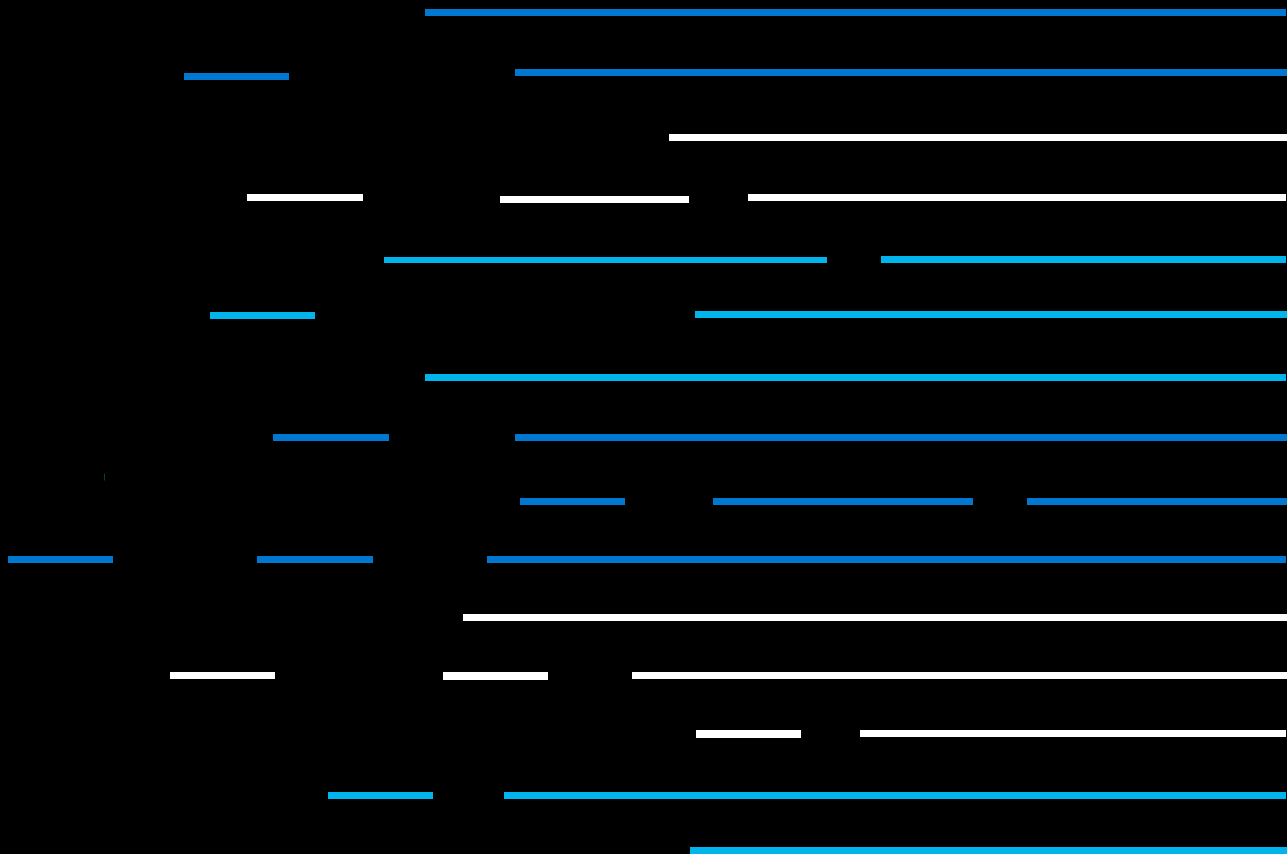


Warum der erste Cloud-Business-Case immer falsch ist

Gut an der Cloud: man zahlt, was man nutzt. Schlecht an der Cloud: man zahlt, was man nutzt. Was sich fast widersprüchlich anhört, kann sich fatal auf die Kostenbetrachtung beim Business Case für die Migration des Rechenzentrums in die Cloud auswirken. Es führt auch dazu, dass viele Unternehmen in der Cloud immer noch zu viel zahlen. Wer den Einsatz der Cloud prüft oder wer schon Infrastruktur-Dienste aus der Public Cloud nutzt, der muss einige Dinge beachten, um Kosten zu senken und mehr aus jedem Cloud-Euro rauszuholen.



Inhaltsverzeichnis

Einsparpotenziale identifizieren	07
• Cloud-Rabatte: Aktive Nutzung > Vertragsvolumen	07
• Ausschalten, Einschalten, Geld gespart	08
• Der passende Deckel für den Topf: „Rightsizing“	09
• Hauptsache billig: nehmen, was übrigbleibt	11
• Wenn jemand eine Reise tut...dann spart man Geld	11
• Aktuell bleiben	12
Unterschiede zwischen den Anbietern beachten	12
• Von VM-Äpfeln und VM-Birnen	13
• Die Anwendung bestimmt die VM-Auswahl, nicht die Rechenleistung	14
• Umgang mit dem Status Quo: Hybrid	15
• Das Verständnis von Preisstrategien der Cloud-Anbieter spart Zeit und Geld	17
Lieber Unschärfe kontinuierlich verringern, statt einmal richtig falsch zu liegen	18
Kostentransparenz	20
Definition klarer Verantwortlichkeiten	21
Laufende Optimierung	23
Ohne Zielsystem geht es nicht: Unternehmensziele vs. EBITDA	25
Anleitung und Best Practices: Cloud Adoption Frameworks	26
Der erste „Sieben-Meilen-Schritt“	28



Der verflixte erste Business Case

Für neu eingeführte oder entwickelte Anwendungen wird der Einsatz der Public Cloud in den meisten Unternehmen heute kaum noch in Frage gestellt. Im „Cloud Monitor 2020“¹ des Bitkom gaben nur noch knapp 30 % der Unternehmen an, dass Public Cloud kein Thema für sie sei. Zwei Jahre zuvor waren es noch über 40 %. Die Cloud-Anbieter haben längst Antworten auf die Anforderungen ihrer Kunden*innen nach Datensicherheit und Einhaltung der Datenschutzanforderungen gefunden, auch nach Schrems II. Für neue Anwendungen, die mobil, intelligent und möglichst agil auf Geschäftsprozessänderungen reagieren sollen, ist der Mehrwert der Public Cloud im Hinblick auf Time-to-Market, Sicherheit, Flexibilität, usw. einfach zu groß, als dass man sie nicht nutzen könnte.

Da man von der IT-Organisation aber in der Regel auch erwartet, dass sie in allen möglichen Bereichen Einsparpotenziale aufzeigt, muss auch der Business Case für die Migration der Bestandssysteme in die Cloud gerechnet werden. Bei dieser Migration – sei es aus dem eigenen Rechenzentrum oder bei einem Housing- oder Hosting-Partner – muss mit sehr spitzem Bleistift gerechnet werden. Eine Anwendung bleibt erstmal eine Anwendung, egal wo sie läuft. Einsparungen lassen sich in der Public Cloud vor allem dann realisieren, wenn man die besonderen Eigenschaften der Cloud intelligent für sich zu nutzen weiß.

Leider stellen wir fest, dass der erste Cloud-Business-Case in der Regel immer falsch ist. Das liegt dabei weniger an fehlenden oder falschen Fakten, sondern eher an der Methodik, mit der der Cloud-Business-Case erstellt wurde. Verstehen Sie mich richtig: es geht nicht darum, den perfekten ersten Business Case zu erstellen. Das ist meiner Erfahrung nach ebenso unmöglich. Aber es muss darum gehen, den ersten Business Case so nah an die spätere Realität anzunähern wie möglich.

¹ [Bitkom Cloud Monitor 2020](#)

Und hier stehen wir bereits vor einem relevanten Problem: Wann genau ist „spätere“ Realität? Bedingt durch Kosten für Planung und Migration, Ausbildung der bestehenden IT-Teams und andere kurzfristige Effekte sehen wir in fast allen Cloud-Projekten einen kurzzeitigen Anstieg der Gesamtkosten. Genauso sehen wir dann aber nach einer gewissen Zeit auch eine deutliche Abnahme der IT-Kosten durch Effizienzsteigerungen, die sich nur mit der Public Cloud realisieren lassen. Diese Zu- und Abnahme der Kosten kann so signifikant sein, dass Gartner ihr mit „Migration Bump“ sogar einen eigenen Namen gegeben hat.

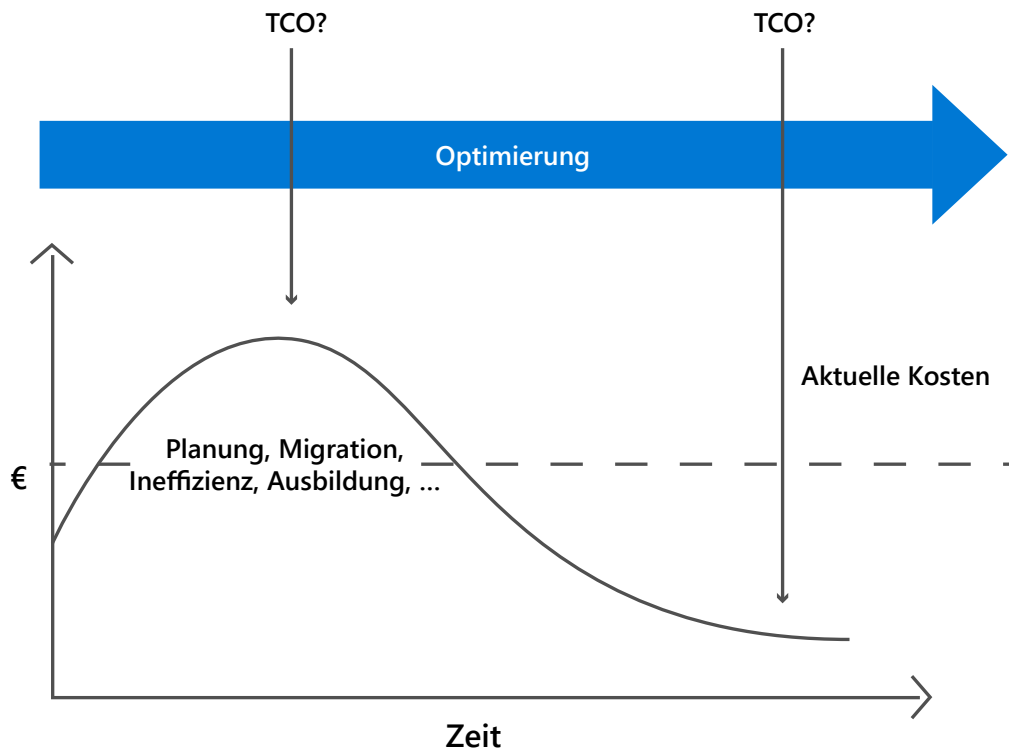
Das große Problem: Während man bei Projekten im eigenen Rechenzentrum einfach Hardware-Bedarfe und Betriebskosten ermitteln kann, lässt sich diese Voraussage bei Public Cloud deutlich schwerer treffen. Weil z.B. die Leistungsklassen der Prozessoren und der Durchsatz des Storage in der Public Cloud deutlich von denen der bestehenden Umgebungen abweichen, kann es sein, dass für die gleiche oder bessere Systemleistung weniger Hardware benötigt wird.

Eine weitere Herausforderung: Bestandssysteme, die nicht oder nur teilweise ausgelastet sind (oder vielleicht schon gar nicht mehr benutzt werden). Diese Systeme fallen in den bestehenden, virtualisierten Umgebungen nicht auf. Sie benötigen kaum System-Ressourcen, die Wartung erfolgt in großen Teilen standardmäßig automatisiert. Bei virtuellen Systemen findet daher ein sog. „Overprovisioning“ sowieso statt, d.h. es werden den einzelnen virtuellen Maschinen mehr Prozessoren zugewiesen, als die darunterliegende Hardware tatsächlich hat. Solange nicht alle virtuelle Maschinen zur gleichen Zeit alle zur Verfügung gestellten, virtuellen Prozessoren nutzen, ist das überhaupt kein Problem. Bei virtuellen Maschinen in der Public Cloud ist das aber anders: man zahlt erstmal für die zur Verfügung gestellten virtuellen Prozessoren, egal ob diese von dem System genutzt werden oder nicht.

Ein weiterer wichtiger Faktor sind die Lizenzkosten: während heute kaum ein Kniff zur Optimierung der Lizenzkosten in den bestehenden Rechenzentren ungenutzt bleibt, lassen sich diese Kniffe nicht oder nur teilweise in die Public Cloud überführen. Eine Übertragung des Status Quo kann auch hier zu Mehrkosten in der Public Cloud führen.

Außerdem fallen für die Cloud-Migration, wie bei allen anderen IT-Projekten, auch Kosten für Planung, Projektdurchführung, Ausbildung der Mitarbeitenden, usw. an. Während sich der eigentliche Umzug der Bestandssysteme in großen Teilen automatisieren oder wirtschaftlich

sehr günstig darstellen lässt, sind gerade Planung, Vorbereitung und Ausbildung Hauptposten in der Kostenbetrachtung, die jedoch auch über Erfolg oder Misserfolg des Projekts entscheiden können.



Diese und viele andere Faktoren führen dazu, dass man häufig den niedrigsten Preis für den Betrieb eines Systems in der Public Cloud erst dann ermitteln kann, wenn das System schon in der Public Cloud läuft.

Man müsste also erst alles in die Cloud migrieren und dann hinterher prüfen, ob sich das Vorhaben wirtschaftlich rechnet. Es ist klar, dass das keine Option ist. Die oben genannten Beispiele zeigen aber auch, dass das von uns häufig beobachtete Verfahren keine Option ist: CPUs, Arbeitsspeicher und Storage-Anforderungen der Bestandssysteme zusammentragen und in die öffentlichen Preisrechner der Hyperscale Cloud-Anbieter eintragen. Das Ergebnis in der Regel: die Cloud ist teurer als der aktuelle Betrieb. Damit ist die Migrationsdebatte in vielen Fällen beendet. Dabei ist das Ergebnis keine Überraschung: es zeigt die Kosten für das, was ich heute nutze. In der Public Cloud sollte man aber nur für das zahlen, was man tatsächlich braucht.



Wenn der erste Business Case immer falsch ist: Erstelle einen zweiten!

Die Lösung ist dabei ein iteratives Vorgehen zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, bei der nach und nach Kostentreiber und mögliche Einsparpotenziale der Public Cloud betrachtet und kalkuliert werden. Der Aufwand ist dabei überschaubar; Partner mit Routine bekommen einen validen Entwurf auf Basis der Bestandsarchitektur in zwei bis drei Tagen hin. Ist dieser erste Business Case dann 100 % korrekt? Natürlich nicht, aber er ist immerhin schon näher an der Realität, als es mit der Nutzung der Preisrechner möglich wäre.

Außerdem gilt: nur wenn dieser erste Business Case überhaupt Einsparpotenziale aufzeigt, nur dann braucht man in der nächsten Iteration in die Verfeinerung gehen. Wenn überhaupt keine Einsparpotenziale aufgezeigt werden können, dann hat man wenigstens nicht viel Zeit verloren. Ehrlicherweise muss man sagen, dass mir bisher nur sehr weniger Fälle begegnet sind, bei denen wirklich kein Einsparpotenzial mehr zu realisieren war.

Natürlich braucht man vor dem Start eines Migrationsprojektes immer noch einen möglichst vollumfänglichen Business Case inkl. Kostenaufstellung, fertigem Betriebskonzept und vielen mehr, jedoch wird dieser iterativ und mit steigender Verfeinerung erarbeitet. In der Regel startet man „High Level“ mit einer Aufnahme der Bestandskosten (CPU, Storage, Netzwerk, Personalkosten, usw.), Anzahl der Systeme, Mix der eingesetzten Betriebssysteme, usw.

Anhand von Marktvergleichsdaten (z.B. Betrachtung von Wettbewerbsunternehmen oder Unternehmen gleicher Branche/Größe), dem individuellen Kostenmix und der systematischen Identifikation von Cloud- und anbieterspezifischen Einsparpotenzialen entsteht die erste Iteration des Business Cases, der dann immer weiter verfeinert werden muss.

Einsparpotenziale identifizieren

Anders als bei klassischen IT-Bestandssystemen lässt sich das maximale Einsparpotenzial bei der Public Cloud nicht zum Zeitpunkt der Beschaffung realisieren, sondern erst während des Betriebs. Warum ist das so?

Im Vergleich mit dem klassischen Lizenzgeschäft der Software-Anbieter fallen die verhandelten Rabatte im Rahmen von Vertragsverhandlungen der Unternehmen mit den Hyperscalern lt. Analystenhäusern wie Flexera in der Regel einstellig aus². Das hat auch damit zu tun, dass die Aktionäre der Hyperscaler kaum noch auf die großen Vertragsabschlüsse (Nutzungsabsichten) schauen, sondern vielmehr auf die tatsächliche Nutzung und die aktiven Nutzer*innen der Cloud-Dienste. Wenn es also um tatsächliche Nutzung geht, sind Hyperscaler durchaus großzügiger.

Cloud-Rabatte: Aktive Nutzung > Vertragsvolumen

Ein Beispiel: alle Hyperscaler müssen für den Fall, dass Kunden spontan viel Rechenkapazität abrufen wollen (und dann nach dem Gebrauch schnell wieder abgeben wollen), immer eine Menge Kapazitäten vorhalten. Diese Unsicherheit in der Planbarkeit schlägt sich in der Marge nieder und daher bevorzugen es Cloud-Anbieter, wenn Kunden die durchgehende Nutzung bestimmter Ressourcen für einen gewissen Zeitraum (z.B. 1 oder 3 Jahre) zusichern. Man spricht dabei je nach Modell und Cloud-Anbieter von sog. „Reservations“, „Saving Plans“ oder „Use Discounts“.

Diese unterschiedlichen Modelle haben eines gemein: Sie stehen allen Kunden, unabhängig von Größe oder Vertragsvolumen, gleichermaßen zur Verfügung, sind öffentlich und müssen daher i.d.R. nicht individuell verhandelt werden. Die Kunden verpflichten sich zu einer gewissen Mindestabnahme und erhalten im Gegenzug einen Rabatt. Man bezeichnet die Modelle daher auch als „Published Commitment Discounts“.

Das „Commitment“ ist dabei je nach Anbieter mehr oder weniger verbindlich: Während bei

² [Flexera, 5 Cloud Trends for 2020](#)

manchem Anbieter die sog. „Reservations“ auch leicht zurückgegeben oder getauscht werden können, müssen bei anderen Anbietern diese über einen „Marketplace“ an dritte Interessenten verkauft werden. Leider muss man sagen, dass sich auf diesem Marktplatz selten die Preise realisieren lassen, die man für die „Reservation“ bezahlt hat.

Wenn die Rabattmodelle aber in Anspruch genommen werden, lassen sich Rabatte von bis zu 80 % und mehr realisieren. Ein solcher Rabatt kann und muss aber gar nicht mehr von den IT-Einkäufer*innen realisiert werden, sondern liegt in der vollen Verantwortung des IT-Betriebs bzw. des Application Owners. Immerhin kann nur die IT sagen, ob die Anwendung nicht zwischendurch abgeschaltet wird oder überhaupt noch die nächsten drei Jahre gebraucht wird.

Ausschalten, Einschalten, Geld gespart

Ähnlich verhält es sich mit der bedarfsorientierten Nutzung von Cloud-Ressourcen: Wenn ich eine virtuelle Maschine in der Cloud nicht provisioniert habe, dann zahle ich dafür auch nichts. Aber natürlich kann man nicht einfach jedes System nach Belieben abschalten, nur um Geld zu sparen. Aber natürlich gibt es häufig bestimmte Systeme, die nicht 24/7 laufen müssen. Insbesondere Entwicklungs- und Testsysteme gehören dazu. Im eigenen Rechenzentrum fallen diese nicht weiter auf und können durchgehend betrieben werden, in der Cloud verursachen diese Systeme weitere Kosten.

Auch hier kann wieder nur der Application Owner entscheiden, nach welchen Kriterien ein System zur Kostenreduktion heruntergefahren werden kann. Ganz wichtig hierbei: Erfahrungsgemäß funktioniert das nur, wenn die Kosten für den Cloud-Betrieb entweder in der Kostenstelle des Application Owner oder zumindest in den Zielsystemen abgebildet werden. Ohne die notwendige Transparenz und ggf. ein Belohnungssystem ist ein Bewusstseins- und Verhaltenswandel nur schwer zu realisieren (darauf komme ich auch später nochmal zurück).

Zusätzlich kann die Automatisierung des Ein- und Ausschaltens eine Durchsetzung der Einsparziele unterstützen. So können z.B. Regeln nach dem Standard definiert werden, dass Entwicklungssysteme automatisch heruntergefahren werden, wenn diese länger als ein paar Tage nicht mehr genutzt werden. Zusätzlich können Endnutzer*innen einfache Benutzungsoberflächen zur Verfügung gestellt werden, die einen schnellen Self-Service für den Start des Systems bei Bedarf erlauben.

Der passende Deckel für den Topf: „Rightsizing“

Nun kommen wir zu der wirtschaftlich interessantesten, aber sicherlich nicht trivialsten Disziplin beim Public-Cloud-Business-Case: das sog. „Rightsizing“. Insbesondere im IaaS-Bereich ist das einer der größten Hebel zur Kostensenkung (wie schon erwähnt, zahlt man in der Public Cloud was man nutzt, nicht notwendigerweise was man tatsächlich braucht). Wenn also z.B. eine virtuelle Maschine im Tagesdurchschnitt nur zu 80 % ausgelastet wird, beläuft sich der Zahlungsüberschuss auf 20 %. Das hat mit dem Preismodell bei IaaS zu tun, da hier z.B. auf Basis der Anzahl von CPU und Arbeitsspeicher abgerechnet wird und nicht notwendigerweise auf Basis des tatsächlichen, CPU-Zyklus genauen Leistungsbedarfs. Eine Studie des Analystenhauses Flexera hat ergeben, dass nur 32 % aller Systeme auf den tatsächlichen Ressourcenbedarf angepasst sind³. Hier schlummert also noch eine Menge Einsparpotenzial.

Das Ziel des „Rightsizing“ ist es also, den tatsächlichen Ressourcenbedarf und das Angebot des Hyperscalers möglichst genau übereinander zu legen. Dafür gibt es glücklicherweise eine Reihe von Möglichkeiten, die häufig auch bereits in den Portalen der Cloud-Anbieter sehr einfach zugänglich gemacht werden und teilweise sogar eine Anwendung der Optimierungsmöglichkeit auf Knopfdruck erlauben.

Der erste Schritt ist immer die Analyse der tatsächlichen Systemauslastung. Diese muss über einen gewissen Zeitraum erfolgen, damit z.B. Lastspitzen zu besonderen Uhrzeiten, Wochentagen, usw. berücksichtigt werden. Für eine solche Analyse im eigenen Rechenzentrum stehen einige Werkzeuge zur Verfügung und sie sind in die Portale der Cloud-Anbieter häufig bereits integriert (z.B. Azure Advisor).

Es gibt dann eine Handvoll üblicher Szenarien:

1. Das System wird nicht mehr oder kaum mehr genutzt: hier sollte überlegt werden, ob man das System abschaltet. Bei Microsoft verwenden wir dazu den sog. „Scream Test“⁴, bei dem die Server (nach Ankündigung) erst kurz, dann immer länger und dann dauerhaft abgeschaltet werden. Wenn keiner schreit, braucht das System keiner.

³ [Flexera, 5 Cloud Trends for 2020](#)

2. Das System ist gleichmäßig unausgelastet: dieses Szenario ist üblich, wenn eine bestehende Hardware-Konfiguration (z.B. CPU und Arbeitsspeicher) eins zu eins auf die Cloud-Konfiguration übertragen wurde. Hier kann eine günstigere, virtuelle Maschine mit weniger CPUs oder Arbeitsspeicher eingesetzt werden.
3. Das System ist nicht ausgelastet, es gibt aber Lastspitzen, die abgefangen werden müssen: perfekt für die Public Cloud, die ja immer mit ihrer Skalierbarkeit beworben wird. In diesem Szenario sollte der Einsatz von sog. „Burst Machines“ geprüft werden. Das Konzept ist relativ einfach: Man setzt eine virtuelle Maschine ein, die ausreichend Leistung für die Lastspitzen hat. Diese vollständige Leistung wird aber nicht durchgehend, sondern nur für Lastspitzen abgerufen (die sog. „Bursts“). Bei den „Burst Machines“ zahlt man den Preis für eine „kleine“ Maschine, mit der die Grundlast des Systems abgefangen werden kann und einen kleinen Aufschlag für die Lastspitzen. Das Prinzip des „Burstings“ wurde mittlerweile auch auf Speicherdurchsatz (sog. „Disk Bursting“) übertragen und funktioniert nach dem gleichen Prinzip. Je nach Anwendung lassen sich hier verständlicherweise enorme Einsparpotenziale realisieren.
4. Das System ist durchgehend gleichmäßig ausgelastet: Auch wenn hier für den Moment kein „Rightsizing“ mehr notwendig scheint, sollte das System natürlich im Kontext sich verändernder Geschäftsprozesse und des IT-Bebauungsplans regelmäßig aufs Neue bewertet werden.

Ergebnis der Lastanalyse	Empfehlung
Keine oder geringe Nutzung	„Scream Test“
Gleichmäßig unausgelastet	Günstigere VM mit geringerer Leistung oder anderem CPU/Arbeitsspeicherverhältnis nutzen
Ungleichmäßige Auslastung mit Lastspitzen	Einsatz von „Burst Machines“, „Disk Bursting“
System gleichmäßig voll ausgelastet	Lastverhalten beobachten

Abbildung 1 Rightsizing-Empfehlung nach Lastanalyse

⁴ [Microsoft Blog, Microsoft uses a scream test to silence its unused servers, Oktober 2019](#)

Hauptsache billig: nehmen, was übrigbleibt

Oben wurde schon angesprochen, dass die Hyperscaler viel Kapazität reservieren müssen, weil jederzeit und überall die Kunden ihre Systeme auch bei sehr großem Ressourcenbedarf hochfahren können müssen. Um die ungenutzte Kapazität möglichst gut monetarisieren zu können, werden die Kund*innen nicht nur über die „Published Commitment Discounts“ für bessere Planbarkeit motiviert, es werden mit den sog. „SPOT-Instanzen“ auch hohe Kapazitätsverfügbarkeit und Monetarisierung für besondere Anwendungen zusammengebracht.

„SPOT-Instanzen“ funktionieren, vereinfacht gesagt, nach einem Marktplatzprinzip: Man gibt für die ungenutzte Kapazität ein Angebot ab. Das Angebot kann höchstens so hoch sein wie der normale Preis der virtuellen Maschine, für die man sich interessiert. Man erhält den Zuschlag für die Nutzung der Rechenkapazität, sofern noch Kapazität verfügbar ist und niemand anderes ein höheres Angebot für die verfügbare Kapazität abgegeben hat. Der Nachteil dabei ist, dass die Kapazität der virtuellen Maschine jederzeit mit kurzer Vorwarnzeit wieder weggenommen werden kann, sollte die Kapazität vom Cloud-Anbieter benötigt werden.

Für viele Anwendungen wäre das schlecht. Es gibt aber einige Anwendungen, die ausschließlich über die Anzahl der eingesetzten Knoten skalieren und wenig anfällig beim Ausfall einzelner Knoten sind (z.B. Simulationsanwendungen, Web-Anwendungen und ähnliche). Für diese Anwendungen kann der Einsatz von „SPOT-Instanzen“ ideal sein.

Wenn jemand eine Reise tut...dann spart man Geld

So wie es spezielle Anwendungsfälle gibt, die sich ideal für „SPOT-Instanzen“ eignen, so gibt es auch Anwendungen, die vom Ausführungsort vollständig unabhängig sind. Alle Hyperscaler bieten unterschiedliche Rechenzentrumsregionen. Die Angebotspreise orientieren sich dabei u.a. an den regionalen Preisen für Strom, Infrastruktur, usw. Das kann dazu führen, dass die gleiche virtuelle Maschine in anderen Regionen günstiger oder teurer sein kann.

Wenn sich bestimmte Batch-Anwendungen (z.B. Simulationen, Rendering, Batch-Verarbeitung, usw.) gut isolieren lassen und es die Compliance-Anforderungen erlauben, dann kann das Einsparpotenzial, wenn man die Anwendung in einer anderen Rechenzentrumsregion ausführen lässt, insbesondere bei leistungsintensiven Anwendungen, schon enorm sein.

Aktuell bleiben

Es wurde schon kurz erwähnt, dass die von den Hyperscalern eingesetzte Hardware nicht immer der marktüblichen Hardware entspricht. Ohne dass die Cloud-Anbieter aktiv in den Hardware-Entwicklungsprozess eingriffen oder sogar eigene Komponenten entwickelten, ließen sich die heute notwendigen Skaleneffekte und Margen auch kaum realisieren.

Nichtsdestotrotz ist die Zusammenarbeit mit Herstellern wie Intel oder AMD wichtig, um neue Innovationen in Hardware auch für die Cloud-Kunden nutzbar zu machen. Jede neue Hardware-Generation ist leistungsfähiger. In sehr kurzen Innovationszyklen stehen neue Hardware-Generationen auch bei den Cloud-Anbietern zur Verfügung.

Im klassischen Rechenzentrum musste, bis grundsätzlich auf neue Hardware-Innovationen gesetzt werden konnte, häufig bis zum Ende des Abschreibungszeitraums gewartet werden. Nun können diese in der Public Cloud sehr einfach genutzt werden: System im nächsten Wartungsfenster herunterfahren, genutzte VM-Familie auf neueste Generation anpassen, System hochfahren, fertig. In sehr kurzer Zeit kann dann z.B. die gleiche Systemleistung mit weniger virtuellen CPUs erreicht werden, was sich positiv auf die Kosten für die VM und sogar für eingesetzte prozessbasierte Lizenzen auswirken kann.

Um hier den Überblick zu behalten und die Leistungsfähigkeit der unterschiedlichen virtuellen Maschinen vergleichbar zu machen, arbeiten die Cloud-Anbieter mit normalisierten Metriken (z.B. Azure Compute Unit, ACU). Diese sind gerade bei dem Wechsel zwischen Generationen (aber auch zwischen unterschiedlichen VM-Klassen) ein guter Indikator für die Leistungsunterschiede.

Unterschiede zwischen den Anbietern beachten

Wie man jetzt schon sieht, muss man bei der Erstellung eines Cloud-Business-

Case einige Dinge berücksichtigen. Noch komplizierter wird es aber, wenn nun die Angebote verschiedener Hyperscaler unterschieden werden sollen. Es gibt bei der reinen Kostenbetrachtung neben funktionalen Unterschieden noch einige gravierende Unterschiede.

Von VM-Äpfeln und VM-Birnen

Wir erleben immer wieder, dass Preisvergleiche zwischen den Anbietern ähnlich wie bei der Hardware-Beschaffung gestaltet werden: Man spezifiziert z.B. eine Anzahl an Servern, CPUs, Arbeitsspeichern und auf dieser Basis soll dann ein Preisschild an die Konfiguration gegangen werden.

Dabei fängt es schon damit an, dass VM nicht gleich VM ist; selbst wenn die CPU- und Arbeitsspeicherdefinition identisch ist. Denn bei der Public Cloud betrachtet man eigentlich keine virtuelle Maschine, sondern den Service zur Bereitstellung einer virtuellen Maschine (deswegen Infrastructure-as-a-Service).

Auch wenn zwei virtuelle Maschine von zwei Cloud-Anbietern identisch aussehen, so kann der Service anders spezifiziert sein. So kann z.B. bei einem Cloud-Anbieter bereits eine SLA für die Verfügbarkeit einer einzelnen VM enthalten sein, bei einem anderen Anbieter bräuchte es dafür eine zweite VM (was zu doppelten Kosten führt). Es kann auch bei einem Anbieter der lokale Storage bereits im VM Preis enthalten sein, bei dem anderen muss er dazugerechnet werden. Das kann zu enormen Preisunterschieden führen und muss daher beim Kostenvergleich berücksichtigt werden.

Dabei ist auch wichtig, dass eine Anwendung in der Regel auch nicht nur aus einer Service-Komponente, also z.B. nur der VM, besteht. In der Regel wird auch Netzwerk, Storage, Backup, usw. benötigt. Aus diesem Grund vergleichen die Analysten im Markt auch schon nicht mehr die Preise einzelner, sondern kaum vergleichbarer Services, sondern die Preise verschiedener Anwendungsszenarien, die sich an realen Konfigurationen orientieren.

So hat z.B. Flexera über 70 der üblichsten Konfigurationen ihrer Kunden normiert und diese bei Microsoft, AWS, GCP und IBM durchkalkuliert, den jeweils günstigsten und teuersten Anbieter selektiert und auch die durchschnittlichen Kosten kalkuliert⁵. Die resultierenden

⁵ [Flexera Cloud Pricing Comparison 2019: AWS vs Azure vs Google vs IBM Instances](#)

Ergebnisse zeigen sehr gut, dass der reine Vergleich von VMs zwischen den Anbietern kaum als geeignete Vergleichsgröße dient und man immer das gesamte Szenario nach „Rightsizing“ betrachten muss.

Die Anwendung bestimmt die VM-Auswahl, nicht die Rechenleistung

Der Kostenvergleich auf Anwendungsebene unter Berücksichtigung der „Rightsizing“-Optionen ist auch deswegen wichtig, weil die Anforderungen die Möglichkeiten des „Rightsizings“ einschränken können. So gibt es zwar bei allen Hyperscalern natürlich grundsätzlich die gleiche Möglichkeit des „Rightsizings“, aber sobald man das für Dienste machen möchte, auf denen Anwendungen wie z.B. SAP S/4 HANA betrieben werden, muss man u.a. die Support-Anforderungen berücksichtigen.

Es sind in diesem Falle nämlich nicht alle verfügbaren VMs für den produktiven Einsatz mit SAP S/4 HANA zertifiziert und das „Rightsizing“ kann in diesem Falle natürlich nur anhand der zertifizierten Systeme erfolgen. Die Anzahl der zertifizierten Systeme variiert dabei deutlich, im Falle von S/4 HANA sind es über 60 bei Microsoft und IBM und unter⁶. Eine geringere Auswahl bedeutet dabei, dass man im Zweifel zwischen einer günstigen Maschine mit geringerer Performance oder einer teureren Maschine mit höherer kaum benötigter Performance ausgewählt werden muss.

Auch sind die SLAs der Dienste der Cloud-Anbieter unterschiedlich. Bei manchen erhält man schon auf eine einzelne Instanz eine Verfügbarkeits-SLA (z.B. 99,9 %), während bei anderen Anbietern mindestens zwei VMs eingesetzt werden müssen, um überhaupt eine SLA zu erhalten, was wiederum zu doppelten Kosten führt. Für viele Szenarien reichen die 99,9 % der einzelnen VMs aber schon aus. Wenn nicht, kann immer noch über High-Availability-Szenarien nachgedacht werden. Der wichtige Unterschied ist dann aber, dass hier tatsächlich die Anforderung wirklich vom Business ausgeht und nicht durch das mangelnde Leistungsangebot des Hyperscalers vorgegeben wird.

Ein weiterer Unterschied existiert in den unterschiedlichen Ansätzen zur Kommunikation von

⁶ [SAP Certified and supported SAP HANA® Hardware Directory](#)

Anwendungen in unterschiedlichen Rechenzentrumsregionen. Nicht alle Anbieter arbeiten mit eigenem Backbone und nutzen stattdessen das öffentliche Internet für die Kommunikation zwischen den Rechenzentren. Die Anbieter bieten in diesem Falle zwar auch Lösungen für garantierte Bandbreiten an, diese müssen dann aber zumeist zusätzlich bezahlt werden.

Wenn man schon auf Anwendungsebene vergleicht, stößt man auch auf die „Preis-/Performance“-Vergleiche der Cloud-Anbieter. Grundsätzlich geht es immer darum, die Leistung der spezifischen Anwendung auf Basis spezifischer Cloud-Konfigurationen zu vergleichen. Rein methodisch sind die Berichte immer interessant zu lesen, weil sie Aufschluss über ideale Konfigurationsoptionen geben. Allerdings ist die Entwicklungsgeschwindigkeit bei den Hyperscalern mittlerweile so hoch, dass Studienergebnisse bereits nach kurzer Zeit überholt sein können. Sie dienen sicherlich als gute Indikation, im Zweifel wird aber die Durchführung eigener Performance-Tests mithilfe eines nachweislich erfahrenen Partners empfohlen.

Umgang mit dem Status Quo: Hybrid

Die Cloud-Migration fängt natürlich immer da an, wo man heute steht. Der Status Quo ist für die meisten Unternehmen das eigene Rechenzentrum, Housing oder Hosting. Genauso gehören die bestehenden IT-Prozesse dazu und natürlich muss beim Schritt in die Cloud hinterfragt werden, ob die bestehenden ITIL-Prozesse und die etablierten COBIT-Kennzahlen schon für die Cloud ausgelegt sind.

Wichtig ist aber anzuerkennen, dass in den Status Quo Investitionen und viel Know-how geflossen sind, diese möchte man idealerweise weitenutzen. Der Bereich des „HybridComputing“, bei dem die IT aus einem Mix aus Public Cloud und Private Cloud bzw. Edge-Lösungen besteht, ist nicht trivial. Zum einen technisch aus Sicht von Compliance-Anforderungen, Integration in die Fertigung mit Latenzvorgaben, uvm. Aber auch kaufmännisch und damit relevant für den Cloud-Business-Case.

Während Abschreibungszeiträume und andere kaufmännische Aspekte berücksichtigt werden müssen, gibt es gerade im Bereich der Software-Lizenzen einiges zu beachten, damit z.B. die parallele Nutzung von Systemen während der Migrationsphase nicht zur Kostenfalle wird. Die Lizenzbedingungen können dabei aber auch durchaus zum eigenen Vorteil genutzt werden:

Während zwar bestimmte Lizenzen nicht ohne weiteres bei einem Hyperscaler eingesetzt werden dürfen, gibt es z.B. bei Windows- oder SQL Server häufig die Option einer temporären oder dauerhaften Parallelnutzung der bestehenden Lizenzen. Eine genaue Planung erlaubt es dann ohne Parallelkosten zu migrieren und (zusätzliche) Systeme in der Cloud zu betreiben, ohne dass neue Lizenzen angeschafft werden müssen. Diese sogenannten „Hybrid Benefits“ gibt es mittlerweile für Windows, SQL Server und bestimmte Linux-Derivate und können einen erheblichen Posten beim Vergleich unterschiedlicher Cloud-Anbieter ausmachen.

Ein weiterer Punkt sind die unmittelbaren Einsparpotenziale bei Lizenzen, die sich durch die Cloud-Nutzung realisieren lassen. Zum einen können z.B. die Lizenzen für Windows Server und SQL Server, die über die Cloud-Anbieter bezogen werden (und das schließt Microsoft ein) deutlich günstiger sein als die Lizenzen und Wartungskosten in den Bestandsverträgen. Vereinfacht kann man sagen, dass bei den Cloud-Anbietern AWS und Microsoft jeder Kunde die Großkundenkonditionen für die Lizenzen erhält. Hinzu kommt, dass Lizenzen in der Cloud ebenfalls zeitgenau nach Nutzung abgerechnet werden, d.h. eine virtuelle Maschine, die heruntergefahren wurde, verursacht auch unmittelbar keine Lizenzkosten mehr. Gleiches gilt für das „Rightsizing“: Wenn z.B. aufgrund neuer Prozessor-Generationen mit weniger Prozessoren eine äquivalente Leistung erreicht werden kann, reduzieren sich die Lizenzkosten äquivalent und zwar sofort und nicht erst mit der nächsten Vertragsverlängerung.

Die Kombination aus den Lizenzrabatten der Cloud-Anbieter, der „Rightsizing-Effekte“ und der unmittelbaren Reduktion von Lizenzkosten bei Abschalten oder Veränderung der Hardware-Konfiguration können bei Kunden zu Einsparungen bei den Lizenzkosten von bis zu 40 % führen. Für viele ist das sicherlich ein lohnender Posten bei der Betrachtung des Business Case.

Betrachtet werden sollten auch der Umgang mit Altsystemen und die Auswirkungen auf die Lizenzkosten: Für Systeme, die bereits aus dem sog. „erweiterten Support“ der Hersteller gelaufen sind (z.B. bei Microsoft nach zehn Jahren) werden häufig noch zusätzliche Sicherheitsupdates angeboten. Diese müssen aber über die erweiterten Laufzeiten hinaus zusätzlich erworben werden. Häufig ein Kompromiss, weil die betroffenen Anwendungen nicht für aktuellere Versionen freigegeben sind. Hier können Cloud-Anbieter die Möglichkeit wahrnehmen bei der Migration von Systemen in die Public Cloud erweiterte Sicherheitsupdates kostenlos anzubieten.

Das Verständnis von Preisstrategien der Cloud-Anbieter spart Zeit und Geld

Der vielleicht wichtigste Punkt bei der Betrachtung des Business Cases ist aber vermutlich das Verständnis der Preisstrategien der verschiedenen Cloud-Anbieter. Ein großer Unterschied zu dem bestehenden Rechenzentrumsbetrieb ist nämlich, dass es keine Garantie für die Betriebskosten im betrachteten Zeitraum gibt. Während die Anschaffung eigener Hardware eine Preisstabilität garantiert, so kauft man bei den Cloud-Anbietern einen Service ein, der potenziell jeden Monat einen anderen Preis haben könnte.

Im Grunde genommen ist das ein gewünschter Effekt. Wenn der Cloud-Anbieter seine Preise senkt, dann möchte man selbst unmittelbar davon profitieren. Das ist sicherlich ein großer Vorteil gegenüber der eigenen Hardware, die außer Abschreibung nach der Anschaffung nichts mehr bringt. Die meisten fürchten im Business Case aber nicht die Unsicherheit über mögliche Preissenkungen, sondern die Unsicherheit über unvorhersehbare Preissteigerung.

Zumindest bei den beiden Marktführern im deutschen Public-Cloud-Markt, AWS und Microsoft Azure, sind in den letzten Jahren keine Preissteigerungen dokumentiert. Wer zu den frühen Vögeln gehört, konnte zwar Preissteigerungen erleben, wenn die besonders günstigen Einführungspreise ausliefen, wer aber auf die produktiv verfügbaren Dienste setzte, konnte in den vergangenen Jahren von Preissenkungen profitieren.

Dass die Preise kontinuierlich sinken liegt natürlich an steigender Effizienz und zunehmendem Wettbewerb, aber vor allem auch an etwas, was ich als „Zwei-Tankstellen-Effekt“ bezeichne. Als Microsoft im Jahr 2013 seine IaaS-Dienste angekündigt hat (Azure war damals schon drei Jahre alt) gab man auch die Selbstverpflichtung ab, auf diesen sog. „Commodity-Diensten“⁷. Das Resultat ist nun das Verhalten zweier Tankstellen, die sich unmittelbar gegenüber befinden: Senkt die eine Tankstelle die Preise, zieht die andere Tankstelle automatisch nach. .

Die Selbstverpflichtung von Microsoft hat für die Kunden einen enormen Vorteil: Die Preisreduktion entsteht durch den Wettbewerb am Markt, wird unmittelbar wirksam und man kann sicher sein, dass man niemals bei dem teuersten Anbieter einkauft, da es immer mindestens einen gibt, der teurer ist.

⁷ [Microsoft Blog, The Power of “And”, April 2013](#)

Lieber Unschärfe kontinuierlich verringern, statt einmal richtig falsch zu liegen

Alleine die Vielzahl der oben genannten Punkte, die bei weitem noch nicht vollständig sind, aber bereits einen Teil des Puzzles für einen soliden Cloud-Migration-Business-Case darstellen, zeigt schon, dass es sich um ein kompliziertes Unterfangen handeln kann. Fast aussichtslos ist es da, einen abschließenden Business Case direkt beim ersten Versuch zu erstellen. Die Wahrscheinlichkeit, dass man damit falsch liegt, ist sehr hoch. Auch kann man fast beliebig viel Zeit in die Präzisierung eines Business Cases investieren, nur um dann vielleicht nach Monaten zu merken, dass es sich nicht rechnen wird.

Interessanterweise kann man sich hier an den Erfahrungen aus der Software-Entwicklung orientieren. Auch hier weiß man, dass selten bereits am Anfang eine sehr genaue Spezifikation der Lösung möglich ist und sich Ziele und Anforderungen auf Grundlage neuer Erkenntnisse noch während der Entwicklung verändern können. Wichtig ist, dass man sich in kleinen Schritten der bestmöglichen Lösung nähert und dabei entwickelt, ausprobiert, lernt. Die Wahrscheinlichkeit sich der idealen Lösung zu nähern ist viel größer und das Risiko auf dem Weg deutlich geringer.

Obwohl die Migration in eine Public Cloud für viele Unternehmen immer noch neu ist, ein idealer Prozess wenig mit bekanntem oder bewährtem Vorgehen (z.B. aus dem Outsourcing) zu tun hat und damit viele Erkenntnisse für alle Beteiligten erst noch erlangt werden müssen, scheitert die Entscheidung für die Cloud häufig noch an der Kostenbetrachtung. Wer immer noch versucht, nur über den Preisrechner der Cloud-Anbieter die tatsächlichen Kosten für den Cloud-Betrieb zu ermitteln, wird aus o.g. Gründen scheitern.

Wer es hingegen ganz genau nehmen und den absolut korrekten Business Case aufbauen möchte ohne parallel mit der Migration von Systemen zu planen und in kleinen Schritten zu lernen, verbessern und zu verfeinern, der wird mit hoher Wahrscheinlichkeit an der beschriebenen Komplexität scheitern.

Die wichtigste Erkenntnis ist daher: Der Cloud-Business-Case ist keine einmalige Aufgabe und schon gar nicht etwas, was man nur zu Anfang der Cloud-Migration macht. Um das wirtschaftlich Beste aus der Cloud herauszuholen muss die laufende Optimierung der Betriebskosten ein etablierter Prozess mit einem erweiterten Kreis an Stakeholdern werden.



Und täglich grüßt der Business Case

Auch wenn die Realisierung von Einsparpotenzialen vielleicht nicht immer der primäre Treiber für die Migration in die Cloud ist, so kann man zumindest erfahrungsgemäß festhalten, dass, wenn es hinterher teurer ist als vorher, niemand in die Cloud migriert.

Dass Einsparpotenzial vorhanden ist belegen mittlerweile viele Studien, die das Potenzial irgendwo zwischen 56 % (lt. AWS) und – bedingt durch besonders hohe Einspareffekte bei Windows-Systemen – 70 % (Studie von Forrester zu⁸) aufzeigen. Der ROI liegt dabei anbieterübergreifend bei über 400 % auf 3–5 Jahre gerechnet.

Woher kommt es dann, dass im letzten „Cloud Monitor“ des bitkom nur 24 % der Befragten Einsparpotenziale nachweisen konnten und die Betriebskosten bei der Mehrheit mit 67 % unverändert geblieben sind⁹? Immerhin basieren die Studien von Forrester und IDC ja ebenfalls auf der Befragung von Unternehmen und nicht auf theoretischen Berechnungen.

Wir haben bereits festgestellt, dass die Optimierung der Betriebskosten ein etablierter, dauerhafter Prozess bei der Migration in die Cloud werden muss. Und tatsächlich kann man feststellen, dass die Realisierung von Einsparpotenzialen auch etwas mit dem Reifegrad der Unternehmen hinsichtlich der sog. „Cloud Economics“ – also der systematischen Nutzung der Cloud zur Realisierung möglichst optimaler, wirtschaftlicher Ergebnisse – zu tun hat.

Dieser Prozess besteht u.a. aus drei relevanten Teilprozessen:

1. Kostentransparenz
2. Definition klarer Verantwortlichkeiten
3. Laufende Optimierung

⁸ [Forrester Research, The Total Economic Impact® of Microsoft Azure IaaS, März 2019](#)

⁹ [Bitkom Cloud Monitor 2020](#)

Diese werden nachfolgend genauer erläutert werden.

Kostentransparenz

Bevor man etwas verbessern kann, muss man es messen können. Während die Zurechenbarkeit und Kostentransparenz im eigenen Rechenzentrum aber häufig schwierig und kaum automatisiert ist, so ist das bei der Public Cloud fest eingebaut. Werkzeuge wie z.B. „Azure Cost Management“ können verursacher- oder anwendungsgerecht die Kosten darstellen, die Definition von Budgets (und die Warnung bei Erreichen der gesetzten Grenzen) abbilden und unterstützen durch die erfasste Datengrundlage ein verbessertes Forecasting der Cloud-Kosten. Je nach Anbieter lassen sich sogar die Daten von anderen Cloud-Anbietern in diese Werkzeuge integrieren.

Außerdem bilden diese Werkzeuge die Grundlage für das eingebaute Vorschlagssystem, die Cloud identifiziert automatisch Einsparpotenziale und schlägt diese den Kunden vor. Häufig lassen sich dann mit nur einem Mausklick signifikante Einsparpotenziale realisieren.

Wenn die eingebaute Funktionalität nicht ausreicht, gibt es auch einige Kostenmanagementlösungen von Drittanbietern, die die bereitgestellten Nutzungs- und Preisinformationen der Cloud-Anbieter einlesen und ebenfalls für die Kostenoptimierung oder interne Kostenverrechnung nutzbar machen. Beim Einsatz dieser Drittanbieterwerkzeuge ist ggf. darauf zu achten, dass die mit dem Cloud-Anbieter verhandelten Preisinformationen den Verschwiegenheitsklauseln in den Verträgen unterliegen können und in diesem Falle nicht ohne Zustimmung des Anbieters an Dritte weitergegeben werden dürfen.

Egal ob man aber 1st- oder 3rd-Party Lösung für das Kostenmanagement nutzt: Die Transparenz der Kosten muss für alle relevanten Stakeholder zugänglich sein. Häufig wissen Anwender im IT-Einkauf oder Controlling nichts von der Möglichkeit des Kostenmanagements und suchen sich die Informationen händisch und auf mühsame Weise zusammen. In manchen Fällen wird der direkte Zugriff auf die Kostendaten aber auch verweigert und damit begründet, dass diese nur über die technischen Managementportale der Cloud-Anbieter zugänglich seien (und man versehentliche Konfigurationsänderungen befürchtet).

Kurzum können wir aus unserer Erfahrung sagen: Je mehr Personen Zugriff auf die Daten des Kostenmanagements haben, desto schneller und deutlicher lassen sich Einsparpotenziale realisieren. IT, Application Owner, Management, Controlling, Einkauf, Compliance und viele andere Abteilungen in einer Organisation haben ein gemeinsames Ziel, nämlich Kosten zu sparen. Und das geht am besten, wenn das messbare auch transparent ist. Um die Bedenken zu adressieren: Das rollenbasierte Berechtigungsmodell erlaubt den Zugriff auf die Kosteninformationen, ohne dass Konfigurationsänderungen durchgeführt werden können.

Definition klarer Verantwortlichkeiten

Rollen und Berechtigungen sind auch eine perfekte Überleitung für das Thema der klaren Verantwortlichkeiten. Im klassischen Betriebsmodell waren die Verantwortlichkeiten klar trennbar: Die Application Owner definieren die fachlichen Anforderungen. Die IT entwirft ein kostenoptimiertes Betriebskonzept. Der Einkauf verhandelt die Rabatte mit dem Lieferanten.

Da das Cloud-Kostenmanagement nun nicht mehr projektbezogen, sondern prozessorientiert erfolgen muss, muss natürlich auch die Zusammenarbeit der beteiligten Stakeholder in einen Regelprozess überführt werden. Ähnlich wie sich veränderte teamorientierte Organisationsstrukturen beim Cloud-Betrieb unter Bezeichnungen wie „Cloud Center of Expertise“ oder „Cloud Operations Center“ durchgesetzt haben, muss auch das Cloud-Kostenmanagement von einem interdisziplinären Team aus IT, Applikations-Ebene, Controlling, Einkauf, usw. mit der notwendigen Expertise geführt werden.

Dieses Team hat dann genau ein Ziel: die Maximierung des Wertbeitrags durch die getätigten Cloud-Investitionen (aus jedem Cloud-Euro mehr herausholen). Neben der regelmäßigen Evaluation der Anwendbarkeit der bereits beschriebenen Einsparpotenziale, ist das Team auch für die Definition von Handlungsanweisungen und die Governance zur Einhaltung verantwortlich.

Zu den zu definierenden Handlungsanweisungen gehören u.a. Regelwerke für die interne Kostenverrechnung (Charge-Back) und die Umsetzung der dafür notwendigen Konfigurationsparameter der Cloud-Umgebung (z.B. Definition, wie technische Ressourcen für die Abrechnung zu gruppieren sind). Außerdem ist das Team für den regelmäßigen Forecast

der Cloud-Kosten verantwortlich. Da nicht immer steigende Kosten durch die zunehmende Nutzung von Cloud-Diensten durch kurzfristig realisierbare Einsparpotenziale kompensiert werden können, muss sichergestellt sein, dass ausreichende Transparenz zu den laufenden Kosten entsteht.

Klassische Prozesse von Einkauf und ordnungsgemäßer Buchhaltung werden mit dem flexiblen Modell der Cloud (Einkauf von Leistung ohne vorherige Angebote oder Bedarfsanforderungen) bereits vor große Herausforderungen gestellt. Aber alle relevanten Abteilungen sollten vorab darüber Bescheid wissen, wenn die Rechnungen der Cloud-Anbieter aufgrund der Produktivsetzung neuer Anwendungen auf einmal deutlich größer ausfallen (zumindest zeigt unsere Erfahrung, dass das proaktive Management dieses Wissens zu weniger Stress bei allen Beteiligten führt).

Es muss außerdem festgelegt werden, wie alle unmittelbaren Nutzer*innen der Cloud ihren Beitrag zum Kostenmanagement leisten können. Man kann nämlich feststellen, dass mit der zunehmenden Nutzung von Public Cloud auch eine Dezentralisierung der Beschaffung von IT-Ressourcen einhergeht: Wo früher kein Weg an der IT vorbeiführte, bestellen sich die Fachabteilungen im Zweifel selbst ihre eigene Cloud-Umgebung. Grundsätzlich spricht nichts dagegen, mehr Verantwortung für die IT in die Fachbereiche zu verlagern, sofern die Unternehmensstandards z.B. bzgl. Sicherheit bei der Nutzung eingehalten werden. Jedoch muss natürlich im gleichen Maße sichergestellt sein, dass die Abteilungen sich auch in der gleichen Verantwortung für das Kostenmanagement sehen.

Hier spielen neben der Transparenz die notwendigen organisatorischen Regelungen eine Rolle. Wir haben mittlerweile einige Kunden, bei denen die Application Owner oder Fachbereiche nur noch dann selbstständige Kontrolle über ihre Cloud-Umgebung erhalten, wenn definierte Ansprechpartner vorher ein Grundlagen-Training zu den Cloud-Konzepten und dem Kostenmanagement absolviert haben.

Tatsächlich lässt sich feststellen, dass gerade Letzteres zur deutlichen Verbesserung der Kosteneffizienz führt. Wir haben sogar Fälle bei denen eine Art Wettbewerb zwischen den Fachabteilungen entstanden ist, „wer mehr für weniger“ aus der Cloud herausholt. Spätestens wenn dieser Reifegrad in der Cloud-Nutzung erreicht ist, kann man sicher sein, dass hier maximale Einspareffekte realisiert werden. Damit das Realität wird, müssen natürlich die passenden Kompetenzen aufgebaut und Ziel- bzw. Anreizsysteme geschaffen werden.

Laufende Optimierung

Wenn aber nun alle nur noch auf die Kosten schauen, leidet dann nicht die Innovation?

Immerhin ist die Margenoptimierung vor allem dann sinnvoll, wenn ich als Unternehmen eine Preisführerschaft anstrebe. Wenn ich als Unternehmen in eine Qualitäts- oder Innovationsführerschaft möchte, muss ich vielleicht anders agieren und möchte Time-to-Market über die Kostenoptimierung stellen. Tatsächlich muss hier eine Balance geschaffen werden, aber eine funktionierende laufende Optimierung der Cloud-Kosten lässt sich in der Regel auch ohne große Nachteile bei Aufwand, Fokus oder Funktionalität realisieren.

Wichtig dabei ist natürlich der Einsatz von Werkzeugen, die mit wenig Aufwand den Überblick über anfallende Kosten geben. Natürlich muss aber auch jemand regelmäßig auf die Werkzeuge schauen und mögliche Einsparpotenziale identifizieren und realisieren.

Es bedarf aber zusätzlich auch der notwendigen Expertise bei den Entwickler*innen neuer Anwendungsfälle. Gerade beim Umstieg von IaaS auf PaaS werden die Abrechnungsmodelle noch nutzungs- bzw. bedarfsorientierter und die richtige Anwendung der Dienste kann dann über die Höhe der resultierenden Kosten maßgeblich mitentscheiden.

Als Beispiel sei Azure Cosmos DB angeführt. Dieser Plattformdienst für eine hochgradig skalierbare und weltweit verteilte Datenbank wird u.a. anhand des Ausführungsaufwands der an ihn gestellten Abfragen abgerechnet. Nun können selbst einfache Abfragen, sind diese technisch falsch formuliert, sehr aufwendig in der Durchführung sein (z.B. bei der zeilenweisen Suche statt der Verwendung von Indizes). Eine Optimierung der Abfragen kann demnach unmittelbar signifikante Einsparungen bewirken. Idealerweise ist aber bereits bei der Implementierung die Expertise vorhanden, Datenbankabfragen möglichst kostenoptimiert zu formulieren.



Projektvorgehen: Wie starten?

Es wurde nun schon hergeleitet, warum der Business Case iterativ entwickelt werden muss sowie dass Cloud-Kostenmanagement eher Prozess statt Projekt sein muss (ein Prozess, der ebenfalls iterativ verfeinert werden will). Nun sollten aber irgendwo doch der kleinstmögliche Start und das erste Ziel definiert werden, von denen aus weitere Iterationen folgen können. Dafür ist wichtig anzuerkennen, dass die Kostenbetrachtung maximal nur der zweite Schritt eines Business Case sein kann. Ganz am Anfang muss immer folgende Frage stehen: „Was wollen wir überhaupt erreichen“?

Ganz häufig wird diese Frage bei der Kostenbetrachtung einer Cloud-Migration implizit oder trivial beantwortet: Kosten reduzieren. Das ist auch in der Tat ein valides Ziel, reduziert aber über zehn Jahre Entwicklung im Cloud Computing auch nur auf eine veränderte IT-Betriebsform, die aufgrund von Skaleneffekten in Einkauf und Betrieb in der Lage ist, bestimmte Dienste günstiger bereitzustellen als im eigenen Rechenzentrum.

Dabei ist Cloud-Computing aus einer ganz anderen Motivation entstanden: der IT-Fokus auf diejenigen 20 %, die dem Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil verschaffen und nicht mehr auf die 80 %, die die Bestandspflege ausmachen. Die Skaleneffekte der Hyperscaler sind selbstverständlich nützlich und natürlich entspricht es der Realität vieler CIOs, dass „mehr für weniger“ von ihnen gefordert wird. Das bedeutet aber, dass der Kosteneffizient auch einen überproportionalen Wertbeitrag zu den Primärprozessen des Unternehmens generieren muss. Dabei existieren viele IT-Systeme nicht für Kern- sondern für Unterstützungsprozesse. Unterstützungsprozesse, die im Wettbewerb des Unternehmens häufig kaum eine Rolle spielen.

Maximale Kosteneffizienz bei gleichzeitigem vollen Fokus auf Innovationsgeschwindigkeit und Wettbewerbsvorteil lassen sich aber für die wenigsten Unternehmen gleichzeitig realisieren.

Das ist der Grund, warum die Priorisierung aus der Unternehmensstrategie abgeleitet werden muss. COOs haben dann die Aufgabe, die Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens mit entsprechendem Fokus auszurichten und damit auch die IT-Organisation.

Gerade das ist aber sehr spannend, weil die IT-Organisation in vielen deutschen Unternehmen häufig noch an ihre Finanzvorstände berichtet. Der Fokus auf die Kostenreduktion ist damit schon vordefiniert, obwohl der Wertbeitrag von IT schon seit langem klar ist. So klar, dass Traditionsunternehmen wie Volkswagen sogar einen „Software-Vorstand“¹⁰ berufen, um den Wertbeitrag der IT fest in alle Kernprozesse zu verankern.

Ohne Zielsystem geht es nicht: Unternehmensziele vs. EBITDA

Es reicht also offensichtlich nicht, sich nur auf die Reduktion von Kosten zu beschränken. Auf Basis der Unternehmensstrategie muss systematisch abgeleitet werden, welche (IT-) Ziele mit einer Cloud-Migration erreicht werden können. Selbstverständlich wird es am Ende auch immer um die Kosten gehen: Den Schritt in die Cloud werden die meisten bei allem Wertbeitrag nur gehen, wenn die Kosten nicht steigen werden. Hierbei aber gleichermaßen die Betrachtungswinkel von CFO und COO einzunehmen kann in diesem Prozess sehr hilfreich sein.

Die klare Zieldefinition ist aber auch noch aus einem weiteren, ganz trivialen Grund wichtig: EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization) als Kennzahl für die Analyse-Erstellung und im Anreizsystem der Unternehmensführung. Diese betriebswirtschaftliche Kennzahl dient (auch der Unternehmensführung) als Kriterium für die Wirtschaftlichkeit des Handelns eines Unternehmens. Dabei ist wichtig zu verstehen, dass Investitionsausgaben (CapEx) nicht in diese Kennzahl einfließen, wohl aber Betriebsausgaben (OpEx). Das bedeutet, dass eine Erhöhung der Betriebsausgaben die EBITDA verschlechtert (und damit den Bonus der Geschäftsführung), eine Erhöhung der Investitionsausgaben (wie die Anschaffung neuer Hardware) jedoch nicht.

Bei der Migration in die Cloud werden aber mittel- und langfristig CapEx zu OpEx gewandelt,

¹⁰ [Volkswagen AG, „Christian Senger wird Markenvorstand für das neu geschaffene Ressort Digital Car & Services“, Februar 2019](#)

denn statt der einmaligen Anschaffung und anschließenden Abschreibung von Hardware werden nun Dienstleistungen im Rahmen eines Servicevertrags eingekauft. Buchhalterisch ist die Trennung zwar ggf. nicht ganz so scharf, da je nach Bilanzierungs- bzw. Aktivierungsform bestimmte Aspekte des Cloud-Projekts auch als CapEx erfasst werden können. Die Wandlung und die Auswirkungen des Cloud-Projekts auf die EBITDA erregen aber regelmäßig die Gemüter bei Entscheider*innen.

Es ist interessant, dass die Anreiz- und Bewertungssysteme nicht immer darauf ausgelegt sind, betriebswirtschaftlich das Richtige zu tun, immerhin wird die Verlagerung von CapEx zu OpEx in den meisten Fällen als sehr viel wirtschaftlicher erachtet. Immerhin muss nicht investiert werden, wenn nicht unmittelbar eine profitable Nutzung entsteht. Es müssen keine Reservekapazitäten angeschafft werden (was Kapital bindet) und vor allem kann man jederzeit flexibel durch An- und Abschalten auf veränderte Marktbedingungen reagieren.

Das Richtige zu tun darf selbstverständlich nicht durch kennzahlengetriebene Aspekte verhindert werden. Daher ist es enorm wichtig, dass die strategischen Mehrwerte einer Cloud-Migration von Anfang an sauber herausgearbeitet werden. Denn mittlerweile entstehen auch sämtliche Marktanalysen durch die (wohlwollende) Gewohnheit darüber, dass im Zuge der zunehmenden Unternehmensdigitalisierung immer mehr OpEx in Form einer „Investition in die (digitale) Zukunft“ in den Bilanzen auftauchen. Gleiches gilt auch für die Aufsichtsräte der Unternehmen: Die Investition in die Cloud ist eine Investition in die Digitalisierung des Unternehmens und damit in der Regel auch eine erwartete Pflichtaufgabe der strategischen Unternehmensführung.

Die Formulierung der strategischen Ziele als Teil des Business Cases der Cloud-Migration ist also nicht nur „verkopft“ Hilfsmittel zur Einbettung in die Unternehmensstrategie, sondern auch wichtiges Werkzeug um die meist emotionale Diskussion über die Auswirkung auf die EBITDA führen zu können.

Anleitung und Best Practices: Cloud Adoption Frameworks

Mit der Formulierung der Strategie treten aber auch folgende Fragen sehr häufig auf: Wie machen es die Anderen? Was will meine Konkurrenz erreichen? Was funktioniert, was macht Sinn und was nicht?

Auch wenn das Thema der Cloud-Migration im zeitlichen Kontext der IT für viele Unternehmen immer noch ein junges Thema ist, so gibt es mittlerweile unheimlich viele Erfahrungen und „Best Practices“ aus vielen erfolgreichen (und fehlgeschlagenen) Projekten. Die drei großen Hyperscaler (Amazon, Microsoft und Google) haben diese Erfahrungen in sogenannten „Cloud Adoption Frameworks“ zusammengefasst und stellen diese als Leitfäden für die erfolgreiche Cloud-Einführung kostenlos zur Verfügung.

Diese Vorgehensmodelle haben eines gemeinsam: sie bringen Mensch, Technologie und Prozesse ganzheitlich in einem meist iterativen Vorgehensmodell zusammen. Die beschriebenen Maßnahmen bestehen dabei aus einem sinnvollen Mix aus cloudagnostischen und anbieterspezifischen Aspekten, Checklisten und Beispielen. Der Umfang der Modelle reicht i.d.R. von der sehr frühen Planungsphase bis in die Betriebsphase der Lösungen.

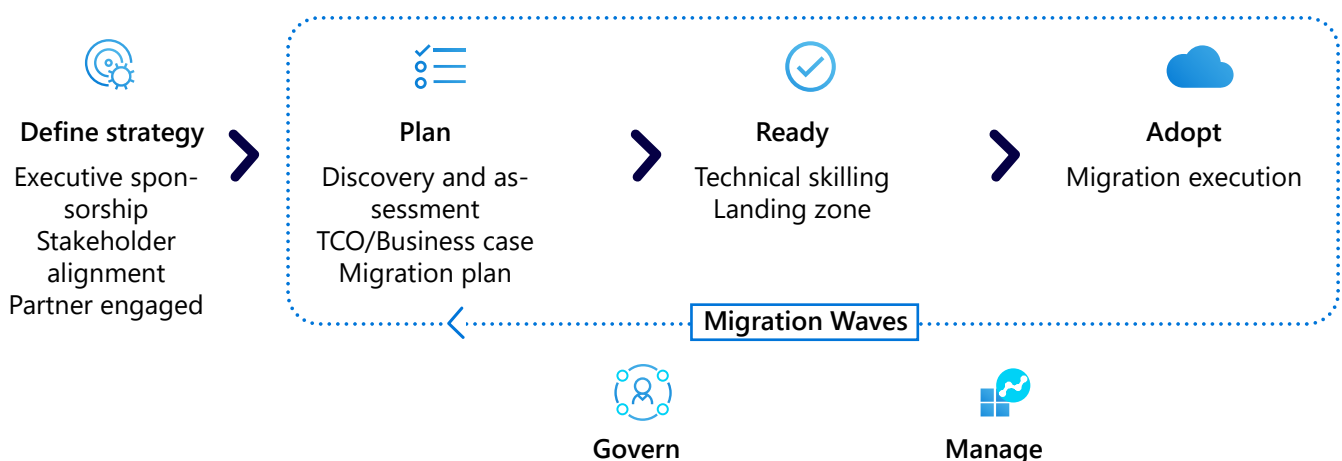


Abbildung 2 Übersicht des Microsoft Cloud Adoption Framework für Azure

Beim „Framework für die Einführung der Microsoft Cloud“ wird neben dem iterativen Vorgehen auch eine sinnvolle Unterscheidung zwischen Migrationsprojekten (Optimierung des Status Quo), Innovationsprojekten (Wettbewerbsvorteil durch IT) und Datenprojekten (Grundlage für die „Data-driven Company“) gemacht, was die Komplexität je Projekttyp reduziert und die spezifische Anwendbarkeit erhöht.

¹¹ [Framework für die Einführung der Microsoft Cloud](#)

Im Rahmen des Business Cases ist die Zuhilfenahme und die Anwendung der Best Practices der Phasen „Strategie“ und „Planen“ dringend zu empfehlen. Es spart Arbeit und hilft dabei, die Komplexität des Vorhabens in verständliche Strukturen zu überführen.

Der erste „Sieben-Meilen-Schritt“

Für die Vorbereitung der Migration lohnt es sich, sieben Teilschritten zu folgen. Ausgehend von der Strategiedefinition über eine stufenweise Verfeinerung des Business Case, bis hin zur Priorisierung und Betrachtung des zu migrierenden Portfolios, bis hin zur Nutzung der Unterstützungsangebote der Hyperscaler sind dabei viele wichtige Punkte abgedeckt. Die oben angesprochenen Cloud Adoption Frameworks können in jedem Schritt sinnvolle Anleitungen liefern.

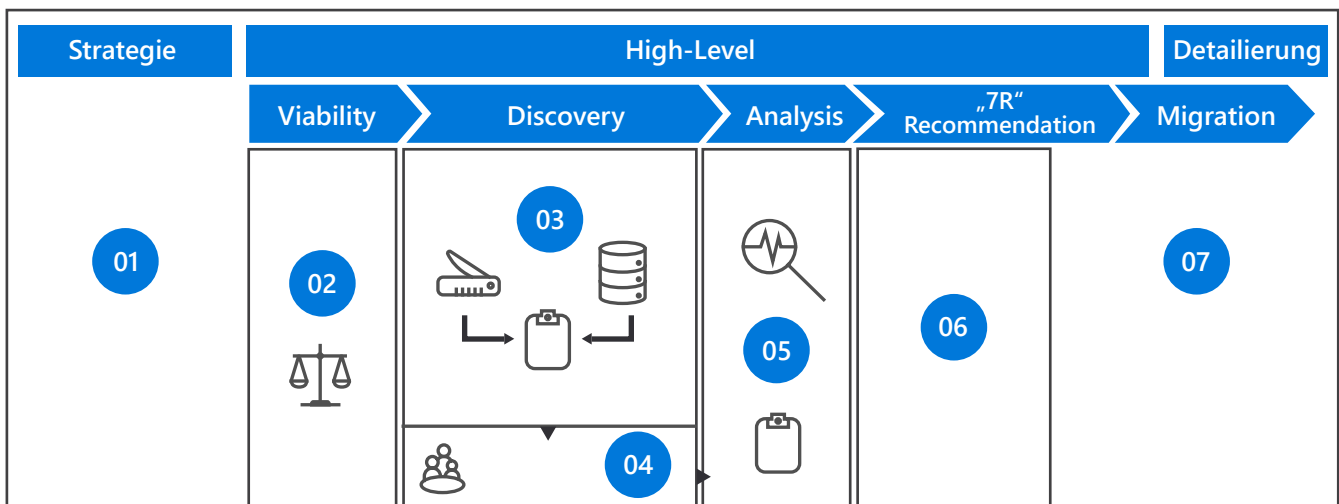


Abbildung 3 Sieben Teilschritte für die Vorbereitung der Cloud-Migration

01. Identifikation der Beweggründe gem. CAF z.B. kritische Unternehmensereignisse, Komplexität/Abhängigkeiten reduzieren Kostenersparnis, usw.

02. **Viability Study:** Leichtgewichtiger Interview- oder Fragebogenbasierter Business Case auf Basis von Marktvergleichsdaten erste Indikation der Wirtschaftlichkeit

03. **Spezialisierte Partner für:** Assessment Werkzeuge, Partnerlösungen. CMDB oder Applikations-portfolio. Portfolio

04. **Interviews mit Fachbereichen und IT**

05. **Analyse. Ergebnisse**

06. **Retire, Rationalize** (Consolidate), **Retain** (Legacy), **Rehost** (IaaS), **Refactor or Rearchitect** (IaaS and/or PaaS) **Rebuild** (Cloud Native)

07. **Nutzung von Migrationsprogrammen der Hyperscaler z.B. Azure Migrate Program**

Wie oben beschrieben sollte mit einer Formulierung der Strategie inkl. der Beweggründe bis zu den Geschäftsergebnissen und der Identifikation eines ersten Project Scopes gestartet werden (1). Dieser Schritt ist in der „Strategie“-Phase des Cloud Adoption Framework reflektiert¹².

Danach sollte eine sog. „Viability Study“ (2) durchgeführt werden. Dabei soll mit wenig Aufwand die „wirtschaftliche Lebensfähigkeit“ des Projekts ermittelt werden. Grundsätzlich geht es dabei darum z.B. aufgrund von Marktvergleichsdaten eine erste Kostenindikation zu erhalten. Es geht explizit nicht darum, einen finalen Business Case zu bauen (der erste ist wie aufgezeigt immer falsch), es sollte aber eine Indikation erstellt werden, ob und in welcher ungefähren Größenordnung Kosten reduziert werden können.

Auch wenn diese „Viability Study“ nicht den Anspruch einer vollständigen Korrektheit hat, so erfüllt sie doch einen wichtigen Zweck: im nächsten Schritt wird mit Hilfe von Software-Werkzeugen eine genaue Analyse der Systeme inkl. der Auslastung durchgeführt. Hierfür müssen ggf. verschiedene Stakeholder (z.B. IT-Security, Datenschützer) über das Vorhaben informiert werden und ihre Zustimmung geben. Zusammen mit dem in Schritt 1 formulierten Zielbild kann eine erste Betrachtung des Einsparpotenzials dabei helfen, Unterstützung und Priorisierung des Vorhabens in der Organisation herbeizuführen.

Das Ergebnis des sog. „Solution Assessments“ (3) entspricht in etwa dem des „Zählen, Messen, Wiegen“ einer IT-Inventur aller analysierten Systeme. Die marktüblichen Werkzeuge (z.B. Movere, Azure Migrate, usw.) zählen dabei jedoch nicht nur CPUs und Arbeitsspeicher, sondern erfassen auch die Auslastung der Systeme und das Kommunikationsverhalten untereinander. Das Ergebnis lässt damit nicht nur eine quantitative Einschätzung zu, sondern kann auch für die Sequenzierung des Migrationsvorhabens nützlich sein. Gleichzeitig zeigen die Werkzeuge z.B. auch direkt die äquivalenten VM-Größen der Hyperscaler auf; meist direkt unter Anwendung des „Rightsizings“. Es liegt damit dann die nächste Iterationsstufe der Kostenbetrachtung vor.

Wenn sich eine Tool-gestützte Analyse überhaupt nicht durchführen lässt, dann kann immer noch die Verwendung der Configuration Management Database (CMDB) möglich sein. Hierbei

¹² [Entwickeln einer Cloud-Einführungsstrategie, Microsoft, Mai 2019](#)

ist allerdings zu beachten, dass i.d.R. keine Aussage über die tatsächliche Auslastung der Systeme und damit auch keine Aussage zum dem Effekt des „Rightsizings“ getroffen werden kann. Hier muss dann ggf. anhand repräsentativer Beispiele ein Durchschnittswert gebildet werden, der dann für die weitere Betrachtung genutzt werden kann.

In den Schritten (4) und (5) erfolgt dann eine Portfolioanalyse und eine Befragung der Application Owner bzw. der Fachbereiche. Wie oben bereits beschrieben können die Anforderungen an Skalierbarkeit, Verfügbarkeit, usw. signifikante Auswirkungen auf die Architektur der Anwendung in der Cloud und damit auf das Einsparpotenzial haben.

Erfahrungsgemäß orientieren sich Application Owner an den bestehenden SLAs und führen eine relative Bewertung zum Status Quo durch. Es ist nicht selten, dass betriebliche Anforderungen vergleichsweise günstig umgesetzt werden können, standardisierte SLAs anhand bestehender Leistungskataloge aber nicht.

Ein Beispiel: der Unterschied der Verfügbarkeit von 99,9% zu 99,99% kann je nach Konfiguration im eigenen Rechenzentrum preislich keinen Unterschied machen, in der Cloud jedoch schon. Was im Zuge der Standardisierung des IT-Leistungskatalogs von den Application Ownern akzeptiert wurde, muss nicht zwangsläufig den betrieblichen Anforderungen entsprechen (z.B. wenn eine SLA von 99,9% im betrieblichen Kontext ausreicht). Die Migration in die Cloud bietet aber auch die Chance, bestehende Strukturen zu modernisieren, daher sollten die Anforderungen anhand der tatsächlichen, betrieblichen Anforderung erfasst werden und z.B. nicht anhand des existierenden Leistungskatalogs der IT.

Anhand der Erkenntnisse aus den ersten fünf Schritten kommt nun die systematische Ableitung des Migrationspfades in die Cloud (6), die sog. 7R Analyse (manchmal auch 5R oder 6R, je nach Betrachtung). Besonders spannend ist, dass die vorangegangenen Schritte, insbesondere die Portfolio-Analyse und die Interviews mit den Application Ownern sehr häufig dazu führt, dass bestimmte Systeme schon für eine Migration ausgeschlossen werden können: entweder weil es klare technische Ausschlusskriterien gibt oder weil die Systeme schon vorher abgeschaltet werden können.

Im Zuge eines jüngsten Migrationsprojekts nach einem sog. „Carve-Out“ eines Unternehmensbereichs aus einer größeren Unternehmensgruppe hat uns der verantwortliche CIO bescheinigt, dass er im Zuge des Assessments für die Cloud-Migration feststellen konnte,

dass knapp 30% der betriebenen Systeme zusammengeführt oder komplett abgeschaltet werden könnten. Ein Traumszenario für die Cloud, das sich das Abschalten eines jeden Systems unmittelbar auf die Kostenreduktion auswirkt.

Auf der anderen Seite kann es sinnvoll sein, bestimmte Anwendungen entweder auf eine neue Architektur umzustellen und z.B. PaaS-Dienste für Datenbanken zu nutzen oder direkt neu zu entwickeln. Auch hier kann sich signifikantes Einsparpotenzial wiederfinden, wenn z.B. im Zuge der Neuentwicklung von einer monolithischen Anwendungsarchitektur auf eine „Serverless“-Architektur umgestellt wird, bei denen in minimalen Verrechnungseinheiten tatsächlich nur noch der echte Bedarf abgerechnet wird.

Zwischen Abschalten und Neuentwicklung gibt es im Zuge einer Cloud-Migration viele Möglichkeiten, die in Abbildung 4 nochmal zusammengefasst sind und den Migrationsfahrplan beeinflussen.

Strategie	Bedeutung. Die Anwendung...	Maßnahme
Retire	wird im Zeitfenster einer möglichen Cloud-Migration bereits abgeschaltet	Nicht weiter für die Cloud-Migration berücksichtigen
Rationalize	entspricht in Art und Umfang nicht mehr den Geschäftsanforderungen und muss fachlich zunächst konsolidiert werden.	Prüfen, ob eine konsolidierte Umgebung direkt in der Cloud aufgebaut werden kann.
Retain	hat technische Abhängigkeiten, die eine Migration in die Public Cloud nicht möglich machen.	Prüfen, ob die Anwendung in einem Hybrid-Modell (z.B. Azure Stack) betrieben werden kann.
Rehost	wird im Zuge einer Migration in die Public Cloud verschoben	Lift & Shift Migration der Anwendung (z.B. mit dem Azure Migrate Program).
Rearchitect	wird in bestehenden Komponenten auf PaaS-Dienste aufgesetzt (z.B. Datenbank- oder Container-Dienste)	Planung der Datenmigration und „Container“-isierung der Anwendung, dann Migration
Refactor	wird aus monolithischem System in Einzelkomponenten aufgeteilt, dann „Rearchitect“	
Rebuild	wird in der jetzigen Form nicht mehr migriert sondern in der Cloud neu entwickelt (i.d.R. Cloud-native)	Planung der Neuentwicklung

Abbildung 4 Übersicht der 7Rs für die Cloud-Strategie auf Anwendungsebene

Dieser Migrationsfahrplan muss nun nur noch in die Tat umgesetzt werden. Die Hyperscaler bieten dafür spezielle Migrations-Programme an, die die Kunden bei der Vorbereitung und Migration unterstützen können. Zu den Leistungen dieser Programme (z.B. dem Azure Migrate Program, AMP) gehören u.a. die Qualitätssicherung von Migrationskonzepten, die Unterstützung durch qualifizierte Partner, Bereitstellung von Migrationswerkzeugen, usw. Je nach Projektumfang kann sogar die Übernahme von definierten Teilen der Migrationskosten oder Parallelkosten gehören. Hier lohnt sich auf jeden Fall immer ein Gespräch mit dem Kundenansprechpartner oder Implementierungspartner.



Zusammenfassung

Ganz zu Anfang wurde auf Basis der bisherigen Erfahrung die These aufgestellt, dass der „erste Business Case immer falsch“ sei. Die Hauptursache wurde damit hergeleitet, dass viele Kosteneinsparpotenziale der Cloud eigentlich erst dann identifiziert werden können, wenn ein System bereits migriert wurde.

Es kann allerdings auch beobachtet werden, dass viele Unternehmen auch dann noch nicht die maximalen Einsparpotenziale realisieren, wenn sie bereits in die Cloud migriert haben. Die Hauptursache liegt hierbei in der fehlenden Etablierung des Cloud-Kostenmanagements als Prozess. Nach der initialen Migration fehlt es häufig an der Organisation, um eine laufende Optimierung der Kosten auf Basis geänderter Geschäftsanforderungen, neuer technologischer Entwicklungen oder Veränderungen bei den Preismodellen der Cloud-Anbieter effektiv in Kostensenkungen umsetzen zu können.

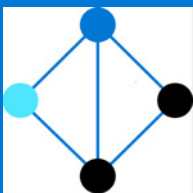
Damit die notwendigen organisatorischen Voraussetzungen für einen erfolgreichen Business Case für die Cloud-Migration geschaffen werden, ist ein ganzheitliches, iteratives Vorgehen unter Berücksichtigung von Mensch, Technologie und Prozessen erforderlich. Die Cloud Adoption Frameworks der Hyperscaler bieten dafür Cloud-agnostische und Cloud-spezifische Vorgehensmodelle auf Basis der Best Practices aus Kundenprojekten.

Der erste Schritt ist dabei immer die Formulierung der Strategie, die sich unmittelbar aus der Unternehmensstrategie ableiten muss (COO-Sicht). Die darin formulierten Beweggründe und Geschäftsziele dienen der grundlegenden Rechtfertigung des Vorhabens (u.a. bei einer möglichen EBITDA-Diskussion).

Die Strategie wird dann durch ein iteratives Vorgehen zur Erstellung einer Kostenindikation und der Priorisierung des Anwendungsportfolios schrittweise verfeinert. Das Ergebnis dieses Vorgehens ist dann ein Migrationsfahrplan mit einer passenden Migrationsstrategie je

Anwendung, die dann mit Hilfe der Programme der Cloud-Anbieter umgesetzt werden kann.

Es muss anerkannt werden, dass die Disziplin der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Cloud-Nutzung für viele Unternehmen noch neu ist. Mittlerweile hat sich allerdings auch schon eine aktive Community und ein „De Facto“-Standard für dieses Thema unter dem Begriff „FinOps“ gebildet (Financials + Operations, in Anlehnung an DevOps). Die Erfahrungen und das Buch¹³ der sog. FinOps Foundation sind sehr lesenswert und an dieser abschließenden Stelle als weitere Informationsquelle dringend empfohlen.



Lassen Sie uns gemeinsam vorwärts gehen. Nehmen Sie Teil am Azure-Migrations- und Modernisierungsprogramm.

[Jetzt anmelden >](#)



Entwickeln Sie mithilfe der finanziellen und technischen Unterstützung von Azure einen erfolgreichen Business Case für die Cloud.

[Jetzt mehr erfahren >](#)



Mit dem bewährten Microsoft Cloud Adoption Framework finden Sie schneller Ihren Weg in die Cloud.

[Erste Schritte erleben >](#)

¹³ [Cloud FinOps, J.R Storment & Mike Fuller, O'Reilly Verlag, 2019](#)