- Treuhänder in der Verwaltung der Daten ihrer Kunden sein,
- Services anbieten, die den gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen ihrer Kunden entsprechen,
- ein Sicherheitsmanagement-System implementiert haben, das die logische, organisatori-

sche und physische Sicherheit ihrer Angebote sicherstellt,

- über ein standardisiertes, flexibles und automatisiertes Service-Portfolio verfügen, das individuell und mit entsprechender Sicherheit auf die Bedürfnisse ihrer Kunden angepasst werden kann.

#### Was zeichnet «Trusted Data Cloud» aus?

Die Grundlagen für «Trusted Data Cloud» bilden:

- Standardisierungen der IC-Technologie, der Prozesse, der Interoperabilität, der Konnektivität und der Service-Portfolios,
- ein umfassendes IT-Sicherheitsmanagement-Konzept (vom Endgerät über das Internet zum Service-Provider bis zum Betrieb und zur Sicherheit des Rechenzentrums),
- bei einem Geschäftsmodell mit mehreren involvierten Parteien ein durchgängiges und abgestimmtes Betriebs- und Sicherheitskonzept,
- ein vertrauenswürdiger und nachhaltiger Service-Provider,
- die Schaffung und Einhaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen.

Damit Cloud-Service-Anbieter auf der Basis dieser Grundlagen ihre Dienste anbieten – und

damit Vertrauen schaffen – braucht es einerseits Richtlinien für

- vertragliche Aspekte, Recht, Datenschutz und Compliance,
- die Standardisierung von Technologien, Prozessen und Interoperabilität,
- Sicherheitskonzepte und die Implementierung von Sicherheitsmanagement-Systemen,
- Governance, Betriebsmodelle und Service-Management,
- vertrauliche und nachhaltige Service-Provider.

Für «Trusted Data Cloud» braucht es andererseits auch vertrauenswürdige Institutionen und Organisationen, welche

- die Kompetenz haben, Richtlinien zu erstellen;
- die fachliche Kompetenz haben, die Einhaltung solcher Richtlinien zu qualifizieren und zu prüfen (Audits);
- die Kompetenz haben, Angebote zu zertifizieren.

Durch eine auf Bundesebene erteilte Akkreditierung kann zusätzlich Vertrauen in solche Institutionen und Organisationen geschaffen werden.

### 4.3 Cloud-of-Clouds

Die exponentielle Zunahme der Anzahl von Cloud-Service-Providern und die Diversität ihres Service-Portfolios bietet den aktuellen und künftigen Cloud-Service-Nutzern die Möglichkeit, die ihren Anforderungen am besten entsprechende Lösung zu wählen. Allerdings gehen die Wahlmöglichkeiten einher mit verschiedenen Gefahren im Zusammenhang mit der Nutzung von Cloud-Computing-Services, insbesondere in puncto Datenschutz, steigende Komplexität und Herstellerabhängigkeit (vendor lock-in). Spezielle Beachtung ist zudem auf die Interoperabilität und Portabilität zu richten. Cloud-Services schränken die Kunden vielfach auf eine einzige Cloud-

Infrastruktur bzw. -Plattform oder einen bestimmten Service ein und behindern dadurch die Portabilität von Daten oder Anwendungen.

Darüber hinaus führt der Konkurrenzkampf mächtiger Vendors wie Amazon, Google, Salesforce usw. um die Marktbeherrschung dazu, dass sie wenig Bereitschaft zeigen, allgemein akzeptierte Standards zu akzeptieren und ihre eigenen, proprietären, oft inkompatiblen Formate durchsetzen wollen. Dieses Vorherrschaftsbestreben verstärkt den Vendor Lock-in-Effekt und beeinträchtigt den Wettbewerb, was insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) abschrecken kann, Cloud-

Dienste zu nutzen. Die Europäische Agentur für Netz- und Informationssicherheit ENISA und die Europäische Kommission sehen im Vendor Lock-in-Problem ein hohes Risiko, das Cloud-Infrastrukturen eigen ist. In Anbetracht der Heterogenität der aus dem Kampf um Vorherrschaft resultierenden Lösungen ist es äusserst schwierig und kompliziert sicherzustellen, dass die betreffenden Cloud-Services sowohl einzeln als auch im Zusammenspiel mit anderen Services funktionieren.

Bei der Lösung dieses komplexen Problems spielen Cloud-Broker und -Integratoren eine wichtige Rolle, indem sie Brücken für Cloud-Service-Nutzer und -Providers schlagen. Häufig implementieren Cloud-Broker nicht nur den Service eines Cloud-Providers, sondern erweitern ihn durch die Bereitstellung zusätzlicher Layers für Sicherheit, Server-Management usw. Sie beraten die Anwender bei der Wahl der Komponenten und bei der Migration von Daten oder Anwendungen auf eine neue Plattform. Cloud-Broker brechen das Cloud-Service-Deployment-Modell auf und schaffen somit Dienste, die als «Cloud of Clouds» bezeichnet werden können.

Gartner zufolge kann ein Cloud-Broker aus Software, Anwendungen, Plattformen oder einem Paket von Technologien bestehen, die der Erweiterung der über eine Cloud verfügbaren Basis-Services dienen. Unter «Erweiterung» werden Zugangsverbesserungen, Integrations- oder auch vollkommen neue Services verstanden. Als *Intermediäre* tätige Cloud-Broker können das Basis-Service-Funktionsspektrum erweitern, indem sie es um zusätzliche wertschöpfende Optionen ergänzen. Ein Broker kann ein zugrunde liegendes «Cloud-Ökosystem» z.B. um Zusatz-Services wie ein sicheres Gateway, Zugriffsmanagement, Service-Überwachung, Verschlüsselung sensibler Daten oder die Implementierung von standardisierten Anwendungs-Schnittstellen (application programming interfaces, API) erweitern.

Mit einer *Aggregation* könnten Cloud Computing-Services zu virtuellen Diensten kombiniert werden, was einem einheitlichen Blick auf die breite Service-Landschaft dient.

Durch die gemeinsame Nutzung bestimmter Cloud-Services von verschiedenen geografischen Standpunkten aus könnte beispielsweise das mit mehreren Standorten verbundene Risiko minimiert werden. Die Aggregation von Cloud-Services in verschiedenen Netzwerk-Silos, die über unterschiedliche Wide Area-Netzwerke (WAN) verteilt sind, könnte dazu beitragen, Risiken wie Performance-Schwankungen, Datentransfer-Engpässe, mangelnde Systemverfügbarkeit und -zuverlässigkeit etc. zu reduzieren. Durch die Bereitstellung redundanter und nahtloser Ausfallsicherheitslösungen kann zudem das Risiko bezüglich Zuverlässigkeit bis zu einem gewissen Grad reduziert werden.

Alternativ zum Konzept des Cloud-Brokers wird gegenwärtig diskutiert, wie das Modell von Community Clouds zur Lösung von Interoperabilitätsproblemen beitragen kann. Community Clouds (z.B. Government Clouds, G-Clouds)[19] könnten auch ein gemeinsames Datenmodell sowie ein gemeinsames Architekturmodell mit klar definierten, standardisierten Schnittstellen zur Überwindung der verschiedenen API von Cloud-Services definieren. Obwohl die unterschiedlichen Sektoren, Wirtschaftszweige und Unternehmen spezifische Anforderungen haben, die eingehalten oder erfüllt werden müssen, stehen Community Cloud-Lösungen z.B. für Behörden, das Bildungs- und Gesundheitswesen usw. zur Verfügung, die als «Hybrid Clouds» private und öffentliche Cloud-Lösungen verbinden. Kapitel 6.1 befasst sich mit verschiedenen Community Cloud-Ansätzen im Bereich der Bildung und Forschung.

Als weitere Option sei die *Arbitrage* erwähnt, d.h. die Flexibilität, unter verschiedenen Anbietern von Cloud-Services, welche die erforderlichen Spezifikationen erfüllen, frei zu wählen und von einem Anbieter zum anderen zu migrieren. Dank der Arbitrage ersparen die Broker den Cloud-Services-Nutzern nicht nur die Bezahlung (zu) hoher Gebühren, sondern spielen auch eine wichtige Rolle im Kosten/Nutzen-Wettbewerb.

Auch trägt die Arbitrage dazu bei, die mit einem Vendor-, Software- oder Daten-Lock-in

verbundenen Risiken zu verringern.

## 4.4 Standards und Richtlinien

### Warum braucht Cloud Computing Standards und Richtlinien?

Cloud Computing – das neue Web-basierte ICT-Sourcing-Modell für Unternehmen, ergänzt mit neuen, innovativen Cloud-Services auch für die private Nutzung – basiert auf neuen technischen Konzepten sowie neuen Geschäfts- und Vertriebsmodellen. Es unterscheidet sich vom klassischen Outsourcing im Wesentlichen dadurch, dass

- für Anwender primär Web-basierte ICT-Services im Vordergrund stehen und weniger die Technologie;
- durch neue Lösungs-Designs die Nutzung der ICT viel flexibler, modularer, mobiler und auch kostengünstiger wird;
- Cloud-Dienste «shared services» sind, die auf einem Volumen-basierten Geschäftsmodell aufbauen;
- durch die Modularisierung und Standardisierung der Cloud-Services das ICT-Geschäft zu einem «commodity business» wird.

Mit dieser grundlegenden Transformation in der ICT stellen sich viele Fragen, wie z.B.

- Welche Auswirkungen haben Cloud-Services auf mein Unternehmen?
- Welche Chancen und Risiken habe ich bei der Nutzung von Cloud-Services?
- Wie lautet die Gesetzgebung? Welche Rechte und Pflichten habe ich als Unternehmen, als Service-Anbieter? Worauf muss ich als Provider von Cloud-Services speziell achten?
- Wie und auf Basis welcher Kennzahlen kann ich die Service-Qualität messen und beurteilen?
- Was muss ich als Privatperson bei der Nutzung von Cloud-Services beachten?
- Wie beeinflussen mich Cloud-Services als ICT-Anbieter?

- Wie gehen wir mit der Vermischung von privaten und geschäftlichen ICT-Gewohnheiten um?

Damit ein breit abgestütztes Verständnis für Cloud Computing entstehen kann und die gestellten Fragen beantwortet werden können, braucht es Standards und Richtlinien für Anwender sowohl aus Sicht von Privatpersonen als auch aus Sicht von Unternehmen.

### Standards und Richtlinien aus Sicht Privatpersonen

Aus Sicht von Privatpersonen werden, basierend auf Cloud Computing-basierten Diensten wie Facebook, Google Docs, IQ, Mailsysteme, Xing usw. umfangreiche Daten und Informationen im Internet abgelegt und verwaltet. Die meisten Anwender/innen sind sich dabei kaum bewusst, was sie in Bezug auf Datenschutz, Malware, Spam, Zugriffsschutz sowie der (unbeabsichtigten) Verbreitung von Daten und Inhalten zu beachten haben, und welche Konsequenzen aus dem Missbrauch ihrer Daten entstehen können. Für diese Zielgruppe braucht es deshalb Standards und Richtlinien hinsichtlich

- Zugriffsschutz, Spam, Malware;
- Schutz von Daten und Inhalten;
- Missbrauch von Daten und Inhalten.

### Standards und Richtlinien aus Sicht Unternehmen

Aus Sicht von Unternehmen und deren Nutzung von Cloud-Services sind Voraussetzungen zu beachten bezüglich

- gesetzliche Verantwortlichkeiten bezüglich Recht, Datenschutz und Compliance;
- Abhängigkeit von regulatorischen und branchenspezifischen Einflüssen;
- in Unternehmen sind Personen-, Produkt-, Finanzdaten usw. Teil ihres Geschäfts und können bei falscher Handhabung, Kriminalität



oder Verlust zu erheblichen Geschäftsrisiken führen.

Die meisten dieser Voraussetzungen sind auch beim «traditionellen» Outsourcing zu berücksichtigen. Damit Unternehmen ihre Risiken und unternehmerischen Einflussfaktoren beurteilen und abschätzen können, sind sowohl generelle als auch branchenspezifische Standards und Richtlinien nötig.

Generelle Standards und Richtlinien für Unternehmen dienen der Beurteilung von

- Qualität von Cloud-Services und von deren Anbietern,
- Inhalt und Umfang von Cloud-Service-Verträgen (Service Level Agreements, SLA),
- Integration und Nutzung von Cloud-Services,
- rechtlichen und fiskalischen Fragen,
- Risiken, Compliance, Governance.

Branchenspezifische Standards und Richtlinien für die Evaluation und Nutzung von Cloud Computing-basierten Services sind insbesondere für folgende Sektoren angezeigt:

- Öffentliche Hand (E-Government), öffentliche Auftragsvergaben
- Banken und Finanzinstitute, Versicherungen
- Gesundheitswesen (E-Health, elektronische Patientendossiers (ePD), Personal Health Records, TeleHealthCare, ...)
- Institutionen der Aus- und Weiterbildung
- Transport-, Verkehrs- und Logistikwesen, Versorgungsbetriebe usw.

### **Standards und Richtlinien aus Sicht Service Provider**

Für Anbieter und Betreiber gehören Cloud-Services zu ihrem Kerngeschäft, mit dem sie am Markt erfolgreich sein wollen. Ein erfolgreiches Cloud-Services-Portfolio zeichnet sich durch Modularisierung und Standardisierung sowie hohe Automatisierung aus. Damit ihre

Cloud-Services und deren Servicequalität für ihre Kunden als einfacher, besser und transparenter wahrgenommen werden, sind bezüglich Ausgestaltung, Nutzung, Betrieb und Nachhaltigkeit Standards und Richtlinien hilfreich.

Im Bereich des Betriebs kann auf bestehende Standards zurückgegriffen werden, z.B. auf

- ISO 2001, ISO 2002, ISO 27001, ISO 27002
- ITIL, COBIT, Coso, PS, SOX
- SAS 70, IASE 4301, ISA 402 etc.

Diese sagen jedoch nur bedingt etwas über die Servicequalität aus, weil dafür das Betriebsmodell, die Lösungsarchitektur, branchenspezifische Regulierungen und die Integrationsfähigkeit mit einbezogen werden müssen. Dazu werden Richtlinien für Betriebsmodelle, Lösungsarchitekturen, Cloud Software-Entwicklung und Interoperabilität benötigt. Damit ganzheitliche Aussagen über die Servicequalität gemacht werden können, braucht es Standards und Richtlinien für die Qualifizierung und Zertifizierung von Cloud-Services sowie Regeln zur Akkreditierung von Auditoren.

Für die Bereiche Nutzung und Nachhaltigkeit dienen

- Standards für Verträge (Recht, vertragliche Aspekte, Datenschutz, Compliance),
- Richtlinien für Governance und Servicemanagement,
- Richtlinien zur Sicherstellung der Nachhaltigkeit von Cloud-Services und -Providers,
- Standards für die Zertifizierung der Servicequalität.

EuroCloud Swiss, der schweizerische Fachverband für Cloud Computing, hat 2012 den CH-Leitfaden «Cloud Computing Risk & Compliance» erstellt und publiziert. Weitere Guidelines sind in Kooperation mit andern Verbänden in Arbeit.

## 4.5 Vorbildfunktion einer Government Cloud

Behörden sehen sich in ihrer IT-Adaption als «follower», nicht als «first mover». Die Erstellung der Cloud-Strategie[20] 2012 für Behörden wurde gemeinsam von Industrie und Behörden über alle föderalen Ebenen entwickelt; sie ist damit breit abgestützt. Die beteiligten Behörden sehen im Einsatz von Cloud Computing die Möglichkeit, die Umsetzung der E-Government-Strategie Schweiz[21] voranzubringen und die Effizienz und Flexibilität zu erhöhen. Gerade in den föderalen Strukturen mit etwa 2'500 Gemeinden und weiteren rund 1'500 Behörden schweizweit kann Cloud Computing die Handlungsfähigkeit der einzelnen Behörde wesentlich erhöhen, indem Leistungen einfach und medienbruchfrei angeboten werden, ohne dafür wesentliche Investitionen zu tätigen.

Wie bei jedem Outsourcing sind dabei die Risiken zu beachten. Die Erbringung der Leistungen wird an einen Service Provider ausgelagert, von welchem die Behörde abhängig wird. Auch wenn die Komplexität des Gesamtsystems bei Wiederverwendung bestehender Leistungen eher abnimmt, erhöht sich diese aus der Sicht jeder einzelnen Behörde vorerst.

Dank dem Einsatz von Cloud Computing hat das Bundesamt für Landestopografie swisstopo seinen bekannten und beliebten Service [www.geo.admin.ch](http://www.geo.admin.ch) mindestens von aussen betrachtet problemlos für alle frei zugänglich gemacht (vgl. 2.2). Die Elastizität, wie sie Cloud-Services bei erhöhtem Leistungsbedarf bereitstellen, hätte in diesem Fall mittels traditioneller ICT nur zu wesentlich höheren Kosten realisiert werden können. Von den Behörden wird aber auch höchste Sorgfalt im Umgang mit Personendaten erwartet. Und spätestens dann, wenn private Infrastrukturen in Krisen- oder Konfliktsituationen versagen, müssen die Infrastrukturen der Behörden einspringen können.

Aus diesem Grund wägen Schweizer Behörden den Einsatz von Cloud Computing sorgsam ab. Wenn allerdings «sogar» Behörden mit ihren spezifischen Herausforderungen

Cloud-basierte Dienste einsetzen, steht einem entsprechenden Einsatz in der Privatwirtschaft sowie in anderen Sektoren (Bildung, Gesundheit, Energie, Transport, Verkehr usw.) wohl kaum etwas entgegen. Zweck der Cloud-Computing-Strategie[22] für die Schweizer Behörden ist, die Chancen eines Cloud-Einsatzes und den Umgang mit den Herausforderungen zu adressieren.

Die Vision der Cloud-Strategie benennt drei Punkte:

**Die Behörden nutzen Cloud-Angebote.** Die Schweizer Behörden und ihre ICT-Leistungserbringer nutzen im Rahmen der gesetzlichen Grundlagen für die ICT-Unterstützung ihres Geschäfts Cloud-Dienste, wenn diese betriebswirtschaftlich vorteilhaft und angemessen sicher sind.

**Die Behörden bieten Verwaltungsleistungen als Cloud-Dienste an.** Die Schweizer Behörden stellen den Verwaltungen und der Öffentlichkeit, wo dies wirtschaftlich vertretbar ist und für die Kunden einen Mehrwert bringt, ihre Leistungen in Form von Cloud-Diensten zur Verfügung.

**Government Cloud für erhöhten Sicherheitsbedarf.** Für Daten und Anwendungen, welche einem erhöhten Sicherheitsbedarf genügen müssen, nutzen die Behörden dedizierte Government Cloud-Dienste, die in Form von Community Clouds bereitgestellt werden.

In der Strategie fallen einige Punkte auf. So soll – wie in den USA – der Grundsatz «cloud first» gelten, wonach bei Neuentwicklungen und Anschaffungen systematisch geeignete Cloud-Angebote geprüft werden. In Diskussionen spielt auch der Grundsatz «Nationale Souveränität» eine relevante Rolle: Kritische Verwaltungskernprozesse müssen innerhalb einer dem Schutzbedarf entsprechenden Frist im Inland angeboten werden. Zudem müssen kritische Datenbestände im Inland gesichert werden. Die weiteren Grundsätze stehen für eine gute Sourcing-Strategie, wie sie auch für Unternehmen gelten.

Der Einsatz von Cloud-Services in Behörden wird mit fünf Stossrichtungen und entsprechenden Massnahmen explizit gefördert:

- Förderung des verantwortungsvollen Cloud-Einsatzes
- Anpassung der rechtlichen Grundlagen
- Aufbau von dedizierten Cloud-Angeboten für die Behörden
- Aufbau von Cloud-Angeboten für Private und Wirtschaft
- Zusammenarbeit mit der Wirtschaft und dem internationalen Umfeld

Die Umsetzung der Cloud-Computing-Strategie der Schweizer Behörden wird durch das priorisierte Vorhaben Cloud-Computing vorangetrieben. Die Standardisierungsorganisation eCH stellt Standards und Hilfsmittel bereit. Für Kernaufgaben der Behörden werden Cloud-Lösungen typischerweise von andern Behörden angeboten[23]. Für Informationsaufträge von Behörden (z.B. swisstopo) können Behörden der Öffentlichkeit explizit auch Cloud-Dienste anbieten. Für die Erledigung von Führungs- und Unterstützungsaufgaben sollen Behörden Cloud-Dienste sourcen.

## 4.6 Cloud für Bildung und Forschung

Ein Blick auf den Bildungs- und Forschungssektor der Schweiz zeigt ein breitgefächertes und vielfältiges Szenario. Das «K-12»-Segment besteht hauptsächlich aus vielen kleinen bis mittelgrossen Institutionen in einem hochgradig fragmentierten Regulatorien- und Finanzierungskontext. Am anderen Ende des Spektrums befinden sich mit den kantonalen Universitäten und den beiden ETHs zwei grosse Organisationen mit dementsprechenden Budgets, einer starken Tradition in der Nutzung von ICT und dem Anspruch, auf internationaler Ebene konkurrenzfähig zu sein.

### Vielschichtige Anforderungen

Diese Unterschiede müssen berücksichtigt werden, wenn wir die Eignung von Cloud Computing-Technologien für diesen Sektor beurteilen wollen. Trotz aller Unterschiede gibt es Bereiche, in denen ein gemeinsamer Ansatz vielversprechend erscheint. So könnte beispielsweise der gesamte Sektor von einer gemeinsamen *Identity-and-access-management (IAM)*-Infrastruktur oder einem *Portfolio-Management-System* zur Verwaltung von Bildungszertifikaten profitieren. Ein solcher Service könnte die Übergänge zwischen verschiedenen Lernstadien reibungsloser gestalten und der Idee von *lebenslangem Lernen* dienen.

Eine nationale, auf die Anforderungen von Bildung und Forschung ausgerichtete Cloud-

Infrastruktur könnte aus folgenden Gründen die Investitionstätigkeiten vorantreiben und die Kapital- und Betriebskosten senken:

- Auch wenn Universitäten Private Clouds einrichten und betreiben, ist es wahrscheinlich, dass diese stärker von Unternehmens-IT-Vendors und Traditionen beeinflusst werden als von Cloud-Infrastrukturen branchenspezifischen Massstabs. Sie werden die Bereitstellung von virtuellen Maschinen (VMs) rationalisieren, aber viele der Kostenvorteile einer grösser angelegten Cloud-Infrastruktur nicht nutzen können; vor allem werden ihnen die Vendors vermutlich Gebühren für vollintegrierte Systeme zum «Unternehmenslösungstarif» mit Rundum-Support berechnen. Letzteres wird in Kapitel 6.1 thematisiert, in dem erläutert wird, dass Hochschuleinrichtungen sich an Vendors wenden könnten, die ihnen «schlüsselfertige» Lösungen für Private, Virtual Private oder Managed Private Clouds verkaufen, wobei allerdings wahrscheinlich viele der Kosten- und Flexibilitätsvorteile verloren gehen.

- Die Forschung ist in zunehmendem Masse datengesteuert, und vom Bereich Digital Humanities über wissenschaftliche Entdeckungen bis hin zur Analytik gewinnen grosse Datenmengen immer mehr an Gewicht. Diese datengesteuerten Systeme unterscheiden sich wesentlich vom High Performance Computing (HPC), bei dem der Fokus auf Rechenaktivität

ten liegt. Es ist wahrscheinlich, dass Daten-Clouds auf neuen Spezialplattformen eingerichtet werden, die extra für die datengesteuerte Wissenschaft und Forschung optimiert sind und deshalb erheblich weniger Strom verbrauchen als konventionelle HPC-Plattformen.

- Sowohl in der Schweiz (z.B. EPFL und [go-math.ch](http://go-math.ch)) als auch international (Coursera, ein Konsortium aus 16 hochkarätigen Universitäten, edX, Minerva, der Khan Academy, Straightline, der University of the People und Udacity) setzen sich MOOCs (Massive Open Online Courses) immer mehr durch. Das wachsende Angebot an Online-Sekundär- oder Tertiärausbildungskursen, die kostenlos über das Internet zur Verfügung stehen und auf sehr grosse Studierendenzahlen zugeschnitten sind, wird noch so manche Vorstellung von Hochschulausbildung in Frage stellen. Dieses Thema geht zwar über den Rahmen dieses White Papers hinaus, doch es ist wichtig, die damit verbundenen Auswirkungen an dieser Stelle zu bedenken, da viele – wenn nicht sogar der Grossteil – dieser Kurse über Daten-Clouds laufen werden.

### **Besondere Anforderungen im Bereich Bildung und Forschung**

Die Schweizer Wissenschafts-Community war beim Workshop gut vertreten, sowohl von Seiten der Wissenschaftler als auch durch ICT-Organisationen. Sowohl bei den Präsentationen als auch bei den anschliessenden offenen Diskussionen wurden viele Aspekte zum Potenzial von Cloud Computing angesprochen, aber auch verschiedene Punkte, die gegenwärtig als Hemmnisse gesehen werden:

- Die akademischen Einrichtungen sehen im Cloud Computing eine effiziente Art des Betriebs von ICT-Systemen und investieren für ihren jeweiligen Campus in *Private-Cloud-Infrastrukturen* (vgl. Kapitel 1.4 und Abbildung 1 sowie Kapitel 1.5 und Tabelle 5). Diese Private Clouds werden als potenziell attraktives Modell für künftiges HPC (High Performance Computing) und/oder Lösungen mit hoher Durchsatzleistung angesehen. Ausserdem gibt es Bemühungen zur Schaffung institutionenübergreifender «föderaler» *Private Clouds*.

- Das *Management wissenschaftlicher Daten* in digitaler Form wird als signifikantes und langfristiges Problem für die wissenschaftliche Forschung angesehen. Die wissenschaftliche Community insgesamt muss nicht nur Richtlinien für das Data-Life-Cycle-Management entwickeln, sondern auch Mechanismen für die nachhaltige langfristige Archivierung von Informationen. Diese müssen sowohl finanziell nachhaltig gestaltet sein als auch im Hinblick darauf, dass sie verschiedene Datenformate überdauern und die Nachvollziehbarkeit der Daten für andere Wissenschaftler gewährleisten müssen. Cloud Computing-Technologien können die kosteneffiziente Speicherung und Verarbeitung grosser Datenmengen erleichtern. Allerdings wird es als hochgradig problematisch angesehen, dass die meisten grösseren Cloud-Providers, die es derzeit gibt, nicht der in der Schweiz geltenden Kontrolle und öffentlichen Governance unterliegen. Im Workshop fand die Idee einer «*Trusted Data Cloud*» für die Schweiz breiten Anklang.

- Die Wissenschaft möchte die «*Weiterentwicklung des Stands der Technik*» in Sachen Cloud Computing auf vielen Ebenen unterstützen, z.B. durch Verbesserung der zugrundeliegenden Hardware-Architektur, Entwicklung neuer Arten skalierbarer Daten-/Knowledge-Management-Tools, eigene Beiträge zur Förderung der Datacenter-Vernetzung etc. Der *Zugang zu Cloud-Infrastrukturen auf «Provider»-Level* (d.h. nicht als einfache Benutzer standardisierter Angebote) würde ihnen helfen, durch Experimentieren Erfahrung und durch bedarfsgerechte Validierung ihrer Ideen Glaubwürdigkeit zu erlangen, und neue Wege für die Nutzung von Ergebnissen für eine breiter angelegte (und möglicherweise kommerzielle) Anwendung eröffnen.

- Die wissenschaftlichen Institutionen stehen gegenwärtig unter einem gewissen «*Kommodifizierungs*»-Druck durch industriell angebotene Cloud-basierte Services von guter Qualität und zu – zum Teil – unschlagbaren Preisen, z.B. E-Mail- und Kalendersysteme, individuelle Speicher- und File-Sharing-Dienste etc. Da viele Wissenschaftler und Dozenten diese Services bereits privat nutzen, ist die Versuchung gross,

sie auch zur Optimierung ihrer beruflichen Leistung zu nutzen. Dies wirft eine Reihe von regulatorischen, rechtlichen, Verantwortungs-, Sicherheits- und Kontrollproblemen auf, nicht zuletzt deshalb, weil fast alle dieser Dienste von Anbietern betrieben werden, die nicht der schweizerischen Gesetzgebung und Rechtsprechung unterliegen.

- Die Wissenschaft entdeckt kommerzielle Cloud Computing-Dienste für intensive oder moderne Anwendungsformen, die für sie mit anderen Mitteln schwierig zu erreichen sind. Allerdings ist das «Pay-per-use»-Modell zusätzlich zu den genannten rechtlichen bzw. Kontrollproblemen kaum vereinbar mit den etablierten Modellen, die den Wissenschaftlern für die Bereitstellung ihrer Rechenressourcen zu Verfügung stehen. Auch Kosten- und Performanceprobleme im Zusammenhang mit der Übertragung grosser Datenmengen zu bzw. von externen Clouds geben Anlass zu Besorgnis.
- Ein Klassifizierungssystem bezüglich der Anforderungen akademischer Institutionen ist erforderlich, das die Differenzierung zwischen HPC und Durchsatz-Anforderungen berücksichtigt.

Allgemein kann festgestellt werden, dass Universitäten, Forschungs- und Hochschuleinrichtungen gleichermassen gut positioniert sind, um von Cloud Computing zu profitieren. Ausserdem besitzen sie in der Regel ausreichende Konnektivität für die Nutzung extern angesiedelter Cloud-Infrastrukturen.

## 4.7 Marktentwicklung

Als modernes ICT-Sourcing-Modell und als Technologie ist Cloud Computing bei den «Techies» (ICT-Verantwortliche, -Betreiber, -Fachkräfte usw.) längst angekommen. Angesichts der zahlreichen Vorteile und Möglichkeiten beschäftigen sie sich damit, weil dies zu ihrem Job gehört. Viele haben bereits erfolgreich Lösungen implementiert und nutzen Cloud-Dienste geschäftlich sowie in anderen Kontexten (vgl. 2). Doch noch schrecken viele vor der «Cloud» zurück, sei es aus Bedenken

### **Besondere Anforderungen im primären und sekundären Bildungsbereich («K-12»)**

In der primären Bildung tätige Einrichtungen sind relativ klein, und Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) spielen eine relativ geringe Rolle bezüglich Infrastruktur, Lernangebot, Anwendung und Komplexität, obwohl in den letzten zehn Jahren erkennbare Fortschritte erzielt wurden. Computer und das Internet sind zwar inzwischen in die Klassenzimmer und viele Verwaltungsabläufe eingebunden, doch deren Anschaffung und Unterhalt werden insbesondere von kleinen Schulen häufig als Belastung angesehen.

Schulen könnten von SaaS (Software as a Service) anstelle teurer und komplexer eigener IT profitieren, die auf benutzerfreundlichere, weniger wartungsintensive Geräte setzt und Zugriff auf zumeist Web-basierte Cloud-Anwendungen bietet.

Es muss unbedingt sichergestellt sein, dass solche Dienstleistungen so angeboten werden, dass die Privatsphäre und Sicherheit der Nutzenden und ihrer Daten gewährleistet ist. Obwohl die Nutzung von Cloud Computing diesbezüglich gewisse Risiken birgt, bietet sie doch auch viele Opportunitäten zur Verbesserung der Sicherheit im Vergleich zur gegenwärtigen Situation – solange den Anbietern von Cloud-basierten Diensten vertraut werden kann, dass sie verantwortungsvoll mit den Daten ihrer Kunden umgehen und modernste Sicherheitsverfahren anwenden.

bezüglich Sicherheit, Integrierbarkeit, Abhängigkeit usw., sei es aus Bange um den Verlust an Kontrolle, Macht, Status – oder gar des Arbeitsplatzes und der Employability.

Anders sieht es in den Chefetagen des «Business» vieler Sektoren aus. Hier haben meist noch «Digital Immigrants»[24] (d.h. die vor ca. 1980 Geborenen) das Sagen, und wer nicht betont Technologie-affin ist, wird sich mit Cloud Computing kaum im Detail auseinan-

dersetzen, obwohl er/sie Devices und Dienste nutzt, die auf Cloud Computing basieren.

Wie in Kapitel 3 dargestellt, besteht noch zu wenig Interesse, Motivation und Druck, das volle Potenzial der ICT konsequent auszuschöpfen. Dies mag auch daran liegen, dass in vielen Organisationen die ICT-Budgets (noch) verkraftbar sind. Doch: wofür werden diese mitunter sehr bedeutenden Finanzmittel eigentlich verwendet, und herrscht in den Cheftagen darüber Transparenz?

In diversen Studien wurde festgestellt, dass rund zwei Drittel bis über 80 Prozent der ICT-Finanzmittel für Betrieb und Unterhalt aufgewendet werden, während lediglich rund 20 Prozent bis ein Drittel für neue Investitionen, Entwicklungen und Innovation bleiben. Das ist fatal, weil das Verhältnis idealerweise genau umgekehrt sein sollte. Mit Cloud Computing eröffnet sich jeder Organisation ein Sourcing-Modell, das dieser Idealvorstellung sehr viel näher kommt und diese ab sofort unterstützen kann. Bei optimaler Nutzung fallen nicht nur ICT-Investitionen weg, sondern es können massiv Kosten für Betrieb, Support und Personal eingespart bzw. anderweitig alloziert werden, z.B. für Forschung, Entwicklung, Innovation und Ausbau des Geschäfts.

Damit eine solche (Markt-)Entwicklung zustande kommt und sich durchsetzt, sind mehrere Voraussetzungen, Aktionen und Instrumente nötig:

**Überwindung des Kompetenzproblems.** Der Einsatz und die Nutzung von Cloud Computing (und generell von ICT) setzt entsprechende *Schlüsselkompetenzen bei Exponent/innen und Expert/innen* sowie *Mindestkompetenzen in der Bevölkerung* voraus. Diese müssen gefordert, systematisch erzeugt und «lifelong» gefördert werden.

**Behebung des Transparenzproblems.** Investitionen und Betriebskosten sind vielfach nicht optimal alloziert. Jeder Posten ist zu hinterfragen, indem innovative Modelle der Leistungserbringung und -nutzung sowie der Ressourcenallokation für Investitionen, Betrieb, Support und Personal kritisch geprüft werden.

**Sicherheit und Vertrauen.** Neuen IC-Technologien und Sourcing-Modellen darf nicht naiv begegnet oder gar blind vertraut werden. Zu hoch sind Risiken und Schadenpotenziale. Akteure und ihre Dienste müssen kritischen Prüfungen standhalten, indem sie die Einhaltung von Standards, Richtlinien, Zertifizierungen, Labels etc. nachweisen und sich periodisch prüfen lassen. Transparenz, auch bezüglich Interoperabilität und Portabilität von Daten und Anwendungen, Governance und Compliance zählen zu den Voraussetzungen.

**Fallbeispiele und Best Practice.** In jedem Sektor, jedem Anwendungsbereich laufen Projekte, entstehen innovative Ansätze, gibt es bereits hervorragende Lösungen zur Optimierung und Neugestaltung bestehender Geschäftsmodelle und -prozesse – bis hin zu völlig neuen Geschäftsmodellen. Diese müssen rasch und breit bekannt gemacht werden.

**Cloud Computing ist komplex.** Eine technologiebasierte Sicht hilft zweifellos, kann jedoch die nötige Gesamtopik (Markt, Geschäft, Recht, Technologie usw.) mit den jeweils spezifischen Aspekten (Nutzen, Wirtschaftlichkeit, Handhabbarkeit, Transparenz, Sicherheit usw.) nicht vermitteln. Eine ganzheitliche Betrachtung und Diskussion sowie ein aktiver Austausch zwischen Lösungsanbietern, Anwendern, Expert/innen und weiteren Marktteilnehmern trägt dazu bei, die Komplexität zu brechen und zu meistern.

In Cloud-Computing-Projekten wurde deshalb wiederholt ein «Competence Center Cloud Computing» gefordert. Angesichts der zahlreichen und interdisziplinären Aspekte wäre ein solches Center wohl rasch überfordert, weshalb offene Experten- und Marktplattformen und -netzwerke angestrebt und zum Teil bereits erfolgreich betrieben werden[25]. Deren Ziel ist es, mit gezielter Kommunikation die Wettbewerbsvorteile von Cloud Computing aufzuzeigen, Cloud Computing aus verschiedenen Perspektiven zu beleuchten, Entscheiden mittels geeigneter Hilfsmittel den möglichst einfachen und sicheren «Weg in die Cloud» aufzuzeigen und damit Cloud Computing-Projekte generell zu fördern.

## 5 Folgerungen für den Standort Schweiz

Dank der Digitalisierung von Daten, Informationen und Medien setzen sich die ICT in allen Sektoren und Anwendungsbereichen seit Jahren zunehmend durch, wenn auch unterschiedlich rasch. Neue Formen wie serviceorientierte Architektur (SOA) und Application Service Providing (ASP), neue Sourcing-Mo-

delle und Virtualisierung, hohe Anforderungen bezüglich Leistungsfähigkeit, Sicherheit, Standardisierung, Automatisierung, Kosteneffizienz und limitierte Budgets haben zu neuen Formen der Organisation und Leistungserbringung wie Grid Computing und Cloud Computing geführt.

### 5.1 Cloud Computing setzt sich durch

Ohne «Cloud» lassen sich flexible, kostengünstige, performante und skalierbare ICT-Lösungen heute kaum noch vorstellen. Infrastrukturen, Plattformen, Dienste und Geschäftsprozesse werden «on-demand» aus der «Wolke» bezogen (vgl. Kapitel 1.4 und Abbildung 1 sowie Kapitel 1.5 und Tabelle 5), wobei sie meist nur nach Massgabe ihrer Beanspruchung bezahlt werden. Aufgrund der hohen Durchdringung der Informationsgesellschaft mit ICT-Geräten aller Art verfügt heute jede/r über mindestens ein persönliches «Device», bringt dieses mit («bring your own device», BYOD[26]) und nutzt es in möglichst jedem Kontext.

Dies bedeutet nicht nur eine grosse Herausforderung für die klassische IT und ihre Funktionsträger/innen, sondern eröffnet den «Business Lines» auch neue Möglichkeiten der Geschäfts- und Prozessoptimierung, Neugestaltung und Innovation. Dadurch entstehen mitunter auch völlig neue Geschäftsmodelle (Disruption). In diesem Zusammenhang ist bereits von der vierten industriellen Revolution[27] («Industrie 4.0») die Rede; entsprechende Hightech-Projekte werden durch staatliche Programme sowie durch Förderagenturen ge-

zielt gefördert. Unter diesem Aspekt ist es höchst wünschbar, dass vorbildliche Cloud-Projekte auch in der Schweiz diese Förderung erfahren, um die Verbreitung von Cloud Computing-basierten Lösungen zu stimulieren und die Nutzeffekte (Stichwort *Green IT*) auf breiter Front und innert nützlicher Frist zu realisieren.

Neben den ubiquitären «Public Clouds» werden auch dedizierte «Private Clouds», «Community Clouds» für spezifische Gemeinschaften sowie Mischformen («Hybrid Clouds») immer populärer[28]. In der Schweiz wurde 2011 die «Cloud Computing Strategie der Schweizer Behörden»[22] samt Massnahmenkatalog erarbeitet und durch den Steueraus Ausschuss E-Government am 24.10.2012 verabschiedet. Dies wird zweifellos Signalwirkung auf andere Sektoren ausüben, denn viele Ziele, Kriterien, Aufgaben und Dienste sind generisch und lassen sich auf andere Bereiche übertragen, ohne deren Eigenständigkeiten, Strukturen, Kulturen und Traditionen (oder gar den Föderalismus insgesamt) in Frage zu stellen – im Gegenteil: sie lassen sich in spezifische Umgebungen integrieren und nutzen.

### 5.2 Fokussierung auf Hochwertigkeit

Aufgrund ihrer spezifischen Situation (vgl. 3) ist die Schweiz dafür prädestiniert und darauf angewiesen, hochwertige Dienste, innovative Lösungen und Spitzenleistungen in ausgewählten Nischen zu erbringen. Auch im Bereich Cloud Computing sind deshalb Dienste

und Angebote mit hoher Wertschöpfung in Verbindung mit standortspezifischen Aspekten ins Auge zu fassen. Basisangebote machen nur dann Sinn, wenn sie in Kombination mit Diensten hoher Wertschöpfung zusätzliche Opportunitäten eröffnen und spezifische Be-

dürfnisse abdecken – und nicht in Konkurrenz zu bereits etablierten Lösungen von «Global Players» treten. Qualitativ hochstehende, sichere Dienste mit höchster Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit eröffnen Möglichkeiten, die höchsten Ansprüchen zu genügen vermögen.

Der Schweizer Markt ist technisch stark differenziert, und der Datenschutz für Informationen von Privatpersonen und Organisationen ist ausgeprägt. Die schweizerischen Regulatorien zählen weltweit zu den striktesten. Hinsichtlich der flexiblen Nutzung der «E-Economy» im Allgemeinen und von Cloud Computing im Speziellen besteht jedoch noch Optimierungspotenzial, indem die Rahmenbedingungen (z.B. traditionelle Strukturen, mangelnder Wettbewerb) verbessert und Hemmnisse (z.B. kantonale unterschiedliche Gesetzgebungen, Barrieren) abgebaut werden.

Zu den Voraussetzungen für Hochwertigkeit zählen aber auch optimierte Infrastrukturen (Höchstleistungs-Rechenzentren und -Netzwerke), Anstrengungen in der Aus- und Weiterbildung, Forschung und internationale Kooperation, Gewinnung der besten Talente und Ansiedlung von Institutionen der weltbesten Players. Die Verbesserung der Gesamteffektivität zählt in jedem Sektor und jeder Organisation zu den Oberzielen. Diese lässt sich meist nur durch den gezielten Einsatz moder-

ner, innovativer ICT-Lösungen erreichen – und dies wiederum setzt ein klares Bewusstsein hinsichtlich der Bedeutung der ICT und ihrer Nutzung voraus.

«Swiss Quality» steht für ein weltweit geschätztes und akzeptiertes Label. Die Erbringung qualitativ hochwertiger Lösungen und Leistungen sowie deren professionelle Vermarktung im Zusammenhang mit Cloud Computing gehört deshalb zur Agenda der Schweiz. Ein «Swiss Premium»-Label, basiert auf und garantiert durch hohe Standards, optimierte Verfahren, Zertifizierung, Audits und Akkreditierung, könnte die traditionellen Stärken des Standorts Schweiz durch Transparenz, Evidenz und Vertrauen weiter festigen.

Zu diesen Stärken zählt aber auch, dass die Schweiz – im Gegensatz zu anderen Volkswirtschaften – keine dirigistische Industriepolitik betreibt, sondern die Forschung, Entwicklung und Innovation sowie die Wahrnehmung der Möglichkeiten und Ausschöpfung der Potenziale den jeweiligen Sektoren und Akteuren überlässt. Die Kombination von liberaler Grundhaltung, sorgfältiger Wirtschafts- und Steuerpolitik, optimalen Rahmenbedingungen, Abbau von Hemmnissen und gezielten Incentives trägt massgeblich zur Standortattraktivität und Motivation für hochwertige Leistungen bei.

### 5.3 KMU-Land Schweiz

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie Kleinstbetriebe können von der Flexibilität und den Skaleneffekten des Cloud Computing ganz besonders profitieren, ihre Effizienz steigern und Finanzmittel für ihr Kerngeschäft einsetzen, anstatt in eigene IT-Umgebungen zu investieren. Um dies zu fördern, sind Unsicherheiten (z.B. bezüglich Sicherheit, Transparenz, Vertrauen, Interoperabilität und Portabilität) sowie Hemmnisse (z.B. unterschiedliche Gesetzgebungen und Vorschriften) abzubauen, indem die Informationslage für Unternehmer stark verbessert sowie Hilfsmittel, Standards und Zertifizierung gefördert werden.

Die Migration in Cloud-Umgebungen und die Benutzung von Cloud-Angeboten kann massgeblich beschleunigt werden, wenn sowohl generisch nutzbare Dienste als auch sektorspezifische Referenzprojekte auf breiter Basis bekanntgemacht und gefördert werden. Die Verbände als Interessenvertreter der KMU sind aufgerufen, ihre diesbezügliche Rolle und Verantwortung wahrzunehmen.

Dank der Konsolidierung und Migration der IT – weg von ineffizienten Kleinanlagen, hin zu optimierten Rechenzentren und «service-on-demand» – wird gleichzeitig eine ökologischere Nutzung der ICT auf breiter Front ge-



fördert (Green IT[13]). Dies bedingt jedoch nicht nur modernste, energie- und ressourcen-effiziente Data Centers und Netzwerke, sondern auch Führungsarbeit und Umdenken in den Sektoren, Organisationen und IT-Abteilungen: gerade letztere sind gegenüber Cloud Computing oft zurückhaltend eingestellt, sei es, um ihren Status Quo zu wahren, oder unter Aspekten wie Kontrollverlust, (Arbeitsplatz-) Sicherheit oder Unabhängigkeit.

## 5.4 Rechtliche Aspekte

Für das Cloud Computing sind nach schweizerischem Recht verschiedene rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten. Diese betreffen das Vertragsrecht, insbesondere die Verträge mit den Anbietern von Cloud-Diensten, den Datenschutz und die Datensicherheit, die Geheimhaltung und regulatorische Vorgaben. Dabei sind die rechtlichen Fragen differenziert zu betrachten, je nach Cloud-Service, Organisationsform des Cloud Computing (Public, Community oder Private Cloud), Art der betroffenen Daten oder etwa die Branchenzugehörigkeit des Nutzers.

### Vertragsrecht

Im Massengeschäft werden Cloud-Dienste zu nicht verhandelbaren Standardkonditionen angeboten. Ab einem bestimmten Vertragsvolumen oder, wenn der Kunde für den Anbieter als Referenz interessant ist, sind jedoch auch bei Cloud Computing-Verträgen Verhandlungen üblich.

Vertraglich klar zu definieren sind Inhalt, Umfang und Qualität der Cloud-Dienste. Hierzu sind die Leistungsbeschreibungen (Service Descriptions) sowie die Leistungsgarantien, z.B. betreffend Skalierbarkeit, Verfügbarkeit, Performance, Datensicherheit etc., wie sie häufig in standardisierten Service Level Agreements (SLA) angeboten werden, auf die Erfüllung der Kundenanforderungen zu prüfen, und nötigenfalls zu verhandeln und anzupassen. Weiter ist darauf zu achten, dass die Preise nachvollziehbar geregelt und der Änderungsmechanismus transparent sind.

Umso wichtiger ist es, den Unternehmern, Geschäfts- und Finanzverantwortlichen aufzuzeigen, worin die effektiven Vorteile und Konsequenzen des Cloud Computing bestehen, damit sie die Chancen und Risiken für ihr Geschäft, ihre Organisation und Finanzlage erkennen, klar beurteilen und fundierte Entscheidungen treffen können.

Wichtig sind auch die Regelungen über Vertragsdauer, Kündigungsmodalitäten und Exit Management, um einen «Vendor Lock-in» zu vermeiden. Die Standardverträge der Anbieter sehen oft kurze Kündigungsfristen vor, und der Kunde muss prüfen, ob ihm diese genügen, um auf eine Ersatzlösung für die gekündigten Cloud-Dienste zu migrieren, oder ob allenfalls eine längere Kündigungsfrist zu verhandeln wäre. Ist für die Rückübertragung von Daten und/oder Anwendungen die Unterstützung des Anbieters notwendig, sind die entsprechenden Supportleistungen und deren Vergütung im Vertrag möglichst präzise festzuhalten.

Die Verträge der Anbieter enthalten oft weitgehende Haftungsausschlüsse. Dies ist keine Besonderheit des Cloud Computing und findet sich auch sonst verbreitet in ICT-Verträgen. Erweist sich die Haftungsregelung als nicht verhandelbar, muss der Kunde unter Abwägung der mit dem Cloud-Angebot verbundenen Vorteile, der Wahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses und des damit verbundenen Schadenspotenzials entscheiden, ob der Vertrag für ihn trotzdem tragbar ist.

Ausländische Anbieter sehen in ihren Geschäftsbedingungen regelmässig die Anwendung von fremdem Recht und ausländische Gerichtsstände vor. Im Streitfall stellt dies eine massgebliche Erschwernis für den Kunden dar. Aber auch hier sind Verhandlungen möglich. So bieten z.B. einige US-Anbieter die Vereinbarung eines Gerichtsstandes in Europa an.

**Datenschutz, Datensicherheit, Vertraulichkeit**

Das schweizerische Datenschutzrecht erlaubt die Weitergabe von Personendaten zur Bearbeitung im Auftrag an Dritte. Der Auftraggeber bleibt für den Datenschutz verantwortlich und muss vertraglich absichern, dass der Auftragnehmer die Daten nur so bearbeitet, wie es für den Auftraggeber selbst zulässig ist, und dass er über angemessene Sicherheitsvorkehrungen verfügt.

Welche Datenschutzmassnahmen im Einzelnen zu vereinbaren sind, hängt von den Umständen und der Sensitivität der Daten ab. Zentral ist das Weisungsrecht des Kunden bezüglich der Datenbearbeitung durch den Anbieter. Daneben fallen in Betracht z.B. die Verbindlichkeitserklärung von Datenschutz- und Sicherheits-Policies, Zugriffsregelungen für die Mitarbeitenden des Anbieters, Pflicht zur Datenschutz- und Sicherheits-Zertifizierung, Informationspflichten bei Datenschutzverletzungen und Nachweispflichten über Datenschutz- und Sicherheitsmassnahmen (z.B. Vorlage von Berichten über Datenschutz- und Sicherheits-Audits unabhängiger Dritter). Vorschriften zur Informatikauslagerung durch kantonale Behörden machen zum Teil strikte Vorgaben, die der Nutzung der Public Cloud entgegen stehen können, etwa wenn Zutrittsrechte oder Audits des Kunden beim Anbieter vorgeschrieben werden, da die Anbieter dies in der Regel weder akzeptieren noch der Kunde bei Anbietern mit weltweit verteilten Systemen in der Lage wäre, solche Rechte selber effizient wahrzunehmen.

Als kritisch gilt die Weitergabe von Personendaten ins Ausland. Wenn jedoch im Empfängerland ein dem schweizerischen gleichwertiger gesetzlicher Datenschutz besteht, was für die EU- und die EWR- Staaten der Fall ist, gelten grundsätzlich keine höheren Anforderungen als für die Datenweitergabe im Inland. Bei der Datenweitergabe in die USA ist die Gleichwertigkeit des Datenschutzes dann gegeben, wenn der Datenempfänger nach dem so genannten «Safe Harbor»[29] - Regime zertifiziert ist. Vor diesem Hintergrund bieten internationale Anbieter die Mög-

lichkeit zur Regionalisierung an und sichern zu, dass die Daten innerhalb von Europa bleiben.

Wenn im Empfängerstaat ein gleichwertiger gesetzlicher Datenschutz fehlt, kann dies durch vertragliche Vereinbarungen kompensiert werden. Da mit dem Anbieter die datenschutzkonforme Datenbearbeitung und die Datensicherheit ohnehin vertraglich zu regeln sind, ist im Vertrag dem Umstand Rechnung zu tragen, dass die Daten des Kunden allenfalls in Staaten gelangen, in denen kein angemessener gesetzlicher Datenschutz besteht.

Erhebliche Verunsicherung besteht zurzeit bezüglich des Zugriffs durch die US-Behörden auf Daten in der Cloud gestützt auf den US Patriot Act[30]. Auch hier ist zu differenzieren. Zum einen besteht nicht für alle Arten von Personendaten die gleiche Wahrscheinlichkeit von behördlichen Zugriffen. Zum anderen ist allgemein anerkannt, dass Behörden unter bestimmten Voraussetzungen für bestimmte Zwecke, z.B. zur Beweiserhebung in Straf-, Zivil- und Verwaltungsverfahren, auf Daten zugreifen können. Auch Staaten mit einem dem schweizerischen gleichwertigen Datenschutz kennen zur Wahrung der nationalen Sicherheit und zur Terrorismusbekämpfung zum Teil sehr weitgehende staatliche Zugriffsmöglichkeiten. Es muss mit behördlichen Datenzugriffen grundsätzlich in jedem Staat gerechnet werden, auch in der Schweiz. Die Beurteilung der Rechtslage ist allerdings komplex, da es nicht nur darauf ankommt, ob staatliche Behörden (Strafverfolgungsbehörden, Steuerbehörden, Nachrichtendienste etc.) Zugriff auf Daten haben, sondern auch, welche Behörden, und unter welchen Voraussetzungen der Datenzugriff zulässig ist. Bei Daten, für die eine erhöhte Wahrscheinlichkeit besteht, dass sich staatliche Behörden dafür interessieren könnten (z.B. Log-Dateien, Abrechnungsdaten von Online-Anbietern) sind daher vorgängig der Nutzung von Cloud-Diensten ausländischer Anbieter vertiefte rechtliche Abklärungen zu empfehlen.

Besondere Anforderungen sind zu beachten, wenn Daten einer Geheimhaltungspflicht (z.B. dem Amts-, Berufs-, Bank- oder Fernmelde-

geheimnis) unterliegen. Hier ist genau zu prüfen, unter welchen Bedingungen die Daten überhaupt an einen externen Anbieter weitergegeben werden dürfen, insbesondere bei der Weitergabe ins Ausland, da die Strafnormen, die dem Geheimnisschutz dienen, im Ausland nicht durchsetzbar sind. Gegebenenfalls ist die Nutzung von Cloud-Diensten im Ausland nur mit der vorgängigen Zustimmung der betroffenen Personen möglich.

Die rechtlichen Fragen des Datenschutzes und der Geheimhaltung lassen sich teilweise technisch umgehen bzw. lösen, indem die Daten genügend stark verschlüsselt oder, wenn die Zuordnung zu bestimmten Personen definitiv ausgeschlossen werden kann, anonymisiert werden. Ob auch eine Pseudonymisierung genügt, hängt davon ab, ob durch die Entfernung einzelner Individualisierungsmerkmale die

Möglichkeit von Rückschlüssen auf bestimm- bare Personen ausgeschlossen ist.

### **Regulatorische Rahmenbedingungen**

Zu prüfen ist jeweils, ob regulatorische Vorschriften besondere Vorkehrungen zur Nutzung von Cloud-Diensten erfordern. Dabei kann es sich um allgemein geltende Vorgaben, wie die Vorschriften über die kaufmännische Buchführung (Dokumentationspflicht für eingesetzte Systeme, Sicherstellung der Datenintegrität), oder um sektorspezifische Regelungen handeln, wie das FINMA-Rundschreiben betreffend das Outsourcing von Banken oder die Vorschriften betreffend die Aufbewahrung von Daten und Auskunftspflichten im Rahmen der Überwachung des Fernmeldeverkehrs. Auf die Regelungen im Zusammenhang mit der Auslagerung von Informatikmitteln durch Behörden wurde bereits oben hingewiesen.

## **5.5 Hinweis auf Handlungsbedarf**

Für jede informations- und wissensbasierte Gesellschaft ist das Angebot von Cloud-Diensten sowie deren effiziente und sichere Nutzung ein Wettbewerbsvorteil. Im Vergleich zu den führenden Ländern liegt die Schweiz im Hintertreffen. Unterschiedliche Hemmnisse wie etwa

- mangelnde Kompetenz
- fehlende Transparenz
- fehlendes Vertrauen
- Festhalten am Status-Quo
- mögliche Engpässe oder Ausfälle
- Unsicherheit bei Rechtsfragen

können dafür ausschlaggebend sein. Gerade für KMU bietet es sich an, mittels Fallbeispielen (vgl. 2)[2] und zertifizierten Cloud-Angeboten mehr Vertrauen in die Dienste und deren kon-

sequente Nutzung zu erlangen (vgl.4.2 und 4.4).

Internationale Standards und sektorspezifische Richtlinien, bei Bedarf «helvetisiert» auf länderspezifische Gegebenheiten, fördern die Sicherheit und das Vertrauen der Akteure in Cloud Computing-basierte Dienste ebenso wie zertifizierte Anbieter und Angebote.

Diese Arbeiten sind jedoch aufwendig und kostenintensiv. Deshalb empfiehlt sich die Zusammenarbeit mit Spezialisten im Bereich Normierung, Standardisierung und Zertifizierung, wenn möglich über sektorielle Grenzen hinweg, sowie die Konsultation bereits vorhandener Richtlinien[31].

## 6 Empfehlung: Cloud für Bildung und Forschung

Angesichts der oben erläuterten Motivationsfaktoren ist davon auszugehen, dass Cloud Computing und generische Dienste sich in Bildung und Forschung allgemein durchsetzen und die traditionelle IT einschliesslich der dazugehörigen Rollen und Institutionen weitgehend ablösen werden. Community Clouds

für Bildung und Forschung, «Bring your own device» (BYOD[26]), Personal Education Data Purse und SWITCHaai[32], SuisseID[33]- und STORK[34]-fähige Services für alle Akteure im Lehr-, Lern- und Forschungsbetrieb warten nur darauf, genutzt zu werden – zum Standortvorteil unseres Landes.

### 6.1 Cloud Computing in Wissenschaft und Forschung

Die akademische Forschung in der Schweiz und ihre Institutionen sind gut positioniert, um bei dieser Transformation eine aktive Rolle zu spielen. Eine institutionell basierte nichtkommerzielle Private Cloud könnte die Datenschutz- und Sicherheitsbedenken berücksichtigen und die Umsetzungsschwelle senken. Allerdings gibt es verschiedene Hemmnisse, die überwunden werden müssen, damit die Schweiz bezüglich des Einsatzes von Cloud Computing wettbewerbsfähig bleibt.

#### **Die Perspektive akademischer IT-Einrichtungen: «Consumerization» und Skalierung als Herausforderung, Outsourcing und Zusammenarbeit als Opportunitäten**

Obwohl das Spektrum zwischen eher kleinen Universitäten mit den Schwerpunkten Kunst- und Geisteswissenschaften einerseits und grossen, gut finanzierten wissenschaftlichen und technischen Institutionen wie EPFL und ETHZ andererseits sehr breit ist, dienen die IT-Einrichtungen in Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen üblicherweise ihren Anwendern vor Ort mit einem *hohen Mass an Qualität und Reife*. Doch selbst die IT-Einrichtungen der bestausgestatteten Institutionen stellen fest, dass sie nicht in der Lage sind, die gesamte Bandbreite der IT-Anforderungen ihrer Nutzenden abzudecken, da in akademischen Institutionen eine Vielzahl an Abläufen erforderlich ist, die sich in drei grosse Kategorien mit unterschiedlichen Einschränkungen unterteilen lassen: *Forschung und Entwicklung/Technologietransfer*, wofür

es der organisations-, länder-, forschungsrichtungs- und branchenübergreifenden Kooperation mit externen Partnern bedarf, *Lehre und Verwaltung*.

Bezüglich der Cloud Services selbst ist festzuhalten, dass einige categoriespezifisch sind (z.B. Speicherung von Forschungsdaten, wissenschaftliche Management-Systeme etc.), während andere generisch und für alle drei Kategorien einsetzbar sind (z.B. Mail-Systeme, generischer Speicher, Kooperations-Tools etc.).

Die akademische Welt übernimmt traditionell relativ schnell neue IT-Formen, nicht nur wegen ihres professionsbedingt hohen Grades an Wissbegier, Kreativität und IT-Know-how, sondern auch, weil die Fakultäten einen im Vergleich zur Unternehmenswelt hohen Grad an akademischer Freiheit geniessen und weniger an IT-Abteilungsvorgaben gebunden sind. Dem entsprechend gibt es eine *starke Inanspruchnahme kommerzieller Cloud-Services* in der akademischen Welt, die über den individuellen oder Freizeitgebrauch hinausgeht: Tools wie zum Beispiel «Dropbox» werden ebenso von Wissenschaftlern verwendet, um Forschungsdaten zu speichern und auszutauschen, wie von Studierenden für die Zusammenarbeit an Teamaufgaben und Projekten.

#### **Rechtsunsicherheit als Hemmnis der Annahme von Public Clouds**

Forschungsabteilungen besitzen nur begrenzte Mittel und können deshalb nicht mit der Be-

nutzerfreundlichkeit, Skalierbarkeit und fortwährenden Verbesserung generischer Cloud-basierter Dienste konkurrieren. Manche Institutionen würden die neuen Möglichkeiten gerne *wahrnehmen* und kommerzielle Angebote wie zum Beispiel *Identity- und Group-Management-Systeme* in ihre organisationsinterne IT-Infrastruktur einbinden. Bedenken hinsichtlich Haftungs-, Abhängigkeits- und Kostenfragen halten sie zum gegenwärtigen Zeitpunkt davon ab. Sie benötigen insbesondere *verbindliche Vorgaben* bezüglich der Frage, welche Art von Daten sie in öffentliche Clouds einspeisen dürfen, wenn – bestenfalls – eine begrenzte Kontrolle darüber existiert, wo die Daten gespeichert und verarbeitet werden.

Umgekehrt wäre es hilfreich, die Stärken und Schwächen einer Schweizer Cloud für ausländische Nutzende unter Berücksichtigung der verschiedenen lokalen Anforderungen der betreffenden Länder zu analysieren: Diese Informationen wären hilfreich für alle, die sich für die Lokalisierung und Entwicklung von Cloud-Diensten in der Schweiz interessieren, deren Angebot nicht auf Nutzende in der Schweiz beschränkt gelten soll.

### **Private Clouds und die Notwendigkeit gemeinsamen Handelns**

Gleichzeitig würden IT-Einrichtungen gerne Cloud-basierte Technologien übernehmen, um ihre eigenen Infrastrukturen effizienter zu machen. Sie stellen jedoch fest, dass der Umfang und die Professionalität, die für eine wirklich effiziente Cloud erforderlich sind, die Kapazitäten der meisten Institutionen überschreiten. Sie könnten sich, wie ihre Pendanten in der Geschäftswelt, an Vendors wenden, die ihnen schlüsselfertige Lösungen für Private, Virtual Private oder Managed Private Clouds verkaufen, würden hierdurch allerdings wahrscheinlich viele Kosten- und Flexibilitätsvorteile verlieren. Im Unterschied zu den meisten Unternehmen können sie sich auch zu einer *Community* zusammenschliessen und gemeinsam an Lösungen arbeiten.

### **ID-Management: Grundpfeiler jeder Zusammenarbeit**

Alle in der akademischen Welt mit IT befassenen Akteure (IT-Abteilungen, SWITCH etc.) haben mit technischen Lösungen wie Shibboleth, LDAP, Active Directory etc. sowie internen Richtlinien für die Akkreditierung, Komplexität von Passwörtern etc. massiv ins ID-Management investiert. Heute, da Cloud-Lösungen sozusagen de-facto-Standard werden, umgehen die Endanwender in der akademischen Welt diese technischen Lösungen und internen Richtlinien, indem sie die ihnen von Cloud-Vendors bereitgestellten Benutzer-IDs und Passwörter verwenden.

An den meisten Forschungsaktivitäten und -projekten sind Wissenschaftler aus unterschiedlichen Disziplinen und Universitäten beteiligt. Für Wissenschaftler ist es einfacher, Informationen über Cloud-Plattformen weiterzugeben und auszutauschen, bei denen bereits alle ein Account haben (z.B. Google, Dropbox, Skype etc.), als interne Tools zu nutzen, für die spezifische Gäste-Accounts mit vorgegebenen Passwörtern für externe Nutzende eingerichtet werden müssen – die wiederum die meisten Nutzenden aller Wahrscheinlichkeit nach kaum benützen und umgehend vergessen.

Um die in ID-Management getätigten Investitionen zu schützen und möglichst für die Cloud-Umgebung zu nutzen, müssen intensive Massnahmen ergriffen werden, um sie besser für die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Universitäten und für Cloud-Plattformen verwenden zu können. Wird dies nicht getan, besteht ein erhebliches Risiko, dass die institutionsspezifische User-ID und die dazugehörigen Richtlinien allmählich durch die von den Cloud-Vendors vorgegebenen de-facto-Standards ersetzt werden, ohne dass die Wissenschaft hierauf Einfluss hat.

### **Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Community Clouds**

Community Clouds sind eine Art Untergruppe von Public Clouds, die auf eine bestimmte vertikale Branche (z.B. Behörden, Gesundheits- oder Finanzdienstleister) zugeschnitten sind und ein bestimmtes Servicespektrum anbieten (zum Beispiel Infrastruktur-, Software- oder Plattform-Dienstleistungen). Das Natio-

nal Institute for Standards and Technology definiert sie als «eine von mehreren Einrichtungen gemeinsam genutzte Infrastruktur, die einer spezifischen Community mit gemeinsamen Interessen dient».

Eine *gemeinsam genutzte Community Cloud* würde viele Vorteile für Bildung und Forschung in der Schweiz bieten:

- **Kostensenkung** durch erhebliche Einsparungen und Verringerung der Anzahl isolierter IT-Infrastrukturen und Anwendungen;
- verbesserte **Flexibilität und Skalierbarkeit** durch reibungslosen Zugriff auf einen grossen Ressourcenpool;
- **einfache Evaluierung neuer Dienste** durch eine gemeinsam genutzte Umgebung;
- höhere **Effizienz und Effektivität** durch bessere **Kooperation** verschiedener Institutionen.

Die nachstehenden Absätze befassen sich mit verschiedenen praktischen Optionen zur Schaffung einer solchen Community Cloud. Wissenschafts-Communities in vielen Ländern haben bereits begonnen, sich mit diesen Optionen zu befassen. Ein Konsens bezüglich der relativen Vorteile dieser Modelle ist allerdings noch nicht in Sicht. Dies zu erwarten wäre verfrüht und zu optimistisch, da es *keine* «one size fits all»-Lösung gibt.

*Community-Cloud-Option: kommerzieller Provider, gegebenenfalls mit «Broker-Option»*

Die Community könnte Anbieter auf dem kommerziellen Markt suchen, sei es für einen Dienst oder eine vorkonfigurierte Lösung. Im Rahmen des Beschaffungsprozesses könnte das Gewicht der Community dahingehend in die Waagschale gelegt werden, dass spezielle Anforderungen zusammengetragen werden und die gemeinsame Marktstärke und Grösse genutzt wird, um die Preise zu drücken.

Auf technischer Ebene kann die Community mit den Vendors zusammenarbeiten, um die bereits erreichten Leistungen in die kommerziellen Systeme zu integrieren, z.B. in Mechanismen zur Kontrolle der Datenidentität.

Beispiele für einen solchen Ansatz sind die Kooperation von SURFnet (NL) und GreenCloud oder die «Net+»-Services (USA) von Internet2 und die Cloud des Helix-Nebula-Projekts für die Verarbeitung wissenschaftlicher Daten in grossem Massstab, die beide auf mehrere kommerzielle Anbieter setzen.

Diese Option minimiert zwar das Risiko für die Community, da sie sehr geringe Kapitalinvestitionen erfordert, bietet aber auch nur begrenzte Einflussmöglichkeiten hinsichtlich der langfristigen Entwicklung der Infrastruktur sowie begrenzte Möglichkeiten des Experimentierens mit neuen Ansätzen. Dies mag für den Community-Teil *Lehre* weniger ein Problem sein, schmälert aber die Attraktivität für die Seite der *Forschung*.

*Community-Cloud-Option: föderale Private Clouds*

Einige Institution in der Schweiz haben vor kurzem begonnen, die Möglichkeiten des Zusammenschlusses ihrer virtualisierten Cluster (Private Clouds) zu untersuchen, insbesondere hinsichtlich der Möglichkeit, HPC-Workloads nahtlos zu skalieren, angefangen bei lokalen Infrastrukturen zwecks Einbindung von Ressourcen von Partnerinstitutionen sowie eventuell von kommerziellen Public Clouds. Der Schritt hin zu einem europaweiten Zusammenschluss von Private Clouds ist Teil eines Strategievorschlags[35], der im Rahmen des «European Grid Infrastructure (EGI)»-Projekts diskutiert wird.

Föderale Modelle wurden im Rahmen diverser gross angelegter Efforts im Bereich Grid-Computing über zehn Jahre lang umfassend untersucht. Diese Efforts haben uns Wichtiges gelehrt über das Potenzial – aber auch die Grenzen – dieses Ansatzes.

Bei föderalen Modellen behalten die einzelnen Institutionen meistens die Kontrolle über ihre jeweiligen Infrastrukturen. Dies ist zwar für die Institutionen attraktiv und erlaubt partizipative (bottom-up) Innovationen an einzelnen Standorten, doch dem daraus resultierenden Gesamtservice mangelt es oft an Zusammenhalt und operativer Effizienz. Föderale

Projekte basieren auf der Idee der *gemeinsamen Ressourcennutzung*, insbesondere der opportunistischen gemeinsamen Nutzung «überschüssiger» Ressourcen. Die Föderationspartner sind hauptsächlich ihrer lokalen Community gegenüber verantwortlich und betrachten sich selbst nicht als *Service Provider* für die föderale Gemeinschaft. Dies schwächt den Service und erschwert es, den Betrieb und die Finanzierung nachhaltig zu gestalten.

#### *Community-Cloud-Option: zentrale Bereitstellung per Community-Mandat*

Die Institutionen innerhalb der Community können auch eine gemeinsame Einrichtung zur Schaffung und zum Betrieb der Community-Infrastruktur schaffen (oder einer bestehenden Einrichtung einen entsprechenden Auftrag erteilen). Dies bietet Skalierungsvorteile und operative Effizienz, während die Community gleichzeitig die Kontrolle über die langfristige Entwicklung behält. Im Idealfall können die Wissenschaftler die gemeinsame Plattform dazu nutzen, ihre Ideen experimentell zu validieren und aktiv zur Entwicklung der Plattform beitragen.

Im Netzwerkbereich ist dies das Modell, das in vielen Ländern angewendet wurde, als in den 1980er-Jahren die ersten Forschungsnetzwerke entstanden. Diese Netze (National Research and Education Networks bzw. NREN z.B. SWITCH) existieren heute noch und haben es geschafft, sich durch viele technologische Veränderungen und grössere Aufträge der wachsenden Nachfrage anzupassen. Wichtig ist, dass sie nachhaltige Governance- und Finanzierungsmechanismen gefunden haben.

Dies birgt zwar ein hohes Potenzial für langfristige Vorteile, erfordert allerdings auch ein starkes Erstengagement in Form von Investitionen in Infrastruktur und Kompetenzen: für die Entwicklung von Cloud-Diensten in der Schweiz wäre ein gross angelegtes Rechenzentrum mit mindestens zwei getrennten Standorten erforderlich, und die erforderlichen Investitionen beliefen sich auf achtstellige Summen in Schweizer Franken; darüber hinaus ist der Bedarf an Kompetenz und Erfahrung zum Betrieb eines kompletten Re-

chenzentrums gross und würde die Schaffung eines beträchtlichen Teams erfordern. Allerdings kann eine nationale Wissenschafts-Community an die NREN-Strukturen und ihre über Jahrzehnte gesammelten Erfahrungen anknüpfen. Beispiele für diesen Ansatz sind die ~okeanos cloud (GRNET/GR), der UMF/Edu-serv Cloud Service (UK) oder Big Grid services (SARA/NL).

#### **Bildungs- und Forschungs-Clouds als Plattformen für die gemeinsame Nutzung vertikaler Anwendungen**

Es gibt viele wissenschaftsspezifische, erfolgreich auf Einzelcampus-Ebene umgesetzte Anwendungen. Gelegentlich werden sie sogar auf ad-hoc-Basis mit anderen Institutionen geteilt. Eine gemeinsam genutzte (Community-) Cloud-Plattform würde diesen Austausch erheblich vereinfachen: die entsprechenden Anwendungen könnten anderen Einrichtungen als «Software as a Service» (SaaS) angeboten werden.

#### *Ein Forschungs- und Bildungs-«App-Store»?*

Ein App-Store kann definiert werden als Marktplatz für die gemeinsame Nutzung und Wiederverwendung von Online-Business-Anwendungen, -Services und -Komponenten durch akademische oder im primären bzw. sekundären Bildungsbereich tätigen Einrichtungen. Man kann ihn sich als ein Portal vorstellen, über das diejenigen, die einen Dienst bereitstellen bzw. nutzen wollen, in einem Katalog nach den verfügbaren Diensten suchen. Der App-Store bietet auch detaillierte Informationen über Kosten, Kapazitäten, Service-Level und die für die «Live-Schaltung» eines bestimmten Dienstes erforderliche Vorlaufzeit. Als Herzstück der Community Cloud muss der App-Store absolut stabil und fehler-tolerant sein.

#### **Langfristiger Ausblick auf die Organisation akademischer IT-Infrastrukturen**

Die akademischen IT-Systeme könnten sich innerhalb weniger Jahre aus einem Spektrum von Infrastrukturen auf verschiedenen Levels zusammensetzen: Am einen Ende laufen grosse Teile der Rechen- und Speicheranforderun-

gen in Forschung, Lehre und Verwaltung kosteneffizient über Public Clouds. Am anderen Ende werden an Ort und Stelle befindliche Private Clouds für hochspezialisierte oder sicherheitstechnisch sensible Anwendungen eingesetzt. Dazwischen stellen Community Clouds vertrauenswürdige Plattformen («trusted platforms») für Kooperationszwecke und Community-gesteuerte Innovationen bereit.

Nationale akademische Gemeinschaften sind offenkundige Kandidaten für Community-Cloud-Pilotprojekte, aber auch andere Vorstellungen sind gleichermaßen machbar: landesweite Public-Sector-Clouds wie das französische Andromede-Projekt oder europaweite sektorenspezifische Clouds.

## 6.2 Cloud Computing in Schulen (K-12)

Aufgrund der skizzierten Entwicklungen dürfte es nur eine Frage der Zeit sein, bis Cloud Computing und generische, interoperable und portable Dienste auch in den Schulen zum Standard werden. Die Technologie ist bereit, um die klassische IT samt ihren tradierten Einrichtungen, Betriebs- und Supportstrukturen weitgehend abzulösen.

«Bring your own device» (BYOD[26]), Community Clouds für Bildung und Forschung, «Personal Education Data Purse», SuisseID [33]- und STORK[34]-fähige Services für alle Akteure im Lehr-, Lern- und Forschungsbetrieb sowie aktive Teilnahme am «Digital Single Market[36]» warten nur darauf, genutzt zu werden – zum Standortvorteil der Schweiz.

Was im Privatbereich der Lehrpersonen und erst recht der Lernenden an technischen Möglichkeiten genutzt wird, findet in den Schulen zögerlichen Einsatz. Ausgerechnet im Bereich der schulischen Aus- und Weiterbildung halten moderne ICT nur langsam Einzug, obwohl es zum Auftrag der formalen Bildung gehört, die für eine zukunftsfähige Informations- und Wissensgesellschaft nötigen Schlüssel- und Mindestkompetenzen stufengerecht zu vermitteln. Dieser Auftrag wird nur in wenigen Kantonen verpflichtend in den Stundentafeln abgebildet und beschränkt sich in der Regel auf bereits veraltete Aussagen in den gültigen Lehrplänen.

Das landesweite Projekt «Public Private Partnership – Schule im Netz» (PPP-SiN[37]) und die Aktivitäten der SFIB mit dem Bildungnetzwerk «educanet2[38]» lösten in den letz-

ten zehn Jahren einen wesentlichen Schub aus, um die ICT in den Schulen zu verankern. Als äusseres Zeichen sind die weit verbreiteten Anschlüsse der Schulen ans Internet der Swisscom oder Hardwarebeschaffung in den Kantonen und Gemeinden zu nennen. Parallel dazu lösten Weiterbildungsinitiativen eine Verbesserung der ICT-Fertigkeiten der Lehrpersonen aus. Trotzdem ist der Stand der Ausrüstung mit ICT, deren Nutzung im Schulbetrieb sowie die Vermittlung der Informatik-Grundlagen und ICT-Anwendungskompetenzen von Kanton zu Kanton und von Schule zu Schule verschieden.

Im Projekt «PPP-SiN» und darüber hinaus wurden (und werden) – vor allem an pädagogischen Hochschulen sowie an Instituten der ETH/EPFL und Universitäten – wichtige Forschungsarbeiten, Untersuchungen und Pilotbetriebe mit modernen ICT-Mitteln sowie Fördermassnahmen zugunsten der ICT- und MINT-Kompetenzen erfolgreich durchgeführt. Für deren Begleitung und Unterstützung haben sich Stiftungen, Vereine, Verbände sowie zahlreiche Expert/innen und Fachschaften stark engagiert.

Dennoch werden die Potenziale der ICT – wie in anderen Sektoren – auch im Bildungsbereich noch bei weitem nicht flächendeckend und konsequent ausgeschöpft. Hier besteht grosser Nachholbedarf. Während die Ausrüstung der Schulen vielerorts ein respektables Mass angenommen hat und laufend ausgebaut wird, hinkt die Nutzung bisweilen hinterher.



Medienbildung einerseits und informatische Grundbildung andererseits finden nur zögerlich Eingang in die formale Bildung. Selbst bei der Entwicklung neuer Lehrpläne (Lehrplan 21, PER) erhalten weder Medienbildung noch Informatik in der Volksschule einen entsprechenden Status. Somit bleiben sie als integrativer Bestandteil in zentralen Fachbereichen vorerst eine Randerscheinung.

So können weder die Medienkompetenz, die zur Bewältigung des Lebens wichtig ist, noch informatische Grundkenntnisse systematisch erworben werden. Dies ist für die Schweiz jedoch erfolgskritisch, weil sich dadurch die schulisch zu erwerbenden Fähigkeiten, Kenntnisse und Kompetenzen nur zögerlich auf andere Sektoren und Anwendungsbereiche übertragen und für Wettbewerbsvorteile nutzen lassen. Erst wenige Bildungsinstitutionen und einzelne Kantone haben dies erkannt und vermögen mit der raschen Durchdringung unserer Gesellschaft mit Netzwerk-Anschlüssen, Mobile Devices und Social Networks systematisch Schritt zu halten.

Deshalb ist ein massiver Effort zur Verbesserung der unbefriedigenden Situation angesagt. Dazu gehört auch die Ablösung teilweise veralteter Systeme und proprietärer Anwendungen durch moderne Infrastrukturen, Dienste und Geräte. Das Modell «hybride Community Cloud», standardisierte Lösungen und Leistungen und «bring your own device» bietet dafür eine hervorragende Chance.

Mit der konsequenten Implementierung und Nutzung dieses Modells lässt sich das in dieser Bildungsstufe höchste Potenzial des ICT-Einsatzes bestmöglich nutzen. Zudem können damit unbefriedigende personelle, fachliche und finanzielle Situationen entschärft werden. Allerdings bedingt dies auch entspre-

chende Efforts in der Gewinnung, Aus- und Weiterbildung sowie zeitgemässen Kompensation von Lehrpersonen.

Gerade auf Seite der Didaktik bieten die spezifischen Eigenheiten mobiler Geräte wie iPads ein hohes Potential zu kooperativem Lernen, ortsunabhängigem Arbeiten und Kommunizieren. Lehrmittelverlage beginnen die Möglichkeiten dieser Geräte zu erkennen und stehen ihrerseits selber unter einem gewaltigen wirtschaftlichen Druck.

Unter dem Aspekt des «Lifelong Learning» sowie der Vernetzung vorschulischer, informeller, formaler und nicht-formaler Bildung verdienen nebst den spezifischen Anforderungen und Lösungen im Schulbetrieb insbesondere die generischen Aspekte über alle Bildungsstufen hinweg einer sorgfältigen Betrachtung. Visionen sind gefragt, die sich am Individuum und an der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Realität orientieren. Ein Festhalten am Bisherigen ist unsinnig; die laufende Entwicklung erscheint irreversibel.

Im Zusammenhang mit Bildung muss auch ein Blick auf «identity and trust» geworfen werden. Das ist Teil der Medienbildung und gleichzeitig Schutz aller am Bildungsprozess Beteiligten. Es ist nicht nur wünschbar, sondern wird dringend empfohlen, Basisdienste und Anwendungen wie Identity & Access Management (IAM), Erschliessung und Verwendung elektronischer Inhalte, kollaborative Arbeitsumgebungen, persönliche Dokumente (Education Data Purse) usw. so auszugestalten, dass sie in allen Stufen der Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden können – und nur noch der jeweils aktuelle Kontext (Bildungsstufe, Bildungsinstitution, Lernumgebung) angepasst wird.

## 7 Vorschlag für einen Aktionsplan

### 7.1 Cloud Computing in Wissenschaft und Forschung

Der Aktionsplan ist in drei Abschnitte unterteilt, mit allgemeinen bis spezifischen Zielen:

- Allgemeine Veränderungen von Rechenarchitekturen
- Forschungs- und Bildungs-Community
- Finanzierung und Governance im akademischen Bereich

#### Allgemeine Veränderungen von Rechenarchitekturen

- Die Datenspeicherung ist inzwischen genauso wichtig wie die Rechenressourcen, wenn nicht gar wichtiger: Cloud Computing ist angesichts dieses Paradigmenwechsels von instrumentaler Bedeutung.
- Die Datenspeicherung ist notwendig für die Entwicklung neuer Governance-Modelle, die für verteilte, von verschiedenen Akteuren kontrollierte Ressourcen geeignet sind: Die IT-Abteilung – also die Einrichtung – hat nicht länger die volle technische Kontrolle über die einrichtungsintern genutzten IT-Ressourcen. Infolgedessen ist es von essenzieller Bedeutung, ein geeignetes, in der Praxis umsetzbares Governance-Modell zu entwickeln.
- Es sind neue verteilte technische Architekturen zur Optimierung der Datenspeicherung (je nach Quelle an einen bestimmten Standort gebunden oder standortunabhängig; Grösse, Datenschutzniveau etc.) und der Datenverarbeitung (generisch, gemeinsam genutzt oder über verschiedene Provider verteilt) zu entwickeln. Zur Untermauerung der Architektur werden zusätzliche technische Instrumentarien benötigt, mit speziellem Schwerpunkt auf Benutzerfreundlichkeit.

#### Forschungs- und Bildungs-Community

Da für die Forschungs- und Bildungs-Community spezielle Anforderungen gelten, sollte der Fokus auf die speziell für diesen Sektor geltenden Herausforderungen gerichtet und keine kommerziellen Clouds dupliziert werden.

- Für Cloud-Dienste ist ein entsprechender Rechtsrahmen zu schaffen und aufrechtzuerhalten, der skizziert, welche Services in der Cloud (Private, Community und Public) unter welchen Bedingungen eingesetzt werden können, und welche Bedingungen und Grenzen für die Bereitstellung von Cloud-Diensten ausserhalb des Standorts Schweiz für ausländische Nutzende gelten.

- Die bereits getätigten bedeutenden Investitionen in Identity Management-Lösungen (SWITCHaai, Shibboleth) sind zu schützen und auszuschöpfen, um der Forschungs- und Bildungs-Community einen transparenten Single Sign-On Cloud-Dienst anzubieten.

- Die projektübergreifende, langfristige Wiederverwendbarkeit von Daten ist zu stärken. Anstehende nationale Massnahmen für das Management wissenschaftlicher Daten eröffnen neue Möglichkeiten bzw. Verpflichtungen für Wissenschaftler bezüglich Datenmanagement, langfristige Archivierung und andere Zugriffe durch Dritte.

- Entsprechende Prozesse und Systeme zur Unterstützung des neuen Ansatz sind zu implementieren.

#### Finanzierung und Governance im akademischen Bereich

Die Hauptakteure der Bildung und Forschung sind aufgerufen, die mit Cloud Computing einhergehenden Möglichkeiten gemeinsam zu diskutieren und sich mit bisherigen und neuen Herausforderungen für den akademischen Bereich auseinanderzusetzen, insbesondere:

- Die Finanzierung der ICT-Nutzung muss Teil der Gesamtfinanzierung werden, sowohl für Geräte als auch für Computing- und Speicher-Dienste.

- Cloud Computing ist ein wichtiges Thema für die Geldgeber. Der Wissenschafts- und Technologietransfer für Cloud-Dienste, die in der Schweiz erfunden und entwickelt werden,

ist zu fördern. Cloud-Dienste sind als Sourcing-Option alternativ zum Kauf und Betrieb von Inhouse-Systemen systematisch zu erwägen. Zudem sollten Finanzierungsentscheide gegebenenfalls systematisch einen Plan zum Management von Daten beinhalten.

- Im Rahmen des CRUS-Projekts «Informati-  
on scientifique: accès, traitement et sauvegar-  
de» übernimmt SWITCH eine aktive Rolle  
bei der Gestaltung einer Community-Cloud

für die Wissenschaft und hinsichtlich Data  
Life Cycle Management (DLCM). Das Pro-  
jekt und seine Ergebnisse werden gemeinsam  
mit den beteiligten Universitäten erarbeitet.  
Der Schwerpunkt von SWITCH liegt gegen-  
wärtig auf der Entwicklung einer DLCM-  
Informations-Infrastruktur, insbesondere für  
Primär- und Sekundärdaten der Forschung  
und Bildung.

## 7.2 Community Clouds für Schulen (K-12)

Wie in den Kapiteln 6.2 und 7.1 aufgezeigt,  
ergibt sich für den Bildungsbereich im Allge-  
meinen und für die Schulen im Speziellen so-  
wohl unter generischen als auch spezifischen  
Aspekten Handlungsbedarf. Aus den Befunden  
des Workshops lassen sich konkret folgende  
Aktionen ableiten:

### **Idee «EduCloud» (Aufbau einer Education Community Cloud)**

Soweit nicht bereits vorgesehen oder ausgelöst,  
wird ein Projekt «Cloud Computing in Schulen»  
(K-12) vorgeschlagen, mit folgenden Zielen:

- Sowohl die generischen als auch die spezifi-  
schen Anforderungen, Infrastrukturen, Plattfor-  
men, Anwendungen und Prozesse auf der Basis  
von Cloud Computing (d.h. einer oder mehrerer  
hybrider Community Clouds für Schulen in  
der Schweiz) sind einer vertieften Betrachtung  
zu unterziehen.
- Die Ergebnisse sind mit den Erkenntnissen  
anderer Projekte aus dem Bildungsbereich  
(auch anderer Bildungsstufen, vgl. Kapitel 7.1)  
zu vergleichen.
- Lehrmittelproduzierende und Lehrmittelver-  
lage sind in die Diskussion einzubeziehen.
- Für die regionalen Projekte sind die ICT-  
Fachstellen in den Kantonen zu begrüßen und  
für das Vorhaben zu gewinnen.
- Regionale Pilotprojekte sind durchzuführen  
und die Ergebnisse zu evaluieren.
- Ein Vorgehen für die nächste Mehrjahres-  
Planungsperiode ist zu empfehlen.

Als zentrale Akteure sollten die EDK, educa  
und ab 2013 das Staatssekretariat für Bildung,  
Forschung und Innovation SBFI[39] auftreten.  
Für eine ganzheitliche Betrachtung und die re-  
gionalen Pilotprojekte sollten Schulen aus allen  
Landesteilen und Sprachregionen gewonnen  
werden. Für die Unterstützung des Projekts als  
Ganzes und für regionale Pilotprojekte sind  
Förderagenturen, Stiftungen und Lösungsan-  
bieter zu gewinnen. Die Akademien können in  
den Bereichen Kommunikation, Workshops  
und Wissenstransfer Unterstützung leisten.

### **Eine neue «Public Private Partnership»**

Um das vorgeschlagene Projekt inhaltlich, or-  
ganisatorisch, zeitlich und finanziell zu bündeln,  
wird empfohlen, eine neue Public Private  
Partnership (analog zu «PPP-SiN») mit effizien-  
ter Koordination und administrativer Unter-  
stützung zu etablieren, unter aktiver Mitwir-  
kung von Behörden, Bildungsinstitutionen,  
educa, SWITCH, ICT-Leistungsanbietern, Bil-  
dungsforschung, Akademien usw.

Für die Durchführung eines solchen Projekts  
ab 2013 wäre eine geschätzte Laufzeit von  
rund 3 Jahren zu veranschlagen (vgl. Projekt  
«Cloud Computing für Schweizer Behörden»):

- ca. 6 Monate Analyse und Konzeption,
- ca. 6 Monate Realisierung für eine oder meh-  
rere Pilot-Community Clouds,
- ca. 1 Jahr Pilotierung,
- ca. 6 Monate Evaluation.

## Referenzen

- [1] [NIST: The Nist Definition of Cloud Computing](#)
- [2] [CloudFinder: Anwenderberichte](#)
- [3] [World Economic Forum: The Global Competitiveness Report 2012-2013](#)
- [4] [INSEAD: The Global Innovation Index 2012](#)
- [5] [Avenir Suisse: Das am stärksten industrialisierte Land der Welt](#)
- [6] [SECO: eEconomy in der Schweiz: Monitoring und Report 2012](#)
- [7] [World Economic Forum: The Global Information Technology Report 2012](#)
- [8] [Web Index: Web Index 2012](#)
- [9] [BAKOM: Strategie des Bundesrates für eine Informationsgesellschaft in der Schweiz](#)
- [10] [BfS: Unternehmen - Indikatoren](#)
- [11] [IBM: Smarter Planet](#)
- [12] Quelle: IBM Symposium 2012, Luzern, 05.06.2012
- [13] [Wikipedia: Green IT](#)
- [14] [Evita](#)
- [15] [VITACLIC](#)
- [16] [BAG: Elektronisches Patientendossier](#)
- [17] [Akademien der Wissenschaften Schweiz: Zukunft Bildung Schweiz](#)
- [18] [SATW: Themenplattform ICT](#)
- [19] [CabinetOffice: Data Centre Migration, G-Cloud and Application Store Programme](#)
- [20] W. Müller, J. Dischl, U. Widmer. Cloud-Computing-Strategie der Schweizer Behörden 2012 – 2020. Version 12, 25.4.2011 (freigegeben durch Projektausschuss).
- [21] E-Government-Strategie Schweiz. Vom Bundesrat verabschiedet am 24. Januar 2007.
- [22] [ISB: Cloud Strategie](#)
- [23] W. Müller, J. Dischl, U. Widmer. Kommentar zur Cloud-Computing-Strategie der Schweizer Behörden. Version 10, 25.4.2011 (freigegeben durch Projektausschuss)
- [24] [Wikipedia: Digital Native](#)
- [25] [Beispiel: Cloud-Finder](#)
- [26] [Wikipedia: Bring Your Own Device](#)
- [27] [Deutsche Bundesregierung: Hightech-Strategie](#)
- [28] [pwc: IT-Sourcing-Studie 2012](#)
- [29] [Wikipedia: Safe Harbor](#)
- [30] [Wikipedia: USA PATRIOT Act](#)
- [31] [Euro Cloud Swiss: Leitfaden Cloud Computing](#)
- [32] [SWITCH: SWITCHaai - der Schlüssel, der Studierende und Hochschulen verbindet](#)
- [33] [Suisse ID](#)
- [34] [European Commission: STORK: Secure Identity Across Borders Linked](#)
- [35] Seeking New Horizons: [EGI: EGI's Role in 2020](#), S. Newhouse et al., April 2012
- [36] [European Commission: Digital Agenda for Europe](#)
- [37] [EDK: PPP-SiN: Ein wichtiger Impuls - zur richtigen Zeit](#)
- [38] [educanet2.ch](#)
- [39] [BBT: Mauro Dell'Ambrogio leitet ab 1. Januar 2013 das neue Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation](#)

## **Anhang A: Teilnehmende des SATW Cloud Computing Workshop 2012 (alphabetisch)**

Thomas Brunschwiler, IBM Research – Zurich  
Heinz Dill, CBusiness Services GmbH und EuroCloud Swiss  
Babak Falsafi, Director EcoCloud and PARSA, EPFL  
Markus Fischer, MF Consulting und SATW  
Stella Gatzju Grivas, Head Competence Center Cloud Computing, FHNW  
Roger Eric Gisi, Gisi Consult  
Reto Gutmann, Direktor Informatikdienste, ETH Zürich  
Matthias Kaiserswerth, IBM Research – Zurich  
Donald Kossmann - Institut für Informationssysteme, ETH Zürich  
Marco Kündig, Manager Datacenter and Cloud, Cisco CH  
Simon Leinen, SWITCH Serving Swiss Universities, Zurich  
Willy Müller, Projektleiter ICT-Architektur, Informatiksteuerungsorgan des Bundes (ISB)  
Marius Redli, redli consulting  
Reinhard Riedl, Leiter Forschung und Dienstleistungen, Berner Fachhochschule  
Thomas Weigold, IBM Research – Zurich  
Anne Wiggins, Deputy Director for EcoCloud, EPFL  
Markus Zollinger, Director Cloud Computing, IBM CH

## **Anhang B: Impressum**

Übersetzungen: Ars Linguae  
Layout: Beatrice Huber, SATW