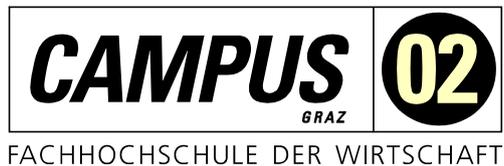


# MASTERARBEIT

## CLOUD SERVICES FÜR SCADA SYSTEME

ausgeführt am



Studiengang  
Informationstechnologien und Wirtschaftsinformatik

Von: Richard Putz  
Personenkennzeichen: 1810320012

Graz, am 11. Dezember 2019

.....  
Unterschrift

# EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benützt und die benutzten Quellen wörtlich zitiert sowie inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

.....  
Unterschrift

## **DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich mich bei meiner Familie, meiner Freundin und meinem Freundeskreis für die Unterstützung bedanken. Sie gaben mir den Ausgleich für das Studium, ohne den ich nicht die benötigte Kraft für dieses berufsbegleitende Studium aufbringen könnte.

Natürlich möchte ich mich auch bei meinem Betreuer Herrn Dipl.-Ing. Markus Petelinc für seine tatkräftige Unterstützung bedanken.

Ein weiteres Dankeschön gilt meinem Arbeitgeber, der Firma evon GmbH, und meinem Praxisbetreuer Ing. Dipl.-Ing. (FH) Gerald Ebner, die mir Informationen zur Verfügung gestellt haben.

# KURZFASSUNG

Die moderne IT-Welt befindet sich in einem Wandel. Während diverse Branchen in den letzten Jahren ihre Softwaresysteme von On-Premise Lösungen zu Cloud-basierten Systemen umgestellt haben, ist dieser Trend an vielen Herstellerinnen und Herstellern von SCADA Systemen vorbeigegangen. „Supervisory Control and Data Acquisition“ Systeme werden für Überwachung und Steuerung der Automatisierungsprozesse in verschiedensten Bereichen eingesetzt. Aufgrund der speziellen Anforderungen betreffend Software nahe der Prozessumgebungen, können Standardlösungen hier nicht in jedem Fall eingesetzt werden. Der Erfolg von Unternehmen hängt oft, besonders bei Produktionsprozessen, mit dem reibungslosen Ablauf dieser Systeme zusammen. Es liegt daher im Sinn der Sache, die Systeme bestmöglich von externen Einflüssen (z.B. Ausfall der Internetkonnektivität) zu schützen. Die Systeme arbeiten in Steuerungsebenen der Automatisierung und befinden sich meist in dedizierter Infrastruktur. Oft sind diese von der restlichen IT- Landschaft abgeschottet und werden selten bis gar nicht mit Updates oder Wartungen versehen. Gegenteiliges zeigt sich bei modernen Softwaresystemen der Gegenwart: Ständig werden Verbesserungen am Verhalten, neue Funktionen und Qualitätssteigerungen der Software in kurzen Releasezyklen entwickelt. Obwohl dieses Paradigma viele Vorteile für moderne Entwicklungsprozesse bringt, ist es nicht ohne Weiteres auf automatisierungsnahe Software anwendbar. In die IT-Welt ist mit der Frage konfrontiert, ob SCADA Systeme weiterhin auf traditionelle Art und Weise betrieben werden sollen oder in Zukunft die Vorteile von Cloud-Computing auch für SCADA Software benutzt werden kann. In dieser Masterarbeit wird empirisch erforscht, welche Anforderungen an SCADA Systeme gestellt werden. Diese Anforderungen werden in einer Fallstudie mittels Überarbeitung eines bestehenden SCADA Systems umgesetzt. Es soll verdeutlicht werden, dass SCADA Systeme durch Nutzung von Cloud-Services profitieren können.

## **ABSTRACT**

The modern world of information technologies is changing. In past years many software systems of different industry sectors changed their software solutions from on premise to the cloud. But vendors of SCADA systems haven't taken part in this process. SCADA systems are used for monitoring and controlling activities of automation processes in many different areas. A lot of standard software solutions can't be applied to the sector of SCADA, because of the special requirements of these industries. The success of companies is often directly connected to the operations of these systems. Therefore, they must be protected from external infrastructure issues. In most cases they operate in different layers of the automation landscape and are being deployed to dedicated infrastructure. A lot of SCADA systems aren't connected to the outside IT world and that leads to limitations of updates or maintenance. In modern software systems opposite procedures are taking place. Software developer are working continuously on new functions and quality improvements. Software is often deployed in very short release cycles. Although new software processes have established a lot of benefits, they couldn't have been applied on lots of sectors of automation. This thesis should emphasize whether SCADA systems should continue to be operated in a traditional manner or whether they will use the advantages of cloud computing. In this thesis it is empirically determined which requirements are placed on future SCADA systems. A case study will show the revision of an existing SCADA system to meet the requirements.

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation.....	1
1.2	Definition von SCADA Systemen.....	1
1.3	Definition von Cloud Computing .....	2
<b>2</b>	<b>SCADA SYSTEME .....</b>	<b>3</b>
2.1	Typische Services von SCADA Systemen .....	5
2.2	Architektur von SCADA Systemen .....	6
<b>3</b>	<b>CLOUD COMPUTING .....</b>	<b>9</b>
3.1	Marktsituation Cloud Computing.....	11
3.2	Relevante Anforderungen an SCADA Systeme im Cloudkontext .....	12
<b>4</b>	<b>CLOUDMIGRATION .....</b>	<b>15</b>
4.1	Motivation für Migration von Services in Richtung Cloud .....	15
4.2	Migration von SCADA Systemen in die Cloud.....	18
4.3	Mögliche Cloudarchitekturen .....	20
4.3.1	Microservices .....	22
4.3.2	Containertechnologie.....	23
4.3.3	Messaging.....	24
4.4	Organisatorische Änderung .....	26
4.5	Ökonomie Cloudservices .....	27
4.6	Hürden für eine Cloudmigration.....	28
<b>5</b>	<b>NEUE MÖGLICHKEITEN DURCH CLOUD-UMGEBUNG .....</b>	<b>31</b>
5.1	Wettbewerbsvorteile für KundInnen.....	31
5.2	Networked Society .....	31
5.3	SCADA as a Service.....	32
<b>6</b>	<b>NUTZUNG VON SCADA CLOUD SERVICES .....</b>	<b>33</b>
6.1	Leitfragen erarbeiten.....	35
6.2	InterviewpartnerInnen .....	35

6.3	Interviewleitfaden .....	36
6.4	Durchführung der Interviews.....	37
6.5	Auswertung und Kategorisierung.....	38
6.5.1	Festlegung des Materials.....	39
6.5.2	Analyse der Entstehungssituation .....	39
6.5.3	Formale Charakteristika des Materials .....	40
6.5.4	Richtung der Analyse.....	40
6.5.5	Theoretische Differenzierung der Fragestellung .....	41
6.5.6	Bestimmung der dazu passenden Analysetechnik.....	42
6.5.7	Festlegung des Kategoriensystems .....	42
6.5.8	Definition der Analyseeinheiten .....	42
6.5.9	Analyseschritte gemäß Ablaufmodell mittels Kategoriensystem.....	42
6.5.10	Zusammenstellung der Ergebnisse und Interpretation in Richtung der Fragestellung ..	43
6.5.11	Anwendung der inhaltsanalytischen Gütekriterien .....	45
6.6	Zusammenfassung .....	45
<b>7</b>	<b>CASE STUDY .....</b>	<b>47</b>
7.1	Wahl des Untersuchungsobjekts .....	47
7.2	Analyse des Untersuchungsobjekts .....	47
7.2.1	Analyse des Bestandssystems.....	48
7.2.2	Anforderungsanalyse des Untersuchungsobjekts .....	49
7.3	Migrationsstrategie .....	54
7.3.1	Architektur.....	54
7.3.2	Schnittstellen .....	54
7.3.3	Wahl der Cloudinfrastruktur.....	56
7.3.4	Containertechnologie.....	57
7.3.5	Persistierung.....	58
7.4	Durchführung der Migration .....	58
7.4.1	Transaktionsgrenzen festlegen .....	59
7.4.2	Skalierbarkeit umsetzen .....	60
7.5	Entwurf des Systems .....	61
7.5.1	Continuous Deployment und DevOps .....	64
7.6	Evaluierung Migration .....	65
7.7	Zusammenfassung Fallstudie.....	67
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>68</b>

<b>ANHANG A - 1. ANHANG</b> .....	<b>70</b>
<b>ANHANG B - 2. ANHANG</b> .....	<b>81</b>
<b>ANHANG C - 2. ANHANG</b> .....	<b>89</b>
<b>ANHANG D - 2. ANHANG</b> .....	<b>97</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>106</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>107</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>109</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>110</b>

# 1 EINLEITUNG

Cloudsysteme sind im IT-Bereich zurzeit allgegenwärtig. Viele Unternehmen und SoftwareentwicklerInnen wollen Nutzen daraus ziehen und nicht verabsäumen, die Wandlung der traditionellen Softwaremodelle in cloudbasierte Modelle durchzuführen. Es gibt unterschiedliche Beweggründe, diesem Trend zu folgen. Eine Pauschalempfehlung, nach welcher einzelne Bereiche den IT-Trends anderer Branchen nachgehen sollen, kann nicht gegeben werden. Es sei aber angemerkt, dass viele Vorteile für KundInnen ungenutzt bleiben können, werden diese Technologien von den AnbieterInnen von SCADA Systemen ignoriert. Es gibt Gründe, die den Wandel von IT- Systemen in diesem Bereich bis heute aufgehalten haben. Für die AnbieterInnen stellt sich die Frage:

*„Wie können SCADA Softwaresysteme durch Cloud-Services erweitert werden, um Wettbewerbsvorteile für die Unternehmen zu erzielen?“*

Diese Frage stellt die Forschungsfrage dieser Arbeit dar und wird im Zuge dieser Arbeit beantwortet.

## 1.1 Motivation

Einige gewichtige Gründe sprechen für eine Cloud-Migration. Nicht in allen Fällen ist diese allerdings sinnvoll. Besonders in der Welt der SCADA Systeme bzw. deren herstellenden Unternehmen, sorgt das Thema für reichlich Diskussionsstoff, da SCADA Systeme oftmals noch sehr traditionelle Systeme sind. Diese sind oft nur unternehmensweit zugänglich und für internen Gebrauch konzipiert und kommunizieren zumeist nicht mit externen Systemen. Vorliegende Arbeit erläutert Vor- und Nachteile des Cloudcomputings für SCADA Systeme und evaluiert, ob es sinnvoll ist, einzelne Services oder ganze SCADA Systeme in die Cloud auszulagern, und ob so Wettbewerbsvorteile für Unternehmen erzielt werden können.

## 1.2 Definition von SCADA Systemen

*Supervisory control and data acquisition (SCADA) systems are typically used for larger-scale environments that may be geographically dispersed in an enterprise-wide distribution operation. (Brodsky & Radvanovsky, 2016, p. 4)*

SCADA ist das Akronym zu „Supervisory Control“ und „Data Aquisition“. Unter Datenaquirierung versteht man die Fähigkeit, Felddaten in strukturierter Art und Weise verarbeiten zu können. Mithilfe bidirektionaler Kommunikation mit der Feldebene ist es möglich einen geschlossenen Steuer- bzw. Regelkreis in der Software abzubilden. Die Datenübertragung erfolgt über I/O Schnittstellen, welche für die verbundene Hardware zu

entwickeln sind. „Supervisory control“ ist das Überwachen von Echtzeitdaten und Parametrieren von Sollwerten für die Prozesssteuerung. Diese Funktion wird BedienerInnen meist in Kombination mit einer grafischen Bedieneroberfläche zur Verfügung gestellt (Basse, Christensen, & Frederiksen, 1996, p. 171).

### **1.3 Definition von Cloud Computing**

Cloud Computing ist ein in der Informationstechnologie weit verbreiteter Ausdruck, der zurzeit einen starken Trend durchläuft. Obwohl (oder gerade weil) häufig verwendet, sind die inhaltlichen Ausprägungen des Begriffes sehr unterschiedlich. Definiert wird Cloud Computing als Modell für praktischen Zugriff auf Rechnerressourcen (z.B. Server, Speicher, Anwendungen, usw.). Ein Charaktermerkmal ist die unmittelbare Erstellung und Beendigung von IT- Ressourcen durch minimalen Konfigurationsaufwand. Das Modell besteht aus verschiedenen Komponenten. (Mell & Grance Timothy, 2011, p. 2).

Auf die verschiedenen Charakteristika von Cloud Computing wird in späteren Kapiteln näher eingegangen.

## 2 SCADA SYSTEME

Heutige SCADA Systeme interagieren mit verschiedenen Steuerungen und Computern, um die unterschiedlichsten Systeme und Steuerungskomponenten in ein komplett integriertes System zu aggregieren. Jede dieser Komponenten benötigt Programmierung oder Konfigurierung, um die Steuerungen für BenutzerInnen visualisieren und verarbeiten zu können (McCrary, 2013, pp. 1–2).

Die Intention von SCADA Systemen geht dahin, Computersysteme zu entwickeln, die Steuerung und Überwachung von Industrie- bzw. Fertigungsprozessen übernehmen. Folgende Prozesse werden typischerweise mit SCADA Systemen unterstützt:

- Industrielle Prozesse inkl. Fertigungs- und Produktionsprozesse
- Infrastrukturprozesse (Abwasserbehandlung...)
- Prozesse von Gebäuden und Einrichtungen
- Folgende Komponenten zählen in den meisten Fällen zu SCADA Systemen:
- Human Machine Interface (HMI) zur Prozessvisualisierung
- Fernsteuerungsterminal
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zur Prozesssteuerung
- Verteilte Kontrollsysteme
- M2M, Smarte Systeme und andere IOT Devices die teilweise zum SCADA Bereich gezählt werden (Zhou, 2013, pp. 80–94)

In Abbildung 1 ist ein Beispiel eines SCADA Systems abgebildet, das verschiedene Gewerke bzw. Standorte betreut.

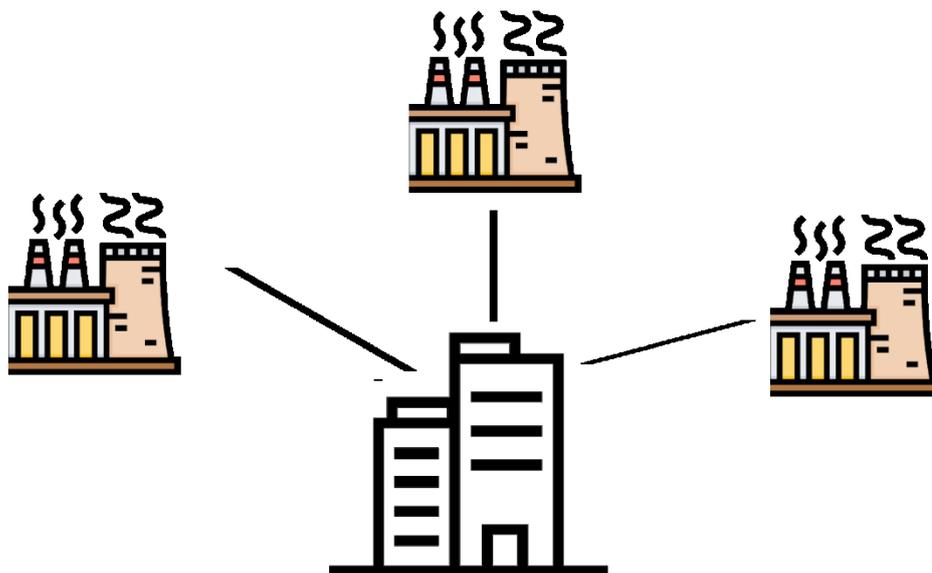


Abbildung 1 SCADA System mit mehreren Standorten (in Anlehnung an Colbert & Kott, 2016)

Ein fester Bestandteil von industriellen SCADA Systemen sind SPSen oder Programmable Logic Controller (PLC). In den Anfangszeiten der Automatisierung wurde die SPS üblicherweise von ElektroinstallateurInnen oder Personen mit ähnlicher Berufsausbildung programmiert. Die SPS dient zur Verarbeitung von Sensoren und Aktoren in der Feldebene. Anfangs bestand die Automatisierung dieser Komponenten oftmals nur aus einfachen logischen Verknüpfungen. Mit der Zeit wurden Systeme zunehmend komplexer und verschiedene Systeme mussten miteinander interagieren. Die Anforderungen an die Organisation der Prozesse stiegen. Im ähnlichen Zeitraum wurde die Technologie im Bereich der Displaytechnologien vorangetrieben. Zuvor verwendete Kathodenstrahlröhren wurden durch technisch bessere Liquid Crystal Displays (LCD) ersetzt. Somit wurde auch im Bereich von Human Machine Interfaces (HMI) und User Interfaces (UI) das Verlangen nach moderneren Lösungen stärker. Aus der Kombination von moderneren HMI und SPSen entstand das Prinzip hinter SCADA. Um die beiden Systeme zu verbinden, musste die Feldebene verlassen und Schnittstellen entwickelt werden, die über Local Area Networks (LANs) oder Ähnlichem kommunizieren konnten. SCADA Systeme beinhalten heutzutage eine Vielzahl von Softwareartefakten, da sich Anforderungen an Prozesssteuerung stark veränderten. Das Design bzw. die Architektur von neuen SCADA Systemen stellt die Softwarebranche vor eine Herausforderung (McCrary, 2013, pp. 4–5).

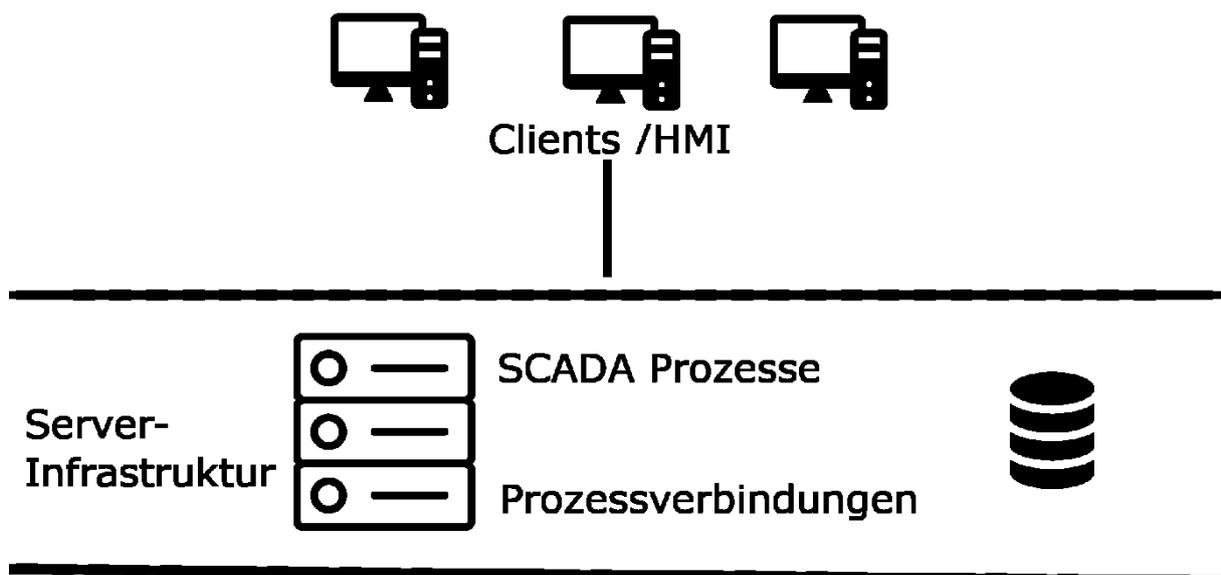


Abbildung 2 SCADA Komponenten

SCADA Systeme bestehen meist aus zumindest zwei Teilen. Dies ist in Abbildung 2 ersichtlich. Einen Teil bilden Clients, die einen Überblick über die gewünschten Prozesse geben sollen. Den zweiten Teil stellt der Serverteil dar, welcher zugehörige Daten der Prozesse verarbeitet. Der Serverteil verarbeitet Daten und soll hochverfügbar sein, um das Betreiben der zugrundeliegenden Anlagen ohne Ausfallzeiten zu gewährleisten. Der Serverteil besteht aus mehreren Schichten. Zumeist zählt man dazu eine oder mehrere Master Terminal Units (MTU) und mehrere Remote Terminal Units (RTUs). Letztere führen die Daten aus den

verschiedenen Prozessen zusammen und senden sie an die MTU. Aufgrund dieses Verhaltens wird für SCADA System oft eventbasierte Kommunikation verwendet, um den Datenaustausch zwischen RTUs und MTUs gering zu halten. Da SCADA Systeme mittlerweile reine IT-Systeme geworden sind, besteht auch hier die Gefahr von veralteter Software, die aufgrund der steigenden Anforderung Wartung oder Modernisierung braucht (Galloway & Hancke, 2013).

## 2.1 Typische Services von SCADA Systemen

Zu den Basis Anforderungen an ein SCADA System gehören:

- Datenaggregation
- Fernsteuerung
- HMI (Human Machine Interface)
- Historisierung
- Datenanalyse
- Generieren von Reports
- Verteilte Systeme verbinden
- Datenübertragung

Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, werden verschiedene Applikationsfunktionen benötigt (Thomas & McDonald, 2015, p. 7).

Klassische Zusatzfunktionen von SCADA Systeme sind:

- Monitoring
- Alarmierung
- Steuerung
- Datenaufzeichnung
- Reporting
- Verteilte Berechnungen
- Zentrale Berechnungen
- Zeit-basierte Berechnungen
- Exception- oder Eventbasierte Berechnungen

(Basse et al., 1996, p. 172)

Ein SCADA System kann als Schnittstelle zwischen Enterprise Ressource Planning (ERP), Customer Ressource Planning (CRM) und anderen übergeordneten Systemen und Systemen

aus untergeordneten Ebenen in der Automatisierung dienen. Zu den untergeordneten Ebenen zählen z.B. SPSen oder Manufacturing Execution Systems (MES) (Zhou, 2013, pp. 80–94).

## 2.2 Architektur von SCADA Systemen

SCADA Systeme sind oft komplex und benötigen eine Vielzahl von Hardware- und Softwarekomponenten, um für die Steuerung und Überwachung der zugrundeliegenden Prozesse dienen zu können. Eine große Herausforderung für die ProduktentwicklerInnen ist die Kommunikation mit den verschiedensten Geräten von unterschiedlichen HerstellerInnen. Dieser Hürde entgegenwirkend hat sich in letzter Zeit eine Bewegung zu offeneren Systemen mit einheitlichen Standards geformt, um die Integration von Komponenten für die Automatisierungsindustrie zu vereinfachen. Meist bestehen SCADA Systeme aus vier unterschiedlichen Komponenten bzw. Systemen:

- Masterstation
- Kommunikationskanäle
- Remote Terminal Units (RTUs)
  - Diese Gruppe dienen als „Sinnesorgane“ der SCADA Systeme. Sie ermöglichen das Erfassen von Daten von Feldgeräten und senden auch Steuerungsbefehle in die Feldebene. Sie leiten die Befehle, die von der Masterstation kommen weiter, aggregieren relevante Daten für das zentrale System und leiten diese über die gewünschten Kommunikationskanäle.
- HMI

(Thomas & McDonald, 2015)

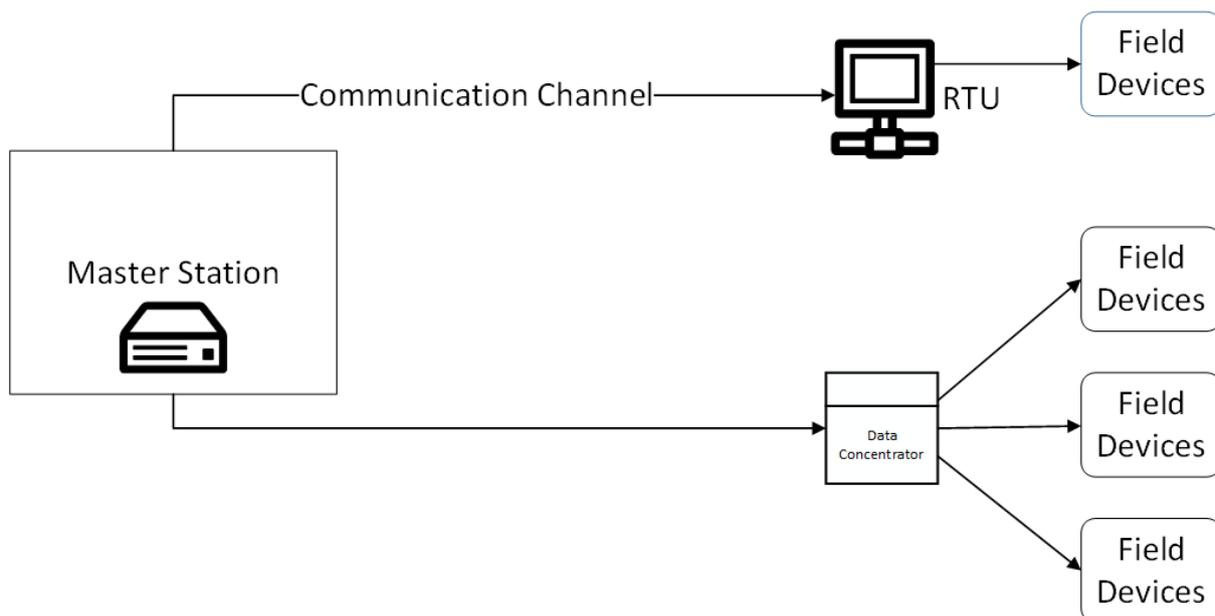


Abbildung 3 Komponenten eines SCADA Systems (vgl. Thomas & McDonald, 2015)

Den mit SCADA Systemen arbeitenden Operatoren werden Computersysteme mit Clientanwendungen zur Verfügung gestellt, um benötigte Eingriffe in den Prozessketten durchführen zu können. Diese Eingriffe werden vom HMI an die Masterstation geschickt. Zumeist erfolgen dort eine Validierung und Berechtigungsprüfung der Steuerungsfunktion. Diese wird mit dem aktuellen Zustand der Anlage abgeglichen und an die RTUs geschickt, die sich zwar in der Nähe des Masters befinden können aber auch geografisch weit entfernt operieren können. Der RTU schickt den Befehl danach über eine Schnittstelle an die Feldebene weiter. Die dort befindliche Aktorik und Sensorik wandelt den Befehl in elektrische Signale und gibt in vielen Fällen auch Rückmeldungen an die Befehlskette (Boyer, 2004). Diese Vorgehensweise ist in einem beispielhaften SCADA Systemaufbau in Abbildung 4 illustriert.

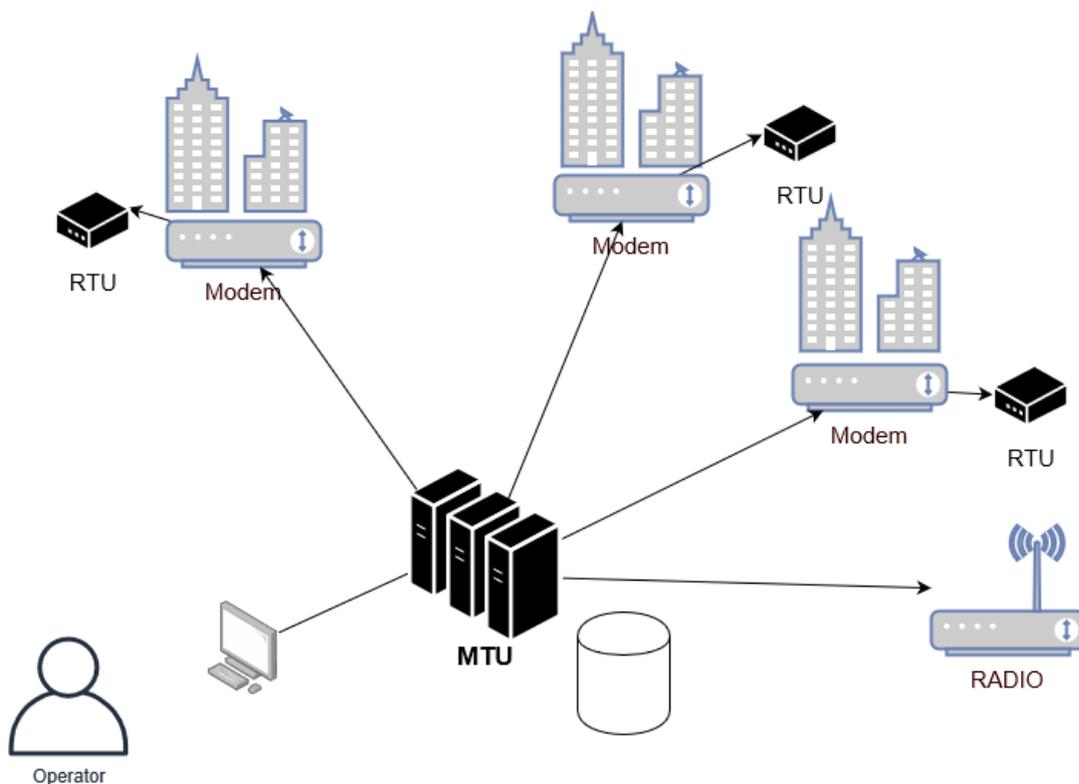


Abbildung 4 Beispielhafter Systemaufbau SCADA (in Anlehnung an Boyer, 2004)

Für den Systemaufbau müssen Mastereinheiten eine Möglichkeit haben mit den Remoteeinheiten zu kommunizieren. Dieser Kommunikationsweg kann über unterschiedliche Kommunikationsprotokolle umgesetzt werden.

SCADA Systeme agieren in der Steuerungsebene der in Abbildung 5 dargestellten Automatisierungspyramide. Diese beschreibt die Integration von Unternehmenssteuersystemen im Automatisierungsbereich. Alle beteiligten Komponenten für eine durchgängige Prozessautomatisierung sind darin enthalten. In Abbildung 5 werden die verschiedenen Ebenen der Automatisierung dargestellt.

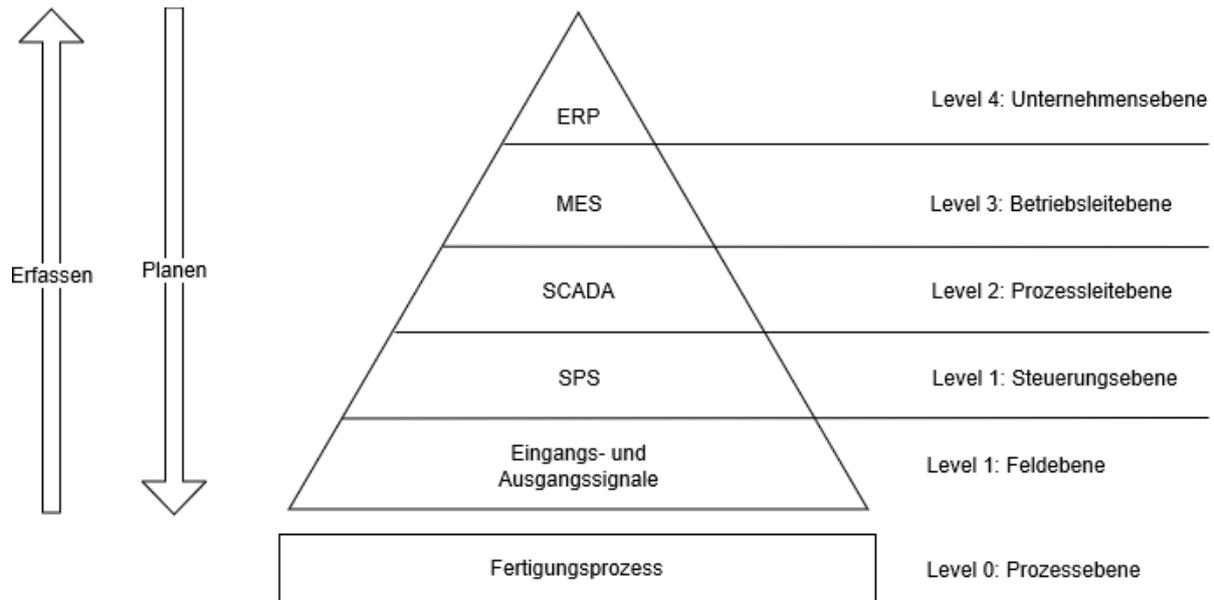


Abbildung 5 Automatisierungspyramide

- Prozessebene:
  - Abbildung des zu steuernden Prozesses
- Feldebene:
  - Die Feldebene enthält Sensorik bzw. Aktorik
- Steuerungsebene
  - Überwachung und Steuerung der SPSen durch Leit- oder SCADA Systeme
- Manufacturing Execution System.
  - Produktionsplanungen im Automatisierungsprozess werden in diese Ebene eingeordnet
- ERP Enterprise Resource Planning Systeme
  - Übergeordnete Planungssysteme befinden sich an der Spitze dieser Pyramide

Die Pyramide soll den durchgängigen Austausch von Informationen im Unternehmen und verbesserte Prozessintegrationen gewährleisten. In ihr werden alle Automatisierungsebenen visualisiert (International Electrotechnical Commission, 2007).

### 3 CLOUD COMPUTING

Der Begriff „Cloud“ geht ursprünglich auf eine Gruppe von Services und Technologien zurück, auf denen der/die UserIn keinen Einfluss hatte und trotzdem gewünschte Leistung bekam. Somit war das Innere der Plattformen unbekannt, konnte also als undurchsichtig bezeichnet werden. Daher stammt auch der bildliche Vergleich mit einer Wolke. Dieser Umstand hat sich mittlerweile geändert. Die BenutzerInnen wollen meist genau wissen, welche Ressourcen für Ihre Dienste in Anspruch genommen werden. Es besteht auch die Möglichkeit die Dienste selbst zu überwachen und zu analysieren, wodurch z.B. exaktere Fehleranalysen durchgeführt werden können. Zur ungenauen Begriffsverwendung trägt auch die Tatsache bei, dass zugehörige Dienste ständig von den Anbietern erweitert werden, um mit dem Markt Schritt halten zu können. Dies erklärt auch die ungenaue Definition (Rountree, 2014, pp. 1–2).

Typischerweise werden folgende Servicemodelle von Cloud- Anbietern zur Verfügung gestellt:

- **Software as a Services. (SaaS)** In diesem Modell wird den KonsumentInnen eine Möglichkeit zur Verfügung gestellt, Applikationen zumeist gegen Entgelt zu nutzen ohne sich um darunterliegende Hardware oder Softwarekomponenten kümmern zu müssen. Software wird mehr oder weniger nicht gekauft, sondern angemietet und wird meist in „pay- per use“ oder in „charge per use“ Businessmodellen vertrieben.
- **Platform as a Service (PaaS)** Dieses Servicemodell ist hauptsächlich für KonsumentInnen gedacht, die bestimmte Softwarekomponenten auf Cloudressourcen betreiben wollen. Dies geschieht über Abstraktionsschichten, sodass sich SoftwareentwicklerInnen nicht mehr um physische Infrastruktur kümmern müssen. Die Cloud- Infrastruktur wird zur Verfügung gestellt aber Cloud- BetreiberInnen kümmern sich um Betriebssysteme, Netzwerk, Speicher usw. NutzerInnen haben meist einfache Konfigurationsmöglichkeiten, um Ressourcen grob an ihre Anforderungen anpassen zu können.
- **Infrastructure as a Service (IaaS):** Den KonsumentInnen werden grundlegende Cloudressourcen (z.B. Betriebssystem, Speicher, Netzwerke usw.) zur Verfügung gestellt wo sie die gewünschten Applikationen dann selbst bereitstellen. Die zugrundeliegenden Cloud- Ressourcen können auch bei diesem Modell nicht beeinflusst werden, NutzerInnen können Betriebssysteme aber steuern und eventuell auch in bestimmte Netzwerkkomponenten eingreifen.

Die verschiedenen Servicemodelle werden in Abbildung 6 dargestellt.

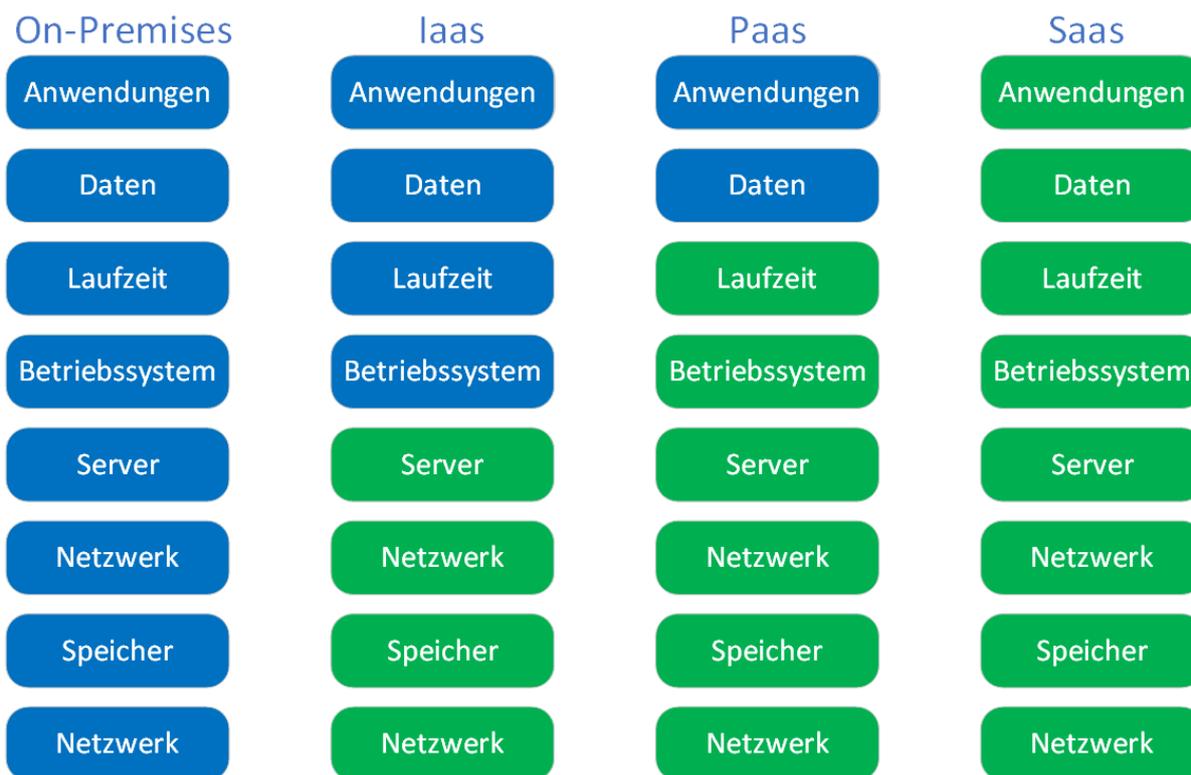


Abbildung 6 Servicemodelle in der Cloud

Neben den Servicemodellen unterscheidet man auch noch unterschiedliche „Deploymentmodelle“. Diese setzen sich zusammen aus:

- Private Cloud: Hier werden Cloudressourcen exklusiv für eine Organisation zur Verfügung gestellt.
- Community Cloud: Bei diesem Modell teilen sich verschiedene Mitglieder mit selben Interessen bzw. Anforderungen Cloudressourcen.
- Public Cloud. Bei Verwendung dieses Modells wird Cloud-Infrastruktur für die breite Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Diese wird in Rechenzentren der Cloud-AnbieterInnen betrieben.
- Hybrid Cloud. Die Cloud- Infrastruktur setzt sich aus zwei oder mehreren Cloud-Systemen zusammen, die mit bestimmten Technologien miteinander kommunizieren können.

Abhängig von den Anforderung und des Bedarfs können BenutzerInnen aus der (vereinfachten) Liste der genannten Bereitstellungsmodellen wählen (Mell & Grance Timothy, 2011). In Tabelle 1 sind allgemeine Vor- und Nachteile der verschiedenen Modelle auflisten. Diese wurden grob verallgemeinert und können natürlich je nach Produkt variieren.

Eigenschaften	Private	Public	Hybrid
Total Cost of Ownership	Hoch	Niedrig	Mittel (nach Bedarf)
Datensicherheit	Hoch	Niedrig	Moderats
Service Levels	Je nach IT	Anbieterspezifisch	Je nach AnbieterInnen und IT
Skalierbarkeit	Limitiert	Unlimitiert	Je nach Aufbau

Tabelle 1 Vergleich Private, Public und Hybrid Cloud

Für die HerstellerInnen von SCADA Systemen sind besonders die PaaS bzw. IaaS Modelle relevant, um die entwickelten Dienste den EndkundInnen als SaaS anbieten zu können.

### 3.1 Marktsituation Cloud Computing

Aufgrund der hohen Dichte an AnbieterInnen von Cloudmodellen, kann das Cloudgeschäft als hart umkämpft bezeichnet werden. Insbesondere gilt dies für die Public Cloud. Sollte für eine SCADA Cloud Lösung eine Public Cloud in Frage kommen, ist eine Evaluierung der einzelnen AnbieterInnen unumgänglich. Aus Abbildung 7 geht hervor, dass von den befragten professionellen TechnikerInnen die Mehrheit Cloud-Dienste von Amazon Web Services vom Unternehmen Amazon verwendet.

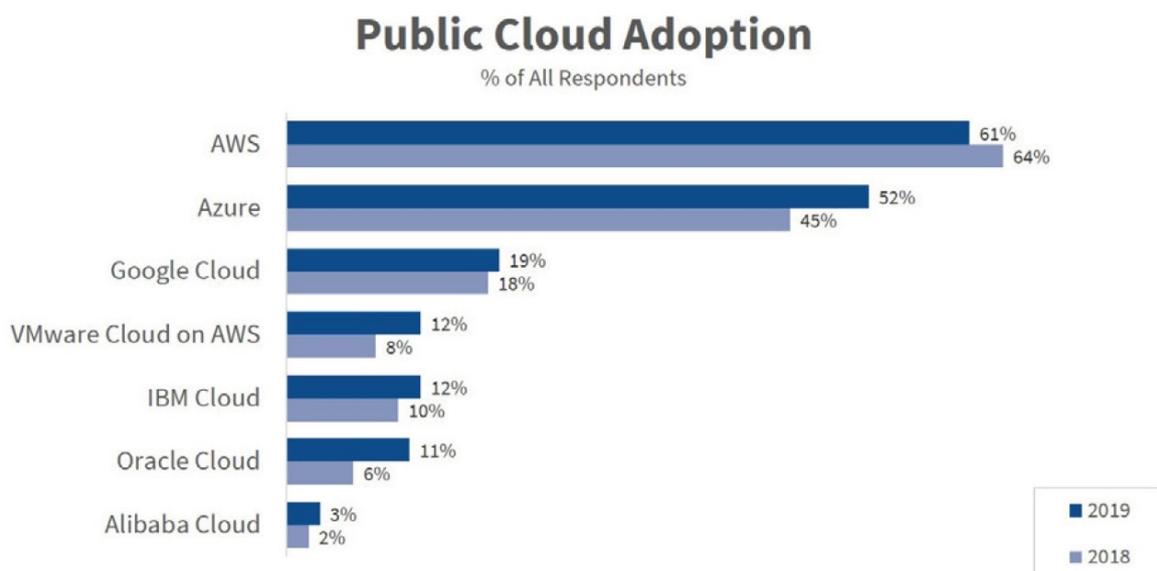


Abbildung 7 Public Cloud Verwendung (Flexera, 2019)

In Abbildung 8 ist ersichtlich, dass mehr als die Hälfte der Softwareunternehmen Amazon Web Services (AWS) und Azure Cloud für ihre Applikationen verwenden. 2019 prognostiziert

Microsoft Azure Cloud ein schnelles Wachstum, was eine Übernahme des ersten Platzes von Amazon im Ranking wahrscheinlich macht (Flexera, 2019).

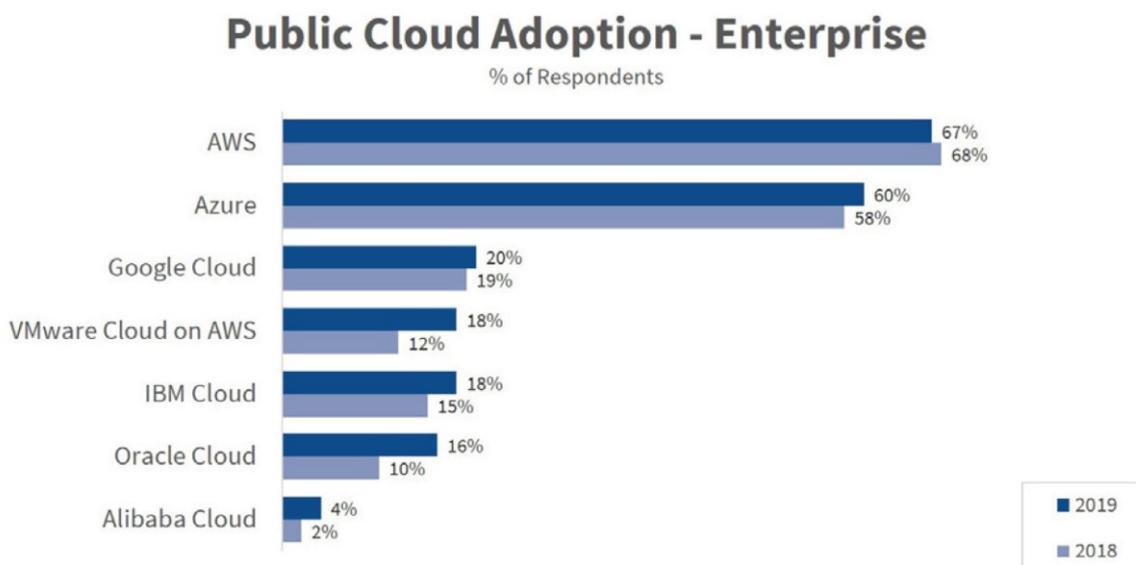


Abbildung 8 Public Cloud Verwendung in Unternehmen (Flexera, 2019)

Bei der Entwicklung einer Cloudstrategie ist es für die Unternehmen wichtig, sich mit der aktuellen Marktsituation der Anbieter auseinander zu setzen. Ein Wechsel der Cloud- Provider könnte je nach Applikationsstruktur kostspielig werden. Der Grund dafür sind Netzeffekte in der digitalen Ökonomie (Peters, 2010b). Ein positiver Netzwerkeffekt ergibt sich, wenn viele NutzerInnen dieselbe Cloud wie ein Unternehmen benutzen. In einem solchen Fall ist es umso wahrscheinlicher, dass zusätzliche Features für die Cloud entwickelt werden

Der Cloud Markt folgt dem ökonomischen Prinzip der „Mass Customization“. Durch die einfache Änderung von Softwareprodukten erhalten KundInnen zumeist ein Produkt, dass auf ihre Bedürfnisse zugeschnitten ist (Peters, 2010c).

Aus diesen Gründen ist es wichtig, die Anforderungen der Systeme mit den Angeboten der Provider zu vergleichen, um eine fundierte Entscheidung zugunsten der Anbieter treffen zu können.

### 3.2 Relevante Anforderungen an SCADA Systeme im Cloudkontext

Die Requirements für SCADA Systeme in industriellen Anlagen sind je nach zu Grunde liegenden Prozessen unterschiedlich, wobei sich zumeist nur die Ausprägungen ändern.

Ein Beispiel ist die unterschiedliche Auffassung von „Echtzeit“.

*„The term Real- time control is defined as pertaining to the performance of a computation during the actual time that the related physical process transpires“*

*(Boyer, 2004, p. 27)*

In diesem Kontext bedeutet Echtzeit, dass SCADA Systeme diese erreichen, wenn das System keine zusätzlichen Zeitverzögerungen in die Steuerung bzw. Regelung von automatisierten Prozessen einbringt. Gänzlich vermieden können Verzögerungen nicht werden. Ziel ist es aber, sie minimal als möglich zu halten (Boyer, 2004).

Kommunikationen zwischen SCADA Systemen und Feldgeräten erfolgen meist über RTUs. Dort werden auch die physikalischen Signale zwischen höherwertigen Kommunikationstechnologien (z.B. TCP/IP) und Feldübertragungstechnologien umgewandelt.

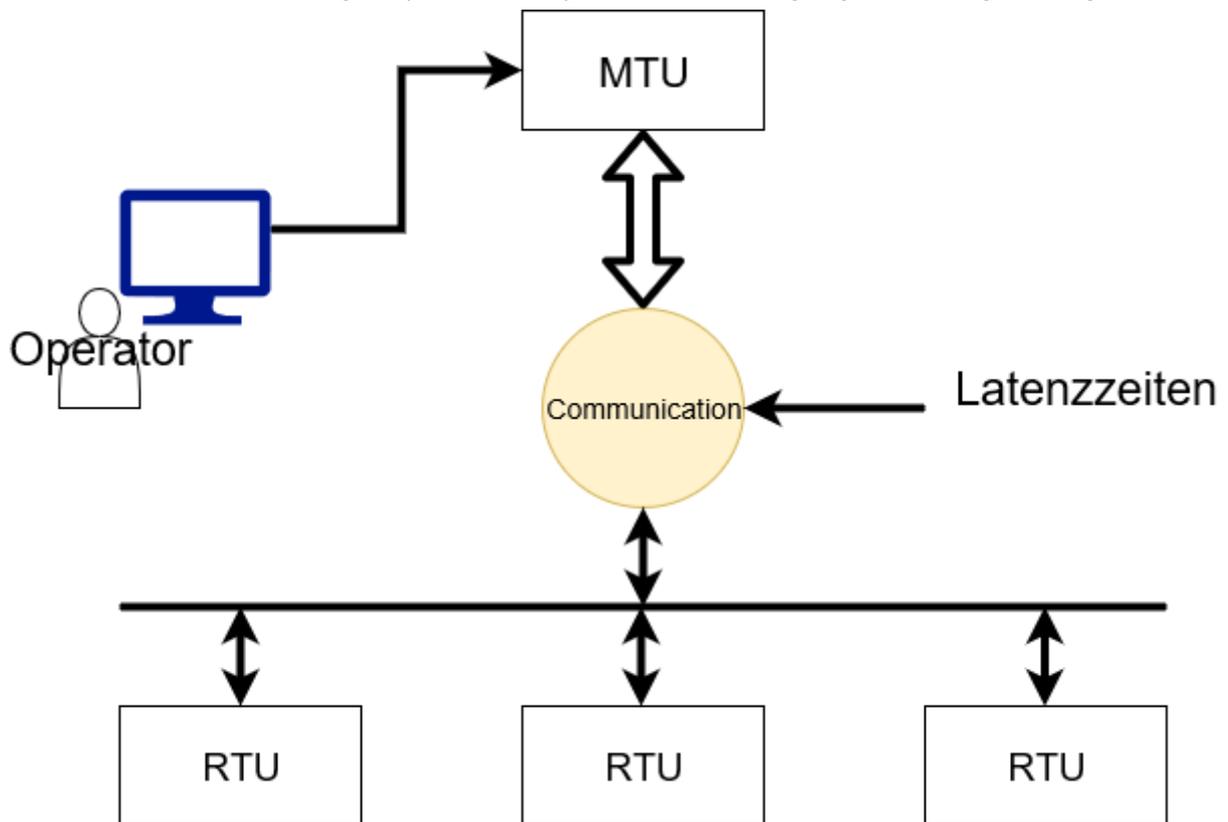


Abbildung 9 Kommunikation zwischen SCADA Systemen und Feldgeräten

Für die Umsetzung erfolgreicher SCADA Systeme in der Cloud ist es wichtig zu wissen, welche Anforderungen in die Cloud ausgelagert werden sollen und welche auf den RTUs berechnet werden müssen.

Es gibt sehr viele Prozesse, die schnelle Kommunikation erfordern. SPSen und ähnliche Feldgeräte arbeiten mit Abtastraten. Eine SPS hat eine Taktung in der Sensorwerte gemessen und Aktoren geschaltet werden.

Boyer erklärt Vorgänge bezüglich spezieller SCADA Anforderungen. Zum Beispiel müssen für eine Geschwindigkeitsmessung von Rädern bestimmte Abtastraten erreicht werden, um eine gültige Messung zu erhalten. Diese Frequenz nennt man Aliasing Frequenz. Bei höherem Messbereich müsste man also auch diese Frequenz erhöhen. (2004)

Diese Sachverhalte führen in der Praxis oft zu Verwirrung, da oft das nötige Domänenwissen fehlt, um die Automatisierungswelt mit der Softwarewelt in Einklang zu bringen. Für das Entwickeln von SCADA Systemen ist auch ein Stück Domänenwissen in der Automatisierung notwendig.

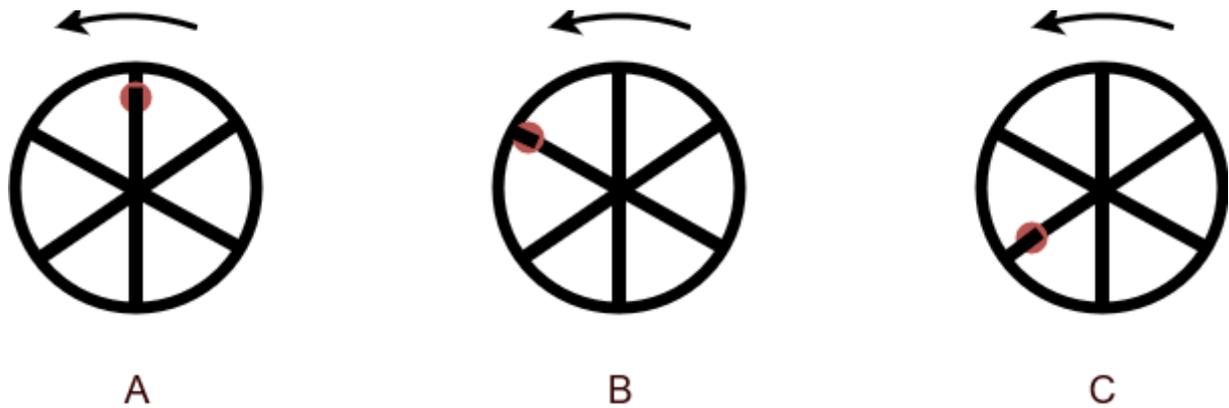


Abbildung 10 Abtastfrequenz (vgl. Boyer, 2004)

Daraus folgt die Erkenntnis, dass nicht alle Berechnungen für SCADA Systeme im MTU bzw. zentral in der Cloud erfolgen dürfen, da es immer Zeitverzögerung durch Latenzen der Kommunikationen gibt. Berechnungen die kürzeren Latenzzeiten erfordern, müssen nach Möglichkeit direkt in der SPS oder in einer nahegelegenen RTU erfolgen.

Es gibt weitere Berechnungen, die nicht in MTUs verlagert werden dürfen. Zudem gibt es ebenso sicherheitsrelevante Systeme, die z.B. elektrische Sicherungen oder ähnliches ohne zusätzliche Verzögerung abschalten müssen.

## 4 CLOUDMIGRATION

Zurzeit läuft ein Großteil der SCADA Systeme noch immer auf höchst zuverlässiger und dedizierter, zugeschnittener Hardware. Dies ist für die Lösungen zwar akzeptabel, aber sehr kostenintensiv und gegen den Trend der aktuellen IT- Innovationen. Es gilt Problemfaktoren zu identifizieren, um die Requirements von gängigen SCADA Systemen erfüllen zu können, die bisher einer Cloud- Migration im Weg stehen (Church et al., 2017).

### 4.1 Motivation für Migration von Services in Richtung Cloud

Für Hersteller von SCADA Systemen stellt sich die Frage, warum bestehende Geschäftsmodelle und Softwareprodukte geändert werden sollen, bzw. warum eine Cloudmigration sinnvoll sein kann. Die Industrie 4.0 Umgebung hilft die Produktivität der KundInnen auf eine neue Ebene heben zu können. Dies wird auch durch Cloud-Dienste vorangetrieben Die Steigerung könnte durch vier Maßnahmen hervorgerufen werden:

- Revolutionäre Produktlebenszyklen. Die Planung eines gesamten Prozesses würde zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Heutzutage sind Anpassungen in iterativen Schritten nicht mehr so kostenintensiv. Bei kürzerer Planungsphase können so neue Prototypen in viel kürzerer Zeit entstehen, die den aktuellen Ist-Stand eines Projekts am besten unterstützen. Außerdem ermöglichen neu integrierte Produktionstechnologien eine Anpassung des Systems, wenn dies durch unvorhergesehene Events nötig wird.
- Virtuelle Technik für vollständige Wertschöpfungsketten. Durch schnelle Implementierung virtueller Wertschöpfungsketten können Simulationen Fehler in der Planung frühestmöglich aufdecken. Simulationen von Produktmodifikationen können eine effizientere Nutzung von Ressourcen bewirken
- Verkürzte Wertschöpfungsketten. Die Einführung von integrierten Produktionstechnologien kann die Produktivität erhöhen, indem Prozessketten verkürzt werden. Durch Zusammenfügung verschiedener Technologien in eine Industrie 4.0 Umgebung können Produktionskosten minimiert und Maschinenzeiten optimiert werden.
- Bessere Leistung als entwickelt. Innerhalb von Industrie 4.0 Systemen sollen Systeme Leistungsgrenzen überwinden und Prozessanpassungen durchführen Menschliches Eingreifen kann durch selbstoptimierte Systeme obsolet gemacht werden, wenn diese über ein ausreichendes Sensoren- und Aktorensystem verfügen.

Industrie 4.0 hat viele verschiedene Definitionen und unterschiedliche Faktoren können für den Erfolg ausschlaggebend sein. Ziel dieser Ansätze ist immer eine Steigung der Produktivität (Brecher, 2015).

Es gilt die Vorteile von Cloud-Infrastruktur, z.B. Hochverfügbarkeit, Virtualisierung, Lastausgleich, usw. zu nutzen. Dazu muss zumindest ein Teil des SCADA Systems in Cloud-

Umgebung laufen. Ein weiterer großer Vorteil von Cloud-basierten SCADA Lösungen ist die Datenverfügbarkeit. In der Cloudumgebung ist es einfacher, Daten für KundInnen jederzeit und überall zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich können Anpassungen an den Produktionsprozess schneller durchgeführt werden, wodurch rascher auf Anforderungsänderungen reagiert werden kann (Lojka & Zolotová, 2014). Um Produktivitätssteigerungen mit diesen Systemen zu ermöglichen müssen folgende Innovationen getätigt werden:

- Technologisch unterstützte Kommunikation
- Management unterstützende IT-Systeme
- Semantische Modelle, um die IT-Welt zu vereinheitlichen

Die analytischen Fähigkeiten des Managements werden aufgrund stärkerer Nutzung von Software und Hardwaresystemen steigen und dadurch können effizientere Prozesse entstehen. Daraus sollen perfekt geplante Produktionssysteme und reduzierte Planungskosten entstehen (Seliger, 2013).

Eine Vielzahl an Gründen spricht dafür, als Anbieter von Softwareprodukten die Nutzung von Cloud-Services jeglicher Art nicht zu ignorieren. Die großen Vorteile bei effizienter Nutzung der Cloud-Ressourcen sind:

- Kostenvorteile
- Möglichkeit der eingebetteten Sicherheit
- Bessere Verfügbarkeit
- Bessere Redundanzeigenschaften
- Globale Nutzung
- Effizienterer Betrieb als auf On-Premise Systemen
- Skalierbarkeit
- Flexiblere Angebote
- Steigerung der Updatefähigkeit durch Vernetzung
- Disaster Recovery

Neben diesen Vorteilen entstehen aber auch einige Nachteile. Im Bereich der Sicherheit oder Komplexität können die genannten Faktoren auch nachteilige Effekte hervorrufen. Deswegen müssen Analysen für eine Migration und deren Wirtschaftlichkeit bzw. Sinnhaftigkeit vorab getätigt werden (Wilhoi K, 2013).

Cloud Computing kann für die AnbieterInnen von SCADA Systemen ein Erfolgsfaktor sein. Folgende Problemfelder können damit adressiert werden:

- Minimierte Kosten
- Orts- und Geräteunabhängigkeit

- Effizienzsteigerungen
- Hochskalierbarkeit
- Hohe Rechenpower

Des Weiteren können HerstellerInnen von Anwendungen neue Marktsegmente erschließen, indem Betriebskosten bei effizienter Anwendung auf ein Minimum gesenkt werden und Bereitstellung und Support von Anwendungen vereinfacht wird (Manhas & Thrakal, 2011).

Das „Software as a Service“ Konzept wird in Zukunft weiterhin wachsen. Dabei werden IT-Infrastrukturen und Netzwerkkomponenten weitestgehend abstrahiert und UserInnen nutzen die Software infolge nur über eine Schnittstelle nach außen. Abbildung 11 zeigt eine Darstellung von SaaS Abstraktion. Ein weiterer Grund für den Hype der Cloud ist das Bereitstellen feingranularer Dienste, die mittels Serviceorientierung in fachliche Komponenten untergliedert werden. Somit können sogenannte „Microservices“ über standardisierte Schnittstellen miteinander kommunizieren und modular auf die Bedürfnisse der KonsumentInnen zugeschnitten werden. Dadurch entsteht ein immer größerer Markt für Software on Demand und es wird möglich, bedarfsabhängige Softwaredienstleistungen zu beziehen. Die Vision der bedarfsorientierten Dienste wird oftmals auch als Utility Computing bezeichnet (Peters, 2010a).

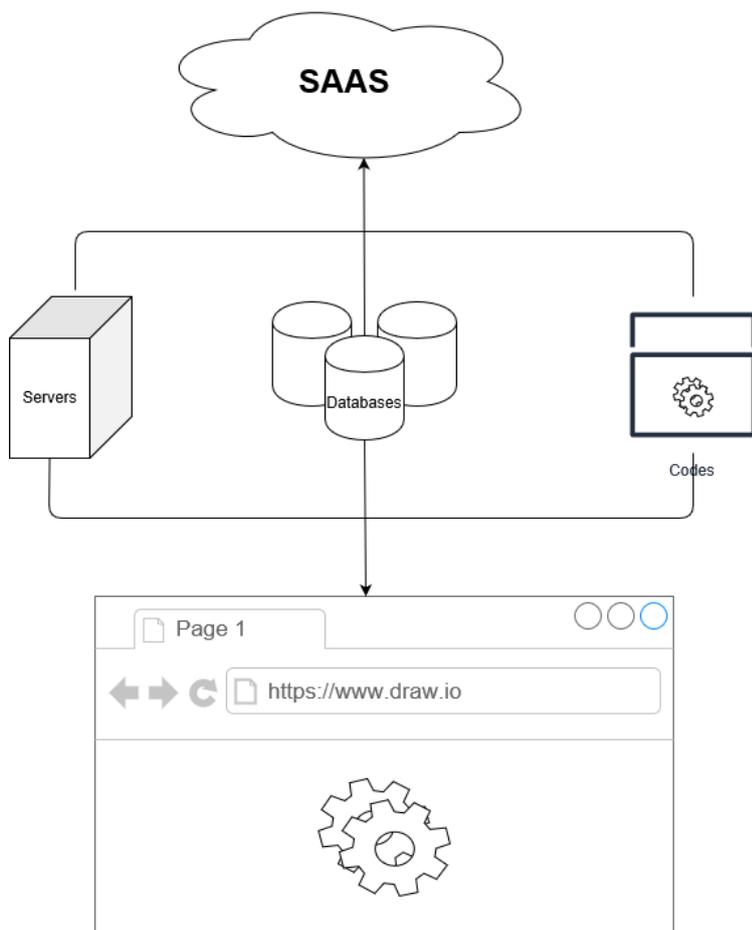


Abbildung 11 SaaS Abstraktion

Anforderungen von KundInnen können in drei Faktorengruppen eingeteilt werden. Diese sind:

- Basisfaktoren
- Leistungsfaktoren
- Begeisterungsfaktoren

Mit Erfüllung der Basisfaktoren kann Unzufriedenheit verhindert werden. Werden hingegen Leistungs- und Begeisterungsfaktoren erfüllt steigen zudem Kundennutzen. Nach Ablauf einer gewissen Zeit werden Begeisterungsfaktoren zu Leistungsfaktoren und diese wiederum zu Basisfaktoren. Dies resultiert in einem ständigen Verlangen nach besseren Produkten um KundInnen begeistern und sich von Konkurrenzprodukten absetzen zu können (Kano, 1984). Das Modell der Kundenzufriedenheit wird in Abbildung 12 dargestellt. Dieses Modell kann auch auf SCADA Systeme angewandt werden. KundInnen werden in Zukunft wahrscheinlich skalierbarere, auf ihre Bedürfnisse angepasste Lösungen fordern, die mit aktuellen Systemarchitekturen dieser Systeme oftmals nicht einfach umsetzbar sind.

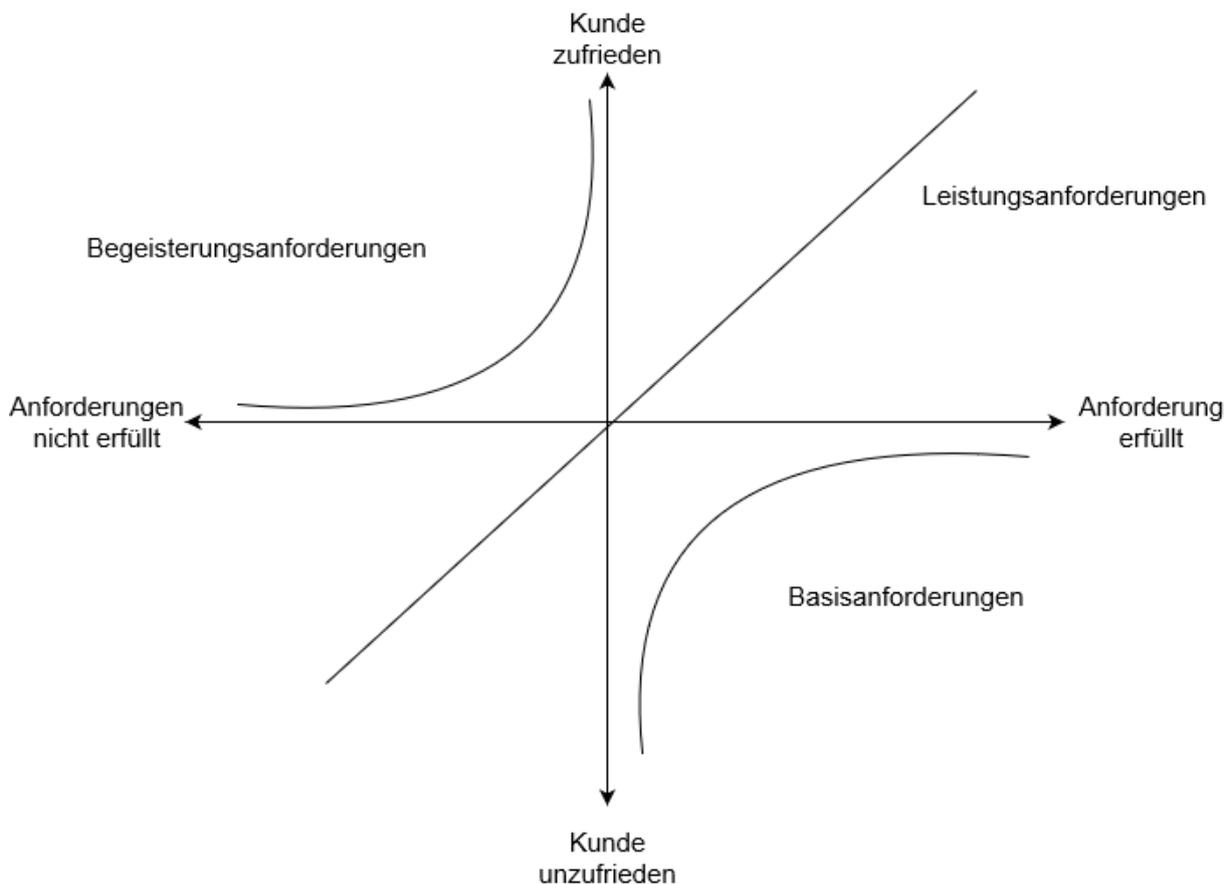


Abbildung 12 Kano-Modell der Kundenzufriedenheit (vgl. Kano, 1984)

## 4.2 Migration von SCADA Systemen in die Cloud

Für die Migration von SCADA Systemen in Richtung Cloud-Computing gibt es verschiedene Methoden. Ein Ansatz wäre das einfache Hosten des gesamten Systems in der Cloud. Dann könnten Cloud-Ressourcen verwendet werden, um das bisherige Hosting nachzuahmen. Dieser Ansatz nennt sich „lift and shift“. Oftmals reicht diese Methode allerdings nicht aus, da die Softwarearchitekturen dieser Systeme zumeist nicht für Cloud-Umgebungen konzipiert

wurden. Bei gutem Aufbau der Software können mit geringen Anpassungen die Voraussetzungen für die Migration geschaffen werden. Allerdings entsprechen viele Anwendungen nicht diesem Sachverhalt. Um gegensteuern zu können, muss das System an bestimmten Stellen modifiziert werden, damit die Features der Cloudanbieter besser genutzt werden können. Applikationen erreichen nach Überarbeitung meist bessere Skalierbarkeit oder Redundanzeigenschaften. Wenn dieses Vorgehen nicht möglich ist, kann das System bei notwendiger Cloud- Migration neu gebaut werden, um den aktuellen Anforderungen zu entsprechen. Der Ansatz zur Migration ist abhängig von dem zu migrierenden Produkt und den Anforderungen, denen das Produkt gerecht werden soll. Alle Ansätze unterscheiden sich hinsichtlich der Kosten, der Dauer bis zur Bereitstellung und der Nutzung von Cloud-Funktionen. In Tabelle 2 wurden die Vor- und Nachteile der drei Ansätze beschrieben.

	Vorteile	Nachteile
<b>Lift- und Shift</b>	<p>Minimaler Aufwand für eine Migration notwendig</p> <p>Schnelle Migration und schnelles Bereitstellen</p>	<p>Nutzt meist Vorteile von Cloud-Funktionen nicht aus.</p> <p>Betriebskosten sind zumeist bei nicht für die Cloud konzipierten Anwendungen höher</p>
<b>Teilweises Überarbeiten</b>	<p>Nur Teile der Applikation werden überarbeitet</p> <p>Schneller bei Migration und Deployment als komplette Überarbeitung</p>	<p>Nutzt nur manche Vorteile der Cloud-Umgebung</p> <p>Könnte Mehrkosten im Bereich der Betriebskosten verursachen</p>
<b>Komplette Überarbeitung</b>	<p>Anwendungen weisen zumeist die höchste Performance in der Cloud auf</p> <p>Anwendungen können konzipiert werden, um Kosten zu minimieren.</p>	<p>Höchste Kosten, da sehr viel Aufwand in die Neuerstellung investiert werden muss.</p> <p>Langsamer bis es zur ersten Bereitstellung kommt</p>

Tabelle 2 Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze zur Migration

Um Migrationen von On-Premise Diensten zur Cloud durchzuführen, sollte eine strukturierte Vorgehensweise gewählt werden. Die notwendigen Schritte für eine erfolgreiche Migration sind:

1. Planung und Erarbeitung einer Migrationsstrategie. Hierzu zählen das Erheben der Anforderungen und das Fällen von Entscheidungen. Auch das Auswählen von Cloud-Anbietern oder die Auswahl von Services, die für KundInnen verfügbar sein sollen, gehören zu diesem Schritt.

2. Durchführung. Bei der Durchführung soll das bestehende System an die zuvor definierten Anforderungen angepasst werden. Soll die Migration Profit bringen, ist eine Anpassung der Systemarchitektur meist unumgänglich. Um die Cloud sinnvoll nutzen zu können, muss ein besonderes Augenmerk auf die Automatisierung für Bereitstellung und Betrieb der Software gelegt werden.
3. Evaluierung. Prüfungen sollen durchgeführt werden, um die SCADA Komponenten gegen die zu Beginn definierten Anforderungen zu evaluieren. Damit soll sichergestellt werden, dass eine wirtschaftliche und funktionelle Migration durchgeführt wurde.

Diese drei Schritte können je nach System unterschiedlich viel Aufwand sein und müssen mit den Zielen und Anforderungen der Migration abgestimmt werden (Zomaya & Sakr, 2017, pp. 700–706). In Abbildung 13 werden die Schritte für eine Cloud- Migration visuell dargestellt. Bei Nichteinhaltung dieser Reihenfolge kann es zu Mehraufwendungen in der Applikationsentwicklung kommen.



Abbildung 13 Ablauf einer Cloud-Migration (Quelle: eigene Darstellung)

### 4.3 Mögliche Cloudarchitekturen

Es gibt unterschiedliche Ansätze, um Cloud-Services für SCADA Systeme umzusetzen. Grob kann zwischen folgenden Kategorien unterteilt werden:

- Außerhalb der Cloud-basierende SCADA Systeme
- Innerhalb der Cloud-basierende SCADA Systeme
- Mischformen aller Art

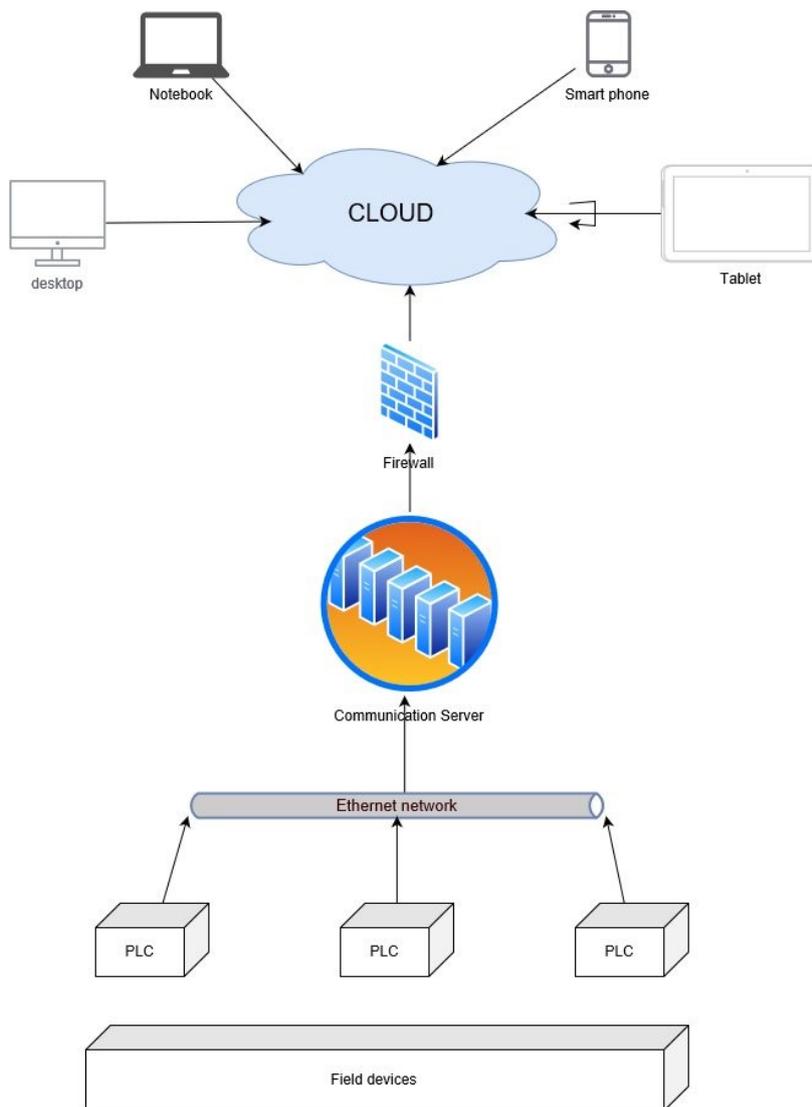


Abbildung 14 Innerhalb der Cloud gehostetes SCADA System (in Anlehnung an Youseff, Butrico, & Da Silva, 2008)

Außerhalb der Cloud basierte Systeme sind nur mit der Cloud verbunden. Sie nutzen einzelne Services aus der Cloud (Youseff et al., 2008)

Für eine Cloud-Migration werden folgende Vorgehensweisen empfohlen:

- Komponenten mit Echtzeitanforderungen bzw. deren Daten sollten lokal repliziert werden, um im Falle von Verlust der Internetkonnektivität weiterhin reagieren zu können
- SCADA Komponenten sollten als Services implementiert werden. Damit kann man sie einzeln auf virtuellen Maschinen oder Docker Containern bereitstellen. Der Zugriff soll über APIs abgewickelt werden.
- Virtualisierung sollte verwendet werden, um konsistente Systemumgebungen zu schaffen. Dies kann durch Docker Container oder virtuelle Maschinen erreicht werden.
- Die eingesetzte Cloud sollte weitestgehend von der Applikation abstrahiert werden, um Portabilität zu gewährleisten

- Orchestrierung sollte für automatisches Deployment bzw. Verwaltung der SCADA Komponenten eingesetzt werden.

Für bestimmte SCADA Anforderungen kann es essenziell sein, dass Daten lokal verfügbar sind damit trotz Ausfällen von externen Verbindungen, der Betrieb weiterhin aufrecht erhalten werden kann (Zomaya & Sakr, 2017).

### 4.3.1 Microservices

Microservices erfahren durch den Cloud-Hype einen besonderen Aufwärtstrend. Eng verknüpft ist dieser Trend mit Cloud-Computing. Die Diskussion über eine einheitliche Definition von Microservices ist groß. Einzelne Definitionen beziehen sich oft auf unabhängige Komponenten, die nur lose miteinander gekoppelt sind, weshalb eine Gesamtdefinition an dieser Stelle nur schwer zu geben Amundsen weist Microservice folgendermaßen aus:

*“A microservice is an independently deployable component of bounded scope that supports interoperability through message-based communication. Microservice architecture is a style of engineering highly automated, evolvable software systems made up of capability-aligned microservices.” (Amundsen, 2016, p. 6)*

Die gegenteilige Architektur zu Microservices stellen sogenannte Monolithen dar. Diese bestehen meist aus einer einfach bereitstellbaren Einheit und werden oft in Datenschichten, Serverapplikation und Clientschicht aufgeteilt. Häufig ist ihr Aufbau sehr komplex. Sie haben tiefe und weite Klassenhierarchien und viele Abhängigkeiten zwischen den Klassen. Die Gründe warum Monolithen nicht optimal für Cloudinfrastrukturen sind lauten:

- Monolithen sind teurer als einzelne Services
- Sie sind in deren Infrastruktur schwerer zu warten
- Releases dauern sehr lange und sind aufwändig

Da Monolithen zumeist ein großes Spektrum an Funktionalitäten aufweisen, ist es oft nicht ratsam, ein komplettes System auf einmal umzustellen. Stattdessen werden in sich geschlossene Funktionalitäten beim Überarbeiten als Service implementiert und Schritt für Schritt das System überarbeitet (Wu, 2017).

Pauschal dürfen Microservices monolithischen Applikationen bzw. Softwarestrukturen nicht vorgezogen werden. Trotz der bereits genannten Nachteile können fallspezifisch auch Monolithen erfolgreich sein. Besonders die Cloudanforderungen betreffend, stoßen Monolithen aber öfters an ihre Grenzen, da Änderungen an kleinen Teilen oder an (vermeintlich) unwichtigen Stellen eine ganzheitlich neue Bereitstellung der Software nötig machen. Zusätzlich fällt es mit der Zeit schwer Monolithen in einer modularen Struktur zu halten, da bei großen Applikationen (aufgrund logischer Trennung) eine größere Disziplin als bei kleinen Services erforderlich ist. In Abbildung 15 sieht man die Strukturunterschiede zwischen Microservices und monolithischer Architektur (Fowler, 2014).

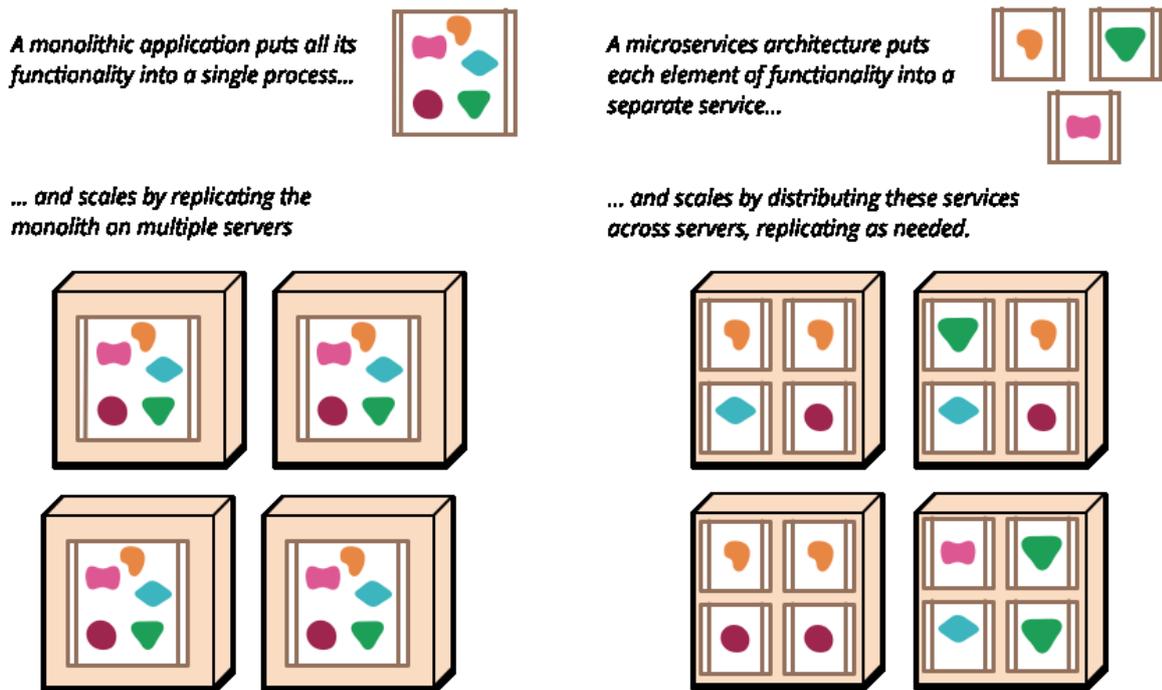


Abbildung 15 Unterschiede zwischen Monolithen und Microservices (Fowler, 2014)

### 4.3.2 Containertechnologie

Die Containerisierung in der IT-Industrie hat mittlerweile schon seit einiger Zeit Fuß gefasst. Container arbeiten im Gegensatz zu virtuellen Maschinen auf dem Kernel des Betriebssystems aufgesetzt. Sie bieten somit Abstraktion oberhalb von Betriebssystemen. Dies führt natürlich zu weniger Flexibilität als virtuelle Maschinen sie bieten, da diese verschiedene Betriebssysteme auf dem unterliegenden Host verwenden können. Die Struktur von virtuellen Maschinen ist in Abbildung 16 abgebildet. Trotzdem werden sie seit einiger Zeit in verschiedensten Use-Cases eingesetzt. Sie sind für skalierbare Applikationen bekannt und sind in vielen Systemen bereits „state of the art“. Container werden als schlanke Technologie angesehen, da sie der Entwicklung von Applikationen nur geringen Zusatzaufwand zufügen. Das Entwickler Team Docker, Inc hat schlanke Deployment- Mechanismen geschaffen, die mittlerweile in nahezu allen Softwareunternehmen bekannt sind. Mit diesen ist es möglich den Prozess der Softwareentwicklung auf dem lokalen Testsystem, bis hin zum produktiven System zu vereinheitlichen. Mit ihnen konnten sehr viele Probleme in der Softwareentwicklung gelöst werden, da sie mithilfe von Sandboxes immer die gleiche Infrastruktur für die Applikation bereitstellen. Charakteristische Merkmale von Docker Containern sind:

- Einfache und leichtgewichtige Möglichkeit Applikationen zu modellieren
- Lokale Trennung von Zuständigkeiten
- Schnelle und effizienter Entwicklungslebenszyklus
- Serviceorientierte Applikationen werden unterstützt.

Mit dieser Unterstützung kann der Entwicklungsprozess bei richtigem Einsatz von Containern effizienter und leichtgewichtiger werden (Turnbull, 2014, pp. 7–9).

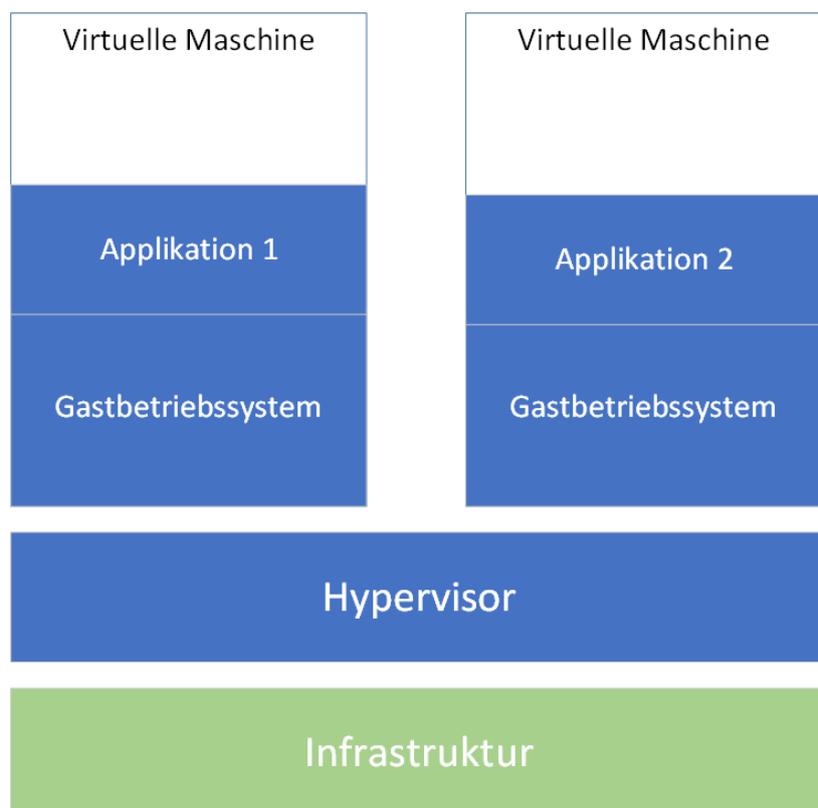


Abbildung 16 Aufbau virtueller Maschinen (Quelle: eigene Darstellung)

Laut Bernstein bieten Container die Möglichkeit, ein einheitliches Deployment für mehrere Cloud Infrastrukturen zu schaffen. Mit Containertechnologie ist es also möglich, eine plattformunabhängige Cloudanwendung zu bauen. Die größeren Cloudanbieter bieten mittlerweile alle die Möglichkeit, Applikationen mithilfe von Containern und zugehöriger Orchestration zu verwenden. Viele der Hersteller liefern sogar SaaS Dienste für die Orchestration bzw. Verwaltung von Containerdiensten. Die Software Kubernetes ist eine produktionsreife Umgebung für die Bereitstellung von Containern bzw. container-basierten Anwendungen. Durch die de-facto Standardisierung der Cloudanbieter auf Kubernetes wird die Plattformunabhängigkeit erstmals realisierbar (2014). Dies bringt eine Verringerung des Hersteller Lock-In Effekts mit sich, was sich selbstverständlich wiederum auf den Prozess und die technologischen Entscheidungen für Cloud-Computing Anwendungen auswirkt.

### 4.3.3 Messaging

Laut Richardson ist es für Microservices unumgänglich, dass Services unabhängig voneinander bereitstellbar bleiben und auf keine gespeicherten Daten von anderen Services zugegriffen wird. Für Microservices gibt es verschiedene Möglichkeiten zwischen den Services zu interagieren. In Tabelle 3 werden die verschiedenen Möglichkeiten der Kommunikation zwischen den Servicegrenzen veranschaulicht.

Kommunikationsart	1 : 1 Kommunikation	1: n Kommunikation
<b>Synchron</b>	Request/response	Keine Möglichkeit vorhanden
<b>Asynchron mit Rückmeldung</b>	Asynchrone Request/Response	Publish/ async response
<b>Asynchron unidirektional</b>	One- way notifications	Publish/ Subscribe

Tabelle 3 Möglichkeiten zur Inter-Prozess Kommunikation

- Request/Response
  - Ein Client fragt einen Service an und wartet solange auf die Antwort bis diese geliefert wird oder Timeouts erreicht werden. Dies führt zu enger Kopplung der Services.
- Asynchronous request/response
  - Ein Client schickt eine Nachricht zum Server und wartet auf die Antwort. Dieser darf aber in der Zwischenzeit nicht blockieren, da es sehr lange dauern könnte bis eine Antwort auf die Nachricht erfolgt.
- One way notifications:
  - Ein Client schickt eine Nachricht zu einem Service, erwartet sich jedoch keine Antwort.

Zu den Best Practices für Microservices gehört eine rein eventbasierte asynchrone Kommunikation.

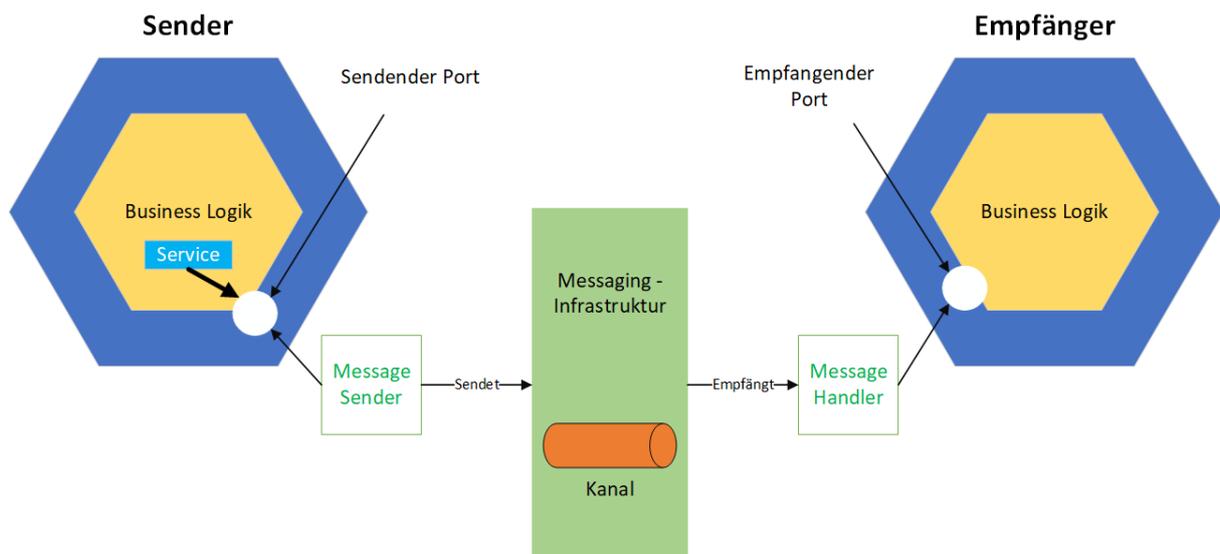


Abbildung 17 Asynchronous messaging pattern (vgl. Richardson, 2019)

D.h. wenn ein Microservice außerhalb seines „Bounded Context“ Daten benötigt, werden diese über Events von anderen Microservices integriert. Das Service muss je nach Anforderung diese Daten selbst persistieren, wodurch eine Verdoppelung der Daten entsteht. Da viele der

Events nur asynchron verarbeitet werden müssen, entsteht „eventual consistency“. Dafür wird zumeist ein Publish/Subscribe-Mechanismus verwendet, welcher Nachrichten für andere Services zugänglich macht. Verschiedene Technologien von Broker-basierenden asynchronen Messaging sind:

- Advanced Message Queuing Protocol (z.B: Rabbit MQ, ActiveMQ, MSMQ)
- Kafka-Nachrichtenprotokoll (Apache Kafka)

Broker bieten einige Features für Messagingmechanismen, die im Microservicekontext nutzbar sein können und somit auch für Cloudanwendungen interessant sind (Richardson, 2019).

Ein viel genutzter Mechanismus zum Versenden von asynchronen Daten ist das Publish/Subscribe-Messaging. Dieses Designprinzip beinhaltet Publisher (Sender der Nachricht), der Nachrichten nicht direkt an einen Empfänger schickt, sondern sie auf bestimmte Art klassifiziert, damit Interessenten diese von einem Puffermechanismus abholen können. Das führt zu einer Entkopplung zwischen Sender und Empfänger. Zumeist existiert in diesen Pub/sub Systemen ein Broker, der einen zentralen Punkt darstellt und an welchem Nachrichten zur Übertragung abgelegt werden. Solche Mechanismen sind in vielen Bereichen der Software notwendig und können zumeist über Broker vereinheitlicht werden (Narkhede, Shapira, & Palino, 2017, pp. 1–7).

. Klassische Datenanwendungen für Broker Kommunikationen sind:

- Messaging
- Logaggregation
- Monitoring

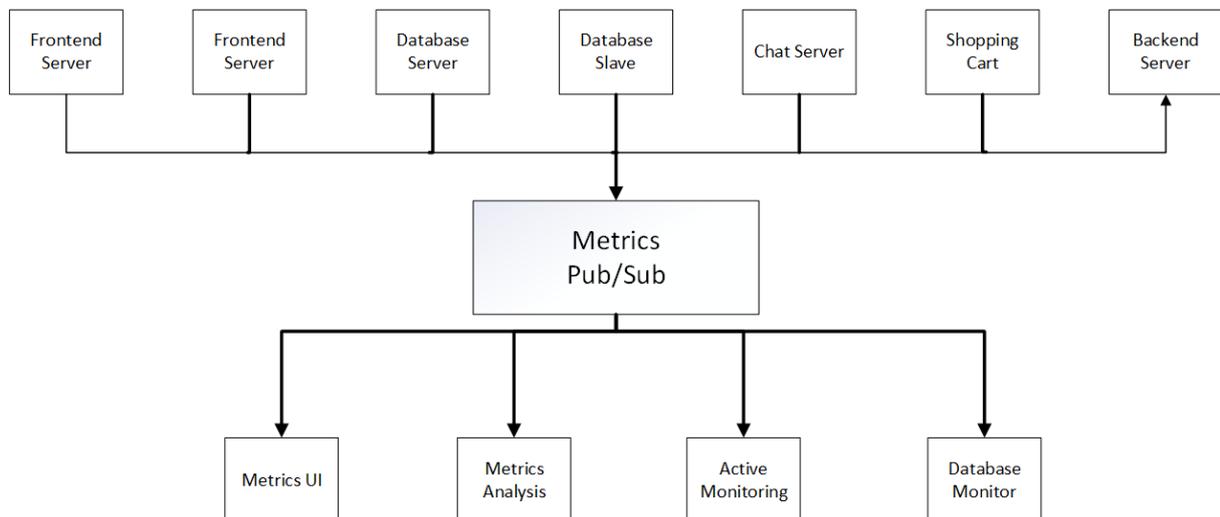


Abbildung 18 Beispielhafte Pub-Sub Anwendung (vgl. Narkhede et al., 2017)

## 4.4 Organisatorische Änderung

Eine Änderung von „on-premise“ auf cloudbasierte Infrastruktur scheint auf den ersten Blick nur die IT-Welt zu betreffen. Tatsächlich geht der Einfluss von Cloud Computing aber sehr viel

weiter. Für das Unternehmen sind organisatorische Änderungen in vielen Bereichen zu erwarten. Die Abteilungen Buchhaltung und Finanzen, Sales, Human Resources sowie Rechtsabteilungen sind ebenso Bereiche, die von Änderungen der Cloudinfrastruktur betroffen sein können. Eine Umstellung bedarf einen unternehmensweiten Aufwand, der über die technologische Strategie hinausgeht. Es müssen Prozesse und Arbeitsweisen geändert werden. Änderungen führen in vielen Fällen zu Widerständen im Unternehmen, die ebenfalls nicht unterschätzt werden dürfen. Deshalb sollte dieser organisatorische Wandel von Beginn an in die Cloudstrategie miteinfließen, da meist viele Abteilungen in die neuen Prozesse eingeweiht werden müssen. Ein umfangreich geplantes Änderungsmanagement hat alle unten genannten Schritte für die Wandlung zu berücksichtigen. Ansonsten resultiert aus mangelnder Planung schlechte Qualität, lange Projektlaufzeiten, Budgetüberschreitungen oder ein Nichterreichen der Projektziele. In Extremfällen gab es Unternehmen, die eine Migration revidierten, da sie nicht mit den Resultaten einverstanden waren. Kotter formuliert acht Schritte als grober Fahrplan für Änderungen, um Unternehmen bezüglich des Umstiegs in die richtige Richtung zu leiten. Wichtigkeit und Dringlichkeit den MitarbeiterInnen erklären

1. Führungspersonen für die Änderungen festlegen und relevante Personen aus verschiedenen Abteilungen miteinbeziehen
2. Vision und Strategie aufstellen
3. Änderungsvorstellungen klar kommunizieren
4. MitarbeiterInnen ermutigen die Vision umzusetzen
5. Zwischenziele einführen, um Gewinne zu erzielen
6. Wachstum hervorheben und Änderungen weitertreiben
7. Neuen Ansatz zur Kultur im Unternehmen etablieren

(Kotter, 2015)

Unternehmen, die erkennen, dass die Cloudmigration nicht nur Auswirkung auf die Technologie, sondern auch sehr starken Einfluss auf das Unternehmen hat, haben höhere Erfolgchancen als Unternehmen, die Cloudmigration nur als Technologieprojekt betrachten (Kavis, 2014, pp. 302–313).

Um für das Unternehmen einen Wettbewerbsvorteil zu schaffen, ist es notwendig, die Fähigkeiten im Unternehmen zu haben, um die schnell verändernde IT-Landschaft mitzutragen. Teece beschreibt dynamische Kapazitäten als Fähigkeiten interne und externe Kompetenzen schnell zu adaptieren, um mittels Integrationen oder Entwicklungen schnell änderbare Umgebungen meistern zu können. (Teece, 2011).

## 4.5 Ökonomie Cloudservices

Bei SaaS Lösungen handelt es sich weitgehend um eine Outsourcing-Variante, bei der externe DienstleisterInnen den Betrieb und die Abwicklung der IT Services übernehmen. Die externen DienstleisterInnen stellen Hard- und Software für KundInnen zur Verfügung. Zwischen ihnen

und den anbietenden Unternehmen steht ein Service Level Agreement (SLA), das definiert wie schnell die zur Verfügung gestellten Dienste reagieren müssen oder wie lange Ausfälle sein dürfen, ohne als Vertragsverletzungen zu gelten. Ein Vorteil für die KonsumentInnen dieser Services ist das maßgeschneiderte Abrechnungsmodell, mit dem die Leistungen abgegolten werden. Meist muss nur für tatsächlich erbrachte Leistung, Nutzungsdauer oder Zugriffe bezahlt werden.

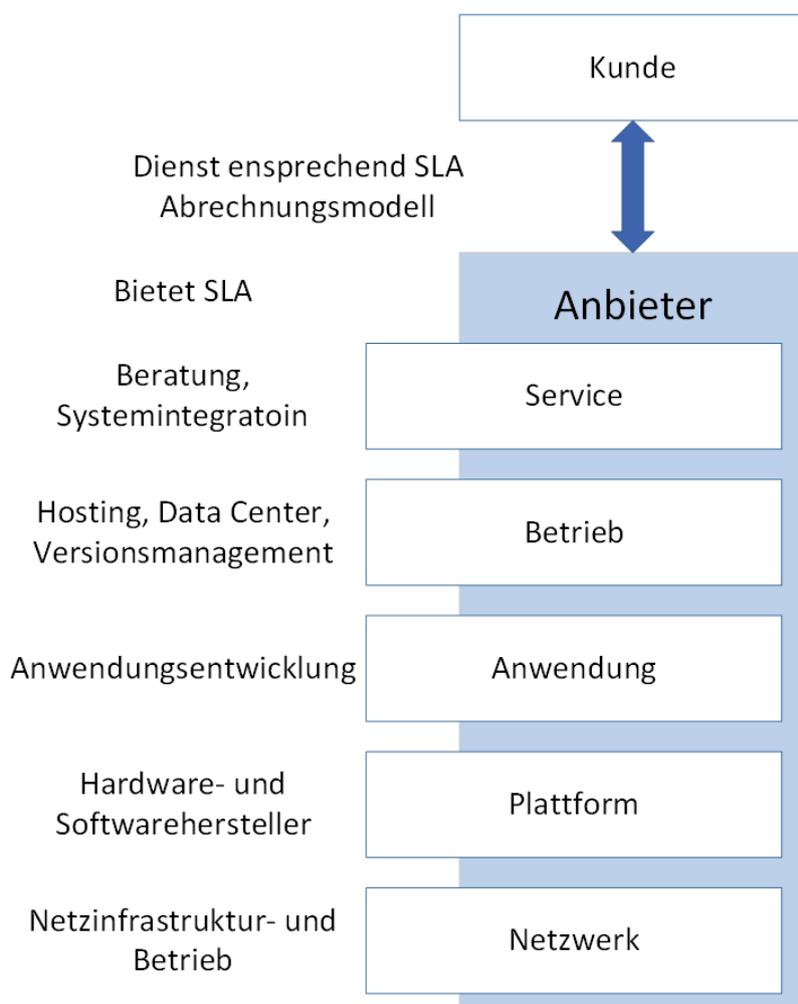


Abbildung 19 SaaS Schichtenmodell (Quelle: eigene Darstellung)

## 4.6 Hürden für eine Cloudmigration

Es ist nicht immer einfach eine bestehende On-Premise Softwarelösung in eine Cloudlösung überzuführen. Mehrere Kapitel dieser Arbeit haben die technischen und organisatorischen Änderungen bei Cloudmigration zum Inhalt.

Ein Grund für die fehlende Nutzung von Cloudservices ist wohl der diesbezüglich oft dürftige Wissensstand der Mitarbeiter. In großen Unternehmen können Ressourcen für Cloudnutzung abgestellt werden. Diese können in KMUs bereits Probleme bereiten. Es zeigt sich, dass Clouddienste ab Test und Verwendung erhöhte Akzeptanz in Unternehmen erreichen. Viele Unternehmen ignorieren diesen Fakt aufgrund mangelnder Personalressourcen (Trigueros-Preciado, Pérez-González, & Solana-González, 2013).

Weitere Hürden können durch das Speichern von sensiblen Daten in der Cloud entstehen. Es gilt zu eruieren, welche Bedingungen in den Verträgen mit den Cloudanbietern angeführt sind. Möglich ist beispielsweise eine Kooperation der Provider mit Regierungen oder Drittunternehmen. Für KundInnen könnte dies ein Ausschlussgrund für Softwareprodukte sein. Um dagegenzuwirken, könnte man eine Verschlüsselung der Daten oder Auslagerung auf vertrauenswürdige Speicherorte einsetzen. Ein weiteres Hindernis einer Cloudmigration sind oftmals Sicherheitsbedenken. Daten werden an Drittanbieter zentral übergeben und öffentlich verfügbar gemacht. Das bedeutet nicht, dass Daten in der Cloud nicht gesichert werden. Oft sind die Sicherheitsmechanismen in der Cloud weit ausgefeilter als von kleinen und mittleren Unternehmen umsetzbar. Trotzdem muss man mit solchen Mechanismen umgehen können, um Integrität und Zugänge zu den Daten zu sichern (Velte, Velte, & Elsenpeter, 2010).

Da Cloud-Computing, wie in vorangegangenen Kapiteln erwähnt, schon seit längerer Zeit gängig ist, die SCADA Automatisierungsunternehmen aber nach wie vor zumeist auf traditioneller Hardware operieren, stellt sich die Frage warum diese Innovationen in diesem Bereich noch nicht durchgedrungen sind

Rogers erklärt die Ausbreitung von Innovationen und den kausalen Zusammenhang mit sozialen Strukturen. Die Innovationsverbreitung ist ein Prozess, bei welchem Innovationen über verschiedene Kanäle, über einen längeren Zeitraum unter Mitglieder von sozialen Strukturen und Systemen verbreitet werden. NutzerInnen von Innovationen werden in verschiedene Kategorien eingeteilt. Diese werden nach Zeitraum der Innovationsverwendung gegliedert:

1. Innovators
2. Early Adopters
3. Early Majority
4. Late Majority
5. Laggards

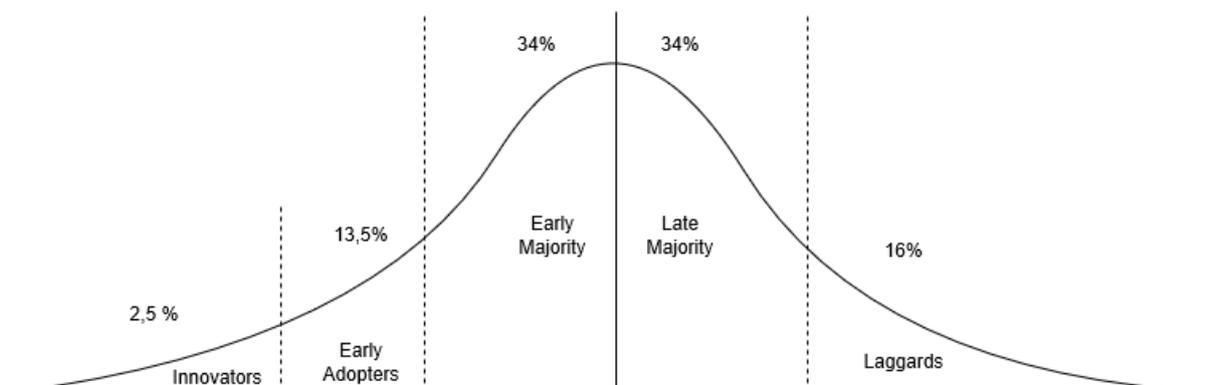


Abbildung 20 Technologie Anwender Kurve (vgl. Rogers, 1983)

Rogers beschreibt, dass Innovationen oft neu erfunden werden müssen damit diese von den NutzerInnen nicht abgewiesen werden. Oftmals müssen Erfindungen adaptiert und angepasst

werden, damit sie für die BenutzerInnen einen wirklichen Wettbewerbsvorteil darstellen. Für die Adaption wichtige Faktoren sind:

- Relativer Wettbewerbsvorteil
- Kompatibilität
- Komplexität
- Prüfbarkeit
- Beobachtbarkeit

Nur wenn diese Faktoren allesamt von den sozialen Strukturen eines Systems in einer, je nach System unterschiedlichen, angemessenen Weise erfüllt werden, gelingt es die Innovation durchzusetzen (Rogers, 1983).

## 5 NEUE MÖGLICHKEITEN DURCH CLOUD-UMGEBUNG

Viele Anbieter nutzen bereits die Möglichkeit einzelne Services der SCADA Systeme in der Cloud zu betreiben. Wenn eine Migration der traditionellen Systeme erfolgreich gewesen ist, gilt es die Cloudumgebung bestmöglich auszunutzen und Wettbewerbsvorteile durch neue Serviceleistungen zu generieren. Es gibt offensichtliche Vorteile von Cloud-Computing, die es auszunutzen gilt. Die Vorteile gelten für den Großteil der Softwareprodukte nach einer Cloud-Migration. Hierzu zählen z.B.:

- Geo Redundanz
- Hohe Verfügbarkeit

Neben diesem allgemeinen Nutzen gibt es auch noch Vorteile von SCADA Cloudsystemen, die abhängig von der Softwarekategorie individuell zu beurteilen sind.

### 5.1 Wettbewerbsvorteile für KundInnen

Für ein Unternehmen muss es zumeist Geschäftsfälle geben, um Software anzupassen. Durch eine Cloud-Migration können viele Wettbewerbsvorteile für KundInnen entstehen, die zu einem größeren Marktanteil oder Umsatzgenerierung führen können. Für KundInnen liegen die Vorteile wohl in der potenziellen Kostenersparnis, die durch Verschiebung von Vorabinvestitionen zu den Betriebskosten entstehen. Ebenso kann eine Reduktion von Installations- und Wartungsaufwänden erfolgen. Des Weiteren können neue Funktionalitäten schneller genutzt und je nach Bedarf modifiziert werden. Dadurch beziehen UserInnen nur die Ressourcen, die schlussendlich benötigt werden. Das Bezahlmodell wird häufig auf „Pay per Use“ umgestellt. Durch verringerten Wartungsaufwand können Personalkosten für IT-MitarbeiterInnen verringert werden. Für SystemintegratorInnen können neue Geschäftsmodelle und Bezahlmodelle entstehen (Zomaya & Sakr, 2017).

### 5.2 Networked Society

Die gegenwärtige Gesellschaft ist informell, global und vernetzt. Mithilfe von modernen Cloudtechnologien können diese drei Eigenschaften in neue Dimensionen weiterentwickelt werden (Castells, 2000). Es können neue Ökosysteme von Geräten und deren Anbietern, EntwicklerInnen und vielen weiteren ProtagonistInnen entstehen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass neue Wertschöpfungsketten entstehen werden und innovative Produkte und Dienstleistungen daraus hervorgehen. Die Cloud ist die zentrale Komponente dieser Ökosysteme (Antonopoulos & Gillam, 2017, p. 7).

## 5.3 SCADA as a Service

In den meisten Fällen werden Clouddienste als Serviceleistungen angeboten, die durch eine Schnittstelle Software und die dahinterliegende Infrastruktur abstrahieren. Mit einer ähnlichen Dienstleistung für SCADA KundInnen könnte es, ohne dass technisches Detailwissen vorhanden sein muss, möglich sein mithilfe eines grafischen User Interface, die gewünschten Clouddienste zu beziehen bzw. zu modifizieren. Egal, welche Cloudarchitektur gewählt wurde, es kann für die NutzerInnen eine Abstraktionsebene, mit der benötigte Dienste bezogen werden können, entstehen (Zomaya & Sakr, 2017, pp. 707–709).

In Abbildung 21 ist ein User Interface eines Cloudanbieter dargestellt, in dem Services per Knopfdruck aktiviert werden können.

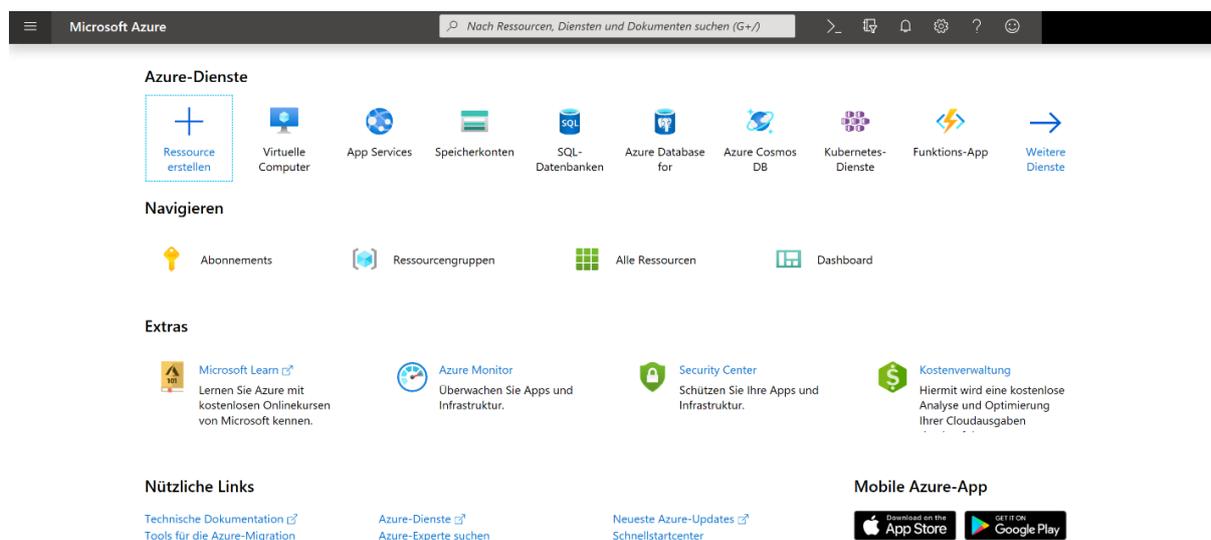


Abbildung 21 User Interface eines Cloudproviders zur Beziehung von Services

## 6 NUTZUNG VON SCADA CLOUD SERVICES

Aus der Forschungsfrage und den theoretischen Vorüberlegungen dieser Arbeit lassen sich Lücken in der Forschung ableiten. Da es trotz Vormarsch des Cloud Computing in der Industrie kaum Unternehmen gibt, die auf Cloud Services für SCADA Systeme setzen, sind Defizite bezüglich des Wissensstands oder des technischen Angebots anzunehmen. Diese Mängel gilt es auszubessern. Nur wenn diese Hindernisse überwunden werden, können Vorteile des Cloud-Computing auch sinnvoll von den SCADA NutzerInnen verwendet werden. Da vorliegende Arbeit den aktuellen Stand der Technik miteinbezieht, ist der zeitliche Kontext besonders relevant.

Die Forschungsfrage lautet:

*„Wie können SCADA Softwaresysteme durch Cloud-Services erweitert werden, um Wettbewerbsvorteile für Unternehmen zu erzielen?“*

Für die Evaluierung der Forschungsfrage wird eine theoriebasierte Exploration als Grundlage für das Forschungsdesign herangezogen. Aus der wissenschaftlichen Literatur geht der Trend in Richtung Cloud-Computing unumstritten hervor. Trotzdem ist man im Bereich der SCADA Systeme noch weit davon entfernt, die Grenzen des Möglichen im Cloudbereich auszuschöpfen. Mit vorliegender Arbeit soll erschlossen werden, ob es in Zukunft mehr SCADA Cloud Services geben wird oder ob dieser Trend des Cloud-Computing auf den SCADA Bereich nicht anwendbar ist. Aus dem theoretischen Teil dieser Arbeit geht hervor, dass die technischen Möglichkeiten für Migration der SCADA Komponenten vorhanden sind. Es gilt nun zu erarbeiten, was notwendig ist, um AnwenderInnen davon zu überzeugen bzw. welche Hürden bei der Umsetzung solcher Systeme auftreten können.

Aus der Arbeit leitet sich die Hypothese ab, dass es Cloud Services für SCADA Systeme gibt, die von SCADA HerstellerInnen noch nicht umgesetzt oder verkauft werden.

Daher stellt sich die Frage, ob diese Anforderungen bezüglich Cloud-Services für die NutzerInnen und SystemintegratorInnen aktuell ausreichend erfüllt werden, um diese für ihre SCADA Services nutzen zu können.

Eine weitere Hypothese, die aus der Arbeit abgeleitet werden kann, lautet, dass Adaptionfaktoren nicht ausreichend erfüllt werden, um eine Migration attraktiv erscheinen zu lassen.

In vorigen Kapiteln wurden viele Wettbewerbsvorteile von SCADA Cloud Services hervorgehoben. Neben vielen Gründen, die für eine Migration sprechen, seien mangelnde Transparenz und fehlende Kommunikation als hemmende Faktoren der Vorteile angeführt. Eine Befragung über Cloud Services soll Auskünfte zu Bedarf und den Vorstellungen der Systeme geben.

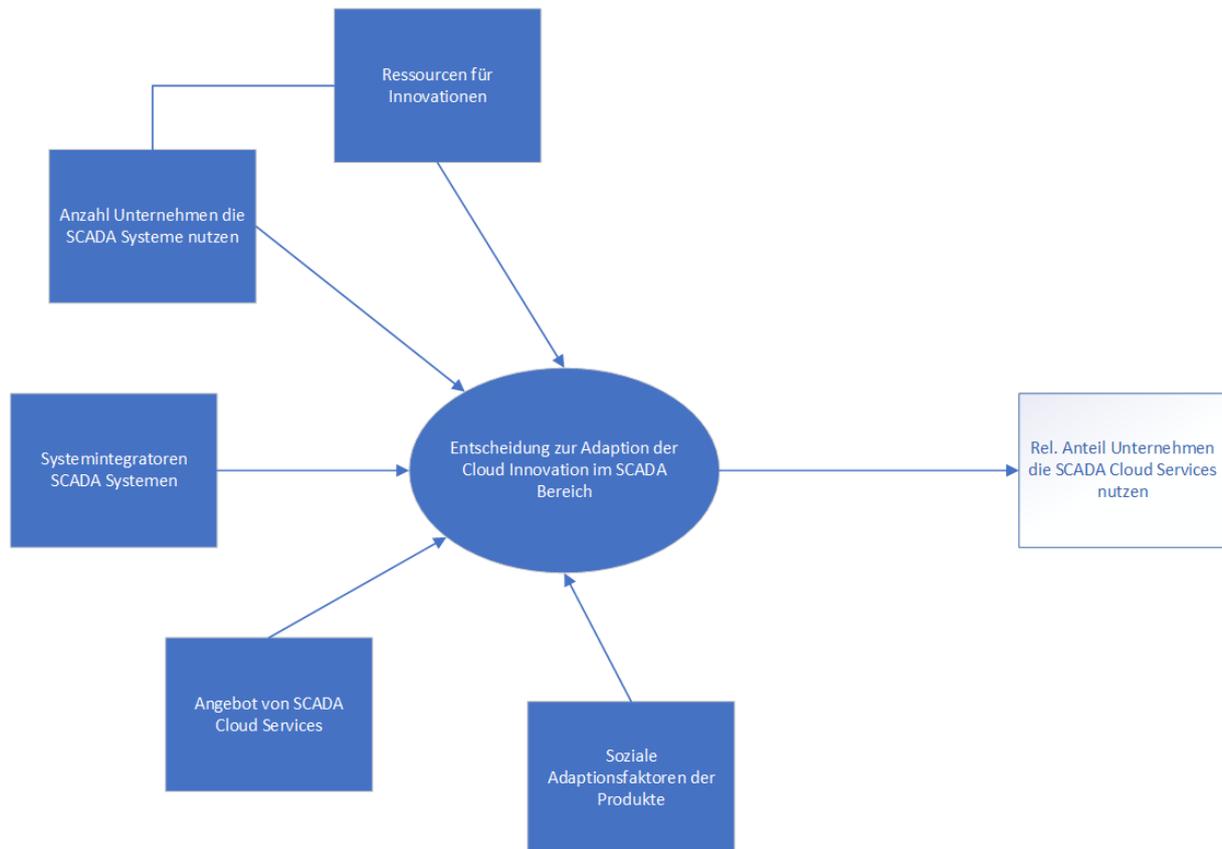


Abbildung 22 Darstellung Hypothesenmodell

Zu den Variablen dieser Hypothese zählen die Unternehmen, die bereits SCADA Systeme in irgendeiner Form nutzen. Da SCADA Cloud Services nur für Unternehmen mit SCADA Anforderungen relevant sind, wird hier die Gruppe von Unternehmen stark eingeschränkt, um kausale Zusammenhänge für die Nutzung von Cloud SCADA Services feststellen zu können.

Eine weitere Variable, die es zu beachten gilt, sind die SystemintegratorInnen. Sie sind MitarbeiterInnen von Unternehmen, die vorhandene Produkte oder Services von SCADA HerstellerInnen verwenden und für EndkundInnen adaptieren und konfigurieren, damit diese ihre Prozesse steuern bzw. regeln können. Als Variable ebenfalls im Fokus stehen die Adaptionfaktoren, die im vorigen Kapitel erklärt worden sind. Mit ihnen soll festgestellt werden, inwiefern die SCADA Services in der Cloud einen Wettbewerbsvorteil schaffen und wie komplex und kompatibel sie sind. Aufgeteilt werden können sie in die folgenden verschiedenen Kategorien:

- Relativer Wettbewerbsvorteil
- Kompatibilität
- Komplexität
- Prüfbarkeit
- Beobachtbarkeit

Ein weiterer relevanter Punkt in Bezug auf die Nutzung von Cloud SCADA Systemen, ist das Vorhandensein von Ressourcen, die Unternehmen für innovative Produkteinführungen

abstellen können. Das Etablieren von Änderungen im Unternehmen ist immer mit Aufwand verbunden. Change-Management Ressourcen spielen hier eine wichtige Rolle.

## 6.1 Leitfragen erarbeiten

Aus der Hypothese werden spezifische Leitfragen abgeleitet, die notwendigen Informationen zur Beantwortung der Forschungsfrage beschaffen sollen.

- Welche SCADA Funktionen würden Sie sich von einem optimalen System wünschen? Welche Features fehlen in Ihren bisherigen Systemen?
- Wie ist Ihre Einstellung gegenüber Cloud Services?
- Können Sie sich vorstellen einen Teil Ihrer SCADA Systeme aus der Cloudumgebung zu beziehen?
- Wieso setzen Sie keine Cloud Services für ihr SCADA System ein?
- Wie werden Entscheidungen zur Nutzung von technologischen Innovationen in Ihrem Unternehmen getätigt?
- Was müssen HerstellerInnen von SCADA Cloud-Diensten anbieten, um ihre Angebote schneller zur Kundin/zum Kunden zu bringen?
- Was erwarten Sie sich von zukünftigen SCADA Cloud Services?
- Haben Sie bereits schlechte Erfahrungen mit SCADA Systemen gemacht?

Das Interview wird mit ExpertInnen aus verschiedenen Bereichen geführt. Es werden SystemintegratorInnen befragt, die SCADA Systeme zu den EndkundInnen bringen. Diese sind meist sehr abhängig von den SCADA Herstellern und wollen möglichst effiziente Systeme einsetzen können, um KundInnenprojekte profitabel abwickeln zu können. Es soll auch hinterfragt werden, ob Unternehmen bereits über einen längeren Zeitraum SCADA Systeme einsetzen oder diese erst seit kurzem nutzen bzw. deren Einsatz erst planen.

## 6.2 InterviewpartnerInnen

Beim Auswählen der InterviewpartnerInnen wurden typische Fälle für die Verwendung von SCADA Systemen gewählt. Zumeist werden diese Systeme durch SCADA SystemintegratorInnen angewandt. Bei SystemintegratorInnen sind Mitarbeitende von Unternehmen gemeint, die SCADA Projekte bei EndkundInnen umsetzen. Sie nutzen am Markt erhältliche SCADA Produkte und konfigurieren die Produkte, um die Prozesse der EndkundInnen steuern bzw. überwachen zu können. Dieser Job unterscheidet sich von dem der IT-Administratorin bzw. dem IT- Administrator insofern, als dass hier zumeist Prozess-Know-How und Wissen über SPS bzw. andere diverse Steuerungen vorhanden sein muss. Diese Berufsgruppe liefert oft auch die Steuerungen für die Feldebene mit, wodurch Synergien in der Umsetzung entstehen. So ist garantiert, dass nur Komponenten verbaut bzw.

beschaffen werden, die für eingesetzte SCADA Produkte kompatibel sind und angebunden werden können.

Mit EndkundInnen ist die Gruppe gemeint, deren Prozesse durch SCADA Systeme unterstützt werden. SCADA Produkte werden meist zur Überwachung, Steuerung bzw. Regelung der Prozesse verwendet. Eine häufige Aufgabe der NutzerInnen ist das Anpassen der Sollwerte bzw. das Reagieren auf Abnormalitäten in den integrierten Abläufen. Diese Abnormalitäten können in der Feldebene festgestellt werden und über Alarme für die NutzerInnen visualisiert werden. Cloud-Services für SCADA Systeme können auch für EndkundInnen einen Wettbewerbsvorteil liefern, wenn dadurch die Vorteile des Cloud Computing direkt für diese Benutzergruppe spürbar ist. SCADA Systeme sind auch von den zugrunde liegenden Abläufen abhängig. Je mehr Prozesse in dem zur Verfügung stehenden SCADA System abgebildet werden, umso effizienter werden die Abläufe der Prozesse abgearbeitet werden können. Kommt es allerdings zu schlecht geplanten oder nicht funktionierenden Prozessen können auch SCADA Systeme keine Verbesserungen mehr leisten.

### **6.3 Interviewleitfaden**

Für die Durchführung von ExpertInneninterviews wird nun aus den erarbeiteten Leitfragen ein Interviewleitfaden erstellt, um für alle InterviewpartnerInnen annähernd vergleichbare Fragestellungen zu gewährleisten.

1. Wie viel Erfahrung haben Sie mit SCADA Systemen?
  - a. Nutzen Sie SCADA Systeme in ihrem Unternehmen? Welche kennen Sie noch?
  - b. Wie viel Erfahrung haben Sie im Umgang mit SCADA Systemen?
  - c. Wie setzen Sie SCADA Systeme im Unternehmen ein?
  - d. Wer wartet und betreibt die IT-Systeme? Wie aktuell sind diese IT-Systeme? Wie sind die IT-Systeme grob strukturiert?
2. Wie viel Erfahrung haben Sie mit Cloud-Diensten?
  - a. Wie viel Erfahrung haben Sie in der Nutzung von Cloud-Diensten in Ihrem Unternehmen?
3. Wie ist ihre Einstellung gegenüber Cloud Services?
  - a. Nutzen Sie Cloud Services in Ihrem Unternehmen?
  - b. Was sind die Gründe für eine Nutzung bzw. Nichtbenützung?
  - c. Was sind die größten Bedenken/Hürden bei der Nutzung von Cloud Systemen?
  - d. Was sind für Sie die größten Hürden?
  - e. Können Sie sich vorstellen einen Teil Ihrer SCADA Systeme aus der Cloudumgebung zu beziehen?
4. Wie werden Entscheidungen zur Nutzung von technologischen Innovationen in Ihrem Unternehmen getätigt?
  - a. Wie sieht dieser Prozess aus?
  - b. Wie lange dauert es bis neue Dienstleistungen und Produkten zum Einsatz kommen können?
  - c. Wie viele Ressourcen können Sie zur Nutzung von technologischen Innovationen einsetzen?
5. Wie zufrieden sind Sie beim Arbeiten mit SCADA Systemen erfahren?
  - a. Haben Sie schlechte /gute Erfahrungen mit SCADA Systeme schlecht?
  - b. Wie nehmen Sie die Softwarequalität von SCADA Systemen wahr?

## 6.4 Durchführung der Interviews

Die Interviews fanden alle innerhalb eines Monats während der Erstellung dieser Arbeit statt. Die InterviewpartnerInnen bzw. deren Unternehmen wurden via E-Mail kontaktiert. Sie wurden um eine Teilnahme an den Interviews gebeten, um aus den Gesprächen praxisrelevante Informationen für den Forschungsbereich zu gewinnen. Aufgrund der Auswahl der Fälle wurden nur Personen eingeladen die ausreichend Erfahrung in Bezug auf SCADA Systeme im beruflichen Umfeld gesammelt haben.

## 6.5 Auswertung und Kategorisierung

Die Auswertung bzw. die qualitative Analyse des Inhalts wird mit der Inhaltsanalyse nach Mayring durchgeführt. Dieser hat ein Ablaufmodell für qualitative Inhaltsanalysen erstellt, welches als gängiges Vorgehen für Analysen ähnlich der hier vorgestellten bezeichnet werden kann. Das Mayringsche Ablaufmodell besteht aus mehreren Schritten, die in Abbildung 23 illustriert werden (Mayring, 2015).

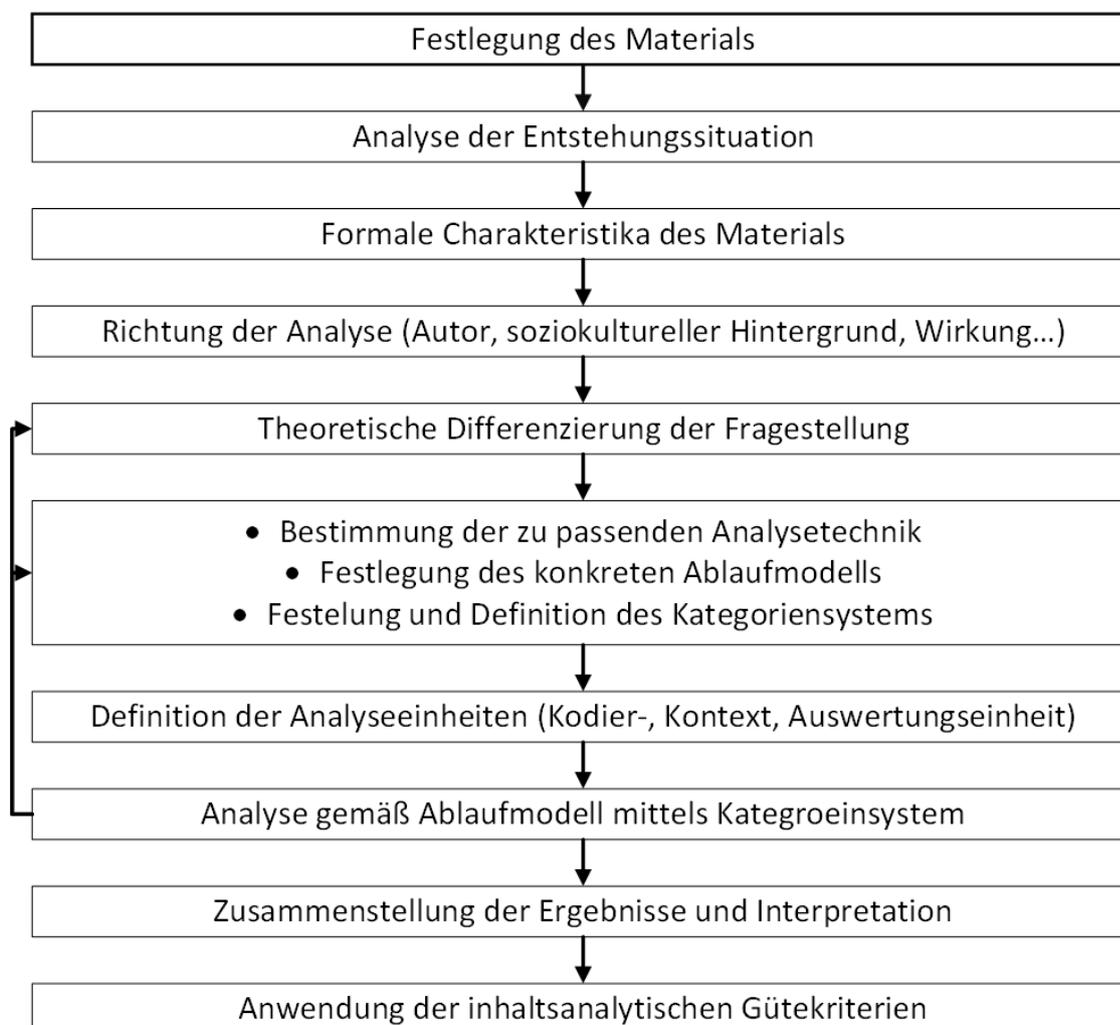


Abbildung 23 Allgemeines Ablaufmodell Inhaltsanalysen (in Anlehnung an Mayring, 2015)

In den nächsten Kapiteln erfolgt mithilfe dieses Analysemodells die qualitative Auswertung der erhobenen Daten.

Ausgehend von einer sorgfältigen Literaturrecherche, auf der sich die Ausführungen zum Ist-Stand der SCADA Systeme stützen, wurden im Zuge dieser Arbeit ExpertInneninterviews geführt. Anhand der ausgewerteten Gespräche soll überprüft werden, ob die Ergebnisse der Literaturrecherche den Eindrücken aus den Interviews entsprechen oder ob sich die schnelllebige IT-Welt hinsichtlich des Standes von SCADA Systemen bereits weiterentwickelt hat. aktuelle Hindernisse und Beweggründe, die gegen eine Cloud-Migration sprechen, erfragt werden. Dazu wurden SystemintegratorInnen von SCADA Systemen befragt. Diese sollten nach Möglichkeit mit verschiedenen SCADA Systemen arbeiten und für zusätzliche Cloud-

Services Denkanstöße geben. Gleichzeitig soll auch eruiert werden, welche Cloud-Angebote für die Befragten von hoher Relevanz sind.

### **6.5.1 Festlegung des Materials**

Das der Analyse zugrunde liegende Material wurde mithilfe von Experteninterviews gesammelt. Der Leitfaden wurde auf Basis der Literaturrecherche entwickelt. Insgesamt wurden 4 Interviews geführt: Zwei Interviews wurde mit Systemintegratoren von mittleren Unternehmen geführt, zwei weitere mit Vertretern aus Großunternehmen. Die ExpertInneninterviews wurden mit MitarbeiterInnen von Unternehmen mit Standorten in Österreich durchgeführt, um die Kosten für die Studie möglichst gering zu halten. Trotz des internationalen Kundenkreises der involvierten Unternehmen, sind die gewonnenen Ergebnisse nur eingeschränkt für die Systemintegration weltweit repräsentativ. Vordergründig sind sie für die Situation in Österreich aussagekräftig.

Die Einschränkung wurde aufgrund zeitlicher und ökonomischer Faktoren getroffen. Trotz begrenzter Stichprobenanzahl wurde versucht, eine möglichst heterogene und in den Merkmalen möglichst differente Menge an Personen, die in Unternehmen mit SCADA Systemen arbeiten, zu finden. Um eine möglichst divergente Menge an Interviewten zu finden wurden Unternehmen verschiedener Größen per Mail kontaktiert.

### **6.5.2 Analyse der Entstehungssituation**

Das Material bzw. die Interviews wurden allesamt unter vergleichbaren Umständen aufgenommen. In allen Fällen wurde die ExpertInneninterviews in einem Besprechungsraum in ruhiger Umgebung ohne Zeitdruck aufgenommen. Es wurden genügend Pufferzeiten eingeplant, damit die Beteiligten sich nicht zu schnellen Aussagen hinreißen lassen mussten. Bei allen Beteiligten wurde der Kontakt mittels E-Mailverkehr hergestellt. Aufgrund des Interesses an den Reaktionen der Beteiligten und den Vorteilen eines direkten Gesprächs, wurden persönliche Interviews bevorzugt, um die Reaktionen und Empfindungen der Befragten besser interpretieren zu können. Der Beweggrund für das bevorzugte Setting wurde den TeilnehmerInnen auch mitgeteilt. Die InterviewpartnerInnen hatten die Wahl zwischen telefonischen oder persönlichen Interviews, wobei von allen TeilnehmerInnen der persönliche Kontakt bevorzugt wurde. Eingeladen wurden nur jene ExpertInnen, die mehrere Jahre an Erfahrung mit der Implementierung von SCADA Systemen haben. Die Zielgruppe der Interviews beschränkt sich auf SCADA SystemintegratorInnen. Diese Gruppe ist verantwortlich, welche Systeme schlussendlich bei den KundInnen landen. Daher wurden Unternehmen kontaktiert, bei denen davon auszugehen war, dass sie solche Zielpersonen beschäftigen. Die ausgewählten Gewährspersonen sind zwischen 25–55 Jahre alt und haben mindestens 5 Jahre Berufserfahrung im SCADA Bereich. Die unterschiedlichen Altersgruppen der Gewährspersonen machen Rückschlüsse auf eventuelle Unterschiede in den Ansichten auf Cloud-Services möglich. Manche der Befragten haben außerdem im Vorhinein bereits mit SCADA Systemen Kontakt gehabt und mittlerweile bereits Personal- und Managementverantwortung. Der Verfasser dieser Arbeit ist seit sieben Jahren als Entwickler

von SCADA Systemen tätig und führt die Interviews mithilfe eines zuvor erarbeiteten Leitfadens durch. Dieser baut auf die im Vorhinein durchgeführte Literaturrecherche auf. Die Durchführung des Interviews orientierte sich an einem semistrukturierten Vorgehen. Anhand von Leitfadenfragen wurde durch das Interview geführt. Mit vertiefenden Fragen wurde situationsabhängig auf einzelne Erfahrungen der interviewten Personen konkreter eingegangen. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die unterschiedlichen Erfahrungen der Personen im Umgang mit SCADA Systemen am besten zu beleuchten. Es wurden möglichst offene Fragen gestellt, auf die, abhängig von den Antworten der Befragten/des Befragten, mit Rückfragen reagiert wurde. Alle an den Gesprächen beteiligten Personen hatten ausreichend Wissenshintergrund und Interesse am Thema.

### **6.5.3 Formale Charakteristika des Materials**

Das Interview wurde in Form von Audiodateien aufgenommen. Die Aufnahmen sind ausreichend laut und klar verständlich mit einem Smartphone aufgezeichnet worden. Zum Teil wurden diese mithilfe des „Free Lossless Audio Codec“ Formats aufgenommen, da sich im Zuge der Untersuchung herausstellte, dass dies eine bessere Qualität als die Files mit „m4a“-Format ermöglicht. Die Interviews wurden standardorthographisch transkribiert. Weil inhaltlich nicht relevant, wurden dialektale Elemente in den Gesprächen für das Transkript in die Standardvarietät übersetzt. Die Namen der Gesprächspartner wurden anonymisiert. Für die rechtliche Absicherung wurde eine schriftliche Einverständniserklärung aller Beteiligten eingeholt, die von der Arbeit getrennt an einem separaten Aufbewahrungsort verwahrt wird. Die Gespräche dauern zwischen rund 30 und 45 Minuten und wurden ohne grobe Störungen bzw. Hintergrundgeräusche aufgenommen. Die Transkripte der Interviews sind dem Anhang der Arbeit zu entnehmen. Auch die Audio Files werden der Arbeit beigelegt. Um die Identität der interviewten Personen zu wahren, wurden Firmennamen aus dem Material verallgemeinert. Im Transkript ist dieses Vorgehen mit „(verallgemeinert)“ gekennzeichnet.

### **6.5.4 Richtung der Analyse**

Der Beweggrund für die Teilnahme der Interviewten dürfte das Interesse am Fachbereich, sowie das Interesse an den Forschungsergebnissen sein. Diese könnten für das Unternehmen, in dem sich die Interviewten befinden, von Relevanz sein und zukünftige Wettbewerbsvorteile begünstigen. Der Kommunikationsprozess wurde dem inhaltliche Kommunikationsmodell nach Mayring Abbildung 23 gegenübergestellt.

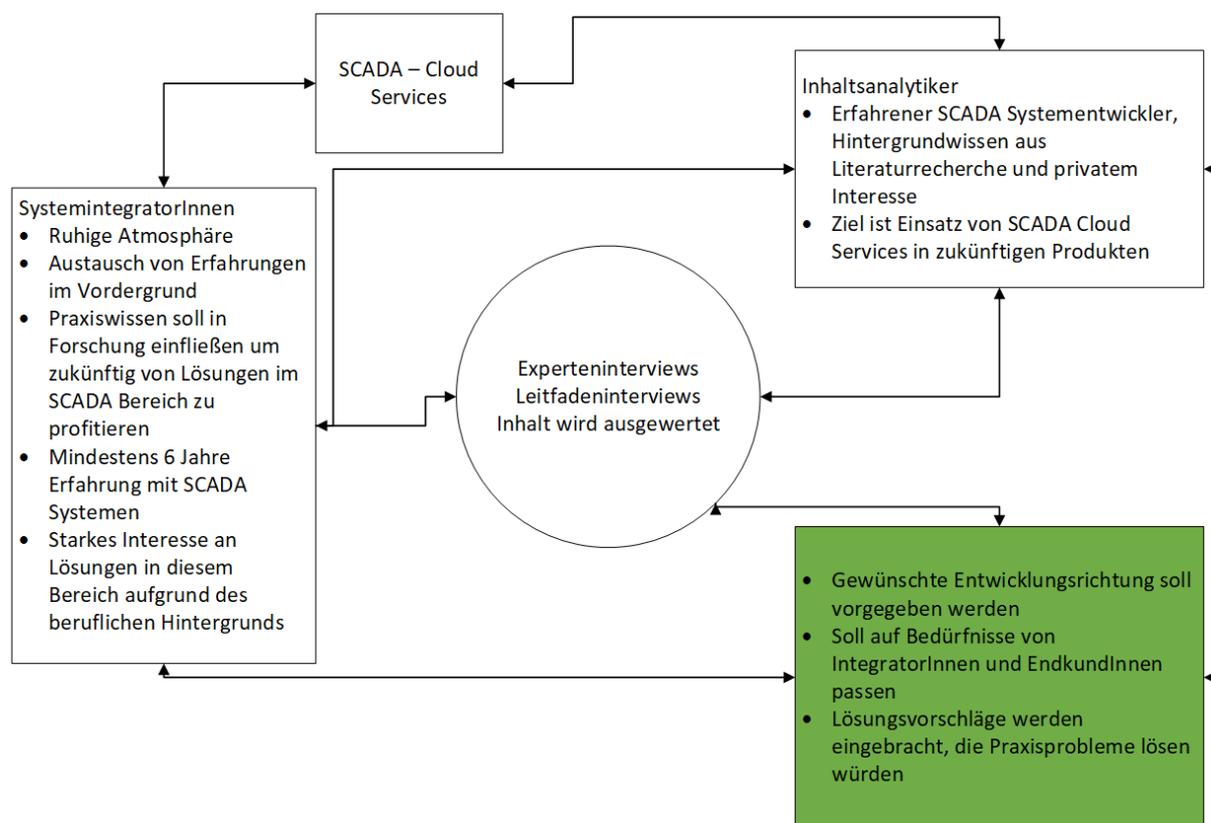


Abbildung 24 Kommunikationsmodell

Für Beteiligte gilt es eine Verhinderung von nicht intendierten Entwicklungen in diesem Bereich zu verhindern. Nicht intendierte Veränderungen in diesem Bereich könnten für Unternehmen zu teilweise großen Risiken werden. Deswegen ist es für Beteiligte sinnvoll ihre Anforderungen an SCADA HerstellerInnen zu kommunizieren. Der Inhaltsanalytiker hat das Erfahren dies gewünschten Veränderungen als Handlungshintergrund, um daraus neue Services erstellen zu können.

### 6.5.5 Theoretische Differenzierung der Fragestellung

Die Forschungsfrage lautet:

*„Wie können SCADA Softwaresysteme durch Cloud-Services erweitert werden, um Wettbewerbsvorteile für die Unternehmen zu erzielen?“*

Laut Church et al. läuft ein Großteil der SCADA Systeme noch immer auf dedizierter, zugeschnittener Hardware, obwohl dies nicht dem grundsätzlichen Trend, dem die IT folgt, entspricht (Church et al., 2017). Es soll hinterfragt werden, ob dies noch immer dem aktuellen Stand der SCADA Systeme entspricht. Im Kapitel 3.2 wurden die relevanten Anforderungen im Cloudkontext erläutert. Diese Anforderungen sollen überprüft und durch IntegratorInnen erweitert werden. Laut Youseff et al. gibt es verschiedenste Cloudarchitekturen (2008). Es soll durch die ExpertInneninterviews auch beleuchtet werden, welche Vorstellung die interviewten Personen von den zukünftigen Systemen haben.

In diesem Kontext stellen sich für die Analyse die folgenden Fragen, die der leitenden Forschungsfrage untergeordnet werden können:

- Gibt es den Bedarf der Nutzung von Cloud-Services für SCADA Systeme?
- Welche zukünftigen Features können die Nutzung von SCADA und Cloud-Services vorantreiben?
- Wie müssten die Randbedingungen bzw. der Aufbau solcher Systeme aussehen, um in Zukunft Bestand zu haben?

### **6.5.6 Bestimmung der dazu passenden Analysetechnik**

Ziel der Analysetechnik ist es, das Material so zu reduzieren, dass die inhaltlichen bzw. für das Thema inhaltlich relevanten Punkte erhalten bleiben. Es wurde eine zusammenfassende Analyse gewählt.

### **6.5.7 Festlegung des Kategoriensystems**

Für die Entwicklung neuer Dienstleistungen oder Produkte bzw. der Erfassung von neuen Anforderungen, bietet sich eine induktive Kategorienbildung an. So sollen ohne vorherige theoretische Verknüpfung, die Aussagen der Beteiligten in ein Schema gebracht werden. Die Übereinstimmung dieser Aussagen können die Wichtigkeit des Gesagten unterstreichen. Die Fragestellung schränkt die für die Auswertung verwerteten Aussagen ein.

### **6.5.8 Definition der Analyseeinheiten**

- Kodiereinheit: Als Kodiereinheit werden klar bedeutungstragende Elemente für die jeweilige Frage herangezogen.
- Kontexteinheit: Diese besteht aus dem jeweiligen transkribiertem Interview.
- Auswertungseinheit: Das endgültige Kategoriensystem bezieht sich immer auf das gesamte Material bzw. auf die Gesamtheit aller geführten Interviews.

### **6.5.9 Analyseschritte gemäß Ablaufmodell mittels Kategoriensystem**

Anhand des transkribierten Interviewmaterials wurde mithilfe von Interpretationsregeln, die zu einer zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse führten, folgende Schrittabfolge durchgeführt:

1. Paraphrasierung
2. Generalisierung auf ein Abstraktionsniveau
3. Reduktion auf ein Kategoriensystem

Für die Kategorienbildung wurde das vorher beschriebene induktive Verfahren angewandt, das auf den Fragen der Analyserichtung basiert.

### 6.5.10 Zusammenstellung der Ergebnisse und Interpretation in Richtung der Fragestellung

Die erste induktive Kategorienbildung baut auf der Erfragung nach dem Bedarf von SCADA Cloud Services auf. Hier stimmten die Aussage der Befragten in einigen Fällen überein. Auffällig ist, dass SCADA Systeme in allen Fällen einer Wartung unterzogen werden müssen und dass die Befragten allesamt wenig Erfahrungen mit Cloud-Services haben bzw. zumeist auch keine im Unternehmen benutzen. Eine weitere Übereinkunft in den Aussagen gab es bezüglich der fehlenden Updates von SCADA Systemen. Dies könnte der Insellösungen der SCADA Systeme geschuldet sein. Es scheint, als ob die Produkte für SCADA Lösungen ständig auf die Anforderungen der EndkundInnen angepasst werden. Hier ergibt sich aber ein kleiner Widerspruch, denn EndkundInnen können durch fehlende Updates keine neuen Features für Ihre Systeme bekommen. Der Bedarf von Cloud-Diensten für SCADA Systeme scheint besonders bei jenen KundInnen vorhanden zu sein, die zu wenig IT-Ressourcen für das Betreiben oder die Wartungen von IT-Systemen bereitstellen können. Bei Unternehmen mit ausreichenden IT-Ressourcen hingegen, ist anzunehmen, dass das Auslagern von Daten in fremde Unternehmensbereiche eher ein Randthema darstellt. Eventuell sind es Private Cloud Lösungen, die hier den Nachteil der Nichtnutzung von Public Cloud Lösungen ausgleichen.

Nr	Bedarf der Nutzung	Personen	Personen [%]
1	Wartungen müssen durchgeführt werden	4	100%
2	wenig Erfahrung mit Cloudservices	4	100%
3	bereits Cloud Services vorhanden	1	25%
4	Kunde muss zwischen Cloud und On-Premise wählen können	2	50%
5	KundInnen warten selbst	3	75%
6	Große Firmen wollen keine Software auslagern	1	25%
7	Kein Vorteil von Cloud- Services	2	50%
8	Clouddienste noch wenig genutzt im SCADA Bereich	3	75%
9	Abneigung von Personen gegenüber Clouddiensten	1	25%
10	SCADA Systeme bekommen keine Updates	4	100%
11	KundInnen oder IntegratorInnen liefern IT	2	50%
12	verwenden keine Clouddienste im Unternehmen	1	25%
13	IntegratorInnen müssen Systeme warten	2	50%
14	KundInnen treiben Innovationen	4	100%
15	UseCases für Cloud würde existieren	1	25%
16	Es werden in Zukunft SCADA Cloudservices eingesetzt.	3	75%
17	KundInnen ohne IT eher für Cloudlösungen	2	50%

Tabelle 4 Auswertung Bedarf Cloud-Services

Um zukünftig die SCADA Clouddienste besser an KundInnen bringen zu können, müssten folgende Anforderungen bezüglich dieser Dienste zusätzlich zu bestehenden SCADA Leistungen ermöglicht werden. Zu den wichtigsten Anforderungen gehört eine

Zugriffsmöglichkeit zu jeder Zeit und von jedem Ort auf das System. Auch die Usability wurde in den Interviews hervorgehoben. Besonders viel Wert legten die TeilnehmerInnen auch auf Performance- und Skalierbarkeitsanforderungen. Für die Erfassung dieser Features bzw. Anforderungen die IntegratorInnen von neuen SCADA Systemen wurden mithilfe von hypothetischen Fragen die größten Hürden und Ineffizienzen bei der Arbeit mit SCADA Systemen hinterfragt. Cloudlösungen könnten bei einigen der genannten Probleme Abhilfe schaffen. Einige Features die von interviewten Personen gefordert wurden, sind für in der Cloud gehostete Services selbstverständliche Features.

Nr	zukünftige Features die SCADA Cloud vorantreiben	Personen	Personen [%]
1	Datensicherheit in eigener Hand	3	75%
2	vor Ort Visualisierung muss immer funktionieren	3	75%
3	Erfassung aller Prozessdaten	1	25%
4	Skalierbarkeit von Systemen	3	75%
5	einfach konfigurierbare Datenhaltung	2	50%
6	gängige Schnittstellen müssen unterstützt werden	3	75%
7	Usability ist wichtig	4	100%
8	globale Verfügbarkeit bzw. Zugriff	4	100%
9	Perfomancesteigerung	3	75%
10	Automatische Tests von Fremdsystemen	1	25%
11	Benachrichtigungen vom System	1	25%
12	Redundanzfähigkeit muss gegeben sein	2	50%
13	einfachere Wartungen/Updates	2	50%
14	Systeme müssen zuverlässiger als bisherige sein	2	50%
15	Guter Support	2	50%
16	Webzugriff	2	50%
17	vorhersagbare Wartungen	1	25%

*Tabelle 5 Auswertung wichtiger Features Cloud-Services*

Für die letzte Unterfrage wurden Kategorien abermals induktiv aus den Antworten der Interviewten erstellt. In einem Punkt sind sich die befragten Personen einig. Es kann in Zukunft kein reines hybrides SCADA System geben, vielmehr müssen immer Komponenten vor Ort existieren. Dies dürfte der Wichtigkeit eines durchgängigen Betriebs von SCADA Komponenten geschuldet sein. Auch bei Ausfall der Internetkonnektivität muss das System noch vor Ort betreut werden können. An viele SCADA Systeme wird die Anforderung gestellt, eine durchgängige Reaktionsfähigkeit auf den Prozess zu bieten. Infrastrukturprobleme außerhalb des Unternehmensnetzwerks dürfen da den laufenden Betrieb der Prozessüberwachungen und Steuerungen nicht gefährden. Je mehr betriebsaufrechterhaltende Funktionen in das SCADA System wandern, desto wichtiger ist es diese Funktionen auf dezentralen Einheiten nahe der Feldebene zur Verfügung zu stellen. Es bedarf einer genauen Prüfung der KundInnenanforderungen für SCADA Projekte, da auch bei Ausfall von bestimmten Infrastrukturkomponenten ein Betrieb gewährleistet sein soll. Besonders in produktionsnahen Betrieben bedeuten Stillstandzeiten immer Verdienstentgang. Es bedarf großes Domänenwissen, um abwiegen zu können, welche Anforderungen auf welcher Ebene der Automatisierungspyramide umgesetzt werden können bzw. sollen.

Nr	Randbedingungen von SCADA Cloud Services	Personen	Personen [%]
1	Übersetzung von Automatisierungsprotokollen zu IT Protokollen	1	25%
2	Optionaler Cloudeinsatz	1	25%
3	Zwischenebene zwischen SPS und Leitsystem etablieren	1	25%
4	Hybrides System mit Komponenten in Cloud und vor Ort	4	100%

Tabelle 6 Auswertung der Randbedingungen von SCADA Cloud-Services

### 6.5.11 Anwendung der inhaltsanalytischen Gütekriterien

Um die Validität der Inhaltsanalyse sicherzustellen, wurden MitarbeiterInnen aus unterschiedlichen Unternehmen mit unterschiedlichen Größen befragt. Alle der teilnehmenden InterviewpartnerInnen verwenden unterschiedliche SCADA Systeme, um die Projekte der EndkundInnen umzusetzen.

Alle Aussagen der transkribierten Interviews wurden in das oben beschriebene Kategoriensystem eingeordnet, womit eine reproduzierbares Ergebnis der Auswertung sichergestellt wurde.

## 6.6 Zusammenfassung

Durch die Interviews wurden mithilfe einer qualitativen Inhaltsanalyse, die Anforderungen, die erfahrene SCADA SystemintegratorInnen an ein Cloud-gestütztes SCADA System stellen, erhoben. Es hat sich bestätigt, dass noch sehr wenige der Unternehmen aktuell Cloud-Services für den SCADA Bereich einsetzen. Obwohl die Anforderungen an IT-Systeme und damit der Umfang der Wartungen steigt, wird der Großteil der eingesetzten SCADA Systeme mit traditionellen Systemen verwirklicht. Diese sind zumeist von der Außenwelt bzw. dem Internet durch IT-Barrieren abgetrennt. Solche Inselbetriebe bieten für IntegratorInnen scheinbar ausreichende Sicherheits- und Systemfunktionen, denn es gibt in diesem Bereich noch immer so gut wie keine Updates, sobald die Systeme ausgeliefert werden. Ein solches Bild deckt sich nicht mit dem gängigen Trend in der IT bzw. den aktuellen Entwicklungsprozessen der Softwareentwicklung. In der agilen Umsetzung von Softwareprodukten kommt es ständig zu schrittweisen Verbesserungen und immer kürzer werdenden Releasezyklen. Durch Abschottung der Systeme werden hier auch die Möglichkeiten der SCADA SystemherstellerInnen eingeschränkt. Eine agile Entwicklungsstrategie strebt nach „Continuous Deployment“ bzw. einer ständigen Auslieferung von verbesserten Softwarekomponenten. In diesem Fall werden Vorteile im SCADA Bereich wohl durch eine vermeintlich bessere IT-Sicherheit und größere Zuverlässigkeit aufgegeben. Es ist anzuzweifeln, inwieweit dieser Gedankengang als aktuell und sinnvoll zu bezeichnen ist. Dagegen spricht, dass in modernen Softwarelösungen trotz ständiger Weiterentwicklungen und Deployments im Produktionsbetrieb, mithilfe technischer Werkzeuge der Betrieb von Softwaresystemen nahezu unterbrechungslos aufrechterhalten werden.

Es lässt sich mit den geführten Interviews nicht für die Allgemeinheit beantworten, ob es Cloud Services für SCADA Systeme gibt, die von SCADA Herstellerinnen noch nicht umgesetzt wurden, da SCADA Cloud-Services von den Befragten noch zu wenig benutzt werden. Die Auswertung des Inhalts deutet jedoch auf fehlende Services im SCADA Bereich hin. Die IntegratorInnen wünschen sich skalierbare Systeme mit hoher Performance. Durch Einsatz von Cloud-Services können diese Anforderungen unterstützt werden. Um nähere Informationen über Wünsche von KundInnen zu bekommen, könnten in zukünftigen Arbeiten Forschungsmengen mit einer größeren Menge an Stichproben weitere Einblicke liefern.

## 7 CASE STUDY

Im vorigen Kapitel wurde mithilfe von qualitativen Forschungsmethoden untersucht, wie Cloud-Services für SCADA Systeme beschaffen sein müssten, um diese für EndkundInnen und IntegratorInnen attraktiver zu machen. Anhand der Ergebnisse dieser Untersuchung sollen nun Möglichkeiten gefunden werden, gewünschte Cloud Services umzusetzen. Eine Neuentwicklung eines SCADA Systems, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Deshalb wird versucht, bestehende Funktionen eines SCADA Systems soweit anzupassen, dass dieses Cloud-fähig wird und den Resultaten bzw. Anforderungen der durchgeführten Untersuchung entspricht. Die Möglichkeit der Migration bestehender SCADA Services soll überprüft werden. Zusätzlich soll ein grober Vorgehensplan entwickelt werden, anhand welchem On-Premise Services migriert werden können. Die Fallstudie soll zeigen, wie man bestehende SCADA Services Cloud-fähig machen kann. In Kapitel 4.2 werden die Schritte für eine Migration von bestehenden SCADA Services für die Cloudumgebung dargestellt. Zu Beginn der Fallstudie wird ein traditionelles SCADA Software-Artefakt ausgewählt und die Anforderungen an System erhoben.

### 7.1 Wahl des Untersuchungsobjekts

Aufgrund der Kooperation dieser Arbeit mit der Organisation evon GmbH und deren Bereitschaft, Source Code für die Fallstudie zur Verfügung zu stellen, wird anhand eines SCADA Produkts der Firma evon, die Möglichkeit einer Cloudmigration demonstriert. Das SCADA Produkt, mit dem die Migration durchgeführt werden soll, heißt XAMControl. Das Produkt ist seit einigen Jahren in vielen Bereichen der Prozessindustrie, Verkehrs- und Gebäudeleittechnik im Einsatz und wird ständig weiterentwickelt. Da dieses Softwareprodukt modular aufgebaut wurde und eine vollständige Cloudmigration des Produkts den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, wird nur ein Teil davon in dieser Fallstudie migriert. In Kapitel 2.1 geht hervor, dass die Alarmierung von Usern und Userinnen zu einer klassischen Anforderung an SCADA Systeme gehört. Basierend darauf wird versucht, in der vorliegenden Arbeit Services zu erarbeiten, die im Cloud-Kontext einen Mehrwert für die KundInnen liefern können. Das XAMControl Produkt ist ein in .NET verfasstes Softwareprodukt, welches ermöglicht, verteilte Automatisierungslösungen zu steuern bzw. zu überwachen. Bisher ist das Produkt ausschließlich als On-Premise Lösung verfügbar. Alle Komponenten müssen sich im Netzwerk der EndkundInnen befinden. Sie sind als Service-oriented architecture (SOA) implementiert, d.h. einzelne Komponenten kommunizieren über Netzwerkschnittstellen miteinander.

### 7.2 Analyse des Untersuchungsobjekts

Für einen Überblick, werden allen voran das Bestandsystem und die zu leistenden Anforderungen des migrierenden Systems analysiert.

XAMControl ist ein Leitsystem, welches den Automatisierungsbereich von der Visualisierung bis zur Feldebene abdeckt. Es ist für größere Automatisierungsprojekte gedacht und wird vorrangig in drei großen Bereichen eingesetzt:

- Gebäudeleittechnik
- Verkehrsmanagement
- Prozessleittechnik.

Es wurde mithilfe der Programmiersprache C# entwickelt und verwendet das Betriebssystem Windows. Ein Kernfeature des Systems ist die Kombination aus SPS Programmierung und Hochsprache. Seine BedienerInnen sollen ohne große Programmierkenntnisse Komponenten erstellen können, die automatisierte Abläufe durchführen. Diese werden mit eingebetteten GUI Tools dargestellt und verbinden sich mit den Prozessen, um schnell modifizierbare Automatisierungsabläufe zu integrieren.

### **7.2.1 Analyse des Bestandssystems**

Die Alarmierungsfunktionen des Produkts wurden innerhalb der SOA als eigenständige Komponente implementiert. Mithilfe der Programmiersprache C# entwickelt, verwendet es Windows Communication Framework (WCF) um mit anderen Diensten innerhalb der SOA zu kommunizieren. Mit WCF ist es möglich Remote Procedure Calls zwischen WCF Client und WCF Server zu verwenden. Dazu ist ein „Data Contract“ notwendig, um die Schnittstelle zu definieren. Für die Persistierung der Daten wird eine Microsoft SQL Datenbank verwendet. Um Daten von der Datenbank in die Software zu laden wird das Object Relational Mapping (ORM)-Framework „Entity Framework“ verwendet. Das System besitzt für Hochverfügbarkeitsanforderungen eine Redundanzfunktion. In Abbildung 25 wird diese dargestellt. Es handelt sich um eine applikationsseitige Redundanzfunktion, bei der ein Main und ein Standby System verwendet werden. Sollte das Main System nicht erreichbar oder fehlerhaft sein, übernimmt das Standby System und der Betrieb kann weiter aufrechterhalten werden.

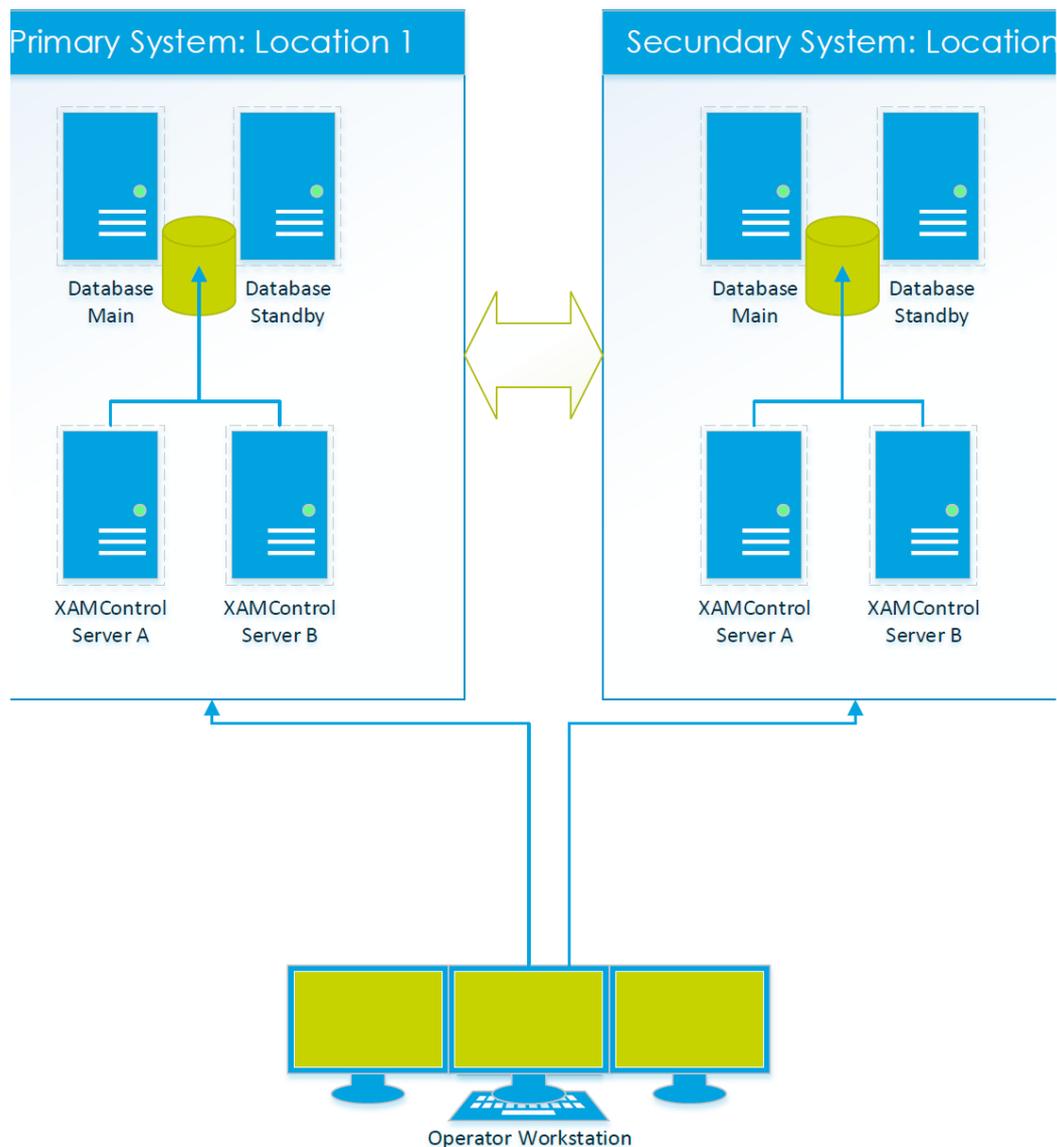


Abbildung 25 Bestehende Redundanzfunktionalität

## 7.2.2 Anforderungsanalyse des Untersuchungsobjekts

Das Alarmsystem soll wichtige Ereignisse als Informationen für BedienerInnen bereitstellen. Dazu können Eigenschaften von Prozesskomponenten als Alarmmeldungen deklariert werden. Im Alarmfall wird kategorisiert und allen Visualisierungen zur Verfügung gestellt. Das Alarmsystem soll fehlerhafte physikalische oder logische Zustände des Gesamtsystems visualisieren. Die Alarme müssen den BenutzerInnen angezeigt werden. Je nach Bedarf können diese als quittierpflichtig deklariert werden. Des Weiteren müssen diese archiviert werden. Es muss möglich sein, allgemeine Meldungen in das Alarmsystem aufzunehmen und zu verwalten. Eine Systemanforderung, die an das SCADA System gestellt und im Legacy System umgesetzt wurde, ist die autonome Funktion der RTU Services. Die autarken Betriebsfunktionen sollen weitestgehend möglichst in der Feldebene passieren. Auf der anderen Seite bietet das Produkt auch Clients für das HMI. Daraus resultiert die Anforderung,

dass alle Alarme zuerst im RTU aufschlagen und verarbeitet werden sollen und danach an das MTU in der Cloud weitergeleitet werden. Daraus lässt sich ebenfalls eine Hybrid-Cloud Anforderung ableiten.

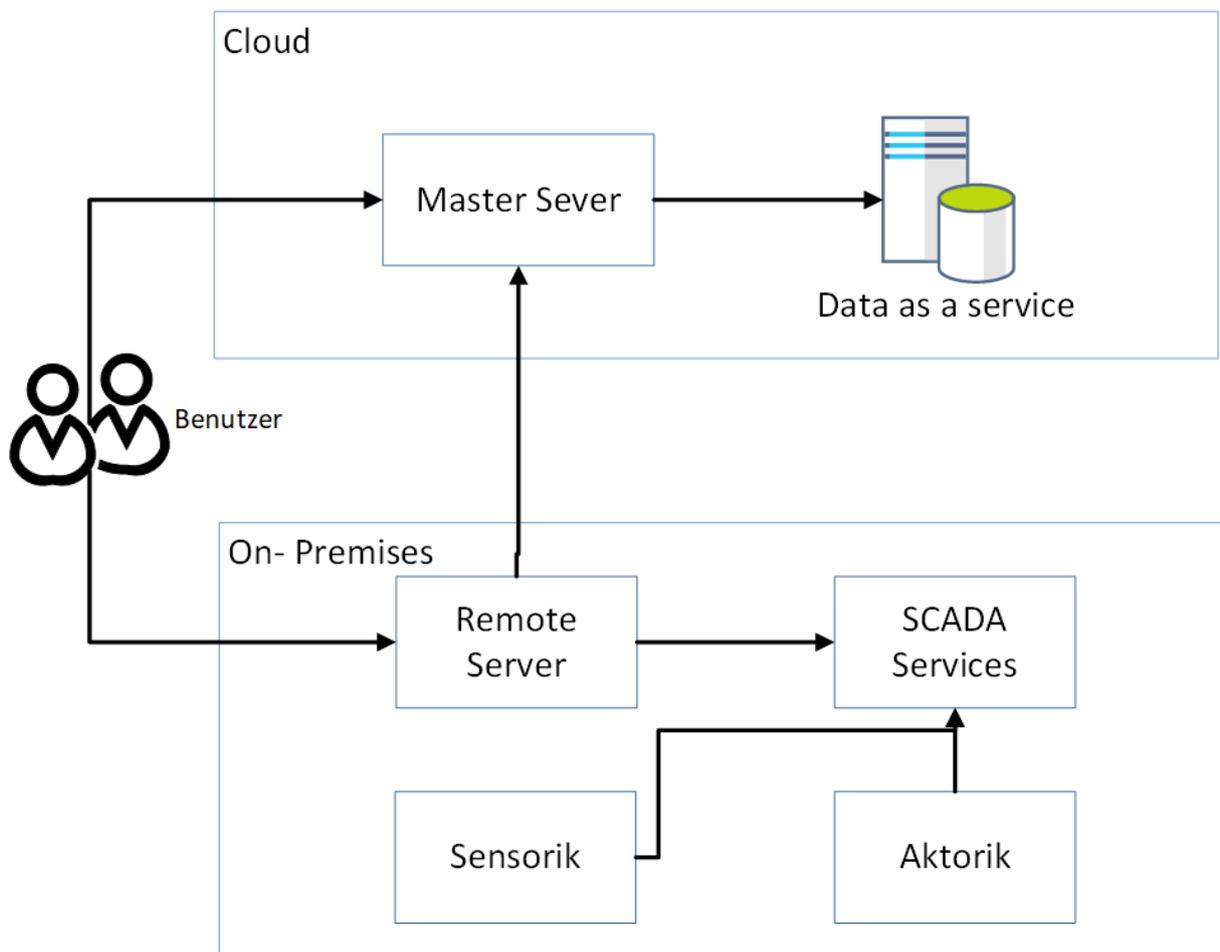


Abbildung 26 Hybrid Cloud Konzept (Quelle: eigene Darstellung)

Auch bei Ausfall von zentralen Komponenten in der Cloud oder Internetproblemen am Standort muss es möglich sein, über das lokale Netzwerk die Feldebene durch eine autarke RTU Einheit zu bedienen. Daraus entsteht eine Replikationsanforderung für die zu verarbeiteten Daten. Auf diese Anforderung wird später näher eingegangen.

Die bestehende Architektur dieser Alarmkomponente wird in Abbildung 27 abgebildet.

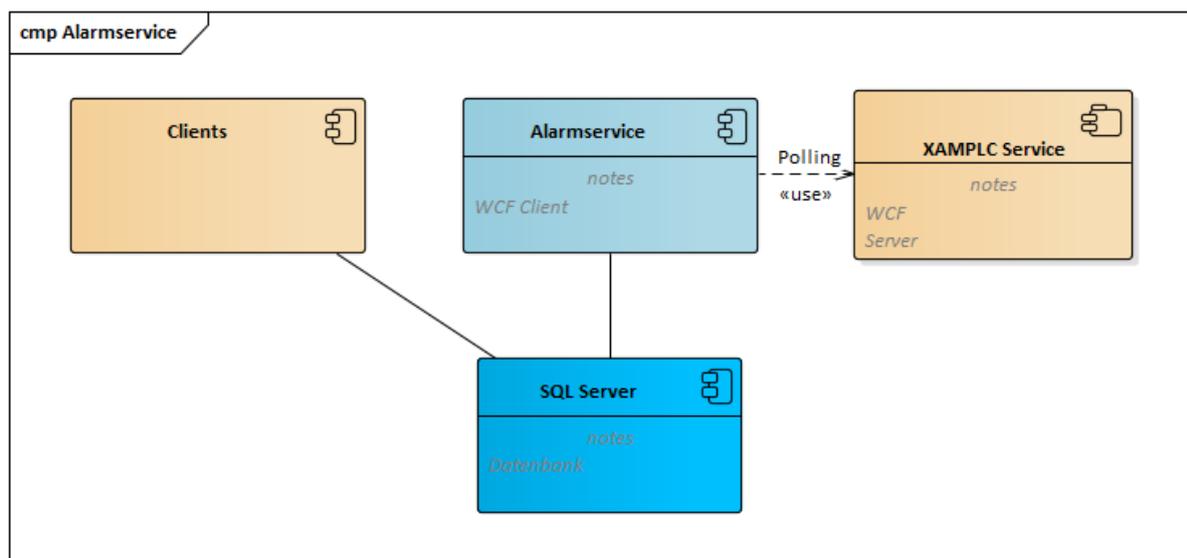


Abbildung 27 Legacy Systemarchitektur

Nach Analyse der Komponenten sind Eigenschaften erkennbar, die für die Cloud Umgebung nicht optimal sind. Das zu migrierende Service ist nicht widerstandsfähig gegenüber Ausfällen. Es gibt starke Austauschkommunikation mit anderen Services. Ein weiteres Service, das Daten für die Alarmierung zur Verfügung stellt, wird periodisch abgefragt (polling) um neue Informationen zu gewinnen. Als Nachteil ist zu nennen, dass der Redundanzmechanismus nur eingeschränkt gewährleistet wird. Dazu wird zu jeder Redundanzkomponente ein Alarmservice gestartet und applikationsseitig eine Redundanz implementiert. Daraus ergeben sich grobe Einschränkungen bezüglich der Skalierbarkeit. Um Cloud-Computing verwirklichen zu können, sollten diese Eigenschaften der Software angepasst werden. Um die Vorteile der Cloud-Umgebung sinnvoll nutzen zu können, wird eine Microservice-Architektur angestrebt. Für die Erstellung des Microservices gilt es initial zu erarbeiten, welche Funktionalitäten mit dem Service abgedeckt werden sollen und welcher Teil der Domäne diese bieten soll. Für eine Anforderungs- und Kontextanalyse wurde in Abbildung 28 ein aufgebohrtes „Use-Case“-Diagramm verwendet. In diesem werden das System und seine Umsysteme initial dargestellt. Auch die Kernaufgaben des Dienstes werden mit diesem Diagramm illustriert.

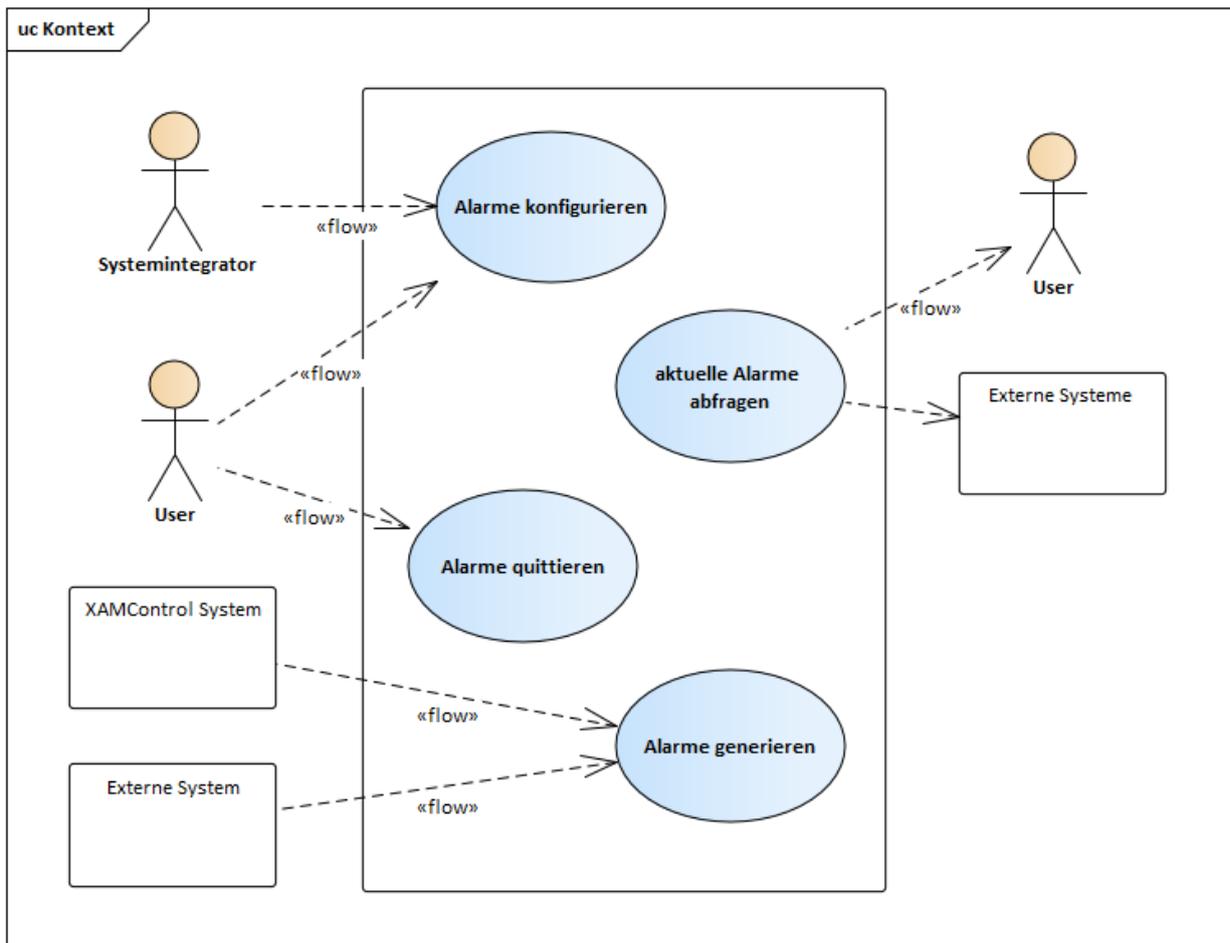


Abbildung 28 Kontextdiagramm

Aus dem Diagramm in Abbildung 28 können folgende Use-Cases abgelesen werden. Im folgenden Absatz wird näher auf sie eingegangen.

- Alarme konfigurieren:
  - SystemintegratorInnen, und in manchen Fällen auch EnduserInnen, müssen Signale, die im System ankommen als Alarme deklarieren können. Dann soll es ihnen möglich sein, in Kategorien eingeteilt zu werden. Diese Kategorien werden für die Visualisierung benötigt, um den UserInnen, Alarme in Abhängigkeit ihrer Priorität anzeigen zu können. So können nach Inbetriebnahme Alarme nach Priorität geordnet werden und auch die Prozessabläufe der Alarmkategorien geändert werden. Zusätzlich ist es in einer Konfigurationsoberfläche möglich, die visuelle Darstellung (z.B. Farbe und zugehörige Icons) zu modifizieren. Die Konfigurationsoberfläche wird dargestellt in Abbildung 30.
- Aktuelle Alarme abfragen:
  - Es muss jederzeit möglich sein, die aktuellen, im abgebildeten System anstehend Alarme, darzustellen und diese für UserInnen erkenntlich zu machen. Dies kann sowohl über die Frontendkomponenten von XAMControl

(Abbildung 29) erfolgen als auch über externe Schnittstellen, mit denen sich externe Systeme Informationen aus diesem Kontext holen können. Ein entsprechender Anwendungsfall wäre z.B. ein Alarmierungssystem, das bei Auftreten bestimmter kategorisierter Alarme, Aktionen in externen Systemen (z.B. Versenden von E-Mails usw.) anstößt.

Messages - 290	Alias	Position	Come	Gone	P...	Acknowledged	Acknowled...	Group	D...
Produktionsofen:Einlauftemperatur: Warnung Temp...	Temperatur Ofeneinla	Ofen.Einlauf.Sensor.Temperaturwar...	15.10.2019 17:35:5		1	15.10.2019 17:55:1	Putz	WarningG	
Produktionsofen:Einlauftemperatur: Warnung Temp...	Temperatur Ofeneinla	Ofen.Einlauf.Sensor.Temperaturwar...	15.10.2019 17:37:5		1	15.10.2019 17:55:1	Putz	WarningG	
Prozesstank:Füllsensor: Füllstand erreicht	Tank AW1 Sensor UD1	Prozesstank1.LimitReached	15.10.2019 17:37:5		3	15.10.2019 17:55:1	Putz	Ersatzwert	
Prozesstank:Füllsensor: Füllstand erreicht	Tank AW1 Sensor UC	Prozesstank1.LimitReached	15.10.2019 17:35:		3	15.10.2019 17:55:	Putz	Ersatzwert	
ALARMRPU - Remark: Alarm Nr: 3	alarmalias test:	ALARM_RPU.AlarmProperty3	15.10.2019 17:17:3	15.10.2019 17:17:3	3			Default	
ALARMRPU - Remark: Alarm Nr: 2	alarmalias test:	ALARM_RPU.AlarmProperty2	15.10.2019 17:17:3	15.10.2019 17:17:3	3			Default	
ALARMRPU - Remark: Alarm Nr: 1	alarmalias test:	ALARM_RPU.AlarmProperty1	15.10.2019 17:17:3	15.10.2019 17:17:3	3			Default	
ALARMRPU - Remark: Alarm Nr: 9	alarmalias test:	ALARM_RPU.AlarmProperty9	15.10.2019 17:17:3	15.10.2019 17:17:3	3			Default	
ALARMRPU - Remark: Alarm Nr: 8	alarmalias test:	ALARM_RPU.AlarmProperty8	15.10.2019 17:17:3	15.10.2019 17:17:3	3			Default	
ALARMRPU - Remark: Alarm Nr: 7	alarmalias test:	ALARM_RPU.AlarmProperty7	15.10.2019 17:17:3	15.10.2019 17:17:3	3			Default	

Abbildung 29 Darstellung der Alarme in Listenform am Client

- Alarme quittieren:
  - Verschiedene Alarme erfordern unterschiedliche Reaktionen von OperatorInnen. Es muss möglich sein, eine Meldung als quittiert zu kennzeichnen, damit erkenntlich wird, ob es sich um einen neuen Alarm handelt oder ob die verantwortlichen Personen das Problem bereits registriert haben.
- Alarme generieren:
  - Der modellierte Prozess muss in XAMControl konfiguriert werden können, damit bei Erreichen bestimmter logischer oder physikalischer Signale eine Nachricht vom System an die Alarmkomponenten gesendet werden kann und dieser dann einen adäquaten Alarm erstellt, der von OperatorInnen oder externen Systemen ausgewertet werden kann.

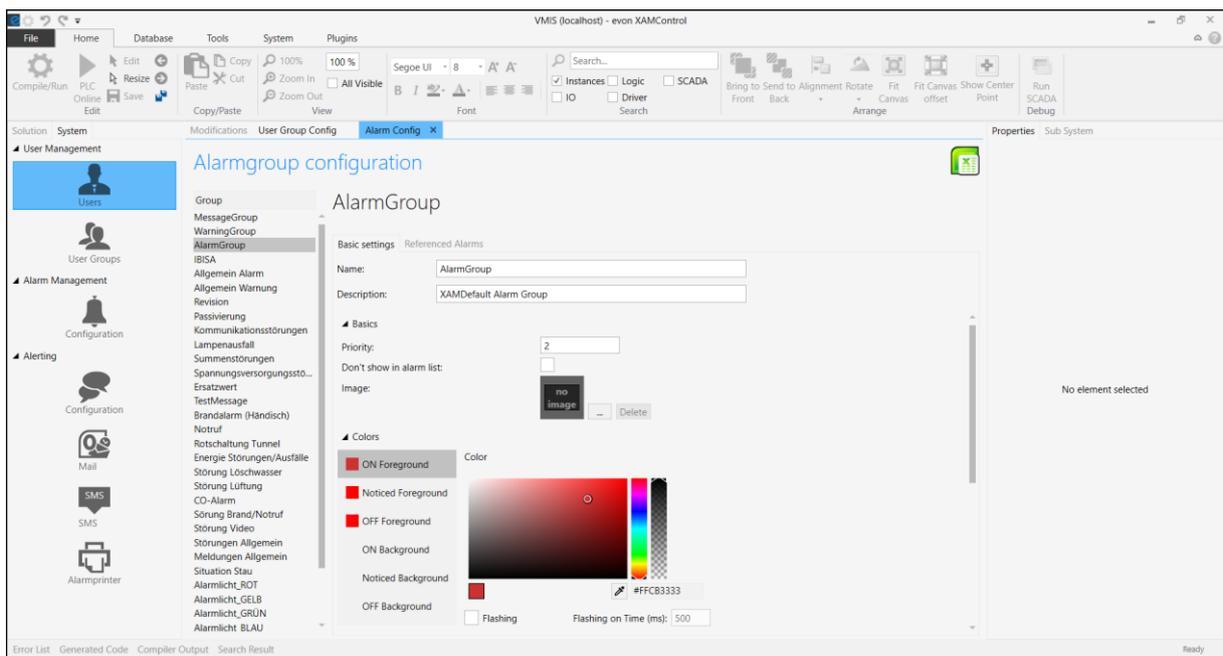


Abbildung 30 Konfiguration Alarmgruppen

## 7.3 Migrationsstrategie

Um die Migration des Alarmsystems durchführen zu können, bedarf es der Erarbeitung einer Migrationsstrategie. Wie in Kapitel 4.3 beschrieben, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten für eine Migration von SCADA Services. Möglich wäre beispielsweise eine Lift & Shift Methode für dieses Service anzuwenden. Damit wäre die Cloud-Migration sehr schnell abgeschlossen. Für bestimmte KundInnen reicht bereits diese kleine Maßnahme aus, einen Mehrwert zu liefern. Sollen die Vorteile der Cloud-Umgebung aber wirklich genutzt werden, muss die Applikation angepasst und an das Cloud-Hosting optimiert werden. Um durch die Migration den größtmöglichen Wettbewerbsvorteil für EndkundInnen zu erreichen, ist das der Ansatz, der für die Feldstudie gewählt wurde. Die Software wird also für die Cloud neu geschrieben bzw. entwickelt.

### 7.3.1 Architektur

Wie in Kapitel 4.3.1 beschrieben, ist eine Microservice Architektur für die Cloud Migration hilfreich. Eine „Big Bang“-Umstellung bzw. eine komplette Überarbeitung des gesamten Produkts ist meist nicht sinnvoll und im Rahmen dieser Arbeit auch nicht umsetzbar. Daher wird die Funktionalität des Alarmsystems aus dem System extrahiert und mittels eigenem Microservice umgesetzt. Die Businesslogik wird aus dem alten System extrahiert und in ein neues Service portiert. Das alte System bestand aus .NET WCF Services. Um hier einen nicht zu großen Systembruch zu erzeugen, wird für das Service ein ASP .NET Core Service verwendet. Der Vorteil dieses Frameworks liegt in der Leichtigkeit und Plattformunabhängigkeit zum alten Framework. Diese Architekturentscheidungen sind für eine Migration wichtig und müssen dokumentiert werden, um später die Beweggründe für die Änderungen rekonstruieren zu können. Ein großes Potential bei der Implementierung von effizienten und effektiven Microservices liefert die Umsetzung nach Domain Driven Design. Dazu werden die Domänen in Kontexte gegliedert und mithilfe von DomänenexpertInnen die Umsetzung durchgeführt. Vorteil dieses Ansatzes ist eine vereinheitlichte Sprache zwischen DomänenexpertInnen und SoftwareentwicklerInnen.

### 7.3.2 Schnittstellen

Entsprechend unserer Microserviceanforderungen wurde in dieser Arbeit eine Möglichkeit gesucht, Nachrichten asynchron über ein Pub/Sub System zu verteilen. Die Kommunikation bzw. die Schnittstellen zwischen den Microservices sind für diese Architektur die wahrscheinlich kritischsten Komponenten. Für das Vorhaben kamen mehrere Technologien und Produkte in Frage. Für diese Arbeit wurde Apache Kafka als Messaging Technologie gewählt. Die Entscheidung dafür fiel aufgrund der vielen Features bezüglich der Datenreplikation. Da sowohl lokal als auch in der Cloud Komponenten für Messaging verfügbar sein sollen und eine Datenreplikation aus den Anforderungen extrahiert wurde, fiel diese Wahl auf dieses Open Source Tool.

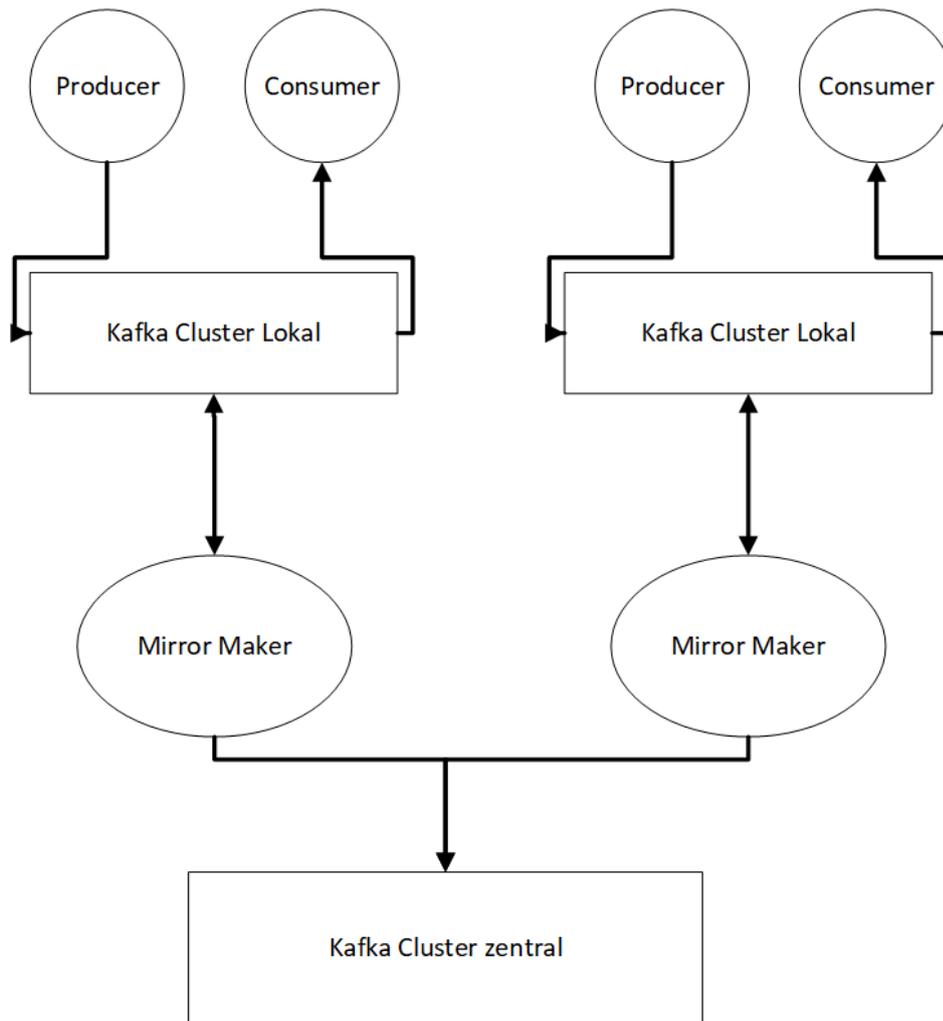


Abbildung 31 Kafka Replikationsmechanismen (in Anlehnung an Narkhede et al., 2017)

Um Daten für die Clients aufzubereiten und sie verfügbar zu machen, wurden für diese Fallstudie REST Endpunkte, mit denen gewünschte Daten abgefragt werden können, verwendet. Mithilfe des Swagger Frameworks können Personen ohne viel Aufwand die Datenstruktur abfragen und sich Tools oder Clients für das Service bauen.

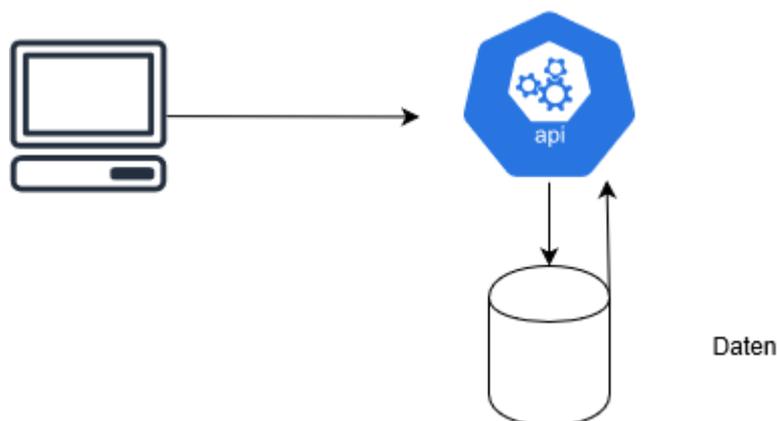


Abbildung 32 REST Endpunkte für Clients

Aus den Anforderungen an die Quittierung und Abfrage von Alarmen ergibt sich, dass eine bidirektionale Kommunikation für die Clients von Vorteil wäre. Hier gibt es mehrere Möglichkeiten, um über einen

Kanal Nachrichten auszutauschen. Eine Möglichkeit davon, zeitgleich die in dieser Fallstudie umgesetzte, ist das Verwenden von Websockets. Im Gegensatz zum Polling bleibt hier eine Verbindung zum Client bestehen, was bewirkt, dass der Client nicht dauernd neue Daten erfragen muss, sondern nach Pub/Sub Prinzip neue Daten mitbekommt. Für ASP .Net Core steht eine WebSocket Abstraktion zur Verfügung, mit der Server auf Clients Methoden aufrufen und die benötigten Daten mitschicken können. Hier wurde für die Fallstudie ASP .Net Core SignalR verwendet.

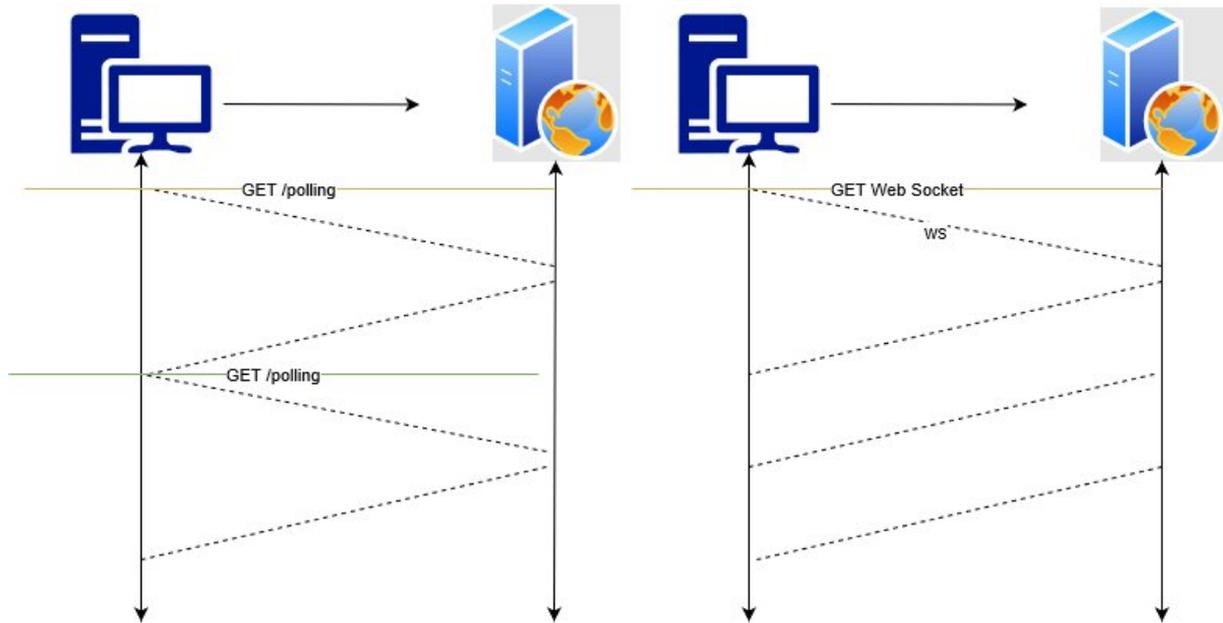


Abbildung 33 Rest gegenüber Websocket

### 7.3.3 Wahl der Cloudinfrastruktur

Für vorliegende Fallstudie fiel die Wahl die Microsoft Azure Platform. Nahezu alle Cloudanbieter liefern für die genannten Anforderungen eine ähnliche Performance. Mit Azure ist es allerdings möglich, mithilfe des Dienstes Azure EventHub einen Messagingservice mit Kafka Protokoll zu nutzen, ohne einen zusätzlichen Cluster einrichten zu müssen. Da die Feldstudie nur einen Prototypen einer Produktionsumgebung evaluieren soll, muss nicht weitergehend bezüglich des Betriebs evaluiert werden. Für einen produktiven Betrieb der Hybridumgebung könnten zusätzliche Hybrid-Cloud Management Frameworks eingesetzt werden, um den Betrieb innerhalb der Clouds und auf der privaten Infrastruktur der EndkundInnen zu vereinheitlichen.

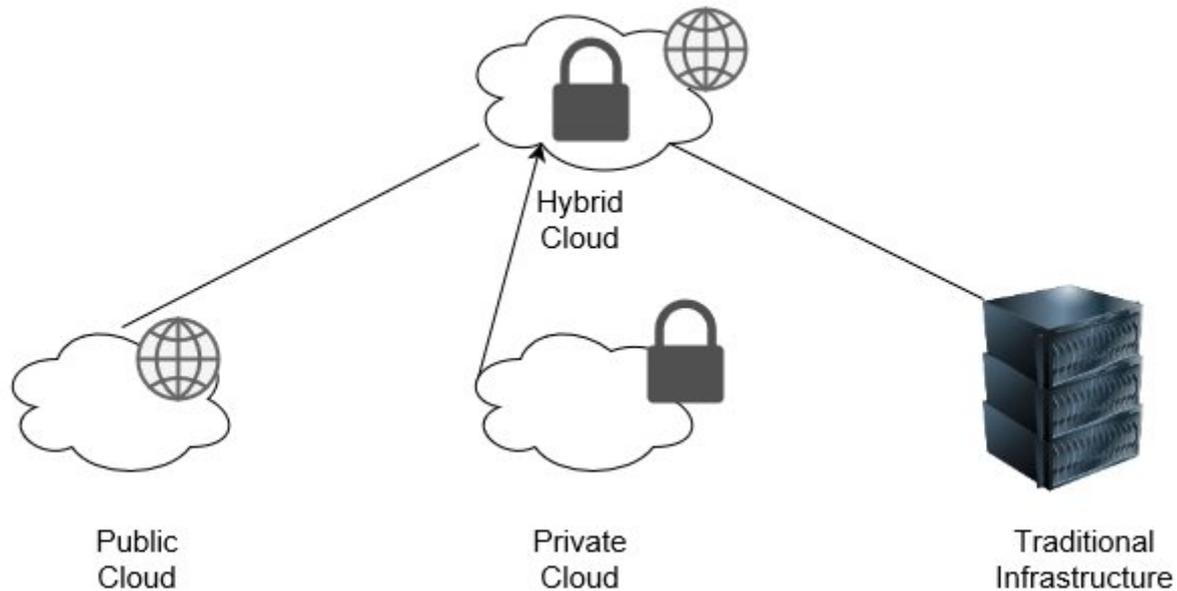


Abbildung 34 Verschiedene Cloud-Modelle

### 7.3.4 Containertechnologie

Um eine von der eingesetzten Cloud unabhängige Lösung zu erarbeiten, werden die Microservices mit Containertechnologien umgesetzt. Dies bietet in Hinblick auf die Portierbarkeit zwischen den Systemen einen großen Vorteil. Somit ist es möglich zwischen Testumgebung und Produktivumgebung ein fast identes System auszuliefern. Die Containertechnologien können dann mithilfe eines Orchestrators auf den zugehörigen Nodes bereitgestellt werden. Da es die gängigsten Orchestratoren auf allen großen Cloudplattformen als Serviceangebot gibt, wird der Lock-In Effekt verkleinert. Die Container werden als Docker Container umgesetzt. In der Azure Cloud gibt es ein Azure Kubernetes Service, das einen SaaS Orchestrator für die Ausführung der Container bietet. Dieses Service ermöglicht eine Bereitstellung einer einfach skalierbaren Containerinfrastruktur.

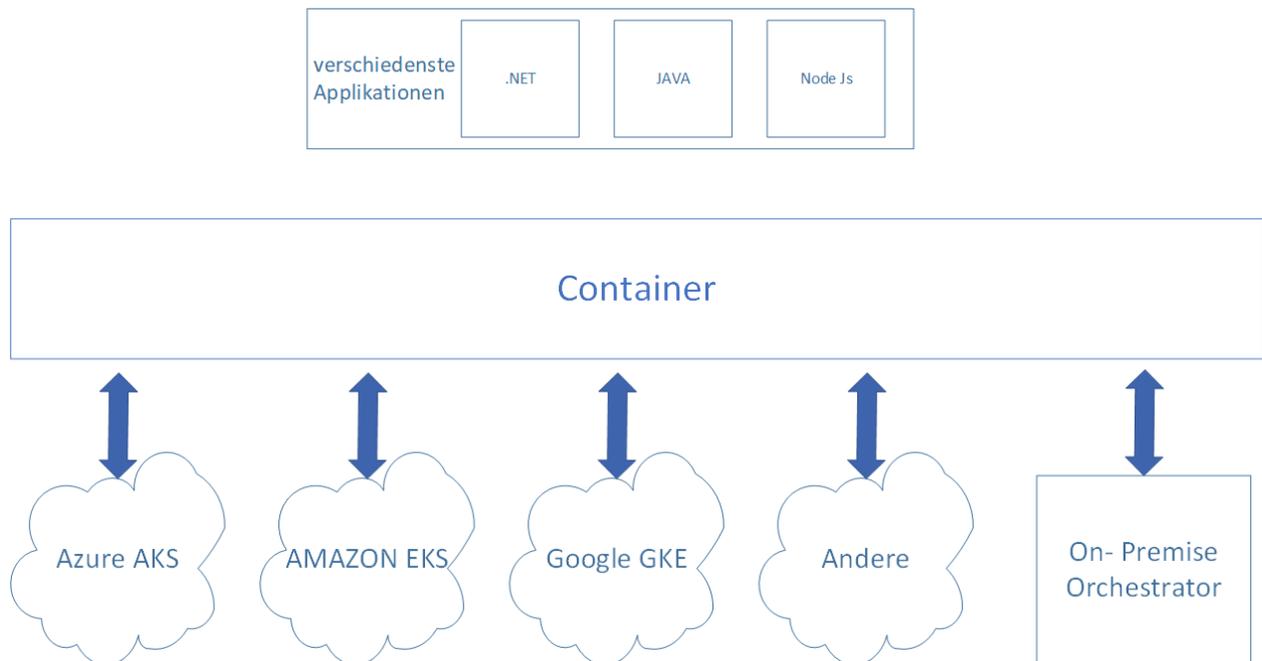


Abbildung 35 Unabhängigkeit vom Cloudanbieter durch Container (Quelle: eigene Darstellung)

### 7.3.5 Persistierung

Für die Persistierung wurden bisher Entity Framework und eine SQL-Datenbank verwendet. Diese können mithilfe von Mechanismen, wie z.B. Mirroring, die Verfügbarkeit erhöhen. Hier muss ebenfalls ein für die Cloud skalierbares Modell verwendet werden, da bei der Persistierung sonst Leistungsengpässe entstehen können. Azure stellt dafür eine SQL Datenbank zur Verfügung, mit der man ohne zusätzlichen Entwicklungsaufwand eine skalierbare und bei Bedarf hochverfügbare Datenbank Lösung erhält, die man an seine Bedürfnisse anpassen bzw. konfigurieren kann.

## 7.4 Durchführung der Migration

Aus den Anforderungen wird laut DDD ein „Bounded Context“ erarbeitet, mit dem alle notwendigen Daten, die für eine autarke Funktionsweise notwendig sind, zur Verfügung stehen. Danach kann mit diesen Informationen auf Schnittstellen zu Komponenten außerhalb dieses Kontexts geschlossen werden. In Abbildung 36 wurden der relevante Kontext und die Informationsflüsse visualisiert. Eine besondere Herausforderung stellt im „Bounded Context“ das Finden von effizienten Aggregaten dar. Diese können zugleich als Transaktionsgrenzen angesehen werden.

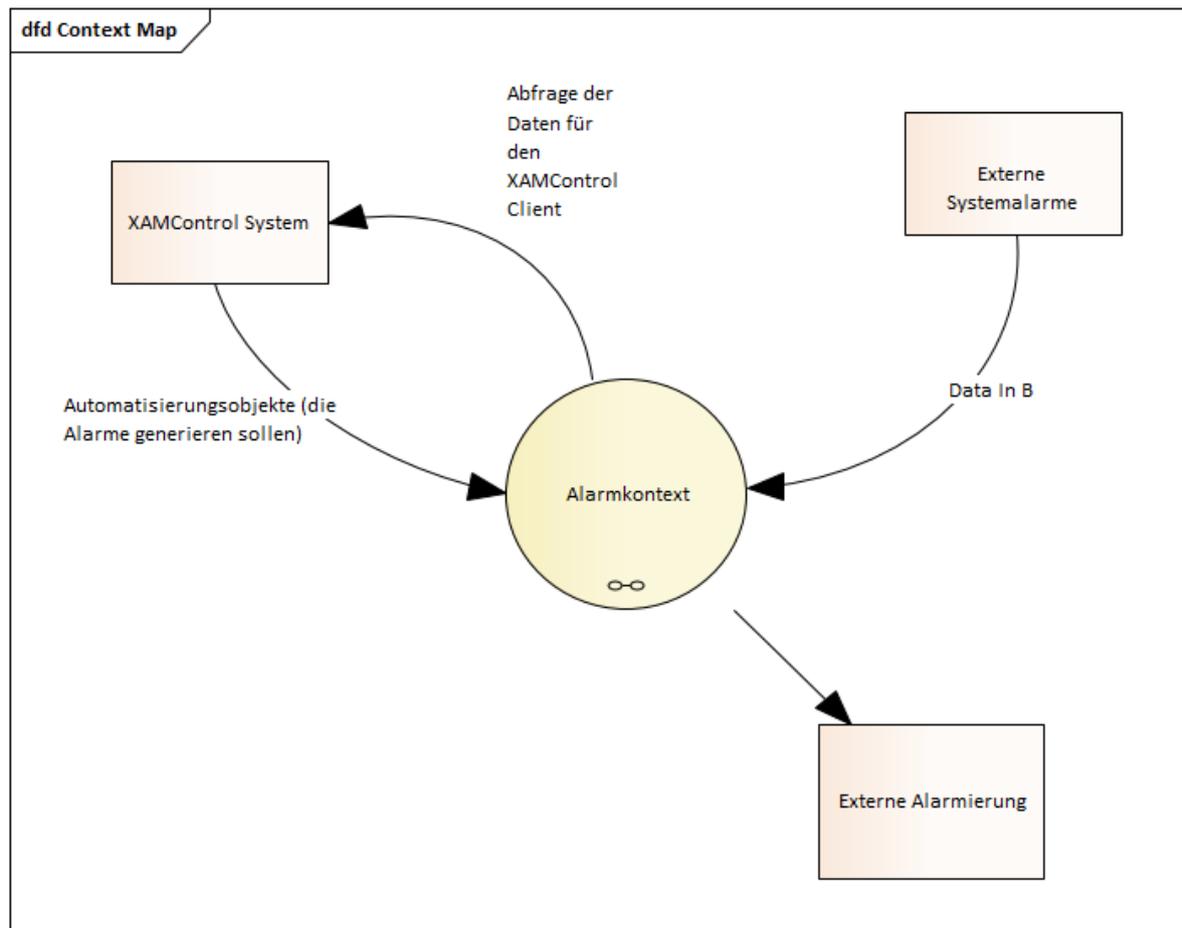


Abbildung 36 Context Map für das Alarmsystem

### 7.4.1 Transaktionsgrenzen festlegen

Bei der Umsetzung ist darauf zu achten, dass pro Service ein „Anti Corruption Layer“ für die Schnittstellen implementiert wird, da ansonsten starke Abhängigkeiten zu Kommunikationstechnologien im System entstehen, was die Software für zukünftige Änderungen schwergewichtiger und langsamer machen kann. Kerngedanke hinter DDD ist eine stark geschäftsorientierte Softwareentwicklung, in der aktuellen IT-Technologien und Frameworks nur eine untergeordnete Rolle zugeteilt wird. Bei Missachten dieser Prinzipien kann die Software schnell altern bzw. erodieren und den Status eines „Big Ball of Mud“ einnehmen. Für die Software sind folgende Transaktionsgrenzen zu beachten, die innerhalb des hier entwickelten Service selbstverständlich auch berücksichtigt werden:

- Alarmer
- Alarmgruppen
- Betriebsmittel
- Betriebsmitteleigenschaften

In Tabelle 7 werden die relevanten Schnittstellen und deren Datenarten für den untersuchten Kontext identifiziert.

Daten	Beschreibung	Datenbeziehung	Kontext
<b>Instanzen</b>	Automatisierungsobjekte (z.B. Sensor)	<b>Customer/Supplier</b>	XAMControl System
<b>Properties</b>	Automatisierungseigenschaften (z.B. Füllstandsgrenze erreicht)	<b>Customer/Supplier</b>	XAMControl System
<b>Externe Alarme</b>	Alarme ohne modelliertes Objekt (z.B. Systemfehler extern)		Externe Systemalarme
<b>Externe Alarmierung</b>	Alarme, die vom System generiert werden und zur Alarmierung von Mensch oder Maschine dienen	<b>Customer/Supplier</b>	Externe Alarmierung

Tabelle 7 Datenarten im Alarmkontext

#### 7.4.2 Skalierbarkeit umsetzen

Das bestehende System kann mit einer bestimmten Last umgehen. Die Performance mag für einzelne Insellösungen zwar ausreichend sein, bei der Integration von vielen Standorten oder Anlagen wird das System aufgrund der fehlenden skalierbaren Komponenten aber an seine Grenzen stoßen. Eine mögliche Alternative für das Alarmservice in der Cloud ist eine horizontale Skalierung (Abbildung 37). Da unsere Microservices weitestgehend „stateless“ implementiert werden, ist eine Vervielfachung der Webservices, die Anfragen von den Clients entgegennehmen, für die Cloud eine passende Variante. Für die serverseitige Skalierung, bzw. der Verteilung von Nachrichten im System, werden im Apache Kafka Umfeld verschiedene Funktionen zur Verfügung gestellt, die eine hochskalierbare Verteilung ermöglichen.

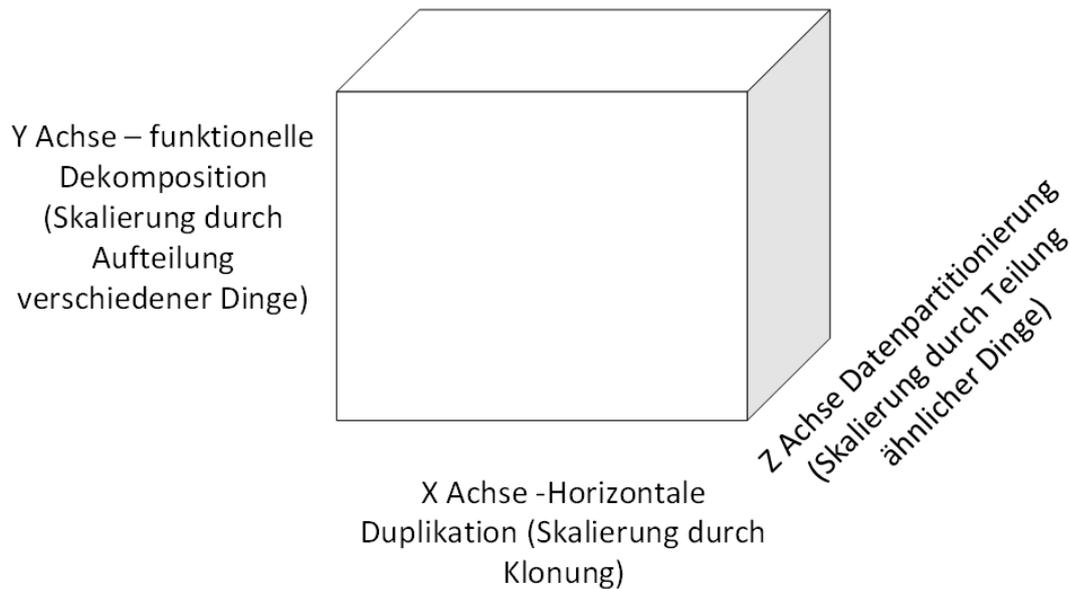


Abbildung 37 Möglichkeiten der Skalierung (Abbott & Fisher, 2015)

Für die Umsetzung einer skalierbaren Lösung für den Messagingdienst stehen verschiedene Skalierungsmöglichkeiten zur Verfügung. Mit dem Prinzip von „Competing Consumers“ können sich beliebig viele Serviceinstanzen auf eine bestimmte Nachrichtenart anmelden und dadurch wird gewährleistet, dass nur eine dieser Instanzen die Nachrichten verarbeitet. Somit können bei erhöhter Last zusätzliche Services hochgefahren werden, die eine Verarbeitung beschleunigen.

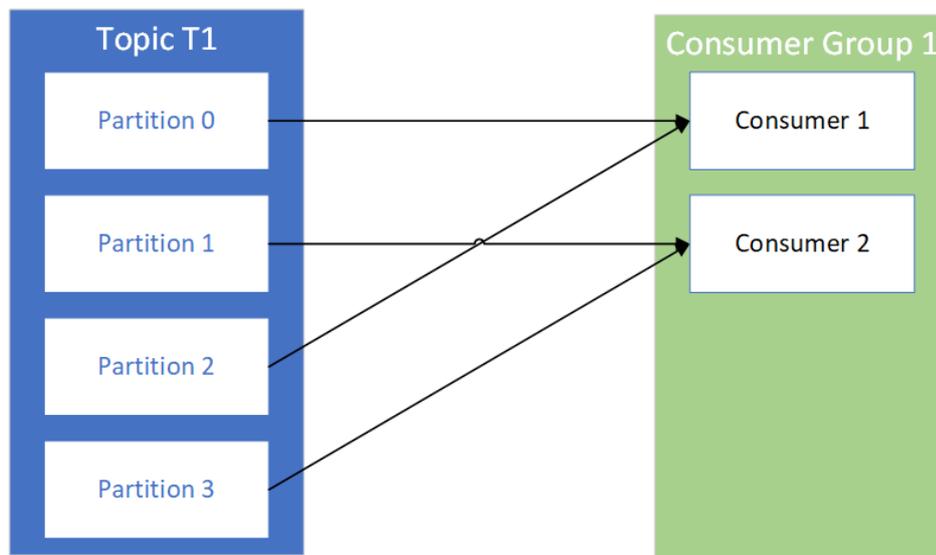


Abbildung 38 Kafka Consumer Modell (in Anlehnung an Narkhede et al., 2017)

## 7.5 Entwurf des Systems

Bei der Erstellung des Systementwurfs wurde darauf geachtet, dass die oben beschriebenen Vorteile von Cloudservices durch die Implementierung optimal genutzt werden können. Das in Abbildung 39 gezeigte Alarmservice kann bei Bedarf mehrfach ausgeführt werden und dank Load Balancer kann die Last zwischen den Instanzen aufgeteilt werden. Solche Load Balancer

werden zumeist ebenfalls als Cloud-Dienst zur Verfügung gestellt. In Azure wird dazu ein Azure Load Balancer verwendet.

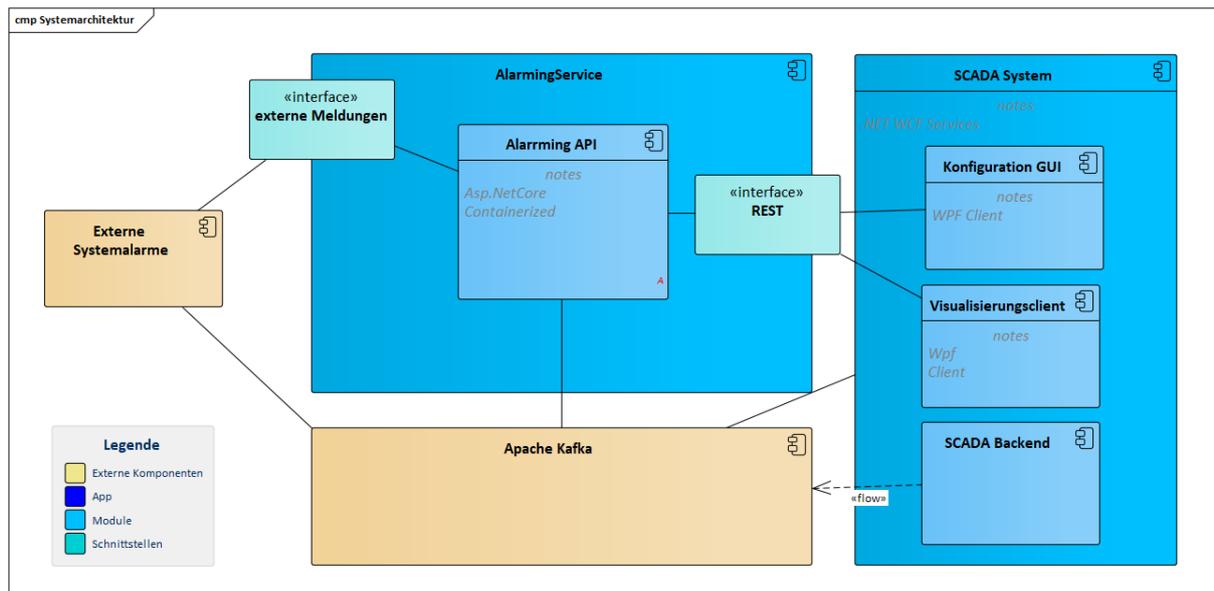


Abbildung 39 Systemarchitektur der Alarmservice

Die Integration des bisherigen SCADA System erfolgt nahtlos über Integrationsevents, die an Apache Kafka zur Verteilung der Nachrichten gesendet werden. Dort meldet sich das Service auf die zur Alarmierung relevanten Topics an und bekommt die entsprechenden Nachrichten. Für die Clients wurden REST Interfaces implementiert. Die Serialisierung der Daten erfolgt für die Clients mithilfe von JSON Objekten. Im Gegensatz dazu verwendet das Backend die Protobuf Serialisierung. Dabei handelt es sich ein binäres Protokoll, das für die effiziente Datenübertragung verwendet wird. Der Nachteil von Protobuf ist das für Menschen nicht lesbare Format vor der Deserialisierung.

Im nächsten Schritt wird die Systemarchitektur des Alarmservices eine Ebene tiefer dargestellt. Dazu werden die Komponenten bzw. Module des Services erarbeitet. Der Entwurf folgt ständig dem Domänen-getriebenen Designansatz und hilft bei der Erarbeitung der Geschäftslogik. Der Vorteil bei einer Migration ist, dass zumeist bereits Domänenwissen im Unternehmen vorhanden ist bzw. in der zu migrierenden Komponente die Geschäftslogik extrahiert werden kann, um das Know-How der bisherigen Entwicklung einfließen zu lassen. In der entstandenen Softwarearchitektur in Abbildung 40 werden die Module, die in C# als Assemblies umgesetzt werden, dargestellt.

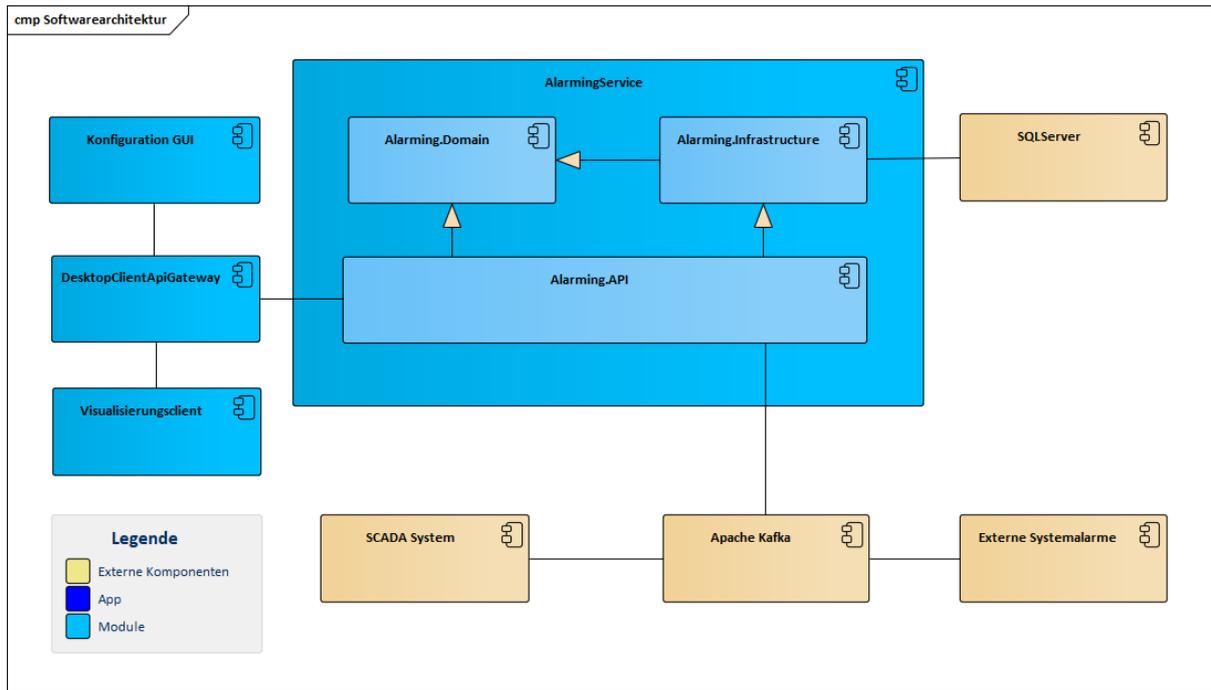


Abbildung 40 Softwarearchitektur mit Modulen

Um eine die Architektur zum einen in der Cloud und zum anderen auf dedizierter Hardware bei KundInnen bereitstellen zu können, wird das System so implementiert, dass es sowohl den lokalen als auch zentralen Anforderungen gerecht werden kann. Zur Verdeutlichen des Systemaufbaus wurden in Abbildung 41 die Komponenten abgebildet. Sowohl in der Cloud-Ebene als auch auf der lokalen Infrastruktur, müssen Messagedienste für Kommunikation und Replikation der Daten verfügbar sein.

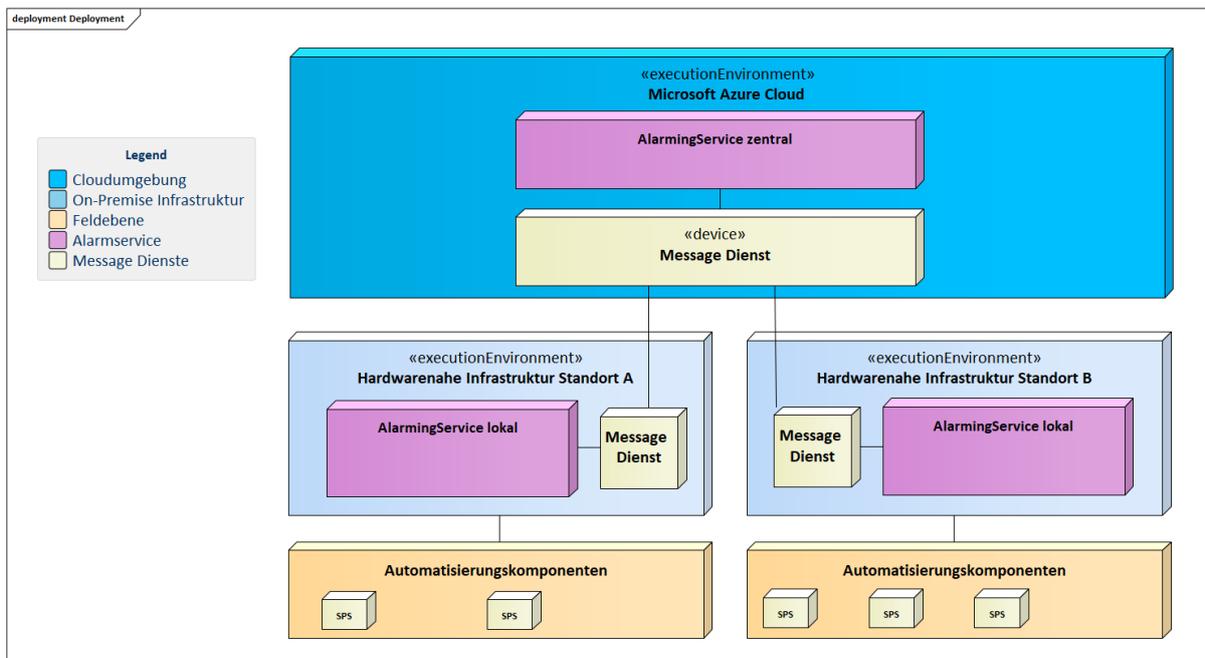


Abbildung 41 Deploymentdiagramm für die Hybrid-Lösung

Um eine Nachricht von der Feldebene in die darüberliegenden Ebenen zu bringen werden Schnittstellen, die offene oder proprietäre Protokolle für Automatisierungskomponenten umsetzen und diese Signalmeldungen in das SCADA System bringen, benötigt. Bei ihnen wird geprüft, ob diese Meldungen als Alarm deklariert wurden. Bei Eintreten eines Alarmfalles wird eine Nachricht in den lokalen Messaging Dienst gelegt. Auf diesem sind sowohl der lokale Alarmdienst als auch eine Datenreplikationssoftware (z.B. MirrorMaker für Apache Kafka) angemeldet. Dieser liefert die Nachricht in den Messaging Dienst der Cloud-Umgebung. Daraus holt sich nun auch das zentrale Alarmservice die Informationen und kann diese ebenfalls für andere Systeme zur Verfügung stellen. In Abbildung 42 ist beschriebener Ablauf als Sequenzdiagramm dargestellt.

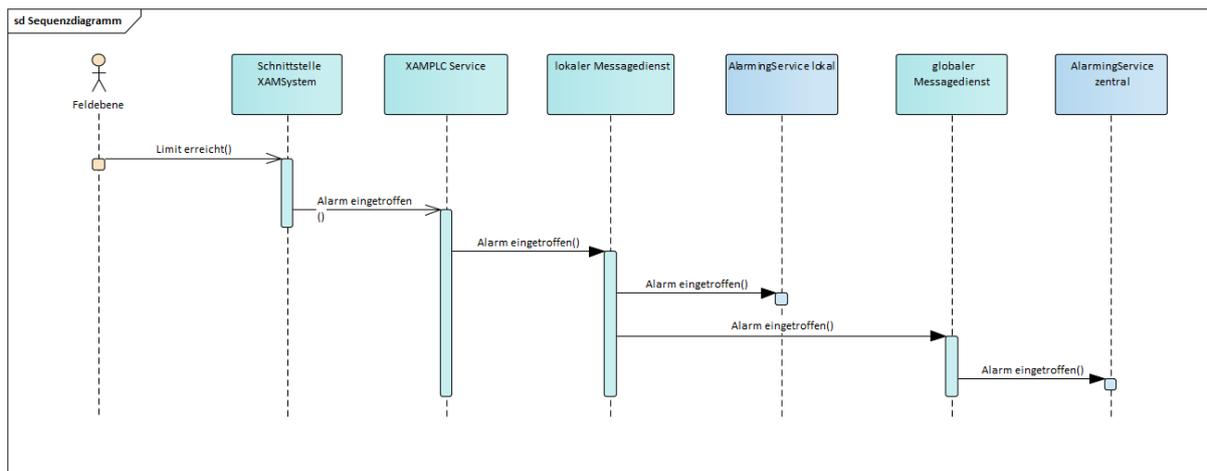


Abbildung 42 Sequenzdiagramm für Hybrid-Lösung

### 7.5.1 Continuous Deployment und DevOps

Um für die Cloud einen möglichst effizienten Entwicklungsprozess zu entwickeln, wird eine vollständig gehostete Container Orchestrierung für die Cloud verwendet. Mit dem eingesetzten Azure Kubernetes Service, können Container in der Cloud bereitgestellt werden.

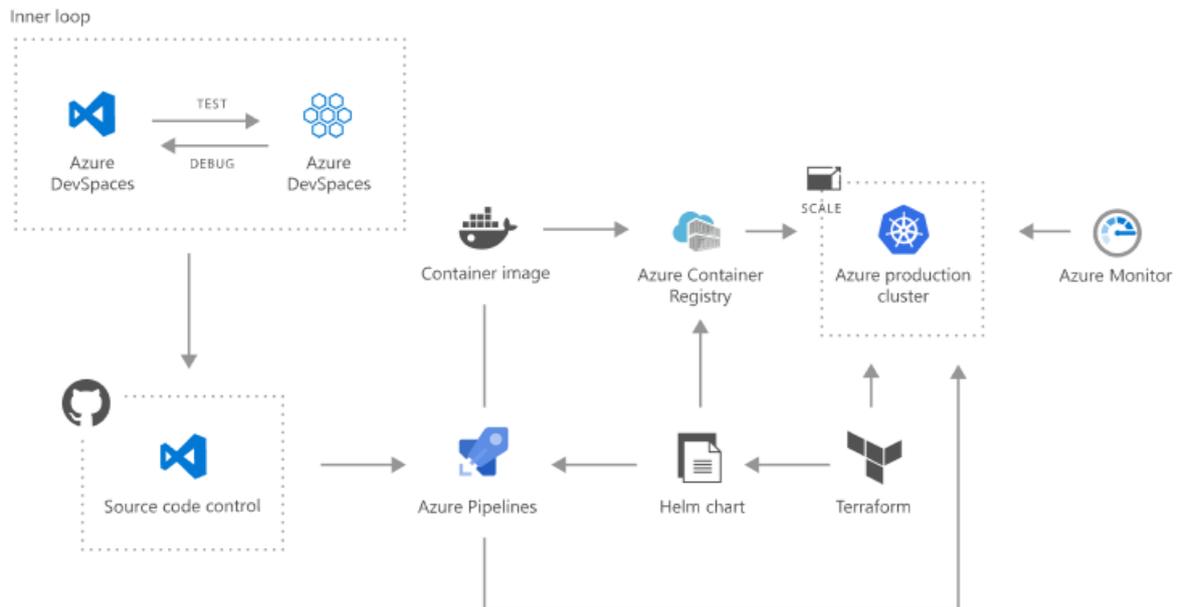


Abbildung 43 Beispielhafter Workflow für Azure Kubernetes Service

Nach der lokalen Entwicklung und Testung der Software werden die Komponenten in ein zentrales Git Repository eingetragelt. Dieses Check-In triggert eine Azure Pipeline, die den Code kompiliert und einen Container erzeugt. Dieser Container wird an eine Azure Container Registry gesendet und mit einem Container Tag versehen, der ihn für den Betrieb identifizierbar macht. Für die Kubernetes Lösung wurde ein „Pod“ definiert, der die Containerinstanz ausführt. Kubernetes konvergiert immer gegen eine definierte Anzahl von „Pods“ die am Laufen gehalten werden. So werden bei Fehlfunktion oder Beendigung des Pods immer neue Instanzen des Services wiederhergestellt. Ein großer Vorteil dieser Lösung ist, dass auch die Infrastruktur, auf der die Container ausgeführt werden bei Bedarf hochskaliert werden können. So werden die Eigenschaften bezüglich Skalierbarkeit der Cloud für unser Softwareprodukt zugänglich gemacht. Die Skalierung kann auch automatisch erfolgen indem bestimmte Limits festgelegt werden, ab welchen neue Infrastrukturkomponenten bzw. Nodes hochgefahren werden, um bei Bedarf Lastspitzen abdecken zu können. damit die Cloudverwendung wirtschaftlich sinnvoll bleibt, müssen an dieser Stelle immer die Kosten im Auge behalten werden.

## 7.6 Evaluierung Migration

Die umgesetzte Fallstudie und die darin durchgeführte Migration eines bestehenden SCADA Services lässt den Rückschluss zu, dass eine Cloudmigration der meisten Apps durchführbar ist. Mithilfe von Hybrid-Lösungen und domänengetriebenen Entwicklungsansätzen kann Migration erfolgreich umgesetzt werden. Der Aufwand darf allerdings nicht unterschätzt werden, da eine Lift & Shift Migration zumeist keinen großen Vorteil für die KundInnen bringen wird. Auch wenn die Migration technisch mit ausreichend Hintergrundwissen umsetzbar ist und rentabel erscheint, müssen dennoch die organisatorischen Konsequenzen berücksichtigt

werden. Eine Migration ist nur dann sinnvoll, wenn auch neue Wettbewerbsvorteile für KundInnen entstehen. Durch die gelungene Fallstudie empfiehlt sich die Hybridlösung, unter Berücksichtigung der eben genannten Faktoren, als Geschäftsmodell, das für SystemintegratorInnen eine gemeinsame Lösung für mehrerer Standorte bietet. Trotzdem können die Systeme autark arbeiten. So könnten Serviceangebote entstehen, die z.B. vollständige Instandhaltungsdienste für die EndkundInnen beinhalten.

Folgende Wettbewerbsvorteile entstehen bei produktivem Einsatz des migrierten Services:

- Skalierbare Lösung durch horizontale Skalierung
  - Durch die Architektur Anpassung entstehen „stateless“ Services, die durch Vermehrung der Services einfach skaliert werden können. Durch Nutzung von skalierbaren Infrastrukturkomponenten (Apache Kafka, REST Controller und Loadbalancer) kann die Cloud mit ihren bedarfsorientierten Infrastrukturmöglichkeiten Vorteile bieten. Das ist sinnvoll, wenn das System sehr hohe Anforderungen stellt. Durch die Zentralisierung von Diensten arbeiten zumeist auch mehr UserInnen am System. Um diesen erhöhten Anforderungen entgegen zu wirken, ist eine skalierbare Infrastruktur unumgänglich.
- Hochverfügbarkeit durch IT-Infrastruktur
  - Anders als bei der bisherigen applikationsseitigen Redundanz ist es nun möglich auf IT-Standardkomponenten zu setzen. Dadurch können etablierte Standardlösungen eingesetzt werden wodurch teure Eigenentwicklungen für Redundanzmechanismen nicht mehr notwendig sind.
- Vernetzung von Standorten
  - Durch Nutzung der Internet Infrastruktur ist es möglich, standortübergreifende Kommunikationen herzustellen, ohne kostspielige Virtual Private Networks (VPN) etablieren zu müssen.
- Aggregation von Daten
  - Durch Datenverdichtung von mehreren Quellen auf eine zentrale Stelle können, sofern gewünscht, mehr Daten für Analysen bzw. für intelligente Algorithmen genutzt werden,.
- Reproduzierbare Infrastruktur
  - Durch Containertechnologie und deren Orchestrierung ist es möglich, idente Infrastrukturen an verschiedenen Standorten durch Infrastructure as Code und ähnlichen Funktionen zu verwenden. Dies ermöglicht ein nahezu identes funktionieren von Produktiv- und Testsystem Lediglich das Restrisiko, dass externe Systemkomponenten anders reagieren, bleibt. So wird der Testaufwand reduziert und Bereitstellungen werden einfacher und dadurch auch regelmäßiger durchführbar.

Auch hier gilt es, die Vorteile mit den Kosten und Aufwendungen für die Migration abzuwiegen. Die Migration ist zwar möglich aber nur dann sinnvoll, wenn ausreichend EndkundInnen an

zentralisierten Lösungen interessiert sind. Besonders kleine Unternehmen, die keine eigene IT-Infrastrukturkomponenten für die SCADA Systeme bereitstellen können, werden von Cloudservices profitieren.

## **7.7 Zusammenfassung Fallstudie**

SCADA Services können durch Migration oder durch zusätzliche Cloud-Services an Bedeutung und Vorteilen gewinnen. In der Fallstudie wurde die Restrukturierung einer Legacy Komponente in eine skalierfähige hochverfügbare Cloud-Lösung vollzogen. Es wurde gezeigt, dass auch die SCADA Systeme, die in der Regel On- Premise Hardware laufen, von den Cloudfeatures profitieren können. Nichts desto trotz muss vor einer Migration genauestens geprüft werden, welche Funktionen in die Cloud ausgelagert werden sollen bzw. dürfen. Die Fallstudie zeigt die technischen Möglichkeiten und die Vorteile einer solchen Migration, die für KundInnen solcher Systeme entstehen können. Trotzdem müssen die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Entscheidung bezüglich Cloud-Diensten gegeben sein. Mittlerweile gibt es ausreichend frei verfügbare Softwarekomponenten, die nahezu alle vorstellbaren Use-Cases umsetzbar machen. Insgesamt betrachtet, kann von einer technisch erfolgreichen Fallstudie gesprochen werden, da sehr wohl einige der gewünschten Features aus den Forschungsergebnissen für Teile dieses SCADA Systems umgesetzt werden konnten. Mit dem Vorgehen der Fallstudie können die anderen Teile des Systems ebenfalls neu erstellt werden, wodurch den KundInnen eine vollständige Cloud- Lösung für zu Verfügung gestellt werden kann.

## 8 ZUSAMMENFASSUNG

SCADA Systeme sind nach wie vor traditionelle Softwaresysteme. Weitgehend folgen sie nicht den aktuellen IT-Trends und stimmen nicht mit den Standards der restlichen Softwarebranche überein. Die meisten SCADA Systeme sind nach wie vor Insellösungen, die von der Außenwelt isolierte Komponenten darstellen. Nach initialer Inbetriebnahme laufen sie in Unternehmen auf unterschiedlichsten Plattformen durch pragmatische Ausfallsicherheiten oftmals jahrelang ohne Updates. Oft werden Systeme nur im Zuge von Infrastrukturmaßnahmen, Umstrukturierungen oder Notfällen durch neuere oder andere Systeme ausgetauscht. Aber auch diese Systeme befinden sich heute (wenngleich noch etwas zaghaft) im Wandel. Aufgrund der Wichtigkeit von Automatisierung und der besonders prozessnahen Software, die SCADA Systeme darstellen, genießen sie einen hohen Stellenwert, besonders in produzierenden Betrieben. Die Ära von Cloud-Computing hat die IT- Branche stark verändert und die Anforderungen diesbezüglich sind auf ein neues, nie dagewesenes Niveau gestiegen mit denen SoftwareherstellerInnen von SCADA Systemen Schritt halten müssen. Die Stärke der neuen Entwicklungsstrategien liegt in der iterativen und ständigen Verbesserung von Produkten. Diese gehen mit immer kürzer werdenden Releasezyklen und ständigen Releases bzw. Deployments einher. Aufgrund der Abschottung solcher SCADA Systeme haben sich viele IntegratorInnen und SCADA HerstellerInnen der Verantwortung bezüglich etwaiger Produkte für diesen Bereich bisher entzogen. Zeitgleich mit den Qualitäts- und Funktionsanforderungen anderer Systeme steigen auch die KundInnenanforderungen an SCADA Systeme. Durch die Entstehung von neuen Möglichkeiten die Skalierung und Verfügbarkeit betreffend, ermöglichen Cloud-Anbieter scheinbar endlos skalierbare Systeme, die bisherige Möglichkeiten weit hinter sich lassen. Doch SCADA Systeme haben spezielle Anforderungen. Am Ende gibt es bei allen SCADA Systemen irgendwo Hardwarekomponenten, die angesteuert werden müssen. Diese laufen auf explizierter Steuerungshardware, die sich von klassischen IT- Ressourcen stark unterscheiden und Echtzeitfunktionen in der Feldebene ermöglichen. Um mit diesen Komponenten kommunizieren zu können, müssen die zumeist proprietären Protokolle umgewandelt werden, um mit höheren Ebenen in der Automatisierungspyramide kommunizieren zu können. Hier werden die Differenzen zur gängigeren Systemarchitekturen ersichtlich. Bei Kommunikationen innerhalb SCADA Systemen werden zumeist eigene Netzwerke eingesetzt, um den Betrieb durch Fremdkomponenten nicht zu gefährden. SCADA Systeme müssen auch dann noch steuerbar sein, wenn externe Verbindungen fehlerhaft sind. Durch die qualitative Untersuchung in dieser Arbeit wurde die Tendenz der IntegratorInnen zu hybriden Cloud-Lösungen gezeigt. Diese haben aufgrund ihrer Erfahrung die Anforderungen der KundInnen verstanden und wissen, dass Internetverbindungen für ihre Anwendungen ein großes Risiko darstellen. Um die Vorteile solcher Systeme dennoch sinnvoll nutzen zu können ohne in die Gefahr einer externen Abhängigkeit zu laufen, kann eine Systemebene zwischen den Feldebene bzw. deren Schnittstellen und den in der Cloud hochverfügbaren Diensten etabliert werden. Um die Machbarkeit dieser Wandlung von traditionellen SCADA Komponenten zu skalierbaren hochverfügbaren Lösungen zu schaffen, muss Domänenwissen

mit Wissen über Systemarchitekturen kombiniert werden. In der Fallstudie dieser Arbeit wurde versucht eine Migration einer traditionellen SCADA Komponente in eine moderne Cloud-Komponente durchzuführen. Die Softwareänderungen bringen den KundInnen eines solchen Systems höhere Skalierbarkeit, globalen Zugriff und kürzere Releasezyklen, ohne den Betrieb zu gefährden. Dennoch: Eine Cloud-Migration ist nur sinnvoll, wenn auch ein wirtschaftlicher Vorteil daraus entsteht. In zukünftigen Studien empfiehlt es sich, die Wirtschaftlichkeit neuer Geschäftsmodell, die aus Cloud-Services entstehen können, zu betrachten. Nur so kann die Effektivität dieser technischen Lösungen gewährleistet werden. Durch Finden der richtigen Anwendungsfälle, die besonders in der Vernetzung von unterschiedlichen Standorten liegen, werden Lösungen dahingehend den Weg in die Praxis finden.

Durch Umsetzung der Fallstudie ist erkennbar, dass Cloud- Services von IntegratorInnen und EndkundInnen auf Knopfdruck bzw. selbstständig skaliert werden können. Für temporäre Lastspitzen wäre diese Funktionalität ein Vorteil und würde auch den Wunsch der IntegratorInnen nach hoher Performance und reaktionsschneller Visualisierung nachkommen. Dies kann EndkundInnen einen Wettbewerbsvorteil verschaffen.

## 1 ANHANG A - 1. Anhang

2 SPRECHER A: Danke nochmal. Dann starten wir mit dem Interview. Zuerst einmal wollen wir erheben,  
3 wie viel Erfahrung du mit SCADA Systemen hast.

4 SPRECHER B: Ich kenne SCADA Systeme seit ich bei der Firma bin. Das ist mittlerweile schon 28 Jahre  
5 her. (Firma ausgelassen) Im Prinzip bin ich immer wieder mal in Berührung mit SCADA Systemen  
6 gekommen. Vorher haben wir selbst SCADA Systeme vertrieben bzw. zugekauft und als unser Produkt  
7 verkauft. Seit langer Zeit haben wir aber selbst keine SCADA Systeme mehr im Programm (Achtung  
8 Missverständnis SCADA und Leitsystem)

9 SPRECHER A: Nutzt ihr SCADA Systeme trotzdem in Projekten. Nutzt ihr andere oder machen das  
10 Externe (gemeint Kunden)

11 SPRECHER B: Das machen unsere Kunden für uns. Die wenden diese an. Kunden die unsere Produkte  
12 einsetzen, setzen auch SCADA Systeme von externen Anbietern (verallgemeinert) ein.

13 SPRECHER A: Was kennen sie noch für SCADA Systeme?

14 SPRECHER B: Intouch kennt man. Dann kennt man von Rockwell ein Produkt. Siemens natürlich. Mit  
15 dem kommt man immer wieder mal in Kontakt oder hört den Namen.

16 SPRECHER A: Das bedeutet, wenn du Projekte machst und in vielen Fällen wird ein SCADA System  
17 benötigt, macht das ein Partner von euch. Oder liefert ihr nur an die Partner und ihr seid  
18 Subunternehmen. Wie schaut diese Konstellation zumeist aus wenn SCADA Systeme verwendet  
19 werden.

20 SPRECHER B: Wenn SCADA Systeme verwendet werden, sucht der Kunde selbst sein SCADA System  
21 aus. Wir können maximal irgendwo beratend sein. Mit dem Partner gibt es Anbindung an unser SPS  
22 System, den können wir vorschlagen. Wenn der Kunde ein SCADA System für das SPS System braucht  
23 können wir da nicht direkt mitbieten.

24 SPRECHER A: Ist dann die Konstellation so, dass der Kunde bei euch Hardware kauft und woanders das  
25 SCADA System? Oder kauft er das SCADA System und der SCADA Hersteller bzw. Systemintegrator  
26 kommt zu euch? Wie passiert es öfter?

27 SPRECHER B: Wenn der SCADA Systemhersteller uns natürlich empfiehlt ist dies für uns natürlich eine  
28 feine Sache.

29 SPRECHER A: Ist nicht üblich?

30 SPRECHER B: Nein ist nicht üblich.

31 SPRECHER A: Gewartet werden die Systemen von externen Partnern?

32 SPRECHER B: Ja.

33 SPRECHER A: Die betreiben die Systeme.

34 SPRECHER B: Richtig ja.

35 SPRECHER A: Weißt du zufällig, wie die IT- Landschaft bei solchen Systemen aussieht? Gibt es dann  
36 mehrere Server?

37 SPRECHER B: Das weiß ich eigentlich nicht im Detail. Hängt davon ab, was beim Endkunden umgesetzt  
38 wurde. Manchmal arbeiten wir mit Systemintegratoren zusammen oder mit den Maschinenbauern.

39 Wenn diese ihre SCADA Systeme einsetzen hängt es davon ab, was derjenige bei seinen Endkunden  
40 einsetzt.

41 SPRECHER A: Wie viel Erfahrung hast du mit Cloud- Diensten?

42 SPRECHER B: Eigentlich, ganz wenig muss ich sagen. Wir haben im Prinzip auch selbst Clouddienste im  
43 Programm aber ich habe damit keine direkte Erfahrung.

44 SPRECHER A: Was bietets ihr für Clouddienste an? Was kann man mit diesen machen?

45 SPRECHER B: Bei uns gibt es das Leitsystem (verallgemeinert). Dort gibt es Edge Gateways die  
46 Verbindung zur Cloud herstellen, mit dem man dann eine Anbindung (der SPSen) hat. Dort hat man die  
47 Datenhaltung dann in der Cloud abgebildet.

48 SPRECHER A: Vielleicht dann noch mal ganz kurz zum Leitsystem. Wie schaut das aus? Unter SCADA  
49 System hätte ich das Leitsystem ebenfalls gesehen? Leitsysteme habt ihr im Sortiment?

50 SPRECHER B: Ja, unser Unternehmen (verallgemeinert) hat auch ein Leitsystem. Dort gibt es sehr wohl  
51 wieder Cloudanbindungen?

52 SPRECHER A: Was sind die Aufgaben dieses Leitsystems?

53 SPRECHER B: Bei Lösungen, bei denen eine SPS Lösung zu klein ist, oder es darum geht, dann große  
54 Werke mit mehreren Bedienplätzen ausstattet und redundante Server möchte. Wo man  
55 Datenbankanbindungen hattet und umfangreiches Alarming braucht. Auch dort wenn man eine gute  
56 Trenddarstellung braucht kommt dieses Leitsystem ins Spiel.

57 SPRECHER A: Das war vorhin ein Missverständnis. Ich hätte auch das Leitsystem als SCADA System  
58 gesehen. Die Trennung ist immer ein bisschen fraglich.

59 SPRECHER B: Ist das eher ein bisschen auf (ein bestimmtes Produkt) bezogen oder allgemein?

60 SPRECHER A: Nein allgemein zu SCADA Systemen und Cloudservices.

61 SPRECHER B: Ok

62 SPRECHER A: Dann darf ich nochmal kurz nachhaken zum Leitsystem. Ist das früher einfach beim  
63 Kunden „on- premise“ gelaufen und jetzt gibt es dafür eine Cloudlösung?

64 SPRECHER B: Ja, kann man so sagen.

65 SPRECHER A: Gibt es nun nur noch die Cloudlösung oder (beides)?

66 SPRECHER B: Nein, absolut nicht. Der Kunde sucht sich das selbst aus.

67 SPRECHER A: Aber es ist im Prinzip die gleiche Software?

68 SPRECHER B: Ja, es ist die gleiche Software.

69 SPRECHER A: Wer betreibt das Leitsystem, wenn ihr das für den Kunden liefert? Wer macht Wartungen  
70 und Ähnliches? Führt ihr diese dann durch?

71 SPRECHER B: Machen teilweise unsere Systemintegratoren und unsere Kunden selbst. Da unsere  
72 Kunden ja auch die Systemintegratoren sind.

73 SPRECHER A: Der Systemintegrator übernimmt dies dann und kümmert sich auch um die IT- Updates  
74 und IT Wartungen?

75 SPRECHER B: Richtig

76 SPRECHER A: Wie schaut da die IT Landschaft aus? Du hast vorher gesagt, dass es redundante Server  
77 gibt?

78 SPRECHER B: Ja. Im Prinzip kann es sein, dass die Hardware bei uns gekauft wird, bzw. unsere Industrie-  
79 PCs eingesetzt werden. Wenn man zwei Stück davon hat und zwei Industrie PCs die Controller Ebene

80 machen (gibt es Redundanz). Da kenne ich aber den genauen Aufbau zu wenig. Dann gibt es oben  
81 drüber ein Kundennetzwerk (verallgemeinert) und das betreibt dann auch der Kunde (verallgemeinert).  
82 Diese Infrastruktur betreibt dann der Kunde selbst.

83 SPRECHER A: Von euch werden für ein Leitsystem redundante Server eingesetzt?

84 SPRECHER B: Ja, genau. Diese Datenbank rennt dann auf einem PC und das ist zumeist ein redundantes  
85 System

86 SPRECHER A: Dies betreibt dann der Systemintegrator und die Endkunden bzw. teilen sich diese die  
87 Tätigkeiten.

88 SPRECHER B: Richtig

89 SPRECHER A: Habe ich dich jetzt richtig verstanden, wenn der Endkunde ausreichend IT- Ressourcen  
90 hat betreibt er es selbst, ansonsten führt dies der Systemintegrator durch.

91 SPRECHER B: Ja genau. Richtig

92 SPRECHER A: Wie ist deine Einstellung gegenüber Clouddiensten? Du hast gesagt ihr nutzt Clouddienste  
93 im Unternehmen und vertreibt sogar Cloudleitsysteme. Ich würde gern deine allgemeine Einstellung von  
94 dir erfahren( gegenüber Clouddiensten) Stehst du (Clouddiensten) skeptisch gegenüber oder bist du  
95 offen?

96 SPRECHER B: Das hat meiner Meinung nach, natürlich alles seine Vor- und Nachteile. Der Riesen-  
97 Vorteil, beim in Anspruch nehmen von Clouddiensten, ist das Wegfallen der Hardwarewartungen. Die  
98 ganzen Maßnahmen gehen mich da gar nichts an und wenn irgendeine Hardware ausfällt, dann ist das  
99 nicht mein Problem, sondern ein Problem vom Clouddienstleister bzw. Hoster der das zur Verfügung  
100 stellt. Der Nachteil meiner Meinung- die wahrscheinlich auch eine bisschen altmoderne Ansicht ist- ist,  
101 dass ich wissen will das meine Technik in meinem Unternehmen ist. Große Firmen z.B ein  
102 (verallgemeinert) Kunde wird nie irgendwo Software einsetzen, die irgendwo ausgelagert wird. Da kann  
103 ich mir vorstellen, dass dies als eine konservative Sicht gesehen wird. Wenn ich sowieso einen  
104 Riesenaufwand treiben muss, um diese Software am Leben zu erhalten. Auch die Software als Service  
105 würde nicht wenig kosten in solchen Größenordnungen. Dann ist es wahrscheinlich schon sinnvoller,  
106 wenn man selbst das Ganze im Haus hat.

107 SPRECHER A: Der Grundtenor lautet, man hat Sicherheit (on- premise) und die Daten selbst in der Hand?

108 SPRECHER B: Richtig.

109 SPRECHER A: Du hast meiner Meinung nach darauf hingedeutet, ob der Kunde IT – Know How selbst  
110 im Unternehmen hat macht es nicht so viel Sinn (das System in die Cloud auszulagern), wie bei  
111 kleineren Anlagen bei denen die IT- Ressourcen weniger oder gar nicht vorhanden sind.

112 SPRECHER B: Richtig, genau. Weil für Know- How sind Schulungen für die Leute notwendig und es ist  
113 natürlich auch immer ein Mindestaufwand im Unternehmen notwendig damit man das (System) am  
114 Leben erhält.

115 SPRECHER A: Also die größten Hürden ist die Datensicherheit.

116 SPRECHER B: Ja würde ich so sehen, obwohl der Trend jedoch auch bei großen Unternehmen auch in  
117 Richtung Outsourcing geht. Das gilt auch für EDV Dienstleistungen. Das sind aber auch Unternehmen  
118 (Dienstleister), die irgendwo z.B. in der Nähe vom Unternehmen des Kunden sitzen

- 119 SPRECHER A: Kannst du dir vorstellen einen Teil von eurem SCADA System aus der Cloudumgebung  
120 zu beziehen. Diese Frage ist aber mehr oder weniger hinfällig, weil ihr schon eine Lösung habt. Wie  
121 schaut die Cloudlösung aus? Die bietet, dann die gleichen Features, wie die On-Premise Lösung?
- 122 SPRECHER B: Richtig. Letztendlich ist die Datenbank und die Datenhaltung im Prinzip dann  
123 entsprechend auf einem anderen Platz.
- 124 SPRECHER A: Da gibt es dann auch Visualisierung und Alarmierung bzw. Monitoring?
- 125 SPRECHER B: Ja, genau.
- 126 SPRECHER A: Wie sieht die Lösung dann aus? Gibt es da bezüglich der IT- Ressourcen dann nur die  
127 Cloudlösung und die SPS, oder gibt es da noch etwas inbetween? Da ist ein PC mit einem Gateway  
128 inbetween.
- 129 SPRECHER B: Ja. SPS – Gateway und dann die ausgelagerte Cloud. Weil es ja letztendlich ein  
130 Protokollproblem ist, dass ich (von der Cloud) nicht direkt auf die SPS hinkomme. Dies wird zwar auch  
131 kommen, denn es ist bereits angedacht. Das gibt es eigentlich schon, allerdings nicht als offizielles  
132 Produkt.
- 133 SPRECHER A: Was sind dann vor Ort noch für Möglichkeiten vorhanden? Wenn jetzt beispielsweise die  
134 Internetverbindung gekappt wird? Hat man dann noch eine Möglichkeit auf die Visualisierung  
135 zuzugreifen? Oder ist die Visualisierung dann gestorben und die Features sollen alle unten (Feldebene)  
136 in der SPS weiter arbeiten?
- 137 SPRECHER B: Eigentlich ist der Gateway ein Datenhalter, der Daten zwischenzeitlich parat hält. Der  
138 ganze Ausfall nach obenhin macht dann nichts aus. Es ist auch nur die Langzeitarchivierung die in  
139 Wirklichkeit nach oben geht.
- 140 SPRECHER A: Die Visualisierung geht dann trotzdem noch.
- 141 SPRECHER B: Die geht trotzdem ja.
- 142 SPRECHER A: Die Visualisierung ist auch auf einem Windows Rechner?
- 143 SPRECHER B: In unserem Fall wäre es ein Linux(Betriebssystem). Das Gateway an sich läuft auf Linux.
- 144 SPRECHER A: Wie schaut der Bediener dann auf das System? Hat er eine Weboberfläche?
- 145 SPRECHER B: Ja, kann eine Weboberfläche sein.
- 146 SPRECHER A: Kann? Gibt es beides?
- 147 SPRECHER B: Genau.
- 148 SPRECHER A: Bei einer so riesigen Firma gibt es sehr viele verschiedene Produkte.
- 149 SPRECHER B: Richtig.
- 150 SPRECHER A: Ihr habt schon ein Cloudsystem, dass hybrid eingesetzt wird?
- 151 SPRECHER B: Ja
- 152 SPRECHER A: Wenn die Verbindung (zur Cloud) ausfällt könnt ihr trotzdem auf die Visualisierung  
153 zugreifen.
- 154 SPRECHER B: Richtig, ja
- 155 SPRECHER A: Die Features sind trotzdem noch alle vorhanden?
- 156 SPRECHER B: So ist es. Ja. Es kommt dann natürlich auf die Definition von dem Begriff SCADA an. Wir  
157 haben auf unterster Ebene die SPS – die wir sowieso haben (weil wir sie auch herstellen). Viele  
158 Funktionalitäten werden in der SPS abgewickelt. In der kann man auch schon SCADA ähnliche Dienste  
159 umsetzen, ohne dass ich oben etwas brauche. Wir haben selbst eine SPS vor Ort Visualisierung mit

160 Webzugang. Der Webserver bzw. Visualisierungsserver der wieder mehrere Clients gleichzeitig  
161 bedienen kann. Da bin ich dann aber bei einer SPS Lösung die natürlich noch nicht als SCADA System  
162 bezeichnen kann.

163 SPRECHER A: Das Leitsystem oben darüber hätte ich (persönlich) auch als SCADA System bezeichnet.

164 SPRECHER B: Ja klar, dann gibt es alle möglichen (Ebenen). Danach fehlt uns eigentlich in der  
165 Zwischenebene etwas. (zwischen SPS und Cloud) Da haben wir selbst kein Produkt. Dann haben wir  
166 wieder das Leitsystem darüber. Das können wir wiederum sehr wohl selbst anbieten. Da bin ich aber in  
167 Wirklichkeit bei (Größendimensionen eines) einer großen Chemieanlage oder einem Stahlwerk. Dort  
168 müsste man dann so etwas einsetzen. Früher hat man z.B ein bestimmtes Produkt als SCADA Produkt  
169 bezeichnet. Es hat SPSen visualisiert bzw. Alarming und Trending abgebildet. Zusätzlich hatte es dann  
170 eventuell noch eine Rezeptverwaltung implementiert und vielleicht noch Daten archiviert.

171 SPRECHER A: Das macht aber doch euer Leitsystem auch?

172 SPRECHER B: Wenn ich von oben komme greift das Leitsystem in die Funktionen darunter. Diese Ebene  
173 wird von SCADA abgedeckt und die SPS geht dann rauf in die SCADA Funktionalitäten.

174 SPRECHER A: Und ihr deckt eigentlich alles (alle Bereiche) ab? Bis auf die SCADA Komponenten.

175 SPRECHER B: Die haben wir nicht, da es wahrscheinlich auch eine Preisfrage ist. Die SPS Visualisierung  
176 möchte ich eigentlich kostenlos bekommen. Die vor Ort- Maschinenvisualisierung muss für eine  
177 Bäckereimaschine ohne Lizenzkosten abgedeckt werden. Dies wäre dann z.B ein Multitouch Panel, das  
178 vor dem Ofen hängt. Er will aber vielleicht auch schon von einem Meisterpc das Ganze anschauen  
179 können. Er will aber vielleicht keine Lösung haben die eigene PC Software fordert, dann bietet sich für  
180 ihn an, direkt auf die SPS zu schauen. Oder eben auf die SPSen wenn es mehrere gibt. Das kann man  
181 auch schon sagen, das ist eigentlich eine SCADA Ebene. Funktional aber von der Technikseite noch  
182 nicht.

183 SPRECHER A: Meistens ist bei euch dann vor Ort direkt beim Controller bereits eine Visualisierung  
184 vorhanden, deswegen funktioniert es auch ohne Cloudverbindung.

185 SPRECHER B: Ja genau, richtig.

186 SPRECHER A: Wenn das der Controller schon kann spart man sich eventuell die SCADA Ebene. Man  
187 könnte sie eventuell trotzdem noch brauchen, aber das ist dann natürlich mit Kosten verbunden.

188 SPRECHER B: Aber der Vorteil besteht dann darin, dass ich mit einem PC dazwischen, der Zugriff auf  
189 die SPS hat und selbst seine Daten verarbeitet aber auch zum Beispiel mit Echtzeitdaten umgehen  
190 kann, die auf der SPS geloggt wurden. Bei einem Schweißvorgang z.B. Kettenschweißanlage, möchte  
191 ich vielleicht den Prozess mitverfolgen und z.B. Daten die in einem 400µs Raster anfallen beobachten.  
192 Diesen Prozess will ich aber genauso visualisieren und die Daten mit meinem fertigen Produkt  
193 mitspeichern. Das kann ich allerdings mit einem SCADA System nicht direkt abbilden. Ich muss mir da  
194 irgendwelche Files speichern, die von der SPS nach dem Schweißvorgang geholt werden.

195 SPRECHER A: Das wären dann zu viele Daten zu übertragen?

196 SPRECHER B: Genau, aber für Langzeitarchivierung, bei der ich genügend Speicherplatz nach oben  
197 habe, will ich nach fünf Jahren auch noch belegen können, dass ich das Kettenstück an diesem Datum  
198 produziert habe und den zugehörigen Prozess bzw. deren Daten abrufen können. Wenn ein SCADA  
199 System das kann wäre es top. Es müssten Daten mit Echtzeitstempel geholt werden und irgendwo in  
200 einen Langzeitspeicher abgelegt werden. Irgendwo mischen sich die Welten zurzeit ein bisschen.

201 SPRECHER A: Ja genau.

202 SPRECHER B: Gegenüber früheren Zeiten

203 SPRECHER A: Wie werden Entscheidungen zur Nutzung von technologischen Innovationen in eurem  
204 Unternehmen getätigt?

205 SPRECHER B: Das ist auf einer anderen Ebene. In dieser bin ich nicht sehr involviert. Meinst du eher die  
206 Werkzeuge die eingesetzt werden oder die Produktentwicklung? Das ist eher bei uns der Fokus.

207 SPRECHER A: Wie sieht dieser Prozess aus? Wie kommt ihr zu neuen Technologien? Es gibt z.B neue  
208 Technologien auf dem Markt. Z.B. :Cloudlösungen. Wie kommt ihr zu Produkten mit neuen  
209 Möglichkeiten? Wie sieht der Innovationsprozess grob aus?

210 SPRECHER B: Ich kann da nur für unsere Firma sprechen. Wir wollen da Trendsetter in diesem Bereich  
211 sein und eigentlich die Innovationen vorgeben möchte bzw. vorgibt. Nehmen wir OPCUa DSN als  
212 Beispiel. Es ist ein Echtzeitprotokoll, dass in allen Linien vertreten sein kann. Von ganz oberster Ebene  
213 bis runter zur SPS. Da sind wir mit dabei und wir sind als Shaper in dieser Gruppe mit dabei und treiben  
214 dieses Produkt voran.

215 SPRECHER A: Wie lange dauert es bis neue Produkte und Dienstleistung von euch auf den Markt  
216 kommen?

217 SPRECHER B: Ein Beispiel ist wieder OPCUa TSN. Da stellen wir jetzt gerade in Nürnberg (SPS Messe)  
218 die ersten Hardwareprodukte vor. CPUs und Switches und Buscontroller sind auch dabei. Da sind wir  
219 die ersten die solche Produkte anbieten. Obwohl es dies bei Switches auch schon gibt. Bei SPSen die  
220 OPCUa TSN fähig sind ist morgen wahrscheinlich das erste Mal auf der Messe.

221 SPRECHER A: Wie viele Ressourcen setzt ihr ein, damit technologische Innovation vorangetrieben  
222 werden. Habt ihr da eigene Abteilungen?

223 SPRECHER B: Ja da gibt's mehrere Entwicklungsabteilungen. Je nach Fachgruppen gibt es ca. 10- 20  
224 Leute in einer Gruppe.

225 SPRECHER A: Die arbeiten dann nur an neuen Produkten für den Markt?

226 Sprecher B. Ja, genau. Da gibt es bei uns sehr viele Teams.

227 SPRECHER A: Sind die Anforderungen eher kundengetrieben? Schauen diese Gruppen sich am Markt  
228 um?

229 Wenn du Fragen nicht beantworten willst brauchst du nicht Antworten (Erinnerung).

230 SPRECHER B: War bis jetzt noch nicht der Fall. Natürlich haben die großen Kunden ein großes Gewicht  
231 auf der Waagschale. Da kommt natürlich sehr viel von Megakunden. Kommen Forderungen von diesen  
232 Kunden, wird sehr wahrscheinlich für diese Kunden etwas umgesetzt. Andererseits muss man natürlich  
233 auch aus strategischer Sicht eine Produktentwicklung machen. Die muss dann alles abdecken. Im  
234 Prinzip herrscht bei uns da ein Mittelmaß (zwischen diesen Dingen).

235 SPRECHER A: Halb Strategie- halb Kundengetrieben?

236 SPRECHER B: Ja genau.

237 SPRECHER A: Man merkt ihr seid da aktiv, dabei und bringt immer wieder Innovationen auf den Markt.  
238 Wie zufrieden bist du mit dem Arbeiten mit euren Leitsystemen? Wie zufrieden sind sie bei euch mit den  
239 Leitsystem? Obwohl das bei euch aufgrund des eigenen Produkts wahrscheinlich hinfällig ist.

240 SPRECHER B: Ja, wir müssen zufrieden sein. (scherzhaft) Es gibt eine eigene Abteilung die das  
241 Leitsystem betreut. Es gibt ein eigenes Applikationsteam, die Unterstützung aber auch Projekte machen

242 für Systemintegratoren bzw. Endkunden. Die haben natürlich auch den Vorteil eines internen Zugriffs  
243 auf das System. Ich schätze das wird bei eurem Unternehmen ähnlich sein?

244 SPRECHER A: Ja, natürlich. Hast du schon mal schlechte Erfahrungen mit SCADA Systemen gehabt?  
245 Gab es Probleme mit der Zuverlässigkeit oder Wartbarkeit? Ist es vorgekommen, dass die Qualität von  
246 Systemen nicht passte?

247 SPRECHER B: Ja, bei einem Projekt an dem ich beteiligt war verkauften wir einem Kunden unsere  
248 Steuerungen und wollten eine Visualisierung darüberlegen. Damit sollten größere seiner Kunden eine  
249 Fabriks- bzw. Fertigungshalle von einem Arbeitsplatz überwachen. Das ist allerdings schon ewig her.  
250 Das war bereits vor 2000.

251 SPRECHER A: Da hat es dann Performanceprobleme gegeben?

252 SPRECHER B: Absolut. Da sollte dann ein Protokollausdruck über den gesamten Tag erstellt werden um  
253 Mengen festzustellen. Die Daten die einmal am Tag gebraucht wurden musste man einmal am System  
254 anmelden und wurden dann zyklisch geholt. Es ging um 12 Stück SPS Steuerungen. Da wurde im  
255 Hintergrund alles gelesen und das war natürlich für die Performance schlecht. Damit hat er  
256 Bildwechselzeiten bekommen die nicht tolerierbar waren. Da haben wir dann eine andere Lösung  
257 einsetzen müssen. Es war nicht geeignet.

258 SPRECHER A: Da habe ich schon von anderen gehört. Für den Endkunden muss es skalierbar sein. Es  
259 muss reaktiv sein, soweit ich das rausgehört habe. In deinem Fall wird es auch für wenige Daten  
260 ausgereicht haben aber wenn zu viele Daten aggregiert werden wird es langsam.

261 SPRECHER B: Ja aber es war eher die Art der Datenbeschaffung, die damals nicht angetriggert werden  
262 konnte sondern im Hintergrund angemeldet wurde und für ewig im System drin war und dauernd  
263 mitgezogen wurde. Damit war das nicht brauchbar.

264 SPRECHER A: Hast du bereits schlechte Erfahrung mit Cloudangeboten gemacht?

265 SPRECHER B: Nein, dadurch dass ich sie nicht viel selber genutzt habe, habe ich keine schlechten  
266 Erfahrungen gemacht.

267 SPRECHER A: Privat auch nicht bei Onedrive bzw. Office 365?

268 SPRECHER B: Nein. Es ist mir allerdings auch sympathischer, wenn ich das Zuhause nicht nutze.

269 SprecherA: Aus Datenschutzgründen?

270 SPRECHER B: Mir ist es lieber, wenn ich das Backup auf einer externen Festplatte habe. Alle zwei  
271 Monaten stecke ich sie an und sichere meine Daten. Das ist vielleicht zu wenig oft. Aber aufgrund  
272 meiner Anforderungen bevorzuge ich lokale Backups.

273 SPRECHER A: Da geht es vielen Leuten gleich. Welche neuen Funktion würdest du dir von einem  
274 optimalen SCADA System wünschen? Welche Features fehlen in bisherigen Systemen? Das ist eine  
275 hypothetische Frage.

276 SPRECHER B: Es fehlt ein System das Echtzeitdaten, wie im vorigen Beispiel mit der Kettenfertigung  
277 besprochen, von der SPS holen kann und ins System einbinden kann und mitvisualisieren kann. Dies  
278 muss dann mit den langsameren Daten vermischt sein und protokolliert werden bzw. auf lange Zeit  
279 archiviert werden können. Das fällt mir dazu ein.

280 SPRECHER A: Direkte Echtzeitdaten können bei eurem System nicht geholt werden?

281 SPRECHER B: Doch das gibt es. Das Leitsystem kann Daten mit Echtzeitstempel zwischengepuffert in  
282 die Datenbank nachladen.

283 SPRECHER A: Das könnt ihr schon?

284 SPRECHER B: Ja das können wir, aber wie gesagt würde ich unser System nicht als Leitsystem  
285 bezeichnen sondern als eine Ebene darüber. Wie seht ihr euer System? Ist es ein MES bzw. ERP  
286 System?

287 SPRECHER A: Es geht nicht nur um unser Produkt es geht allgemein um SCADA Produkte.

288 SPRECHER B: Aber wenn ich konkret euer Produkt rausnehme. Es ist ein Leitsystem oder? Aber auch  
289 MES System? Ist es ein ERP System? Nein ERP System ist es nicht.

290 SPRECHER A: Nein, es ist kein ERP System.

291 Sprecher B: Ist es nicht, MES aber schon.

292 SPRECHER A: Ja genau.

293 SPRECHER B: Maschinenvisualisierung ist es so und so auch. Da bin ich auch in mehreren Ebenen. Es  
294 ist aber keine SPS. Könnte aber auch eine SPS sein.

295 SPRECHER A: Genau aber, wir sehen es hauptsächlich als SCADA System. Euer Leitsystem kann das  
296 jetzt aber auch. Du hast vorher erwähnt du könntest dir vorstellen, dass es eine Zwischenebene gibt.  
297 Zwischen euer SPS mit der Visualisierung vor Ort und zur Cloud. Da könnte eine Zwischenebene  
298 existieren.

299 SPRECHER B: Genau, das ist dann aber auch eine Preissache. Bei einer SPS redet man zwischen null  
300 und 1000 Euro Visualisierungskosten. Die Kunden wollen allerdings eher null haben für Visualisierung  
301 und gewisse Zusatzdienste wie Protokollierung. Dann gibt es ein SCADA System. Das geht von 1000  
302 – 4000 Euro, aber auch noch höher, wenn ich vernetzte Lösungen einsetze. Dann gibt es noch  
303 Leitsysteme. Da bin ich in einem Bereich, der ab diesem Bereich erst beginnt.5000 Euro und aufwärts.  
304 Ob der Kunde dann null Euro oder 5000 Euro zahlt ist natürlich ein Unterschied.

305 SPRECHER A: Was ist der Unterschied von Leitsystemen von euch und einem SCADA System? Was  
306 verstehst du darunter? Damit wir hier die Differenzen vom Verständnis klären?

307 SPRECHER B: Beim Leitsystem ist die Redundanzfähigkeit gegeben. Beim SCADA System muss das  
308 nicht unbedingt so sein. Euer Produkt hat das wahrscheinlich oder?

309 SPRECHER A: Genau. Von unserem Produkt weiß ich, dass wir Redundanzfähigkeit haben.

310 SPRECHER B: Genau aber bei anderen gibt es, das vielleicht nicht. Mittlerweile gibt es das wahrscheinlich  
311 auch schon häufiger. Dieser Teil hat mir beim SCADA System auch gefehlt. (schwer verständliche  
312 Passage)

313 SPRECHER A: Du könntest dir vorstellen, dass eine Hybridlösung zum Einsatz kommt.

314 SPRECHER B: Das ist das schwierige daran. Was ist ein Leitsystem? Leitsystem kann auch Kläranlagen-  
315 oder Biomasseheizwerkvisualisierung sein. Diese legt dann aber auch hauptsächlich wieder Daten  
316 mithilfe von 15 Minuten Zeitstempel (Takt) ab. So wie es in diesem speziellen Fall gefordert ist. Es kann  
317 aber auch in der Automobilindustrie eingesetzt werden, dann habe ich ganz andere Anforderungen.  
318 Dann gibt es wieder andere Vorgaben bezüglich Datenhaltung und Datenarchivierung. In der Medizin  
319 oder im Chemiebereich gibt es wieder andere Vorschriften, welche Branchen mit sich bringen. Ein  
320 SCADA System würde für mich die Anforderungen des Kunden abdecken. Damit genau das Protokoll  
321 umgesetzt wird, das der Kunde fordert. Kunden die nichts fordern bekommen z.B. Excel kompatible  
322 CSV Formate die auch mit jedem Rechner offenbar sind. Man hat alle Abstufungen. Es ist eine gewisse  
323 Skalierbarkeit von Nöten, die man mit einem allgemeinen Produkt abdecken kann. Oft wird auch

324 versucht SCADA Systeme als Produkt zu verkaufen. Z.B MES für Kunststoffindustrie zu entwickeln. Da  
325 gibt es z.B den DIG der vielleicht genau diese Branchenlösung notwendig hat.

326 SPRECHER A: Das Leitsystem bei euch ist ein bisschen allgemeiner?

327 SPRECHER B: Das ist allgemeiner, kann mehr und ist auch teurer.

328 SPRECHER A: Aber die Visualisierung gibt es im Leitsystem dann trotzdem?

329 SPRECHER B: Ja genau, das kann ich dann trotzdem machen. Das Prozessbild bzw. den  
330 Zeichnungsgenerator kann genauso in der Entwicklungsumgebung genutzt werden. Obwohl der  
331 Schwerpunkt auf der Ablage der Daten liegt. Da braucht man eine effiziente Datenbank. Dies fehlt ganz  
332 unten (Ebene) auf der SPS wiederum. Da bewegt man sich zwischen mehreren Ebenen.

333 SPRECHER A: Ja genau, darum ist schwierig. ( zu definieren)

334 SPRECHER B: Preislich, Funktional und Branchenmäßig bewegt man sich zwischen mehreren Ebenen.

335 SPRECHER A: Es ist immer ein unterschiedliches Abstraktionsniveau.

336 SPRECHER B: Genau.

337 SPRECHER A: Es ist wirklich interessant, wie verschiedene Hersteller und Systemintegratoren, das  
338 sehen.

339 SPRECHER B: Unterscheide ich mich da von anderen?

340 SPRECHER A: Ja das können wir im Nachgang diskutieren.

341 SPRECHER A: Das waren die fehlenden Features. Welche Features werden in Zukunft bei jedem SCADA  
342 System vorhanden sein? Wie sieht die Zukunft von SCADA Systemen aus?

343 SPRECHER B: Die Skalierbarkeit zählt auf alle Fälle dazu. Ich muss mir aussuchen können ob ich zentrale  
344 Datenhaltung haben will. Will ich ein Backup lokal im Netzwerk? Ist das Backup mithilfe des Systems  
345 sehr einfach konfigurierbar? Der Abgleich des Backups passiert automatisch. Das Backup könnte aber  
346 auch in der Cloud gespeichert werden. Generell könnte die Datenhaltung in der Cloud aktivierbar sein.  
347 Das Produkt muss aber wahrscheinlich das gleiche bleiben. (Ob Cloud oder on- premise). Früher war  
348 die SPS Anbindung immer ein Thema. Jedes SCADA System hat Treiber für bestimmte Produkte  
349 gehabt.(verallgemeinert) Das waren immer wieder eigene Treiber. Als ein bestimmtes Produkt auf den  
350 Markt kam, hat es für eine bestimmte Lösung einen bestimmten Treiber (verallgemeinert) gegeben.  
351 Dieser musste implementiert werden. Für jeden SPS Hersteller musste der Treiber entwickelt werden.  
352 Das ist mittlerweile kein Thema mehr. Heutzutage setzt man auf OPCUa und hat jede SPS angebunden.

353 SPRECHER A: Das ist ein Feature, dass jedes System können muss?

354 SPRECHER B: Genau, das ist das nächste Feature. Diese Flexibilität und Skalierbarkeit muss auch für  
355 wenige Treiber, die ein System können muss funktionieren. Der muss diese Schnittstellen perfekt  
356 umsetzen. Ein Beispiel dafür ist OPCUa. Da ist auch nicht automatisch die Historisierung für die  
357 Schnittstellen implementiert. Wenn beispielsweise die SPS einen Puffer hat kann ich das Kabel  
358 ausstecken und komme trotzdem zu allen Daten. Das geht in diese Richtung.

359 SPRECHER A: OPCUa ist für die Zukunft wichtig?

360 SPRECHER B: OPCUa auf alle Fälle. In der Zukunft auch OPCUa TSN.

361 SPRECHER A: Das ist ein neues OPCUa Protokoll?

362 SPRECHER B: Es wurde erweitert um die Echtzeitfähigkeit. Also um die echte Echtzeit. OPCUa ist nicht  
363 wirklich Echtzeitfähig.

364 SPRECHER A: Ist es dann schneller?

- 365 SPRECHER B: Zeitlich bestimmt. Es ist deterministisch?
- 366 SPRECHER A: Da werden die Zeitstempel mitgeschickt?
- 367 SPRECHER B: Ja genau. Die passiert auf der Synchronisation die in IEEE definiert ist. Die Mechanismen
- 368 sind technisch vorhanden und in der OPCUa Spezifikation ist das alles definiert. Der Nachteil besteht
- 369 darin, dass man dafür wieder eigene Hardwarekomponenten braucht. Ich kann zwar Ethernetnetzwerke
- 370 mit echtzeitfähigen Netzwerken mischen. Habe ich allerdings Achsen in denen Synchronisation
- 371 gebraucht wird, zum Beispiel innerhalb von 50  $\mu$ s, dann brauche ich eigene Hardwarekomponenten
- 372 dafür.
- 373 SPRECHER A: Welche zusätzlichen Features müsste ein Cloud SCADA System haben, bei dem man
- 374 mehr Endkunden dazu bringen würde es zu verwenden?
- 375 SPRECHER B: Da ist die Usability für den Endkunden wichtig. Die Einfachheit mit der Auswertungen aus
- 376 dem System verwendet werden können.
- 377 SPRECHER A: Durch einfache Benutzung werden mehr Endkunden diese Lösungen vorantreiben?
- 378 Sprecher B. Ja.
- 379 SPRECHER A: Viele haben zurzeit noch ein traditionelles System die der Cloud noch kritisch gegenüber
- 380 stehen. Da stellt sich die Frage, wie man da mehr in Richtung Cloud kommen könnte.
- 381 SPRECHER B: Ja. Usability ist eigentlich von der Cloudfrage getrennt. Das ist ein Teil der die
- 382 Produktakzeptanz ausmacht.
- 383 SPRECHER A: Fallen dir irgendwelche zusätzlichen Features ein die ein Leit- oder SCADA System in der
- 384 Cloud haben muss, damit dies schneller eingesetzt werden könnte, um von den traditionellen Systemen
- 385 wegzukommen. Viele sagen Predictive Maintenance gehört zu den Dingen die Cloudlösungen
- 386 vorantreiben würden.
- 387 SPRECHER B: Ja, aber das ist in Wirklichkeit nicht cloudabhängig. Das ist eine Technik die ich auf unten
- 388 (on- premise) auch nutzen kann. Es gibt im Raum Graz(verallgemeinert) von einer Firma einen Tunnel
- 389 mit einem „condition monitor“. Mit diesem werden Ventilatoren überwacht. Da geht es um eine
- 390 frühzeitige Ausfallerkennung des Ventilators. Allerdings weiß dort keiner, welche Parameter wir dort
- 391 setzen müssen oder welche Werte beobachtet werden müssen um den Ausfall zu erkennen.
- 392 Sprecher A. Funktioniert es?
- 393 SPRECHER B: Das weiß ich nicht. Das kann mir keiner sagen. (scherzhaft)
- 394 SPRECHER A: Es gibt aber keine Features in der Cloud,die diese vorantreiben würden.
- 395 SPRECHER B: Nein. Das ist nicht cloudabhängig.
- 396 SPRECHER A: Es gibt alle Features sowohl „on- premise “ als auch in der Cloud.
- 397 SPRECHER B: Genau.
- 398 SPRECHER A: Dann wird in Zukunft die Cloudakzeptanz zwar steigen aber es muss für den Kunden einen
- 399 Vorteil bringen und es ist nicht für alle gleich wichtig.
- 400 SPRECHER B: Genau.
- 401 SPRECHER A: Wir sind jetzt eigentlich am Ende des Interviews angelangt. Haben wir irgendetwas
- 402 vergessen oder gibt es noch etwas, dass dir zu diesem Thema auf dem Herzen liegt?
- 403 SPRECHER B: Eigentlich nicht.
- 404 SPRECHER A: Was muss in Zukunft unbedingt noch passieren?
- 405 SPRECHER B: Nein, da fällt mir eigentlich nichts mehr ein

406 SPRECHER A: Dann sage ich vielen Dank.

407 ANHANG B - 2. Anhang

408 SPRECHER A: Danke nochmal, dass du dir Zeit genommen hast, dann starten wir gleich mit dem  
409 Interview. Wie viel Erfahrung hast du mit SCADA Systemen?

410 SPRECHER B: Jetzt ca. seit 8 Jahren beruflich, vorher in der HTL Ausbildung.

411 SPRECHER A: Ok, in der Ausbildung habt ihr auch schon SCADA Systeme kennen gelernt?

412 SPRECHER B: Ja. Nicht sehr umfangreich aber doch kennengelernt.

413 SPRECHER A: Kannst du dich noch erinnern, welche Systeme das waren?

414 SPRECHER B: Ja, die Siemens.

415 SPRECHER A: WINCC?

416 SPRECHER B: WINCC, ja.

417 SPRECHER A: Dazu würde mich interessieren welche SCADA Systeme du noch kennst.

418 SPRECHER B: Die verschiedenen Hersteller. Die Plattform von Rockwell. Ich weiß allerdings nicht, wie  
419 das SCADA System heißt.

420 SPRECHER A: Aber du weißt, dass die ein SCADA System haben?

421 SPRECHER B: Ja.

422 SPRECHER A: Hast du es schon eingesetzt?

423 SPRECHER B: Sehr wenig. Aber ja. Vom Hersteller Bur, das Automation Studio.

424 SPRECHER A: Ist das ein SCADA System oder mehr SPS Programmierumgebung? Ist da eine  
425 Visualisierung auch dabei.

426 SPRECHER B: Ja kann eh sein

427 SPRECHER A: Unter SCADA Systeme verstehe ich die Systeme die Visualisierung, Monitoring und SPS  
428 übergeordnete Dienste ausführen.

429 SPRECHER B: Ja, aber von Bur habe ich das SCADA System, nicht verwendet. Von evon das  
430 XAMControl Produkt. AutomationX.

431 SPRECHER A: Ist das ein Produkt oder ein Unternehmen?

432 SPRECHER B: Das ist das Unternehmen. Ich weiß jetzt gerade nicht wie das Produkt an sich heißt.

433 SPRECHER A: Wie setzt ihr SCADA Systeme im Unternehmen ein?

434 SPRECHER B: Wie meinst du das genau?

435 SPRECHER A: Was macht ihr mit den SCADA Systemen?

436 SPRECHER B: Achso, wir im Unternehmen verwenden es rein für Tunnelautomatisierungen.

437 SPRECHER A: Die Tunnel werden damit überwacht und visualisiert? (gemeint Autobahntunneln usw)

438 SPRECHER B: Genau.

439 SPRECHER A: Ok. Wie exzessiv nutzt ihr diese Systeme? Nutzt ihr diese bei vielen Projekten oder sind  
440 diese Systeme für euch nur Randprodukte?

441 SPRECHER B: Nein. Es ist eines unserer Kernprodukte, die wir verkaufen. Bei allen Projekten die wir als  
442 Firma bzw. Generalunternehmen komplett abwickeln, verkaufen wir SCADA System.

443 SPRECHER A: Da würde ich kurz zusätzlich eure Unternehmensgröße erfragen?

444 SPRECHER B: Wir sind ca. 90 Mitarbeiter

445 SPRECHER A: Wie viele Personen von denen arbeiten mit SCADA Systemen?

446 SPRECHER B: In der Abteilung sind wir 12 Personen und fünf Personen davon programmieren  
447 ausschließlich. (gemeint SCADA Systeme)

448 SPRECHER A: Fünf Personen die rein SCADA Projekte umsetzen?

449 SPRECHER B: Genau.

450 SPRECHER A: Mich würde es interessieren, wer nach SCADA System Lieferung eures Unternehmens,  
451 die System betreibt und wartet?

452 SPRECHER B: Grundsätzlich haben wir eine eigen Wartungsabteilung. Aber wenn es wirklich zu  
453 Mängelbehebung kommt, macht das der Programmierer selbst.

454 SPRECHER A: Ist verständlich. Wie schaut es da mit Softwarewartungen aus? Wie oft wird diese gewartet  
455 und wer wartet diese?

456 SPRECHER B: Wir kaufen die Software auch von einem anderen Unternehmen zu. Wenn es Probleme  
457 mit der Software gibt fordern wir von diesem Unternehmen einen neuen Release an. Dieser wird dann  
458 von den Programmierern eingespielt. (Auf die Anlage deployed)

459 SPRECHER A: Wir werden dann später noch darauf zurückkommen, aber es gibt jetzt keine  
460 automatischen Updates die öfters auf solchen Anlagen erfolgen.

461 SPRECHER B: Nein.

462 SPRECHER A: Wie schaut bei diesen Dingen, der Betrieb aus? Wer betreibt schlussendlich das System?

463 SPRECHER B: Das System betreiben grundsätzlich geschulte Operatoren von unseren Kunden. Das sind  
464 meistens Straßenerhaltungsgesellschaften. Die werden von uns geschult.

465 SPRECHER A: Wie sieht die IT- Landschaft bei den Systemen aus?

466 SPRECHER B: Das ist unterschiedlich. Entweder wird die von uns mitgeliefert, dann läuft das SCADA  
467 System prinzipiell auf redundanten Solution Servern mit abgesetzten Controllern. Es kommt aber auch  
468 vor, dass die komplette IT beigestellt wird und wir auf den beigestellten Komponenten die Software  
469 aufspielen.

470 SPRECHER A: Was macht dieser abgesetzte Controller?

471 SPRECHER B: Der abgesetzte Controller ist für die lokale Steuerung verantwortlich.

472 SPRECHER A: Könnt ihr, bei beigestellter IT, Vorgaben machen oder müsst ihr euch dann an die IT  
473 Infrastruktur des Kunden anpassen?

474 SPRECHER B: Grundsätzlich müssen wir uns an die Infrastruktur anpassen aber wir können Wünsche  
475 äußern.

476 SPRECHER A: Kommen wir zum nächsten Punkt. Wie viel Erfahrung hast du mit Clouddiensten  
477 allgemein?

478 SPRECHER B: Sehr wenig.

479 SPRECHER A: Wo nutzt du die Cloud?

480 SPRECHER B: Eigentlich bei Datensicherungen oder Weitergabe von Daten.

481 SPRECHER A: Hast du sonst noch irgendwelche Einsatzgebiete? Nutzt ihr im Unternehmen noch Dienste  
482 wie Office 365 oder ähnliches?

483 SPRECHER B: Nein. Office 365 nutzen wir gar nicht.

484 SPRECHER A: Fallen dir noch irgendwelche Dienste ein? Sonst ist es natürlich auch kein Problem.

485 SPRECHER B: Nein wir verwenden diese (Cloud-Dienste) im Unternehmen gar nicht.

486 SPRECHER A: Ich würde gerne deine Einstellung gegenüber Cloud Services erfragen. Was sind die  
487 Gründe für eine Nutzung bzw. Nichtbenutzung von Cloud-Services?

488 SPRECHER B: Grund für die Nutzung ist generell die Verfügbarkeit. Diese Dienste sind überall verfügbar.  
489 Man muss selbst keine Datenträger oder etc. mitführen. Gründe bzw. der Hauptgrund dagegen ist sicher  
490 die Datensicherheit. Man weiß nicht hundertprozentig, was mit den Daten gemacht wird.

491 SPRECHER A: Man muss Daten an externe Unternehmen geben und man ist sich nicht sicher, was mit  
492 den Daten passiert?

493 SPRECHER B: Ja genau.

494 SPRECHER A: Was sind die größten Hürden für eine Nutzung bzw. Nichtnutzung? Gibt es außer der  
495 Datensicherheit noch andere Gründe?

496 SPRECHER B: Meines Wissens nach ist dies der Hauptgrund.

497 SPRECHER A: Mich würde interessieren, ob du dir vorstellen kannst in Zukunft einen Teil des SCADA  
498 Systems aus einer Cloudumgebung zu beziehen?

499 SPRECHER B: Ja, kann ich mir vorstellen.

500 SPRECHER A: Aktuell nutzt ihr aber noch keine?

501 SPRECHER B: Aktuell wird es von uns gar nicht genutzt.

502 SPRECHER A: Wie schaut bei euch der Entscheidungsprozess zur Nutzung von technologischen  
503 Innovationen? Wie kommt ihr zu technologischen Innovationen und wie läuft das ab?

504 SPRECHER B: Technologische Innovationen sind bei uns oft sehr schwer umzusetzen. Wir sind im  
505 Infrastrukturbereich tätig und sehr genaue Vorgaben von Seiten des Auftraggebers haben. Wenn wir  
506 technische Innovationen umsetzen wollen müssen wir den Auftraggeber bitten oder überzeugen, dass  
507 dies notwendig ist. Erst dann ist es möglich.

508 SPRECHER A: Ist dieser Vorgang dann eigentlich kundengetrieben?

509 SPRECHER B: Genau.

510 SPRECHER A: Wenn der Kunde sagt er will etwas Neues einsetzen, setzt ihr das um.

511 SPRECHER B: Meistens ist der Weg umgekehrt. Wir bitten den Kunden etwas Neues einzusetzen.

512 SPRECHER A: Wie lange dauert es bis neue Dienstleistungen oder Produkte zum Einsatz kommen.

513 SPRECHER B: Das ist abhängig von der Notwendigkeit.

514 SPRECHER A: Das geschieht auch wieder nur wenn Kundenprojekte dies fordern?

515 SPRECHER B: Ja genau.

516 SPRECHER A: Wie viele Ressourcen setzt ihr ein um technologische Innovationen umzusetzen. Ist das  
517 Teil eures Projektgeschäfts oder habt ihr da eigene Abteilungen?

518 SPRECHER B: Wir haben keine eigene Abteilung, aber Auslastungseinbrüche bzw. beim Freiwerden von  
519 Ressourcen werden diese für Innovationen benutzt. Bei unseren 5 Mitarbeitern oder auch generell alle  
520 Mitarbeiter der Abteilungen nutzen freie Ressourcen um sich mit Innovationen zu beschäftigen.

521 SPRECHER A: Das hängt aber natürlich von der aktuellen Projektlast, die im Unternehmen herrscht.

522 SPRECHER B: Genau.

523 SPRECHER A: Kommen wir zum nächsten Punkt. Wie zufrieden sind Sie beim Arbeiten mit SCADA  
524 Systemen? Wie zufrieden bist du allgemein mit SCADA Systemen?

525 SPRECHER B: Bezogen auf was?

- 526 SPRECHER A: Auf die Arbeit im Unternehmen. Du hast gesagt ihr setzt es für alle Projekte ein und du  
527 bist aktiv dabei.
- 528 SPRECHER B: Ok. Also ist die Frage, ob ich mit dem aktuellen Produkt zufrieden bin?
- 529 SPRECHER A: Genau. Aber auch ob du früher unzufrieden warst. Beginnen wir mit der aktuellen Situation.
- 530 SPRECHER B: Nein. Grundsätzlich bin ich sehr zufrieden. Ja
- 531 SPRECHER A: Was läuft gut? Was läuft weniger gut? Besitzt ihr schon das optimale System?
- 532 SPRECHER B: Nein das optimale System nutzen wir bestimmt nicht. (lacht) Was läuft gut? (Frage an sich  
533 selbst) Schwer zu sagen.
- 534 SPRECHER A: Dann stelle ich die Frage vielleicht zuerst umgekehrt. Welche schlechten Erfahrungen hast  
535 du mit SCADA Systemen bereits gemacht?
- 536 Sprecher B. Schlechte Erfahrungen. Die schlechtesten Erfahrungen sind sicher, wenn man Funktionen  
537 oder standardisierte Protokolle verwenden muss, weil sie gefordert sind (vom Endkunden) aber das  
538 SCADA System diese noch nicht integriert hat bzw. wenn dahingehend erst diese entwickelt werden.
- 539 SPRECHER A: Meinst du, dass es Grundvoraussetzung von SCADA Systemen sein, dass es die  
540 gängigsten Protokolle abbildet?
- 541 SPRECHER B: Die Grundvoraussetzung würde ich es nicht sagen, aber es ist vor Projektstart abzuklären  
542 welche Protokolle notwendig sind und diese müssen dann unbedingt funktionieren.
- 543 SPRECHER A: Was war das Problem bei neuen Protokollen? (die erst entwickelt werden mussten)
- 544 SPRECHER B: Das Problem war, dass ich als Applikationsentwickler keinen Zugriff auf die Treiber oder  
545 Protokolle selbst habe und auf die Entwickler (des SCADA Systems) angewiesen bin. Wenn diese nicht  
546 zur Verfügung stehen kommt es bei mir zu Stillstandszeiten.
- 547 SPRECHER A: Die Grundvoraussetzung beim Arbeiten mit SCADA Systemen ist, dass SCADA Systeme  
548 die Protokolle die das Projekt fordert beherrscht?
- 549 SPRECHER B: Genau ja.
- 550 SPRECHER A: Du bist allgemein zufrieden also impliziere ich daraus, dass die gängigsten Protokolle in  
551 dem SCADA System das du aktuell verwendest bereits enthalten sind. Das werden wahrscheinlich  
552 OPCUA und ähnliches sein. Was gibt es da noch für Protokolle die jedes SCADA System haben sollte?
- 553 SPRECHER B: Modbus RTU und TCP, also Modbus TCP reicht es gibt ja da Umsetzer, IEC 104. Das  
554 sind die gängigsten die wir eigentlich nutzen.
- 555 SPRECHER A: Hast du bereits gute oder schlechte Erfahrungen mit Cloud-Services gemacht?
- 556 SPRECHER B: Ja nachdem ich sie sehr wenig benutze und vor allem im Unternehmen gar nicht nutze,  
557 kann ich dies schwer beantworten. Aber aus privater Sicht habe ich bisher nur gute Erfahrungen gemacht.  
558 Da habe ich noch nie schlechte Erfahrungen mit Cloud-Services gemacht.
- 559 SPRECHER A: Zu diesem Punkt würde ich abschließend fragen, wie nimmst du die Softwarequalität von  
560 SCADA Systemen wahr? Zur Softwarequalität zähle ich Punkte wie Zuverlässigkeit, Wartbarkeit,  
561 Portierbarkeit zwischen Betriebssystemen, Performance? Vielleicht beginnen wir mit der  
562 Zuverlässigkeit. Wie sieht das bei euch aus?
- 563 SPRECHER B: Die Zuverlässigkeit von einer laufenden Anlage, d.h. dass die Inbetriebnahme  
564 abgeschlossen und dem Kunden übergeben wurde empfinde ich als sehr gut.
- 565 SPRECHER A: Ist das bezogen auf euer aktuelles SCADA System? (verallgemeinert) Oder ist das bei  
566 allen SCADA Systemen?

- 567 SPRECHER B: Das ist auf das aktuelle System bezogen. (verallgemeinert)
- 568 SPRECHER A: Bezieht du dich auf die aktuelle Version?
- 569 SPRECHER B: Nein, dass meine ich generell.
- 570 SPRECHER A: Wenn das Projekt abgeschlossen ist, läuft es relativ zuverlässig?
- 571 SPRECHER B: Nach Kundenübergabe ist es sehr zuverlässig. Ja, da gibt es wenig Probleme.
- 572 SPRECHER A: Die Projekte und SCADA System laufen dann 24/7 durch.
- 573 SPRECHER B: Genau. Es gibt einmal eine jährliche Wartung. Dort wird das System durchgestartet aber
- 574 innerhalb des Systems läuft es 24/7 durch.
- 575 SPRECHER A: Wie schaut es allgemein mit der Wartbarkeit aus? Wie oft könnt ihr da Updates machen?
- 576 Werden viele Softwareupdates gemacht? Gibt es selten Softwareupdates oder nie?
- 577 SPRECHER B: Es gibt sehr selten Softwareupdates, da Infrastrukturprojekten meist ein internes Netzwerk
- 578 haben die mit einer Firewall vom Internet getrennt sind. Sprich es sind keine Sicherheitsupdates
- 579 notwendig und wirkliche Softwareupdates vom SCADA System werden nahezu ausschließlich nur bei
- 580 Notwendig werden neuer Funktionen etc. gemacht. Also nur wenn Erweiterungen der Anlage
- 581 stattfinden.
- 582 SPRECHER A: Features gibt es nur in neuen Versionen?
- 583 SPRECHER B: Genau.
- 584 SPRECHER A: Das ist immer interessant, da es den Gegentrend zur IT darstellt, wo man bei jedem
- 585 Smartphone täglich oder monatlich Updates bekommt aber im SCADA System ist es unterschiedlich.
- 586 SPRECHER B: Ja, bei SCADA Systemen geht es komplett in die andere Richtung.
- 587 SPRECHER A: Portierbarkeit. Kannst du euer System zwischen verschiedenen Betriebssystemen
- 588 wechseln? Ist es egal welches Betriebssystem läuft? Kannst du Linux, Windows oder alles verwenden?
- 589 SPRECHER B: Nein. Unser System kann man grundsätzlich nur auf Windows verwenden. Eventuell gibt
- 590 es Ausnahmen, aber die sind mir nicht bekannt. Wir verwenden es nur auf Windows Systemen.
- 591 SPRECHER A: Ihr müsst auf die Hardware von Kunden aufsetzen. Ich schätze ihr nutzt Virtualisierungen?
- 592 SPRECHER B: Wenn die Hardware zu Verfügung gestellt wird, nutzen wir Virtualisierungen.
- 593 SPRECHER A: Es muss ja mit euren Betriebssystemen zusammenpassen.
- 594 SPRECHER B: Ja.
- 595 SPRECHER A: Gut. Performancemäßig?
- 596 SPRECHER B: Ja?
- 597 SPRECHER A: Bist du in diesem Punkt (mit eurem System) zufrieden? Könnte da mehr gemacht werden?
- 598 Gibt es da Engpässe, wenn viele Daten ins System kommen?
- 599 SPRECHER B: Ja. Bei sehr großen, vor allem visualisierungslastigen Anlagen mit vielen Elementen
- 600 könnte die Performance besser sein. Vor allem Bildumschaltzeiten etc. könnten besser sein.
- 601
- 602 SPRECHER A: Umso größer das System wird, umso schlechtere Performance erhaltet ihr?
- 603 SPRECHER B: Umso mehr Objekte auf einem Bild dargestellt werden müssen, desto schlechter ist die
- 604 Performance.
- 605 SPRECHER A: Heißt das, das System skaliert nur bis zu einer gewissen Ebene und es fehlt die
- 606 Skalierbarkeit, wenn es zu sehr großen Anlagen kommt?
- 607 SPRECHER B: Ja.

- 608 SPRECHER A: Da hast du dann Performanceeinbußen, die du wie bemerkst?
- 609 SPRECHER B: Ich merke sie, dass es bei Neustart der Anlage zu längeren Bildladezeiten kommen kann.
- 610 Sprecher A. Auf den Clients?
- 611 SPRECHER B: Auf den Clients, ja.
- 612 SPRECHER A: Du hast vorher gesagt ihr habt zwei redundante Server.
- 613 SPRECHER B: Das System selbst ist immer verfügbar, da haben wir keine Performanceprobleme. Die
- 614 Performance, die mit der Größe der Anlage abnimmt bezieht sich nur merkbar auf die Visualisierung.
- 615 SPRECHER A: Sprichst du von den Clients?
- 616 SPRECHER B: Genau, ja.
- 617 SPRECHER A: Nächster Punkt. Welche Funktionen würdest du dir von einem optimalen SCADA System
- 618 wünschen?
- 619 SPRECHER B: Welche Funktionen? (überlegt) Das Produkt (verallgemeinert) von dem wir die ganze Zeit
- 620 reden, hat schon sehr viele Funktionen. Automatische Tests wären eine Funktion, die noch
- 621 wünschenswert wäre. Diese beziehen sich auf Software- aber auch auf Hardwareschnittstellen. Wir
- 622 bräuchten eine Generalabfrage, indem wirklich jeder Datenpunkt rausgeschickt wird.
- 623 SPRECHER A: Das wären dann Tests gegen externe Systeme?
- 624 SPRECHER B: Genau, Tests gegen externe Systeme.
- 625 SPRECHER A: Wie würde dies dann aussehen? Der Kunde stellt eine Schnittstelle zur Verfügung und ihr
- 626 wollt?
- 627 SPRECHER B: Da wir Kunden oder Subsysteme bzw. viele Fremdgewerke in das SCADA System
- 628 integrieren, sollte bei Teststart eine Art Excel- oder andere Liste geöffnet werden und jeder Datenpunkt,
- 629 der vom Subsystem gesendet wird sollte mit einem Zeitstempel oder Ähnlichem versehen werden.
- 630 SPRECHER A: Du meinst jetzt einen lesenden Test (von den Subsystemdaten)?
- 631 SPRECHER B: Ja, aber das gleiche müsste auch schreibend existieren.
- 632 SPRECHER A: Aber schreibend kann ich ja nicht auf das externe System testen?
- 633 SPRECHER B: Nein nicht auf das externe System zugreifen, aber z.B ein Datenpunkt, der im Abstand
- 634 von einer Sekund oder einer halben Sekunde hinausgeschickt wird.
- 635 SPRECHER A: Du willst das irgendwie parametrieren können?
- 636 SPRECHER B: Genau. Aber das ist wirklich (nur) ein Wunsch.
- 637 SPRECHER A: Gibt es sonst noch Features, die in bisherigen SCADA Systemen fehlen?
- 638 SPRECHER B: (überlegt) Nein alles, das wirklich notwendig ist, ist vorhanden.
- 639 SPRECHER A: Welche Features sollen in Zukunft unbedingt in jedem SCADA System vorhanden sein?
- 640 Du hast vorher schon gesagt, OPC Ua, Modbus usw. muss unbedingt drinnen sein. (als Schnittstelle im
- 641 SCADA System)
- 642 SPRECHER B: Ja, genau.
- 643 SPRECHER A: Aus deinen vorherigen Aussagen hätte ich noch entnommen, dass bessere Skalierbarkeit
- 644 gegeben sein sollte.
- 645 SPRECHER B: Ja. Für uns und unsere Anlagen ist unbedingt ein Redundanzabgleich notwendig.
- 646 SPRECHER A: Redundanzmechanismus?
- 647 SPRECHER B: Genau und zwar sowohl für die Server als auch für Subcontroller.
- 648 SPRECHER A: Sonst noch irgendetwas?

- 649 SPRECHER B: Da gibt es viele Sachen, die sehr wichtig sind.
- 650 SPRECHER A: Ja wenn dir noch irgendetwas einfällt?
- 651 SPRECHER B: Automatische Backuperstellung ist zum Beispiel sehr wichtig. Diese soll das SCADA  
652 System können.
- 653 SPRECHER A: Kommen wir zu ein paar hypothetischen Bereichen (Fragen). Was müssen Hersteller von  
654 SCADA Clouddiensten um die Angebote schneller zu den Kunden zu bringen?
- 655 SPRECHER B: SCADA Cloud-Dienste?
- 656 SPRECHER A: Wenn es ein solches SCADA System geben würde, wobei es auch schon einige SCADA  
657 Clouddienste gibt, was müssten die anbieten damit ihr die nutzen oder testen wolltet?
- 658 SPRECHER B: Das ist eine sehr schwierige Frage, da wir es nicht einsetzen dürfen Wir würden diese  
659 sehr gerne einsetzen.
- 660 SPRECHER A: Meinst du aufgrund von Kundenanforderungen (müsste eine Forderung nach diesen  
661 Diensten einlangen)?
- 662 SPRECHER B: Ja genau.
- 663 SPRECHER A: Dann muss ich dann wahrscheinlich den Kunden fragen, wieso er gegen solche Lösungen  
664 ist? Ihr würdet diese Lösungen einsetzen, wenn es der Kunde fordert?
- 665 SPRECHER B: Für unser Produkt, das wir einsetzen (verallgemeinert), gibt es solche Clouddienste noch  
666 nicht. Deshalb kommt es für uns sowieso nicht in Frage. Sollte es das geben, sehe ich auch hier ein  
667 Problem, dass wir es beim Kunden nicht einsetzen dürfen.
- 668 SPRECHER A: Auch wenn das System das können würde, muss es sowohl „on-premise“ als auch in der  
669 Cloud funktionieren? Da reden wir jetzt von der Public Cloud oder? Wenn der Kunde selber eine Cloud  
670 aufsetzen würde bzw. eine private Cloud verwenden würde, würde es euch wieder egal sein. D.h wenn  
671 er selbst die Cloudkomponenten im Haus hätte?
- 672 SPRECHER B: Ja.
- 673 SPRECHER A: Fallen dir zusätzliche Features ein, die ein Cloud SCADA System bieten könnte, bei dem  
674 ihr eine Migration oder ein Einsetzen beim Kunden vorantreiben würdet? Viele reden jetzt von Predictive  
675 Maintenance oder Ähnlichen Dingen, die in der Cloud sehr erfolgreich sind. Fallen dir da Features ein?
- 676 SPRECHER B: Ein nützliches Feature für ein cloudbasiertes SCADA System wäre ein Zugriff für den  
677 Kunden von überall.
- 678 SPRECHER A: Er sollte mal von überall Zugriff haben?
- 679 SPRECHER B: Ja genau und dann wären Features wie Push Nachrichten bei kritischen Störungen etc  
680 gut.
- 681 SPRECHER A: Für das Smartphone?
- 682 SPRECHER B: Ja genau.
- 683 SPRECHER A: Oder es ist irgendein Desktopclient?
- 684 SPRECHER B: Ja.
- 685 SPRECHER A: Sonst noch irgendetwas?
- 686 SPRECHER B: Was es zusätzlich geben sollte? (überlegt) Naja leichte Verständlichkeit wäre sicher  
687 wichtig.
- 688 SPRECHER A: Die Usability oder etwas anderes?

689 SPRECHER B: Die Usability genau, damit nicht nur, wie in unserem Fall, die Operatoren die Bedienung  
690 übernehmen können sondern auch Projektleiter und andere Personen etwas nachschauen können, die  
691 keine umfangreiche Schulung genießen.

692 SPRECHER A: Das System soll intuitiv sein?

693 SPRECHER B: Genau, im besten Fall ja.

694 SPRECHER A: Wenn es jetzt ein Cloud SCADA System in Frage kommen würde, würdet ihr eher eine  
695 hybride Lösung bevorzugen oder ein reines Cloudsystem? Würden bei euch trotzdem immer  
696 Komponenten lokal laufen oder kannst du dir eine reine SPS zu Cloudkombination vorstellen? Würde  
697 die SPS direkt mit der Cloud sprechen?

698 SPRECHER B: Persönlich kann ich es mir schon vorstellen, dass die SPS direkt mit der Cloud  
699 kommuniziert.

700 SPRECHER A: Was aber bei Internetausfällen problematisch sein könnte.

701 SPRECHER B: Ja. Natürlich.

702 SPRECHER A: Habt ihr vor Ort Visualisierungen (direkt bei den Anlagen)?

703 SPRECHER B: Ja wir haben auch vor Ort Visualisierungen.

704 SPRECHER A: So könntet ihr Internetausfälle dann abfangen?

705 SPRECHER B: Ja es gibt vor Ort immer eine Notbedienebene.

706 SPRECHER A: Ganz werden wir also nicht von den „on- premise“- Komponenten wegkommen?

707 SPRECHER B: Nein es wird sicher immer eine hybride Lösung notwendig sein.

708 SPRECHER A: Gut, wir sind jetzt eigentlich am Ende des Interviews angelangt. Haben wir etwas  
709 vergessen oder gibt es zu diesem Thema noch irgendetwas, dass dir auf dem Herzen liegt?

710 SPRECHER B: Nein, eigentlich nicht. Die Fragen waren sehr anspruchsvoll und zum Nachdenken daher  
711 liegt mir dazu nichts mehr am Herzen.

712 SPRECHER A: Vielen Dank

713 ANHANG C - 2. Anhang

714 SPRECHER A: (Wie viel Erfahrung hast du mit SCADA und Cloud Services)

715 SPRECHER B: Wir setzen noch keine Cloud Services ein im klassischen Sinn bei den SCADA  
716 Anwendungen, aber wir haben verschiedenste SCADA Systeme im Einsatz unter anderem verwenden  
717 wir ein bestimmtes SCADA System (verallgemeinert). Dieses System verwenden wir nur als SCADA  
718 System ein. Im MES Bereich verwenden wir es ebenfalls. Zusätzlich verwenden wir noch Wonderware  
719 Intouch und die klassischen Anwendungen z.B. WinCC werden ebenfalls eingesetzt.

720 SPRECHER A: Wunderbar, da komme ich später noch einmal darauf zurück. Zuerst würde ich gerne  
721 eruiieren wie viel Erfahrung du mit SCADA Systemen hast. Wie lange arbeitest du damit? Du hast gesagt  
722 ihr nutzt es auch aktuell im Unternehmen?

723 SPRECHER B: 1994 habe ich erste Berührungspunkte mit SCADA Systemen gehabt. Das waren damals  
724 noch Windows 3.11 basierende Versionen. Dort waren auch bereits Intouch ein SCADA System von  
725 uns. Es war lange Zeit das einzige System (mit denen ich gearbeitet habe). Mittlerweile dürfte ich auch  
726 schon erste Erfahrungen mit XAMControl und WinCC machen, wobei ich die letzten beiden nicht mehr  
727 als aktiver Systemintegrator nutzte. Ich setze mich mittlerweile nur noch soweit in Kenntnis damit ich  
728 weiß, was im Verkauf dann gebraucht wird.

729 SPRECHER A: Ihr nutzt diese Systeme?

730 SPRECHER B: Ja wir nutzen die. Wir haben für XAMControl ein eigenes Team, ein weiteres Team arbeitet  
731 mit WinCC und am weitesten verbreitet ist bei uns noch aus der Geschichte heraus das Wonderware  
732 Intouch.

733 SPRECHER A: Von welchem Hersteller ist das Intouch?

734 SPRECHER B: Intouch ist von Wonderware. Diese Firma wurde meines Wissens nach drei oder viermal  
735 verkauft und zuletzt bei der Firma Schneider gelandet. Mittlerweile wird dieses System weltweit  
736 supported und verkauft.

737 SPRECHER A: Wie viele Mitarbeiter sind in eurem Unternehmen?

738 SPRECHER B: Wir sind insgesamt 85 Mitarbeiter, wobei in der Software ca. 20 Personen arbeiten. Rein  
739 mit Visualisierungen sind aktuell 6 Personen beschäftigt. Davon sind 3 Personen ausschließlich mit  
740 Visualisierungen beschäftigt. Die anderen drei führen auch Steuerungstechnik Aufgaben durch.

741 SPRECHER A: Wer wartet diese Systeme?

742 SPRECHER B: Grundsätzlich werden die Systeme von einem Gruppenleiter in der  
743 Visualisierungsabteilung. Dieser schaut das immer aktuelle Versionen (von SCADA Systemen)  
744 eingesetzt werden.

745 SPRECHER A: Wer wartet die Systeme beim Endkunden?

746 SPRECHER B: Beim Endkunden ist es immer verschieden. Zum einen gibt es Kunden die das System  
747 initial in Betrieb nehmen und danach ist das für ihn erledigt bis Probleme auftreten. Diese haben zumeist  
748 einen Service- und Wartungsvertrag. Da informieren wir den Kunden wenn dieser Handlungsbedarf bei  
749 Softwareupdates hat. Zum Anderen gibt es Kunden die eigene IT Administratoren besitzen, die von Zeit  
750 zu Zeit anrufen und sich erkundigen, ob das System noch up- to- date ist. Wenn Betriebssysteme

751 gewechselt werden, erkundigen sich diese ob die Betriebssysteme bzw. Versionen unterstützt werden  
752 usw...

753 SPRECHER A: Bedeutet dies, dass man eure EndkundInnen in zwei Gruppen einteilen kann? Zum Einen  
754 betreibt ihr oftmals die Softwaresysteme und die anderen KundInnen die groß genug sind IT-  
755 Abteilungen zu besitzen, machen diese Wartungen selbst?

756 SPRECHER B: Genau, diese machen diese Wartungen selber.

757 SPRECHER A: Wie hält sich die Waage zwischen Wartungen die ihr durchführt und eigens von  
758 Endkunden durchgeführte Wartungen?

759 SPRECHER B: Es ist eher so, dass wir die Wartung machen, wenn sie gemacht wird. Ansonsten wird  
760 eher gewartet bis die gesamte Anlage upgegradet wird und im Zuge des Upgrades der  
761 Steuerungsebene auch die Visualisierungsebene mitgezogen wird. Zumeist wartet der Kunde mit  
762 Updates. Solange keine Probleme auftreten ist er zufrieden und es wird oft die Anlage nicht verändert  
763 solange es zu keinen Komplikationen kommt.

764 SPRECHER A: Wie oft gibt es bei euch Upgrades?

765 SPRECHER B: Das ist eher mit Hardwareupgrades verbunden. Wenn Pcs getauscht werden und die  
766 Hardware so veraltet ist, dass man auf neue Betriebssysteme oder ähnliches wechseln muss, dann ist  
767 zwangsläufig auch ein SCADA Systemupgrade notwendig.

768 SPRECHER A: Es ist immer interessant zu sehen, da sich SCADA Systeme gegen den Trend der IT  
769 verhalten. In der gibt es überall fast täglich Updates und bei SCADA Systemen wollen die Kunden mit  
770 Updates nur im Problemfall zu tun haben.

771 Ich würde gerne wisse, wie die IT- Landschaft bei euren Anlagen aussieht.

772 SPRECHER B: Zumeist werden bei uns Standalone Anlagen eingesetzt. Dort gibt es die klassische  
773 Variante mit einem Visualisierungsrechner bzw. SCADA Rechnern und darunter wird eine SPS  
774 betrieben. Bei größeren Anlagen ist das ein bisschen anders. Dort gibt es zumeist einen Server zudem  
775 sich die Clients verbinden. Die Masse ist nach wie vor die Standalone Anlage.

776 SPRECHER A: Sind bei dieser Konstellation Server und Client auf einem Rechner?

777 SPRECHER B: Genau bei uns sind diese zumeist auf einem Rechner. Beziehungsweise ist das bei  
778 manchen Systemen anders. Z.B XAMControl und ähnliche Systeme haben eigene Datenbanken  
779 dahinter. Das ist aber dann auch oft ein Standalone Paket.

780 Sprecher A. Setzt ihr Remoteeinheiten oder verwendet ihr nur die Mastereinheiten mit den SPSen.

781 SPRECHER B: Genau. Oft sind hinter der Mastereinheit mehrere SPSen.

782 SPRECHER A: Es gibt keine Remoteeinheiten?

783 SPRECHER B: Wenig. Dies ist nur bei ganz großen Anlagen der Fall bei denen man Clients mit mehreren  
784 Bedieneinheiten benötigt.

785 SPRECHER A: Wie viele SPSen hängen da ca an einem System?

786 SPRECHER B: Von 1 bis 5 oder 6. Sechs SPSen ist schon relativ groß für uns.

787 SPRECHER A: Habt ihr den Wunsch die Mastereinheiten auf Sub- Remoteeinheiten aufzutrennen?

788 SPRECHER B: Doch da sind wir bei einer Migration von einem System auf ein anderes bei dem man eine  
789 Server- Client Landschaft abbilden kann.

790 SPRECHER A: Da wäre dann eine Master- und mehrere Remoteeinheiten?

791 SPRECHER B: Genau

- 792 SPRECHER A: Schwenken wir um. Wie viel Erfahrung haben Sie mit Clouddiensten allgemein
- 793 SPRECHER B: Eher als Office Anwender mit klassischen Cloudlösungen aus der Microsoft Welt.
- 794 Ansonsten habe ich sehr wenig Erfahrungen damit gesammelt.
- 795 SPRECHER A: Also Office und OneDrive?
- 796 SPRECHER B: Genau.
- 797 SPRECHER A: Sharepoint?
- 798 SPRECHER B: Genau
- 799 SPRECHER A: Wie sieht es bei euch im Unternehmen (mit Cloudlösungen) aus? Welche (Cloud- ) Dienste
- 800 werden dort benutzt?
- 801 SPRECHER B: Im Unternehmen nutzen Kollegen teilweise OneDrive und Office Dienste. Ansonsten
- 802 verwenden wir noch keine Cloud Dienste.
- 803 SPRECHER A: Was sind für euch die Gründe für eine Benützung bzw. Nicht- Benützung der Cloud?
- 804 SPRECHER B: Der Grund ist der Zeitaufwand der für eine Umstellung auf Cloudsysteme verbunden ist.
- 805 Im aktuellen Projektgeschäft haben wir diese Zeit nicht. Weiters ist auch noch die altmoderne Ansicht
- 806 vertreten, alles Systeme nur lokal betreiben zu wollen. Wobei im Office und im alltäglichen Bereich
- 807 immer mehr Richtung Cloud geht. In den nächsten zwei bis fünf Jahren wird sich das auch in der
- 808 Industrie stark wenden.
- 809 SPRECHER A: Die größten Hürden siehst du in der Aufwendung von Ressourcen?
- 810 SPRECHER B: Die Ressourcen für Aufwendungen in diese Richtungen sind nicht vorhanden.
- 811 SPRECHER A: Kannst du dir vorstellen, dass ein Teil von einem SCADA System in Zukunft in der Cloud
- 812 laufen wird?
- 813 SPRECHER B: Sicher. Absolut
- 814 SPRECHER A: Kommen wir zum Entscheidungsprozess. Wie werden Entscheidungen zur Nutzung von
- 815 technologischen Innovationen getätigt?
- 816 SPRECHER B: Die grundsätzlichen Entscheidungen sind natürlich immer mit den Kundenanforderungen
- 817 verbunden. Was erwartet sich der Kunde von uns für eine Lösung? Wie können wir diese auf am besten
- 818 umsetzen? Andererseits schaut man sich natürlich auch auf dem Markt um und sucht nach „State of the
- 819 art“ Lösungen. Wo geht die Entwicklung hin und ist das für uns interessant? Wir müssen uns in den
- 820 Lösungen auch wiederfinden. Dann wird dieser Weg eingeschlagen. Das wird im Vorfeld von ein bis
- 821 zwei Personen evaluiert. Die machen dann ein kurzes Statement und entscheiden, ob die Lösung für
- 822 uns passen könnte. Unter anderem ist die Entscheidung so auch für unser aktuelles SCADA Produkt
- 823 gefallen. So wird das evaluiert. Es ist allerdings eher vom Markt bzw. von Kundenanforderungen
- 824 getrieben. Wie setzt man das am effektivsten um?
- 825 SPRECHER A: Wenn da bei euch zwei Personen dies ausprobieren wird ein „proof of concept“ erstellt?
- 826 SPRECHER B: Genau. Es wird angeschaut ob das allgemeine Umfeld vom Prospektbereich kennt.
- 827 Könnte das für uns passen? Dann erstellen wir zumeist eine Teststellung bzw. Demoinstallation bei uns
- 828 im Haus, bei der wir das System testen und prüfen, ob es wirklich unsere versprochenen Anforderungen
- 829 erfüllt. Dann wird eine Entscheidung getroffen. Ist es technisch und kaufmännisch passend?
- 830 SPRECHER A: Wie lange dauert es geschätzt, bis neue Dienstleistungen und Produkte zum Einsatz
- 831 kommen können?

832 SPRECHER B: Das ist nicht so einfach zu beantworten. Wenn es eine Kundenanforderung ist und wir  
833 müssen es umsetzen geht es rasch. Dann ist es im Projektablauf mitintegriert und man muss die  
834 schulischen Maßnahmen sofort einleiten und die Personen darauf hin schulen. Wenn es ein  
835 längerfristiger Entscheidungsprozess ist, kann es schon ein bis zwei Jahre dauern, die man sich Zeit  
836 nimmt, bis man wirklich das System wechselt. Meistens ist auch eine Systementscheidung dahinter.  
837 Neues Produkt bzw. neue Firma. Es ist nicht nur das Produkt, das geprüft wird, sondern es wird sich  
838 auch die Supportleistung des Unternehmens geprüft. Wie ist die Nähe zum liefernden Unternehmen?  
839 Z.B wäre es für uns ein Problem wenn der Support in Übersee angesiedelt wäre und wir nur in der Nacht  
840 diesen telefonisch erreichen könnten, damit wir Informationen bekommen.

841 SPRECHER A: SCADA System wechselt man normalerweise nicht schnell?

842 SPRECHER B: Absolut (richtig). Bei SCADA Systemen hat man zumeist ein paar Produkte im Einsatz,  
843 die man wartet und aufrecht erhält.

844 SPRECHER A: Wie viel Ressourcen setzt ihr ein, damit technologische Innovationen eingeführt werden?  
845 Gibt es einen Bereich, der das durchführt oder wird das von Applikateuren mitgemacht? Wie kommt ihr  
846 zu technologischen Innovationen?

847 SPRECHER B: Einerseits ist es bei uns durch einzelne Gruppen geregelt. Wir haben drei Spaten. Die  
848 Spate Sonderanlagen und Sondermaschinen ist bei uns primär für Innovationen zuständig. Das hat den  
849 Grund, dass diese verschiedenste Anlagen und verschiedenste Kunden bedienen und viel mehr  
850 Marktnähe haben, als Mitarbeiter die nur Standardprodukte für einen Kunden einsetzen. Dieser hat  
851 immer seinen Ablauf und sein System. Der profitiert aus den Erfahrungen der anderen Gruppe.

852 SPRECHER A: Wie groß ist diese Gruppe zirka?

853 SPRECHER B: Die Gruppe besteht aktuell aus 5 Personen. Diese sind primär steuerungstechnisch gut  
854 unterwegs. Die anderen Personen die ein bestimmtes SCADA System einsetzen ziehen eben Know-  
855 How und Ressourcen aus der SCADA Gruppe hinzu.

856 SPRECHER A: Diese Aufgaben werden aber neben dem Projektgeschäft bzw. dem Tagesgeschäft  
857 zusätzlich abgewickelt?

858 SPRECHER B: Genau, wir haben keine klassische F&E Abteilung.

859 SPRECHER A: Ist ja auch legitim bei der Firmengröße.

860 SPRECHER B: Ja

861 SPRECHER A: Kommen wir zurück zu den SCADA Systemen. Wie zufrieden sind Sie beim Arbeiten mit  
862 ihren SCADA Systemen. Was für Erfahrungen haben Sie mit SCADA Systemen gemacht? Haben Sie  
863 schon schlechte bzw. gute Erfahrungen gemacht? Was sind die größten Hindernisse? Was sind die  
864 „Aha“ Effekte für die Auswahl von SCADA Systemen:

865 SPRECHER B: Der große Vorteil von den Systemen die wir im Einsatz haben ist die einfache  
866 Bedienbarkeit. Man kommt relativ schnell in das System (niedrige Lernkurve) und ist dann entsprechend  
867 schnell bei der Projektumsetzung. Andererseits ist es auch wichtig, dass das SCADA System flexibel  
868 ist und eine gewisse Offenheit aufweist. Ich muss auch externe Systeme ohne großen Aufwand an das  
869 SCADA System anbinden können. Für uns ist die Skalierbarkeit von SCADA Systemen wichtig. Nicht  
870 nur hinsichtlich der optischen Auflösung, sondern auch die Skalierung des Systems selbst. Ich muss  
871 von einem kleinen System sukzessive in eine größere Anlage wachsen können. Vom einfachen SCADA  
872 System bis hin zum großen Leitsystem muss das Produkt immer skalieren. Das sind Knackpunkte, die

873 man braucht. Natürlich ist auch die Anbindung an die SPS Systeme wichtig. Umso standardisierter,  
874 umso einfacher, umso besser.

875 SPRECHER A: Umso mehr unterschiedliche SPS Systeme an das SCADA System angebunden werden  
876 können umso besser?

877 SPRECHER B: Genau, es wäre am besten nur einen Standard zu verwenden z.B OPCUa. Die meisten  
878 Steuerungen können das heutzutage. Dann habe ich eine genormte Anbindung. Ansonsten sollen  
879 SCADA Systemen entsprechende Schnittstellen zu den gängigen SPSen anbieten. Z.B Siemens,  
880 Bernecke und Rainer und Rockwell, Beckhoff sollten anbindbar sein.

881 SPRECHER A: Das wäre dann kein OPCUa Protokoll?

882 SPRECHER B: Genau, dann wäre es eine direkte Verbindung, wobei OPCUa aktuell von uns bevorzugt  
883 wird.

884 SPRECHER A: Haben Sie schon schlechte Erfahrung gemacht? Wann mussten Sie sich um andere  
885 Produkte umschauchen?

886 SPRECHER B: Es ist im Prinzip die Umkehr der guten Erfahrungen. Jeder Anbieter hat seine Vor- und  
887 Nachteile. Ein ganz großes Manko ist die optische Skalierbarkeit. Alte Anlagen sind drastisch dargestellt  
888 mit einer Auflösung von 800 mal 600 (Pixel) ausgestattet und wir möchten es auf eine andere  
889 Visualisierung umstellen muss ich diese neu erstellen. Das ist heutzutage nicht mehr „state- of the art“.  
890 Wenn ich bei Anbindungen an Fremdsystemen, so eingeschränkt bin, dass ich mich nicht koppeln bzw.  
891 verbinden kann. (Das wäre ein Nachteil). Wenn ich bei jeder Änderung oder nächstgrößeren Stufe mit  
892 enormen Lizenzkosten konfrontiert bin. Wenn ich schlechten Support habe. Wenn ich einen Techniker  
893 brauche und niemand ist erreichbar bzw. wenn ich jemanden erreiche, muss er so affin sein, dass er  
894 weiterhelfen kann. Da gibt es viele Punkte für Ausscheidungsgründe.

895 SPRECHER A: Haben Sie schon mal Probleme mit der Skalierbarkeit gehabt. Sind Systeme  
896 performancemäßig schon an ihr Limit gekommen?

897 SPRECHER B: Klar. Das ist auch schon vorgekommen. Wenn gewisse Anzahl von Variablen erreicht ist,  
898 wurde die Performance von Systemen schon sehr schlecht. Sie konnte diese Anzahl nicht mehr  
899 bearbeiten. Das ist problematisch. Dann müssen Visualisierungen gesplittet werden. Dann teilen wir die  
900 Visualisierung auf zwei Rechner auf. Das ist eine Katastrophe.

901 SPRECHER A: Wie nimmst du die Softwarequalität von SCADA Systemen wahr? Z.b Zuverlässigkeit.

902 SPRECHER B: Es stellt sich immer die Frage. Wie etabliert und wie starr ist das System? Wenn ich ein  
903 flexibles, offenes und schnelllebiges System haben möchte muss ich mir im Klaren sein, dass sehr viele  
904 Bugs und Probleme damit verbunden sind, dafür ist es innovativ. Wenn ich ganz zuverlässige Produkte  
905 haben möchte bleibe ich zwei Versionen hinter dem Letztstand. Dann kann ich mir fast sicher sein, dass  
906 dieser Stand der Software funktioniert. Bzw. sind die Probleme darin bekannt und ich kann darauf  
907 reagieren. Es ist immer eine Gradwanderung. Wir bleiben grundsätzliche um ein bis zwei Versionen  
908 hinter der Neuesten. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass diese besser funktionieren.

909 SPRECHER A: Viele innovative SCADA Systeme sind für Sie problem anfällig?

910 SPRECHER B: Da gibt es oft Probleme. Oft liegt es daran, dass innovative Produkte auch für komplexe  
911 Aufgaben eingesetzt werden, die von diesem System oft in dieser Art und Weise nicht abgedeckt  
912 werden können. Dann muss man eingreifen. Daraus ergeben sich Probleme. Da kommt dann guter

913 Support zu tragen, wenn fixe Supportgruppen hinter einem Produkt stehen, die uns weiterhelfen können.  
914 Dann ist es kein Mangel, sondern gute Performance des Produkts.

915 SPRECHER A: Wie sieht die Wartbarkeit dieser Systeme aus? Wie oft muss man Systeme warten? Wie  
916 einfach kann man diese updaten?

917 SPRECHER B: Das ist ein Mitgrund für die Auswahl der Systeme. Wenn jedes Monat bzw. in kurzen  
918 Intervallen Versionssprünge vorhanden sind und irgendwann der Punkt erreicht ist, das alte Versionen  
919 nicht mehr upgedatet werden können, gibt es Probleme. Umso besser Systeme upzugraden bzw. zu  
920 migrieren ist, umso performanter ist es für uns. Wobei man sagen muss, dass sich niemand aufregen  
921 würde wenn die Anlage vor fünf Jahren installiert wurde und dann ein massives Update notwendig ist.  
922 Das muss man in der heutigen Zeit einfach verstehen. Das ist auch bei Office Paketen so.

923 SPRECHER A: Wie schaut es mit der Portierbarkeit aus? Wo laufen eure Systeme? Ist es egal? Läuft es  
924 z.B auf Linux und Windows?

925 SPRECHER B: Wir haben zu 99.9 Prozent Windows Rechner im Einsatz. Dort versuchen wir immer auf  
926 dem vorletzten Stand der Windows Version zu sein, um ausreichende Sicherheit zu liefern. Wir wollen  
927 eigentlich nicht älter werden (keine älteren Versionen verwenden). Ansonsten packt man das Ganze  
928 (System) in virtuelle Maschinen. Der Trend geht generell zu einer ganzheitlichen Virtualisierung.

929 SPRECHER A: Welche Funktionen würden Sie sich von einem optimalen SCADA System wünschen?  
930 Welche Features fehlen bei bisherigen Systemen?

931 SPRECHER B: Das ist schwierig zu beantworten. Ich würde mir aufgrund der preislichen Situation  
932 günstigere Systeme wünschen. Es ist doch immer wieder ein Problem bei Anlagen mit vielen  
933 Datenpunkten steigen die Lizenzkosten. Auf der anderen Seite glaube ich, dass wir mit unserem jetzigen  
934 (System-) Stand gut versorgt sind. Wir wissen mit welchen System wir eingehende Kundenanfragen  
935 abdecken können. Damit haben wir aktuell gute Erfahrung gesammelt. Ich habe dahingehend gar keine  
936 großen Wünsche.

937 SPRECHER A: Welches Feature ist ein „Must- Have“ für ein SCADA System?

938 SPRECHER B: Einfache Kommunikation. OPCUA. Skalierbarkeit. Das gilt für die Visualisierungen als  
939 auch die Verarbeitung der Datenpunkte. Da gilt es nicht blockweise zu skalieren, sondern ein einfaches  
940 „on- demand“ Nachrüsten zur Verfügung zu stellen. Gewisse Plattformunabhängigkeit sollte gegeben  
941 sein. Wenn Kunden auf Windows oder Linux bestehen, soll dies möglich sein. Webfeatures, die in der  
942 Office- Welt genutzt werden, sollten auch für SCADA Systeme verfügbar sein. Das erachte ich als  
943 Selbstverständlichkeit.

944 SPRECHER A: Kommen wir kurz zu SCADA Cloud Diensten? Was müssen Hersteller von SCADA  
945 Systemen anbieten, damit Kunden schneller zu diesen Lösungen greifen? Wann würde für euch eine  
946 Benützung notwendig werden? Gibt es diese Anforderungen jetzt noch nicht?

947 SPRECHER B: Ich kann mir bei uns im SCADA Cloud Bereich nur vorstellen, dass  
948 Betriebsdatenerfassung in die Cloud ausgelagert werden. Die Datensicherung bzw. Backups könnten  
949 in der Cloud erfolgen. Aber ansonsten habe ich mit Cloud noch keine Ideen. Ich bin mir aber sicher,  
950 dass wir uns in ein paar Jahren über ganz andere Dinge unterhalten. Da wird es nur mehr einfache  
951 Front- End Geräte geben und alles andere läuft in der Cloud.

952 SPRECHER A: Nutzen wir eine Gedankenregung. Wenn es Systeme gäbe, die in der Cloud laufen  
953 würden. Müssten da Komponenten immer beim Kunden laufen oder gibt es Anlagen die nur aus SPSen

954 und Cloudlösungen bestehen. Gibt es Hybridanforderungen bei denen immer lokale Komponenten beim  
955 Kunden laufen sollten?

956 SPRECHER B: Das wird sicher der Fall sein. Das klassische Front- End wird immer existieren müssen.  
957 Es kann keine Anlage bedient werden wenn keine HMI vor Ort verfügbar ist. Panels werden immer  
958 existieren. Der Trend geht allerdings dazu, dass ein SCADA System mit Panelkomponente verbaut wird.  
959 Die Panelkomponente wird sicher vor Ort bleiben. Aber ich kann mir durchaus vorstellen, dass mobile  
960 SCADA Systeme in der Cloud ausgeführt werden. Dann wird auch typischerweise kein  
961 kabelgebundenes SCADA System mehr existieren, sondern WLAN Anbindungen werden notwendig  
962 sein (um mobile Geräte), um Zugriff auf die zentrale Datenhaltung in der Cloud zu bekommen.

963 SPRECHER A: Ist es für euch interessant, dass zentralisierte Systeme etabliert werden? Ich könnte mir  
964 vorstellen, ihr habt viele verschiedene Endkunden. Wollt ihr Daten von mehreren Endkunden in ein  
965 System aggregieren? Jeder sieht dann seine Daten und ihr könntet die zentrale Hoheit (Übersicht)  
966 haben und globale Systeme für mehrere Standorte etablieren? Das müsste natürlich zum einen lokal  
967 funktionieren und bei Zugriff auf andere Standorte könnte mithilfe der Cloud gegeben sein.

968 SPRECHER B: Das ist grundsätzlich vorstellbar. Wir suchen aktuell eine Lösung zur Sicherung unserer  
969 Projektdatenlösungen. Diese sollen auch für Kunden zugänglich sein. Das hat aber nicht unmittelbar  
970 mit SCADA Systemen zu tun. Diese Anforderung beanspruchen zumeist größere Betriebe für sich. Der  
971 Kunde möchte über mehrere Standorte ein zentrales Datenbanksystem haben, das zurzeit noch  
972 irgendwo im Headquarter in der IT- Abteilung durchgeführt wird. Dies wandert zurzeit immer mehr in  
973 Richtung Cloud. Das zentrale System ist dabei dann eine Cloudlösung. Vorort habe ich außer geringer  
974 Hardwareressourcen nichts mehr.

975 SPRECHER A: Wäre es bei euch möglich, dass sich Geschäftsmodelle mit Cloudlösungen verändern?  
976 Wäre es vorstellbar eure SCADA Systeme als Dienste anbieten? Ihr würdet den Betrieb und Updates  
977 durchführen und bei euch läuft zentral die Komponente die ihr als Dienstleistung anbieten wollt?

978 SPRECHER B: Das ist absolut vorstellbar. Aktuell haben wir aber nicht die Ressourcen bzw. das Personal  
979 für solche Vorhaben.

980 SPRECHER A: Gibt es ein Feature, bei dem ihr ein System unbedingt ausprobieren wolltet? Wenn es  
981 Cloud SCADA Lösung gäbe, würdet ihr diese testen?

982 SPRECHER A: Wenn es in unser Konzept passt und es gut vorstellbar ist (für unsere Projekte) und ich es  
983 mit einer Kundenanforderung verlinken kann. Wenn sich komplizierte Projektanforderungen mit der  
984 Cloud plötzlich sehr einfach lösen würden, würden wir diese Lösung ausprobieren.

985 SPRECHER A: Wenn es die Kundenanforderung vorantreibt?

986 SPRECHER B: Wenn es die Kunden fordern. (bejaht) Wenn ich intensiv suchen muss und interne  
987 Analysen durchgeführt werden müssen, fehlen zurzeit einfach die Ressourcen.

988 SPRECHER A: Vielleicht würden Zentralisierungsanforderungen von Kunden dies vorantreiben?

989 SPRECHER B: Auf jeden Fall. Sollten große Kunden eine Lösung fordern, die ihm eine vereinfachte  
990 Datenhaltung beschert und ihn sonst zum Mitbewerb abwandern lässt, wäre es für uns natürlich ein  
991 Auftrag uns Gedanken zu diesen Themen zu machen.

992 SPRECHER A: Wir sind jetzt ziemlich am Ende des Interviews angelangt. Haben wir etwas vergessen?  
993 Gibt es noch, dass du zu diesem Thema anmerken möchtest oder dir am Herzen liegt?

994 SPRECHER B: Aktuell sind wir im Industriebereich noch nicht in die Cloudthematik eingetaucht. Ideen  
995 gäbe es schon. Momentan fehlt noch der Bedarf. Es fehlt momentan noch die Abwägung, ob diese  
996 Dinge zurzeit bereits auf dem Markt positioniert werden können und aktuell auch schon verkauft werden  
997 können. Kann ich daraus einen Vorteil ziehen und Gewinn erwirtschaften? Nur aus Versuchs- und  
998 Testzwecken können wir aufgrund fehlender Ressourcen keine (Cloud- ) Systeme ausprobieren.  
999 SPRECHER A: Vielen Dank

1000 ANHANG D - 2. Anhang

- 1001 SPRECHER A: Starten wir los. Wie viel Erfahrung hast du mit SCADA Systemen allgemein?
- 1002 SPRECHER B: Als Anwender habe ich bereits 7-8 Jahre Erfahrung und erstellt habe ich diese zum Teil
- 1003 auch selbst. Ich habe ca. ein Jahr Erfahrung in der Erstellung der SCADA Systeme.
- 1004 SPRECHER A: Was heißt für dich erstellt?
- 1005 SPRECHER B: Damit meine ich, dass ich SCADA Systeme selbst programmiert habe.
- 1006 SPRECHER A: Meinst du damit die SPS Logik?
- 1007 SPRECHER B: Die SPS Logik und das übergeordnete SCADA System wurden von mir erstellt.
- 1008 SPRECHER A: Meinst du dass du auch die Systeme konfigurierst und programmierst welche Daten in
- 1009 das System fließen?
- 1010 SPRECHER B: Genau
- 1011 SPRECHER A: Auf der anderen Seite hast du in deinen erwähnten sieben Jahren SPSen programmiert?
- 1012 SPRECHER B: Genau
- 1013 SPRECHER A: Nutzt Ihr in eurem Unternehmen aktuell SCADA Systeme?
- 1014 SPRECHER B: Ja
- 1015 SPRECHER A: Welche SCADA Systeme nutzt ihr?
- 1016 SPRECHER B: Wir haben lange Zeit ein bestimmtes Produkt (verallgemeinert) eingesetzt, sind aber
- 1017 mittlerweile auf eine Eigenentwicklung umgestiegen.
- 1018 SPRECHER A: Kennst du noch weitere SCADA Systeme
- 1019 SPRECHER B: Ja z.B das XAMControl System von der Firma evon.
- 1020 SPRECHER A: Sonst noch weitere?
- 1021 SPRECHER B: Cenon, aber wie gesagt nutzte ich hauptsächlich WINCC und XAMControl
- 1022 SPRECHER A: Heißt das, du hast ein Jahr lang aktiv diese Systeme konfiguriert?
- 1023 SPRECHER B: Ja genau, ein Jahr habe ich diese aktiv erstellt und die restlichen 6-7 Jahre nur Daten zur
- 1024 Verfügung gestellt und das System angewendet.
- 1025 SPRECHER A: Dort hast du dann das Programm für die Feldebene erstellt?
- 1026 SPRECHER B: Genau habe ich die Feldebene programmiert
- 1027 SPRECHER A: Aber hat dann meistens euer Unternehmen, dass SCADA System ausgewertet oder waren
- 1028 da externe Unternehmen dabei?
- 1029 SPRECHER B: Nein SCADA Systeme sind immer von uns erstellt worden
- 1030 SPRECHER A: Wie setzt Ihr SCADA Systeme im Unternehmen ein? Was bildet ihr für Prozesse damit
- 1031 ab?
- 1032 SPRECHER B: Also bei uns wird eigentlich die ganze Anlage im SCADA System abgebildet. Hauptzweck
- 1033 ist meistens Störungsanzeige bzw Anzeige von Störungen. Das ist bei uns der Hauptzweck. Ansonsten
- 1034 Aufzeichnungen von Motorstatistik. Aber grundsätzlich nutzen wir es aktuell fast nur als Visualisierung
- 1035 für den Kunden.
- 1036 SPRECHER A: Visualisierung und Sollwerte werden dort eingestellt?
- 1037 SPRECHER B: Nachdem ich hauptsächlich Fördertechnik mache gibt es dort nicht wirklich viele Sollwerte
- 1038 einzustellen, die über das SCADA System einstellbar sind. Dort ist gerade eine Entwicklung im

- 1039 Gange, mit der mehr Möglichkeiten für den Benutzer entstehen, aber im Moment wird das System  
1040 hauptsächlich für Visualisierung verwendet.
- 1041 SPRECHER A: Störungsanzeigen und Alarmierung von Operatoren ist der Hauptzweck
- 1042 SPRECHER B: Genau und die Erstellung von Statistiken
- 1043 SPRECHER A: Ihr übergebt, das SCADA System dann dem Endkunden
- 1044 SPRECHER B: Ja
- 1045 SPRECHER A: Dieser betreibt das System dann selbst?
- 1046 SPRECHER B: Genau
- 1047 SPRECHER A: Mich würde außerdem interessieren, wie sieht die IT- Landschaft für diese SCADA  
1048 Systeme aus? Wie sieht das im Allgemeinen aus? Wie viele Server sind im Einsatz? Wie viele Rechner?
- 1049 SPRECHER B: Das ist ganz unterschiedlich, je nach Anlagengröße. Ich sage mal, mindestens ein Server  
1050 bis zu maximum 6 Server haben wir eingesetzt. Da ist einmal ein SCADA System auf drei Servern  
1051 aufgeteilt worden und zusätzlich wurde es noch redundant betrieben.
- 1052 SPRECHER A: Wie ist dann der Aufbau von diesen Systemen? Wo läuft die SCADA Software bzw. die  
1053 einzelnen Komponenten? Wo laufen welche Dienste? Gibt es eine Mastereinheit oder mehrere?
- 1054 SPRECHER B: IN den meisten Fällen bzw. von unserer Eigenentwicklung ausgehend sieht es so aus,  
1055 du hast das auf einem Server laufen und dann kann der Kunde auf das System über den Browser  
1056 verbinden wenn sich dieser im selben Netzwerk befindet
- 1057 SPRECHER A: Also eine Server Client Architektur:
- 1058 SPRECHER B: Genau
- 1059 SPRECHER A: Und die Feldebene kommuniziert direkt mit dem Server oder gibt es dazwischen noch  
1060 Komponenten?
- 1061 SPRECHER B: Nein, direkte SPS – Serververbindung
- 1062 SPRECHER A: Die Clients wurden mit einer Webanwendung umgesetzt?
- 1063 SPRECHER B: Jetzt bei unserer Eigenentwicklung ist es eine Webentwicklung.
- 1064 SPRECHER A: Wer liefert bei euch die IT- Infrastruktur?
- 1065 SPRECHER B: Das ist unterschiedlich. Manche Kunden liefern eigene Server und wir setzen dann auf  
1066 VMWare auf, und es gibt aber auch Kunden bei denen wir die Lieferung der Server stellen. Im  
1067 Allgemeinen ist es aber kundenabhängig.
- 1068 SPRECHER A: Ihr betreibt und wartet die Software und führt Updates durch für die IT
- 1069 SPRECHER B: Ja meistens hat der Kunde dann einen Wartungsvertrag
- 1070 SPRECHER A: Ich weiß, dass es bei traditionellen SCADA Systemen oft so ist, dass irgendwo eine IT  
1071 Firma diese Software betreibt bzw. ihr dies mitmacht. Wer hält die Software auf aktuellem Stand? Z.B  
1072 Windows oder Betriebssystemupdates macht ihr dann zusätzlich?
- 1073 SPRECHER B: Es ist unterschiedlich von Kunde zu Kunde. Wenn der Kunde einen Server stellt  
1074 übernimmt es meistens er.
- 1075 SPRECHER A: Also entweder Kunde oder ihr`?
- 1076 SPRECHER B: Genau
- 1077 SPRECHER A: Gibt's noch was zu SCADA Systemen im Allgemeinen zu sagen? Von welchen  
1078 Dimensionen sprechen wir bezüglich des SCADA Systems? Wie groß und wie viele Signale kommen  
1079 da zusammen?

- 1080 SPRECHER B: Es ist ganz unterschiedlich, wir haben kleine Anlagen, da läuft eine SpS die vom System  
1081 erfasst wird. Dann haben wir große Anlagen da haben wir zum Teil schon Anlagen gehabt mit über 100  
1082 SPS en die in ein System zusammengefügt werden. Wir zeichnen allerdings nicht jeden Ein- bzw.  
1083 Ausgang im SCADA System auf, das wäre zu aufwendig. Wir reden von tausend los pro SPS und wenn  
1084 du dann 100 SPS en hast...
- 1085 SPRECHER A: Prinzipiell ist das ein skalierfähiges System? Habt ihr das gleiche System bei einer SPS  
1086 und bei 20?
- 1087 SPRECHER B: Genau
- 1088 SPRECHER A: Wie viel Erfahrung hast du mit Cloud Diensten allgemein?
- 1089 SPRECHER B: Wenig. Man nutzt sie privat zum Daten speichern ansonsten aber relativ wenig.
- 1090 SPRECHER A: Wahrscheinlich noch Office 365 im Unternehmen
- 1091 SPRECHER B: Genau
- 1092 SPRECHER A: Habt ihr sonst irgendwelche Cloud Dienste im Unternehmen? Vielleicht irgendeine ERP  
1093 Software oder andere Dienste die in der Cloud laufen?
- 1094 SPRECHER B: Ja bei den Systemen die wir einsetzen weiß ich es nicht wie diese im Hintergrund laufen.  
1095 Ich greife darauf zu und ob die irgendwo in einer Cloud laufen oder zentral bei uns auf einem Server  
1096 kann ich nicht sagen.
- 1097 SPRECHER A: Wie ist die Einstellung allgemein gegenüber Cloud Services?
- 1098 SPRECHER B: Von meiner Seite her, eher positiv.
- 1099 SPRECHER A: z.B Was sind die Gründe die du dir vorstellen kannst wieso man sowas (Cloud Services)  
1100 bei euch im Unternehmen nützt oder nicht nützt?
- 1101 SPRECHER B: Grundsätzlich der Zugriff auf Cloudsystem würde vielleicht einfacher werden wenn die  
1102 Software irgendwo in einer Cloud laufen habe, wo ich von überall aus, darauf zugreifen kann. Da spare  
1103 ich mir vielleicht die Themen wie VPN und so weiter.
- 1104 SPRECHER A: Was sind die größten Bedenken von Leuten oder was glaubst du sind die größten Hürden  
1105 bei der Cloud Nutzung?
- 1106 SPRECHER B: Datenschutz, dass du deine ganzen Sachen irgendwo anders laufen lässt, auf Hardware  
1107 die nicht von dir stammt und dann theoretisch der Betreiber usw. darauf zugreifen könnte.  
1108 Der Datenschutz ist bei euch wenn ihr es On- Premise hostet höher als in der Cloud?
- 1109 SPRECHER B: Zumindest hat man es selbst in der Hand wie sicher die Daten sind, bei der Cloud musst  
1110 du dich auf den Betreiber verlassen.
- 1111 SPRECHER A: Kannst du dir vorstellen, dass in nächster Zeit oder in Zukunft ein Teil von SCADA  
1112 Systemen einfach aus der Cloud bezogen wird.
- 1113 SPRECHER B: Könnte ich mir vorstellen ja
- 1114 SPRECHER A: D.h Prinzipell könnten Teile des SCADA Systems in die Cloud wandern?
- 1115 SPRECHER A: Gibt's bei euch aber jetzt noch nicht oder? (dass Scada Teile in der Cloud laufen)
- 1116 SPRECHER B: Nein, bei SCADA Systemen gibt es, dass nicht, aber ist für manche Kunden sicher  
1117 interessant, die viele Standorte haben und zentral irgendwo die gesamten Daten und Statistiken haben  
1118 und von überall darauf zugreifen können.
- 1119 SPRECHER A: Ihr habt weltweit Kunden?
- 1120 SPRECHER B: Genau

- 1121 SPRECHER A: Ihr betreibt auch die IT- Systeme von vielen Kunden?
- 1122 SPRECHER B: Ja die Server die wir stellen.
- 1123 SPRECHER A: Vielleicht wäre es für diese Kunden( bei denen ihr die Server liefert) interessant, die
- 1124 Kunden die einen eigenen Server hinstellen eher nicht?
- 1125 SPRECHER B: Genau für die Kunden eher weniger
- 1126 SPRECHER A: Eigentlich für Kunden die zu wenig IT Know- how oder IT- Kompetenz im Unternehmen
- 1127 haben?
- 1128 SPRECHER B: Kleinere Kunden die keine große IT- Abteilung selbst haben
- 1129 SPRECHER A: Dann könntet ihr das leichter mitliefern?
- 1130 SPRECHER B: Genau
- 1131 SPRECHER A: Schauen wir kurz in eine andere Richtung, nämlich in eine organisatorische im
- 1132 Unternehmen.
- 1133 Wie werden Entscheidungen zur Nutzung von technologischen Innovationen im Unternehmen getätigt?
- 1134 Wenn ihr was Neues machen wollts und neue Dinge einführen wollt, wie sieht dieser Prozess aus?
- 1135 SPRECHER B: Im Bereich IT oder Allgemein?
- 1136 SPRECHER A: Allgemein
- 1137 SPRECHER B: Grundsätzlich haben wir eine eigene Abteilung oder Gruppe die daran arbeiten. Die
- 1138 schauen sich das (Innovationen) zuerst einmal an und wenn dann irgendeine neue Idee entsteht geht
- 1139 das durch die Fachgremien und wird von den einzelnen Fachabteilungen nochmal geprüft ob es Sinn
- 1140 macht oder nicht.
- 1141 SPRECHER A: Das heißt es ist ein mehrstufiger Prozess. Wer kann da Innovationen und Vorschläge
- 1142 einbringen?
- 1143 SPRECHER B: Theoretisch jeder, wenn man die richtigen Ansprechpersonen im Unternehmen kennt und
- 1144 diese davon überzeugen mag.
- 1145 SPRECHER A: Wie lang dauert es deiner Schätzung nach wenn jemand eine Idee einbringt? Wie lang
- 1146 dauert es bis wirklich was passiert und Änderungen umgesetzt werden?
- 1147 Bei einem neuen Produkt relativ lange. Bis da wirklich mal was passiert würde ich schätzen dauert es
- 1148 6-12 Monate.
- 1149 SPRECHER A: Vielleicht noch mal kurz, da ich es am Anfang vergessen habe.
- 1150 Wie sieht bei euch die Unternehmensstruktur aus?
- 1151 SPRECHER B: Weltweit ca. 10000 in Österreich ca 1500 – 1600
- 1152 SPRECHER A: Wie viele Arbeiten da im Fördertechnikbereich die SCADA Systeme einsetzen?
- 1153 SPRECHER B: In Österreich eigentlich alle. Der österreichische Standort ca 1500 Leute.
- 1154 SPRECHER A: Wir haben gesagt es dauert 6 – 12 Monate
- 1155 SPRECHER B: Würde ich einschätzen ich bin aber bei den Prozessen nicht dabei. Aber als
- 1156 Außenstehender würde ich das so schätzen.
- 1157 SPRECHER A: Wie viele Ressource werden dafür aufgewendet, das Innovationen passieren?
- 1158 Technologische?
- 1159 SPRECHER B: Gerechnet mit Entwicklungsabteilung oder die Leute die neue Dinge ausprobieren?
- 1160 SPRECHER A: Diejenigen die neue Dinge ausprobieren

- 1161 SPRECHER B: Ich weiß nicht wie es beim Rest ist, Elektronik Mechanik und so aber für SPS haben wir  
1162 eine eigene Improvement- Group, mit 10 -15 Personen die ständig mit dem Thema beschäftigen. In der  
1163 IT dürften es noch mal um einiges mehr sein nehme ich an.
- 1164 SPRECHER A: Gibt es bezüglich Innovationen noch irgendetwas dass dir dazu noch einfällt?
- 1165 SPRECHER B: Nicht wirklich, nein
- 1166 SPRECHER A: Wie zufrieden bist du mit der Arbeit mit euren SCADA Systemen?
- 1167 SPRECHER B: Ich bin als Anwender generell zufrieden, wobei jetzt gerade an einem neuen Tool  
1168 gearbeitet wird, wo dann deutlich mehr möglich ist bezüglich Parametrierung übers SCADA System.  
1169 Das soll dann nächstes Jahr ausgerollt werden.
- 1170 SPRECHER A: Hast du auch schon mal schlechte Erfahrungen mit SCADA Systemen gemacht?
- 1171 SPRECHER B: Nur, dass sie oberhalb einer gewissen Größe Performanceprobleme bekommen. Das war  
1172 das Hauptthema bei größeren Projekten.
- 1173 SPRECHER A: Das heißt die skalieren dann nicht ausreichen?
- 1174 SPRECHER B: Genau, also in einem gewissen Bereich funktioniert die Skalierung super, nur ab einem  
1175 gewissen Faktor(gemeint Punkt) werden sie relativ langsam und träge.
- 1176 SPRECHER A: Sonst irgendwelche negativen Erfahrungen. Bei dir ist es besonders interessant, da du  
1177 die sowohl angewendet und in Betrieb als auch konfiguriert hast. Hast du sonst irgendwelche schlechten  
1178 Erfahrungen gemacht?
- 1179 SPRECHER B: Wie gesagt, das größte Thema ist meist die Performance. Sonst hast du als Anwender  
1180 wenn man das System kennt (gemeint: keine Probleme)
- 1181 SPRECHER A: Also muss man das System zuerst mal kennen?
- 1182 SPRECHER B: Es ist ziemlich selbsterklärend aber ein paar Feinheiten nicht. Aber das ist bei den meisten  
1183 Programmen so.
- 1184 SPRECHER A: Meinst du es ist immer eine gewisse Lernkurve für die Systeme notwendig:
- 1185 SPRECHER B: Ja, das ist auf jeden Fall so
- 1186 SPRECHER A: Wie nimmst du als SCADA Integrator aber nicht als Softwareentwickler. Wie nimmst du  
1187 die Softwarequalität von SCADA Systemen war? Unter Softwarequalität verstehe ich z.B  
1188 Zuverlässigkeit, Wartbarkeit. Beginnen wir mit Zuverlässigkeit. Laufen die Systeme durch bzw. 24/7
- 1189 SPRECHER B: Sie sollten 24/7 laufen aber es gibt schon hin und wieder Probleme. Dann stürzen sie mal  
1190 ab und irgendein Dienst muss dann neu gestartet werden. Aber das passiert quer durch die Bank. Das  
1191 passiert bei den meisten (Systemen).
- 1192 SPRECHER A: Bei allen mit denen du gearbeitet hast?
- 1193 SPRECHER B: Mit denen ich gearbeitet habe war es definitiv so.
- 1194 SPRECHER A: Da gäbe es Verbesserungspotenzial?
- 1195 SPRECHER B: Gibt es sicher. Ja.
- 1196 SPRECHER A: Wie schauts mit der Wartbarkeit aus? Z.B. Nehmen wir einen Faktor. Wie oft bringt's ihr  
1197 Updates von SCADA Systemen oder liefert ihr Updates? Wie sieht das bei euch aus?
- 1198 SPRECHER B: Es ist meistens so, die Version die beim Kunden läuft, wird im Regelfall keine Updates mehr  
1199 bekommen. Nur wenn wirklich ein Update notwendig ist oder wenn ein größerer Versionsprung statt  
1200 findet, passiert es normal aber in der Regel ist das System in der Version die eingesetzt wird so  
1201 ausgereift, dass wenig Updates gebraucht werden.

1202 SPRECHER A: Das ist eigentlich ein bisschen ein Gegentrend zur IT. Bei jedem Handy oder ähnlichem  
1203 bekommt man dauernd Updates oder Sicherheitsupdates und SCADA Systeme sind davon eher  
1204 ausgenommen.

1205 SPRECHER B: Es passiert eher wenig, also regelmäßige SCADA Updates wäre mir bei keinem System  
1206 bekannt, dass sie notwendig sind.

1207 SPRECHER A: Notwendig? Sie werden nicht gemacht.

1208 SPRECHER B: Sie werden nicht gemacht bzw. sind auch oft nicht so einfach machbar, denn wenn der  
1209 Kunde das System nutzen will und du musst es abschalten ist es schwierig.

1210 SPRECHER A: Man bräuchte also immer ein Update ohne Downtime.

1211 SPRECHER B: Ja, oder die Downtime zumindest so gering wie möglich zu halten.

1212 SPRECHER A: Gibt es sonst zur Softwarequalität noch Dinge? Wie schaut es mit der Portierbarkeit aus?  
1213 Laufen die Systeme auf mehreren Betriebssystemen oder muss es genau immer das eine  
1214 Betriebssystem installiert sein?

1215 SPRECHER B: Ist vom System abhängig. Viele sind an Windows gebunden, wobei ich zum Teil auch  
1216 schon mit Systemen gearbeitet habe, die auf Linux laufen. Oder auf Windows und Linux laufen können

1217 SPRECHER A: Wie leicht kann man Änderungen vornehmen bei SCADA Systemen bei euren Anlagen?

1218 SPRECHER B: Es ist eigentlich nicht so aufwendig aber es ist halt jedes mal so, dass bei Änderungen  
1219 zumindest eine kurze Downtime notwendig ist.

1220 SPRECHER A: Was verstehst du unter kurz?

1221 SPRECHER B: Zum Teil reicht es wenn man es einspielt und neu startet. Da reden wir von ein paar  
1222 Minuten. Bei größeren Updates kann es natürlich länger dauern.

1223 SPRECHER A: Vorher hast du gesagt, dass es bei der Performance Verbesserungspotenzial gibt, weil  
1224 das zählt meiner Meinung nach auch zur Softwarequalität

1225 SPRECHER B: Ja bei sehr großen Systemen ist es bei den Systemen mit denen ich gearbeitet habe  
1226 schon öfter mal vorgekommen, dass sie relativ langsam werden mit der Zeit.

1227 SPRECHER A: Was bedeutet groß?

1228 SPRECHER B: Da reden wir schon von ca 40 – 50 SPSen aufwärts, die mit dem SCADA System  
1229 kommunizieren.

1230 SPRECHER A: Du hast vorher gemeint im Schnitt so ca. 1000 Ios oder so ähnlich?

1231 SPRECHER B: Ja aber bei uns ist es so, dass die Ios im SCADA System nicht erfasst werden. Das wäre  
1232 zu aufwendig bzw. zu viele Daten, die zusätzlich keiner braucht.

1233 SPRECHER A: D.h ihr aggregiert die Daten und schickt nur die wichtigen ans SCADA System?

1234 SPRECHER B: Genau

1235 SPRECHER A: Ab einer gewissen SPS Anzahl gibt es Performanceprobleme

1236 SPRECHER B: Ja

1237 SPRECHER A: Wie schaut es mit der Verwendbarkeit aus? Gibt es Dinge die sehr schwer zu verwenden  
1238 sind? Muss man da immer eine Schulung machen und lernen damit umzugehen? Kann man manche  
1239 Systeme vom ersten Tag an benützen?

1240 SPRECHER B: Als Anwender oder Integrator?

1241 SPRECHER A: Integrator.

- 1242 SPRECHER B: Umso mehr das SCADA System kann, umso aufwendiger wird es natürlich auch für den  
1243 Integrator bzw. Anwender.
- 1244 SPRECHER A: Wie sieht es aus mit Testbarkeit von solchen Systemen? Wie testet ihr?
- 1245 SPRECHER B: Bei uns ist es so, dass wir im Haus unsere SPS Software durchtesten auf der SPS. Da  
1246 wird in den meisten Fällen einmal ein SCADA System mit den Test SPSen aufgebaut. Da werden  
1247 zumindest gewisse Funktionen durchprobiert, damit man vorort beim Kunden die Tests verkürzen kann.
- 1248 SPRECHER A: Wiederverwendbarkeit. Wie viele Komponenten von SCADA Systemen verwendet ihr  
1249 gleich 1:1 beim Kunden?
- 1250 SPRECHER B: Wir ändern die Anlage selbst, also die Visualisierung der Anlage, der Grundaufbau von  
1251 der ganzen Visualisierung bzw. SCADA System bleibt aber immer gleich. Es werden in der Regel auch  
1252 die gleichen Statistiken usw. angezeigt.
- 1253 SPRECHER A: Ihr habt ziemlich oft gleiche Anlagen?
- 1254 SPRECHER B: Nicht 1:1 die gleichen Anlagen, aber es wird nur die Anlage im SCADA System angepasst  
1255 und das restliche SCADA System rundherum bleibt gleich.
- 1256 SPRECHER A: Kommen wir schön langsam zu den letzten Punkten. Welche Funktionen würden Sie sich  
1257 von einem optimalen SCADA System wünschen? Welche Features fehlen dir bei bisherigen Systemen.  
1258 Wenn du nachdenkst, was könnte besser sein oder könnte die das SCADA System abnehmen?
- 1259 SPRECHER B: Grundsätzlich wünsche ich mir eine hohe Performance auch bei großen Anlagen.
- 1260 SPRECHER A: Das heißt eine schnelle Reaktionsfähigkeit?
- 1261 SPRECHER B: Schnelle Reaktionsfähigkeit, genau. Damit es für den Bediener noch flüssig läuft. Für den  
1262 Bediener darf es keinen Unterschied machen ob das System mit 30 SPSen oder mit einer verbunden  
1263 ist.
- 1264 SPRECHER A: Sonst noch irgendwelche Features die bisher gar nicht existieren? Fällt dir noch eine  
1265 Funktion ein die SCADA Systeme liefern sollten?
- 1266 SPRECHER B: Mehr aktive Unterstützung für den Benutzer. Damit im Fehlerfall dementsprechende  
1267 Möglichkeiten zur Störungsbehebung vorgeschlagen werden. Da sollte mehr auf den Benutzer  
1268 eingegangen werden.
- 1269 SPRECHER A: Für Endkunden?
- 1270 SPRECHER B: Für den Endkunden, genau. Damit der im Fehlerfall schneller reagieren kann und vielleicht  
1271 den Support von der Firma nicht braucht sondern selbstständig alles machen kann.  
1272 Es ist immer unterschiedlich zwischen den Systemen. Manche können Sachen die andere wiederum  
1273 nicht können. Z.B dass es für den Benutzer relativ einfach sein sollte, wenn gewisse Dinge genauer  
1274 überwacht werden sollten, dass hier Werte separat weggespeichert werden können. Das ist nicht mit  
1275 jedem System möglich.
- 1276 SPRECHER A: Damit er dies selbst konfigurieren kann?
- 1277 SPRECHER B: Genau, das ist nicht mit jedem System möglich. Bei manchen Systemen gibt der Integrator  
1278 vor, was aufgezeichnet werden soll und dann hat der Endkunde keinen direkten Einfluss mehr darauf  
1279 und muss mehr oder weniger damit leben, was der Integrator gemacht hat.
- 1280 SPRECHER A: Er muss bei jeder Änderung, die er dann haben will, den Integrator holen?
- 1281 SPRECHER B: Genau

- 1282 SPRECHER A: Das ist ein Feature, dass in Zukunft vielleicht bei jedem SCADA System vorhanden sein  
1283 sollte?
- 1284 SPRECHER B: Es sollte flexibler werden. Damit sich der Kunde eigene Statistiken anlegen kann usw.
- 1285 SPRECHER A: Bei Statistiken geht es um Auswertungen der Anlage?
- 1286 SPRECHER B: Genau. Wenn er zum Beispiel mit einer Komponente Probleme hat, kann er sich  
1287 eingehende Werte genau mit aufzeichnen und damit vielleicht analysieren warum der Fehler auftritt. Oft  
1288 ist auch Wartung noch ein Thema. Da sollten Kunden vielleicht mehr Daten zur Verfügung gestellt  
1289 werden, was Laufzeit von Antrieben angeht oder die Ansteuerungen von gewissen Komponenten, damit  
1290 man da einfach vorausschauend warten kann und vielleicht schon eingreifen kann ins System bevor die  
1291 Störung auftritt, weil man weiß diese Komponente hat schon eine bestimmte Anzahl von Schaltzyklen  
1292 durchgeführt und gehört in nächster Zeit getauscht
- 1293 SPRECHER A: Da könnte man eigentlich, dieses Feature nicht nur für ein System verwenden, sondern  
1294 über mehrere Systeme drüber.
- 1295 SPRECHER B: Genau
- 1296 SPRECHER A: Damit da Daten zusammenfließen und aus den Daten soll man lernen wie Wartungen  
1297 verbessert werden können?
- 1298 SPRECHER B: Genau, dass z.B dem Kunden angezeigt wird: Dieser Motor ist zu warten in x Tagen oder  
1299 x Stunden Betriebszeit
- 1300 SPRECHER A: Also Predictive Maintenance ist hier das Schlagwort?
- 1301 SPRECHER B: Genau
- 1302 SPRECHER A: Je mehr Systeme die in Daten aggregieren, desto besser sollte es dann Funktionieren?
- 1303 SPRECHER B: Genau
- 1304 SPRECHER A: Also mehr Datenzentralisierung wenn es vom Kunden erlaubt ist damit mehr  
1305 Auswertungen für Kunden entstehen?
- 1306 SPRECHER B: Genau
- 1307 SPRECHER A: Fällt dir sonst noch etwas ein?
- 1308 SPRECHER B: Predictive Maintenance kann man ja treiben bis zum Exzess. Man könnte ja auch die  
1309 ganzen Komponentenbestellnummern im SCADA System hinterlegen und darüber gleich Ersatzteile  
1310 usw. bestellen beim Zulieferer.
- 1311 SPRECHER A: Meinst du eine Integration des ERP Systems?
- 1312 SPRECHER B: Dass man da schon Daten integriert oder zumindest alle Informationen für das ERP  
1313 System direkt aus dem SCADA System exportieren kann.
- 1314 SPRECHER A: Was glaubst du müssen Hersteller von SCADA Cloud-Diensten anbieten, damit Angebote  
1315 schneller beim Kunden landen? Wenn wir SCADA Systeme herstellen würden, was wäre ein Feature,  
1316 bei dem du sagst das brauchen wir dringend.
- 1317 SPRECHER B: Ich glaube, dass man noch sehr viel Überzeugungsarbeit leisten muss bei vielen Kunden  
1318 und ich glaube zum Teil ist die Infrastruktur beim Kunden noch ein Thema. Wenn ich das ganze  
1319 irgendwo in einer Cloud laufen habe, braucht er dementsprechend sehr schnelle Internetverbindung  
1320 usw... Meiner Erfahrung ist das in Österreich ok, aber weltweit gesehen ist das an vielen Standorten  
1321 ein Thema(Problem).
- 1322 SPRECHER A: Das System sollte auch funktionieren wenn keine Internetverbindung besteht?

- 1323 SPRECHER B: Nein keine glaube ich nicht aber in gewissen Ländern wird die Umsetzung schwierig sein.
- 1324 SPRECHER A: Das System soll reagieren können auch wenn das Internet gerade schlecht ist?
- 1325 SPRECHER B: Das wäre meiner Meinung nach auf jeden Fall notwendig.
- 1326 SPRECHER A: Wenn es eine Hybrid Lösung gäbe würde es dieses Problem lösen?
- 1327 SPRECHER B: In vielen Ländern in denen die Infrastruktur nicht so gut ist wie in Österreich wäre dies
- 1328 sehr sinnvoll. Vor allem wenn ich im SCADA System irgendwelche Sollwerte für gewisse Regelungen
- 1329 vorgebe dann brauche ich einfach eine Hybridlösung. Wenn ich Probleme mit dem Internet habe muss
- 1330 ich trotzdem meine Anlage weiter betreiben können.
- 1331 SPRECHER A: Da stellt sich natürlich die Frage welche Features die Mastereinheit im SCADA System
- 1332 durchführt umso mehr diese Features in die Mastereinheit wandern umso dezentraler müssen sie
- 1333 verfügbar sein.
- 1334 SPRECHER B: Umso mehr im SCADA System drin und steuerbar ist, umso mehr wird irgendwo eine
- 1335 dezentrale Komponente gebraucht.
- 1336 SPRECHER A: Kann ich aus deinen Aussagen herauslesen, das du eigentlich eine hybride Lösung
- 1337 bevorzugst.
- 1338 SPRECHER B: Ja
- 1339 SPRECHER A: Damit die Daten zusammenfließen aber im Notfall verfügbar sind
- 1340 SPRECHER B: Definitiv
- 1341 SPRECHER A: Wir wären am Ende des Interviews angelangt. Haben wir irgendetwas vergessen? Gibt es
- 1342 noch irgendetwas das du zu diesem Thema noch sagen möchtest oder dir am Herzen liegt? Kannst du
- 1343 noch irgendeine Anmerkung machen? Was sollen die Hersteller von SCADA Cloudservices in Zukunft
- 1344 berücksichtigen?
- 1345 SPRECHER B: Nicht wirklich
- 1346 SPRECHER A: Du hast die Performance erwähnt. Das war glaube ich für die das Wichtigste?
- 1347 SPRECHER B: Das war mehr oder weniger das Wichtigste. Ja. Gerade da wäre ein Hybridsystem im
- 1348 Vorteil im Vergleich zum reinen Clouddienst, der sehr abhängig von der Internetanbindung vor Ort ist.
- 1349 Vielen Dank

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
IT	Informationstechnologie
I/O	Input/Output
HMI	Human Machine Interface
LCD	Liquid Crystal Display
UI	User Interface
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerungen
PLC	Programmable Logic Controller
LAN	Local Area Network
MTU	Master Terminal Unit
RTU	Remote Terminal Unit
SaaS	Software as a Service
Paas	Platform as a Service
IaaS	Infrastructure as a Service
SOA	Service- oriented architecture
WCF	Windows Communication Foundation
SQL	Structured Query Language
ORM	Object Relational Mapping

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 SCADA System mit mehreren Standorten (in Anlehnung an Colbert & Kott, 2016).....	3
Abbildung 2 SCADA Komponenten.....	4
Abbildung 3 Komponenten eines SCADA Systems (vgl. Thomas & McDonald, 2015).....	6
Abbildung 4 Beispielhafter Systemaufbau SCADA (in Anlehnung an Boyer, 2004).....	7
Abbildung 5 Automatisierungspyramide.....	8
Abbildung 6 Servicemodelle in der Cloud.....	10
Abbildung 7 Public Cloud Verwendung (Flexera, 2019).....	11
Abbildung 8 Public Cloud Verwendung in Unternehmen (Flexera, 2019).....	12
Abbildung 9 Kommunikation zwischen SCADA Systemen und Feldgeräten.....	13
Abbildung 10 Abtastfrequenz (vgl. Boyer, 2004).....	14
Abbildung 11 SaaS Abstraktion.....	17
Abbildung 12 Kano-Modell der Kundenzufriedenheit (vgl. Kano, 1984).....	18
Abbildung 13 Ablauf einer Cloud-Migration (Quelle: eigene Darstellung).....	20
Abbildung 14 Innerhalb der Cloud gehostetes SCADA System (in Anlehnung an Youseff, Butrico, & Da Silva, 2008).....	21
Abbildung 15 Unterschiede zwischen Monolithen und Microservices (Fowler, 2014).....	23
Abbildung 16 Aufbau virtueller Maschinen (Quelle: eigene Darstellung).....	24
Abbildung 17 Asynchronous messaging pattern (vgl. Richardson, 2019).....	25
Abbildung 18 Beispielhafte Pub-Sub Anwendung (vgl. Narkhede et al., 2017).....	26
Abbildung 19 SaaS Schichtenmodell (Quelle: eigene Darstellung).....	28
Abbildung 20 Technologie Anwender Kurve (vgl. Rogers, 1983).....	29
Abbildung 21 User Interface eines Cloudproviders zur Beziehung von Services.....	32
Abbildung 22 Darstellung Hypothesenmodell.....	34
Abbildung 23 Allgemeines Ablaufmodell Inhaltsanalysen (in Anlehnung an Mayring, 2015).....	38
Abbildung 24 Kommunikationsmodell.....	41
Abbildung 25 Bestehende Redundanzfunktionalität.....	49
Abbildung 26 Hybrid Cloud Konzept (Quelle: eigene Darstellung).....	50
Abbildung 27 Legacy Systemarchitektur.....	51
Abbildung 28 Kontextdiagramm.....	52
Abbildung 29 Darstellung der Alarme in Listenform am Client.....	53
Abbildung 30 Konfiguration Alarmgruppen.....	53
Abbildung 31 Kafka Replikationsmechanismen (in Anlehnung an Narkhede et al., 2017).....	55
Abbildung 32 REST Endpunkte für Clients.....	55
Abbildung 33 Rest gegenüber Websocket.....	56
Abbildung 34 Verschiedene Cloud-Modelle.....	57
Abbildung 35 Unabhängigkeit vom Cloudanbieter durch Container (Quelle: eigene Darstellung).....	58
Abbildung 36 Context Map für das Alarmsystem.....	59
Abbildung 37 Möglichkeiten der Skalierung (Abbott & Fisher, 2015).....	61

Abbildung 38 Kafka Consumer Modell (in Anlehnung an Narkhede et al., 2017).....	61
Abbildung 39 Systemarchitektur der Alarmservice .....	62
Abbildung 40 Softwarearchitektur mit Modulen.....	63
Abbildung 41 Deploymentdiagramm für die Hybrid-Lösung.....	63
Abbildung 42 Sequenzdiagramm für Hybrid-Lösung .....	64
Abbildung 43 Beispielhafter Workflow für Azure Kubernetes Service .....	65

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Vergleich Private, Public und Hybrid Cloud.....	11
Tabelle 2 Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze zur Migration .....	19
Tabelle 3 Möglichkeiten zur Inter-Prozess Kommunikation .....	25
Tabelle 4 Auswertung Bedarf Cloud-Services.....	43
Tabelle 5 Auswertung wichtiger Features Cloud-Services.....	44
Tabelle 6 Auswertung der Randbedingungen von SCADA Cloud-Services .....	45
Tabelle 7 Datenarten im Alarmkontext .....	60

## LITERATURVERZEICHNIS

### References

- Abbott, M. L., & Fisher, M. T. (2015). *The art of scalability: Scalable web architecture, processes, and organizations for the modern enterprise* (Second edition). New York: Addison-Wesley. Retrieved from <http://proquest.tech.safaribooksonline.de/9780134031408>
- Amundsen, M. (2016). *Microservice architecture*. [Place of publication not identified]: O'Reilly Media, Inc, Usa.
- Antonopoulos, N., & Gillam, L. (Eds.). (2017). *Computer communications and networks. Cloud computing: Principles, systems and applications* (Second edition). Cham, Switzerland: Springer.
- Basse, K. P., Christensen, G. K., & Frederiksen, P. K. (1996). Software design practice using two SCADA software packages. In A. Storr & D. Jarvis (Eds.), *Software Engineering for Manufacturing Systems* (Vol. 1, pp. 168–180). Boston, MA: Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-35060-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-0-387-35060-8_14)
- Bernstein, D. (2014). Containers and Cloud: From LXC to Docker to Kubernetes. *IEEE CLOUD COMPUTING*. (2325-6095/14).
- Boyer, S. A. (2004). *SCADA: Supervisory control and data acquisition* (3rd ed.). Research Triangle Park: ISA.
- Brecher, C. (2015). *Advances in Production Technology*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-12304-2>
- Brodsky, J., & Radvanovsky, R. (Eds.). (2016). *Handbook of SCADA/control systems security* (Second edition). Boca Raton: CRC Press Taylor & Francis Group. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/Doc?id=11208374>
- Castells, M. (2000). Materials for an exploratory theory of the network society. *British Journal of Sociology*. (51), 5–24. Retrieved from [http://isaacleung.com/vaac/readings/R1\\_Castells\\_Materials\\_for\\_an\\_exploratory\\_theory\\_of\\_the\\_network\\_society.pdf](http://isaacleung.com/vaac/readings/R1_Castells_Materials_for_an_exploratory_theory_of_the_network_society.pdf)
- Church, P., Mueller, H., Ryan, C., Gogouvitis, S. V., Goscinski, A., & Tari, Z. (2017). Migration of a SCADA system to IaaS clouds – a case study. *Journal of Cloud Computing*, 6(1), 256. <https://doi.org/10.1186/s13677-017-0080-5>
- Colbert, E. J. M., & Kott, A. (2016). *Cyber-security of SCADA and Other Industrial Control Systems. Advances in Information Security: Vol. 66*. Cham: Springer International Publishing.
- Flexera (2019). *2019 State of the Cloud Report: As Cloud Use Grows, Organizations Focus on Cloud Costs and Governance*. Retrieved from <https://info.flexera.com/SLO-CM-WP-State-of-the-Cloud-2019>

- Fowler, M. (2014). Microservices: a definition of this new architectural term. Retrieved from <https://martinfowler.com/articles/microservices.html>
- Galloway, B., & Hancke, G. P. (2013). Introduction to Industrial Control Networks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 15(2), 860–880.
- International Electrotechnical Commission (2007). *Enterprise-control system integration*. (IEC 62264).
- Kano, N. (1984). Attractive Quality and Must-be Quality. *Journal of the Japanese Society for Quality Control*. (14), 147–156.
- Kavis, M. (2014). *Architecting the cloud: Design decisions for cloud computing service models (SaaS, PaaS, and IaaS)*. Wiley CIO series. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Kotter, J. P. (2015). *Leading change: Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern* (W. Seidenschwarz, Trans.). München: Vahlen.
- Lojka, T., & Zolotová, I. (2014). Improvement of Human-Plant Interactivity via Industrial Cloud-Based Supervisory Control and Data Acquisition System. In E. Bayro-Corrochano & E. Hancock (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science. Progress in Pattern Recognition, Image Analysis, Computer Vision, and Applications* (Vol. 8827, pp. 83–90). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-44733-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-662-44733-8_11)
- Manhas, P., & Thrakal, S. (2011). Cloud Computing- The Emerging Technology of Computing. *International Journal of Computer Science and Technology*. (2).
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). *Beltz Pädagogik*. Weinheim: Beltz. Retrieved from [http://content-select.com/index.php?id=bib\\_view&ean=9783407293930](http://content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783407293930)
- McCrary, S. G. (2013). *Designing SCADA Application Software: A Practical Approach*. *Elsevier insights*. Burlington: Elsevier Science. Retrieved from <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1330984>
- NIST (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology* [Press release]. Gaithersburg.
- Narkhede, N., Shapira, G., & Palino, T. (2017). *Kafka: Real-Time Data and Stream Processing at Scale*. Sebastopol: O'Reilly Media, Incorporated.
- Peters, R. (2010a). Digitale Güter. In R. Peters (Ed.), *Springer-Lehrbuch. Internet-Ökonomie* (pp. 1–33). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-10652-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-10652-1_1)
- Peters, R. (Ed.). (2010b). *Springer-Lehrbuch. Internet-Ökonomie*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-10652-1>
- Peters, R. (2010c). Markttransparenz und Wettbewerb. In R. Peters (Ed.), *Springer-Lehrbuch. Internet-Ökonomie* (pp. 105–126). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-10652-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-10652-1_5)

- Richardson, C. (2019). *Microservice Patterns: With examples in Java*. Shelter Island, NY: Manning.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion on innovations* (3 ed.). New York: Free.
- Rountree, D. (2014). *The basics of cloud computing: Understanding the fundamentals of cloud computing in theory and practice*. Waltham, Mass: Syngress. Retrieved from <http://proquest.tech.safaribooksonline.de/9780124059320>
- Seliger, G. (2013). *Proceedings / 11th Global Conference on Sustainable Manufacturing: Innovative solutions ; Berlin, Germany, 23rd - 25th September, 2013 ; proceedings*. Berlin: Univ.-Verl. der TU.
- Teece, D. J. (2011). *Dynamic capabilities and strategic management*. Oxford: Oxford University Press.
- Thomas, M. S., & McDonald, J. D. (2015). *Power System SCADA and Smart Grids*: CRC Press.
- Trigueros-Preciado, S., Pérez-González, D., & Solana-González, P. (2013). Cloud computing in industrial SMEs: identification of the barriers to its adoption and effects of its application. *Electronic Markets*, 23(2), 105–114. <https://doi.org/10.1007/s12525-012-0120-4>
- Turnbull, J. (2014). *The Docker Book* (1st edition): Turnbull Press.
- Velte, A. T., Velte, T. J., & Elsenpeter, R. C. (2010). *Cloud computing: A practical approach*. New York: McGraw-Hill.
- Wilhoi K (2013). SCADA in the Cloud: A Security Conundrum?
- Wu, A. (2017). *Taking the Cloud-Native Approach with Microservices* . Retrieved from Google Cloud Platform website: <https://cloud.google.com/files/Cloud-native-approach-with-microservices.pdf>
- Youseff, L., Butrico, M., & Da Silva, D. (2008). *Toward a Unified Ontology of Cloud Computing*. University of California, Santa Barbara, CA 93106.
- Zhou, H. (2013). *The Internet of Things in the Cloud: A Middleware Perspective*. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Zomaya, A. Y., & Sakr, S. (Eds.). (2017). *Handbook of Big Data Technologies*. Cham: Springer International Publishing; Imprint: Springer.