

Eingereicht von  
**Simon Ulmer, k12043331**  
**Felix Stadler, k12090123**  
**Sebastian Wallner,**  
**k1243234**

Angefertigt am  
**Information Engineering**

Beurteiler / Beurteilerin  
**Univ-Prof.in Dr.in**  
**Barbara Krumay, Bakk.**  
**MSc (WU)**  
**Mag. Dr. David Rückel**

Partner  
**Spiratec AG**

# STILLEGUNG VON LEGACY-SYSTEMEN



IT-Projekt Wirtschaftsinformatik  
im Bachelorstudium  
Wirtschaftsinformatik

Februar. 2023



## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung – Problem .....	4
1.1.	Problembeschreibung .....	4
1.2.	Problemnachweis.....	7
1.3.	Forschungsziel .....	8
2.	Aktueller Stand der Forschung.....	9
2.1.	Ablösung und Stilllegung von Legacy-Systemen .....	9
2.2.	Application-Lifecycle-Management.....	9
2.3.	Datenmigration .....	11
2.3.1.	Datenmigrationsansatz nach Lüssem & Harrach (2013) .....	11
2.3.2.	Cloud Migration Metamodel (Pamami et al., 2019) .....	12
2.4.	Data Governance.....	13
2.4.1.	POTSHARDS (Greenan et al., 2005) .....	13
2.4.1.	DMMM: Data Management Maturity Model (Zitoun et al., 2021).....	14
2.5.	Vorgehensmodell .....	14
3.	Methodik.....	16
3.1.	Design Science Research .....	16
3.2.	Zyklen der Methodik .....	17
3.3.	Vorgehensweise der Methodik.....	18
3.4.	Methodenauswahl.....	19
4.	Design Science Research Prozess .....	20
4.1.	Identifikation des Problems .....	20
4.2.	Ziele dieser Lösung .....	20
4.3.	Design und Entwicklung.....	20
4.3.1.	Ausgangspunkt des Designs .....	20
4.3.2.	Erweiterung des ALM.....	22
4.3.3.	Stilllegungsprozess.....	23
4.3.3.1.	Projektplanung.....	24
4.3.3.2.	Aufbau der Lesebausteine .....	24
4.3.3.1.	Datenarchivierung .....	26
4.3.3.1.a	Data Governance .....	26
4.3.3.1.b	Zielsystem (Partnerschaft) .....	26
4.3.3.2.	Systemabschaltung.....	26
4.4.	Demonstration .....	26
4.4.1.	Projektplanung .....	27

4.4.2. Aufbau der Lesebausteine .....	27
4.4.3. Datenarchivierung.....	30
4.4.4. Abschaltung des Legacy-Systems .....	32
4.5. Evaluierung.....	32
4.6. Kommunikation.....	32
5. Diskussion.....	33
6. Glossar .....	35
7. Abbildungsverzeichnis.....	36
8. Tabellenverzeichnis .....	37
9. Literaturverzeichnis .....	38

## 1. Einleitung – Problem

In dieser Arbeit wird der Prozess der Stilllegung von Legacy-Systemen in Kooperation mit der voestalpine Steel Division – Nachfolgenden kurz als voestalpine bezeichnet – berücksichtigt.

Bei einer System Stilllegung bzw. Software Retirement muss ein Unternehmen viele Aspekte beachten, um diese problemlos durchführen zu können (Pilorget, 2011). Fragen nach den unterschiedlichen Verantwortlichkeiten, den möglichen Risiken wie beispielsweise Datenverluste bzw. Sicherheitsbedenken müssen zeitgerecht und strategisch geplant werden (Pilorget, 2011). Ebenso sind Fragen zu klären, wie beispielsweise jene, ob und wie der Zugang zu den historischen Daten gewährleistet wird, oder ob die Daten zuvor entweder ins neue System migriert oder auf anderen Speichermedien zwischengespeichert werden sollen (Pilorget, 2011). Zentral ist vor allem auch der Zeitpunkt der endgültigen Systemabschaltung und in welcher Variante dies vorgenommen wird (Pilorget, 2011).

Aufgrund der Komplexität des Themas wurde vom Partnerunternehmen voestalpine ein Vorgehensmodell angefordert, welches alle Themen rund um die Stilllegung von Legacy-Systemen abdeckt. Dieses Modell stellt jedoch eine allgemeine Lösung dar, die auch andere Unternehmen bei dem Problem unterstützen kann. Wie oben beschrieben, gliedert sich die Komplexität in mehrere Themen, die in dieser Seminararbeit erörtert werden, darunter das Application Lifecycle Management (ALM), das Data Governance im Hinblick auf die Verantwortlichkeit für Altdaten während der Stilllegung, einschließlich des Konzepts der Aufrechterhaltung der Datenintegrität für die Zukunft. Darüber hinaus sollten auch die Datenmigrationsphase und seine Phase berücksichtigt werden.

### 1.1. Problembeschreibung

Legacy-Systeme sind soziotechnische Systeme innerhalb einer Organisation, die die Mensch-Organisation-Technik Relation umfassen (Matthiesen & Bjørn, 2015). Diese Systeme bestehen oft schon seit langer Zeit und basieren auf veralteten Technologien, so dass sie ständig gewartet werden müssen (Matthiesen & Bjørn, 2015). Legacy-Systeme führen kritische Geschäftsfunktionen aus, die für eine Organisation wesentlich oder nützlich sind, was bedeutet, dass sie oft eine lange Lebensdauer haben, da sie zu teuer oder kritisch sind, um ersetzt zu werden (Matthiesen & Bjørn, 2015).

Die Anforderung, ein Legacy-System zu ersetzen, kann aus einer Reihe von Gründen entstehen, wie in der Studie von Martens (2016) dargelegt. Martens (2016) listet die folgenden Gründe für Ablösen dar: Geringe Wartbarkeit, Hohe Wartungskosten, Aussterbende Technologien, neueste IT-Ansätze im Markt, veraltete Softwarearchitekturen und andere organisatorische Gründe. Darüber hinaus nimmt die Zahl der veralteten Systeme im IT-Bereich zu (Yang et al., 2005).

Weiterverfolgend ist das Reengineering von Legacy-Systemen in vielen Unternehmen zu einer wichtigen Aufgabe geworden. Es wurden Reengineering-Modelle entwickelt, wie z. B. die Butterfly Methodik von Wu et al. (1997) und das Dual-Spiral-Modell (Yang et al., 2005). Diese

Modelle haben sich mit einigen der Probleme im Reengineering-Prozess befasst, aber andere Probleme bleiben bestehen (Yang et al., 2005).

Beim Reengineering eines Systems gibt es wesentlich drei gängige Methoden: Redvelopment, bei der die bestehende Anwendung neu geschrieben wird; Wrapping, bei dem die Komponente eine neue Schnittstelle erhält, so dass sie für andere Softwarekomponenten leichter zugänglich wird; und Migration, bei der das Altsystem in eine flexiblere Umgebung verlagert wird, wobei die Daten und die Funktionalitäten des ursprünglichen Systems erhalten bleiben (Bisbal et al., 1999).

Bei der Redvelopment-Methode, muss das Legacy System entweder während der Entwicklung oder während der Umstellung auf das Ersatzsystem abgeschaltet werden (Bisbal et al., 1999). Der zweite Ansatz, das Wrapping, ist weniger drastisch, dient aber oft nur als kurzfristige Lösung. Der dritte Ansatz, die Migration, ist ein Mittelweg, der eine langfristige Lösung bietet und gleichzeitig das Risiko eines Systemstillstands mindert (Bisbal et al., 1999).

In der Praxis kommen diese Reengineering-Modelle vor, und die Datenmigrationsphase bleibt in vielen Reengineering-Projekten eine Herausforderung, wie die Studien von Lüssem und Harrach (2013), Book et al. (2013) und Bisbal et al. (1999) zeigen. Der Prozess des Speicherns, Abrufen, Überprüfen und Produzieren von Daten bei Bedarf kann viel Zeit und Geld kosten (Jha et al., 2017). Daten sind jedoch eine wesentliche Eigenschaft von Legacy-Systemen und den damit verbundenen Organisationen, so dass sich Organisationen den Herausforderungen der Datenmigration auseinandersetzen müssen (Book et al., 2013).

Diese Problematik wurde vom Unternehmenspartner voestalpine Stahl hervorgehoben, nämlich die Herausforderung, Daten aus Legacy-Systemen zu migrieren und diese herunterzufahren. Die IT-Architekten der voestalpine sind der Meinung, dass die abgelösten Legacy-Systeme nicht vollständig eingefroren und aus ihrer jeweiligen Systemlandschaft entfernt wurden, da ihre Daten für das Unternehmen unerlässlich sind. Und die Daten konnten aufgrund der Anzahl der Objekte und ihrer Komplexität nicht vollständig auf neue Lösungen migriert werden.

Alhassan et al. (2016) berichtet im Bereich der Daten-Governance, dass die Anzahl der in Organisationen verwendeten Daten in den letzten Jahren dramatisch zugenommen hat und wie diese eine entscheidende Rolle in Organisationen spielen. Insbesondere beeinflussen Daten operative und strategische Entscheidungen (Alhassan et al., 2016). Während des gesamten Stilllegungsprozesses spielen daher die Einhaltung der Informationen sowie deren Vollständigkeit und Integrität eine wichtige Rolle (Alhassan et al., 2016; Sneed, 1995). Dazu gehört das Konzept des Data Reengineering (Sneed, 1995). Die beiden Hauptziele des Data Reengineering bestehen darin, eine bestmögliche Zugänglichkeit der Daten zu ermöglichen und die Daten in einen besseren bzw. neuen Container zu verschieben (Sneed, 1995). In Bezug auf den hier untersuchten Kontext - einen Stilllegungsprozess - geht es um das Reengineering der Daten während der Migration und darum, wie die Daten langfristig zugänglich bleiben; mehr dazu wird in Kapitel 2.4. Data Governance erleuchtet, mit den Studien von Greenan et al. (2005) und Zitoun et al. (2021).

Neben der wirtschaftlichen Bedeutung der in einem System enthaltenen Daten ist ein weiterer grundlegender Faktor zu berücksichtigen: die Einhaltung der Compliance (Hempel, 2014).

Compliance bezeichnet die Verpflichtung von Unternehmen, die Einhaltung von Regeln, Kodizes und Grundsätzen durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen (Hempel, 2014). In der IT-Branche spricht man von IT-Compliance und meint damit die Regelung der auf Informationstechnik beruhenden Abläufe (Hempel, 2014). Aspekte wie Betriebseffizienz, Compliance und langfristige Datenaufbewahrung stellen eine Reihe von Bedingungen an Archiv- und Compliance-Lösungen. Neben den juristischen Vorgaben zählen dazu auch technische Erfordernisse (Böcker, 2006).

In der Forschung von Lüssem und Harrach (2013) werden die Phase der Systemabschaltung und der Akt der Datenmigration als letzte Phase des Datenmigrationsprozesses angesehen. In dieser Phase müssen die Projekte das Einfrieren des Altsystems für die zukünftige Nutzung in Betracht ziehen. Das Altsystem sollte auch im "Ansichtsmodus" verfügbar gemacht werden und es sollte eine Archivierung historischer Daten erfolgen (Lüssem & Harrach, 2013). In der Forschung von Lüssem und Harrach (2013) erfolgt die Bereinigung von toten und ungenutzten Daten einen Schritt vor der Stilllegung.

Beim Austausch mit dem Partnerunternehmen wurde darauf hingewiesen, dass die oben genannten Phasen bei den Ablöseprojekten nicht berücksichtigt werden. Also der Stilllegungsprozess ist offensichtlich im ALM der voestalpine Stahl nicht berücksichtigt, d.h. es gibt kein definiertes Vorgehensmodell für die Stilllegung von Systemen und daher wissen die Ablöseprojekte nicht, wie sie damit einheitlich handhaben sollen. Daher befinden sich derzeit schon einige Inselsysteme in der Systemumgebung der voestalpine Stahl und die Fertigstellung von Projekten in den kommenden Jahren wird diesen Backlog erhöhen, wodurch die Systemlandschaft und deren Infrastruktur mit der Zeit an Komplexität gewinnen kann.

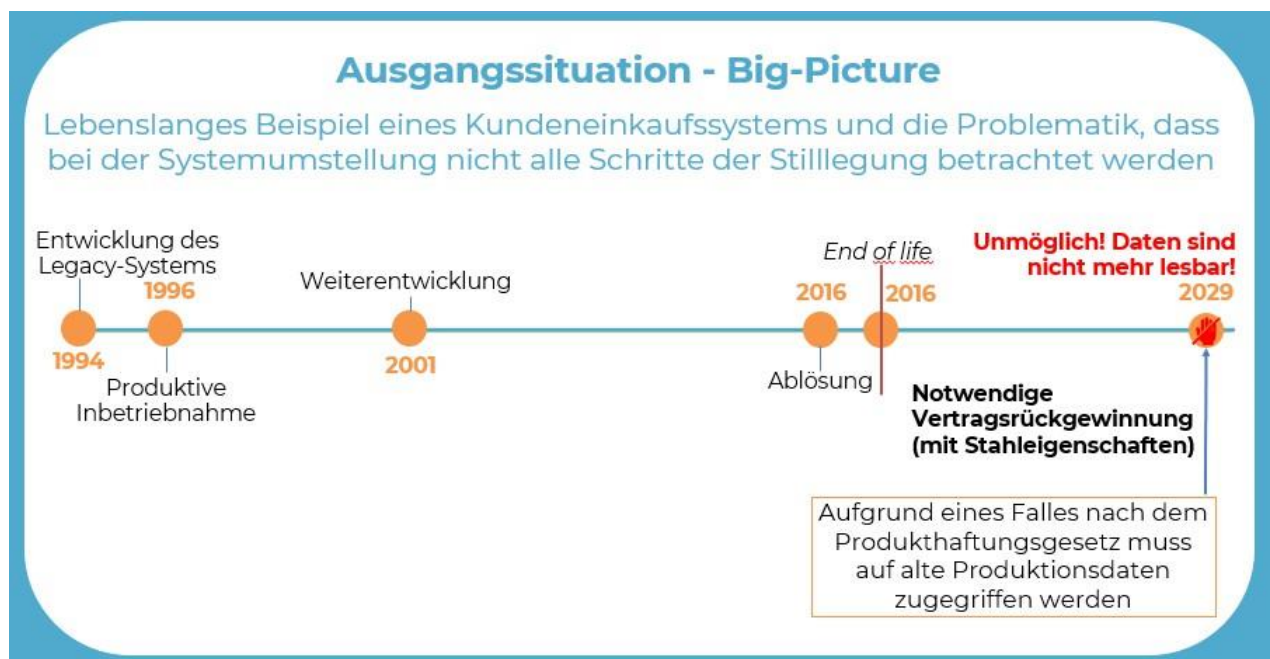


Abbildung 1 - Ausgangssituation (Big Picture)

Chappell (2010a) definiert Application Lifecycle Management (ALM) als eine Menge von Tätigkeiten, um eine bestimmte Applikation zu erstellen. Das Ziel des Application Lifecycle Managements ist jedoch, den gesamten Lebenszyklus einer Applikation bzw. eines Produkts

(z.B. eine Software) zu unterstützen (Lacheiner & Ramler, 2011). Der Lebenszyklus einer Applikation sollte dessen Konzeption bis zur Stilllegung erfassen (Tüzün et al., 2019). Laut Lacheiner und (Lacheiner & Ramler, 2011) wird damit eine ordnungsgemäße Überwachung, Verwaltung und Steuerung der Applikation gewährleistet. Somit sollte durch das ALM auch eine optimale Ablösung bzw. Stilllegung von Legacy Systemen ermöglicht werden.

Das Problem und Risiko besteht, dass die Beibehaltung dieser Inselsysteme langfristig zu Infrastruktur- und Compliance-Problemen führen kann, da auf die ersetzte Technologie aus vielen verschiedenen Gründen nicht mehr zugegriffen werden kann und ihre Daten daher nicht mehr lesbar sind, was für das Unternehmen ein Problem darstellt, wie bereits erwähnt. Wie in Abbildung 1 dargestellt, hat ein System beispielsweise eine bestimmte Lebensdauer. Nach Ablauf dieser Lebensdauer werden diese Technologien möglicherweise nicht mehr unterstützt, und wenn das Unternehmen in Zukunft auf Daten aus diesem System zugreifen möchte, besteht das Risiko, dass diese nicht mehr lesbar sind.

## **1.2. Problemnachweis**

Wie in der Problembeschreibung (siehe 1.1 Problembeschreibung) erläutert wurde, sind viele Unternehmen im Laufe der Jahre datengesteuert geworden, und die digitale Transformation zwingt Unternehmen dazu, sich an neue Technologien anzupassen. Aufgrund dieser beiden Faktoren müssen Unternehmen ihre Daten optimal nutzen und speichern, um deren maximalen Wert zu erhalten und einen Wettbewerbsvorteil im Rahmen der Digitalisierung zu erzielen (Zitoun et al., 2021). Eines der größten Probleme ist jedoch nicht die Entwicklung neuer Systeme, die den neuen Anforderungen entsprechen, sondern die Anpassung bestehender Strukturen und Daten wie beispielsweise, die von Legacy-Systemen (Book et al., 2013).

Viele Studien befassen sich mit der technischen Seite der Stilllegung des Legacy-Systems, andere Modelle berichten über die Phasen der Datenmigration und wieder andere über den wirtschaftlichen und organisatorischen Kontext der Stilllegung eines Altsystems. Aber keine Studie berücksichtigt alle Faktoren eines Stilllegungsprozesses als Erweiterung des Lebenszyklusmanagements von Anwendungen.

Einige Reengineering-Modelle berücksichtigen die technische Abschaltung von Systemen, wie z.B. die Butterfly Methodik von Wu et al. (1997), die Renaissance Methodik von Battaglia et al. (1998) und das Dual-Spiral-Modell von Yang et al. (2005).

Die Butterfly-Methodik eliminiert während der Migration die Notwendigkeit für Systembenutzer, gleichzeitig sowohl auf das Alt- als auch auf das Zielsystem zuzugreifen und daher die Konsistenz zwischen diesen beiden Informationssystemen zu wahren (Wu et al., 1997). Dadurch wird das Legacy-System während der Ablöse vollständig aus der Systemumgebung entfernt (Wu et al., 1997).

Renaissance ist ein laufendes Forschungsprojekt, welches darauf abzielt, eine systematische Methode zur Systementwicklung und -umgestaltung zu entwickeln (Battaglia et al., 1998). Betrachtet jedoch nicht explizit den Stilllegungsprozess. Die Datenmigrationsphase wird jedoch betrachtet (Battaglia et al., 1998).



Das Dual-Spiral-Modell erfordert, dass die beiden Systeme (Legacy- und Zielsystem) zusammenarbeiten und die Funktionalität (nicht die Module) schrittweise vom Altsystem zum Zielsystem verschieben, wie im Spiralmodell (Yang et al., 2005). Ein letzter Schritt, der die Spirale schließt, ist die Abschaltung des betroffenen Altsystems (Yang et al., 2005).

Alle diese Modelle beinhalten jedoch das Verfahren zur Stilllegung des Systems innerhalb des Reengineering-Prozesses. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Stilllegung von Systemen nach der Ablöse fehlen, jedoch können die oben genannten Modellansätze einen Ansatzpunkt für die Entwicklung des angestrebten Stilllegungsprozesses bieten.

In Bezug auf die Datenmigration stellen Lüssem und Harrach (2013) ein Modell vor, bei dem eine standardisierte Best-Practice-Methode für das Management komplexer Datenmigrationsaktivitäten beschrieben wird, die in das The Open Group Architecture Framework (TOGAF) eingebettet ist. Cloudstep von Bessera et al. (2012) und Cloud Migration Metamodel von Pamami et al. (2019) beschreiben detailliert Prozessmodelle für die Migration von Legacy-Daten zur Cloud-Lösungen.

Im Hinblick auf die Einhaltung von grundlegenden organisatorischen Anforderungen stellen Khanye et. al (2018), Book et. al (2013) und Bennet (1995) Konzepte und Ansätze vor, die sich mit den häufigsten Problemen befassen, die in der Praxis bei der Demontage von Altsystemen auftreten. Der Artikel "POTSHARDS" aus dem Jahr 2005 und der Artikel DMMM: Data Management Maturity Model stellen die Beziehung von Daten zur Organisation dar und zeigen, wie die Integrität und Qualität von Daten langfristig erhalten werden können (Greenan et al., 2005; Zitoun et al., 2021). All dies wird im nächsten Kapitel (siehe 2. Aktueller Stand der Forschung ) ausführlich beschrieben.

### **1.3. Forschungsziel**

Ziel dieser Forschung ist es, ein Vorgehensmodell für die Stilllegung von abgelösten Legacy-Systemen zu erstellen. Dazu gehören ERP-Systeme, Websysteme und Archivsysteme (BI-Systeme). Nach diesem Konzept müssen die wesentlichen Themen rund um die Stilllegung eines Systems berücksichtigt werden.

## **2. Aktueller Stand der Forschung**

Wie im vorangegangenen Kapitel erläutert (siehe 1. Einleitung – Problem), befasst sich diese Arbeit mit mehreren Themen und umfasst zahlreiche Studien und wissenschaftliche Arbeiten, die das Thema der Untersuchung erläutern. Der aktuelle Stand der Studien wurde nach dem Thema, das sie umfasst, unterteilt und wird im Folgenden beschrieben.

### **2.1. Ablösung und Stilllegung von Legacy-Systemen**

Das Anliegen beim Ablösen und Stilllegung von Legacy Systemen ist in der wissenschaftlichen Forschung schon seit über dreißig Jahren ein bedeutendes Thema. Keith Bennet schrieb bereits im 1994 ein Papier mit dem Titel "Legacy Systems: Coping with Success", in dem er die wesentlichen Schritte einer Ablösung von Altsystemen auflistete, die sich stark mit dem Reengineering von Altsystemen, ihren Strukturen und Daten befasste. Im darauf folgenden Jahr veröffentlichte Sneed (1995) sein Papier "Planning the reengineering of legacy systems". Darin befasst er sich mit den Faktoren, die beim Reengineering eines Altsystems eine Rolle spielen, wie z. B. dem Kosten-Nutzen-Faktor, das heißt, ob die Umgestaltung eines Altsystems wirtschaftlich ist. Später wurden Publikationen veröffentlicht, die sich mit den Problemen des Reengineerings befassen, z. B. die von Bisbal et al. aus dem Jahr 1999, in der die Probleme des Reengineerings von Altsystemen adressiert werden und wie man die meisten dieser Probleme angehen kann.

In den letzten Jahren ist das Thema jedoch aufgrund des sich stark verändernden Technologiemarktes wieder aktuell geworden. Andreas Martens veröffentlichte beispielsweise im Jahr 2016 das Paper "Ablösung von Legacy-Systemen in Zeiten des digitalen Wandels", wo er über die Digitalisierung Impact für Legacy-Systemen erleuchtet. Für den Umgang mit dies nennt Martens in seinem Paper Strategien und Methoden. Im selben Jahr veröffentlichten Ganesan und Chithralekha (2016) einen Artikel, der die Entwicklung von Migrationsmethoden für Legacy-Systeme im Laufe der Jahre zeigt. Es wurde eine Roadmap vorgestellt, die Methoden von Mainframe-Methoden, beispielsweise unter Verwendung von Fat-Client-Lösungen, bis zur heutigen beliebigen Lösung: geschichtete virtuelle Systeme in der Cloud, vorstellte. Die Migration von Legacy-Daten in der Cloud wurde auch in Pamami et al. (2019) und Bessera et al. (2012) beschrieben, wodurch ein generischer Referenzprozess für die Migration in die Cloud bereitgestellt wird.

### **2.2. Application-Lifecycle-Management**

Müller (2011) berichtet, dass durch die Integration von Application-Lifecycle-Management (ALM) im Unternehmen Lufthansa Systems die Kooperation zwischen den Abteilungen Applikationsentwicklung und Betrieb & Wartung gestärkt werden konnte. Außerdem führt sie an, dass auch die einzelnen Arbeitsergebnisse qualitativ verbessert werden konnten. Laut Chappell (2010a) kann man sich durch die Durchführung von ALM Wettbewerbsvorteile sichern.

Chappell (2010b) bezeichnet ALM als wichtig. Dabei teilt er ALM in die drei Bereiche Führung (Governance), Entwicklung (Development) und Betrieb (Operations) auf. Diese sind in Abbildung 1 ersichtlich. Beim ersten Bereich soll laut seiner Arbeit sichergestellt werden, dass die Applikation die geschäftlichen Anforderungen erfüllt. Dabei gibt er an, dass sich dieser Bereich über den ganzen Applikationslebenszyklus erstreckt und eine richtige Durchführung dieses Bereiches dazu führt, dass das Potenzial der Applikation zur Wertschöpfung maximal ausgenutzt werden kann. Im zweiten Bereich gibt er an, dass hier die Entwicklung der Software beginnt. Ein wichtiger Teil in diesem Bereich ist laut seiner Arbeit, dass die Applikation auch nach dessen Implementierung und Einsatz weiterentwickelt wird. Also erstreckt sich dieser Bereich laut Chappell nicht nur bis zur Implementierung und dem Einsatz der Applikation, sondern auch Aktualisierungen und Weiterentwicklungen der Applikation fließen hier mit rein. Der letzte Bereich, der Betrieb, beginnt laut Chappell vor dem Einsatz der Applikation mit der Planung dessen. Er erläutert in seiner Arbeit, dass diese Phase größtenteils die Überwachung und Verwaltung der Applikation behandelt. Dabei erstreckt sich diese Phase bis zur Stilllegung der Applikation (Chappell, 2010b).

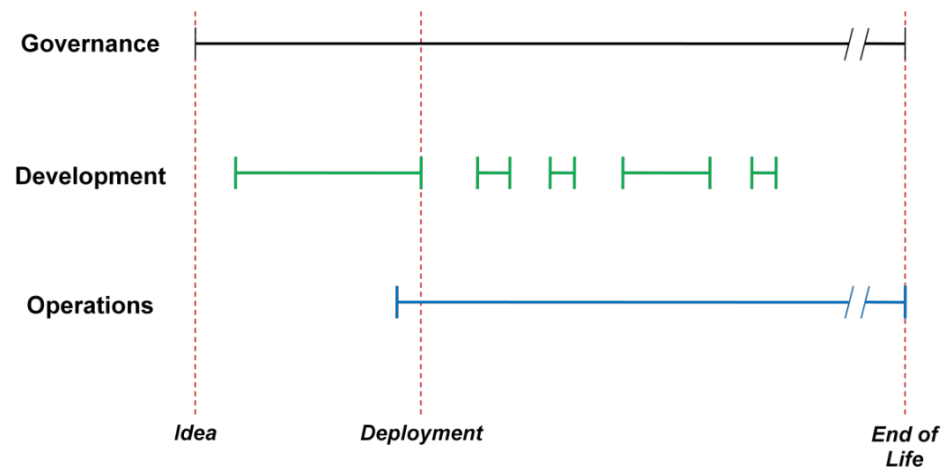


Abbildung 2 - Die drei Bereiche von ALM (Chappell, 2010b, S.2)

Chappell (2010a) differenziert in seiner Arbeit ALM von dem herkömmlichen Softwareentwicklungslebenszyklus. Dabei erläutert er, dass diese vielmehr ein Teil von ALM ist. Jedoch beeinflusst die effektive Entwicklung von Software das ALM positiv (Chappell, 2010a).

In der Literatur existiert eine Lücke im Bereich der Stilllegung einer Applikation. Viele Paper behandeln die Verwendung von ALM im Unternehmen, unter anderem Akgun et al. (2020); Lacheiner & Ramler (2011); Müller (2011); Roseberry & Scott-Parry (2017); Tüzün et al. (2019). Es existiert kein wissenschaftlicher Artikel, welcher den Fokus auf die Phase der Stilllegung im ALM betrachtet. Die Stilllegung wird lediglich am Rande erwähnt. So führt beispielsweise Chappell (2010b) an, dass eine Applikation dessen Ende erreicht und somit entfernt wird, wenn es keine Wertschöpfung mehr im Unternehmen generiert. Jedoch gibt er in seiner Arbeit nicht an, wie dieses Entfernen der Applikation im ALM erfolgt. Weiters erwähnt er bei der Erläuterung der drei Bereiche von ALM das Ende der Applikation. Dies sieht man auch in Abbildung 1. Hier wurde das Ende der Applikation als „End of Life“ dargestellt, jedoch wird in diesem Paper nicht weiter darauf eingegangen. Auch Tüzün et al. (2019) erwähnen bei ihrer Definition von ALM die Stilllegung einer Applikation. In ihrer Arbeit untersuchen sie ALM, indem sie zwei verschiedene

ALM-Plattformen im Unternehmen verwenden und evaluieren. Hier gehen sie nicht weiter in die Stilllegung von Applikation ein, da der Fokus in ihrer Arbeit beim Einsatz von ALM liegt. Selbiges gilt für die Arbeit von Ebert (2013). Auch er erwähnt in seiner Arbeit das Ende einer Applikation bei der Definition von ALM, geht aber nicht genauer darauf ein.

## 2.3. Datenmigration

Wie im Kapitel "Problemnachweis" erwähnt, wurden zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten zur Datenmigration veröffentlicht, die den Prozess der Datenmigration nach einer Best-Practice-Methode beschreiben. Im Folgenden nennen wir die wichtigsten Arbeiten, die als wissenschaftlicher Beitrag zu unserer Forschung über Datenmigration verwendet wurden.

### 2.3.1. Datenmigrationsansatz nach Lüssem & Harrach (2013)

Lüssem & Harrach (2013) deuten in dem Artikel *"How to make data migration processes more efficient by using TOGAF"*, dass bei der Datenmigration handelt es sich um den technischen Prozess der Aggregation und/oder Disaggregation der Informationseinheiten der einbettenden Systeme, um die Anforderungen an den Informationsaustausch zu erfüllen, einschließlich der Anpassung der Datenformate, falls erforderlich.

Lüssem & Harrach (2013) etablieren einen Migrationsansatz als wesentlichen Erfolgsfaktor, um eine erfolgreiche Datenmigration durchführen zu können. Lüssem & Harrach (2013) unterteilen ihren Best-Practice-Ansatz für die Datenmigration in zwölf Schritten, wie folgt:

1. Projekt-, Qualitäts- und Risikomanagement: Die Planung des Migrationsprojekts ist die erste Phase des Modells. Der Datenkonvertierungsmanager sollte für die Koordinierung und das Management aller Fragen im Zusammenhang mit dem Projektmanagement verantwortlich sein.
2. Migrationsstrategie: Die Strategie ist das wesentliche Thema eines Migrationsprojekts, denn in dieser Phase muss die Strategie zur Erfüllung der Anforderungen entwickelt werden. Nach Lüssem & Harrach (2013) sind die folgenden Aufgaben zu berücksichtigen:
  - a. Definition Migration Tätigkeiten
  - b. Spezifikation von funktionellen Anforderungen
  - c. Quantifizierung der unterschiedlichen Strukturen von Geschäftsobjekten, Verfahren, Prozessen, Paketen und Objekten.
  - d. Erhebung relevant bzw. nicht relevante Daten
  - e. Definition von Daten, die nicht migriert werden müssen
  - f. Abhängigkeiten zwischen Source- und Zielsystem
3. Datenanalyse: Datenqualität muss berücksichtigt werden. Die Ziele werden erreicht, wenn die Stakeholder Anforderungen erfüllt werden. Die wesentlichen Probleme bei Datenanalyse sind die folgenden:
  - a. Erstellung eines Konzepts für das Entladen von Quelldaten und Analyse der Quelldaten.
  - b. Aufbau einer Migrationsinfrastruktur (Fokus auf Migrationswerkzeuge) und Ausarbeitung der technischen Spezifikationen.
  - c. Dokumentation der historischen Daten (d.h. Nutzung der vorhandenen Systemdokumentation).

- d. Vorhandensein von Duplikaten im Quellsystem und deren Auswirkungen auf das Zielsystem.
  - e. Reverse Engineering.
  - f. Mögliche Importszenarien (manuell, halbtechnisch, technisch).
  - g. Strukturierung der Daten (unstrukturiert-hochstrukturiert),
  - h. Definieren der Datenformate und der Datenquellen.
  - i. Identifizierung des Ortes für die Informationsspeicherung
4. Migrationskonzept: zeigt das "große Bild" der Datenmigration. In diesen Phasen werden also die technischen Bedingungen des Projekts festgelegt. Die zu berücksichtigenden Punkte werden von Lüssem und Harrach aufgelistet:
- a. Definition der technischen Umgebung für Entwicklung und Tests.
  - b. Definition der Migrationswerkzeuge und -programme.
  - c. Definition von Testobjekten und Freigabekriterien.
  - d. Unterscheidung zwischen funktionalen Tests, Migrationstests und Integrationstests.
  - e. Definition der kritischen Abhängigkeiten zwischen Altsystem und anderen verwendeten Systemen.
  - f. Beschreibung des Entwicklungszyklus des Altsystems (und der Abhängigkeiten davon).
  - g. Definition von "no-change"-Zeiten für produktive Migrationsbelastung.
5. Definition der Transformation: Hier sollten alle Aktivitäten im Zusammenhang mit der Definition und Kommunikation der während der Datenmigration vorgenommenen Änderungen durchgeführt werden, wie z.B. der Unterschied des Datenmodells vom alten System zum Zielsystem.
6. *Programm Adaptation*: Die Programmanpassungsphase hat das Ziel, die Kundenumgebungen (d.h. spezielle Kundenlogik, spezielle Kundenfelder und spezielle Protokollierungsanforderungen) zu überprüfen, um eine möglichst weitgehende Wiederverwendung bestehender Ladeprogramme zu erreichen.
7. System-Vorbereitung: folgenden Tasks sind zu erledigen vor *Data Transfer*, nämlich:
- a. Implementierung des Migrationsframework
  - b. Unit Tests und Gateways müssen schon definiert sein
  - c. Frieren von produktiven Daten
  - d. Erstellung einer Kopie des Legacy-Systems
  - e. Migration packages und zu migrieren Objekten sind bereits für die Migration
8. Load and Test: Die Daten fürs Testen werden in Zielsystem migriert und getestet.
9. Genehmigung: Nach Testphase müssen die Stakeholder die Lösung bewerten und erheben ob alle Anforderungen abgedeckt wurden bzw. ob die Lösung genügend ist.
10. Produktive Migration: alle Daten, die in Migrationsstrategie erheben wurden, werden im Zielsystem endgültig migriert.
11. Data Clearing: irrelevant und "tote" Daten werden weggeworfen.
12. Abschaltung des Legacy-Systems: Legacy-System frieren.

### 2.3.2. Cloud Migration Metamodel (Pamami et al., 2019)

Pamami et al. (2019) führen in ihrer Arbeit an, dass Legacy-Systeme entwickelt werden, ohne zu berücksichtigen, dass auch solche Systeme für Cloud Computing genutzt werden müssen. Als

Grund für das Fehlen und die Notwendigkeit einer solchen Berücksichtigung führen sie das schnelle Voranschreiten der Digitalisierung an, wodurch Unternehmen zudem gezwungen werden, ihre Systeme öfters zu wechseln. Sind Unternehmen gezwungen, ihre Legacy-Systeme in die Cloud zu migrieren, sind diese mit Herausforderungen konfrontiert (Pamami et al., 2019). Eine solche Migration wird von Pamami et al. (2019) als schwierige Aufgabe bezeichnet, da Cloud Computing besondere Merkmale hat, die es zu beachten gilt. Deshalb entwickeln sie in ihrer Arbeit ein Framework, um Legacy-Systeme erfolgreich und mit Rücksicht auf die besonderen Merkmale in die Cloud zu migrieren. Den Autoren war es wichtig, dieses Framework so allgemein wie möglich zu halten, damit es bei beliebigen Arten von Migration angewandt werden kann und sich nicht auf einen spezifischen Typ von Migration spezialisiert.

Pamami et al. (2019, S. 44) haben für die Migration drei Phasen definiert: „Pre-Migration, Design“ und „Migration“. In der ersten Phase beschreiben sie in ihrer Arbeit, dass das Legacy-System analysiert und dessen Durchführbarkeit bewertet wird. Zusätzlich geben sie an, dass auch unter anderem sowohl die technischen als auch die nicht technischen Voraussetzungen zur Durchführung der Migration untersucht werden. Die Design Phase beschreiben sie als eine Art Planungsphase, in der unter anderem die Migration geplant und der Cloudanbieter ausgewählt wird. In der letzten Phase geben sie an, dass hier die Aufgaben zur Migration definiert werden. Unter anderem sind diese Aufgaben die Leistungssteigerung, das Designen der Clouddienste und die allgemeine Migration der Applikation in die Cloud (Pamami et al., 2019).

Folgend erstellen Pamami et al. (2019) ein Prozessmodell unterteilt in den zuvor definierten drei Phasen, um die Migration von Legacy-Systemen in die Cloud zu ermöglichen. Dieses Prozessmodell fokussiert sich laut ihrer Arbeit auf eine allgemeine Darstellung der einzelnen Phasen bei der Durchführung der Migration und befasst sich nicht mit den Details für eine bestimmte Cloud Migration. In einem letzten Schritt validieren die Autoren ihr Modell in zwei verschiedenen Verfahren. Beim ersten Verfahren Vergleichen sie ihr Modell mit anderen Modellen aus der Literatur, wodurch das eigene Modell ergänzt werden konnte. Das zweite Verfahren nennen sie „Frequency-based selection“ (S.47). In diesem Verfahren wird laut ihrer Arbeit die Bedeutung des durch das Modell erstellten Konzepts hervorgehoben. Anhand dieses Verfahrens konnten sie ihr Modell weiterhin verfeinern.

## **2.4. Data Governance**

Wie in der Problemstellung angegeben, werden zwei Artikel hauptsächlich als wissenschaftlicher Input im Zusammenhang mit Fragen der Datenverwaltung verwendet, nämlich der Artikel "POTSHARDS" von Greenan et al. aus dem Jahr 2005 und der Artikel 2.4.1. DMMM: Data Management Maturity Model von Zitoun et al. aus dem Jahr 2021. Diese sind im Folgenden beschrieben:

### **2.4.1. POTSHARDS (Greenan et al., 2005)**

Im Artikel wird ein Archivierungssystem beschrieben, das sichere Speicherung von Daten für sehr lange Zeiträume ermöglicht und dafür Datenstrukturen verwendet, die integrierte Unterstützung für die Konsistenzprüfung und das Datenmigration enthalten. Diese Funktionen

könnten im Zusammenhang mit der Stilllegung von Systemen und dem Reengineering von Daten von Bedeutung sein, da sie die Übertragung von Daten auf andere Speichergeräte und die Aufrechterhaltung der Integrität der Daten ermöglichen.

Wenn ein System stillgelegt wird, muss möglicherweise sichergestellt werden, dass die gespeicherten Daten aufbewahrt werden und auch in Zukunft zugänglich bleiben.

Reengineering von Daten bezieht sich auf den Prozess, bei dem Daten aufbereitet, umstrukturiert oder migriert werden, um sie für neue Zwecke nutzbar zu machen. Wenn Daten von einem System auf ein anderes übertragen werden, muss möglicherweise sichergestellt werden, dass sie konsistent bleiben und keine Integrität verlieren. Das POTSHARDS-System hat integrierte Unterstützung für die Konsistenzprüfung und das Datenmigration, was es für den Einsatz beim Reengineering von Daten geeignet macht.

Die Konsistenzprüfung ist für den Einsatz beim Reengineering von Daten gut geeignet, da sie dazu beiträgt, die Integrität und Korrektheit der Daten sicherzustellen, wenn sie von einem System auf ein anderes übertragen werden. Sie stellt sicher, dass die Datenstrukturen und -formate kompatibel sind und dass die Daten nicht beschädigt oder verloren gehen, während sie migriert werden. Ein Archivierungssystem wie POTSHARDS, das integrierte Unterstützung für die Konsistenzprüfung und das Datenmigration enthält, kann dazu beitragen, diese Prozesse zu automatisieren und zu vereinfachen, und somit die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Daten beim Reengineering zu erhöhen.

#### **2.4.1. DMMM: Data Management Maturity Model (Zitoun et al., 2021)**

Das Data Management Maturity Model hilft bei der Optimierung in Bezug auf die digitale Transformation von Unternehmen, da bei diesem Modell das Unternehmen aufgrund des momentanen Stands des Daten- und Informationsmanagements bewertet wird. Der Artikel beschreibt, wie genau ein DMMM Modell erstellt wird und wie jener Stand des Daten- und Informationsmanagements bewertet wird.

Ein DMMM Modell besteht grundsätzlich aus vier 'Blöcken': einerseits die verschiedenen Kategorien von Daten, 14 unterschiedliche Datenfähigkeiten, fünf Reifegrade und das Bewertungssystem. Zuerst werden Daten in den vier Kategorien eingeteilt, danach werden diesen unterschiedliche Datenfähigkeiten zugeordnet und mit einem Reifegrad bewertet. Zuletzt wird nach situationsabhängigen Verfahren im Bewertungssystem mit diesen Werten gerechnet. Bei der Stilllegung von Systemen kann das Data Management Maturity Model von Bedeutung sein, da das Unternehmen somit feststellen kann, ob die Stilllegung für die digitale Transformation förderlich ist.

## **2.5. Vorgehensmodell**

Petz (2018) vergleicht in seinem Buch die unterschiedlichen Bedeutungen in der wissenschaftlichen Forschung unter dem Begriff Vorgehensmodell. Fischer et al. (1998) sehen beispielsweise Vorgehensmodelle und Prozessmodelle als Synonyme an, während Heinrich et al. (2011) insofern Unterschiede festhalten, dass ein Vorgehensmodell objektbezogene

Tätigkeiten, Ergebnisse und empfohlene bzw. vorgeschriebene Methoden zur Durchführung der Tätigkeiten sowie Rollen definiert.

Letztlich stellt Petz (2018) die Ähnlichkeiten zwischen den Definitionen von Fischer et al. (1998) und Heinrich et al. (2011) fest und formuliert folgende Beschreibung der Begriffe Vorgehensmodell:

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass ein Vorgehensmodell ein Rahmen für eine strukturierte Vorgehensweise zur Lösung eines bestimmten Problems ist. Die durchzuführenden Aktivitäten zur Lösung eines Problems werden in Phasen gegliedert; neben den Aktivitäten werden auch die Ergebnisse, Rollen sowie die anzuwendenden Methoden und Werkzeuge beschrieben. (S. 251)



### 3. Methodik

#### 3.1. Design Science Research

Das Design Science Research (DSR) Framework wurde von Hevner et al. (2004) konzipiert und zielt darauf ab, Wissen über die Nutzung und das Management von Informationssystemen durch zwei unterschiedliche Paradigmen zu erlangen, nämlich die Behavioral-Science und die Design-Science.

Das behavioristische Wissenschaftsparadigma hat seine Wurzeln in naturwissenschaftlichen Forschungsmethoden (Hevner et al., 2004). Es versucht Theorien zu bilden und zu belegen, die das Verhalten von Organisationen und Menschen erklären oder vorhersagen (Hevner et al., 2004). Speziell in der Wirtschaftsinformatikforschung bestimmt diese Art der Forschung, wie sich Menschen, Technologien und Organisationen verhalten (Hevner et al., 2004). Das Verhalten und die Zusammenhänge zwischen Menschen, Technologien und Organisationen beeinflussen letztendlich auch die Designentscheidungen bei der Entwicklung eines Informationssystems (Hevner et al., 2004).

Das Design-Science Framework hat seine Wurzeln in der Engineering-Forschung. Die in diesem Paradigma entworfenen Artefakte zielen auf die Lösung von Problemen ab, die hauptsächlich verhaltensbezogen sind (Hevner et al., 2004). Hevner et al. (2004) argumentieren somit, dass die Informationssystem-Forschung die Möglichkeit hat, einen bedeutenden Beitrag zu leisten, indem sie den komplementären Forschungszyklus zwischen Design- und Verhaltenswissenschaft nutzen, um die grundlegenden Probleme der Praxis anzugehen.

Die nachstehende Abbildung stellt das Vorgehensmodell zur Umsetzung des DSR dar. Der Abschnitt "*Environment*" definiert den Problemraum, in dem die interessierenden Phänomene angesiedelt sind (Hevner et al., 2004). Für die Wirtschaftsinformatik handelt es sich um das Verhältnis von Menschen, Organisationen und Technologien. Es enthält die Ziele, Aufgaben, Probleme und Möglichkeiten, die den Geschäftsbedarf definieren (Hevner et al., 2004).

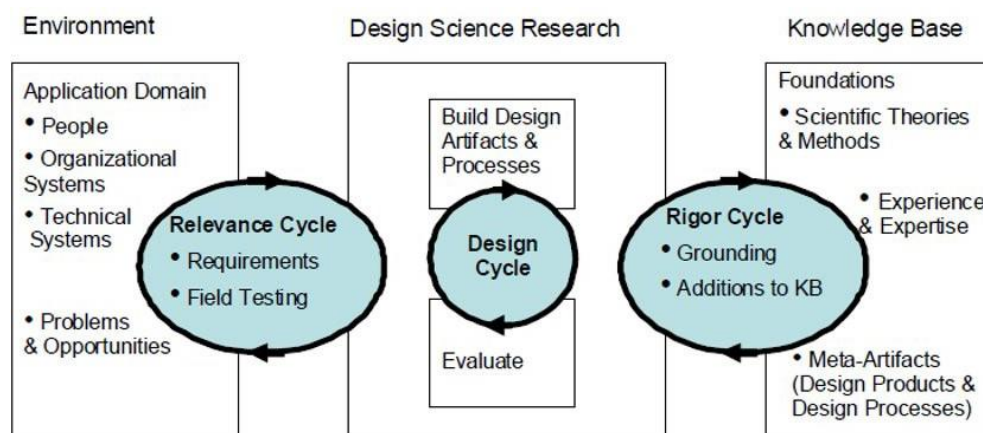


Abbildung 3: Design Science Research Cycles (Hevner, 2007)

Die „*Knowledge Base*“ stellt das wissenschaftliche Wissen sicher, das bereits veröffentlicht wurde und bei der Entwicklung des neuen Artefakts verwendet werden kann (Hevner et al., 2004).

Insgesamt gibt es in diesem Framework zwei Hauptprozesse: "Aufbau" und "Evaluierung". Und die möglichen Ergebnisse, nämlich die Artefakte, können Konstrukte, Modelle, Methoden oder Instanziierungen sein. Laut (Hevner et al., 2004) definiert das Artefakt „*method*“ die Prozesse. Methoden geben eine Anleitung, wie Probleme zu lösen sind. Das Artefakt welches als "Modell" gezeichnet ist, verwendet Konstrukte zur Darstellung einer realen Situation, sprich des Designproblems und seiner Lösung. Modelle helfen, das Problem und die Lösung zu verstehen und stellen somit häufig die Verbindung zwischen Problem- und Lösungskomponenten dar, um die Auswirkungen von Designentscheidungen und Veränderungen in der realen Welt zu erforschen.

### **3.2. Zyklen der Methodik**

#### **Design Science Research Cycles**

Ein Forschungsprojekt der Designwissenschaft sollte die drei Zyklen (siehe Abbildung 1) enthalten und leicht voneinander unterscheiden können (Hevner, 2007).

##### **The Relevance Cycle**

Der erste Schritt effektiver Design-Science-Forschung besteht häufig darin, Chancen und Probleme in einem realen Anwendungsumfeld zu erkennen und darzustellen (Hevner, 2007). Als Ergebnis startet der Relevanzzyklus, die Design Science Forschung mit einem Anwendungskontext der Akzeptanzkriterien, für die abschließende Bewertung der Forschungsergebnisse sowie die Anforderungen an die Forschung als Inputs festlegt (Hevner, 2007).

##### **The Rigor Cycle**

Um sicherzustellen, dass es sich bei den erstellten Designs um Forschungsbeiträge handelt und nicht um reguläre Designs, die auf der Anwendung bekannter Methoden basieren, ist es Sache der Forscher, die Wissensbasis gründlich zu prüfen und zu referenzieren (Hevner, 2007). Die Grundlage der Design Science Research Strenge befasst sich mit einer Reihe wichtiger Fragen, einschließlich der Frage, ob eine "Designtheorie" eine notwendige Komponente der wissenschaftlichen Strenge des Designs ist (Hevner, 2007). Die neuen Metaartefakte, alle Erfahrungen aus der Durchführung der Forschung und Feldtests des Artefakts in der Anwendungsumgebung sowie alle Erweiterungen der ursprünglichen Theorien und Methoden, die während der Forschung vorgenommen wurden, werden dem Wissen hinzugefügt und als Ergebnis der Designwissenschaftsforschung umfasst. (Hevner, 2007). So wie hilfreiche Beiträge zur Umwelt die wichtigen Verkaufsfaktoren für das Praktiker Publikum sind, sind Forschungsbeiträge zur Wissensbasis entscheidend für die Vermarktung der Forschung an das akademische Publikum (Hevner, 2007).

## The Design Cycle

Jede Design-Science-Forschungsstudie dreht sich um ihren internen Designzyklus (Hevner, 2007). Dieser Forschungszyklus wiederholt sich schneller zwischen der Erstellung eines Artefakts, seiner Bewertung und dem Erhalt von Feedback, um das Design noch weiter zu verbessern (Hevner, 2007). Bei der Durchführung der eigentlichen Studie ist es wichtig zu erkennen, wie der Designzyklus mit den anderen beiden Zyklen interagiert, und gleichzeitig seine relative Unabhängigkeit zu respektieren (Hevner, 2007). Es ist entscheidend, ein Gleichgewicht zwischen der Zeit und der Energie zu wahren, die für die Erstellung und Bewertung des sich ändernden Designartefakts während des gesamten Designzyklus aufgewendet werden (Hevner, 2007).

### 3.3. Vorgehensweise der Methodik

Zur Durchführung von des Design Science Research Modells haben Pfeffers et al. (2006) einen Prozess mit 7 Schritten definiert:

1. Identifikation des Problems und Motivation: Zunächst muss laut Pfeffers et al. (2006) das Problem sowie dessen Lösung definiert werden. In ihrer Arbeit geben sie an, dass es zudem wichtig ist, dass die Definition des Problems zerkleinert wird, um somit dessen Komplexität besser abschätzen zu können, wodurch folglich die Entwicklung des Artefakts bzw. die Definition der Lösung erleichtert wird. Eine Begründung der Lösung soll laut ihrer Arbeit das Verständnis des Problems erleichtern, sowie eine Motivation zur Durchführung der Lösung darstellen.
2. Ziele einer Lösung: Nach der Definition des Problems müssen daraus, laut Pfeffers et al. (2006), die Ziele einer Lösung schlussgefolgert werden. Dabei unterscheiden sie zwischen quantitativen und qualitativen Zielen. Bei den quantitativen Zielen geben sie an, dass diese begründet werden müssen, warum eine bestimmte Lösung den anderen möglichen Lösungswegen vorgezogen wird. Bei den qualitativen Zielen geben sie an, dass dadurch ein neues Artefakt entwickelt wird. Dieses Artefakt soll laut ihrer Angabe die Lösung zur Bewältigung des Problems unterstützen.
3. Design und Entwicklung: In diesem Schritt geht es um die Erstellung des Artefakts (Peffers et al., 2006). Um das Artefakt erstellen zu können, muss laut Pfeffers et al. (2006) dessen Funktionalitäten und Architektur festgelegt werden.
4. Demonstration: Als nächstes geht es laut Pfeffers et al. (2006) um die Veranschaulichung der Effizienz des Artefakts. Das Artefakt soll also demonstrieren, wie effektiv es das bestimmte Problem löst (Peffers et al., 2006)
5. Evaluierung: Laut Pfeffers et al. (2006) geht es in diesem Schritt, um die Evaluierung des Artefakts hinsichtlich dessen Effizienz, das bestimmte Problem zu lösen. Dabei führen sie an, dass die Ziele einer in Schritt 2 definierten Lösung mit den tatsächlich erhaltenen Lösungen durch das Artefakt verglichen werden. Zusätzlich geben sie in ihrer Arbeit an, dass die Entwickler des Artefakts am Ende entscheiden können, ob diese wieder mit Schritt 3 anfangen, um das Artefakt und folglich dessen Effektivität zu verbessern oder ob diese mit dem nächsten Schritt weitermachen und die Verbesserung des Artefakts für zukünftige Projekte offen lassen.

6. Im letzten Schritt geht es laut Pfeffers et al. (2006) um die Kommunikation des Problems und des Artefakts mit Forschern, Entwicklern usw. Hierbei ist es wichtig, die Relevanz des Problems sowie die Effektivität und weitere Faktoren (wie z.B. den Nutzen) des Artefakts zu betonen (Peffers et al., 2006).
7. Pfeffers et al. (2006) betonen zudem, dass es nicht unbedingt notwendig ist, alle Schritte durchzulaufen. Sie erwähnen in ihrer Arbeit, dass es auch möglich ist, mit einem beliebigen Schritt anzufangen. Des Weiteren veranschaulichen sie diesen Prozess in ihrer Arbeit anhand von zwei Fallstudien.

### **3.4. Methodenauswahl**

Abgeleitet vom Forschungsziel ist die Design Science Research Methode die beste Auswahl für die Erstellung eines Vorgehensmodells, da durch die Erstellung eines Artefakts und der Einsatz der praxisorientierten Anforderungen, innerhalb des Unternehmens, für das Projekt erfüllt.

Somit kann auch die vorhin definierte (siehe 3.3 Vorgehensweise der Methodik) Vorgehensweise von Pfeffers et al. (2006) für die Problemstellung angewandt werden. Schritt 1 (Identifikation des Problems) und 2 (Ziele einer Lösung) sind durch die Problembeschreibung und das Forschungsziel dieser Arbeit schon gegeben. Somit ist die Durchführung der darauffolgenden Schritte notwendig, um den definierten Prozess zu vervollständigen.

Darüber hinaus ermöglichen die Zyklen dieser Methode die Erstellung eines Artefakts, das sowohl den Anforderungen des Unternehmens, als auch dem wissenschaftlichen Wert entspricht. So sammelt der Relevanzzyklus die Anforderungen der Praxis, in diesem Fall die Anforderungen der voestalpine Stahl GmbH, um die Gestaltung des Artefakts zu prägen, während der Rigorzyklus die Ansätze, Modelle und Methoden vorstellt, die sich aus der Forschung ergeben haben.

## **4. Design Science Research Prozess**

### **4.1. Identifikation des Problems**

Die Problematik wurde in Kapitel 1.1. Problembeschreibung beschrieben.

### **4.2. Ziele dieser Lösung**

Das Forschungsziel (siehe Kapitel 1.3. ) stellt ein allgemeines Ziel dar, da das hier untersuchte Thema, nämlich die Erstellung eines Vorgehensmodells für den Stilllegungsprozess, Querschnittsthemen beinhaltet, wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln verdeutlicht wurde. Diese Themen sind: der Stilllegungsprozess als Erweiterung des ALM, die langfristige Erhaltung der Lesbarkeit (Data Governance) und die Datenmigration ohne Verlust von unternehmerischen bedeutsamen Daten. Diese stellen die abgeleiteten Ziele dar.

Die Erweiterung des ALM ist insofern wichtig, da im ALM der gesamte Lebenszyklus einer Applikation berücksichtigt werden muss (Lacheiner & Ramler, 2011). Somit wird auch das Ablösen eines Legacy-Systems im Application Lifecycle berücksichtigt, wodurch eine ordnungsgemäße Stilllegung garantiert werden kann.

Wie bereits in Kapitel 1. und im Kapitel „Aktueller Stand der Forschung“ erwähnt wird, sind Daten ein zentrales Unternehmensgut und dessen Integrität und Vollständigkeit muss bei der Migration gewahrt werden. Dies ist der Zweck bei der Betrachtung der Schritte für eine Datenmigration.

Das Thema rund um die Data Governance umfasst zwei wesentliche Ziele. Es soll das Umfeld geschaffen werden, um einerseits Daten langfristig aufzubewahren und andererseits, um die Lesbarkeit jener Daten gewährleisten zu können. Bei der Stilllegung eines Legacy-Systems ist es somit nicht nur wichtig, die richtigen Daten zu archivieren und zu sichern, sondern auch den damit verbundenen Wunsch zu gewährleisten, jene Daten auch weiterhin zur Verfügung zu haben.

### **4.3. Design und Entwicklung**

#### **4.3.1. Ausgangspunkt des Designs**

Für die Erstellung unseres Vorgehensmodell wurden die vorherigen beschriebenen wissenschaftlichen Papers (siehe 2. Aktueller Stand der Forschung) als *Knowledge Base* in Bezug auf dem Design Science Research Framework nach Peffers et al. (2006) verwendet. Die Anforderungen der voestalpine wurden vom Programm-Manager (PGM) der voestalpine ermittelt, da dieser für die Stilllegung von Altsystemen verantwortlich ist und das Wissen über alle wichtigen Anforderungen bezüglich Systemstilllegung in der voestalpine verfügt. Dies stellt das *Environment* in Bezug auf dem Design Science Research Framework nach Peffers et al. (2006) dar. In diesem Austausch mit dem PGM liegt der Relevanzzyklus unseres Projekts begründet. Und die aus der wissenschaftlichen Forschung stammenden Modelle und Ansätze bilden den Rigor-Zyklus.

Der Design-Zyklus unserer Forschung wurde in Workshops durchgeführt, in denen jeder seine zugewiesenen Themen, in Bezug auf die Anforderungen der voestalpine, im Voraus erforschte und seine Erkenntnisse für die Erstellung des Modells im Workshop teilte.

Die Anforderungen zur Erreichung eines anwendbaren Vorgehensmodells in der voestalpine befassen sich mit organisatorischen Bedingungen, die sich sowohl aus der Organisationsstruktur als auch aus den Compliance-Verpflichtungen des Unternehmens ergeben. Als erstes müssen bei der Demontage alter Systeme die aufzubewahrenden Daten erfasst werden. In der voestalpine verfügt jede Abteilung über einen Archivplan, in dem die Aufbewahrungsfrist für jedes Dokument festgelegt ist. Dies sollte sich im SQM-System der voestalpine widerspiegeln. Und dieser Zeitplan für die Aufbewahrung muss von jeder Abteilung eingehalten werden. Mit dieser Anforderung wurde im Projekt deutlich, dass sich eine eigene Phase in unserem Vorgehensmodell nur mit Erhebung der Datenmenge beschäftigt. Dabei geht es im Wesentlichen um die Erfassung der zu migrierenden Daten und die Erstellung von "Masken". Die Masken sind die Ansichten, die Daten enthalten, die schließlich in das Zielsystem migriert werden sollen. Wir nennen diese Phase **Aufbau der Lesebausteine**. Diese Phase wäre die zweite Stufe im Modell von Lüssem und Harrach (2013), nämlich die Migrationsstrategie.

Da die voestalpine die Entwicklung von Archivierungssystemen nicht als Kernaktivität betrachtet, wird das Unternehmen nach Lösungsanbietern suchen, die die Stilllegung der Altsysteme durchführen können. In diesem Zusammenhang wird die Phase „Aufbau der Lesebausteine“ auch bei Stilllegungsprojekten von Nutzen sein, da sie die Datenmenge im Voraus bereitstellt und es dem künftigen Lösungsanbieter ermöglicht, ein genaues Angebot auf der Grundlage der zu erfassenden Datenmenge zu unterbreiten.

Bei einem weiteren Austausch mit dem PGM wurde das Projekt mit einem anderen Problem konfrontiert, nämlich die Kosten der Datenarchivierung für komplexere Systeme. Bei bestimmten Systemen kann die Menge der zu migrierenden Daten hohe Kosten verursachen. An dieser Stelle ist es sinnvoll, potenzielle Lösungsanbieter durch eine Marktrecherche zu evaluieren, bei der sowohl die Anforderungen des Unternehmens an eine Archivierungslösung, als auch die Kosten für die Migration der Daten in die Ziellösung ermittelt werden. In diesem Papier werden wir nicht näher auf die Bewertungsmethoden eingehen, da dies nicht der Schwerpunkt dieser Arbeit ist. In dieser Arbeit werden jedoch die Funktionalitäten betrachtet, die das Zielsystem haben muss, um die bisher diskutierten Ziele abzudecken. Die Wahl eines Lösungsanbieters ist also eine Aufgabe, die das Unternehmen selbst übernehmen muss, da es sich für einen Anbieter entscheiden wird, der am besten zum vorgegebenen Budget passt.

In der ersten Phase werden alle zu migrierenden Daten gesammelt. Bei der zweiten Phase müssen die anderen Schritte einer Datenmigration beschrieben werden. Diese Phase wird als **Datenarchivierung** bezeichnet, wobei alle Phasen der Archivierung nach dem Ansatz von Lüssem und Harrach (2013) durchgeführt werden, mit Ausnahme des ersten und zweiten Schritts, d. h. der Projektplanung und der Migrationsstrategie - die in unserem Fall als Aufbau der Lesebausteine - bezeichnet wird. Dazu gehört auch die Betrachtung des Zielsystems, also was das **Zielsystem** können soll bzw. muss und die Governance jener Daten (**Data Governance**), die künftig aus der Organisation herausgeholt werden sollen.

Nach der Migration aller Daten in die Archivlösung müssen die Altsysteme heruntergefahren werden. Wir nennen diese Phase hier **Systemabschaltung**. Die Anforderung der Voestalpine ist es, die Altsysteme einzufrieren, das heißt das System wird aus der Systemlandschaft endgültig entfernt und eingefroren.

#### 4.3.2. Erweiterung des ALM

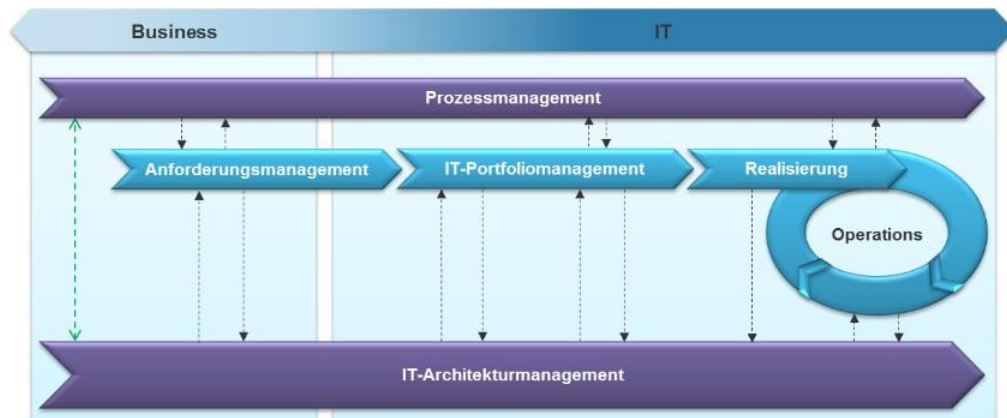


Abbildung 4 - voestalpines ALM

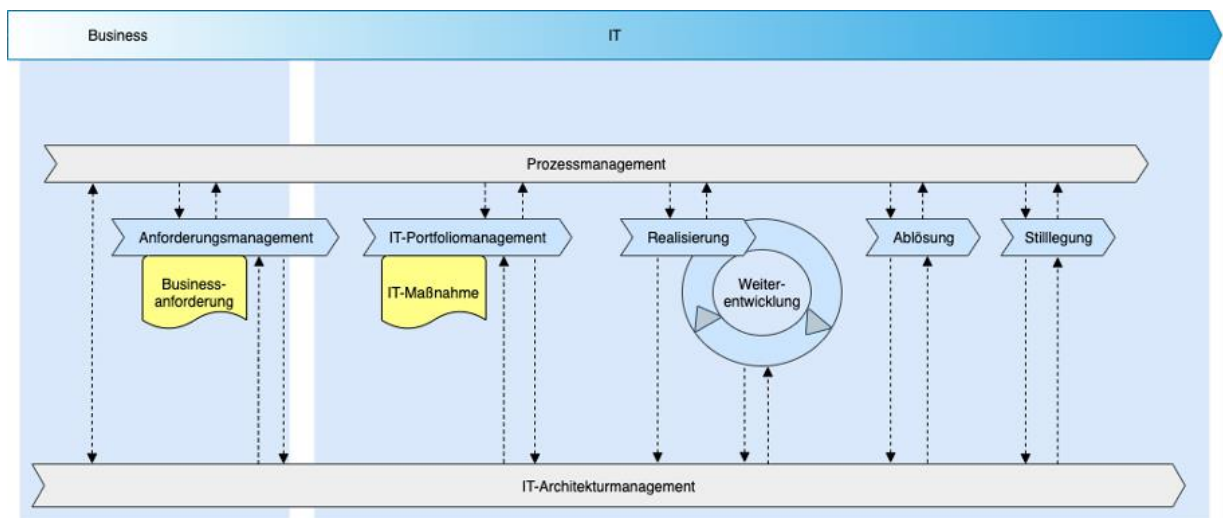


Abbildung 5 - ALM mit Ablösungs- und Stilllegungsprozess

Abbildung 4 - voestalpine ALM zeigt die aktueller Applikation Lifecycle Management der voestalpine. Abbildung 5 zeigt das von den Autoren entworfene ALM-Konzept. Zunächst werden von der Businessseite, also vom Anforderungsmanagement, die Businessanforderungen gegeben. Vom IT-Portfoliomanagement werden die IT-Maßnahmen abgeleitet. In der Realisierung wird schließlich das System entwickelt und somit durch die Weiterentwicklungsphase stetig weiterentwickelt. Wird ein bestehendes System von einem anderen ersetzt, wird das alte System abgelöst. Die letzte Phase behandelt die Stilllegung des Legacy-Systems. In diesem Entwurf sind auch die drei Phasen, welche von Chappell (2010b) definiert wurden, ersichtlich. Erkenntlich wird hier die von Chappell definierte Governance Phase. Wie Chappell in seiner Arbeit beschrieben hat (und es bereits in dieser Arbeit behandelt wurde), soll die Governance Phase sicherstellen, dass die Applikation bzw. das System die geschäftlichen Anforderungen erfüllt, wobei sich diese Phase über die komplette Lebenszeit des Systems erstreckt. Weiters ist die Entwicklungsphase ersichtlich, welche ab der Realisierung anfängt und sich bis zum 'End-of-Life'-Stadiums des Systems, also der Stilllegung, erstreckt (Chappell, 2010b). Der Zyklus in der Weiterentwicklungsphase bedeutet, dass das System, wie auch von Chappell (2010b) angegeben, stetig weiterentwickelt wird. Die letzte von Chappell definierte Phase, die Betriebsphase, beginnt hier ungefähr am Ende der Realisierungsphase und erstreckt sich auch über die komplette Lebenszeit des Systems, wobei sich diese Phase mit der Überwachung und Verwaltung des Systems beschäftigt.

Dieses ALM-Konzept baut auf dem von der voestalpine auf und erweitert diese. Ergänzt wurden hier die beiden Phasen Ablösung und Stilllegung, welche von der voestalpine nicht berücksichtigt wurden. Da die von Chappell (2010b) definierte Entwicklungsphase (auf Englisch Operations) im Konzept bereits bei der Realisierung anfängt, würde man durch das Konzept der voestalpine auffassen, dass diese jedoch ab dem Zyklus (im Konzept der voestalpine mit Operations beschrieben) anfängt. Deshalb wurde zusätzlich, um eine Konsistenz mit der Literatur zu schaffen, der Zyklus Operations durch die Weiterentwicklung ersetzt.

#### **4.3.3. Stilllegungsprozess**

Im Folgenden wird das Vorgehensmodell zur Durchführung des Stilllegungsprozesses dargestellt und jede Phase im Detail erläutert. Wie im Kapitel 2.5 Vorgehensmodell beschrieben wurde, stellt ein Vorgehensmodell ein Verfahren zur Lösung eines Problems dar, die Phasen, Aktivitäten, Werkzeuge, Rolle und Ergebnisse enthalten und alle Aspekte werden hier nachfolgend betrachtet. Die Phasenstruktur des folgenden Vorgehensmodells folgt im Wesentlichen der Struktur des Datenmigrationsmodells nach Lüssem & Harrach (2013) mit geringfügigen Strukturzerlegungen. Die Zerlegungen der Modellstruktur von Lüssem und Harrach (2013) werden nachfolgend im Detail beschrieben.



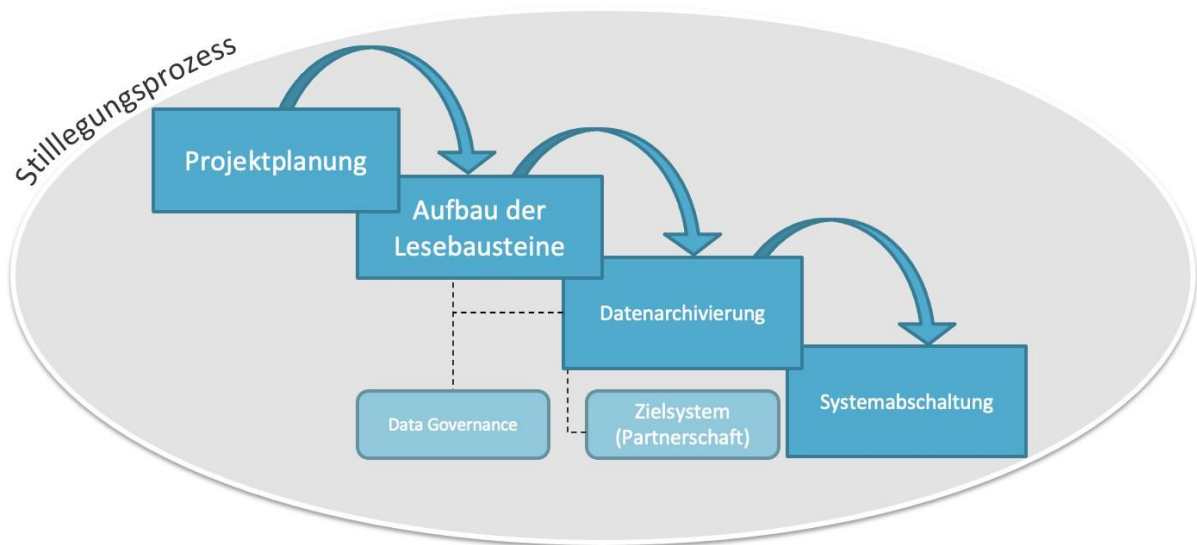


Abbildung 6 - Vorgehensmodell für Stilllegungsprojekte

#### 4.3.3.1. Projektplanung

Alle Phasen des Stilllegungsprozesses sind hier, mit Grobzeitschätzung und Aufwänden, zu planen. Wie Lüssem und Harrach (2013) in der ersten Phase des Modells beschrieben haben, ist für die Aufgabe rund um die Koordinierung und das Management aller Fragen im Zusammenhang mit dem Projektmanagement, der Datenkonvertierungsmanager (DKM) verantwortlich. Der DKM ist in diesem Fall somit der Projektleiter.

#### 4.3.3.2. Aufbau der Lesebausteine

Zuerst ist es ein wichtiger Faktor, dass die Mitarbeiter dazu engagiert werden sich an Datenmanagement und -prozessen zu beteiligen, damit solche reibungslos verlaufen können und gleichzeitig wird damit ein wichtiger Grundstein für die Implementierung des Neusystems und der Stilllegung des Altsystems gelegt (Zitoun et al., 2021). Bei der Datenerhaltung/-archivierung wird beachtet, dass vor allem die (geschäft-)relevanten Daten zuvor gesammelt werden und vor Verlust oder Beschädigung geschützt werden (Zitoun et al., 2021). Nun kommt der Teil der Data Governance zum Tragen, da diese erläutert, wie und welche Datenmanagement Prinzipien bzw. Richtlinien befolgt und implementiert werden müssen (Zitoun et al., 2021). Laut Zitoun et al. (2021) besteht dieser Teil aus best-practice Taktiken, Regeln, Prozeduren und Richtlinien um die Sicherheit, Integrität, Verfügbarkeit und Nutzbarkeit der Daten zu garantieren. Data Governance gewährleistet somit das Daten innerhalb eines Unternehmens gut gemanagt werden, da es hierbei vor allem um Kontrolle und Aufsicht geht (Zitoun et al., 2021).

Somit kann man für die Praxis folgendes ableiten: jede Abteilung/Bereich ernennt eine zuständige Person, wie es Zitoun et al. (2021) es in Phase 2 seines Modelles beschreibt. Diese Person ist dafür verantwortlich, dass alle relevanten aktuellen Daten gesammelt werden, über alle verwendeten Systeme, und diese von den nicht mehr benötigten Daten ‚getrennt‘ werden.

Durch die Data Governance wird bei den Altdaten ersichtlich, wie lange die Aufbewahrungsdauer ist und ob es bereits Richtlinien oder bewährte Prozeduren gibt, welche angewendet werden können.

Die Daten Verantwortlichen sind in der Organisationsstruktur der voestalpine bereits vorhanden. Wie im vorigen Kapitel (4.3.1. ) erläutert wird, werden die Dokumente einer Abteilung mit ihren Aufbewahrungsfristen gelistet und in die SQM-Systeme geladen, ein Beispiel von einem Archivierungsplan der voestalpine ist in Abbildung 7 dargestellt. In einem System können Dokumente und Daten aus mehreren Abteilungen gespeichert sein, die in dieser Phase gesammelt werden müssen. Daher müssen alle Abteilungen, die von diesem System unterstützt wurden, und alle Stakeholder in einem Stilllegungsprojekt, miteinbezogen werden. Diese Beteiligten werden an dem Projekt teilnehmen und sicherstellen, dass der Archivierungsplan für jede Abteilung eingehalten wird. Daraus ergeben sich die Datenmasken, die abgebildet werden. Dies umfasst auch die zweite und dritte Phase des Prozesses nach Lüssem und Harrach (2013), nämlich die **Migrationsstrategie** und **Datenanalyse**. So werden in dieser Phase die Menge der aufzubewahrenden Daten und die entsprechende Aufbewahrungsfrist, sowie die Daten, die nicht aufbewahrt werden müssen, erfasst.

voestalpine Stahl GmbH - >Verkaufssegmente, Kundenservice, Fertigungstechnische Produktionssteuerung <		Archivierungsplan Rev. Siehe Deckblatt
Beschreibung der dokumentierten Information*	mind. Archivierungsdauer** <small>(Jahre od. Beschreibung)</small>	Zuständig für die Archivierung /Archivierungsort <small>[Wer / optional Wo]</small>
Kundenzufriedenheit, Ergebnisse, Analysen, weiterführende Maßnahmen	15	Strategisches Marketing / Server
Verkaufsstrategie, Segmentstrategien	10	Strategisches Marketing / Server
Bestellungen von Kunden (inkl. Abweichungsgenehmigungen, Änderungen, ...) <small>Anm.:bei Colofer Produkten bis 35 Jahre Garantie</small>	Nichtcolofer: 15 Colofer: 35	Verkauf Kundenservice/ SAP SD, KSC
Auftragsbestätigung / Nachtrag zum Vertrag / Fakturen / Auftragsbezogener Schriftverkehr (Anfragen, Angebote, Ablehnungen, Kalkulationen, Faktura...) / Tolerierungsanfragen	Nichtcolofer: 15 Colofer: 35	Verkauf Kundenservice / SAP SD
Frachtpapiere	15	Logistik Service GmbH (siehe Archivierungsplan Distribution)
Lieferbedingungen, Kundenspezifikationen, Blechkennkarten	Nichtcolofer: 30 Colofer: 35	Fertigungstechnische Produktionssteuerung / Fileserver bzw. ECM
Jahresvereinbarungen, Verträge	Nichtcolofer: 15 Colofer: 35	Verkauf Kundenbetreuer / Fileserver bzw.Salesforce / ECM
Besprechungs- und Verhandlungsprotokolle mit Kundenrelevanz	15	Verkauf Kundenbetreuer / Fileserver bzw.Salesforce / ECM
Reklamationen / Nichtkonformitäten	15	Verkauf Kundenservice / SAP QM
Stammdaten des Kunden	15	Verkauf Kundenbetreuer / SAP, Fileserver bzw.Salesforce / ECM
Reise- und Besuchsberichte	3	Verkauf Kundenbetreuer / Fileserver bzw.Salesforce / ECM
Lieferantenbewertungen durch Kunden	7	Verkauf Kundenservice, Verkauf Kundenbetreuer / Fileserver bzw.ECM
Verfahrensweisungen und -Instruktionen etc.	15 produktbezogen: 30	Herausgeber / Dokumentenlenkungssystem
Personalakte Bsp.: Qualifikationsnachweise ( Zeugnisse, Personenzertifikate,...), Ein- / Umstufungen etc.	30	Personal Services, Bereich Personaladministration
Absolvierte Bildungsmaßnahmen	Zeitraum des Dienstverhältnisses (mind. 7 Jahre)	Verkaufsakademie, LMS (Learning Management System)
Arbeitsbilder, Stellenbeschreibungen	30	Bereichsleitung, dezentrales Personalmanagement

Abbildung 7 - Archivierungsplan Kundenservice (aus voestalpine Unterlagen)

Durch die Erfassung der notwendigen Daten, die aufbewahrt werden müssen, ist es einfacher, Masken zu erstellen, die in einem Zielsystem angelegt werden müssen. Nicht durch die Auswahl von Tabellenzeilen oder einzelnen Daten, sondern auf objektive Weise, indem die betreffenden Daten ausgewählt, heruntergeladen und in das Zielsystem übertragen werden.

#### **4.3.3.1. Datenarchivierung**

Diese Phase leitet die Abfolge der Phase der Konstruktion der Lesebausteine ein, d.h. die Konstruktion der Datenmasken wurde bis zum dritten Schritt des Verfahrens nach Lüssem und Harrach (2013) durchgeführt. Diese Phase (Datenarchivierung) erstreckt sich von der vierten bis zur elften Stufe des Verfahrens, wie in Kapitel 2.3.1. beschrieben.

##### **4.3.3.1.a Data Governance**

Das hier integrierte Thema als "Data Governance" gezeichnet, zielt auf die langfristige Einhaltung der Lesbarkeit der zu migrierenden Daten und darauf, wie die Stakeholder diese Einhaltung steuern und sicherstellen können. Wie in dem POSTSCHARDS Artikel erläutert wird, ist die Konsistenzprüfung der Daten ein zentrales Thema, die wiederum während einer Datenarchivierung von seinen Stakeholdern sichergestellt werden müssen, wie in DMMM Artikel diskutiert wird. Die Ansprechpartner der voestalpine bewerten diesen Faktor des Stilllegungsprozesses mit der höchsten Bedeutung. Weiterhin weisen sowohl die Praxis als auch wissenschaftliche Studien auf die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Datenverwaltung hin.

##### **4.3.3.1.b Zielsystem (Partnerschaft)**

In der nächsten Phase des Modells von Lüssem und Harrach (2013), dem Migrationskonzept, muss das System, in das die Daten migriert werden sollen, berücksichtigt werden. Im Hinblick auf die Anforderungen der voestalpine muss der Lösungsanbieter die folgenden Anforderungen erfüllen:

1. GoBD (siehe 5. Glossar) konforme Aufbewahrungspflicht, die Datenintegrität und -vollständigkeit für Audits bewahren kann.
2. Speicherung von strukturierten und unstrukturierten Daten
3. Eine Lösung, die die Möglichkeit bietet, verschiedene Systeme auf einer einzigen Plattform zu speichern.
4. Die Lösung sollte in der Lage sein, ERP- und Nicht-ERP-Systeme zu speichern.

Die dritte Anforderung betrifft die Vereinfachung der IT-Infrastruktur, so dass dieses Modell für verschiedene Systeme einen Stilllegungsansatz darstellt und zusätzlich alle Systeme in einem einzigen Tool aufbewahrt werden, so dass die Infrastruktur der Systemumgebung vereinfacht wird und die Zugangsverfahren einheitlich bleiben.

#### **4.3.3.2. Systemabschaltung**

Dies ist die letzte Phase, in der das System eingefroren und aus der Produktionsumgebung des Unternehmens entfernt wird. Also die letzte Phase des Verfahrens nach Lüssem und Harrach (2013).

### **4.4. Demonstration**

Peppers et al. (2006) führen eine Reihe möglicher Methoden auf, um die Effizienz des Artefakts zu demonstrieren; eine davon ist die Simulation, die hier verwendet wird. Simulation als

wissenschaftliches Forschungsinstrument ist definiert als die Konstruktion und Manipulation eines "operationellen" Modells, d. h. einer realen oder symbolischen Darstellung eines Prozesses, unabhängig davon, ob dieser bereits in der realen Welt existiert oder noch entwickelt und bewertet werden muss (Berends & Romme, 1999).

Im Anschluss an die Nachbildung des in Kapitel 4.3.2 vorgestellten Artefakts wird in diesem Kapitel eine schrittweise Anwendung des Artefakts im Falle eines Altsystems des Partnerunternehmens vorgestellt. Das zu besprechende System ist ANP, ein ERP-System, das in der Vergangenheit viele Kernprozesse des Unternehmens unterstützt hat. Dieses System wurde abgelöst, aber nicht stillgelegt. Bei diesem System handelt es sich um ein SAP-System, dessen Daten aufgrund ihres Umfangs nicht vollständig in die neue Anwendung migriert wurden. Auch wenn das System nicht produktiv ist, befindet es sich noch immer in der Systemumgebung des Unternehmens, da seine Daten weiterhin wichtig sind. SAP wird diese Technologie bis 2027 unterstützen. Danach kann die Lesbarkeit der Daten verneint werden, und dieses System enthält Daten, die gemäß den gesetzlichen und betrieblichen Vorschriften bis zu 35 Jahre aufbewahrt werden müssen.

#### 4.4.1. Projektplanung

Der DKM und daher auch Projektleiter wird hier das Projektmitglied <anonym> sein, der sich um alle Aufgaben rund um Projektmanagement kümmern soll.

#### 4.4.2. Aufbau der Lesebausteine

##### Migrationstrategie:

Für den Aufbau der Lesemodule müssen alle Abteilungen, die vom ANP unterstützt wurden und demnächst am Projekt beteiligt sein werden, registriert werden. Neben den Fachabteilungen gibt es in der voestalpine die Rolle des "Application Owners", d.h. des "Eigentümers" einer Anwendung, der sich um alle technischen Themen im Zusammenhang mit „seiner“ Anwendung kümmert, auch wenn diese bereits abgelöst sind. Daher muss auch der Eigentümer der Anwendung in das Projekt einbezogen werden, denn er ist ebenfalls ein wichtiger Interessenvertreter, da er alle technischen Bedingungen dieser Anwendung kennt und seine Anwendung durch dieses Projekt schließlich außer Betrieb nehmen wird. Auch der Programmleiter muss in das Projekt eingebunden werden, da er über mögliche Änderungen in der voestalpine-Systemumgebung informiert werden muss. In der voestalpine gibt es auch die Rolle des IT-Architekten, der die technischen Bedingungen in Bezug auf den Geschäftsprozess und die Anwendung sicherstellt, und daher sollte diese Rolle auch in das Projekt einbezogen werden. Auf der Grundlage, welche die Gespräche mit dem Programmmanager bilden, wurde die folgende Tabelle von Abteilungen und entsprechenden Ansprechpartnern erstellt:

Tabelle 1 - ANP (Abteilungen/Ansprechpersonen)

ANP	
Bereiche	Ansprechperson
CTR - Controlling	Christian Hochhauser
EKF - Einkauf	Kraus Bernahard / Lamplmayr Melanie

<b>FIN - Finanz</b>	Pramhas Monika/Hackl Franz
<b>KDS - Kundenservice</b>	Regina Furtlehner
<b>PQF - Produktionsdurchführung</b>	Zwickelhuber Herbert / Radinger Walter
<b>TLM - Transport, Logistik und Materialwirtschaft</b>	Wimberger Walter/Sailer Markus

### Datenanalyse:

Alle diese Abteilungen (siehe Tabelle 1) haben einen entsprechenden Archivierungsplan mit zu berücksichtigenden Dokumenten sowie Aufbewahrungsfristen. Zum Zweck der Veranschaulichung werden hier nur zwei Abteilungen und deren Dokumente betrachtet, nämlich die Abteilungen Einkauf und Kundendienst - im Folgenden kurz EKF und KDS genannt.

Tabelle 2 – ANP-Archivierungsplan

<b>Dokument</b>	<b>Abteilung</b>	<b>Aufbewahrungsfrist (Jahren)</b>	<b>ANP relevant?</b>
Bestellung, die manuell oder automatisch im SAP System erzeugt wurden, sind elektronisch erfasst und über die Transaktion ME82 verfügbar. Auf die Dauer von 24 Monaten ab Bestellerstellung oder Bestelländerung kann auf die Bestellung direkt zugegriffen werden	EKF	15	
Ablage Bestellakt / z.B. Angebot, Auftragsbestätigung) unter EUR 20.000, - erfolg in elektronischer Form	EKF	15	
Bestellakte ab EUR 20.000 - Anforderungsemail bzw. Ausschreibungsunterlagen, Verhandlungsprotokolle, Gescannte unterzeichnete Bestellung ab EUR 100.000, - , Interner und externer Schriftverkehr, - Abgelegt werden in der Bestellung: Verhandlungsprotokoll vom jeweiligen AN (sofern vorhanden), Auftragsbestätigung, Abnahmeprotokoll (fakultativ).	EKF	15	
Preislisten/Konditionsvereinbarungen mit Lieferanten	EKF	jeweilige Geltungsdauer	
Lieferantenbewertung (Beurteilungsbogen, Maßnahmenrückmeldungen, Lieferantenstellungnahme, gültige Zertifikate, Lieferantenauditberichte)	EKF	3/15***	

Verfahrensweisungen, Instruktionen	EKF	15	
Personalakte	EKF	30	
Abgestimmte Allg. Kaufmännische Bedingungen, Rahmenvereinbarungen, Auswertungen, Bankkauskünfte, Berichte und Firmendaten, Zulassungen und Qualifizierung.	EKF	jeweilige Geltungsdauer	
Kundenzufriedenheit, Ergebnisse, Analysen, weiterführenden Maßnahmen	KDS	15	
Verkaufstrategie, Segmentstrategien	KDS	10	
Bestellungen von Kunden (inkl. Abweichungsgenehmigungen, Änderungen, ...)	KDS	Nicht Colofer: 15 Colofer: 35	
Auftragsbestätigung/ Nachtrag zum Vertrag /Fakturen / Auftragsbezogener Schriftverkehr (Anfragen, Angebote, Ablehnungen, Kalkulationen, Faktura...)/ Tolerierungsanfragen	KDS	Nicht Colofer: 15 Colofer: 35	
Frachtpapiere	KDS	15	
Lieferbedingungen, Kundenspezifikationen, Blechkennkarten	KDS	Nicht Colofer: 30 Colofer: 35	
Jahresvereinbarungen, Verträge	KDS	Nicht Colofer: 15 Colofer: 35	
Besprechungs- und Verhandlungsprotokolle mit Kundenrelevanz	KDS	15	
Reklamationen / Nichtkonformitäten	KDS	15	
Stammdaten des Kunden	KDS	15	
Reise- und Besuchsberichte	KDS	3	
Lieferantenbewertungen durch Kunden	KDS	7	
Verfahrensweisungen und Instruktionen etc	KDS	15 produktbezogen: 30	
Personalakte Bsp: Qualifikationsnachweise	KDS	30	
Absolvierte Bildungsmaßnahmen	KDS	mindestens 7	
Arbeitsbilder, Stellenbeschreibungen	KDS	30	

Diese Tabelle (siehe Tabelle 2) dient als Ausgangspunkt für Koordinierungssitzungen zwischen den Stakeholdern, über die Datenarchivierung und ihre Beziehung zum System.

Daten werden aus dem System, in diesem Fall einem SAP-System, ausgewählt, basierend auf der Grundlage der Listenauswertung und so werden die Lesemodule erstellt, die einen Datensatz darstellen, der dem Lösungsanbieter mitgeteilt werden kann. Dies erleichtert die Abschätzung des Budgets und des Zeitbedarfs für die Datenarchivierungsphase.

#### 4.4.3. Datenarchivierung

Für die hier zu entwickelnden Phasen ist die Architektur des Zielsystems ein wichtiger Faktor, da ab dieser Phase auch die technischen Bedingungen berücksichtigt werden müssen. Das Partnerunternehmen ist bereits in Kontakt mit Lösungsanbietern, die Plattformen für die Archivierung von Altdaten anbieten. Daher werden wir für die Simulation die Architektur eines der möglichen Anbieter, der SNP Group, vorstellen. Der Name der SNP-Lösung ist DataFridge.

##### Migrationskonzept:

Für die Migration in diesem System müssten die Daten aus einem spaltenorientierten Quellsystem stammen. In diesem Fall ist es einfach, weil ANP ein SAP-System ist und das Erstellen von Tabellen einfacher ist als in anderen Systemen, die nicht spaltenorientiert sind. Der Grund für diesen Bedarf ist, dass das Zielsystem ebenfalls ein SAP-System ist und für die Datengenerierung und -migration die Daten entsprechend umstrukturiert werden müssen, wenn sie nicht per Tabelle generiert werden können.

Die Entwicklungs- und Testumgebung befindet sich in der Systemlandschaft des Lösungsanbieters. Daher liegen die Migrationswerkzeuge auch in der Verantwortung des Lösungsanbieters. Die Schichtenarchitektur des Zielsystems ist eine dreischichtige Architektur (siehe Abbildung 8 - SNP-Group Lösung (aus SNP-Dokumentation)). Die Daten werden in der Cloud gespeichert (Microsoft Azure, AWS, CLOUDERA, etc....), die logische Schicht enthält das DataFridge-Programm und die Präsentationsschicht enthält eine Anwendung eines Drittanbieters, die SAP Gui-Anwendung, die den Benutzern den Zugriff auf die Daten ermöglicht.

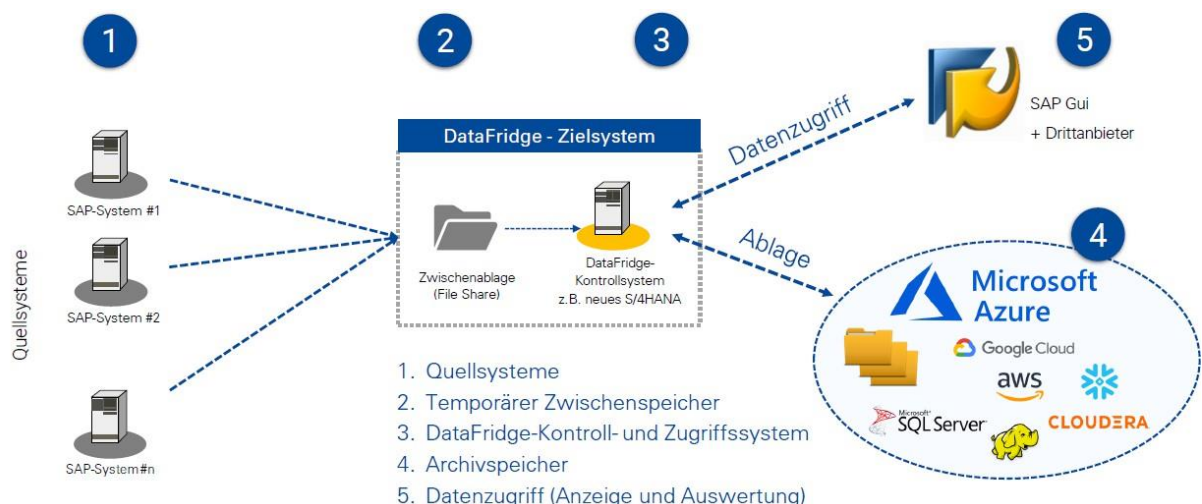


Abbildung 8 - SNP-Group Lösung (aus SNP-Dokumentation)

##### Definition der Transformation

Während der Migration ist die Person, die für die in der Tabelle 1 - ANP (Abteilungen/Ansprechpersonen) aufgeführten Abteilungen zuständig ist, weiterhin

miteinbezogen und über die Änderungen im Design und den Datenzugang informiert, sodass sie sich dieser Änderungen im Rahmen des Projekts bewusst ist und damit ist die Änderung in der Organisation bewusst.

### ***Programm Adaptation***

DataFridge ist ein Standardsystem mit einer möglichen Erweiterungsmöglichkeit. Das Customizing im Zielsystem ist nicht besonders kompliziert, da, wie bereits erwähnt, Quell- und Zielsystem spaltenorientiert sind und dieselbe Programmiersprache, nämlich die SAP-Sprache, haben. Daher sind die erforderlichen Anpassungen in diesem Fall aufgrund der Ähnlichkeit der beiden Systeme möglich.

### **System-Vorbereitung:**

Dabei liegt die Verantwortung für die Umsetzung des Migrationsrahmens bei beiden Parteien: voestalpine und Lösungsanbieter. Der Migrationsrahmen muss implementiert werden und der *Application Owner* der ANP-Anwendung muss die Datenpakete für die Migration bereitstellen. Dazu gehören auch die Kopien für das Testen. Der Anwendungseigentümer muss mit seinem Team auch die entsprechenden Unit-Tests und Gateways im Austausch mit dem Lösungsanbieter bereitstellen, damit die nächste Phase reibungslos ablaufen kann.

### **Load and Test:**

Hier werden die ersten Daten migriert, um sowohl einzelne Funktionen als auch integrative Tests durchzuführen. Auch in dieser Phase müssen alle Beteiligten stark eingebunden werden. So müssten beispielsweise alle Ansprechpartner der in der Tabelle 1 aufgeführten Abteilungen ihre jeweiligen Lesemodule testen und sicherstellen, dass das neue Datengestaltung aus ihrer und der Sicht des Unternehmens geeignet ist.

### **Genehmigung:**

Die Genehmigung ist hier für die voestalpine-Seite besonders wichtig, da hier alle Stakeholder vor der Inbetriebnahme konsultiert werden, um zu prüfen, ob die Lösung und ihre Funktionen ausreichend sind. Ist dies nicht der Fall, müssen die Faktoren ermittelt werden, die bei der Ablehnung eine Rolle spielen, und wenn die Abdeckung durch die Lesemodule nicht ausreicht, muss das Team zur zweiten Phase, d. h. zum Bau der Lesebausteine, zurückkehren. Wenn dies auf Anpassungen zurückzuführen ist, z. B. wenn einige Suchmaschinen aus dem Quellsystem nicht in das Zielsystem implementiert wurden, sollte das Team zur Phase der Programmanpassung zurückkehren usw.

### **Produktive Migration:**

Nachdem das Testen erfolgreich abgeschlossen ist und alle Stakeholder des Projektes die Ergebnisse genehmigen, ist es Zeit für die produktive Migration, wo alle zu migrieren Daten in das Zielsystem transportiert werden. In diesem Fall sind dies alle Daten, die in der Lesebausteinphase erhoben wurden.



### **Data Clearing:**

Dabei sollen Daten, die bei der Lesebausteinphase nicht berücksichtigt wurden und im Altsystem verblieben sind, endgültig gelöscht werden.

#### **4.4.4. Abschaltung des Legacy-Systems**

Nach der Migration aller verwendeten Daten und dem Löschen aller unnötigen und toten Daten, kann das System schließlich eingefroren und aus der voestalpine-Systemumgebung entfernt werden.

### **4.5. Evaluierung**

Nach dem Entwurf und der Demonstration erfolgte die Bewertung des Modells durch den Programmmanager der voestalpine in der Meilensteintermine mit den LVA-Leitern: Univ-Prof.in Dr.in Barbara Krumay, Bakk. MSc (WU) und Mag. Dr. David Rückel. Interne Besprechungen zwischen dem Programmmanager (<anonym>) und dem Projektmitglied und voestalpine Mitarbeiter <anonym> wurden auch durchgeführt zwischen den Designzyklen. Nach den Meilensteinterminen wurde das Modell verbessert und wuchs im Vergleich zum ersten Vorgehensmodell, wodurch es sowohl praktische als auch wissenschaftliche Relevanz erlangte. Der letzte Entwurf des Modells wurde hier vorgestellt und gezeigt, dass das zu Beginn vom Team festgelegte Ziel, aus den Anforderungen des Partnerunternehmens der Studie, erreicht wurde.

### **4.6. Kommunikation**

Die Bedeutung der Entwicklung dieses Artefakts wurde im ersten Kapitel deutlich gemacht, und mit der Abgabe dieser Arbeit ist die letzte Phase, nämlich die Kommunikationsphase, nach dem Design Science Researchs Verfahren abgeschlossen.

## 5. Diskussion

Ziel dieser Arbeit war es, ein Vorgehensmodell für die Stilllegung von abgelösten Altsystemen zu erstellen, in dem alle wesentlichen Aspekte der Stilllegung berücksichtigt wurden. Um zu bestimmen, welche Themen zu berücksichtigen sind, wurden in der wissenschaftlichen Untersuchung drei wesentliche Themen im Zusammenhang mit der Stilllegung ermittelt, nämlich ALM, die langfristige Einhaltung der Datenlesbarkeit (Data Governance) und die Datenmigrationsschritte. Um ein Prozessmodell zu schaffen, das sowohl einen Forschungswert als auch ein praxiswertbares Ergebnis liefern kann, wurde eine Design Science Research-Methode gewählt, bei der Praxis und Forschung, bei der Entwicklung des Artefakts, eine Rolle gespielt haben.

Durch die Analyse der praxisbezogenen Grundlagen war das Team in der Lage, die Anforderungen eines Unternehmens im Zusammenhang mit der Stilllegung eines Systems zu untersuchen bzw. zu verstehen und Modelle und Forschungsansätze an diese Anforderungen anzupassen. Bei der Untersuchung der wissenschaftlichen Forschung in Bezug auf die Stilllegung wurde festgestellt, dass es eine Wissenslücke gibt. Wie in Problemnachweis 1.2 dargelegt, gibt es Ansätze für die Datenmigrationsphase und Ansätze für die langfristige Aufbewahrung von Altdaten, aber kein Modell, das beide Punkte erfasst. Bei dem ALM wird der Stilllegungsprozess, wie in Abschnitt 2.2 erwähnt, nicht berücksichtigt.

Das hier vorgestellte Artefakt umfasste alle drei Themen. Die Beschreibung aller Datenmigrationsschritte wurde auf der Grundlage eines in der Forschung verfügbaren Modells betrachtet. Die Erweiterung des voestalpine Application Lifecycle Managements wurde im Detail betrachtet und ein neues ALM-Modell konzipiert und vorgeschlagen. Die Einbindung von Stakeholdern, die die Vollständigkeit und Integrität der Daten sicherstellen sollen, wird hier berücksichtigt und ist auch im Sinne der Data Governance zu sehen. Die umfassende Berücksichtigung von Data Governance ist jedoch noch nicht im Detail berücksichtigt worden. Die Aufrechterhaltung der langfristigen Lesbarkeit der Daten liegt – Anhand dieses Artefakt - in der Verantwortung des Lösungsanbieters, da hier keine eigenen Ansätze angestellt wurden.

Es wird in dieser Arbeit grundsätzlich nur sehr allgemein von Systemen gesprochen. Grundsätzlich ist das erstellte Modell für alle Systeme geeignet, jedoch war der Ausgangspunkt ein ERP-System, welches tabellarisch gespeichert ist. Bei nicht ERP-Systemen muss somit noch eine Abspeicherung in eine tabellarische Form erfolgen. Dieser Aspekt wurde in der Arbeit nicht weiter behandelt.

Schließlich könnte dieses Vorgehensmodell sowohl bei Ablöseprojekten, bei denen die Systeme im Rahmen des Projekts einheitlich stillgelegt werden, als auch bei der Durchführung von Stilllegungsprojekten, bei denen die Systeme nach Abschluss eines Ablöseprojekts außer Betrieb genommen werden, eingesetzt werden. Neben der Einhaltung der Vorschriften, die mit diesem Modell erreicht werden, können Projekte Legacy-Systeme und deren Daten eliminieren und damit Redundanzen in der System-Umgebung beseitigen. Wie in der Abbildung 9 dargestellt.

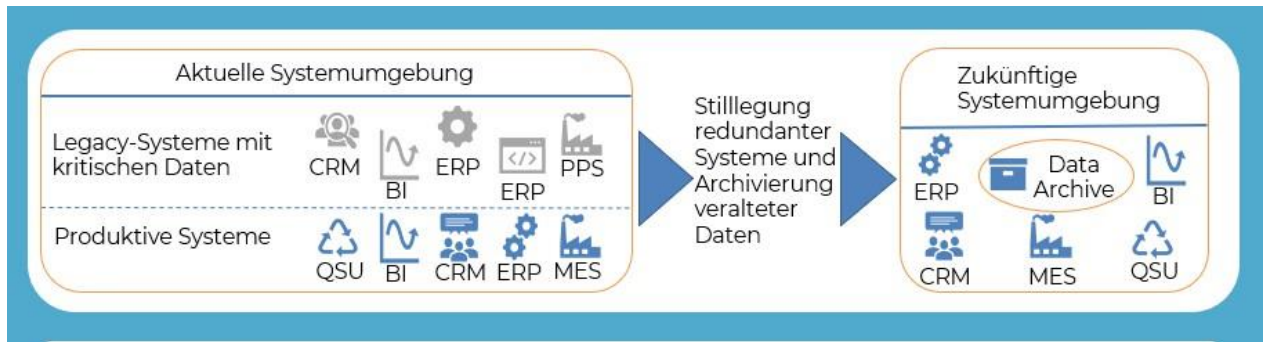


Abbildung 9 - Ergebnis einheitliche Betrachtung des Stilllegungsprozess

## 6. Glossar

**GoBD-Definition** (Rz. 103) über die Speicherung von steuerrelevanten Daten: „Der Steuerpflichtige hat sein DV-System gegen Verlust (z. B. Unauffindbarkeit, Vernichtung, Untergang und Diebstahl) zu sichern und gegen unberechtigte Eingaben und Veränderungen (z. B. durch Zugangs- und Zugriffskontrollen) zu schützen.“

## 7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Ausgangssituatiion (Big Picture).....	6
Abbildung 2 - Die drei Bereiche von ALM (Chappell, 2010b, S.2).....	10
Abbildung 3: Design Science Research Cycles (Hevner, 2007).....	16
Abbildung 4 - voestalpines ALM .....	22
Abbildung 5 - ALM mit Ablösung- und Stilllegungsprozess.....	22
Abbildung 6 - Vorgehensmodell für Stilllegungsprojekte .....	24
Abbildung 7 - Archivierungsplan Kundenservice (aus voestalpine Unterlagen) .....	25
Abbildung 8 - SNP-Group Lösung (aus SNP-Dokumentation) .....	30
Abbildung 9 - Ergebnis einheitliche Betrachtung des Stilllegungsprozess .....	34

## **8. Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 - ANP (Abteilungen/Ansprechpersonen).....	27
Tabelle 2 – ANP-Archivierungsplan.....	28

## 9. Literaturverzeichnis

Akgun, Z., Yilmaz, M., & Clarke, P. (2020). Assessing Application Lifecycle Management (ALM) Potentials from an Industrial Perspective. In M. Yilmaz, J. Niemann, P. Clarke, & R. Messnarz (Hrsg.), *Systems, Software and Services Process Improvement* (Bd. 1251, S. 326–338). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56441-4\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56441-4_24)

Alhassan, I., Sammon, D., & Daly, M. (2016). Data governance activities: An analysis of the literature. *Journal of Decision Systems*, 25(sup1), 64–75.  
<https://doi.org/10.1080/12460125.2016.1187397>

Battaglia, M., Savoia, G., & Favaro, J. (1998). Renaissance: A method to migrate from legacy to immortal software systems. *Proceedings of the Second Euromicro Conference on Software Maintenance and Reengineering*, 197–200.  
<https://doi.org/10.1109/CSMR.1998.665807>

Bennett, K. (1995). Legacy systems: Coping with success. *IEEE Software*, 12(1), 19–23.  
<https://doi.org/10.1109/52.363157>

Berends, P., & Romme, G. (1999). Simulation as a research tool in management studies. *European Management Journal*, 17(6), 576–583. [https://doi.org/10.1016/S0263-2373\(99\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0263-2373(99)00048-1)

Beserra, P. V., Camara, A., Ximenes, R., Albuquerque, A. B., & Mendonca, N. C. (2012). Cloudstep: A step-by-step decision process to support legacy application migration to the cloud. *2012 IEEE 6th International Workshop on the Maintenance and Evolution of Service-Oriented and Cloud-Based Systems (MESOCA)*, 7–16. <https://doi.org/10.1109/MESOCA.2012.6392602>

Bisbal, J., Lawless, D., Bing Wu, & Grimson, J. (1999). Legacy information systems: Issues and directions. *IEEE Software*, 16(5), 103–111. <https://doi.org/10.1109/52.795108>

Böcker, T. (2006). Eine für alles: Unified-Architekturen vereinfachen Archivierung und Compliance. *Datenschutz und Datensicherheit - DuD*, 30(12), 808–811.  
<https://doi.org/10.1007/s11623-006-0247-6>

Book, M., Grapenthin, S., & Gruhn, V. (2013). Risk-aware Migration of Legacy Data Structures. *2013 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 53–56. <https://doi.org/10.1109/SEAA.2013.25>

Chappell, D. (2010a). *Application lifecycle management as a business process*. Retrieved from davidchappell. com: <http://www.davidchappell.com/writing ....>  
[http://www.davidchappell.com/writing/white\\_papers/ALM\\_as\\_a\\_Business\\_Process\\_v2.0--Chappell.pdf](http://www.davidchappell.com/writing/white_papers/ALM_as_a_Business_Process_v2.0--Chappell.pdf)

Chappell, D. (2010b). *What is Application Lifecycle Management?*  
[http://davidchappell.com/writing/white\\_papers/What\\_is\\_ALM\\_v2.0--Chappell.pdf](http://davidchappell.com/writing/white_papers/What_is_ALM_v2.0--Chappell.pdf)

Ebert, C. (2013). Improving engineering efficiency with PLM/ALM. *Software & Systems Modeling*, 12(3), 443–449. <https://doi.org/10.1007/s10270-013-0347-3>

Fischer, T., Biskup, H., & Müller-Luschnat, G. (1998). Begriffliche Grundlagen für Vorgehensmodelle. In R. Kneuper, G. Müller-Luschnat, & A. Oberweis (Hrsg.), *Vorgehensmodelle für die betriebliche Anwendungsentwicklung* (S. 13–31). Vieweg+Teubner Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-663-05994-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-663-05994-3_1)

Ganesan, A. S., & Chithralekha, T. (2016). A Survey on Survey of Migration of Legacy Systems. *Proceedings of the International Conference on Informatics and Analytics*, 1–10. <https://doi.org/10.1145/2980258.2980409>

Greenan, K., Storer, M., Miller, E. L., & Maltzahn, C. (2005). POTSHARDS: Storing Data for the Long-term Without Encryption. *Third IEEE International Security in Storage Workshop (SISW'05)*, 12–20. <https://doi.org/10.1109/SISW.2005.10>

Heinrich, L. J., Heinzl, A., & Riedl, R. (2011). *Wirtschaftsinformatik: Einführung und Grundlagen*.

Hempel, C. (2014). Die Dokumentation der Compliance – Ganzheitliches Management aus Sicht des Informationspraktikers. *Information - Wissenschaft & Praxis*, 65(6). <https://doi.org/10.1515/iwp-2014-0056>

Hevner, A. R. (2007). A Three Cycle View of Design Science Research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19(2), 4.

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/25148625>  
Ibrahim Alhassan, David Sommon & Mary Daly. (o. J.). *Data governance activities: An*



*analysis of the literature.*

Jha, S., Jha, M., O'Brien, L., & Wells, M. (2017). Supporting Decision Making with Big Data: Integrating Legacy Systems and Data. *2017 4th Asia-Pacific World Congress on Computer Science and Engineering (APWC on CSE)*, 120–128.  
<https://doi.org/10.1109/APWConCSE.2017.00029>

Khanye, T., Ophoff, J., & Johnston, K. (2018). Issues in Migrating Legacy Systems to the Cloud. *2018 8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 694–699. <https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2018.8443029>

Lacheiner, H., & Ramler, R. (2011). Application Lifecycle Management as Infrastructure for Software Process Improvement and Evolution: Experience and Insights from Industry. *2011 37th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, 286–293.  
<https://doi.org/10.1109/SEAA.2011.51>

Lüssem, J., & Harrach, H. (2013). How to make data migration processes more efficient by using TOGAF: Best practice data migration approach applied to SAP Financial Services-Policy Management. *2013 ACS International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/AICCSA.2013.6616436>

Martens, A. (2016). Ablösung von Legacy-Systemen in Zeiten des digitalen Wandels. *Wirtschaftsinformatik & Management*, 8(6), 32–41. <https://doi.org/10.1007/s35764-016-0122-7>

Matthiesen, S., & Bjørn, P. (2015). Why Replacing Legacy Systems Is So Hard in Global Software Development: An Information Infrastructure Perspective. *Proceedings of the 18th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, 876–890.  
<https://doi.org/10.1145/2675133.2675232>

Müller, M. (2011). Application Lifecycle Management bei Lufthansa Systems. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 48(2), 41–47. <https://doi.org/10.1007/BF03340566>

Pamami, P., Jain, A., & Sharma, N. (2019). Cloud Migration Metamodel: A framework for legacy to cloud migration. *2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, 43–50. <https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2019.8776983>

Peffer, K., Tuunanen, T., Gengler, C. E., Rossi, M., Hui, W., Virtanen, V., & Bragge, J.

(2006). *The design science research process: A model for producing and presenting information systems research*. 83–106.

Petz, G. (2018). *Opinion Mining im Web 2.0: Ansätze, Methoden, Vorgehensmodell* (1.Aufl.2019).

Pilorget, L. (2011). *Testen von Infoamtionssytemen: Inntegriertes und prozessorientiertes Testen* (2012. Aufl.).

Roseberry, K., & Scott-Parry, T. (2017). Improvement of airworthiness certification audits of software-centric avionics systems using a cross-discipline application lifecycle management system methodology. *2017 IEEE International Systems Engineering Symposium (ISSE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/SysEng.2017.8088264>

Sneed, H. M. (1995). Planning the reengineering of legacy systems. *IEEE Software*, 12(1), 24–34. <https://doi.org/10.1109/52.363168>

Tüzün, E., Tekinerdogan, B., Macit, Y., & İnce, K. (2019). Adopting integrated application lifecycle management within a large-scale software company: An action research approach. *Journal of Systems and Software*, 149, 63–82. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.11.021>

Wu, B., Lawless, D., Bisbal, J., Richardson, R., Grimson, J., Wade, V., & O'Sullivan, D. (1997). The Butterfly Methodology: A gateway-free approach for migrating legacy information systems. *Proceedings. Third IEEE International Conference on Engineering of Complex Computer Systems (Cat. No.97TB100168)*, 200–205. <https://doi.org/10.1109/ICECCS.1997.622311>

Yang, X., Chen, L., Wang, X., & Cristoforo, J. (2005). A Dual-Spiral Reengineering Model for Legacy System. *TENCON 2005 - 2005 IEEE Region 10 Conference*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/TENCON.2005.301068>

Zitoun, C., Belghith, O., Ferjaoui, S., & Gabouje, S. S. D. (2021). DMMM: Data Management Maturity Model. *2021 International Conference on Advanced Enterprise Information System (AEIS)*, 33–39. <https://doi.org/10.1109/AEIS53850.2021.00013>