



## Cloud-basierte Integration (iPaaS)

Erste Erfahrungen mit Cloud-basierten Lösungsansätzen für die Systemintegration

# Cloud-basierte Integration (iPaaS)

## Erste Erfahrungen mit Cloud-basierten Lösungsansätzen für die Systemintegration

### Über den Autor

**Rolf Scheuch** – Rolf Scheuch ist Diplom-Mathematiker und hat OPITZ CONSULTING mitbegründet. Dort ist er heute als Chief Strategy Officer tätig und arbeitet zudem als Management Coach und Autor zu Themen wie geschäftszielorientierte IT-Strategie und organisatorische Implementierung von Initiativen im Umfeld des Business- und IT-Alignments.

### Kontakt



**Rolf Scheuch**  
Chief Strategy Officer  
OPITZ CONSULTING Deutschland GmbH  
Standort Gummersbach  
Kirchstraße 6, 51647 Gummersbach  
[rolf.scheuch@opitz-consulting.com](mailto:rolf.scheuch@opitz-consulting.com)  
+49 (0)2261 6001-1223

### Impressum

OPITZ CONSULTING Deutschland GmbH  
Kirchstr. 6  
51647 Gummersbach  
+49 (0)2261 6001-0  
[info@opitz-consulting.com](mailto:info@opitz-consulting.com)

### Disclaimer

Text und Abbildungen wurden sorgfältig entworfen. Die OPITZ CONSULTING Deutschland GmbH ist für den Inhalt nicht juristisch verantwortlich und übernimmt keine Haftung für mögliche Fehler und ihre Konsequenzen. Alle Rechte, z. B. an den genannten Prozessen, Show Cases, Implementierungsbeispielen und Quellcode, liegen bei der OPITZ CONSULTING Deutschland GmbH. Alle genannten Warenzeichen sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.

### Inhalt

<b>Kontakt</b>	2
<b>Vorwort</b>	3
<b>Einführung</b>	3
<b>Begriffsbildung</b>	4
<b>Einordnung der unterschiedlichen iPaaS Ansätze</b>	4
<b>Referenzmodell für Integrationsszenarien</b>	6
<b>IT-Bebauung für die Cloud</b>	6
<b>Dimensionen der Integration</b>	7
<b>Integrationsgegenstand</b>	7
Prozessintegration	8
Applikationsintegration	8
Datenintegration	8
Integrationsrichtung	8
Integrationsreichweite	9
Integrationsaktualität	9
Integrationsicherheit	9
<b>Einordnung bei Lösungsszenarien</b>	9
Reichweite	10
Aktualität	10
Sicherheit	10
Gegenstand der Integration	10
<b>Lessons Learned</b>	11
Preismodell	11
Deklarative Oberfläche	11
Liefermodell der Cloud:	11
Managed Services über Anbieter	11
Automatisiertes Deployment, Testing und Provisioning	12
Ausreichendes technisches und fachliches Monitoring	12
<b>Fazit</b>	12
<b>Quellen</b>	12

## Vorwort

Mit der Verbreitung von Cloud-basierten Lösungen verschiebt sich das „Center of Gravity“ von klassischen On-Premises-Lösungen zu Cloud-Lösungen. Die bestehenden Ansätze zur Applikationsintegration müssen dieser Veränderung Rechnung tragen.

In diesem Whitepaper erläutere ich die grundlegende Problematik der Applikationsintegration in einem dynamischen Umfeld bestehend aus On-Premises-Lösungen und Cloud-Lösungen mit beliebigen Service- und Liefermodellen.

Anschließend beschreibe ich die unterschiedlichen Lösungsansätze und definiere einen Ordnungsrahmen, um die Integrationsarten und die möglichen Lösungsansätze einordnen zu können. Schlussendlich gehe ich auf die ersten Erfahrungen unserer Experten mit Cloud-basierten Integrations-Projekten ein und halte einige Lessons Learned fest.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen!

## Einführung

In Zusammenarbeit mit dem BITKOM Verband beobachten die Berater der KPMG schon seit einigen Jahren die Adaption des Cloud Computing einschließlich der Nutzung von Cloud-basierten Lösungen bei deutschen Unternehmen. In ihrer aktuellen Studie „Cloud Monitor 2015“ [KPMG2015] stellen KPMG und BITKOM fest, dass ca. die Hälfte aller deutschen Unternehmen bereits Cloud-Lösungen einsetzen und die Hälfte derer, die noch kein Cloud nutzen, kurzfristig den Einsatz planen. Von Unternehmen mit Erfahrungen bei der Nutzung von Cloud-Lösungen bewerten rund 75 % diese als positiv.

Auf die neuen Herausforderungen durch die steigende Adaption von Cloud-Lösungen haben die Anbieter schnell reagiert und propagieren einen neuen Typus einer Cloud-Lösung: iPaaS – die Cloud-basierte Integrationsplattform.

Die Analysten von Forrester [FORR2014] nennen diese Produkte „Cloud based Integration“-Lösungen. Diese Lösungen bieten eine vollständige Integrationsplattform als Cloud-Service an und ermöglichen die Integration vorhandener Cloud-Lösungen, die meist als SaaS-Lösungen in Betrieb sind, mit den On-Premises-Systemen oder den Cloud-Lösungen anderer Anbieter. „On-Premises“ steht hierbei für eine Zusammenfassung aller Lösungen, deren IT-Infrastrukturteile sich unter der Kontrolle des Unternehmens bei einem Hosting-Provider oder in einem eigenen Rechenzentrum befinden.



Abbildung 1: Das Spannungsfeld des Center of Gravity

Die Cloud-Anbieter der Integrationslösungen sprechen selbst von einer radikalen Veränderung der Unternehmens-IT. Die IT muss sich zukünftig bei der Integrationsumgebung nicht mehr um Installation, Updates von Betriebssystemen oder Integrationssoftware, den Betrieb nebst der Betriebsbereitschaft, Verfügbarkeit und letztlich die Business Continuity kümmern. Das alles übernehmen von jetzt an der Anbieter in der Cloud.

In der Anfangszeit des Cloud Computings sprach man noch von „der“ Cloud-Lösung und gemeint war oft eine einzige Lösung als Infrastruktur-Plattform in der Cloud, also eine Lösung wie die Amazon AWS. Jedoch zeigte sich bald, dass Unternehmen eine Vielzahl an Cloud-Lösungen mit unterschiedlichen Liefermodellen und Servicemodellen nutzen [NIST2011]. Damit entwickelt sich eine „Cloud-Schatten-IT“ mit einer Vielzahl an heterogenen SaaS-Lösungen und unterschiedlichen Lösungen für die System- und Applikationsintegration.

Ich bin der Ansicht, dass das Versprechen der Anbieter von Cloud-Lösungen vor dem Hintergrund der vielen unterschiedlichen Integrationsaufgaben nicht haltbar sein wird. Die bestehende IT mit den etablierten Integrationsplattformen wird sich noch nicht so schnell in Luft auflösen und ein jahrelanger Transformationsprozess ist nötig, um weitgehende Veränderungen in Richtung Cloud Computing zu erreichen. Daher ist es nicht verwunderlich, dass derzeit hybride Ansätze gerade wegen der neuen Aufgaben bei der Systemintegration auf dem Vormarsch sind. [FORR2014]

Vor dem Hintergrund der Adaption von Cloud-Lösungen muss die Unternehmens-IT jedoch reagieren und sich auf die Einbeziehung und Integration dieser Lösungen einstellen. Um die Balance der On-Premises-Lösungen zu den Cloud-Lösungen auszudrücken, sprechen Oracle und auch andere Anbieter in diesem Zusammenhang von einem „Center of Gravity“.

Sie meinen hiermit den Anteil der Cloud-Lösungen im Bezug zu den On-Premises-Installationen [Harris2012].

Abbildung 1 stellt das Spannungsfeld des „Center of Gravity“ dar, ebenso wie das Spannungsfeld, in dem sich die Unternehmens-IT befindet. Je intensiver Cloud-Lösungen eingesetzt werden und je mehr die Anzahl unterschiedlicher Cloud-Lösungen steigt, desto eher verschiebt sich auch die Integrationsplattform in die Cloud und nähert sich dem Ursprung der Daten.

## Begriffsbildung

In diesem Kapitel möchte ich die Begriffe „Cloud-basierte Integration“ und „Integration Platform as a Service (iPaaS)“ näher erläutern und für die weitere Verwendung in diesem Whitepaper definieren.

Die Analysten von Gartner sprechen von einer „Integration Platform as a Service“ (iPaaS) und meinen „a suite of cloud services enabling development, execution and governance of integration flows connecting any combination of on premises and cloud-based processes, services, applications and data within individual or across multiple organizations.“ [GARTNER2015] Nutzt man die Schwarmintelligenz von Wikipedia, so erhält man die folgende Definition: „Cloud-based integration (also known as integration platform as a service or iPaaS) is a form of systems integration delivered as a cloud service that addresses data, process, service-oriented architecture(SOA) and application integration use cases.“ [WIKI2015]

Die Analysten von Forrester betrachten den Sachverhalt aus dem Blickwinkel der möglichen Liefermodelle der Integration und führen den Begriff der Hybrid Integration“ ein als „*the concept of federated on-premises and cloud-based integration combined with the improved interoperability of existing and new middleware silos of application, business-to-business (B2B), business process management (BPM), business events, business rules, and data integration. Key capabilities of hybrid integration platforms include metadata life-cycle management and runtime interoperability, which help CIOs orchestrate a well-governed but also rapidly changing agile integration platform from multiple integration products.* [FORR2014]“.

Sowohl in der Begriffsbildung von Gartner als auch bei Wikipedia fehlen die Ansätze des Lebenszyklus der Integrationsstrecken und der fachlichen Governance der Anforderungen an die Integration. Die Integration wird hier aus einer rein technischen Perspektive betrachtet. Deshalb bevorzuge ich persönlich die Definition von Forrester. Sie lässt das Liefermodell offen und hält schon in der Definition die Möglichkeit zu unterschiedlichen, sich im Zeitablauf verändernden und auch kombinierbaren Ansätzen für das Liefermodell der Integration bereit.

In diesem Whitepaper folge ich daher der Definition von Forrester und fasse unter der marktgängigen Abkürzung iPaaS sowohl die „Cloud-basierte Integration“ als auch die „Integration Platform as a Service“ zusammen. Die Abkürzung iPaaS benutze ich als Synonym für die unterschiedlichen Begrifflichkeiten der Cloud-basierten Integration.

Die grundlegenden Funktionalitäten, die von einer iPaaS-Lösung zu erwarten wären, liegen soweit ich informiert bin seitens der Wirtschaftsinformatik noch nicht vor. Die folgenden Funktionalitäten kristallisieren sich jedoch, auch durch die Nutzung eines Cloud-basierten Service- und Liefermodells, bereits heraus ([BITKOM2015], S. 22ff):

- Das *Preismodell* ist meist eine „Subskription“. Somit fällt keine Kapitalbindung (CAPEX) an, sondern nur Betriebskosten (OPEX) mit teilweise skalierten Preismodellen je nach Nutzungsintensität.
- Der *Aufwand* für die Entwicklung der Integrationsstrecken entfällt weitestgehend, abgesehen von der Bereitstellung kundenspezifischer Integrationskomponenten. Über eine deklarative Oberfläche wird die Integration definiert.
- Das *Liefermodell* der iPaaS-Lösung ermöglicht eine mandantenabhängige Infrastruktur, die Ressourcen elastisch zu- und abschalten kann (siehe Preismodell).
- Die *Integrationsinfrastruktur* verwaltet der Anbieter über Managed Services.
- *Deployment, Testing und Provisioning* übernimmt der Anwender über eine deklarative Oberfläche. Es müssen keine Scripts erstellt werden.
- Das *iPaaS* hat ein ausreichendes technisches und fachliches Monitoring, um Transparenz zu erzeugen und das Management der Integrationsstrecken zu ermöglichen.

Im Kapitel Lessons Learned werde ich noch einmal auf diese Funktionalitäten eingehen und diskutieren, ob diese in der Form überhaupt wünschenswert und in der geforderten Breite realisierbar sind.

## Einordnung der unterschiedlichen iPaaS Ansätze

Der Markt der iPaaS-Produkte ist noch jung, sie verändern sich permanent und eine generelle Einordnung der Produkte gibt es bislang nicht. Auch die kurzen Release-Zyklen der Anbieter mit größerem Funktionsumfang werden den Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit der Produkte nicht gerecht.

Trotzdem möchte ich einige Angebote, mit denen unsere IT-Beratung schon in Projekten, Pilot-Projekten oder Proof-of-Concepts (PoCs) Erfahrungen gemacht hat, anhand eines Portfolios einordnen.

Bei der Einordnung der Produkte habe ich mich auf die Hersteller Talend, Oracle, Amazon AWS und DELL Boomi beschränkt. Der Ansatz lässt sich aber auch auf die Produkte anderer Hersteller ausdehnen.

Die vertikale Achse in Abbildung 2 drückt das Servicemodell der Lösung aus, beginnend mit der klassischen On-Premises-Lösung über die ausgelagerte Infrastruktur beim „Infrastructure-as-a-Service“ (IaaS) zu einer angebotenen Integrationsplattform einschließlich der benötigten Systemkomponenten als Platform-as-a-Service (PaaS) bis hin zu „Software-as-a-Service“ (SaaS) für die Integration. Gerade das SaaS-Angebot für die iPaaS-Lösung ist ein neues Hype-Thema, das für die Zukunft der Integration eine Plug-and-Play-Technologie verspricht, die die Fachbereiche selbst handeln können. Implizit wurde dies auch schon in den genannten Funktionalitäten deutlich. Das Unternehmen Adeptia spricht sogar von der "Citizen Integration" und sieht die Applikationsintegration der Zukunft als eine Self-Service-Funktionalität der Fachbereiche an. [Adeptia2015]

Die horizontale Achse in der Abbildung beschreibt die Zunahme der vertikalen Integration durch die eingesetzte iPaaS. Mit dem Servicemodell folgt darauf automatisch auch eine Reduktion der Fertigungstiefe seitens der IT.

Die Hersteller Talend und Oracle bieten Suites für die Enterprise Integration an, die sowohl On-Premises als auch in der Cloud (Oracle SOA Cloud Service, Talend Integration Cloud) mit den identischen Werkzeugen lauffähig sind. Somit lassen sich die Integrationskomponenten in und aus der Cloud heraus beliebig verschieben und auch kombinieren. Das halte ich für einen großen Vorteil, da Migrationsaufwand, Risiko sowie zusätzlicher Wartungsaufwand für redundante Integrationskomponenten entfallen.

Seitens der IaaS lassen sich Angebote wie die Amazon ASW oder die Oracle Java Cloud aufführen. Die Unternehmen erhalten eine skalierbare Infrastruktur, aber die eigentliche Integrationsplattform inklusive der Systemkomponenten der Hersteller müssen sie selbst installieren, für die spezifische IaaS-Lösung optimieren und im Lebenszyklus managen.

Als klassisches Angebot, um Aufwand und Risiko zu reduzieren, haben die Anbieter eine PaaS-Lösung auf den Markt gebracht, also eine Cloud-Lösung, die neben der skalierbaren Infrastruktur auch eine vorkonfigurierte und von ihnen verwaltete Integrationsplattform hat.

Die Fertigungstiefe in der IT verringert sich, da der Cloud-Anbieter neben der Infrastruktur auch die gesamte Integrationsumgebung verwaltet. Als Beispiel hierfür stehen in Abbildung 2 die Produkte der Anbieter Dell, Oracle und Talend.

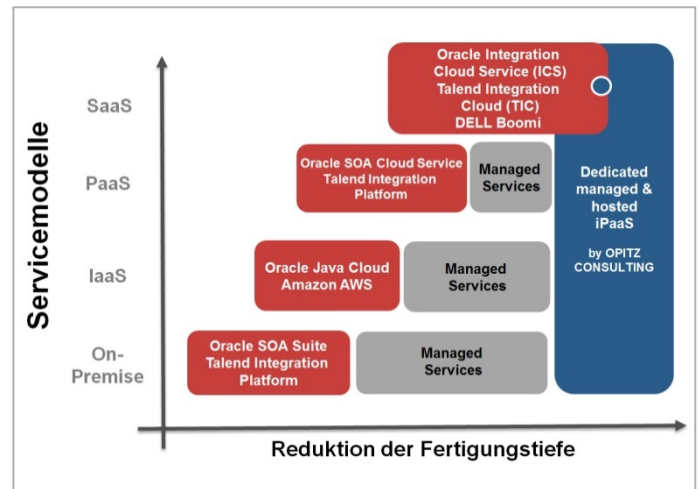


Abbildung 2: Einordnung unterschiedlicher iPaaS-Produkte und -Lösungen

Im nächsten Schritt boten die Hersteller Integrationsleistungen als Self-Service-Applikation in einem SaaS-Modell an. Bei diesem Modell wählt der Anwender Apps aus, die vordefinierte Integrationsleistungen anbieten. Ein gutes Beispiel ist die bidirektionale Integration von Salesforce und SAP im Sales-Bereich. Das Versprechen der SaaS-Anbieter impliziert, dass Mitarbeiter aus dem Fachbereich über eine einfache deklarative Oberfläche „mal eben“ über einige Dialoge die Integrationsstrecke implementieren und im Anschluss produktiv schalten können.

Gerade bei den SaaS-Ansätzen ist jedoch offen, wer am Ende für das Application Lifecycle Management der kundenspezifischen Apps verantwortlich ist. Diese Unsicherheit habe ich auch in Abbildung 2 angemerkt. Letztlich werden immer kundenspezifische Szenarien zur Anwendung kommen. Diese müssten dann gemäß der Philosophie der SaaS-Ansätze als Apps realisiert und in den „Shop“ hochgeladen werden.

Die beiden „grauen Kästchen“ in der Abbildung drücken den fehlenden Anteil an Leistungen aus, die die Fertigungstiefe soweit reduzieren würden, dass die gesamte Integrationsleitung extern als Betriebsleistung bezogen werden könnte. Systemhäuser bieten hier Managed Services an, um das IaaS- oder auch PaaS-Angebot der Hersteller abzurunden.

Der blaue Kasten in Abbildung 2 zeigt eine weitere Spielart der Leistungserbringung der Integration. In diesem Fall wird das Servicemodell PaaS mit dem Liefermodell einer Dedicated Public Cloud oder einer Private Cloud kombiniert, um die Sicherheits- und Performance-Anforderungen des Unternehmens über Service Level Agreements garantieren zu können. Ferner erfolgt die Ausdehnung der Leistung über Managed Services, um die Leistung „Integration“ komplett auszugliedern.

## Referenzmodell für Integrationszenarien

Abbildung 3 zeigt eine grundlegende Referenzarchitektur in Bezug auf die unterschiedlichen Einsatzszenarien bei der Applikationsintegration. Es lassen sich grob drei Szenarien festhalten, die den Liefermodellen der Cloud entsprechen.

SaaS-Lösungen wie von Taleo, Salesforce, Survey Monkey und anderen sind typische Vertreter dieser Klasse an Applikationen. Bewegt man sich aus Gründen der Sicherheit oder der garantierten Performance innerhalb der Firewall und nutzt etwa VPN-artige Zugriffsmechanismen, so kann die Lösung in Form einer Private Cloud oder als Dedicated Public Cloud erfolgen. In beiden Fällen hat die IT des Unternehmens ein gewisses Maß an Kontrolle beziehungsweise die Möglichkeit, das Design von Infrastruktur und Integrationsplattform zu beeinflussen. Außerdem gibt es auch noch lokale Integrationslösungen, die On-Premises installiert sind.

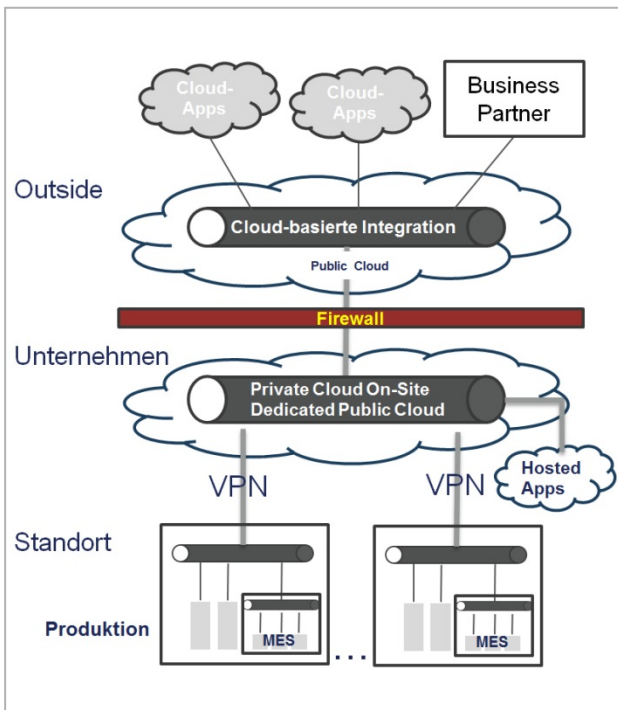


Abbildung 3: High-Level-Referenzarchitektur für Integration

Auf dieser unteren Ebene sehe ich die Near-Real-time-Integration im Produktionsbereich in Verbindung mit den Manufacturing Execution Systems oder den Systemen für die Produktionsplanung und Steuerung. Ob es sinnvoll ist, diese Integrationsleistung in einer Cloud vorzunehmen, ist fraglich.

Viele Unternehmen installieren sogar produktionsrelevante Systeme auf dedizierten Infrastrukturen, um komplett autark von der zentralen IT agieren zu können. Neben den hohen Sicherheitsanforderungen, die eher die Verhinderung von Sabotage im Auge haben als einen Datenverlust, legen die

Firmen insbesondere Wert auf die permanente Verfügbarkeit und eine ausreichende Performance. Da die vertragliche Absicherung solcher für die Produktion notwendigen Service Level Agreements in einer virtualisierten oder gar Cloud-Umgebung schwierig ist, lagern viele Unternehmen die produktionsrelevanten Systeme auf eigene Infrastrukturen aus.

Auf der Ebene einer physikalischen Lokation (Unternehmensstandort) ist die Nutzung einer expliziten Integrationsplattform möglich, jedoch haben viele Unternehmen die lokalen Plattformen zugunsten einer zentralen Plattform aufgegeben, die via VPN mit hohen Sicherheits- und Durchsatzanforderungen zugreifbar ist. Gerade im Hinblick auf eine komplette End-to-End-Integration aller Systeme zu einem grundlegenden bereichsübergreifenden Geschäftsprozess, wie etwa dem Order-to-Cash- oder Closed Loop-Angebotsprozess hat diese Architektur eine besondere Bedeutung.

Jenseits der Firewall wird es nun interessant, hier betreten wir generell Neuland im IT-Markt. Wie erfolgt die Integration der per Definition standardisierten SaaS-Lösungen untereinander beziehungsweise zu den bestehenden On-Premises-Lösungen? Hier möchte ich untersuchen, ob eine datenorientierte Point-to-point-Integrationsleistung ausreicht oder ob beim Informationsfluss im Rahmen der Integration ein komplexerer Integrationsprozess mit unterschiedlichen Services und einer Vielzahl an Geschäftsregeln notwendig ist. Am Ende läuft alles auf die Frage hinaus, ob wir eine End-to-End-Sicht auf den Integrationsprozess brauchen. Daraus ergeben sich nicht funktionale Anforderungen an die Integrationsplattform, die ich in Kapitel 6 bei den Dimensionen der Integration vorstelle.

## IT-Bebauung für die Cloud

Betrachtet man die Applikationslandschaft eines Unternehmens und die benötigten Integrationsflüsse in einem High-Level-IT-Bebauungsplan (siehe auch Abbildung 4), so wird klar, dass es nicht nur „eine“ Lösung für eine Auslagerung der Integrationsleistung gibt. Zu unterschiedlich sind sowohl die eingesetzten Cloud-Lösungen bezüglich ihrer Service- und Liefermodelle als auch die Vielfalt an Lieferanten der Lösungen selbst. Um die Verwendung der Cloud-Lösungen in einem geordneten Rahmen zu fördern, können wir auf die etablierten Methoden und Techniken des Enterprise Architecture Managements (EAM) zurückgreifen.

Zimmermann hält fest: „Die Vielzahl der funktionalen Möglichkeiten wie auch der Bedarf für neue Informationssysteme nehmen durch neue Technologien wie soziale Netze, mobile Geräte, intelligente Fahrzeuge, neue Büroinformationssysteme und neue Service-Modelle sowie Cloud-Technologien stetig zu. Innovation auf dem Gebiet der neuen Architekturen von Informationssystemen sind

oft gepaart mit der Notwendigkeit einer wohldefinierten Enterprise Architecture.“ ([Zimmer2013], S.6).

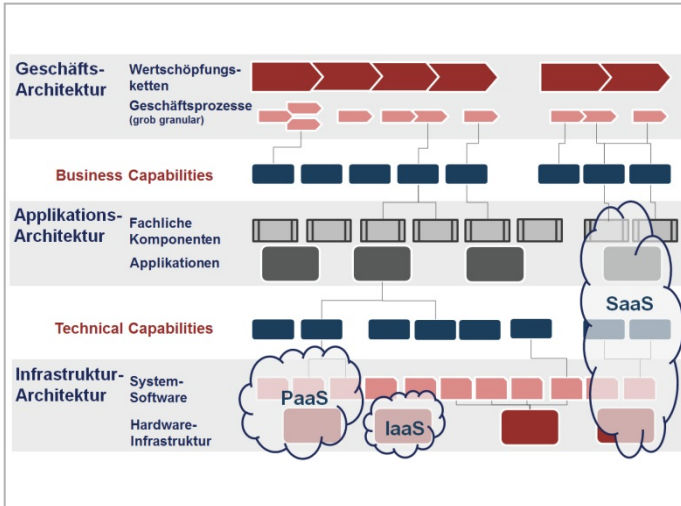


Abbildung 4: Vereinfachtes EA-Metamodell für die IT-Bebauung zur Adaption von Cloud-Services

In vielen Unternehmen ist das EAM bereits etabliert und die bestehenden Ansätze müssen auf ihre „Cloud-Tauglichkeit“ überprüft und adaptiert werden. In Abbildung 4 sind die drei klassischen Cloud-Servicemodelle im IT-Bebauungsplan als Wolken dargestellt. Der gewählte Ansatz entkoppelt zum einen durch die Einführung der „Business Capabilities“ die Geschäfts-, Aufbau- und Ablauforganisation von den IT-technischen Hilfsmitteln wie Applikationen oder verallgemeinert: IT-Komponenten. Zum anderen trennt er durch „technische Capabilities“ die Applikations- und Informationssicht von der IT-Infrastruktur einschließlich der Systemsoftware ab, die letztlich durch Service Level Agreements ihre vertragliche Ausprägung erfahren. Durch diese Abstraktion und somit die Trennung von Fachlichkeit, Applikation und technischer Infrastruktur ist es nun möglich, Cloud-Lösungen in die IT-Bebauung zu integrieren und ihre Auswirkung auf die aktuelle Infrastruktur vorherzusagen

Im Fall eines Cloud-Service als IaaS, mit dem man im Bedarfsfall Infrastruktur skaliert, wie bei den Angeboten der Amazon AWS, ersetzt man die Hardware durch eine Cloud (siehe „Wolke IaaS“ in Abbildung 4). Bewegt man sich nun in einen PaaS-Ansatz hinein, so wird man eine gesamte Plattform inkl. der Systemsoftware ersetzen und kann dies nun an die technischen Capabilities in der IT-Bebauung ausrichten (siehe „Wolke PaaS“ in der Abbildung 4). Im Falle eines SaaS ist die „Physik“ für das Unternehmen komplett transparent und die geschäftlichen Anforderungen, die die SaaS Lösung abdecken sollte, werden durch die „Business Capabilities repräsentiert (siehe „Wolke SaaS“ in der Abbildung 4).

Cloud-Lösungen mit einem beliebigen Service- oder Liefermodell lassen sich somit als Services zur Befriedigung von Business Capabilities bei einem SaaS-Modell beziehungsweise

zur Befriedigung von „Technical Services“ bei einem IaaS/PaaS-Modell auffassen. [Zimmer2013] Um dies zu erfassen, orientiert sich die Adaption der EA-Metamodelle an Ansätzen, die serviceorientierte Architekturen [Bernhard2015] sowie neuerdings Microservices-Architekturen einbeziehen [Fowler2014].

## Dimensionen der Integration

Um die unterschiedlichen Facetten einer Integration hinsichtlich der sinnvollen Architektur und dem möglichen Einbezug einer Cloud-Lösung bewerten zu können, müssen wir die Dimensionen einer Integrationsleistung näher betrachten. In der Literatur der Wirtschaftsinformatik werden dazu unterschiedliche Klassifizierungen vorgenommen. In den Ausführungen von ([Schmidt2010], S. 12) erfolgt ein Vergleich der unterschiedlichen Ansätze von [Vogler2004], [Österle2007], [Schwinn2005], [Mertens2007], [Rosemann1999] sowie [Scheer1998]. Alle unterteilen die Integrationsansätze in die Ebenen Strategie, Prozesse und Systeme.

In diesem Whitepaper liegt der Schwerpunkt nicht auf strategischen oder organisatorischen Herausforderungen der Integration, sondern alleine auf den Fragestellungen der technischen Anbindung und Kopplung.

Seitens der Wirtschaftsinformatik haben sich drei Dimensionen zur Klassifikation der Integrationsleistung ausgeprägt ([Schmidt2010], S. 9):

- Integrationsgegenstand (Prozess-, Applikations- oder Datenintegration)
- Integrationsrichtung (horizontale oder vertikale Richtung)
- Integrationsreichweite (Organisatorische Breite der Integration)

Zusätzlich zu diesen etablierten Kriterien der Wirtschaftsinformatik möchte ich zwei weitere Kriterien einbeziehen, um die Architektur und das Service- und Liefermodell speziell im Hinblick auf eine Cloud-Lösung klassifizieren zu können:

- Integrationsaktualität (zeitlicher Schlupf)
- Integrationsicherheit (Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Vertraulichkeit, Verbindlichkeit)

## Integrationsgegenstand

Der Integrationsgegenstand bezieht sich auf das Integrationsobjekt. Wirtschaftsinformatiker haben hierzu eine Vielzahl an Ebenen und Strukturierungsansätzen verfolgt. Ich schließe mich in diesem Fall der Argumentation von ([Schmidt2010], S. 12) an und beziehe mich auf den Ansatz von

[Schwinn2005], wobei die Integrationsebene der Strategie nicht weiter betrachtet wird [Schimdt2010], S. 11ff).

Demnach halte ich für die Dimension „Informationsgegenstand“ die folgenden drei Ausprägungen fest:

- Prozessintegration
- Applikationsintegration
- Datenintegration

### Prozessintegration

Das Ziel der Prozessintegration ist die durchgängige und medienbruchfreie Bearbeitung von Geschäftsprozessen mithilfe von Workflow- oder BPM-Systemen. Über implementierte technische Prozesse und Abläufe erfolgt eine Kopplung von bislang isolierten Arbeitsschritten. Damit erreicht man eine Optimierung der Geschäftsprozesse mit einem erhöhten Automatisierungsgrad bei der Bearbeitung und mit IT-gestützter Transparenz über den Geschäftsprozess selbst.

Eine spezielle Form der Prozessintegration ist die Verwendung von Enterprise-Portaltechniken mit Mash-ups oder die Einbindung von Portlets.

#### *Blickwinkel iPaaS:*

Aus Sicht einer Cloud-Lösung muss iPaaS in der Lage sein, Workflows bzw. BPMN-Prozessartefakte auszuführen. Diese Integrationsprozesse werden in einem hohen Maße kundenspezifisch sein, sodass eine SaaS-artige Lösung mit „Apps“ diese Anforderungen nicht bedienen kann.

### Applikationsintegration

Das Ziel der Applikationsintegration ist die Wiederverwendung und gemeinsame Nutzung von bestehenden Komponenten, um eine vorhandene Funktionalität applikationsübergreifend verwenden zu können. Für die Applikationsintegration stehen unterschiedliche Methoden zur Verfügung, wobei es sich letztlich um das Muster von „entfernten Funktionsaufrufen“ handelt, die im Allgemeinen über eine Middleware-Plattform erfolgen. Typische Ansätze sind prozedurale Aufrufe durch eine Remote Procedure Invocation, Funktionsaufrufe über einen Transaction Monitor oder einen Enterprise Service Bus (ESB) oder objektorientierte Aufrufe, etwa über einen Object Broker oder auch Message-orientierte Aufrufe über eine entsprechende Middleware-Plattform.

Obwohl diese Verfahren auch für Daten- oder Prozessintegrationen verwendet werden können, möchte ich hier den Aufruf einer funktionalen Komponente in den Vordergrund stellen. Ein gutes Beispiel ist die Nutzung einer gemeinsamen Preiskalkulation aus verschiedenen Medien heraus oder die Nutzung eines zentralen Stammdatendienstes etwa zur Bereitstellung von Kunden- oder Produktdaten.

#### *Blickwinkel iPaaS:*

SaaS-Lösungen wie Salesforce erlauben eine Applikationsintegration nur in sehr eingeschränktem Maße. Entweder bietet die SaaS-Lösung einen „Handle“ für den Aufruf verteilter Komponenten oder nicht. Ein Customizing der SaaS-Lösung ist entweder nicht möglich oder gefährdet das SaaS-Modell nachhaltig durch eine kundenspezifische Ausprägung.

### Datenintegration

Ziel der Datenintegration ist die Zusammenführung von Daten aus unterschiedlichen Datenquellen. Im Gegensatz zur Prozess- oder Applikationsintegration wird die Integration unabhängig von einem definierten Zeitpunkt betrachtet. Das heißt, wir entkoppeln die Funktionalität von der Information, die die Daten enthalten.

Die Datenintegration verfolgt vier Aspekte ([Schmidt201], S. 14ff):

- die Gewährleistung eines einheitlichen Datenzugriffs, auch falls Daten in verteilten Systemen sind
- die automatisierte Weitergabe der Daten in den relevanten, oft verteilten Systemen
- die Konsolidierung der Daten, um einen einheitlichen, verlässlichen und oft zentralen Bestand an Daten zu pflegen
- die Nutzung eines kanonischen Datenmodells für die Standardisierung der Datenelemente über die unterschiedlichen Quellen hinweg

#### *Blickwinkel iPaaS:*

Die iPaaS-Lösungen konzentrieren sich aus meiner Sicht, auf die daten-getriebene Point-to-Point-Verbindung unterschiedlicher, meist standardisierter Applikationssysteme. Für diese oft wohldefinierten Transformationen von Datenstrukturen lassen sich deklarative Umgebungen mit Integrations-Apps erstellen. Erfahrungen hierzu finden Sie im Kapitel Lessons Learned.

### Integrationsrichtung

Die Integrationsrichtung kann in zwei unterschiedliche „Richtungen“ erfolgen: Sie kann zum einen „horizontal“ an der Wertschöpfung entlang mit einem übereinstimmenden funktionalen Prozessziel erfolgen. In diesem Fall befinden sich die Integrationsobjekte auf der gleichen operativen Unternehmensebene [Mertens2007].

Im Gegensatz hierzu betrachtet die „vertikale“ Integration eine Verdichtung bzw. Aufspaltung der Objekte für eine andere Unternehmensebene. Das kann die Verdichtung von Daten für dispositive Systeme sein, so auch Business-Intelligence-Applikationen, Planungs- und Kontrollsystemen oder die Aufspaltung von Objekten für andere Geschäftsprozesse, z. B. ist die Aufspaltung von Aufträgen in Bestell- oder Fertigungsstücklisten für die Produktionsplanung und -steuerung.



*Blickwinkel iPaaS:*

Die SaaS-artigen Lösungen betrachten zurzeit nur die horizontale Integrationsrichtung, da jede Verdichtung oder Aufspaltung kundenspezifische Anforderungen besitzen und die Integrations-Apps komplexe ETL-Prozesse oder Algorithmen zur Aufspaltung von Geschäftsobjekten implementieren müssten. Einzige Vorgehensweise, um der Philosophie der SaaS-Ansätze zu folgen, wäre das „Bauen“ einer eigenen spezifischen Integrations-App für diese spezifische Aufgabenstellung.

**Integrationsreichweite**

Die Integrationsreichweite beschreibt die organisatorische Reichweite der Integration. Hier haben sich drei grundlegende Dimensionen etabliert:

- bereichsbezogene Integration innerhalb einer Organisationseinheit
- innerbetriebliche Integration innerhalb des Unternehmens oder Unternehmensverbunds
- zwischenbetriebliche Integration außerhalb des Unternehmens mit den externen Geschäftspartnern

*Blickwinkel iPaaS:*

Die iPaaS-Lösungen in einem Liefermodell der Public Cloud verfolgen das Ziel, sämtliche Integrationsleistung in die Cloud zu ziehen. Sieht man sich die Reichweite an, so zeigt sich, dass die zusätzlichen Kriterien der Aktualität und der Sicherheit einen hohen Einfluss auf die Ausgestaltung der Integrationslösung und insbesondere auf das Liefermodell der iPaaS-Lösung haben.

**Integrationsaktualität**

Bei der Dimension der Integrationsaktualität betrachten wir den zeitlichen Faktor zur Bereitstellung der Information oder der Funktionalität im Rahmen der Integration. Sie ist abhängig von der funktionalen Anforderung und kann nahezu in Echtzeit erfolgen, etwa bei einer Maschinensteuerung, oder mit einem beliebig langen, aber betrieblich akzeptablen Zeitversatz. Die Integration läuft synchron ab, meist im Near-Real-time-Modus, oder auch in asynchronen Verfahren.

*Blickwinkel iPaaS:*

Die iPaaS-Lösungen in einem Liefermodell der Public Cloud erfüllen eher die Ansprüche für eine niedrige Aktualität. Über eine Private Cloud oder einer Dedicated Public Cloud wird man hingegen einen garantierten Datendurchsatz vertraglich festhalten können und somit eine bessere Aktualität erreichen. Aus meiner Sicht macht eine Near-Real-time-Integration über eine Cloud keinen Sinn, sofern die empfangenden Systeme größtenteils On-Premises sind. Anders ist die Argumentation beim Internet der Dinge. Hier sind die „Dinge“, also physikalischen Einheiten, Sensoren etc., geografisch verstreut

und werden erst über eine Cloud zu einem Netzwerk zusammengefasst. In diesem Fall liegt das „Center of Gravity“ eindeutig in der Cloud, und somit sollte auch die Integrationslösung als Cloud-Lösung implementiert sein.

**Integrationsicherheit**

Die funktionale Anforderung an die Sicherheit der Integrationsleistung hat einen deutlichen Einfluss auf die Auswahl der Integrationsarchitektur und somit auf die Möglichkeiten der Einbeziehung einer iPaaS-Lösung. Bei der Betrachtung der Integrationsicherheit beziehe ich mich auf vier wesentliche Grundpfeiler ([JAHNER2005], S.2): Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Vertraulichkeit und Verbindlichkeit. Die Integrationsarchitektur sollte diese Grundpfeiler der informationstechnischen Sicherheit mit einer wirksamen Integrationsarchitektur und angemessenen Maßnahmen gewährleisten.

- *Verfügbarkeit* bezieht sich auf die Nutzung von Daten, Applikationen und Infrastrukturen. Sind die Systeme durch einen Angriff nicht verfügbar, so ist die Prozesssicherheit gefährdet.
- *Verlässlichkeit* bezieht sich auf die Nutzbarkeit der Daten und Applikationen. Demnach sollte sichergestellt sein, dass Daten nicht manipuliert oder sogar schadhafte Programme eingespielt werden können, die wiederum fehlerhafte Ergebnisse produzieren.
- *Vertraulichkeit* sorgt dafür, dass Daten nicht an Unbefugte geraten.
- *Verbindlichkeit* betrifft die Authentizität elektronischer Dokumente, Daten und Urkunden. Ein typisches Beispiel ist unser Vertrauen in den elektronischen Zahlungsverkehr, in dem Zertifikate die „Echtheit“ garantieren sollen.

*Blickwinkel iPaaS:*

Die kundenspezifischen Anforderungen und Compliance-Richtlinien, bezogen auf jede notwendige Integrationsleistung, bestimmen die Wahl eines Lösungsansatzes für das iPaaS. Gerade bei der prozessorientierten Integration werden Unternehmen häufig mit Richtlinien konfrontiert, die bestimmen, dass die Daten im eigenen Netzwerk oder zumindest in Deutschland liegen müssen. Diese Richtlinien betreffen somit auch die Nutzdaten oder den Payload der Prozesse zur Steuerung von Statusübergängen.

**Einordnung bei Lösungsszenarien**

Nachdem wir die Dimensionen einer Integration beschrieben, ein Referenzmodell formuliert und unterschiedlichen iPaaS-Lösungen anhand ihres Liefer-/Service-Modells betrachtet haben, möchte ich jetzt unterschiedliche Lösungsszenarien für die Integration systematisieren.

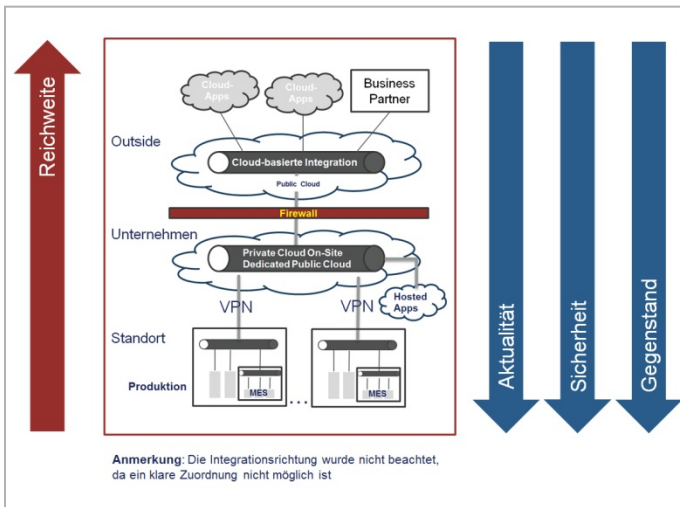


Abbildung 5: Ausprägung der Dimensionen anhand der Referenzarchitektur

Abbildung 5 zeigt die unterschiedlichen Ausprägungen der Dimensionen, gespiegelt am jeweiligen Referenzmodell. Die Richtung des Pfeils drückt die gestiegenen Anforderungen aus. Mit Ausnahme der Reichweite korrelieren diese mit dem bevorzugten Ort der Implementierung.

### Reichweite

Je eher die Integration zwischenbetrieblich ist und mit Systemen anderer Geschäftspartner interagiert, etwa bei den klassischen B-to-B-Integrationsaufgaben, desto eher macht eine Implementation in einer Public Cloud mit einem iPaaS-Ansatz Sinn.

Gerade bei der B-to-B-Integration liegt dem Datenaustausch meist ein hohes Maß an Standardisierung zugrunde. Sind die gesetzten Rahmenbedingungen und Anforderungen an Datenaktualität und Sicherheit eher niedrig und der Gegenstand der Integration sind Daten oder Web-Service-basierende Applikationskomponenten, so ist die Implementierung mit einer Cloud-Lösung ratsam, auch als SaaS.

Hier existieren schon in der Vergangenheit Anbieter, die den Datenaustausch in eine gesicherte Umgebung als Service anbieten. Ein Beispiel wäre etwa der Austausch von Produktdaten über einen etablierten Marktplatz.

### Aktualität

Je eher der Datenaustausch oder die Ausführung einer zentralen Komponente synchron mit einer Near-Real-time-Ausführung erfolgen muss, desto eher sollte die Implementierung lokal und in einem On-Premises-System erfolgen, um die Latenzzeiten der Netzwerke auszuschließen. Typische Beispiele sind die Maschinensteuerungen bei der Produktion, die Near Real-time reagieren müssen.

Gerade wenn extrem hohe Geschwindigkeiten gewünscht werden, sind meist auch die Anforderungen an die Verfügbarkeit der Systeme sehr hoch.

### Sicherheit

Je höher die Anforderungen an die Sicherheit sind, desto eher sind eine isolierte Infrastruktur und eine lokale Implementation sinnvoll. Um zu verhindern, dass dies zu einem „Totschlag-Argument“ wird, sollte man bei der Erhebung der nicht funktionalen Anforderungen die Sicherheitsanforderungen nicht aus reiner Vorsicht zu hoch ansetzen.

Erfahrungsgemäß ist es sinnvoll, die Anforderungen an die Grundpfeiler möglicher Bedrohungen separat pro Integrationsleistung auszuweisen.

- Verfügbarkeit verhindert Bedrohungen, die die Infrastruktur lahmlegen.
- Verlässlichkeit bezieht sich auf die Nutzbarkeit der Daten und Applikationen.
- Vertraulichkeit schützt Daten vor unbefugten Zugriffen.
- Verbindlichkeit sorgt für die Vertrauenswürdigkeit der Daten.

Bei der Maschinensteuerung ist die Bedrohung von Vertraulichkeit und Verbindlichkeit beispielsweise sehr gering. Jedoch ist die Angst vor einem Produktionsstillstand durch fehlende Verfügbarkeit oder durch „falsche“ Steuerbefehle, die die Maschinen zerstören können, sehr hoch.

Bei personenbezogenen Daten dreht sich die Argumentation oft genau um Vertraulichkeit. Verfügbarkeit und Verlässlichkeit sind eher untergeordnet, jedoch regeln die gesetzlichen Vorgaben Datenschutz und Verbindlichkeit sehr strikt.

### Gegenstand der Integration

Gegenstand der Integration sind Daten, Applikationen und Prozesse. Der Datenaustausch erfolgt meist eher asynchron und unabhängig von den Applikationen und der implementierten Prozessintegration.

Bei Applikationen nutzt die Integration eher den Aufruf von verteilten Diensten, oft auch über sogenannte Web-Services. In diesem Falle werden bereits jetzt Dienste von externen Anbietern verwendet, was ein Argument für eine Verlagerung in die Cloud ist. Je eher jedoch eine „tiefe“ Integration in die Systemwelt jenseits standardisierter Schnittstellen benötigt wird, desto eher sollte die Integration On-Premises oder in einer Private Cloud erfolgen.

Bei der Prozessintegration ist die Ausgestaltung meist kundenspezifisch. Sie kann eine Bildschirminteraktion bewirken oder über sogenannte Mash-ups erfolgen.

Deshalb sollte auch diese Form der Integration eher mit klassischen BPM-Systemen in einer beherrschbaren Infrastruktur On-Premises oder in der Private Cloud umgesetzt werden.

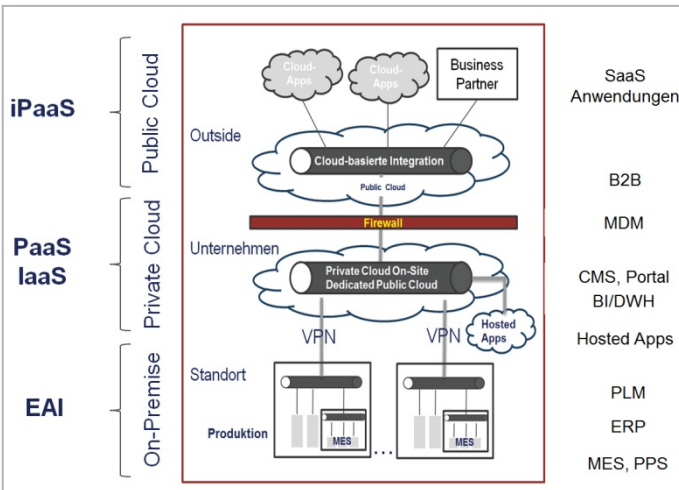


Abbildung 6: Notwendigkeit hybrider Ansätze

Betrachtet man die unterschiedlichen Integrationsszenarien, die im Unternehmen vorhanden sind und bewertet diese analog zu der dargestellten Methodik, so erkennt man unschwer, dass es Kandidaten für alle drei Liefermodelle von iPaaS gibt. Dieser Umstand legt – wie bei der IT-Bebauung – ein hybrides Szenario für die Integration nahe. Auch die IT sollte eine hybride Integration verfolgen. Dieses Szenario wird sich bezüglich der Anforderungen im Zeitablauf verändern, was sich auf das Center of Gravity auswirken wird. Eine Überprüfung der Integrationsleistung wird also in einem steten Zyklus notwendig.

Ich plädiere grundsätzlich für die Verfolgung eines hybriden Ansatzes, bei dem die Integrationswerkzeuge, die On-Premises und in der Cloud zur Verfügung stehen, identisch sein sollten. iPaaS mit einem „Citizen Integration“-Ansatz macht für mich nur Sinn, wenn das Integrationsszenario Point-to-Point ist und keine Komplexität bei der Transformation der Daten aufweist.

## Lessons Learned

Die Lessons Learned, die ich an dieser Stelle zusammenfasse, entstammen der Arbeit von OPITZ CONSULTING. Ich werde diese Erfahrungen anhand der grundlegenden Funktionalitäten aus der Einführung durchgehen:

- Preismodell
- deklarative Oberfläche
- Liefermodell der Cloud
- Managed Services über Anbieter
- Automatisiertes Deployment, Testing und Provisioning
- Ausreichendes technisches und fachliches Monitoring

## Preismodell

Bei Integrationsprojekten mit SaaS-Anbietern für HR- oder CRM-Applikationen haben wir ein interessantes Phänomen entdeckt: Der Import von Daten ist meist kostenlos, aber der Export von Daten wird nach Speichervolumen in Rechnung gestellt. Falls man ein iPaaS in einer Public Cloud nutzt, kann dies gerade bei einer vertikalen Richtung der Integration, etwa für die Datenbewirtschaftung eines zentralen Data Warehouses, zu überraschend hohen Kosten führen. Andere SaaS-Anbieter rechnen nach dem Aufruf von Schnittstellen ab, was bei einer satzorientierten Verarbeitung zu hohen Kosten führt. Wir umgingen dies in einem unserer Projekte mit einem Workaround: Da der Anspruch an die Aktualität im Projekt nicht so hoch war, haben wir nur einmal wöchentlich eine große Datenmenge entladen.

## Deklarative Oberfläche

In unseren Use-Cases konnten wir noch in keinem Fall mit dem aktuellen Stand der Integration-Apps auskommen. Ein Nachteil ist die beschränkte Anzahl der Apps, die sich mit der Zeit sicherlich noch ausweiten wird. Dazu kamen dann aber noch zwei weitere grundlegende Schwierigkeiten:

Zum einen mussten wir im Angebotsmanagement bei der Integration von Salesforce und einem gehosteten SAP System ein kanonisches Datenmodell implementieren, um Status und Angebotsnummer zu „matchen“. Gerade bei der Integration von SaaS- und On-Premise-Lösungen tritt häufiger die Schwierigkeit auf, dass die Feldnutzung bei der On-Premise-Lösung kundenspezifisch verwendet wird. Das lässt sich mit den eher einfachen Transformationsregeln der Integration-Apps nicht darstellen.

Zum zweiten war die Integration so komplex, dass sie einen über BPEL gesteuerten, lange laufenden Integrationsprozess mit einer menschlichen Interaktion im Eskalationsfall erforderte. Dies konnten wir zumindest nicht im Kontext des iPaaS als SaaS abbilden, wohl aber in einer iPaaS Lösung, die PaaS als Servicemodell hatte.

## Liefermodell der Cloud:

Hierzu haben wir keine Anmerkungen.

## Managed Services über Anbieter

Die Service Level Agreements der Anbieter beziehen oft nicht die Verfügbarkeit und den Durchsatz mit ein, sodass die Angebote eher für Entwicklungs- und Testzwecke nutzbar waren. Ferner haben wir erfahren müssen, dass Patches und Updates zentral ohne Nachfrage oder Vorwarnung eingespielt werden, obwohl dies teilweise Einfluss auf die Integrationsstrecken hatte. Hier sollten die Anbieter sorgfältiger vorgehen und die Qualität der Updates steigern. Schließlich ist das transparente Management der Plattform ein entscheidendes Kriterium für die Auswahl einer iPaaS-Lösung.

### Automatisiertes Deployment, Testing und Provisioning

Für Ansätze mit dem Liefermodell PaaS haben wir zu diesem Punkt keine Anmerkungen, da der bisherige Deployment-Prozess einschließlich des Testmanagements analog zu den etablierten On-Premise-Ansätzen abläuft. Das Provisioning wurde vom Anbieter übernommen. Beim Liefermodell SaaS haben wir das Testmanagement in einen PoC intensiv untersucht und gelangten zu unbefriedigenden Ergebnissen. Insbesondere die Testdatengenerierung müsste noch deutlich verbessert werden, um aussagefähige Testläufe durchführen zu können.

### Ausreichendes technisches und fachliches Monitoring

Die Funktionalität des technischen Monitoring war für uns bislang in allen Fällen ausreichend. Beim fachlichen Monitoring sieht das leider anders aus. Insbesondere bei Integrationen im SaaS-Ansatz, die über mehrere Point-to-Point-Verbindungen gingen, konnten wir den Informationsfluss nicht in Gänze darstellen.

### Fazit

Die Verfolgung von Cloud-basierten Ansätzen für die Integration ist bei der steigenden Adaption von Cloud-Lösungen in Unternehmen unumgänglich. Betrachtet man die Summe aller Integrationsleistungen, so wird ein hybrider Ansatz sinnvoll sein. Vor diesen Anforderungen halte ich es für zwingend notwendig, sowohl On Premises als auch in der Cloud mit identischen Integrationsplattformen zu arbeiten, um das Liefer- und Servicemodell flexibel zu verändern.

Ich meine, dass jede einzelne Integrationsstrecke oder gleichartige Klasse an Integrationsleistungen anhand der geschilderten Dimensionen analysiert werden sollte, um ein Portfolio erstellen zu können. Die Erweiterung des IT-Bebauungsplans hilft eine Cloud-Roadmap für die Integration zu entwickeln.

Generell bin ich vom Liefermodell PaaS beim iPaaS überzeugt. Das Hype-Thema der Integrations-Apps sehe ich zurzeit allerdings noch sehr kritisch.

Einfache Point-to-Point-Integrationen lassen sich hiermit zwar abdecken, sobald die Anforderungen jedoch umfangreicher werden. Insbesondere wenn der Integrationsgegenstand der Prozess ist, hat dieser Ansatz aus meiner Sicht noch konzeptionelle Schwächen.

### Quellen

[Adeptia2015] Embrace the Citizen Integrator & Maintain Control with Adeptia, White Paper (Download am 10.6.2015)

[Bernhard2015] Bernhard, Sven, Microservices architecture – thoughts from a SOA perspective, SOA Magazine, 2014

[BITKOM2015] BITKOM-Leitfaden: Cloud Computing – Evolution in der Technik, Revolution im Business, BITKOM, 2015

[FORR2014] Stefan Ried, The Forrester Wave: Hybrid Integration, Q1, 2014, Forrester, 2014

[Fowler2014] Fowler, Martin, Microservices, <http://martinfowler.com/articles/Microservices.html> (Download April 2015)

[Gartner2011] Massimo Pezzini, Integration Platform as a Service: Moving Integration to the Cloud, Gartner RAS Core Research Note G00210747, 2011

[Harris2012] Jim Harris, The Cloud is shifting our Center of Gravity, 19.7.2012, <http://www.ocdqblog.com/home/the-cloud-is-shifting-our-center-of-gravity.html> (Download am 28.5.2015)

[JAHNER2005] Stefanie Jahner, Helmut Krcmar, Risikokultur als zentraler Erfolgsfaktor für ein ganzheitliches IT - Risk Management, Artikel, 2005, ([http://www.krcmar.informatik.tu-muenchen.de/lehrstuhl%5Cpublikat.nsf/intern01/8767E03F1AEBB920C12570D1003996D4/\\$FILE/05-38.pdf](http://www.krcmar.informatik.tu-muenchen.de/lehrstuhl%5Cpublikat.nsf/intern01/8767E03F1AEBB920C12570D1003996D4/$FILE/05-38.pdf), Download am 10.2.2015)

[KPMG2015] Cloud-Monitor 2015: Cloud-Computing in Deutschland – Status Quo und Perspektiven, KPMG, BITKOM Research, 2015

[Mertens2007] Mertens, P., Integrierte Informationsverarbeitung 1, 16. Auflage, Gabler, Wiesbaden, 2007

[NIST2011] Peter Mell, Timothy Grance, The NIST Definition of Cloud Computing, NIST Special Publication 800-145 (Download am 28.5.2015)

[Österle2007] Österle, H., Winter, R., Höning, F., Kurpjuweit, S., Osl, P., Business Engineering: Core-Business-Metamodell, in WISU - Das Wirtschaftsstudium, 2007

[Rosemann1999] Rosemann, M., Gegenstand und Aufgaben des Integrationsmanagements, in: Scheer, A. Rosemann, M., Schütte (Hrsg.), Integrationsmanagement, Institut für Wirtschaftsinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität, Münster, 1999

[Scheer1998] Scheer, A, ARIS – Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem, 3. Auflage, Springer, Berlin, 1998

[Schmidt2010] Schmidt, Alexander, Entwicklung einer Methode zur Stammdatenintegration, Berlin, logos Verlag, 2010

[Schwinn2005] Schwinn, A., Entwicklung einer Methode zur Gestaltung von Integrationsarchitekturen für Informationssysteme, Dissertation, Universität St. Gallen, Difo-Druck, Bamberg, 2005

[Stähler2009] Dirk Stähler et. al, Enterprise Architecture, BPM und SOA für Business Analysten, Hanser Verlag, 2009

[Vogler2004] Vogler, P., Prozess- und Systemintegration: Evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Informationssysteme mit Hilfe von Enterprise Application Integration, Habilitation, Universität St. Gallen, St. Gallen 2004

[WIKI2015] [http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud-based\\_integration](http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud-based_integration), 10.6.2015

[Zimmer2013] Alfred Zimmermann et al., 3a Metamodell basierte Integration von Service orientierten EA Referenzarchitekturen, Proceedings der Fachtagung INFORMATIK 2013, Stuttgart, Edition Lecture Notes in Informatics (LNI), 2013