



Smart Service *Retrofitting*

Ein Leitfaden zur Dienstleistungsinnovation durch
Nachrüstung von Bestandsmaschinen und -anlagen

 **retrosmart**
Smart Service Retrofits
für den Maschinen- und Anlagenbau

IMPRESSUM

Herausgeber:

Prof. Dr. Jens Pöppelbuß
Lehrstuhl für Industrial Sales and
Service Engineering
isse@ruhr-uni-bochum.de
www.isse.ruhr-uni-bochum.de

Gestaltung:

Dr. Martina Nehls Sahabandu

Papier:

Bilderdruck matt gestrichen

Druck

Wuchert GmbH

Auflage: 250

Mehr Informationen unter
www.retrosmart.de

Konzept, Redaktion, Bearbeitung:

Ruhr-Universität Bochum:
Martin Ebel
David Jaspert
Prof. Dr. Jens Pöppelbuß

Technische Universität Berlin:
Mustafa Severengiz
Jonas Wassermann
Prof. Dr.-Ing. Jörg Krüger

Armbruster Engineering GmbH & Co. KG:
Henning Vogler

Fette Compacting GmbH:
Matthias Klatt
Thorben Schley
Britta von Selchow

Symmedia GmbH:
Christoph Sundergeld
Nils Bentlage

Convia GmbH:
Jens-Michael Gross
Norbert Lindner

Emkon. Systemtechnik GmbH:
Dominic Mann

Das Verbundvorhaben retrosmart (Förderkennzeichen 02K16C000 ff.) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Forschungsprogramm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

INHALT

Einleitung	2
Verbundprojekt retrosmart	4

Kapitel 1:	
Smart Services im	
Maschinen- und Anlagenbau	7
Servitization	9
Smart Service	9
Smart Service Retrofit	10
Geschäftsmodellinnovation	12
Smart Service Canvas	13
Design Thinking zur Entwicklung von	
Smart-Service-Geschäftsmodellen	14

Kapitel 2:	
Aufbau des Leitfadens	19

Kapitel 3:	
Vorbereitung	23
Strategie	24
Installierte Basis im Fokus	25
Projektteam	26
Marktanalyse	26

Kapitel 4:	
Kundensicht	29
Kundensegment und	
Zielkunden	31
Kundenprofil	32
Kontext	35
Kundenintegration	37

Kapitel 5:	
Problem Statement	39

Kapitel 6:	
Wertschöpfungssicht	41
Smart-Service-Ideenentwicklung	44
Bewertung und Auswahl von Ideen	52
Vorteilsverschaffer und Problemlöser	53
Ausarbeitung von Wertversprechen	54
Benötigte Daten	55
Analytische Fähigkeiten	57

Kapitel 7:	
Ökosystemsicht	59
Technische Infrastruktur	60
Partner	74

Kapitel 8:	
Fit	77
Smartes Produkt	78
Interaktionsniveau	79
Erlösmodell	80
Prototypen entwickeln und testen	81

Kapitel 9:	
Use Cases	85
Condition Monitoring und Self Service	86
Performance Manager	91
Gehör des Technikers	98
Smart Remote Support	101
Automated Monitoring Dashboard	103

Kapitel 10:	
Erfolgsfaktoren	109
Bewertung von Machbarkeiten	110
Integration agiler und	
strukturierter Entwicklungsprozesse	111
Von Produkt- zur Kundenorientierung	112
Überwindung von Silos	112

EINLEITUNG

Das Internet der Dinge (engl. Internet of Things, Kurzform: IoT) gibt Unternehmen die Möglichkeit, intelligente Produkte (Smart Products) miteinander zu verknüpfen und ihre Zustands- und Nutzungsdaten (Smart Data) zu analysieren. Vermehrt werden auf Basis dieser Analysen datenbasierte Dienstleistungsangebote, sogenannte Smart Services, entwickelt. Durch diese Smart Services lassen sich neue Nutzenversprechen des physischen Produkts für den Kunden und/oder Anwender verbessern oder gänzlich neue Nutzenpotenziale realisieren.

Die Ursprünge des anwenderzentrierten Smart-Service-Gedankens sind in Business-to-Consumer (B2C)-Kontexten zu finden, wo beispielsweise Autos das Fahrverhalten des Anwenders anhand von Sensordaten analysieren, automatisch Werkstatttermine einplanen oder ein Feedback zur Anregung einer ökologisch vorteilhafteren Fahrweise geben kann. In Business-

to-Business-Kontexten (B2B) sehen wir inzwischen ähnliche Tendenzen. Industrieprodukte wie Kompressoren, Lüftungssysteme und Aufzüge werden mit digitalen Diensten zur Fernsteuerung, Überwachung und für andere Dienste aufgerüstet. Beispielsweise melden digital vernetzte Flugzeugtriebwerke Statusdaten in Echtzeit und ermöglichen so neuartige Erlösmodelle, die sich nach Betriebsstunden beim Kunden richten (Pay-Per-Hour). Dies ist ein Resultat aus einem ganzheitlichen Wandel der Geschäftsmodelle. Zum einen verschiebt sich der Fokus vom Verkauf einer Maschine hin zu einem ganzheitlichen Dienstleistungs- bzw. Lösungsangebot. Zum anderen schaffen neue digitale Technologien bis dato unbekannte Möglichkeiten genannte Dienstleistungen und Lösungen zu entwickeln und anzubieten. So spielen bspw. im industriellen Kontext digitale Plattformen eine immer größere Rolle und fördern die Entstehung unterneh-

mensübergreifender, digital-unterstützter Wertschöpfungsnetzwerke.

Industrieunternehmen erkennen bereits sehr deutlich, dass neue Technologien und digitale Anwendungen ihr Geschäftsmodell beeinflussen.¹ Wir sehen Fortschritte in der digitalen Vernetzung von physischen Produkten durch die Integration neuer Technologien und die Entwicklung innovativer digitaler Dienstleistungen als eine Notwendigkeit an, um Kunden weiterhin Nutzenvorteile zu bieten, eine langfristige Kundenbindung sicherzustellen und sich vom Wettbewerb abzugrenzen. Aufstrebende Unternehmen, die mit etablierten Marktregeln brechen, wie beispielsweise Tesla, aber auch etablierte Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus wie DMG Mori oder Trumpf machen es vor. Sie treten durch die Verknüpfung digitalisierter Produkte und radikal veränderter Geschäfts-

¹ Bitkom (2019): Digitalisierung schafft neue Geschäftsmodelle in der Industrie, befragt wurden 555 Industrieunternehmen mit mindestens 100 Mitarbeitenden

modelle schnell in bestehende und neue Märkte ein. Und sie entwickeln ihr Leistungsangebot mit Hilfe digitaler Dienstleistungen konsequent weiter.

Viele etablierte Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus haben jedoch erschwerte Rahmenbedingungen, da sie bislang über keinen oder nur einen sehr begrenzten Zugriff auf Anlagen-, Maschinen- und Produktdaten verfügen.² Etwa 85 % der Bestandsmaschinen in Deutschland sind noch nicht digital vernetzt, wobei das Durchschnittsalter der Fabrikausrüstungen 20 Jahre beträgt.³ Unternehmen müssen aktuell zwei wichtige Herausforderungen meistern: einerseits die Digitalisierung und Vernetzung der installierten Basis bei ihren Kunden und andererseits die Entwicklung innovativer, dienstleistungsbasierter Geschäftsmodelle. Aufgrund der wachsenden Dynamik auch im B2B-Umfeld

halten wir es für besonders wichtig, dass Unternehmen diese Anstrengungen parallel und koordiniert vorantreiben. Für Maschinen- und Anlagenbauer stellt sich in diesem Zuge die Frage, ob eine verbesserte Digitalisierung und Vernetzung der installierten Basis nur durch einen kompletten Austausch und einer für den Kunden damit einhergehenden Neuinvestition realisiert werden kann, oder ob es auch möglich ist, bestehende Maschinen und Anlagen nachträglich aufzurüsten, um einen Mehrwert für den Kunden zu schaffen. Letztere Option wird mit dem Begriff Retrofitting beschrieben.

Mit diesem Leitfaden verfolgen wir zwei Ziele. Erstens möchten wir Interessierten ein Retrofit-Vorgehen für das technische Nachrüsten von Bestandsmaschinen und -anlagen beschreiben. Zweitens, und auf ersten aufbauend, wollen wir aufzeigen, wie durch das Retrofitting

innovative Smart-Service-Geschäftsmodelle entwickelt werden können. Erfahrungen und Umsetzungsbeispiele aus unserem, vom BMBF-geförderten, Verbundvorhaben retrosmart dienen der Erstellung dieses Leitfadens und unterstreichen die praktische Anwendbarkeit des Vorgehens. Somit bietet der Leitfaden interessierten Unternehmen eine Richtschnur für die Durchführung ihrer Retrofit-Projekte und Smart-Service-Innovationsvorhaben.

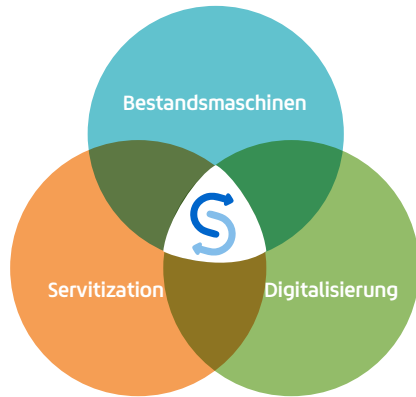
.....

² Bearing Point (2019): Digitalisierung im technischen Service

³ <http://ea.vdma.org/viewer/-/v2article/render/43174430>

VERBUNDPROJEKT RETROSMART

Das Verbundprojekt retrosmart ist ein Forschungsförderprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Zwischen 2017 und 2020 wurde das Projekt aus dem Themenfeld „Technikbasierte Dienstleistungssystem“ erfolgreich durchgeführt. Das Ziel des Projekts war es, eine Vorgehensweise zu entwickeln, welche



es Herstellern ermöglicht, Smart-Service-Geschäftsmodelle für ihre älteren Maschinen und Anlagen umzusetzen. Damit sollten die Trends der Digitalisierung und Service-Transformation (auch Servitization genannt) mit der Wiederverwendung von Bestandsmaschinen und -anlagen vereint werden.

Im Rahmen des Projekts wirkten sieben verschiedene geförderte Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft in unterschiedlichen Rollen mit. Durch die heterogene Zusammensetzung aus Anwendungspartnern, Technologiepartnern und Forschungseinrichtungen konnten nicht nur die genannte Vorgehensweise zur Nachrüstung von Bestandsanlagen erarbeitet, sondern auch konkrete Smart-Service-Retrofits umgesetzt werden. Im Folgenden werden die einzelnen Partner kurz vorgestellt.

Anwendungspartner

Als Anwendungspartner wurden im Rahmen dieses Projekts Maschinen- und Anlagenbauunternehmen verstanden, die ihre Produkte erweitern und innovative Gesamtlösungen auf Basis des Retrofittings entwickeln möchten.



Die **Fette Compacting GmbH** ist der weltweit führende Anbieter von integrierten Lösungen für die industrielle Tablettenherstellung. Seit 2016 ergänzen hocheffiziente Kapselfüllmaschinen das Produktportfolio des Technologie- und Weltmarktführers. Das Unternehmen ist auf Hochleistungsmaschinen für die pharmazeutische Industrie spezialisiert. Das Angebot umfasst Tablettenpressen und Kapselfüllmaschinen, Werkzeuge, Formateile und Prozess Equipment sowie Service-, Trainings- und Beratungsleistungen.



Die **emkon. Systemtechnik, Projektmanagement GmbH** entwickelt, konstruiert und baut Verpackungsmaschinen als Turn-Key-Anbieter. Das Unternehmen bietet zugeschnittene Lösungen speziell auf die Kundenanforderungen an. Das breite Produktportfolio erstreckt sich dabei vor allem über die Zuführung von Verpackungsmaterialien. Im Genussmittelmarkt etablierte sich emkon bereits mit ihrer Linie der Beutelpacker. Für die Bereiche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak und Zigarette sowie für Kosmetik und Pharmazie bietet emkon. ihre Produkte und Dienstleistungen an. Höchstes Gebot dabei gilt dabei die enge Abstimmung mit ihren Kunden.

Technologiepartner

Diese Partner trugen durch ihr spezielles Know-How in Software, Sensorik sowie Datenvisualisierung und Applikations-Gestaltung wesentlich zur technischen Umsetzung der Smart-Service-Retrofits bei.



Die **Armbruster Engineering GmbH & Co. KG** realisiert für ihre Kunden nationale und internationale Projekte in der Montageautomatisierung. Das Unternehmen plant, erstellt und wartet weltweit Lösungen für Kommissionierung, Montage sowie Prüfung und ebnet Kunden den Weg zur Industrie 4.0. Das entwickelte Assistenzsystem „ELAM“ bietet sowohl Qualitätssicherung als auch Prozessoptimierung und sichert mit digitalen Arbeitsanweisungen eine schrittweise kontrollierte Produktion.



Die **symmedia GmbH** erarbeitet seit über 20 Jahren Servicelösungen für den Maschinenbau. Selbst führende Maschinenhersteller nutzen ihre Produkte, welche als „Internet der Maschinen“ in über 100 Ländern eingesetzt wird. Mit Hilfe ihrer Software können die Kunden alle verfügbaren Informationen ihrer Anlagen überall mobil abrufen.



Die **CONVIA GmbH** ist ein kompetenter Ansprechpartner für Energieoptimierung und Messtechnik. In Zusammenarbeit mit ihren Kunden erarbeiten sie spezifische Hard- und Softwarelösungen zur Energie- und Prozessoptimierung. Die ökologische Situation eines Unternehmens ist heutzutage ein relevantes Kriterium in Bezug auf die Kaufentscheidung. Hierbei unterstützt CONVIA ihre Kunden – vom Energieeinkauf bis zum Energieverbrauch – sowohl ökologisch als auch ökonomisch.

Forschungseinrichtungen

Forschungseinrichtungen dienen als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis und konnten aktuellste wissenschaftliche Erkenntnisse in Technik und Smart-Service-Design in die Projektarbeit einfließen lassen.



Als Teil der **Technischen Universität Berlin (TUB)** war das Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb (IWF) an dem Projekt beteiligt. Das Institut erforscht und entwickelt neue Technologien der Robotik sowie hochflexible Automatisierungslösungen für die Industrie. Es unterteilt sich in sechs Fachgebiete, die sich an Technologien und Management des industriellen Fabrikbetriebs orientieren. Speziell im Fachbereich Montagetechnik und Fabrikbetrieb gehören neben der Betriebsmittelplanung und der flexiblen Montageautomatisierung, auch die prozessorientierte Umgestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation zu den Aufgaben.

RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM

RUB

Als Teil der **Ruhr-Universität Bochum (RUB)** war der Lehrstuhl für Industrial Sales and Service Engineering (ISSE) am Projekt retrosmart beteiligt. Der Lehrstuhl vertritt Themen des industriellen Kunden-, Vertriebs-, und Servicemanagements in Forschung und Lehre. Die interdisziplinären und anwendungsnahen Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls verbinden technische und betriebswirtschaftliche Fragestellungen im Kontext einer zunehmenden Digitalisierung, Vernetzung, Kundenorientierung und Tertiarisierung der industriellen Wertschöpfung. Das Lehrstuhlteam widmet sich vor allem der Frage, wie die Innovation industrienaher Dienstleistungen methodisch und technisch unterstützt und hierdurch neuartige Geschäftsmodelle und datenbasierte Dienste entwickelt werden können.

Die RUB übernahm die Konsortialführung des Verbundvorhabens retrosmart.

Kapitel 1:

Smart Services im Maschinen- und Anlagenbau

Ein grundlegendes Verständnis der digitalen Servicetransformation im Maschinen- und Anlagenbau ist wichtig, um die Notwendigkeit für Smart Service Retrofits zu erkennen.

Die heute erfolgreichsten und wertvollsten Unternehmen bieten vor allem digitale Leistungen an. Sogenannte Digital Natives wie Airbnb und Uber, also Unternehmen, die mit ihren digitalen Plattformen ganze Branchen transformiert haben. Anbieter wie Google, Amazon und Microsoft, die im Dienstleistungs- und Softwaresektor bekannt wurden, entwickeln sich immer mehr zu digitalen Monopolisten. Inzwischen fühlt sich auch der klassische Maschinen- und Anlagenbau durch diese Entwicklungen unter Druck gesetzt. Durch den globalen Wettbewerb wird es für klassische Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus zusätzlich schwieriger, sich durch reine Produktangebote auf dem Markt zu behaupten. Außerdem wird befürchtet, dass die wichtige Schnittstelle zum Kunden durch die digitalen Schnittstellen und Plattformen dieser Vorreiter verloren gehen könnte.

Wir beobachten, dass die dominanten Marktteilnehmer im digitalen Markt ihr Leistungsportfolio zunehmend in den Bereich der Entwicklung und Fertigung physischer Produkte ausweiten (z. B.

Amazon und Google mit eigenen Produkten wie Tablets und Komponenten für die Heimautomation). Und nicht nur im B2C-Kontext ist dies eine beobachtbare Entwicklung. Auch im B2B-Kontext werden die Eingriffe immer sichtbarer. Apple stellt eigene Computerchips her und arbeitet, wie Google und Tesla auch, an einem eigenen Fahrzeug, dem iCar. Amazon dagegen bietet neben der Plattform AWS mit Monitor nun auch eigene Sensorlösungen an und möchte die Digitalisierung des Mittelstands des Maschinenbaus als Lösungsanbieter mitgestalten.

Daher betrachten wir es als unabdingbar und zukunftsweisend, dass Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sich schnellstens weiterentwickeln. Aufbauend auf ihrer Kernkompetenz in der Entwicklung und Herstellung von Premiummaschinen und -anlagen, möchten wir dazu animieren das physische Produkt durch innovative und digitale Dienstleistungen zu ergänzen, kundenorientiertes und digital veredeltes Gesamtpaket anbieten zu können. Das vorrangige Ziel sollte es

hierbei immer sein, den Kunden in dessen eigener Wertschöpfung so zu unterstützen, dass sich partnerschaftliche und langfristige Geschäftsbeziehungen ergeben. So verschiebt sich die bisher präsenste Branchenlogik aus Produktion, Verkauf, Nutzung, Verwertung und Neukauf zunehmend zu einem ganzheitlichen und kontinuierlichen Lösungsangebot der Hersteller für ihre Kunden.

Tipp: Sollten Sie schon jetzt Interesse an einer Zusammenfassung von Erfolgsfaktoren für die Gestaltung von Smart Service Retrofits haben, dann schauen Sie in **Kapitel 10!**

SERVITIZATION

In der Wissenschaft wird der Wandel von produkt- zu dienstleistungs- und lösungsorientierten Geschäftsmodellen mit dem englischsprachigen Begriff *Servitization* beschrieben.¹ Durch diesen Wandel stehen Hersteller von Produkten vor der Herausforderung, neben den von ihnen angebotenen Maschinen und Anlagen auch Dienstleistungen systematisch zu entwickeln und das digitale Geschäft zu verstehen und auszuweiten.

Der Dienstleistungsbegriff ist hierbei weiter gefasst als typische *After-Sales-Services* wie bspw. Wartung, Reparatur und das Ersatzteilgeschäft. Auch wenn diese Dienstleistungsangebote wichtige Bestandteile eines Dienstleistungsportfolios sein können, geht es in der *Servitization* darum, das gesamte Geschäftsmodell dienstleistungsorientiert auszurichten und sich so zu

¹ Aufgrund der Fülle an Veröffentlichungen sei hier lediglich auf weitere Forschungsströmungen verwiesen, die sich mit dieser Thematik beschäftigen. Für interessierte Leser könnte zusätzlich die Theoriewertung der *Service-Dominant-Logic* interessant sein.

einem Lösungsanbieter zu transformieren. Ein prominentes Beispiel ist der Turbinenhersteller *Rolls Royce*, der im Zuge seines *TotalCare*-Angebotes ein Geschäftsmodell etabliert hat, bei dem er als Hersteller ganzheitlich die Verfügbarkeit und Funktionalität des Produkts (hier Turbinen) gewährleistet und für die durchgeführten Flugstunden vergütet wird (auch bekannt unter der früher genutzten Bezeichnung *Power-by-the-hour*). Wir sehen durch solche Angebote eine tiefgreifende Integration des Anbieters in den Wertschöpfungsprozess des Kunden. Ein solches Geschäftsmodell erfordert die Analyse großer Datenmengen und der Vorhersage ungeplanter Stillstände sowie eine Übernahme von Ausfallrisiken -die zuvor beim Kunden lagen- durch den Anbieter. Die hierfür notwendigen Voraussetzungen werden durch die Integration neuer digitaler Technologien erst geschaffen. Wir sprechen daher auch von einer *Digital Servitization* im Maschinen- und Anlagenbau, bei der sich Unternehmen digitaler Technologien bedienen, um *Smart Services* entwickeln und anbieten zu können.

SMART SERVICE

Smart Services sind digital unterstützte, datenbasierte sowie nutzen- und anwenderorientierte Dienstleistungen. Für die Erbringung von *Smart Services* werden Daten aus vernetzten Objekten (sogenannte *Smart Products*) mit einem in der Regel hohen Automatisierungsgrad gesammelt, bereitgestellt, ausgewertet und als Mehrwert bringende Informationen anwenderorientiert aufbereitet und bereitgestellt.

Die Wertschöpfungsstufen eines *Smart Service* sind in *Abbildung 1* schematisch dargestellt. Durch die Integration von Informations- und Kommunikationstechnik sowie Sensorik in physischen Produkten und durch ihre Vernetzung, können Daten (bspw. Sensordaten zum Zustand einer Maschine) aufgenommen werden. Im Anschluss können die Daten weitergegeben und analysiert werden, wodurch Informationen zu dem vernetzten Produkt gewonnen werden. Die Maschine oder Anlage wird so selbst zum Informanten über

ihren aktuellen Zustand und das Nutzungsverhalten des Kunden. Diese Informationen können dem Hersteller und möglichen Drittanbietern verfügbar gemacht werden, um innovative Dienstleistungen zu erbringen.

Auf diese Weise können die Daten bspw. dazu genutzt werden, die Produktions- oder Maschineneffizienz zu verbessern, Ausfälle frühzeitig zu diag-

nostizieren und zu vermeiden, schnelle Entscheidungen zu treffen, Kosten zu senken oder eine stärkere Transparenz entlang der Wertschöpfungsketten zu erreichen. Moderne Anlagen und Maschinen, die mit Sensoren ausgestattet und mit dem Internet verbunden sind, können schon heute die Produktionsleistung, ihren Zustand und das Kundenverhalten über sehr große Entfernungen, nahezu in Echtzeit teilen.

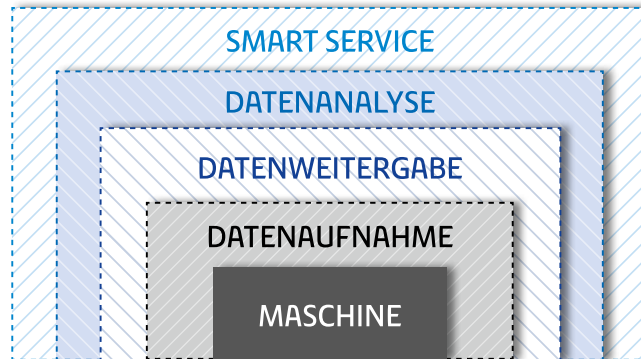


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Wertschöpfungsstufen eines Smart Service

SMART SERVICE RETROFIT

Für Maschinenbauer, die Smart Services entwickeln, um diese in ihr Angebot aufzunehmen, bietet die installierte Basis an Bestandsanlagen grundsätzlich ein großes Marktpotenzial. Auch nach langen Nutzungsdauern sind viele Maschinen und Anlagen noch voll funktionsfähig, sodass eine nachträgliche digitale Aufrüstung und Vernetzung ökonomisch und ökologisch sinnvoll sein kann. Entsprechende Maßnahmen zur Aufrüstung, Modernisierung oder Sanierung bestehender physischer Vermögenswerte werden als Retrofitting bezeichnet.

Das Retrofitting wird häufig in einem betrieblichen Umfeld umgesetzt, welches sich durch eine langfristig gewachsene Maschinen-Heterogenität auszeichnet. Maschinen und Anlagen verschiedener Hersteller aus verschiedenen Generationen erschweren eine integrierte Vernetzung des Maschinenparks sowie die Anbindung an inner- und überbetrieblichen Anwen-

dungssystemen. Ein Mindestmaß an IT-Infrastruktur und Vernetzung ist aber auf Kundenseite in der Regel notwendig, um dort Smart Services überhaupt zugänglich und nutzbar zu machen. Dies kann bspw. bedeuten, dass Hardware- und Software-Konnektoren bei der installierten Basis nachgerüstet werden müssen, um die Datenübertragung zwischen Anlagen und Maschinen sowie die Weiterverarbeitung in Systemen auf Kunden- und Herstellerseite zu ermöglichen. Durch die zunehmende Bedeutung von digitalen Komponenten treffen hier lange Lebenszyklen von Investitionsgütern auf eine vergleichsweise schnelllebige Softwareentwicklung.

Neben der technischen Komplexität sehen wir eine weitere große Herausforderung, im Wandel von Geschäftsmodellen und den damit einhergehenden Veränderungen von Denkweisen und Unternehmenskulturen. Die agile Entwicklung von Software und Dienstleistungen sowie der Fokus auf den Kundennutzen sind für viele Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau noch Neuland. Allerdings sehen wir gerade

in der Kombination aus Retrofitting und Smart-Service-Entwicklung auch große Chancen, aus bewährten Stärken Ideen für Neues abzuleiten. Häufig lässt sich mit geringem Investitionsrisiko bereits ein Smart-Service-Prototyp umsetzen, was es insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) ermöglicht, einen Einstieg in dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle zu schaffen. Auch ökologische und soziale Gesichtspunkte sprechen für das Retrofitting. Denn ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen gewinnt immer mehr an Bedeutung. Der Ressourcenverbrauch und damit ökologische Fußabdruck kann durch Retrofitting verringert werden. Darüber hinaus kann es aus Perspektive der Beschäftigten auf Kundenseite wünschenswert sein, wenn Produktionsanlagen und Arbeitsabläufe durch Retrofitting behutsam und schrittweise verändert und durch digitale Zusatzangebote verbessert werden können. Hierdurch lassen sich möglicherweise auch Widerstände bei alteingesessenen Beschäftigten gegenüber einer fortschreitenden Digitalisierung reduzieren.

Wir verstehen Retrofitting in diesem Leitfaden als eine kostengünstige Erweiterung und Modernisierung von Bestandsanlagen und -maschinen, bei der neue zusätzliche Funktionen und Technologien, wie Sensoren und IoT-Gateways (*Mehr hierzu in [Kapitel 7 ab S. 59](#)*), die bei der ursprünglichen Planung und Konstruktion nicht verfügbar waren, nachgerüstet werden, um so Smart Services zu ermöglichen. Prozesstransparenz und -verbesserungen sowie eine Verlängerung der Lebensdauer von Maschinen und Anlagen sind positive Effekte, die sich durch Retrofitting erreichen lassen. Gleichsam wird eine Weiterentwicklung von Geschäftsmodellen durch das Retrofitting ermöglicht. Dies bietet die Möglichkeit sich anhand kundenzentrierter Services vom Wettbewerb abzugrenzen.

GESCHÄFTSMODELL- INNOVATION

Hersteller müssen geeignete Lösungen entwickeln, die einerseits nützlich für die Kunden sind, und für die auf Kundenseite auch eine Zahlungsbereitschaft besteht. Dies bedeutet, dass erst eine Kombination von intelligenten Technologien, physischen Produkten, Smart Services und kundenorientierten Erlösmodellen ein vollumfängliches Smart-Service-Geschäftsmodell darstellt. Dieses gilt es systematisch und zielgerichtet zu entwickeln.

In vereinfachter Form können vier wesentliche Komponenten eines Geschäftsmodells identifiziert werden. Hierbei handelt es sich um den Zielkunden (WER?), das Nutzenversprechen (WAS?), die Wertschöpfungsarchitektur (WIE?) sowie die Ertragsmechanik (WERT?)². Ausgehend von diesen Komponenten können bei der Innovation von Geschäftsmodellen grund-

² Siehe hierzu: Gassmann, Oliver; Frankenberger, Karolin; Csik, Michaela (2013): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. München: Hanser.

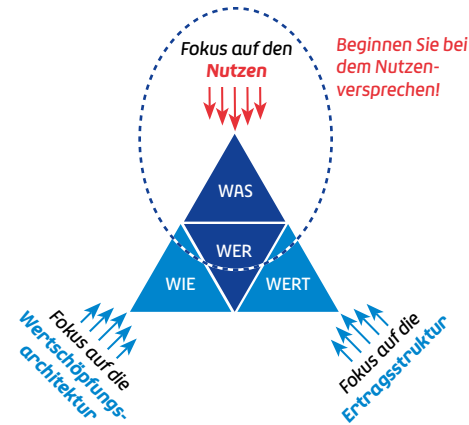


Abbildung 2: Strategische Richtungen der Geschäftsmodellinnovation

sätzlich drei strategische Richtungen verfolgt werden (Abbildung 2). Diese Strategien fokussieren entweder

- den Nutzen bzw. das Nutzenversprechen (WER benötigt WAS),
- die Wertschöpfungsarchitektur (WIE),
- die Ertragsstrukturen (WERT)

oder eine Kombination aus den genannten Aspekten.

Im Zuge der Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen können alle Pfade relevant sein, da neue Wertschöpfungsarchitekturen und Partnerschaften bei der digitalen Wertschöpfung auftreten und auch neue Ertragsstrukturen entstehen können. Wir empfehlen aber, grundsätzlich beim Nutzenversprechen für den Kunden zu beginnen, damit keine technisch innovativen Lösungen entwickelt werden, die letztendlich am Markt an einer mangelnden Kundennachfrage scheitern.

SMART SERVICE CANVAS

Die Business Model Canvas ist ein Tool zur visuellen Darstellung von Elementen eines Geschäftsmodells³. Um das Kundensegment und das Nutzenversprechen detaillierter ausarbeiten zu können, wurde zusätzlich die Value Proposition Canvas entwickelt⁴. Beide sind inzwischen als Werkzeuge zur Geschäftsmodellentwicklung weit verbreitet. Eine spezifische Erweiterung für Smart Services bietet die Smart Service Canvas⁵ (Abbildung 3).

Tipp: Um die verschiedenen Bereiche bei einer Geschäftsmodellinnovation in einer übersichtlichen Form zu systematisieren, bietet sich die Arbeit mit sogenannten Canvases (engl.: Leinwände) an.

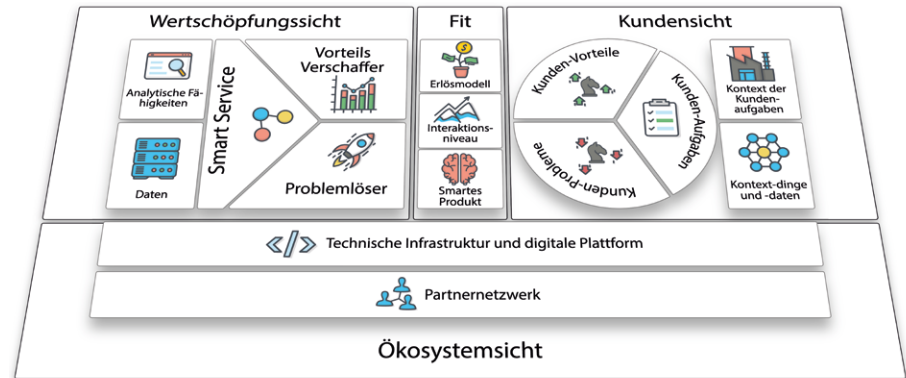


Abbildung 3: Smart Service Canvas

Die Smart Service Canvas dient der systematischen Analyse und Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen. Die Felder Kundenprofil (Customer Profile) und Wertversprechen (Value Map) dienen hierbei als Ankerpunkt für die Kundensicht und die Wertschöpfungssicht. Hinzu kommen die Ökosystemsicht sowie der Fit.

Die Kundensicht erfasst den Zielkunden (WER wird adressiert und in welchem

Kontext bewegt sich dieser?). Zu berücksichtigen sind hierbei vor allem Aufgaben, die der Kunde zu erledigen hat, welchen Problemen er hierbei begegnet und welche Unterstützung er sich wünschen würde. Zusätzlich ist aber auch der Kontext der Kundenaufgabe zu berücksichtigen. Hierbei kann es vor allem um beteiligte Stakeholder bei der Umsetzung neuer Dienstleistungen, aber auch um Umgebungs- und

³ Osterwalder, Alexander; Pigneur, Yves (2011): Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer. Frankfurt am Main: Campus Verlag

⁴ Osterwalder, Alexander et al. (2015): Value Proposition Design. Entwickeln Sie Produkte und Services, die Ihre Kunden wirklich wollen. Frankfurt am Main: Campus Verlag

⁵ Pöppelbuß, Jens; Durst, Carolin (2017): Smart Service Canvas – Ein Werkzeug zur strukturierten Beschreibung und Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen. In: Manfred Bruhn und Karsten Hadwich (Hg.): Dienstleistungen 4.0. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, S. 91–110.

Randbedingungen gehen, die ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

Die Wertschöpfungssicht beschäftigt sich damit, welche Nutzenversprechen durch den Smart Service erfüllt werden soll. Aufbauend auf dem detaillierten Kundenverständnis sind Ideen und Konzepte zu entwickeln, wie Probleme der Kunden gelöst werden können und welche Vorteile der Smart Service bietet. Hierbei ist auch zu betrachten, welche Daten und analytischen Fähigkeiten notwendig sind, um den Smart Service erbringen zu können.

Die Ökosystemsicht beinhaltet Informationen zur konkreten Umsetzung des Nutzenversprechens (WIE wird das Versprechen umgesetzt, welche technische Infrastruktur und welche Partner werden benötigt?). Gerade bei Bestandsmaschinen und -anlagen geht es hierbei um das Schaffen der technischen Voraussetzungen für die Erbringung des Smart Service. Hierbei ist zu beachten, dass die Entwicklung der entsprechenden digitalen Infrastruktur sowie die notwendige Systemintegration nicht

die Kernkompetenz vieler Anbieter darstellt und diese daher oftmals auf ein Partnernetzwerk angewiesen sind.

Als vierter Bereich beschreibt der Fit, wie sich die Kundensicht und die Wertschöpfungssicht zusammenfügen. Ein guter Fit wird grundsätzlich dann erreicht, wenn der Smart Service wichtige Kundenaufgaben adressiert und dabei Probleme vermindert sowie Vorteile schafft, die für die Kunden von besonderer Relevanz sind. Außerdem geht es hier um die Ertragsstruktur (WERT des Versprechens?), das Interaktionsniveau zwischen Anbieter und Kunde sowie die Rolle des smarten Produktes als Brückenelement zwischen Anbieter und Kunde. Gerade das smarte Produkt nimmt bei Smart-Service-Systemen in der Industrie eine Schlüsselrolle ein, um innovative digitale Dienstleistungen überhaupt erbringen zu können. Das Retrofitting von älteren Maschinen und Anlagen bietet hier eine Möglichkeit, den Anteil der installierten Basis zu vergrößern, für den Smart Services angeboten werden können.

DESIGN THINKING ZUR ENTWICKLUNG VON SMART-SERVICE-GESCHÄFTSMODELLEN

Neben einem inhaltlichen Ordnungsrahmen, wie bspw. in Form der Smart Service Canvas, ist der Ablauf eine zweite wichtige Perspektive auf die Entwicklung eines Smart Services. Wir schlagen vor, ein agiles Vorgehen zu wählen und bedienen uns bei Ansätzen des Design Thinking.

Tipp: Design Thinking, Service Design, UX-Design und verwandte Ansätze können in diesem Leitfaden nicht ganzheitlich thematisiert werden. So viel vorweg: Verstehen Sie diese Ansätze nicht nur als reine Workshop-Methoden, in denen Post-its geklebt werden, auch wenn Workshops in der Regel feste Bestandteile sind. Wichtig sind vor allem auch die vor und nachgelagerten Arbeitsphasen, in denen bspw. Kundenbedarfe durch Beobachtungen erhoben und verstanden werden müssen.

Design Thinking ist ein anwenderzentrierter, agiler und iterativer Ansatz zur Problemlösung. Design Thinking kann grundsätzlich auch als ein Mindset, also als eine Haltung, verstanden werden, um eine Herausforderung anzugehen. Diese Haltung zeichnet sich dementsprechend durch Anwenderzentrierung, Empathie, Kreativität und Agilität aus.

Ziel von Design Thinking als Ansatz zur Problemlösung ist es, Ideen und Lösungen für komplexe Herausforderungen zu finden und umzusetzen.

Wichtig ist außerdem, dass ein möglichst gutes Verständnis des Problemraums der anschließenden Ideenfindung und -umsetzung vorausgeht. Bei der praktischen Anwendung werden verschiedene Methoden in einer Abfolge von Phasen angewandt, die zusammen einen Design-Thinking-Prozess kennzeichnen. In der Literatur werden verschiedene Abfolgen von Phasen für Design-Thinking-Prozesse vorgeschlagen. Das iterative Durchlaufen von Phasen ist bewusst vorgesehen, sofern es sich als notwendig erweist.

Tip: Es gibt nicht den einen richtigen Prozessablauf. Je nach Projektausrichtung und -umfang sind die Arbeitsphasen flexibel zu gestalten. Der Prozess sollte immer der Lösung des Problems dienen. Wenn Sie nach der Erstellung eines Prototyps bemerken, dass ihr Verständnis des Kunden falsch oder unvollständig ist, sollten Sie noch einmal zurück in den Problemraum springen und Ihren Point-of-View überdenken. Sehen Sie das nicht als Fehler oder Rückschlag. Diese Iterationen sind wichtig und eine gute und wichtige Erkenntnis, um letztlich bessere Lösungen finden zu können.

Design Thinking eignet sich für Retrofitting-Projekte, da die Digitalisierung und Nachrüstung von Bestandsanlagen und -maschinen nicht dem Selbstzweck eines vernetzten Maschinenparks dienen sollte, sondern der Ideen- und Lösungsentwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen. Diese sind geprägt von Unsicherheitsphasen, was eine Planung erschwert. In einem iterativen und möglichst zügigen Lernprozess verknüpft das Vorgehen zwei Prinzipien, die wir hier als besonders wichtig erachten: Zum einen das tiefe Verständnis des Problemraums, welcher durchdrungen werden muss. Zum anderen die Entwicklung von Lösungen, durch stetiges experimentieren (*Abbildung 4*).

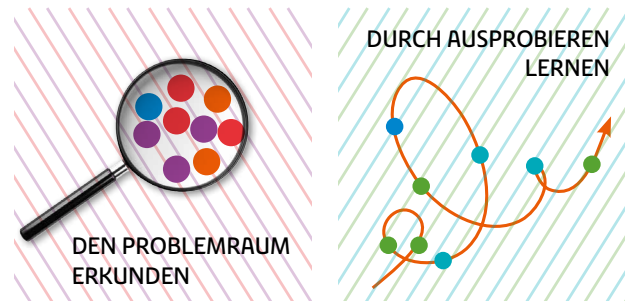


Abbildung 4: Darstellung des Problem- und Lösungsraums

Hypothesen und Prototypen

Das wiederkehrende Aufstellen und Testen von Hypothesen und Prototypen ist zentraler Bestandteil des iterativen Arbeitens im Design-Thinking-Prozess. Eine Hypothese ist eine Annahme, die in einer logischen Aussage formuliert wird und deren Gültigkeit zunächst noch nicht bewiesen ist. Ein Prototyp stellt ein Versuchsmodell oder Muster dar, das genutzt wird, um eine Idee oder den möglichen Nutzen einer Lösung mit möglichst wenig Aufwand zu verdeutlichen. Ein Prototyp kann so eine wertvolle Unterstützung bei der Überprüfung von Arbeitshypothesen im Innovationsprozess darstellen.

So werden im Verlauf des Retrofitting-Prozesses sicherlich Fragen aufkommen oder Ideen entstehen, die mehrere mögliche Antworten und Lösungen nach sich ziehen können. Im Sinne agiler Entwicklungsmethoden hilft dann die Bildung einer Hypothese oder eines Prototyps, um diese kundenorientiert zu überprüfen. Fragen,

die uns im Verlauf des Projekts retrospektiv kamen, waren bspw. folgende:

- Welche Zielgruppe wollen wir adressieren?
- Ist die identifizierte Zielgruppe die richtige?
- Welche Leistung könnte diese Zielgruppe benötigen?
- Wie wird die Leistung genutzt?
- Kann die Idee technisch umgesetzt werden?
- Trifft die erste Entwicklung (d. h. der Prototyp) die vorher identifizierten Kundenbedürfnisse?

Tipp: Denken Sie bei offenen Fragen oder der Ausarbeitung mehrerer Möglichkeiten oder Ideen stets daran, Hypothesen aufzustellen oder sich den implizit angenommenen Hypothesen bewusst zu sein. Entwickeln Sie Prototypen zum Testen. Binden Sie den Kunden bei der Überprüfung ihrer Hypothesen frühestmöglich ein!

Bildung und Validierung von Hypothesen

Hypothesen werden auf Basis von Annahmen oder Vermutungen aufgestellt. Hypothesen sind daher meist hilfreich, wenn Teams gemeinschaftlich Ideen sammeln und sich hierbei zunächst nicht einschränken lassen wollen. Teams können sich dabei so von Beobachtungen, persönlichen Meinungen, früheren Erfahrungen oder der Entdeckung von Mustern und Ausreißern in Daten inspirieren lassen. Hypothesen werden am besten in interdisziplinären Teams erstellt.

Dabei profitiert das Team in mehrfacher Hinsicht, wenn es sich die Zeit nimmt, eine Hypothese zu formulieren. Durch die Schaffung einer gemeinsamen Vision stärkt eine Hypothese den Teamgedanken und verhindert Konflikte in der Experimentierphase. Außerdem reduzieren Hypothesen den Einfluss von Vorurteilen auf die anschließende Entscheidungsfindung.

Die folgende Checkliste kann als Grundlage dienen:

EINE GUTE HYPOTHESE ...

- ist etwas, von dem wir glauben, dass es wahr ist, aber es noch nicht sicher wissen.
- ist eine Vorhersage, von der wir erwarten, dass sie eintreffen wird.
- kann (leicht) getestet werden.
- kann wahr oder falsch sein.
- schließt die Zielgruppe mit ein.
- ist klar und bestenfalls messbar.

.....
Wichtig: Erstellen Sie schnellstmöglich mehrere Hypothesen und wählen Sie die aus, die Sie testen möchten.

Sie stellen bspw. die Hypothesen auf, dass ...

1. ... ihr Smart-Service-Retrofit für den Einkäufer des Kunden als Hauptzielgruppe am relevantesten ist.

2. ... ihr Smart-Service-Retrofit den Geschäftsführer des Kunden als Hauptzielgruppe adressiert.
3. ... ihr Smart-Service-Retrofit den Maschinenbediener des Kunden als Hauptzielgruppe adressiert.

Nun sollten Sie sich im Team für eine Hypothese entscheiden und diese schnellstens testen.

Tip: Diskutieren sie nicht darüber, ob Hypothesen wahr sind oder nicht. Sie können auch mit mehreren, sich widersprechenden Annahmen ins Feld gehen und diese prüfen.

Damit Hypothesen getestet werden können, muss es möglich sein, sie in mindestens einem, möglichst aber in verschiedenen Szenarien zu testen. Da sowohl die zeitlichen als auch die monetären Ressourcen meist stark begrenzt sind, müssen Hypothesen immer möglichst leicht und mit vertretbarem Aufwand überprüfbar sein.

Das beschriebene iterative und hypothesengeleitete Vorgehen ist kein Garant für Erfolg, aber zumindest können Fehlentwicklungen frühzeitig unterbrochen und damit verbundene Risiken verringert werden.

.....
Wichtig: Testen ohne Hypothese ist wie Segeln ohne Ziel. Eine Hypothese hilft dabei, die Entwicklung zu fokussieren und zu steuern.

Bildung und Validierung von Prototypen

Die Bildung und Validierung von Prototypen kann als Zusatzelement der Hypothesenbildung und -überprüfung eingesetzt werden. Beim Prototyping werden Entwürfe als erste Versionen von erarbeiteten Ideen entwickelt. Bei Smart-Service-Ideen kann es sich konkret um Prototypen in Form von Hardware, Software oder der Kombination aus beidem handeln. Um nicht erst nach einer zeit- und kostenintensiven Entwicklung mit Problemen und Feedback konfrontiert zu werden, gilt das Motto: „Fail early to succeed sooner“. Demnach

soll ressourcenschonend frühzeitig entwickelt und getestet werden. Tests mit Prototypen helfen, Feedback zu ungeklärten Fragestellungen und getroffenen Hypothesen zu erhalten.

Definieren Sie deshalb zu Beginn der Gestaltung eines Prototyps ein klares Ziel. Danach sollten Sie sich Gedanken machen, in welcher Form die gedachte Lösung mit einfachen Mitteln umgesetzt werden kann. Beispiele sind Storyboards, interaktive Schablonen oder Wizard-of-Oz-Prototypen. Diese

und weitere Prototyping-Methoden sind in **Kapitel 8, S. 85** weiter ausgeführt.

Tip: Denken Sie stets daran, dass es nicht das Ziel des Prototypings ist, die Idee (bzw. den Smart Service) perfekt umzusetzen. Vielmehr geht es darum, ausgewählte Ideen frühestmöglich mit geringem finanziellem Aufwand so umzusetzen, dass Sie relevantes Feedback von Kundenseite erhalten können. Dieses Feedback dient zur Optimierung oder Veränderung der bestehenden Idee für einen Smart Service.

Kapitel 2:

Aufbau des Leitfadens

In diesem Kapitel möchten wir Sie mit dem Aufbau dieses Leitfadens vertraut machen. Die einzelnen Prozessschritte, die Sie in den folgenden Kapiteln detaillierter kennenlernen werden, orientieren sich an dem Vorgehen des Projekts retrosmart.

Der Aufbau dieses Leitfadens orientiert sich an übergeordneten Prozessphasen die wir auch im Zuge unseres BMBF-geförderten Verbundvorhabens retrosmart durchgeführt haben. Den Rahmen für den Prozess bildet die Struktur der Smart-Service-Canvas zur Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen (*Kapitel 1, S. 13*). Aus ihren vier Bereichen Kundensicht, Wertschöpfungs-sicht, Ökosystemsicht und Fit wurden Prozessphasen abgeleitet. Diese wurden um zwei weitere ergänzt, die uns bei der Realisierung des Projekts wichtig erschienen. Hierbei handelt es sich um die Vorbereitung und das Problem Statement. Zur besseren Übersicht zeigt die erweiterte Smart Service Canvas mit sämtlichen, farblich markierten Prozessphasen (*Abbildung 6*).

Die sechs Prozessphasen bilden zusammen den Prozessablauf für ein Retrofit-Projekt. Beginnend mit der Vorbereitung werden die Phasen im Projektverlauf schrittweise durchlaufen (*Abbildung 5*). Sie bilden ebenso die Überschriften der nachfolgenden Kapitel dieses Leitfadens. Im Sinne

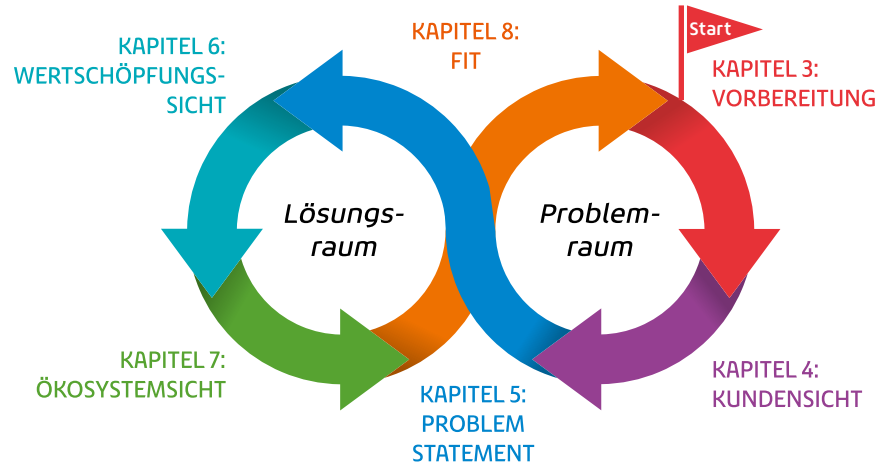


Abbildung 5: Aufbau und Ablauf eines Retrofit-Projekts

des Design-Thinking-Ansatzes sollte dieser Prozess als Rahmen dienen, der iterativ durchlaufen werden kann.

Die **Vorbereitung** stellt den Startpunkt für den Prozess dar. Eine ausführliche Auseinandersetzung mit dem Thema Retrofitting für den konkreten Anwendungsfall und die Überlegung,

ob und für wen ein Retrofitting von Bestandsmaschinen einen Mehrwert bietet, sind hier von Interesse.

Im Anschluss erfolgt die tiefgehende Auseinandersetzung mit der Kundin bzw. dem Kunden. Was benötigt diese/r? Wie verhält sie/er sich in der zuvor definierten Umgebung? Es wird

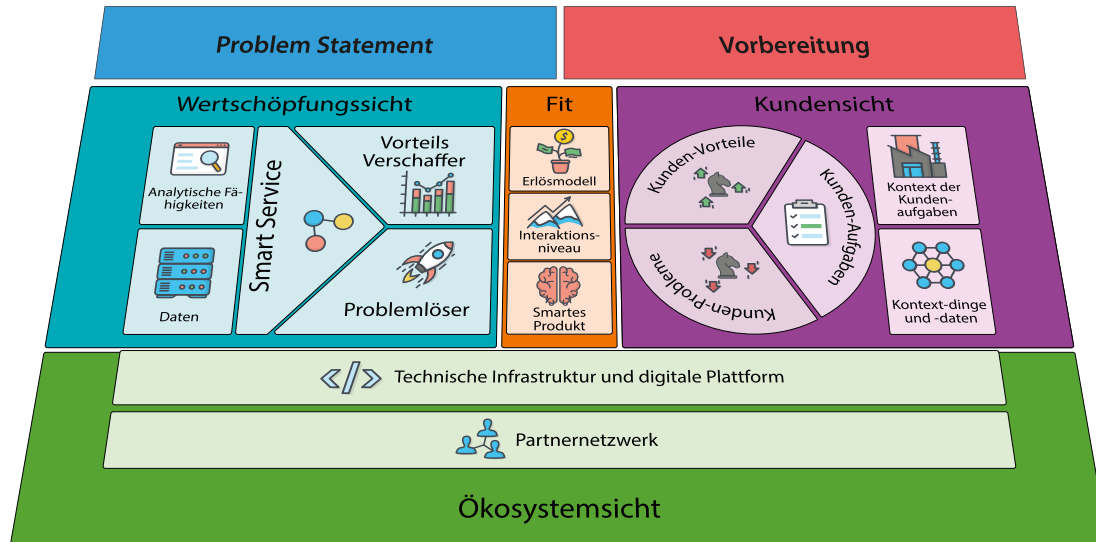


Abbildung 6: Für Retrofitting angepasste Smart Service Canvas

versucht, die **Kundensicht** abzubilden und wertvolle Informationen zu erfassen und zusammenzutragen.

Die Phase **Problem Statement** ist ein Reflexions- und Übergangspunkt. In dieser Phase findet der Übergang vom Problemraum in den Lösungsraum statt. Insbesondere ist zu definieren,

welches Problem für den Anwender bzw. die Anwenderin durch das Retrofitting gelöst werden soll.

Anschließend werden Lösungsideen generiert und schnellstmöglich anhand von Prototypen in der Phase **Wertschöpfungssicht** getestet.

Die technische Umsetzbarkeit (technische Infrastruktur) und das benötigte Partnernetzwerk für die Retrofit-Service-Idee werden in der **Ökosystemsicht** behandelt.

Im **Fit** findet die Überprüfung statt, ob die zuvor erarbeiteten Teilbereiche das definierte Kundenproblem

beheben. Sollte dies der Fall sein, wird eine Erlösstruktur für den Service in dieser Phase ausgearbeitet.

.....
Wichtig: Versuchen Sie die einzelnen Phasen nicht als in sich abgeschlossene Bereiche zu sehen, sondern betrachten Sie diese als komplementäre Bestandteile, die in iterativen Zyklen immer wieder getestet und angepasst werden müssen, um ein funktionierendes Gesamtpaket zu schaffen.
.....

Sollten Sie die Phasen durchlaufen haben und zufriedenstellende Resultate erzielt haben kann der getestete Prototyp zu einer marktfähigen Leistung weiterentwickelt und die flächendeckende Verbreitung des

ganzheitlichen Smart-Service-Systems durchgeführt werden. Kommt es in einer der Phasen zu nicht zufriedenstellenden Ergebnissen, ist es wichtig, frühestmöglich auf Ursachensuche zu gehen. Dabei ist es im Sinne des beschriebenen Vorgehens ratsam, auch einzelne Prozessphasen zurückzugehen und erneut zu durchlaufen bzw. Überarbeitungen vorzunehmen.

In jeder Prozessphase können verschiedene unterstützende Methoden und Tools angewendet werden. Zum praktischen Einsatz der Methoden und Tools erfahren Sie mehr in den folgenden Kapiteln.

Kapitel 3: *Vorbereitung*

Ziel dieser Phase ist es, ein tiefes Verständnis der Ausgangssituation zu erlangen sowie ein für das Retrofitting-Vorhaben funktionsfähiges Projektteam zusammenzustellen.

Zunächst sollten Sie Ihre installierte Basis dahingehend überprüfen, ob ein Retrofitting und der Aufwand einer Smart-Service-Entwicklung für Ihr Unternehmen tatsächlich Potenzial hat. Ist ein Potenzial erkennbar, kann auf strategischer Ebene die Entscheidung getroffen werden, die Nachrüstung von Bestandsmaschinen und -anlagen sowie die Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen umzusetzen. Ist diese Entscheidung gefallen, sollten Sie ein Projektteam zusammenstellen und eine Marktanalyse durchführen.

Tipp: Nutzen Sie Unternehmensdaten zur installierten Basis, Marktanalysen und empirische Daten in dieser Phase, um sich einen ganzheitlichen Überblick zu verschaffen zu.

STRATEGIE

Ausgangssituation: Zu Beginn eines Smart-Service-Retrofit-Projekts sollte die Strategie im Unternehmen geklärt werden. Hierbei können Fragen helfen, die das Augenmerk auf die strategische Entwicklungsrichtung des Unternehmens und die gesetzten Ziele im Servicegeschäft richtet. Welche mittel- und langfristigen Ziele und Erwartungen werden im Allgemeinen von der Geschäftsführung vorgegeben? Passt die Nachrüstung von Maschinen in die Strategie? Welchen Anteil hat der

Service am Geschäftserfolg? Wie ist das Service-Geschäft aufgebaut? Werden oder wurden Smart Services bereits entwickelt? Es gibt noch viele weitere Fragen, die gestellt werden können.

Tipp: Beantworten Sie grundlegende Fragen zu Zielen und Herausforderungen, die im Zusammenhang mit dem Retrofitting und der Smart-Service-Entwicklung stehen und visualisieren Sie in eine Übersicht. *Abbildung 7* zeigt eine mögliche Struktur für so eine Übersicht.

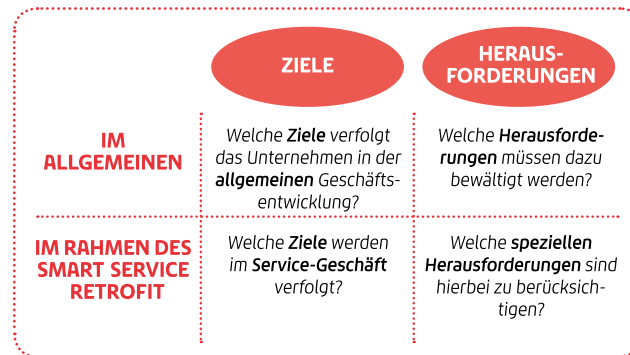


Abbildung 7: Übersicht zur Darstellung von Zielen und Herausforderungen

INSTALLIERTE BASIS IM FOKUS

Speziell innerhalb eines Nachrüstungsprojekts sollte auch geschaut werden, welche Maschinen oder Anlagen sich für ein Retrofit anbieten. Dazu ist es zunächst wichtig, eine Übersicht der im Feld verfügbaren Maschinen und Anlagen zu erstellen. Besonders langlebige Produkte mit hohen Investitionssummen bieten hohe Potenziale im Servicegeschäft. Das Betrachtungsobjekt kann einen bestimmten Maschinentypen oder eine gesamte Anlage betreffen. Sollte das Portfolio hauptsächlich Sondermaschinen beinhalten, ist es ratsam auf einzelne standardisierte Module innerhalb dieser Anlagen zurückzugreifen, da sich mögliche Angebote im Nachgang besser skalieren lassen. Zusätzlich sind die Erreichbarkeit der Anlagen sowie die Offenheit des Betreibers gegenüber einer Nachrüstung Faktoren, die in die Entscheidung einbezogen werden müssen. Schon in dieser frühen Phase ist es außerdem wichtig, den Markt, die

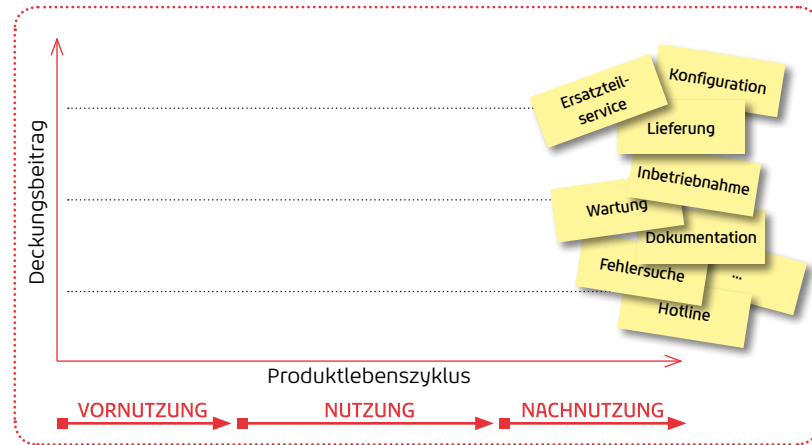


Abbildung 8: Tool zur Portfolioanalyse – Erhebung bislang angebotener Services entlang des Produktlebenszyklus

Wettbewerber und potenzielle Kunden, für die eine nachträgliche Aufrüstung und das Angebot von Smart Services interessant wären, zu analysieren.

Portfolioanalyse

Zum Einstieg ist es hilfreich, das bestehende Produkt- und Service-Portfolio zu analysieren. Welche Services bieten Sie bereits an, welche wirtschaftlichen Erträge generieren Sie mit diesen und in welcher Phase des Produktlebenszyklus

liegen diese (Abbildung 8)? Handelt es sich um datenbasierte Services? Zusätzlich kann es von Interesse sein, die finanziell kritischen Erfolgsfaktoren wie Deckungsbeitrag, Umsätze und Gewinne der einzelnen Produkte und Dienstleistungsangebote zu untersuchen. Dieser Überblick kann die Zahlungsbereitschaft von Kunden, aber auch mögliche Handlungsfelder, in denen großes ökonomisches Potenzial liegt, offenlegen.

PROJEKTTEAM

Eine Smart-Service-Retrofit-Projekt erfordert die Zusammenarbeit im Team. Über die Zusammensetzung dieses Teams sollten Sie sich frühzeitig Gedanken machen und außerdem eine hauptverantwortliche Person definieren. Diese Person sollte möglichst gut intern vernetzt und kommunikativ sein. Sie sollte außerdem motiviert sein, kreativ an einem Kundenproblem zu arbeiten. Im Projektteam sollten sich Mitarbeitende aus unterschiedlichen Abteilungen zusammenfinden. So können durch die heterogene Konstellation aus verschiedenen Rollen wertvolle, unterschiedliche Ansichten im Zuge des Projekts erhalten werden.

WICHTIG: Smart-Service-Entwicklung bedarf verschiedener Expertise. Alle in einem Team zu vereinen wird schwierig (*Kapitel 7, S.74ff*). Sollte an einer Stelle Expertise fehlen, ist es nur wichtig, dass dies erkannt wird und Sie überlegen, wie Sie eine hierfür geeignete Unterstützung an Bord holen können.

Das Management Ihres Unternehmens sollte neben der Zusammenstellung eines Projektteams außerdem sicherstellen, dass das Projektteam auf Kollegen aus anderen Abteilungen zurückgreifen kann, wenn ein bestimmter Input benötigt wird. Das erweiterte Projektteam und seine Größe können je nach Kompetenzen und Ressourcen, die das Projektteam zur Lösung eines Problems benötigt, variieren.

MARKTANALYSE

Die Marktanalyse stellt einen strategisch wichtigen Schritt bei der Entwicklung neuer Angebote dar. Auf Grundlage einer systematischen, methodischen Analyse des Markts können strategisch wichtige Fragen beantwortet und adäquate Strategien für Tätigkeiten in neuen Märkten erarbeitet werden. Eine vollumfänglich durchgeführte Marktanalyse beinhaltet typischerweise eine Marktsegmentierung, eine Umfeld-, Kunden-, Wettbewerbs- und Marktpotenzialanalyse. Diese werden im weiteren Verlauf kurz vorgestellt.

Marktsegmentierung: Die Abgrenzung des relevanten Markts ist eine notwendige Voraussetzung für die Durchführung einer genauen Marktanalyse. Dabei folgt die Marktsegmentierung in erster Linie dem Hauptziel, den Gesamtmarkt im Hinblick auf die im Fokus stehenden Kundenbedürfnisse zu identifizieren, um diesen anschließend entsprechend der angebotenen Dienstleistungen und Produkte in homogene

Segmente aufzuteilen. Die Bildung solcher Segmente basiert in der Regel auf sozioökonomischen Einschätzungen. Aber auch örtliche, zeitliche und psychographische Faktoren beeinflussen die Segmentbildung. Ihnen können folgende Fragen als Anhaltspunkte zur Segmentierung dienen:

- Wie lässt sich der Gesamtmarkt unterteilen (z. B. Kunden, Länder, Produkte)?
- Welche Kundensegmente lassen sich im Gesamtmarkt unterscheiden?
- Welche Kundensegmente könnten für Dienstleistungsangebote in Frage kommen?
- Welche Kundensegmente haben Bedarf für das Retrofitting alter Bestandsmaschinen?
- Wie groß sind die verschiedenen Kundengruppen (bspw. hinsichtlich des Anteils an Ihrem Umsatz)?
- Ist es sinnvoll, nach anderen Kriterien zu segmentieren als Sie es sonst üblicherweise tun?

Umfeldanalyse: Die Umfeldanalyse ist ein Scan des externen Umfelds, in dem das Unternehmen tätig ist. Sie

umfasst sämtliche auf einen Markt einwirkende Einflussfaktoren, die sich außerhalb der Kontrolle eines einzelnen Unternehmens befinden. Ein weit verbreitetes Instrument zur Durchführung einer Umweltanalyse ist die sogenannte PESTLE-Analyse. Ziel dieser Analyse ist es, die aktuelle Situation sowie zukünftige Entwicklungen der unternehmensexternen Marktumwelt zu erfassen und diese bezüglich der aktuellen und zukünftigen Marktentwicklung zu bewerten. Das Akronym PESTLE leitet den sechs im Rahmen der Analyse betrachteten Dimensionen der Marktumwelt ab. Diese sind die politische, ökonomische, soziokulturelle, technologische, rechtliche und ökologische Dimension. Wichtige Fragen mit Bezug zu Smart Services sind hierbei:

- Wie gehen Sie und Ihre Kunden mit der Thematik der Datenaufnahme und Datenweitergabe um?
- Wo liegt die Hoheit über für Sie relevante Daten?
- Gibt es personenbezogene Daten, die Sie nicht aufnehmen und/oder verarbeiten dürfen?

- Was sind bestehende Branchenstrukturen, die den Einsatz womöglich verhindern?
- Wer sind die potenziellen Stakeholder, die neue Angebote nutzen oder Einfluss auf deren Erfolg haben können?

Kundenanalyse: Über die Marktsegmentierung hinaus ist ein detaillierteres Verständnis der adressierten Kunden notwendig. Anhand der folgenden Leitfragen zu Kundenbedürfnissen und Kundenpotenzialen lassen sich hierzu entsprechend weitere Informationen erarbeiten. Wichtige Fragen sind zum Beispiel:

- Wer sind die tatsächlichen Kunden im Markt? Wer nutzt mein Angebot?
- Welche grundlegenden Bedürfnisse haben die Kunden?
- Wie werden sich die grundlegenden Bedürfnisse der Kunden verändern?
- Welchen zukünftigen Wert besitzen die Kunden?
- Wie ist das Verhältnis zu Kunden, und wie stark ist deren Interesse mit uns die digitale Transformation zu gestalten?

- Haben die Kunden eine dringende Notwendigkeit für das Vorhaben/Produkt/Service?
- Haben die Kunden einen mittleren bis hohen digitalen Reifegrad?
- Haben Sie Kontakt zu den Entscheidungsträgern im Einkauf?

Wettbewerbsanalyse: Der Schwerpunkt einer Analyse potenzieller Wettbewerber liegt auf der Identifikation dieser Wettbewerber sowie deren Stärken und Schwächen. Um diese Informationen zu gewinnen sind folgenden Fragen hilfreich:

- Wer sind die derzeit führenden Unternehmen auf dem Markt?
- Welche Produkte der Konkurrenz lassen sich im Markt bereits finden?
- Ist es wahrscheinlich, dass das eigene aktuelle Produkt ersetzt wird?
- Welche Schwächen und Stärken haben die Produkte der Konkurrenten?
- Welche (Verkaufs-)Strategien hat die Konkurrenz?
- Wie hoch sind die Marktpreise?

Marktpotenzialanalyse: Abschließend sollte eine Marktpotenzialanalyse bzw. eine grobe Vorkalkulation durchgeführt werden. Das Marktpotenzial wird hierzu geschätzt. Entsprechende Annahmen können schon früh im Projektverlauf getroffen und dann im Rahmen weiterer Kundengespräche verfeinert werden. Bei den Annahmen sollten drei Gebiete betrachtet werden: der erreichbare Markt, der grob erzielbare Preis sowie die Kosten. Diese können Sie in folgender Kalkulation zusammenführen, um das Marktpotenzial grob zu ermitteln:

$$\text{MARKTPOTENZIAL} = \text{ERREICHBARER MARKT} \times \text{GROB ERZIELBARER PREIS} - \text{MÖGLICHE KOSTEN}$$

Zur Einschätzung des Markts hilft es, das Modell „TAM-SAM-SOM“¹ anzuwenden. Die Abkürzungen stehen hierbei für „Total Adressable Market“ (TAM), „Serviceable Available Market“ (SAM) und „Serviceable Obtainable Market“ (SOM). TAM bezieht sich auf die Gesamtnachfrage nach den Pro-

dukten oder Dienstleistungen, die Ihr Unternehmen anbietet. SAM bezieht sich auf das Segment Ihres TAM, das Sie mit einem Smart Service Retrofit erreichen könnten. Ihr SOM ist das eigentliche Ziel der Überlegungen. Das ist der Anteil des Marktes, den Sie mit neuen Smart Service Retrofits realistisch erreichen können. Der Preis, der vom SOM für den Smart Service bezahlt werden würde, kann am besten durch direkte Kundenbefragungen oder durch Schätzung einer Gruppe von Erfahrungsträgern, die die Kundensicht einnehmen können, erreicht werden.

Im Gegensatz zur Produktentwicklung erweist sich die Schätzung der Herstellungskosten für die Entwicklung und und Vermarktung von Smart Services als schwieriger, da zu Beginn noch Vieles unbekannt ist. Nehmen Sie deshalb hier nur eine grobe Einschätzung der vor. Es wird Ihnen sicherlich helfen Kontextfaktoren, wie Projektlaufzeit und zur Verfügung stehende Ressourcen miteinzubeziehen.

¹ <https://www.process.st/tam-sam-som/>

Kapitel 4:

Kundensicht

In dieser Phase geht es darum, Erkenntnisse und Bedürfnisse des Kundensegmentes aufzuarbeiten, um eine Basis für die spätere Ideengenerierung, Entwicklung und Umsetzung zu erhalten.

In der Vorbereitung haben Sie sich mit Ihrem Marktumfeld, dem Marktpotenzial und Kundensegmenten beschäftigt. Mit dem Angebot eines Smart Service müssen Sie einen Bedarf des Kunden ansprechen. Da der Kunde eine solch essenzielle und strategisch wichtige Position zur erfolgreichen Entwicklung von Smart Services einnimmt, gilt es die Kundensicht sorgfältig und detailliert zu erarbeiten. Für die Kundensicht bedienen wir uns der häufig verwendete

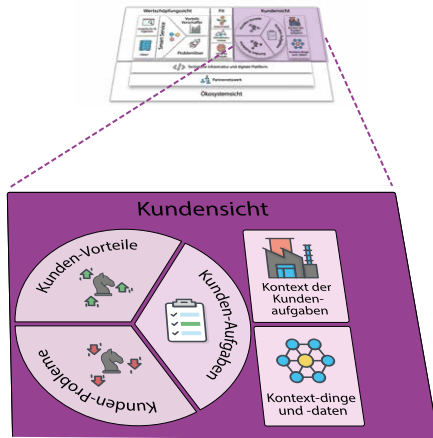


Abbildung 9: Kundensicht aus der Smart Service Canvas

ten und als hilfreich erachteten Value Proposition Canvas mit den Feldern Kundenaufgaben, Kundenprobleme und Kundenvorteile, die in der Form auch für die Smart Service Canvas übernommen wurde. Für Smart-Service-Geschäftsmodelle wurden in der Smart Service Canvas die Felder der Kundensicht um den Kontext der Kundenaufgaben und Kontextdinge und -daten ergänzt (Abbildung 9).

Wichtig: Definieren Sie ein Zielkundensegment für das angestrebte Retrofitting und darauf aufbauen Smart-Service-Angebote. Identifizieren Sie eine möglichst konkrete Nutzergruppe für die dazugehörige Serviceentwicklung, bevor Sie die Kundensicht erarbeiteten.

Ein möglichst konkretes Verständnis der Zielgruppe ist besonders wichtig. Selbst wenn Sie in den vorhergehenden Prozessschritten schon einen Zielkunden definiert haben, können Dienstleistungen für die Nutzergruppe Instandhaltungspersonal ganz anders aussehen als Dienstleistungen für Betriebsingenieur/innen oder Maschinenbediener/

innen. Zudem arbeiten einzelne Personenkreise meist mit anderen Informationssystemen und Kennzahlen, weshalb auch der Kontext für jede Rolle verstanden werden muss. Das klingt Ihnen zu abstrakt? Schauen Sie in die Use Cases, um an Beispielen zu sehen, welche unterschiedlichen Aufgaben und Probleme wir für das Instandhaltungspersonal oder Betriebsleiter identifizieren konnten. (Kapitel 9, S. 85).

Wissen Sie zu diesem Zeitpunkt schon für welchen Kunden und für welche Nutzer, ein neues Leistungsangebot geschaffen werden soll und retrofitting sinnvoll erscheint? Dann halten Sie Ihre Gedanken in dem Kundenprofil fest (Kapitel 4, S. 32)! Sind Sie sich hingegen unsicher, ob das Kundenprofil die Realität darstellt und die Kundenaufgaben, Probleme und Vorteile auf Ihrem Bauchgefühl und Annahmen Ihrer Mitarbeitenden basieren? Sollte dies der Fall sein, dann sollten Sie diese erst einmal hinterfragen (Kapitel 4, S. 33-35).

Warum ist das so wichtig? Das Kundenprofil ist die Basis, also das Funda-

ment für die weiteren Arbeitsschritte. Liegen Sie hier daneben, dann kann der entwickelte Service technisch noch so gut funktionieren. Der Kunde wird die Leistung allerdings trotzdem nicht in Anspruch nehmen.

Wichtig: Generieren Sie in dieser Phase noch keine Ideen im Lösungsraum, versuchen Sie erst den Problemraum möglichst umfassend zu verstehen.

KUNDENSEGMENT UND ZIELKUNDEN

Um zielgerichtet ein Retrofitting und dazugehörige Smart-Service-Angebote zu entwickeln, ist es notwendig, das Kundensegment und den Zielkunden zu definieren und seine Bedürfnisse zu identifizieren.

Der erste Schritt umfasst die Festlegung auf eine Kundengruppe, die den Bedarf für eine Nachrüstung von Bestandsmaschinen und -anlagen hat. Dies sollte auf Basis der ausgearbeiteten Teilbereiche der Marktanalyse (Umfeldanalyse, Kundenanalyse und Marktpotenzialanalyse) gut möglich sein.

Anders verhält sich dies mit der Definition des Zielkunden. Denn im industriellen Umfeld gibt es oftmals nicht den einen Ansprechpartner bei einem Kunden. Beispielsweise sind Instandhalter/-innen, Einkäufer/-innen und Maschinenbediener/-innen eines Unternehmens potenziell bei einem Retrofitting und den damit verbundenen Services in irgendeiner Form involviert, jedoch haben sie verschiedene Bedürfnisse und Aufgaben zu erledigen. Es ist sinnvoll, sich einen Gesamtüberblick über die beteiligten Personenkreise und Betroffenen zu verschaffen und deren Bedürfnisse zu erfassen. Hierzu bietet sich das Stakeholder Mapping an.

Für das Stakeholder Mapping können Sie Informationen aus der Umfeldanalyse verwenden. Sammeln Sie alle

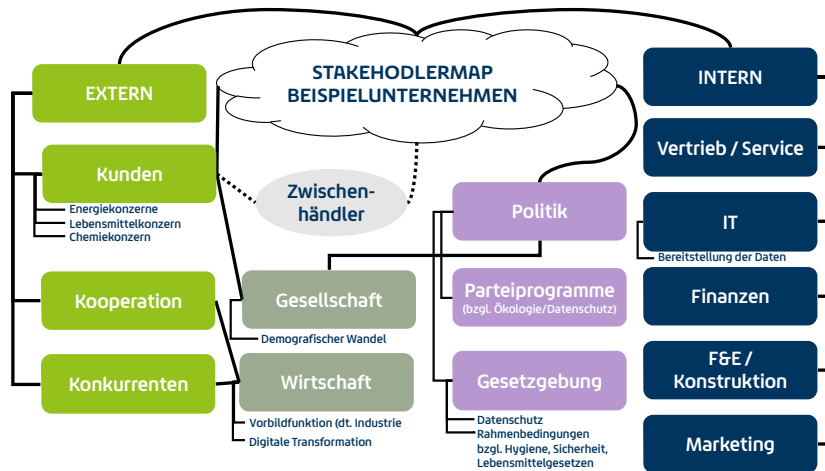


Abbildung 10: Stakeholder Map

Stakeholder, die rund um die Nachrüstung und das Angebot neuer Services an Bestandsmaschinen und -anlagen berücksichtigt werden sollten. Hierbei können Sie die Stakeholder nach Wichtigkeit für ein Projekt oder deren Einflussnahme unterteilen. Nachdem die wichtigsten Stakeholder gesammelt sind, können Sie nun beginnen, die Bedürfnisse und Beziehungen der einzelnen Stakeholder zu sammeln und in der Map zu visualisieren.

Selbstverständlich muss hier priorisiert werden, aber auch der alleinige Fokus auf den Endnutzer ist zu vermeiden, da dieser oftmals wenig Einfluss auf den Kauf neuer Lösungen hat und auch wenig zur Implementierung im Unternehmen sagen kann. Um nicht im Nachgang festzustellen, dass entwickelte Lösungen zwar einen Nutzen für den Maschinenbediener vorweisen, jedoch durch Restriktionen der IT-Abteilung nicht umgesetzt werden und somit nicht genutzt werden können, ist es wichtig, verschiedene Sichten einzunehmen. Ein Beispiel einer Stakeholder Map finden Sie in *Abbildung 10*.

KUNDENPROFIL

Nutzen Sie das Kundenprofil, um Informationen über einzelne Kunden und Rollen festzuhalten und diese vergleichbar zu machen. Denken Sie dabei aber immer daran, dass das Kundenprofil lediglich eine Repräsentation von zuvor erfassten Daten widerspiegelt. Beantworten Sie die zugrundeliegenden Fragen vielleicht einmal für sich und stellen Sie dann die Antworten

in einem Gespräch mit Ihren Kunden auf den Prüfstand. Wer kann das Profil besser bewerten als die Kunden selbst?

Um die Informationen aus den vorangegangenen Maßnahmen zu bündeln und besser zugänglich zu machen, bietet sich zum Beispiel auch die Erstellung von Kundenprofilen in Form von Personas an. Solche Kundenprofile sind Archetypen mit fiktivem Charakter. Sie ähneln daher vielleicht realen Personen bzw. Personenkreisen, stellen

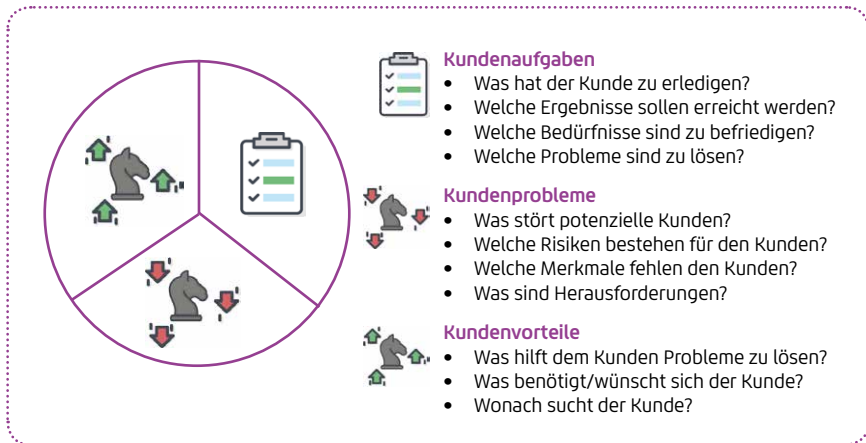


Abbildung 11: Ausarbeitung der Kundenaufgaben, -probleme und -vorteile

diese aber nicht eins zu eins dar. Sie sollen Ihnen helfen, sich in die Bedürfnisse einer bestimmten Zielgruppe bzw. Zielperson hineinzuversetzen. Ein Kundenprofil repräsentiert meist eine Zielgruppe mit ähnlichen Motivationen, Wünschen, Hoffnungen und Bedürfnissen und kann auch direkt gemeinsam mit einem repräsentativen Kunden des Segments erstellt werden.

Nachfolgend finden Sie in *Abbildung 11* eine kurze Zusammenfassung von Fragen, die Sie für die Erstellung beantworten sollten.

Gerade bei einem Smart-Service-Retrofit-Projekt können einzelne Kundenprofile bzw. Personas für verschiedene Rollen sinnvoll sein. Diese umfassen dann bspw. Bediener, Instandhalter oder aber auch Produktionsplaner. Jede Gruppe hat verschiedene Aufgaben und Probleme. Somit sollte auch für jede als Zielgruppe, die als wichtig erachtet wird, ein Profil erstellt werden. Im Nachgang können diese Kundenprofile immer wieder helfen, sich auf die jeweiligen Personengruppen zu fokussieren.

Tipp: Sollte der Endkundenkontakt aktuell wie auch zukünftig nur begrenzt oder gar nicht aufzubauen sein, raten wir, ein erstes Kundenprofil gemeinsam mit Personen aus dem Vertrieb oder der Service-Abteilung zu erstellen.

Vertriebs- und Servicemitarbeitende bringen meist ein recht gutes Kundenverständnis mit. Machen Sie aber nicht den Fehler, deren Kundenverständnis unreflektiert zu übernehmen. Testen Sie die Annahmen zu den Kundenaufgaben, -problemen und -vorteilen zumindest mit einzelnen Testkunden..

Kundenaufgaben

Dinge, die der Kunde im Rahmen seiner Arbeit oder seines Privatlebens erledigen muss oder möchte, werden als Kundenaufgaben bezeichnet. Dazu gehören bspw. zu erfüllende Aufträge, zu lösende Probleme sowie zu befriedigende Bedürfnisse.

Für das Erfassen von Kundenaufgaben kann es helfen den Produktlebenszyklus

zu betrachten. Hierbei können spezielle Aufgaben identifiziert werden, die sich beim Kunden durch das Beschaffen, Besitzen, Benutzen und Entsorgen des Produkts ergeben. Während des Produktlebenszyklus ergeben sich viele Möglichkeiten für das Angebot neuer Dienstleistungen. Eine Methode, um dies zu erfassen, ist beispielsweise auch das Customer Journey Mapping.

Customer Journey Mapping

Beim Customer Journey Mapping geht es darum, Abläufe aus Sicht des Kunden zu verstehen und zu visualisieren. Hierbei werden Tätigkeiten und Handlungen zunächst in chronologischer Reihenfolge dokumentiert. Innerhalb des Lebenszyklus können so beispielsweise vorhandene Serviceprozesse, wie die Inbetriebnahme einer Anlage strukturiert, visualisiert und analysiert werden. Eine ausgearbeitete Journey Map kann genutzt werden, um Probleme aufzudecken und Dienstleistungsprozesse zu optimieren.

ANLEITUNG FÜR JOURNEY MAPS

1. Kundenprofil auswählen
2. Definition von Umfang und Detailtiefe des untersuchten Prozesses
3. Arbeitsschritte aus dem Prozess erstellen und chronologisch in einer Journey abbilden (beginnen Sie bspw. mit den Berührungspunkten zwischen Ihnen und dem Kunden)
4. Iterieren und verfeinern der Journey, indem der Prozess Ende-zu-Ende durchgegangen wird (fehlt etwas oder muss etwas detailliert werden?)
5. Detaillieren Sie die wichtigsten Schritte und machen Sie sich Gedanken zu möglichen Problemen im Prozess
6. Dokumentieren Sie die Journey so, dass Sie diese auch mit anderen Mitarbeitern und dem Kunden teilen und diskutieren können (denken Sie bei der Aufbereitung daran, dass die Journey Map stets angepasst werden kann)
7. Basieren Sie die Journey Map auf echten Daten. Beziehen Sie daher den Kunden möglichst häufig ein.

Unter Berücksichtigung der zuvor erstellen Kundenprofile sollte bei der Erstellung darauf geachtet werden, dass lediglich ein Kundenprofil und dessen Journey in einer Map abgebildet werden, da es sonst schnell unübersichtlich wird. Sind weitere Stakeholder wichtig, sollte eine zusätzliche Journey Map erstellt werden. Folgende Anleitung hilft bei der Erstellung solcher Journey Maps.¹

¹ <https://www.thisisservicedesigndoing.com/methods/mapping-journeys>

Kundenprobleme

Als Kundenprobleme werden Ereignisse beschrieben, die den Kunden bei der Ausführung der Aufgaben stören oder ihn davon abhalten, diese erfolgreich abzuschließen. Dazu zählen auch Schwierigkeiten und Herausforderungen, denen der Kunde begegnet, die Frustration und Ärger auslösen. In diesen Zusammenhang gehören auch Vorkommnisse, die negative Emotionen beim Kunden erzeugen, oder wodurch er Risiken fürchtet.

Die Erfassung von Kundenaufgaben durch die Prozessabbildung innerhalb einer Journey Map aus dem vorherigen Kapitel kann helfen, diese Probleme zeitlich einzuordnen und den Kontext besser zu verstehen. Markieren Sie in der Journey Map also Punkte, die zu Problemen führen, oder Punkte, die überraschend anders durchgeführt worden sind als Sie dachten. Diese Punkte bergen das Potenzial für mögliche Unterstützungsangebote.

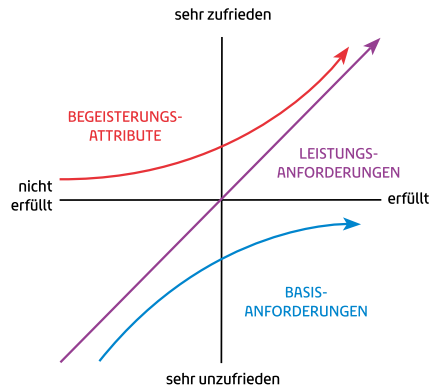


Abbildung 12: Kano-Modell

Kundenvorteile

Die Kundenvorteile charakterisieren positive Ergebnisse und Effekte, die der Kunde erwartet oder erwünscht. Unter diesem Aspekt werden ebenfalls Ereignisse genannt, die der Kunde noch nicht erwartet, die ihn aber positiv überraschen.

Einen guten Rahmen für die Einordnung der aktuellen Kundenerwartungen und Wünsche kann das Kano-Modell bieten (Abbildung 12). Was sind also

Anforderungen oder Wünsche, die auf keinen Fall fehlen dürfen (Basisanforderungen), welche steigern die Zufriedenheit (Leistungsanforderungen) und welche begeistern den Kunden sogar (Begeisterungsattribute)?

Unabhängig von der späteren Lösung, die erstellt wird, sollten Sie schon in dieser Explorationsphase Informationen darüber gewinnen, was der Kunde sich in einem Prozess wünscht. Fragen Sie z. B. nach einem für ihn optimalen Prozess. Wie sähe ein Service aus, der ihn begeistern würde?

Tip: Beziehen Sie den Kunden ein und lassen Sie ihn den Service und den dazugehörigen Prozess gestalten. Welche Prozessschritte sollten sich verändern? Welche Prozessschritte sollten beibehalten werden? Welche funktionieren gut oder welche können aufgrund von Umgebungsfaktoren nicht verändert werden.

KONTEXT

Um die einzelnen Aufgaben aus Sicht des Kunden zu beurteilen und einzuordnen, ist es notwendig, den Kontext zu betrachten, in dem sich der Kunde befindet und er seine Aufgaben ausführt. Durch den Kontext können für den Kunden Einschränkungen oder Begrenzungen entstehen, bspw. aufgrund von verschiedenen Umweltsituationen oder Personen bzw. Systemen, mit denen der Kunde zum Zeitpunkt der Ausführung seiner Aufgabe in Verbindung steht. Es ist möglich, dass zwei verschiedene Kundensegmente die gleichen Kundenaufgaben haben, diese jedoch in einem völlig verschiedenen Kontext stehen. Dadurch ergeben sich unterschiedliche Betrachtungsweisen der Kundenaufgaben und demzufolge verschiedene Wahrnehmungen von Problemen oder Vorteilen². Das kann

² In den später genannten Praxisbeispielen sind verschiedene Kontexte beschrieben. Der Performance Monitor wurde bspw. für eine extrem reglementierte Pharmabranche mit starken Datenschutzaufgaben entwickelt, wohingegen ein Condition Monitoring eines Verpackungsmaschinenherstellers von den Datenschutzbedenken geringer war.

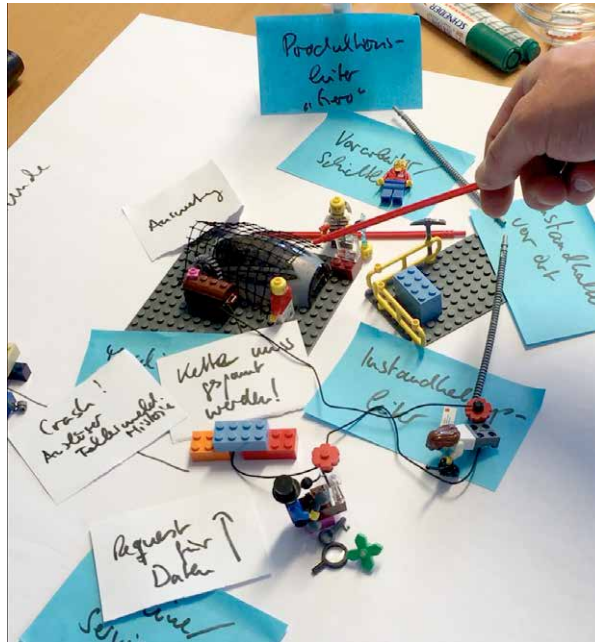


Abbildung 13: Beispiel eines Desktop-Walkthrough

ein Grund für die Fehlentwicklung einer potenziellen Lösung werden. Ein Beispiel aus unserem Projektkontext? Eine Video-Chat-App wurde vor Projektbeginn auf Seiten eines Projektpartners entwickelt, die es dem Servicetechniker ermöglicht per Remote-Zuschaltung ein aufgekommenes Problem zu lösen. Klar,

der Kunde schien interessiert. Er spart dadurch ja Reisekosten für einen Techniker! Da die Lösung aber nicht den Kontext berücksichtigt hatte, dass der Kunde oftmals in Osteuropa ist und eine große Sprachbarriere herrscht, die die Nutzung verhindert, war es nicht mög-

lich diese Lösung an Kunden erfolgreich zu vermarkten (nicht einmal kostenlos).

Desktop Walkthrough

Um den Kontext einer Aufgabe besser und frühzeitig zu verstehen, bietet sich zum Beispiel die Erarbeitung eines Desktop Walkthrough an.

Ein Desktop Walkthrough kann als interaktives Theaterstück verstanden werden, das Kundenerlebnisse visualisiert und simuliert. Mithilfe von Figuren (Lego oder Playmobil bieten sich an), Zeichnungen oder Modellen können Abläufe in der Service-Umgebung besser verstanden und diskutiert werden. Beteiligte Personen (z. B. aus dem Stakeholder-Mapping) und Prozesse beim Kunden (z. B. Customer Journey Map oder Ergebnisse aus Beobachtungen und Kundenbesuchen) werden auf einem Tisch von den Workshop-Teilnehmern so arrangiert, dass das Umfeld der Serviceerbringung dargestellt wird. Notieren Sie sich Beobachtungen und Fragen, die bei

dem Aufbau des Walkthrough aufkommen. Sollte es zu Unklarheiten oder verschiedenen Meinungen kommen, bilden Sie Hypothesen und testen Sie diese (*hierzu mehr in Kapitel 1, S. 16*).

Tip: Dokumentieren können Sie ihren Desktop Walkthrough durch einfache Fotos, aber auch Videos mit einer Erklärung des Serviceprozesses und einem aktiven Hinein- und Hinauszoomen der Prozesslandkarte. Nehmen Sie hierzu einfach Ihr Smartphone.

Natürlich kann auch ein zukünftiger idealer Prozess modelliert werden. Dann befinden wir uns aber im Prototyping nach der Ideenphase, das in *Kapitel 8, S. 81* betrachtet wird. Bei YouTube finden Sie hilfreiche Beispiele von Desktop Walkthroughs. Suchen sie hierzu beispielsweise gezielt nach „Desktop Walkthrough – Methoden des Design Thinking“.

KUNDENINTEGRATION

Wir lassen uns häufig dazu verleiten naheliegende Annahmen und uns schlüssig scheinende Probleme auf andere Personen zu übertragen. Was bedeutet das konkret? Nur, weil Sie bspw. denken, dass etwas für den Kunden problematisch ist und durch ein Angebot gelöst werden könnte, heißt es nicht automatisch, dass Sie auch wirklich ein Problem Ihres Kunden lösen. Beziehen Sie deshalb möglichst früh den Kunden ein, um dessen Arbeitsumgebung, seine Aufgaben sowie Probleme aus erster Hand zu erfassen.

Wichtig: Sprechen Sie **mit** und nicht **für** den Kunden.

Auch wenn im klassischen B2B-Geschäft der Endnutzer-Kontakt manchmal schwer abzubilden ist, ist es wichtig, die Bedürfnisse dieser Gruppe bestmöglich zu erfassen. Sofern die Lösung diese Nutzergruppe nicht anspricht, wird sie auch nicht genutzt. Obwohl viele Unternehmen befürch-

ten, hierdurch bereits eine überhöhte Erwartungshaltung auf Kundenseite im Hinblick auf den Leistungsumfang zukünftiger Dienste zu erzeugen, wird die frühe Einbindung von Kunden empfohlen, um reale Schmerzpunkte, Aufgaben, Erwartungen und die Umgebung des Kunden zu erfassen.

Zur unvoreingenommenen Erkundung oder Validierung können verschiedene Techniken, explorative Interviews, Beobachtungen oder Co-Creation eingesetzt werden.

Explorative Interviews

Innerhalb explorativer Interviews geht es darum möglichst viel Wissen über den Kunden zu erfassen. Wichtig hierbei ist, dass es nicht um ein Verkaufsgespräch geht. Nehmen sie eine Anfängerperspektive ein und lassen Sie sich aus Sicht des Kunden bestehende Probleme und mögliche Unterstützungsleistungen erläutern. Führen Sie verschiedene Interviews bestenfalls mit Zielkunden. Um die Antworten besser vergleichen zu können, ist es sinnvoll einen Leitfa-

den mit Fragen zu formulieren, die Sie gerne beantwortet haben möchten.

Tipp: Stellen Sie möglichst offene und erzählgenerierende Fragen. Lassen Sie den Kunden recht ausgiebig berichten wie er arbeitet und zu welchem Zweck er Ihre Produkte einsetzt.

Es kann zusätzlich hilfreich sein, wiederholt die Frage „Warum“ zu stellen, und so detailliertere Informationen zum Antrieb und der Motivation zu erhalten. Vergessen Sie nicht die Interviews aufzunehmen oder sich zumindest Notizen zu machen. Nehmen Sie sich zudem Zeit, die Erkenntnis für sich im Nachgang zu ordnen und aufzubereiten. Beispielsweise im Kundenprofil (Kapitel 4.2).

Beobachtungen

Ihnen als Maschinenbauer fehlen oft der Einblick und Zugang zu Informationen der Maschinen aus dem Feld. Für Smart Services ist es aber wichtig, die Wertschöpfungsprozesse des Kunden bestmöglich zu verstehen. Wichtige Einblicke in Prozesse können hier Beob-

achtungen des Kunden liefern. Hierbei ist von Vorteil, dass der Kunde und die Prozesse im realen Kontext erfasst und verstanden werden können. Sehen Sie sich als unsichtbarer Verfolger des Kunden, der den Umgang mit der Maschine kennenlernt. Nutzt der Kunde die Maschine so wie sie dachten? Durch die Rolle des Beobachters können Sie besonders auf sich wiederholende Prozessschritte, sehr zeitintensive Prozesse oder Auffälligkeiten achten, die für Sie, als Externer, komisch wirken. Notieren Sie sich solche Prozessschritte und stellen Sie im Nachgang oder, wenn möglich, während dessen Fragen falls Ihnen Dinge unklar sind. So werden Ihnen Probleme des Kunden deutlich.

Co-Creation

Bei der Co-Creation geht es um die partnerschaftliche Entwicklung mit dem Kunden. Je nach Marktumfeld bietet sich die Einbindung von Lead Usern an. Solche Lead User sind Nutzer, deren Bedürfnisse den Anforderungen des Massenmarkts vorausseilen und sich einen besonders hohen Nutzen von der Lösung ihnen entgegenstehender

Herausforderung versprechen. Starten Sie vielleicht mit Kunden, die gut erreichbar sind und die recht offen für neue Entwicklungsthemen sind und mit denen Sie auch schon länger im Geschäft sind. Was spricht dagegen das Kundenprofil mit einem solchen Nutzer gemeinsam zu entwickeln? Der Kunde kennt sich doch selbst am besten.

Wichtig: Nicht jedes identifizierte Kundenproblem ist gleichermaßen kritisch zu bewerten. Zur Einordnung eines Problems kann bspw. eine abgewandelte Form der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) helfen.

Zur Einschätzung eines Problems geht es auch hier um die Faktoren der Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Problems und des Einflusses des Problems für den Prozess. Sprechen Sie diese Dinge auch direkt mit dem Zielkunden ab, vielleicht hat dieser auch noch andere Dinge, die ihn an dem Prozess stören, die zum Zeitpunkt Ihrer Beobachtung aber nicht aufgetreten sind.

Kapitel 5:

Problem Statement

Die Versuchung ist groß, nun endlich den Problemraum zu verlassen und im Lösungsraum kreativ zu werden. Es sich lohnt sich aber, zuvor noch einen Augenblick im Problemraum zu bleiben, um klar zu definieren, was Sie lösen wollen.

Ein Problem in unserem Kontext ist nicht einfach eine unerwünschte Situation, sondern ein unerfülltes Kundenbedürfnis. Nutzen Sie hierzu die in **Kapitel 4** gesammelten Informationen und fassen Sie diese möglichst in einem Satz zusammen. Dieser Satz sollte präzise genug formuliert sein, um einen konkreten Schwerpunkt zu setzen, und gleichzeitig genug Platz für innovative Kreativität im weiteren Verlauf Ihres Smart-Service-Retrofit-Projekts lassen. Zur Wiederholung und zum Abgleich mit Ihren bisherigen Erkenntnissen aus **Kapitel 4** können folgende Fragen bei der Formulierung des Problem Statement helfen:

- Welcher Zielkunde ist von einem Problem betroffen? (**Kapitel 4, S. 31**)
- Was ist das Problem? Was sind die Herausforderungen des Kunden? Welche Aufgabe muss erfüllt werden? Welche Herausforderung muss gelindert werden? (**Kapitel 4, S. 33**)
- Warum ist dieses Problem es wert, gelöst zu werden? Welchen Wert bringt die Lösung dem Nutzer bzw. der Nutzerin? Welchen

Wert hat die Lösung für das Unternehmen? (**Kapitel 4, S. 34**)

- Wo geschieht das? Was ist der Kontext, in dem der Nutzer das Problem erlebt? Befindet es sich in einem physischen oder digitalen Raum? Wer ist sonst noch beteiligt? (**Kapitel 4, S. 35**)

Der Aufbau des Satzes könnte wie folgt aussehen:

»(Persona) hat das (Problem) und braucht einen Weg, um (Bedürfnis des Zielkunden) zu stillen, weil (Wert)«.

Beispiel: Produktionsleiter Max Mustermann kommt mit der Koordination der Instandhaltungsaufgaben nicht zurecht und braucht einen Weg, sich schnell einen genauen Überblick über den Zustand seiner Maschinen zu verschaffen, weil das die Bearbeitung der Instandhaltungsmaßnahmen vereinfachen und um 5 Prozent beschleunigen würde.

Wichtig: Im Problem Statement setzen Sie das Fundament für die weiteren Aufgaben!

Innerhalb eines Teams gibt es oftmals unterschiedliche Auffassungen darüber, welches Problem im Vordergrund des Smart-Service-Retrofit-Projekts steht. Das Problem Statement hilft dabei, das Problem tiefer zu durchdringen und nochmal zu hinterfragen. Das hilft bei der Konzeption und Ausarbeitung zielgenauer Lösungen. Zudem ist das Problem Statement als gemeinsamer Ankerpunkt für die Kommunikation während des Weiteren Entwicklungsprozesses sehr hilfreich.

Tipp: Nutzen Sie das Problem Statement im weiteren Verlauf des Projekts als Grundlage aller Diskussionen. Sollten neue Kolleginnen und Kollegen hinzugezogen werden, hilft Ihnen das Problem Statement dabei, es anderen schnell verständlich zu machen, welches Problem Sie für den Kunden lösen möchten.

Kapitel 6:

Wertschöpfungssicht

In der Wertschöpfungssicht geht es um die systematische Ausarbeitung eines möglichen Wertversprechens für den Kunden. Wir zeigen, was mit digitalen Services überhaupt möglich ist und wie man auch auf bestehenden Lösungsansätzen aufbauen kann.

Der Grundstein für die Ausarbeitung des Wertversprechens wurde durch die Ausarbeitung der Kundensicht (**Kapitel 4**) und die Definition des Problem Statement (**Kapitel 5**) gelegt. Ausgehend von der Smart Service Canvas ist es ratsam, verschiedene Felder der Wertschöpfungssicht zu diskutieren, um einen ganzheitlichen Blick auf das angestrebte Wertversprechen zu schaffen.

Tipp: Arbeiten Sie die Wertschöpfungssicht in Teilschritten ab, um die einzelnen Felder nach und nach auszufüllen.

Aufbau der Wertschöpfungssicht

Drei Felder greifen die Value Map aus dem linken Teil der Value Proposition Canvas auf. Es handelt sich dabei um den **Smart Service** (in der Value Proposition Canvas ursprünglich Products and Services), die **Problemlöser** (Pain Relievers) und die **Vorteilsverschafter** (Gain Creators). Für die Anwendung auf Smart-Service-Geschäftsmodelle wird die Value Map durch zwei spezifische Felder ergänzt. Diese beiden Felder sind die **analytischen Fähigkeiten** (Analytical

Capability) und **Daten** (Data). Die fünf Felder der Wertschöpfungssicht sind in **Abbildung 14** zu sehen und werden im Folgenden näher beschrieben.

Das Feld **Smart Service** beschreibt die eigentliche Dienstleistung in einer möglichst kompakten und griffigen Form. Im besten Falle werden die Grundidee mit möglichen Teilleistun-

gen (z. B. im Sinne von Modulen) und deren Eigenschaften in dieses Feld eingetragen. Das Feld soll den Kern des Dienstleistungskonzepts bzw. des Dienstleistungsangebots beinhalten.

Tipp: Geben Sie dem Service jetzt schon einen Namen.

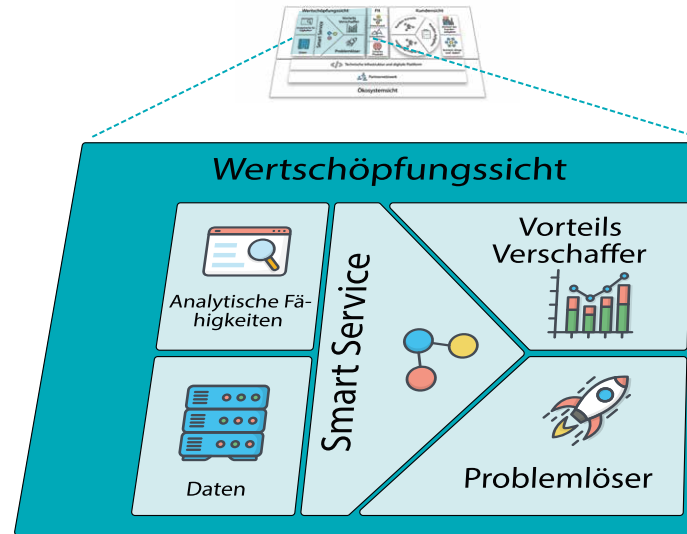


Abbildung 14: Ausarbeitung der Wertschöpfungssicht

Die **Problemlöser** (Pain Relievers) beschreiben, wie genau der Smart Service bestimmte Kundenprobleme löst, die der Erledigung der Kundenaufgaben oder der Nutzung des Smart Service entgegenstehen. Da sich in der Regel nicht alle Kundenprobleme zugleich lösen lassen, bietet sich eine Priorisierung von wenigen, aber besonders bedeutenden Problemen an.

Die **Vorteilsverschaffer** (Gain Creators) beschreiben, wie genau der Smart Service zu den positiven Effekten und Ergebnissen führt, die die Kunden benötigen oder sich wünschen. An dieser Stelle sind nicht das Dienstleistungskonzept sowie seine Eigenschaften und Bestandteile aus dem Feld Smart Service erneut zu nennen, sondern stattdessen seine Wirkungsmechanismen zu explizieren, wie z. B. eine Reduktion von Unsicherheit oder Stress auf Kundenseite. Auch hier ist eine Priorisierung auf die Aspekte sinnvoll, die einen tatsächlichen Wettbewerbsvorteil darstellen können.

Das Feld **Daten** beschreibt, welche Arten von Daten als Grundlage für die Erbringung des Smart Service benötigt und aus welchen Quellen sie bezogen werden. Hierbei kann es sich beispielsweise um aktuelle Statusinformationen oder historische Daten von Objekten oder Personen handeln. Statusinformationen dienen vor allem zur Echtzeitdiagnose von Produkten oder Anlagen. Beratende und optimierende Dienstleistungen greifen häufig auf historische Daten zurück, um Entwicklungen und Trends der Leistung oder des Nutzungsverhaltens sowie gegebenenfalls Sondersituationen und Ausreißer identifizieren zu können. Als Quellen kommen in der Regel einzelne smarte Produkte, die gesamte installierte Basis der Produkte, Maschinen oder Anlagen sowie externe Sensoren und Dienste in Frage.

Die **analytischen Fähigkeiten** beschreiben, welche Kompetenzen zur Datenanalyse auf Seiten des Dienstleistungsentwicklers vorhanden sein müssen. Diese reichen von einfachen Datenvi-

sualisierungen und der Erstellung von Berichten bis hin zu komplizierten analytischen Verfahren zur Mustererkennung. In diesem Kontext ist es außerdem relevant, wo die Datenverarbeitung und die notwendige Rechnerleistung vorgehalten werden. Zum einen können diese im smarten Produkt selbst verortet sein. Zum anderen kann es eine zentrale Stelle für die Verarbeitung der Daten von allen angeschlossenen Produkten und Sensoren geben. Verschiedene Aspekte beeinflussen, ob Funktionen zur Datenverarbeitung in das Produkt integriert oder an eine zentrale Instanz, bspw. in die Cloud, ausgelagert werden.

SMART SERVICE IDEENTWICKLUNG

Zu Beginn der Ausarbeitung der Wertschöpfungssicht raten wir dazu, möglichst viele Service-Ideen zu generieren, die durch ein Retrofitting der Bestandsmaschinen ermöglicht werden könnten. Am besten entstehen die Ideen ausgehend von den Kundenanforderungen und Kundenproblemen. Das Ziel ist es, einen Pool an Ideen zu schaffen, aus dem die vielversprechendsten ausgewählt werden können. Für die Ideensammlung stellen wir Ihnen im weiteren Verlauf einige Kreativitätstechniken und Geschäftsmodellmuster vor, die Sie gezielt einsetzen können

Kreativitätstechniken

Verschiedene Methoden bzw. Techniken lassen sich anwenden, um die Sammlung von Ideen anzuregen. Kreativitätstechniken geben einer Gruppe von Personen Regeln und einen kreativen Prozess vor, um die Ideensuche sowie die Bewertung und Auswahl von Ideen zu unterstützen. Ein Beispiel

für eine solche Methode ist das Brainwriting. Durch ein Brainwriting wird versucht, in einer Gruppe kreativ eine Schlussfolgerung für ein bestimmtes Problem zu finden. Hierzu bringen die Gruppenmitglieder spontan ihre Ideen ein. Darüber hinaus gibt es Techniken, wie bspw. die 6-3-5-Methode oder das Mindmapping. Allesamt haben eins gemein: die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen eine Problemstellung von verschiedenen Seiten und aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten, um dadurch originelle und

REGELN DER IDEENTWICKLUNG

- Es geht nicht darum, die richtige Lösung zu finden, sondern **so viele Lösungen wie möglich** zu entwickeln
- Möglichst in **vielen verschiedenen Richtungen** denken, um zu einer breiten Palette von Ideen zu gelangen
- Nicht nur sammeln, sondern **erweitern und kombinieren**
- Denken Sie **auch** absurd und unrealistisch
- Versuchen Sie, sich **nicht sofort** auf eine Idee festzulegen
- Ideen nur kurz "anerkennen", nicht detaillieren
- Zunächst **keine Kritik** und **keine Machbarkeitsprüfung**



Abbildung 15: Hilfestellung zum Brainwriting

kreative Ideen und Lösungen zu entwickeln. *Abbildung 15* gibt beispielhaft wertvolle Hinweise, um in einem Brainwriting kreativ Ideen zu generieren.

Tipp: Zu den anderen genannten Methoden finden Sie schnell und leicht weitere Hinweise in Büchern (z. B. Gaubinger et al. 2009)¹ sowie in vielfältigen Internetquellen.

¹ Gaubinger, Kurt; Werani, Thomas; Rabl, Michael (2009): Praxisorientiertes Innovations- und Produktmanagement. Wiesbaden: Gabler.

Musterbasierte Entwicklung von Geschäftsmodellen

Die Innovation oder Weiterentwicklung eines Geschäftsmodells ist eine komplexe Aufgabe, die in der heutigen Zeit aber immer wichtiger wird. Ähnlich zu den sehr häufig verwendeten Konstruktionsregeln im Maschinenbau (TRIZ oder TIPS) hat die Universität St. Gallen eine Methode entwickelt, die auf Mustern basiert, um die Ideenfindung für die Anpassung des eigenen Geschäftsmodells zu vereinfachen². Die Muster basieren auf der Erkenntnis, dass bisherige Geschäftsmodellinnovationen maßgeblich eine Rekombination und Verknüpfung bestehender Geschäftsmodelltypen darstellen.

Eines der bekanntesten Geschäftsmodelltypen ist wahrscheinlich das Razor-and-Blade-Muster. Hierbei bedient man sich dem von Rasierern bekannten Muster eines recht günstigen Produktes

(dem Rasierer) und recht teurer Verbrauchsgüter (Klingen), um ein langfristig rentables Geschäft zu gestalten.

Geschäftsmodellmuster für digitale Dienstleistungen

Auch für die Entwicklung von Smart-Service-Ideen können Geschäftsmodellmuster hilfreich sein. Bisherige Muster haben diese neue Art von Leistungsangeboten jedoch noch nicht explizit aufgegriffen. Daher haben wir eine Recherche und Verdichtung von Smart-Service-Angeboten durchgeführt und eigene Muster gebildet. Die insgesamt 15 Muster sollen Ihnen die Entwicklung von Smart-Service-Geschäftsmodellen erleichtern.

Im Zuge eines Retrofitting-Projekts haben Sie die Wahl, welche Services durch die Nachrüstung Ihrer Maschinen oder Anlagen für Ihre Kunden entstehen sollen. Wir möchten Sie dazu animieren, sich anhand der Muster einen Überblick über verschiedene mögliche

Geschäftsmodelle zu verschaffen. So können ein passend erscheinendes Muster für ein Smart-Service-Geschäftsmodell auswählen und die nächsten Prozessschritte zielgerichtet anstoßen.

Wichtig: Die Muster sind lediglich Inspirationsquellen. Die Adaption eines Musters ist kein Garant dafür, dass es auch in Ihrem Kontext funktioniert. Bleiben Sie kreativ; unterschätzen Sie aber auch nicht den Implementierungsaufwand, den die Wahl eines Musters nach sich ziehen wird.

Der Aufbau der Muster orientiert sich an den vier Bausteinen von Geschäftsmodellen (**Kap. 1, S. 12**). Das Nutzenversprechen (WAS?) für den Anwender (WER?) steht allerdings im Vordergrund und dient als zentraler Differenzierungsbaustein zwischen den verschiedenen Mustern. Jedes Muster besitzt eine eigene Bezeichnung zur Identifikation. Der Aufbau der Muster ist *Abbildung 16* zu entnehmen.

Wir haben die 15 Geschäftsmodellmuster in eine Vier-Felder-Matrix sortiert (*Abbildung 17*). Damit soll unterschiedliche

² Gassmann, Oliver et. al (2013): Geschäftsmodelle entwickeln. 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. München: Hanser. Online verfügbar unter <http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437654>.

Identifikation	Zur eindeutigen Identifikation ist in diesem Feld der Titel des Geschäftsmodellmusters sowie eine Kennung vermerkt.
WER	Beschreibung des Zielkunden des Geschäftsmodells.
WAS	In diesem Feld wird das Nutzenversprechen beschrieben, welches dem Kundensegment offeriert wird. Es beschreibt ein Bündel aus Produkten und Dienstleistungen, die für den Kunden Nutzen stiften.
WIE	Dieses Feld beschreibt die Wertschöpfungsarchitektur, mit dem ein Unternehmen das Geschäftsmodell umsetzt. Zur Erstellung des Leistungsversprechens muss ein Unternehmen bspw. verschiedene Aktivitäten ausführen, Ressourcen einbringen oder Partnerschaften eingehen.
WERT	Der Wert eines Geschäftsmodells wird mit Hilfe des Ertragsmodells beschrieben. Es beschreibt, wie ein Unternehmen mit dem Angebot Profite erwirtschaftet.

Abbildung 16: Aufbau der Smart-Service-Geschäftsmodellmuster

den werden, ob sich ein Service auf ein Produkt oder auf einen Prozess beim Kunden auswirkt und ob der Anbieter durch den Service verspricht eine Tätigkeit durchzuführen oder eine Leistung zu erzielen. Hierdurch ergibt sich eine Einteilung in Product

Lifecycle Services, Asset Efficiency Services, Process Support Services und Process Delegation Services. Jede Klasse von Mustern wird im Folgenden beschrieben sowie anhand eines konkreten Praxisbeispiels illustriert.

Product Lifecycle Services

Liegt das Nutzenversprechen des Smart Services darin, eine Tätigkeit für den Kunden zu übernehmen, um damit eine ordnungsgemäße Funktion des Produkts zu gewährleisten, dann wird von einem Product Lifecycle Service

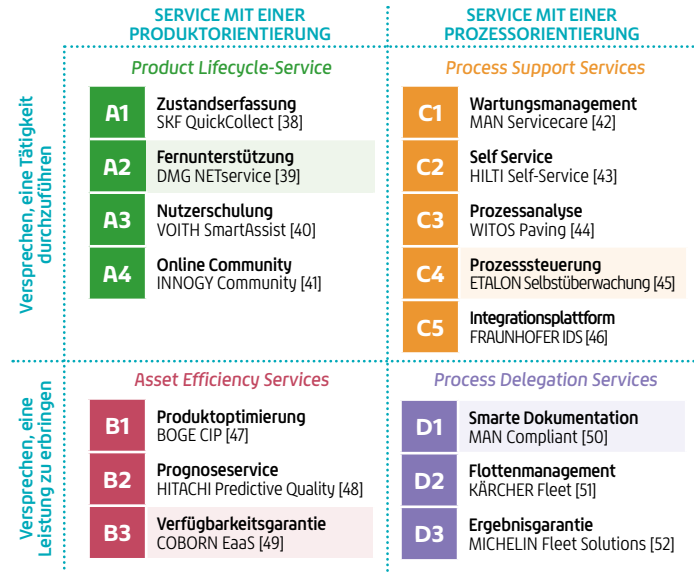


Abbildung 17: Eingeordnete Geschäftsmodellmuster ins Klassifikationsschema nach Ulaga und Reinartz.³ Die farbig hinterlegten Beispiele sind im Text beschrieben.

³ Ulaga, Wolfgang; Reinartz, Werner J. (2011): Hybrid Offerings: How Manufacturing Firms Combine Goods and Services Successfully. In: Journal of Marketing 75 (6), S. 5–23. DOI: 10.1509/jm.09.0395.

(PLS) gesprochen. Konkret beschreiben Product Lifecycle Services Dienstleistungen, die einen aktuellen Produktzustand erfassen (Zustandserfassung), eine Unterstützung des Kunden aus der Entfernung ermöglichen (Fernunterstützung), den Anwender des Produkts schulen (Nutzerschulung), oder einen Austausch innerhalb einer digitalen Gemeinschaft sicherstellen (Online Community) (A1-A4 in Abbildung 17).

Beispiel A2: Technische Serviceleistungen werden häufig vor Ort an der Maschine durchgeführt. Um einen technischen Support für Unternehmen, die eine schnelle und ortsunabhängige Problemlösung wünschen (WER?), zu ermöglichen, vernetzt der Werkzeugmaschinenhersteller DMG Mori seine Anlagen bspw. mit einem Internet-of-Things-Gateway. Hierdurch wird ein Fernzugriff von einer zentralen Stelle auf die Maschine sowie ein Datenaustausch ermöglicht. Das bedeutet kurze Reaktionszeiten sowie eine zügige Problemdiagnose und -behebung in einem Problemfall (WAS?). Der Maschinenbediener kann direkt an der

A1	Zustandserfassung
WER	Unternehmen, die den Zustand ihrer Maschinen und Anlagen überwachen wollen.
WAS	Information über Maschinenzustände und ggf. Flottenübersichten.
WIE	Der Anbieter erhebt und visualisiert Zustandsdaten für einzelne Komponenten oder gesamte Anlagen.
WERT	Hardware- und Softwarenachrüstung mit pauschaler Abrechnung oder Lizenzkosten, sowie Subscription-Modelle nach Umfang der Daten oder Anzahl der Maschinen und Flottengröße.
A2	Fernunterstützung
WER	Unternehmen, die schnelle, ortsunabhängige Problemlösungen wünschen.
WAS	Kurze Reaktionszeiten, schnelle Problemdiagnose und -behebung.
WIE	Der Anbieter ermöglicht über die informationstechnische Anbindung eine bidirektionale Kommunikation zwischen Kundenpersonal und Anbieter.
WERT	Wartungsverträge (mit und ohne Stundenkontingente) oder Einzelabrechnung im Servicefall.
A3	Nutzerschulung
WER	Unternehmen, die ihr Bedienpersonal im Umgang mit Maschinen und Anlagen schulen wollen bzw. unzureichend ausgebildetes Bedienpersonal haben.
WAS	Verbesserung der Bedienung.
WIE	Der Anbieter untersucht Nutzungsdaten, identifiziert Optimierungspotenziale und instruiert das Bedienpersonal durch Assistenzsysteme oder Coaching.
WERT	Schulungsverträge und Lizenzen.
A4	Online Community
WER	Nutzer mit ähnlichen Interessen.
WAS	Nutzer können sich untereinander vernetzen und austauschen.
WIE	Der Anbieter stellt eine digitale Kommunikationsplattform zur Verfügung und vernetzt verschiedene Nutzer.
WERT	Kundenbindung im Fokus, häufig kostenfrei oder als Produktzugabe.

Abbildung 18: Geschäftsmodellmuster zu Product-Lifecycle-Services

Maschine eine Serviceanfrage auslösen und der Supportmitarbeiter auf Anbieterseite hat, nach Freischaltung des Zugangs, Fernzugriff auf die Maschinendaten. Durch einen Videochat und eine integrierte Servicekamera kann gemeinsam an einem Problem gearbeitet werden. Die Videochat-Teilnehmer kommunizieren über die Sprach- oder Messenger-Funktion. Mit Hilfe einer Whiteboard-Funktion ist es möglich, Dokumente, Fotos oder Schaltpläne zu teilen und zu annotieren (WIE?). Mit dem Verkauf von Servicepaketen werden Stundenkontingente für das Serviceportal vereinbart, die der Kunde dann abrufen kann (WERT).

Asset Efficiency Services

Wird die Leistung und damit das Ergebnis eines Produkts durch den Smart Service erreicht, handelt es sich um ein Asset Efficiency Service (AES). Asset Efficiency Services dienen dazu, Produktivitätsgewinne durch digitale Technologien bei den Maschinen und Anlagen zu erzielen. Ausgehend von den identifizierten Mustern lassen sich Services, die eine direkte Optimierung

B1	Produktoptimierung
WER	Unternehmen, die ihren Maschinenpark (insbesondere im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch oder Produktionsoutput) verbessern möchten.
WAS	Effizienzsteigerung von einzelnen Maschinen und Anlagen.
WIE	Der Anbieter untersucht Nutzungsdaten, identifiziert Optimierungspotenziale und setzt diese durch Anpassung der Konfiguration von Hard- und/oder Software um.
WERT	Einmaliges Beratungsprojekt bis hin zu einer Beteiligung an Einsparungen (Revenue Sharing).
B2	Prognoseservice
WER	Unternehmen mit hohen Ausfall- und Folgekosten, die daher frühzeitig auf servicerelevante Ereignisse aufmerksam gemacht werden wollen.
WAS	Unplanmäßige Vorfälle können frühzeitig erkannt und Probleme vorausschauend angegangen werden.
WIE	Der Anbieter analysiert Echtzeitdaten, um Alarmer auszugeben. Dabei nutzt er Daten der gesamten installierten Basis, um Anomalien zu erkennen und Fehler aufzudecken.
WERT	Wartungsverträge.
B3	Verfügbarkeitsgarantie
WER	Unternehmen, die auf die Verfügbarkeit von Assets angewiesen sind.
WAS	Gesicherte Verfügbarkeit festgelegter Assets.
WIE	Der Anbieter trägt dafür Sorge, dass Assets zu vereinbarten Konditionen (Kapazität, Zeit, Qualität, u. a.) verfügbar sind.
WERT	Bezahlung für Verfügbarkeit oder Nutzung (Pay-per-Use, Pay-for-Availability).

Abbildung 19: Geschäftsmodellmuster zu Asset-Efficiency-Services

des Produkts versprechen den AES zuordnen (B1: Produktoptimierung). Prognoseservices zur frühzeitigen Identifikation von aufkommenden Problemen an Produkten (B2: Prognoseservice) werden mit dem Versprechen vertrieben, eine bestimmte Leistung,

bspw. Produkteffizienz, zu erreichen. Sorgt ein Serviceanbieter dafür, dass ein Produkt zu vereinbarten Konditionen bzw. Leistungsparametern (Kapazität, Zeit, Qualität, u. a.) verfügbar ist, leistet dieser ebenfalls einen Asset Efficiency Service (B3: Verfügbarkeitsgarantie).

Beispiel B3: Für Unternehmen, die eine durchgehende Verfügbarkeit ihrer Assets zum Ziel haben (WER?), sind Services, die eben eine solche gesicherte Verfügbarkeit versprechen von besonderem Interesse (WAS?). Dank Informations- und Kommunikationstechnologien und einer passenden Datenauswertung seiner Maschinen reagiert bspw. der Diamantschleifmaschinenhersteller Coborn auf Maschinenprobleme mit selbstständiger Reparatur oder Austausch (WIE?) und garantiert damit seinen Kunden die Verfügbarkeit ihrer Schleifmaschinen. Diamantschleifmaschinen werden hierbei nicht mehr verkauft, sondern gegen eine Nutzungsgebühr bereitgestellt (WERT?). Coborn bleibt dabei verantwortlich für die Instandhaltung. Gerade in Wachstumsmärkten haben Kunden hierdurch ein geringeres finanzielles Risiko bei der Anschaffung sowie bei möglichen Maschinenausfällen.

Process Support Services

Fünf Muster dienen der Übernahme oder Unterstützung von Prozessen des Maschinenanwenders und werden

deshalb der Kategorie Process Support Services (PSS) zugeordnet. Werden die Managementprozesse für Wartungsarbeiten an Maschinen unterstützt, handelt es sich um Services im Bereich des Wartungsmanagements (C1). Wertversprechen, die den Kunden vorrangig dazu befähigen, Wartungs- und Reparaturprozesse durch digitale Anleitungen eigenständig als Self Service durchzuführen, wurden von uns ebenfalls den PSS zugeordnet (C2). Smart Services, die entweder einen Gesamtprozess analysieren, um anschließend Handlungen auf Kundenseite zu empfehlen oder Services, die Prozesse auf Basis vordefinierter Parameter (Umgebungstemperatur, Produktkonfiguration) steuern, wurden in die zwei Muster Prozessanalyse (C3) und Prozesssteuerung (C4) aufgeteilt. Services, die darauf ausgelegt sind, verschiedene Stakeholder auf einer Integrationsplattform (C5) zusammenzuführen, gehören ebenfalls zu dieser Klasse.

Beispiel C4: Fertigungsmaschinen werden eingesetzt, um hochpräzise Werkstücke herzustellen. Verschleißende Werkzeuge und sich verändernde

Umgebungsbedingungen führen dazu, dass Maschinenparameter stetig angepasst werden müssen, um die Qualität der Maschinenleistung konstant zu halten. Dieses Vorgehen wird volumetrische Kompensation genannt und wird in zyklischen Abständen durchgeführt. Etalon bietet durch eine Laserüberwachung eine kontinuierliche Echtzeitanpassung (WAS?) für die Betreiber von Werkzeugmaschinen an (WER?). Durch die metrologische Vernetzung ganzer Fabriken kann stets zur bestmöglichen Qualität produziert werden. Hierzu werden die Umgebungsbedingungen und Verschleißparameter überwacht und diese Daten für die Regelung der Maschinenparameter genutzt (WIE?). Oft wird der Erlös bei solchen Geschäftsmodellen entweder mit Subscription-Modellen oder durch die Beteiligung an kalkulierbaren erzielten finanziellen Einsparungen generiert (WERT?).

Process Delegation Services

Drei Geschäftsmodellmuster wurden als Process Delegation Services (PDS) definiert. Process Delegation Services sind Dienstleistungen, bei denen der

C1	Wartungsmanagement
WER	Unternehmen mit Maschinen- und Anlagenparks, die in regelmäßigen Zyklen gewartet werden müssen.
WAS	Erhöhung der Verfügbarkeit durch Senkung der Stillstandzeiten, ggf. Gewährung von Garantieverlängerungen.
WIE	Automatisierung und Optimierung von administrativen Aufgaben innerhalb des Wartungsmanagements.
WERT	Subscription-Modelle in Abhängigkeit der Flottengröße.
C2	Self Service
WER	Unternehmen mit eigenem Instandhaltungspersonal.
WAS	Nutzer werden dazu befähigt, Probleme zu identifizieren und eigenständig zu lösen.
WIE	Anbieter stellt Informationen zu Serviceaktivitäten bereit und befähigt so den Kunden, diese eigenständig zu übernehmen.
WERT	Kostenfrei als Produktzugabe sowie Verkauf von Servicepaketen und zusätzliche Lizenzgebühren für Anleitungen/Tutorials zu komplexen Tätigkeiten.
C3	Prozessanalyse
WER	Unternehmen, die keine Kapazitäten aufbringen können, um ihre eigenen komplexen Prozesse zu analysieren und zu optimieren.
WAS	Identifikation von Schwachstellen in Prozessen und Potenzialen für Einsparungen sowie verbesserte Prozesse.
WIE	Der Anbieter wertet Prozessdaten aus und erstellt Berichte zur Optimierung oder definiert ein verbessertes Prozessdesign.
WERT	Individuell zu kalkulierende Beratungsleistungen.
C4	Prozesssteuerung
WER	Unternehmen, die kontextsensitive Prozesse ausführen und die Maschinenparameter oder Prozessabläufe an diese anpassen müssen.
WAS	Optimal angepasster Prozess an sich verändernde Kontexte (Umgebungsbedingungen, Produktkonfiguration, Bedienpersonal u. ä.).
WIE	Der Anbieter gibt eine Parameteranpassung (automatisiert oder nach Beratung) vor und steuert Übergänge zwischen verschiedenen Aktivitäten.
WERT	Subscription-Modelle, Beteiligung an erzielten Einsparungen.
C5	Integrationsplattform
WER	Teilnehmer von Wertschöpfungsnetzwerken.
WAS	Ermöglicht die Abwicklung von Geschäften zwischen Teilnehmern sowie die Integration und Orchestrierung verschiedener Teilleistungen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerks.
WIE	Der Anbieter integriert verschiedene Daten- und Finanzflüsse auf einer digitalen Plattform.
WERT	Subscription-Modelle sowie Gebühren und Provisionen bei einzelnen Transaktionen.

Abbildung 20: Geschäftsmodellmuster zu Process Support Services

Anbieter Kundenprozesse oder Prozessschritte vollständig übernimmt. Hierzu zählen die Übernahme von Dokumentationsprozessen (D1), das Flottenmanagement für die effiziente Nutzung von Maschinen und Anlagen (D2) sowie die Übernahme von Aufgaben mit einer Ergebnisgarantie für den Kunden (D3).

Beispiel D1: Steigende Anforderungen an die Dokumentations- und Berichtspflicht bedeuten einen hohen administrativen Aufwand für Maschinenbauer und Maschinenanwender (WER?). MAN ist als Fahrzeughersteller dazu übergegangen, einen digitalen Dienst für die Dokumentation der Nutzungsdaten von LKWs anzubieten (WAS?). Dies bedeutet konkret, dass MAN die LKWs mit digitalen Tachographen aus- bzw. nachrüstet und daraus erhobene Fahrerdaten automatisch archiviert und in einen Cloudspeicher lädt. Hierdurch stehen die Informationen in nachvollziehbarer Form jederzeit bereit und können zusätzlich lokal archiviert werden (WIE?). Gesetzliche Dokumentationspflichten lassen sich so zuverlässig und effizient erfüllen.

D1	Smarte Dokumentation
WER	Unternehmen mit komplexen, zeitaufwändigen oder wiederkehrenden Dokumentationsaufgaben.
WAS	Automatisierte Erfüllung von Dokumentationsanforderungen.
WIE	Der Anbieter übernimmt die Aufnahme und Ablage von dokumentationspflichtigen Daten.
WERT	Subscription-Modelle mit unterschiedlichen Laufzeiten, sowie Erlöse für Aufträge zur notwendigen Hard- und Softwareanbindung.
D2	Flottenmanagement
WER	Unternehmen, die den Einsatz einer Flotte von Maschinen und Anlagen optimieren wollen. Unternehmen mit einer großen Flotte an Maschinen und Anlagen.
WAS	Gewährleistung einer effizienten Nutzung von Maschinen und Anlagen einer Flotte.
WIE	Der Anbieter stellt Auswertungen zur Optimierung der Flottennutzung bereit.
WERT	Subscription-Modelle in Abhängigkeit von der Flottengröße.
D3	Ergebnisgarantie
WER	Unternehmen, die Verantwortung an Prozessen abgeben und möglichst kalkulierbare Kosten haben möchten.
WAS	Sicherheit durch Abgabe von Aufgaben mit garantiertem Ergebnis.
WIE	Der Anbieter übernimmt Aktivitäten des Kunden und damit auch das Risiko für eine erfolgreiche Durchführung.
WERT	Erfolgsabhängige Bezahlung (Pay-on-Production, Performance-based Contracting)

Abbildung 21: Geschäftsmodellmuster zu Process Delegation Services

Der Service wird je Fahrzeug einzeln und tageweise abgerechnet (WERT?).

Wichtig: Auf den letzten Seiten (S. 113-120) dieses Leitfadens finden Sie die einzelnen Geschäftsmodellmuster und jeweils passende Beispiele auf ein-

zelnen Karten. Wir möchten Sie dazu animieren diese auszuschneiden und für Ihren individuellen Gebrauch in Projektarbeiten oder Workshops zu nutzen.

BEWERTUNG UND AUSWAHL VON IDEEN

Nachdem Sie eine Vielzahl an verschiedenen Ideen zusammengetragen haben, empfehlen wir eine Priorisierung und Selektion einer für das Team handhabbaren Anzahl an potenziell neuen Serviceleistungen.

Tipp: Zur Bewertung der Ideen bieten sich einfache Punktesysteme an.

Richten Sie die Anzahl der Ideen, die Sie intensiv weiterverfolgen wollen, nach der Kapazität des Projektteams aus.

Die Methode der Bewertung und Auswahl mehrerer Möglichkeiten mithilfe eines Punktesystems, findet auch unter dem Begriff Dotmocracy Anwendung.⁴ In unserem Fall, bekommt hierzu jeder Projekt- bzw. Workshopteilnehmer eine vorher festgelegte Anzahl an Punkten und kann diese an eine oder mehrere

⁴ <https://dotmocracy.org/>

	Use Case 1	Use Case 2	Use Case 3	Use Case 4	Use Case 5	Use Case 6
Potenzial		● ●			●	
Herausforderung						

3 Stimmen pro Partner

Abbildung 22: Beispiel einer Abstimmung. Zusätzlich können Ideen geclustert werden oder bezüglich verschiedener Skalen bzw. des damit verbundenen Aufwands und Nutzens eingeteilt werden.

HILFSTELLUNG ZUR BEWERTUNG VON IDEEN

"Was verspricht einen hohen Mehrwert für den Kunden?"

- Bewertungskriterien **hilfreich** und **umsetzbar**
- Punktebewertung
- Jeder Teilnehmer erhält jeweils zwei Stimmen
- Unklarheiten durch Rückfragen beseitigen
- Seien Sie offen für neue Wege und neue Ideen

Service-Ideen verteilen, die aus seiner oder ihrer Sicht am hilfreichsten sind, um das Kundenproblem zu lösen. Im Projekt retrosmart arbeiteten wir mit drei Punkten (*Abbildung 22*).

VORTEILSVERSCHAFFER UND PROBLEMLÖSER

Wenn Sie sich auf bestimmte Ideen geeinigt haben, dann folgt im nächsten Schritt die Ausarbeitung der Vorteilsverschafter und Problemlöser, die dieser Service bieten kann. Hierzu können folgende Fragen ausgenutzt werden:

Problemlöser

- Wie werden Kundenprobleme gelöst?
- Wie werden Hindernisse und Hürden eliminiert?

Vorteilsverschafter

- Wie genau werden positive Effekte erzielt?
- Wie werden die Unsicherheiten minimiert?

Konzentrieren Sie sich auf die konkreten Probleme, die durch die zuvor erarbeitete Idee gelöst werden und fassen Sie diese zusammen.

Tragen Sie ebenso die Vorteile zusammen, die der Service für den Anwender und den Kunden mit sich bringt.

Tipp: Füllen Sie eine komplette Value Map pro Service aus. Haben Sie dies getan, können Sie dazu übergehen, das Wertversprechen eines Service, wie in Abbildung 23, in einem Satz festzuhalten.

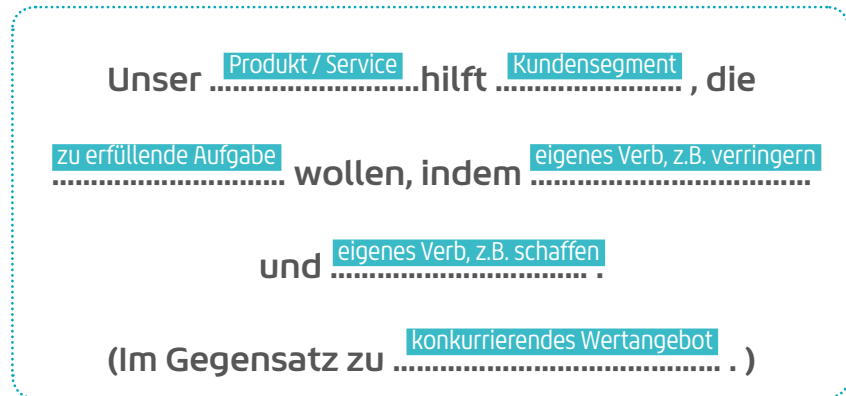


Abbildung 23: Methode zur Ausarbeitung eines Wertversprechens

AUSARBEITUNG VON WERTVERSPRECHEN

Fassen Sie jeweils eine bis zu diesem Zeitpunkt in der Wertschöpfungssicht erarbeitete Service-Idee mit den in der Kundensicht gewonnenen Erkenntnissen in einem Wertversprechen zusammen. Am Beispiel in *Abbildung 23* sehen Sie welche Informationen aus den beiden Phasen für die Formulierung des Wertversprechens verwendet werden sollen.

Sie sollten nun das Ziel verfolgen die Wertversprechen in die Umsetzungsphasen zu nehmen, die den größten Erfolg versprechen. Merken Sie bspw., dass die entwickelte Idee nicht die Kundenprobleme klar adressiert, sortieren Sie das Wertversprechen aus. Sollten Sie wiederum merken, dass Sie an dieser Stelle so viele Wertversprechen definieren können, dass dies möglicherweise negative Auswirkungen auf die sorgfältige Umsetzung der Wertversprechen haben könnte, empfehlen wir eine wei-

	Use Case 1	Use Case 2	...
Potenzial	<p>Welchen Nutzen verspreche ich mir vom Anwendungsszenario?</p> <p>Was sind die Vorteile?</p>		
Herausforderung	<p>Welche Herausforderungen müssen bewältigt werden?</p> <p>Was wird benötigt?</p>		

Abbildung 24: Methode zur Ausarbeitung von Potenzialen und Herausforderungen

tere Priorisierungsrunde, um die Anzahl der Wertversprechen zu reduzieren.

Um besser priorisieren zu können empfehlen wir die Potenziale und Herausforderungen jedes Wertversprechens einzeln auszuarbeiten (*Abbildung 24*). Ebenso kann die Nutzung eines Kano-Modells (*Kapitel 4, S. 35*) hilfreich sein, um die Wertversprechen

auszuwählen, die am aussichtsreichsten erscheinen. Ordnen Sie hierzu das Wertversprechen ihres Service im Kano-Modell ein und vergleichen Sie die Positionierung mit den von Ihnen bereits identifizierten Kundenwünschen und Erwartungen.

Tipp: Nachdem Sie sich für eine überschaubare Anzahl an potenziellen Wertversprechen entschieden haben, ist es sinnvoll, den Kontakt zum Kunden aufzunehmen und diesem die aufgestellten Hypothesen sowie die erarbeiteten Wertversprechen vorzustellen.

So bekommen Sie zu einem frühen Stadium wertvolles Feedback und können darauf basierend Anpassungen vornehmen oder Ideen, die Sie im Team spontan toll fanden, aber der Kunde nicht braucht, verwerfen bzw. zunächst hintenanstellen.

BENÖTIGTE DATEN

Im Anschluss an Ausarbeitung des Wertversprechens sollten Sie sich mit den notwendigen Daten und analytischen Fähigkeiten auseinandersetzen. Um sich über Daten zu potenziellen Smart Services Gedanken machen zu können, ist es sinnvoll, zunächst das physische Produkt zu analysieren und die kritischen Bauteile festzulegen, die für die Umsetzung des Wertversprechens relevant sind.

Tipp: Machen Sie sich zunächst Gedanken darüber, wo die mit dem Wertversprechen in Zusammenhang stehenden Daten zu finden sein könnten. Betrachten Sie ruhig die gesamte Anwendungsumgebung. Verschaffen Sie sich einen Überblick über die relevanten Prozesse, Maschinen bzw. Anlagen und deren kritischen Bauteile.

Beispiele für hilfreiche Methoden zur Identifikation von Datenquellen und benötigten Daten sind

5-Why-Methode, Ishikawa-Diagramme oder die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).

Im weiteren Verlauf gilt es die zur Erfüllung des Wertversprechens notwendigen Daten zu bestimmen. Das können z. B. Indikatoren zum Verschleiß von Bauteilen, Effizienzeinbußen bei der Maschinenauslastung oder Betriebszustände einzelner Komponenten sein. Gerade für die Nachrüstung sollte hierbei betrachtet werden, welche Daten bereits erfasst werden und welche zusätzlichen Messstellen sinnvoll für die Datenerfassung ([Kapitel 7, S. 61](#)) sein könnten. Die Auswahl relevanter Daten ist sehr stark an vorhandenes Prozesswissen zu den Maschinen und Anlagen geknüpft. Verschleißerscheinungen und Fehlerursachen können oftmals durch erfahrene Mitarbeiter aus dem Service oder dem Vertrieb beschrieben werden. Das Brainwriting ([Kapitel 6, S. 44](#)) kann dabei helfen, in der Gruppe gemeinsam die für die Behebung des Kundenproblems und somit zur Umsetzung des Wertversprechens relevanten Daten zusammenzutragen.

Tipp: Zumeist handelt es sich um Daten, die direkte Auswirkungen auf den Zustand eines Bauteils haben. Solche physikalischen Größen sind:

- Temperatur: Wärmestrahlung
- Schall: Frequenz, Lautstärke
- Vibration: Frequenz, Amplitude, Beschleunigung
- Position: Abstand, Winkel, Länge
- Kraft: Druck, Moment
- Fluss: Druck, Strömungsgeschwindigkeit
- Füllstand: Niveau (Höhe)

Sind die funktionskritischen Bauteile, die Ausfall signalisierenden Effekte und zugrundeliegenden physikalischen Größen bekannt, dann müssen die Messbereiche bestimmt werden. Dazu ist es ratsam, einen Vergleich zwischen funktionsfähigen und verschlissenen Teilen vorzunehmen. In Messreihen sollten z.B. die Geräuschkulisse eines intakten, eines bereits leicht verschlissenen und eines stark verschlissenen Bauteils aufgezeichnet werden. Mit der Fourieranalyse könnten Frequenzen und Amplituden erfasst und vergli-

chen werden. Um herauszufinden, in welchem Frequenzbereich (Infra-, Hör-, Ultra- oder Körperschall) und mit welchem Pegel sich eindeutige Kriterien für die Detektion eines beginnenden Verschleißes erkennen lassen, ist häufig ein anspruchsvolles Messequipment erforderlich. Ist z.B. eine erhöhte Erwärmung ein Kriterium dafür, dass ein Lager verschleißt, so muss bestimmt werden, bis zu welcher Temperatur die Erwärmung tolerierbar und ab welcher diese kritisch ist. Voraussetzung ist ein geeigneter Sensor, der im genutzten Messbereich eine ausreichende Auflösung, Genauigkeit und Stabilität aufweist. Ebenso ist die Anbringungsart für die Wärmeübertragungsgeschwindigkeit sowie die Vermeidung von Störquellen von Bedeutung.

Um die auf Erfahrungswerten basierten Entscheidungen zu validieren, kann sich eine Überprüfung anhand der Voruntersuchung durch eine umfangreiche Messdatenerfassung anbieten.

Tipp: Gerade wenn Verschleißmuster und komplexe Zusammenhänge nicht eindeutig bekannt sind, sollte über eine externe Validierung der getroffenen Annahmen im Vorfeld nachgedacht werden. Suchen Sie sich dafür Partner entweder beim Kunden selbst oder bei Spezialisten mit dem nötigen Know-How.

Durch hochauflösende Sensorkomponenten und umfangreiches Messequipment können z. B. Versuchsmessungen an einer nachzurüstenden Maschine durchgeführt werden, um geeignete Messstellen zu identifizieren und sicherzustellen, dass sich aus potenziell erfolgsversprechenden Messdaten auch die benötigten Informationen ableiten lassen. Hierbei gibt es die Möglichkeit, das Messequipment und die Durchführung von Probemessungen von einem externen Anbieter einzukaufen oder eigene Expertise im Unternehmen aufzubauen. Als Ergebnis solcher Messungen erhalten Sie genaue Aussagen über die physikalischen Größen, Messbereiche und -genauigkeiten sowie über die notwendigen Messbedingungen (z. B. Anbringungsort und Abschirmung).

ANALYTISCHE FÄHIGKEITEN

Die analytischen Fähigkeiten beschreiben, welche Kompetenzen zur Datenanalyse auf Seiten des Smart-Service-Anbieters vorhanden sein müssen. Diese reichen von einfachen Datenvisualisierungen und der Erstellung von Berichten bis hin zu komplexeren analytischen Verfahren zur Mustererkennung.

Smart Service bedeutet nicht, dass Dienstleistungen zwangsläufig vollautomatisiert erbracht werden. Vielmehr können Smart-Service-Systeme zu unterschiedlichen Graden menschliche Aktivitäten sowohl auf Anbieter- als auch auf Kundenseite umfassen. Die damit verbundenen Gestaltungsentscheidungen sind daher vom Anbieter bewusst zu treffen und sollten bei Überlegung hinsichtlich der analytischen Fähigkeiten zur Serviceerbringung berücksichtigt werden. Hagerty⁵

unterscheidet zwischen vier Stufen von analytischen Fähigkeiten von der Beschreibung bis zur Handlungsvorgabe (*Abbildung 25*), die sowohl automatisiert als auch manuell (d. h. von Menschen) durchgeführt werden können.

Je nachdem, in welchem Umfang das technische Teilsystem eines Smart-Service-Systems diese analytischen Fähigkeiten abdeckt (blau eingefärbt), verbleiben unterschiedlich große Aufgabengebiete, die in der Regel durch

menschliche Tätigkeiten abzudecken sind (grün eingefärbt). Bspw. kann eine Remote-Support-Dienstleistung durch das Monitoring von Maschinendaten verschiedene Formen der analytischen Fähigkeiten auf Anbieterseite erfordern. So kann es sein, dass Daten automatisch ausgewertet und visuell aufbereitet werden, allerdings im Anschluss durch einen Experten auf Anbieterseite ausgewertet (Diagnose und Vorhersage) werden müssen. Die-

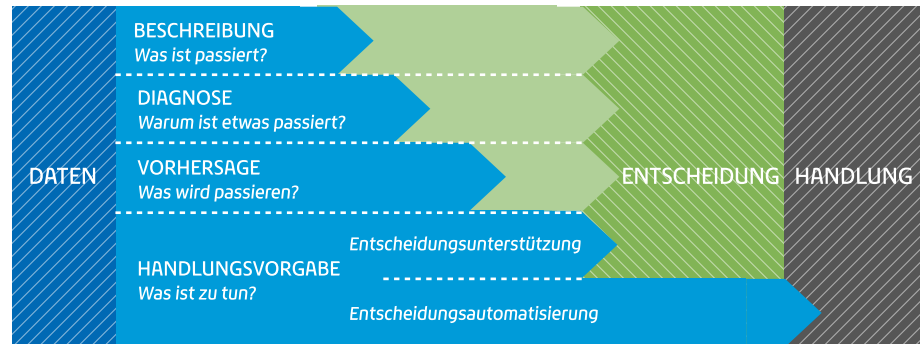


Abbildung 25: Übersicht der analytischen Fähigkeiten bei Smart Services⁵

⁵ Hagerty, J.: 2017 Planning Guide for Data and Analytics. <https://www.gartner.com/en/documents/3471553/2017-planning-guide-for-data-and-analytics>

ser kann dann auch dem Kunden eine Handlungsempfehlung per Videochat übermitteln. Die Diagnose, Vorhersage und Handlungsvorgabe erfolgen in diesem Fall also nicht automatisiert und hierfür muss der Anbieter auch fachlich geeignetes Personal vorhalten. Anbieter können sich auch ganz bewusst für die menschliche Durchführung von Prozessschritten und die persönliche Interaktion zwischen Anbieter- und Kundenpersonal entscheiden, da diese

die Kundenerfahrung (Customer Experience) maßgeblich prägen können.

Tip: Wissen Sie nicht welchen Automatisierungsgrad Ihr Service haben könnte? Stellen Sie Hypothesen hinsichtlich der analytischen Fähigkeiten auf, die auf Ihrer und auf Kundenseite im Zuge der Wertschöpfung notwendig werden könnten und testen Sie diese mit Prototypen (Vergleichen Sie [Kapitel 1, S. 16](#)).

Kapitel 7: *Ökosystemsicht*

Nachdem Sie ausgehend von konkreten Kundenproblemen und Wünschen ein oder mehrere Wertversprechen detailliert haben, werden in diesem Schritt die technologischen Rahmenbedingungen für die Umsetzung geklärt.

Haben sie die bisherigen Kapitel vielleicht sogar übersprungen, weil Sie möglichst schnell in die technische Umsetzung kommen wollen? Vergessen Sie nicht, dass irgendwann die Frage kommen wird „Was haben wir von dieser Nachrüstung und wie können wir damit Geld verdienen?“ In einer solchen Diskussion helfen validierte Kundenbedürfnisse. Hilfe zur systematischen Erfassung solcher Bedürfnisse, aber auch zur Gestaltung des Serviceangebotes und des Geschäftsmodells finden Sie in den vorherigen Kapiteln.

Nun möchten wir aber auch auf die Herausforderungen und Stolpersteine in der technischen Umsetzung eingehen. Denn ohne eine funktionierende Lösung hilft uns auch die beste Smart-Service-Idee nicht. Fehlende technische Voraussetzungen bei langlebigen Investitionsgütern bremsen die Entwicklung und flächendeckenden Vermarktung von Smart-Services. Älteren Maschinen und Anlagen fehlen häufig die notwendigen Sensoren und eine Vernetzungsfähigkeit, um Daten über die installierte Basis für den Hersteller zu generieren

und verfügbar zu machen. Ausgeprägte Vorbehalte gegenüber Fernwartung und Bedenken hinsichtlich der Datensicherheit auf Seiten der Kunden erschweren außerdem die Entwicklung und das Geschäft mit Smart Services.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels gehen wir daher auf die **technische Infrastruktur** und das notwendige **Partnernetzwerk** für eine Nachrüstung Ihrer Maschinen ein. Die technische Infrastruktur bezieht sich unter anderem auf die technischen Voraussetzungen zur Datenerfassung, Datenübermittlung und Datenauswertung. Hier geben wir auch Informationen zu gängigen Standards für die Umsetzung. Zusätzlich wird im zweiten Teil aufgezeigt, dass die Nachrüstung eine Teamaufgabe ist und verschiedene Kompetenzen benötigt werden. Diese lassen sich nicht immer im eigenen Unternehmen abbilden, wodurch Partnerschaften notwendig werden. Zusätzlich ändern sich durch das Angebot von Smart Services bestehende Rollenkonzepte zwischen Anbietern und Kunden. Diese Aspekte müssen in der Ökosystemsicht geklärt werden.

TECHNISCHE INFRASTRUKTUR

Die technische Infrastruktur betrachten wir entlang der drei Bereiche Datenerfassung, Datenübermittlung und -verarbeitung und Datenauswertung (*Abbildung 26*). Für die Datenerfassung können Sensoren, Maschinensteuerung oder andere Systeme dienen. Die Datenübermittlung und -verarbeitung erfolgt über proprietäre oder offene, standardisierte Protokolle. Bei der Datenauswertung wird zwischen einer lokalen Datenauswertung am Standort der Maschine und einer zentralen Datenauswertung durch Systeme im Internet, die Daten von verschiedenen Standorten sammeln, unterschieden.

Um eine einfache und kostengünstige Nachrüstung von Maschinen und Anlagen für die Erfassung von Daten zu ermöglichen, haben wir im Projekt *retrosmart* außerdem einen Sensorbaukasten sowie ein Datenübertragungssystem entwickelt. Hierdurch können die benötigten Sensoren bereitgestellt, die Messdaten in ein einheitliches

Datenformat transferiert, zwischengespeichert und auf Anforderung an den Adressaten weitergeleitet werden.

Tipp: Einen Überblick zur technischen Umsetzung von Nachrüstungsprojekten finden Sie auch im aktuellen Leitfaden des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbauer (VDMA): „Retrofit für Industrie 4.0: Neuer Nutzen mit vorhandenen Maschinen“! Mit vielen praktischen Anwendungsbeispielen werden hier die Möglichkeiten der Datenerhebung und -nutzung erläutert.

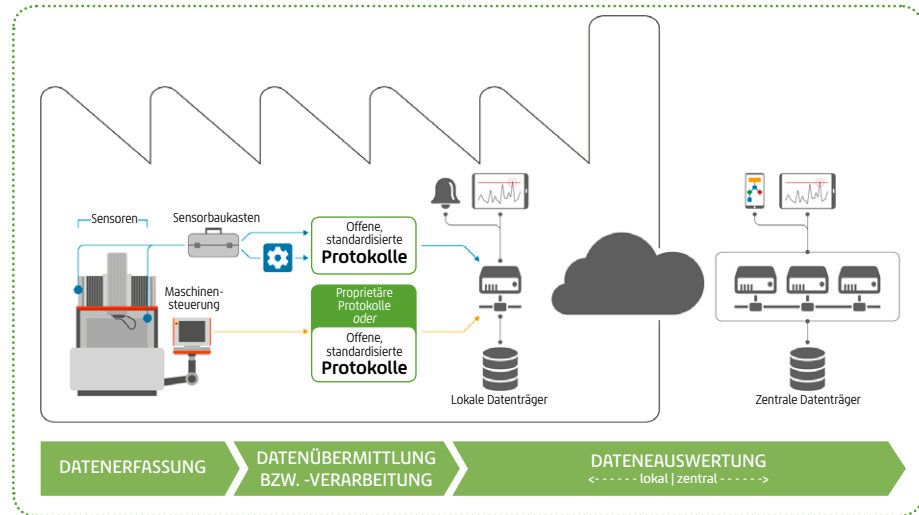


Abbildung 26: Übersicht der technischen Infrastruktur

Datenerfassung

Nachdem Sie bereits die benötigten Daten zur Umsetzung Ihrer Smart-Service-Idee identifiziert haben ([Kapitel 6, S. 55](#)), müssen Sie nun konkretere Überlegungen vornehmen, wie diese tatsächlich erfasst werden können. Wenn wir in diesem Zusam-

menhang von der Anbindung älterer Maschinen sprechen, bedeutet das nicht, dass diese ausschließlich aus mechanischen Komponenten bestehen, die keinerlei elektronische Bauteile und Sensorik besitzen. Im Zuge der Prozessautomatisierung werden schon seit Jahrzehnten innerhalb der Maschinensteuerung Daten erzeugt. Die Sensornwerte und Datenpunkte, die bisher rein für die Steuerung von Prozessen in

den Maschinen und Anlagen genutzt wurden, können auch für die Erbringung von Smart Services hilfreich sein.

An diese Daten aus den Steuerungen älterer Maschinen und Anlagen heranzukommen ist allerdings nicht immer einfach. Proprietäre Schnittstellen und alte Betriebssysteme bedeuten meist einen hohen Entwicklungsaufwand, um diese Daten zugänglich zu ma-

1 VDMA Forum Industrie 4.0 (2020): Leitfaden Retrofit für Industrie 4.0. Neuer Nutzen mit vorhandenen Maschinen.

chen, zu bereinigen und nutzbar zu machen. Voreilig ausschließen sollte Sie diesen Weg aber trotzdem nicht. Wenn Sie größere Baureihen von identischen Maschinen und Anlagen im Feld haben oder lange Zeit identische Komponenten verbauten, dann kann es sinnvoll sein, sich mit der Übersetzung von Schnittstellenparametern zu beschäftigen. Die hierfür notwendige Softwareentwicklung bedeutet zwar häufig hohe Initialaufwände. Wenn aber sogenannte IoT-Gateways oder Sniffer flächendeckend auf Maschinen ausgerollt werden können, entstehen möglicherweise spannende Business Cases für Sie. Gleichzeitig können Sie ggf. Hardwarekosten und Installationsaufwände für die Nachrüstung zusätzlicher Sensorik Komponenten einsparen. Es gibt Anbieter im Markt, die bei der Übersetzung von Schnittstellen mit Softwarepaketen unterstützen. Auch interne IT-Abteilungen können solche Lösungen möglicherweise umsetzen. Solche Vorgehensweisen beschreiben wir auch in unseren Use Cases in **Kapitel 9**. Wir haben bspw. eine alte OPC-DA Schnitt-

stelle übersetzt oder Daten aus der Steuerung von Antrieben ausgelesen.

Wenn Sie Daten aus der Maschine erhalten möchten, die nicht von dem integrierten Steuersystem geliefert werden können, müssen Sie Sensoren sowie ein Datenübertragungssystem nachträglich in das Maschinen- bzw. Anlagensystem integrieren. Bei der Sensorauswahl stehen dem Vorhaben häufig Platzmangel und klimatische Verhältnisse, wie Temperatur, Feuchtigkeit oder Stäube, entgegen. Zusätzlich sind Arbeitsschutzbestimmungen, wie Zugänglichkeit und Bewegungsfreiheit des Bedienenden sowie Hygieneregeln, z. B. in der Medizin- oder Lebensmittelproduktion, einzuhalten. Diese Umstände, ebenso wie die Forderung nach kompakten und autarken Sensoren, die direkt am zu messenden Bauteil angebracht werden können, sind wichtige Kriterien bei der Auswahl. Auch eine Verkabelung für Stromversorgung und Datenübertragung ist häufig sehr kompliziert und teuer oder gar nicht möglich.

Der Sensorbaukasten

Der von uns entwickelte Baukasten besteht aus dem IO-Modul, an dem verschiedene Sensoren angeschlossen werden und dem Access Point, der die Ethernet-Verbindung zum Datenübertragungssystem herstellt. Die Sensoren werden mit jeweils einem speziellen für diesen Sensor oder Sensortyp entwickelten Adapter angebunden, der die Messwerte ermittelt oder abfragt (je nach Art und Modell des Sensors) und in ein einheitliches Format transferiert. Der Adapter ist dabei auf den jeweiligen Sensor zugeschnitten und kann diesen konfigurieren sowie Messwerte abfragen bzw. analoge Messgrößen wie etwa Spannung oder Stromdurchfluss erfassen. Zur Entkopplung der zum Teil zeitkritischen Messungen speichert der Adapter die Messwerte der Sensoren in einem internen Puffer und sendet sie dann auf Anfrage als Block an das IO-Modul (Polling). Der Aufbau ist in *Abbildung 27* grafisch dargestellt.

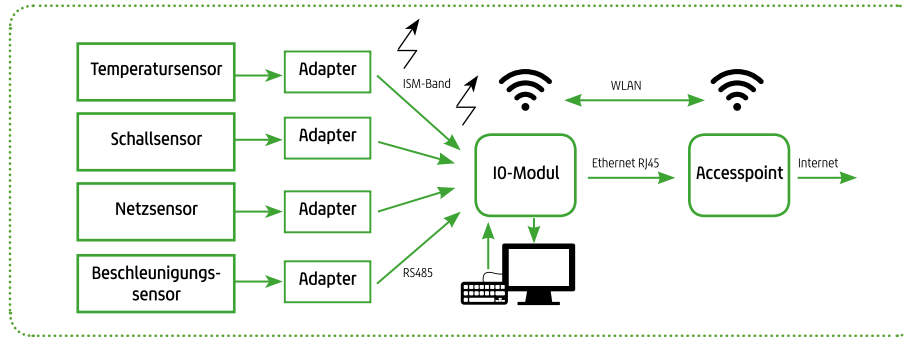


Abbildung 27: Aufbau des Sensorbalkens

Das IO-Modul und der Accesspoint

Vom IO-Modul (Abbildung 28) werden die Daten von den angeschlossenen Adaptern abgefragt. Da die Adapter die Messwerte zwischenspeichern, ist die Übertragungsgeschwindigkeit hier nicht kritisch. Die Übertragung erfolgt entweder kabelgebunden, per RS-485-Schnittstelle oder über eine ISM (Industrial, Scientific and Medical Band) Funkverbindung.

Anschließend findet eine spezifische Vorverarbeitung statt. So können z. B. Beschleunigungswerte in Spektren von Vibrationsfrequenzen oder analoge Messwerte eines Mikrofons in ein Frequenzspektrum umgewandelt werden.

Wichtig: Zur Reduzierung des ausgehenden Datenverkehrs kann das I/O-Modul das Ergebnis der Messungen mit vorgegebenen Grenzwerten vergleichen und bei Über- oder Unterschreitungen bzw. Abweichungen eine Alarmmeldung generieren. Die aktuelle Messreihe kann dann zur weiteren Analyse über den Access Point angefordert werden.

Alle Konfigurationseinstellungen sowie Zustandsinformationen können über einen internen Web-Server vorgenommen werden. Dazu ist das Modul mit einer Ethernet- und einer WLAN-Schnittstelle sowie mit Monitor- und Tastatureingang ausgestattet.

Der Access Point stellt die Verbindung des Sensorsystems zum Adressaten her. Als Protokoll wird die Open Platform Communications Unified Architecture (OPC-UA) eingesetzt. Der Access Point stellt die Verbindung zu einem oder mehreren I/O-Modulen her. Die Daten werden je nach Konfiguration vom OPC-UA-Server des Access Point zwischengespeichert und zyklisch oder auf Anforderung an den festgelegten Adressaten weitergeleitet. Vom Adressaten können mittels definierter Kommandos sowohl die Konfiguration als auch der Datentransfer gesteuert werden.

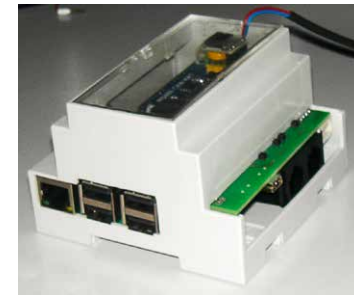


Abbildung 28: IO-Modul

Tip: Für die Übermittlung bieten sich vorkonfigurierte standardisierte Schnittstellen an. Dazu haben wir in unserem Projekt die symmedia-SP1-Box genutzt.

Sensoren

Für die Auswahl von Sensorik sollten Sie sich zunächst ein Gesamtbild der für Sie in Frage kommenden Sensoren verschaffen. Wir haben uns in unserem Projekt weitgehend an einem VDMA-Leitfaden orientiert². Dieser gibt u. a. eine Übersicht verschiedener Temperatur-, Durchfluss-, Beschleunigungs- und Kraftsensoren (Abbildung 29).

Tip: Nutzen Sie den „Leitfaden Sensorik für Industrie 4.0 – Wege zu kostengünstigen Sensorsystemen“ des VDMA, um detaillierte Unterstützung für die Auswahl von geeigneten Sensoren zu bekommen.






















Messgrößen	Sensortypen und Messprinzipien				
Temperatur / Wärmestrahlung 	 Widerstands-thermometer	 Infrarot-Tempersensoren	 Thermoelement		
Durchfluss 	 Flügelrad-Durchflusssensor	 Ultraschall-Durchflusssensor	 Magnetisch-induktiver Durchflusssensor	 Differenzdruckbestimmung	 Schwabe-Körper-Durchflusssensor
Kraft (inkl. Druck, Moment) 	 Piezoresistiver Sensor	 Kapazitiver Sensor	 Dehnmessstreifen (kraftbedingte Dehnung eines Körpers)	 Druckänderung eines Fluids unter Kräfteinwirkung	 Indirekt durch Messung weiterer Dehnungen: siehe Position
Beschleunigung 	 Piezoelektrischer Sensor	 Kapazitiver Sensor	 Dehnmessstreifen (Dehnung eines Körpers durch Beschleunigung)	 Durch Positionsänderung: siehe Position	

Abbildung 29: Auszug aus dem „Leitfaden Sensorik für Industrie 4.0 – Wege zu kostengünstigen Sensorsystemen“ des VDMA

Tip: Sollten Sie Probleme bei der Vorauswahl in Frage kommender Sensorik für Ihr Smart-Service-Retrofit-Projekt haben, dann bieten wir eine Auswahlhilfe auf der Webseite unseres Projekts retrosmart (www.retrosmart.de).

dene dem Verschleiß unterliegende Maschinenteile (z. B. Lager, Wellen, Motoren etc.) zur Auswahl gestellt. Anschließend werden typische Effekte aufgelistet, die bei diesen Maschinenteilen auftreten können und schließlich die zur Erfassung dieser Effekte geeigneten Sensortypen benannt.

Die webbasierte Auswahlhilfe haben wir im Zuge unseres Projekts entwickelt. Dabei werden zunächst verschiede-

Greifen Sie bei Ihrer Auswahl der Sensoren auf das Expertenwissen der Mitstreit-

² VDMA Forum Industrie 4.0 (2018): Leitfaden Sensorik für Industrie 4.0. Wege zu kostengünstigen Sensorsystemen.

ter in Ihrem Smart-Service-Retrofit-Projekt zu und führen Sie Testmessungen an Testmaschinen durch. Berücksichtigen Sie dabei auch die Verfügbarkeit und einfache Einbindung der Sensoren.

Tip: Zur Validierung bieten sich auch einfache Multisensorsysteme an. Diese enthalten meist schon eine kleine Recheneinheit und es lassen sich standardisierte Werte wie Lage, Schwingung, Temperatur etc. messen. Die Daten können über einen gewissen Zeitraum aufgezeichnet werden, um zum Beispiel Messtellen auf ihre Eignung zu überprüfen oder Hypothesen zu möglichen Zusammenhängen zu testen.

Für die Anwendungskontexte in unserem Verbundvorhaben haben wir verschiedene Sensoren ausgewählt. Als Temperatursensor kam bspw. ein integrierter und mit einer digitalen Serial Peripheral Interface (SPI)-Schnittstelle ausgestatteter Multifunktionssensor zum Einsatz, dessen werksseitig kalibrierter Messwert vom zugehörigen Adapter ausgelesen und an das I/O-Modul weitergeleitet wird.

Die Messfrequenz beträgt maximal 100Hz, die Auflösung $0,125^{\circ}\text{C}$ ($1/8^{\circ}\text{C}$)

Als Schallsensor diente ein Mikrofonmodul mit analogem Spannungsausgang im Bereich von $2,5 + -1\text{V}$ (Abbildung 30). Der zugehörige Adapter ist in der Lage, Spannungen von 0-10V, sowie $+0,625\text{V}$ bis $+5\text{V}$ mit bis zu 500kSps und 14 Bit Auflösung aufzuzeichnen.

Beim vorliegenden Mikrofonmodul sind die Abtastfrequenz auf das hörbare Spektrum begrenzt und es stehen Abtastraten von 8-32kHz zur Verfügung, die dann vom I/O-Modul in ein Frequenzspektrum bis zu 16kHz umgewandelt werden.

Als Beschleunigungssensor (Abbildung 31) kam ein integrierter 3-Achsen-Sensor mit SPI-Schnittstelle zum Einsatz. Er liefert Beschleunigungswerte im Bereich bis zu $\pm 16\text{g}$ mit einer maximalen Frequenz von 1600Hz. Das I/O-Modul stellt die Beschleunigungswerte wahlweise direkt, oder als Vibrationswerte in einem Spektrum bis 800Hz zur Verfügung.



Abbildung 30:
Exemplarischer Schallsensor



Abbildung 31: Exemplarischer
Beschleunigungssensor



Abbildung 32:
Exemplarischer Netzsensor

Wir haben außerdem einen eigenen Netzsensor basierend auf einem 3-Phasen Messbaustein von Analog-Devices entwickelt (siehe Abbildung 32). Der Adapter ist direkt in die Elektronik integriert und stellt die Durchschnittsleistung aller drei Phasen separat mit einer zeitlichen Auflösung von 2Hz zur Verfügung, sowie den in einem Intervall auftretenden Minimal- und Maximalwert. Die Auflösung liegt bei 0,001kW (1W) bei maximal 16 kW (70A) je Phase.

Tip: Auch die einfache Messung von Leistungsaufnahmen kann wichtige Erkenntnisse bringen. Wann steht eine Maschine still oder steigt die Leistungsaufnahme mit steigendem Verschleiß? Der Vorteil ist, dass Sie diese Daten ohne großen Eingriff in das System installieren können. In **Kapitel 9, S. 89** zeigen wir, wie einfach Sensoren hier an Kabel angebracht werden können.

Datenübermittlung

Damit Sie die erhobenen Daten mit Hilfe von Auswertungsdiensten nutzen können, müssen diese an ein Datensammlersystem übertragen werden. Den Standort des lokalen Datensammlersystems können Sie in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren festlegen. Es kann von Vorteil sein, das System sehr nahe an der Maschine oder Anlage aufzustellen, um wenig Aufwand mit der Verbindung der Sensoren mit dem Datensammlersystem über elektrische Leitungen zu verursachen.

Tip: Stellen Sie sich auch frühzeitig die Frage, welche Daten Sie dauerhaft und vielleicht auch dezentral in einer Cloud benötigen. Manchmal ist es vielleicht auch sinnvoll, Daten nur im Falle einer Grenzwertverletzung auszulesen oder an Ort und Stelle vor zu verarbeiten (Edge Computing). Daten können auch erst einmal lokal über ein gewisses Zeitintervall gespeichert und manuell übertragen werden. Für Testmessungen sind Kunden hierzu auch häufig eher bereit als zu einer dauerhaften Netzwerkanbindung.

In bestimmten Produktionsumgebungen, zum Beispiel einer Reinraumproduktion, ist es allerdings unter Umständen nicht möglich, Hardware in der direkten Nähe der produzierenden Maschine zu installieren. In diesem Fall ist es besser, wenn Sie für die Kommunikation mit der Maschine bestehende Netzwerkverbindungen verwenden können oder eine drahtlose Kommunikation mit der Maschine und den Sensoren möglich ist.

Die Datenübertragung sollte sich idealerweise an etablierten Übertragungsstandards orientieren, um Zusatzaufwände für proprietäre Lösungen vermeiden zu können. In unserem Kontext sind insbesondere MQTT und OPC-UA relevant.

MQTT

MQTT steht für Message Queuing Telemetry Transport und ist ein offenes Netzwerkprotokoll für die Machine-to-Machine-Kommunikation. Es handelt sich hierbei um ein Client-Server-Protokoll. Clients senden dem Server, der bei MQTT als Broker

bezeichnet wird, nach Verbindungsaufbau Nachrichten mit einem Topic, welches die Nachricht hierarchisch einstuft. Clients können diese Topics abonnieren, wobei der Server die empfangenen Nachrichten an die entsprechenden Abonnenten weiterleitet.

Nachrichten bestehen immer aus einem Topic und dem Nachrichteninhalt. Nachrichten werden mit einem definierbaren Qualitätslevel versendet.

- **Level 0:** Die Nachricht wird einmal gesendet und kommt bei Verbindungsunterbrechung möglicherweise nicht an.
- **Level 1:** Die Nachricht wird so lange gesendet, bis der Empfang bestätigt wird, und kann beim Empfänger mehrfach ankommen.
- **Level 2:** Hier wird sichergestellt, dass die Nachricht auch bei Verbindungsunterbrechung genau einmal ankommt.

Je nach Anwendungsfall sollten Sie das passende Level wählen, denn je höher das Level, desto höher ist die benötigte Bandbreite.

Außerdem kann mit einem Retain Flag der Server angewiesen werden, die Nachricht zu diesem Topic zwischen zu speichern. Clients, die dieses Thema neu abonnieren, bekommen als erstes die zwischengespeicherten Nachrichten zugestellt.

OPC-UA

OPC-UA (Open Platform Communications Unified Architecture) ist ein Datenaustauschstandard für eine sichere, zuverlässige, hersteller- und plattformunabhängige Kommunikation zwischen Maschinen. Dadurch wird ein betriebssystemübergreifender Datenaustausch zwischen Produkten unterschiedlicher Hersteller ermöglicht. Der OPC-UA-Standard besteht aus Spezifikationen, welche in enger Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Anwendern, Forschungsinstituten und Konsortien abgestimmt wurden, um

den sicheren Informationsaustausch in heterogenen Systemen zu ermöglichen.

Tipp: Eine gute herstellerunabhängige Übersicht zu dieser Thematik gibt z. B. der Leitfaden des VDMA: „Industrie 4.0 Kommunikation mit OPC UA Leitfaden zur Einführung in den Mittelstand“³.

Die Grundbestandteile von OPC-UA sind der Transport, die Datenmodellierung und die Dienste. Zum Transport stellt OPC-UA mehrere Mechanismen für unterschiedliche Anwendungsfälle bereit.

- Ein auf Geschwindigkeit und Durchsatz optimiertes OPC-spezifisches binäres Protokoll auf TCP/IP Basis.
- Eine Firewall-freundliche Version des Protokolls, die mit bekannten Internetstandards arbeitet.

Die Datenmodellierung definiert die Regeln und Grundbausteine, die benötigt werden, um ein Informa-

³ VDMA Forum Industrie 4.0 (2017): Industrie 4.0 Kommunikation mit OPC UA. Leitfaden zur Einführung in den Mittelstand.

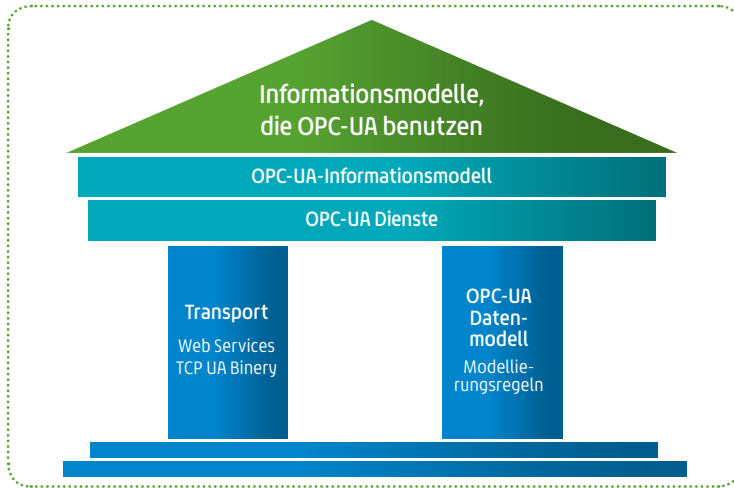


Abbildung 33: OPC-UA Schichtenmodell

tionsmodell über OPC-UA zu veröffentlichen. Sie enthält grundlegende Datentypen und kann durch weitere Informationsmodelle erweitert werden, die schichtenweise aufgebaut sind und auf bestimmten grundlegenden Regeln basieren. Somit können Clients, die nur die Basisregeln kennen, trotzdem auch komplexe Informationsmodelle bearbeiten. Die Dienste realisieren die Schnittstelle zwischen einem Server als Anbieter von Informationen und den Clients als Nutzer dieser Informationen.

In *Abbildung 33* ist das Schichtenmodell von OPC-UA dargestellt. Auf der unteren Ebene sind die drei Grundbestandteile Transport, Datenmodellierung und Dienste, dargestellt, darüber die von OPC-UA mitgebrachten Informationsmodelle und darüber weitere Informationsmodelle von anderen Organisationen und Geräteherstellern.

Die über OPC-UA übertragenen Daten werden in einem Adressraum auf einem zentralen Server abgelegt. Um die In-

teroperabilität von Clients und Servern zu fördern, ist der OPC-UA Adressraum hierarchisch aufgebaut. Die oberen Ebenen sind für alle Server standardisiert. Alle Knoten im Adressraum sind über die Hierarchie erreichbar, sodass der Adressraum ein zusammenhängendes Netzwerk von Knoten bildet. OPC-UA definiert die notwendigen Dienste, um durch den Adressraum zu navigieren, Variablen zu lesen oder zu beschreiben oder sich für Datenänderungen und Events anzumelden.

Der Vorgänger von OPC-UA ist OPC-DA. Um Anlagen, die noch mit dem OPC-DA-Standard kommunizieren, auf OPC-UA anzuheben, gibt es zwei Möglichkeiten.

- Die Software der Anlage kann überarbeitet und auf den aktuellen Standard angehoben werden.
- Es kann ein zusätzlicher Hardware-Konverter zwischengeschaltet werden, der die Umwandlung der Daten in den neuen Standard übernimmt. Bei dieser Lösung muss nur

der Konverter konfiguriert werden. Zahlreiche Anbieter bieten verschiedene Hardware-Konverter an.

Datenschnittstelle

Wenn Sie sich für einen Standard zur Datenübertragung entschieden haben, dann sollten Sie sich im nächsten Schritt um die Datenschnittstellen kümmern. Damit verschiedene Partner die Daten empfangen und weiterverarbeiten können, müssen diese wissen, mit welchem Protokoll und in welcher Art und Weise die Sensordaten übertragen und ihnen zur Verfügung gestellt werden.

TIPP: Achten Sie bei Ihrem Retrofit frühzeitig auf die Schnittstellen der Sensoren und der Programme, die mit den Daten umgehen sollen, sowie auf Datenformate und Kommunikationstechnologien zur Datenübermittlung zwischen den Sensoren und den Systemen.

In unserem Verbundvorhaben retrofit haben wir bei den Datenschnitt-

stellen den Kommunikationsstandard OPC-UA eingesetzt, der auch von der Plattform Industrie 4.0⁴ empfohlen wird. Wir haben den Adressraum für die Übertragung der Sensordaten so gearbeitet, dass jeder Auswertungsdienst die von ihm jeweils benötigten Daten selbstständig auslesen kann. Die von uns definierte Datenschnittstelle orientiert sich an den IO Device Descriptions des IO Link Standards und wandelt diese in einigen Bereichen leicht ab.

Datenauswertung

Nachdem die Sensor- und Maschinendaten erfasst, ggf. vorverarbeitet und an ein Auswertesystem übergeben wurden, muss aus ihnen Wissen generiert werden. Dafür werden Datenauswertungssysteme benötigt.

⁴ Die Plattform Industrie 4.0 ist das zentrale Netzwerk in Deutschland, um die digitale Transformation in der industriellen Wertschöpfung voranzubringen. Sie wurde 2013 als ein Gemeinschaftsprojekt der deutschen Wirtschaftsverbände BITKOM, VDMA und ZVEI zur Weiterentwicklung und Umsetzung des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 der High-tech-Strategie der Bundesregierung gegründet.

In diesem Kapitel gehen wir zuerst auf den Ort der Datenauswertung ein. Die Auswertung und Darstellung der gesammelten Daten kann sowohl lokal beim Maschinenbetreiber als auch an einem zentralen System im Internet sinnvoll sein. Anschließend stellen wir Tools und Methoden vor, die von uns zur Datenauswertung entwickelt wurden. Wir geben außerdem einen Ausblick auf die Rolle von Machine Learning für die Datenauswertung.

Lokale Datenauswertung

Da für die Erbringung eines Smart Service Daten von einer oder mehreren Maschinen benötigt werden und möglicherweise auch Daten aus anderen Systemen des Maschinenbetreibers verarbeitet werden müssen, müssen Sie ein System im Netzwerk des Maschinenbetreibers installieren, welches die Daten aus verschiedenen Systemen sammelt und (vor-)verarbeitet, bevor sie bei Bedarf an ein zentrales System im Internet weitergeleitet werden.

Da die Daten vor unautorisiertem Zugriff geschützt werden müssen, sollten

Sie für die Kommunikation zwischen den datenliefernden Systemen und dem lokalen Datensammlersystem verschlüsselte Protokolle einsetzen. Andernfalls könnten die Daten unberechtigten Dritten unter Umständen Rückschlüsse auf Betriebsgeheimnisse ermöglichen. So könnten bspw. Daten über bestimmte Produktionsparameter oder Informationen über die Leistungsfähigkeit der Produktionsanlagen Rückschlüsse auf die Fertigungsverfahren Ihrer Kunden ermöglichen, die vor dem Zugriff durch Wettbewerber geschützt werden müssen. Hier sollten Sie schon bei der Datenübermittlung von der Maschine zum lokalen Datensammlersystem anerkannte Standardverfahren mit einer ausreichend starken Verschlüsselung anwenden. Ein Beispiel hierfür wäre der Einsatz von Transport Layer Security (TLS), früher bekannt als Secure Sockets Layer (SSL), und Schlüssellängen von mindestens 3000 Bit.

Für die Übertragung von Daten von den Maschinen an das lokale Datensammlersystem bieten sich verschiedene Verfahren an. Es gibt herstellerunabhän-

gige Netzwerkprotokolle wie die zuvor beschriebenen OPC-UA oder MQTT, die von immer mehr Maschinenherstellern unterstützt werden. Gerade bei älteren Maschinen kann es aber notwendig sein, auch proprietäre Protokolle der Hersteller von SPS zu unterstützen.

Tipp: Setzen Sie möglichst herstellerunabhängige Protokolle wie OPC-UA oder MQTT ein. Dadurch erhöhen Sie die Wiederverwendbarkeit Ihrer Lösungen.

Einbindung in das Netzwerk des Maschinenbetreibers

Bei der Anbindung des lokalen Datensammlersystems in das lokale Netzwerk müssen die Sicherheitsrichtlinien des Maschinen- bzw. Anlagenbetreibers berücksichtigt werden. Um sensible Daten sowie das lokale Netzwerk vor Zugriff durch unbefugte Dritte zu schützen, gelten bei vielen Betreibern strenge Vorschriften für die Anbindung von Systemen an das lokale Netzwerk und die Kommunikation mit Systemen im Internet.

Das lokale Datensammlersystem oder Edge Device kann über Netzwerkverbindungen wie Ethernet oder WLAN mit den datenliefernden Systemen verbunden sein oder auch direkt mit an den Maschinen vorhandenen Sensoren kommunizieren, z. B. über serielle oder USB-Schnittstellen. Wenn die datenliefernden Systeme beim Maschinenbetreiber in verschiedenen Subnetzen angeschlossen sind, kann es notwendig sein, Netzwerkroutern einzurichten, damit das Datensammlersystem mit allen notwendigen Systemen kommunizieren kann.

TIPP: Wenn sich die Daten liefernden Maschinen in verschiedenen Subnetzen befinden, sollten Sie für das Datensammlersystem eine Hardware auswählen, die über mehrere Netzwerkschnittstellen verfügt. So kann das Datensammlersystem gleichzeitig in verschiedenen Subnetzen kommunizieren.

In diesem Fall ist es aus Sicherheitsgründen notwendig, dass die jeweiligen Subnetze durch eine Firewall auf dem

Datensammlersystem voneinander getrennt werden, damit die Netzwerksicherheit des Maschinenbetreibers nicht kompromittiert wird.

Auch kann es vorkommen, dass der Maschinenbetreiber keine Kommunikation aus seinem internen Netzwerk in das Internet zulässt oder dass das lokale Datensammlersystem nicht mit dem Netzwerk des Maschinenbetreibers verbunden werden darf. In diesem Fall ist es möglich, das Datensammlersystem über eine mobile Datenverbindung (z. B. über ein GSM- oder UMTS-Modem) mit dem Internet zu verbinden. So können die Sensordaten ausgewertet und sogar an ein zentrales System weitergeleitet werden und gleichzeitig eine komplette Trennung des Analysesystems vom Netzwerk des Maschinenbetreibers beibehalten werden. Berücksichtigen Sie hier, dass es mit dieser Konfiguration jedoch nicht möglich ist, auf weitere Systeme wie die Maschinensteuerung zuzugreifen und deren Daten lokal mit den Sensordaten zu verknüpfen. Ein Beispiel für dieses Vorgehen zur

Datenverarbeitung und -übermittlung finden Sie in den Use-Cases.

Zentrale Datenauswertung

Wenn für die Erbringung des Smart Service eine Übertragung von Daten an ein zentrales System im Internet notwendig ist, müssen Sie besonders auf eine sichere und vor unautorisiertem Zugriff geschützte Kommunikation über TLS/SSL achten. Die Netzwerk-Firewall des Maschinen- bzw. Anlagenbetreibers muss so konfiguriert werden, dass eine Kommunikation des lokalen Datensammlersystems mit dem zentralen System ermöglicht wird. Um das gesamte IT-Netzwerk des Maschinen- bzw. Anlagenbetreibers vor einem fremden Zugriff aus dem Internet zu schützen, sollten nur ausgehende Verbindungen vom lokalen Datensammlersystem zum zentralen System erlaubt werden und keine eingehenden Verbindungen aus dem Internet in das Netzwerk des Maschinenbetreibers.

Durch den Einsatz unterschiedlicher Algorithmen und Grenzwerte bieten sich verschiedene Möglichkeiten zur

Datenverarbeitung und -auswertung auf einem zentralen System. Es besteht die Möglichkeit, Grenzwerte für Datensätze festzulegen, bei deren Überschreitung ein Event ausgelöst wird, wie bspw. die Benachrichtigung eines Technikers. Zur visuellen Aufbereitung der Daten bietet sich ein modulares Dashboard an, das im Folgenden näher erklärt wird.

Modulares Dashboard zur Visualisierung der Daten

Dashboards spielen eine bedeutsame Rolle in der Produktion, da sie nicht nur bei der Visualisierung, sondern auch bei der Interpretation einer großen Menge von Messdaten besonders hilfreich sind. Auch gerade bei Maschinen und Anlagen, die über eine Vielzahl (ggf. nachgerüsteter) Sensoren verfügen, aber bis dato keine geeignete Visualisierungsmöglichkeit bieten, können Dashboards einen großen Nutzen liefern. Durch die grafische Darstellung können Zusammenhänge zwischen verschiedenen Datenpunkten deutlich gemacht werden. Der zeitliche Verlauf einer Messreihe lässt sich in einem Diagramm schneller erkennen, als durch das Anschauen

einer tabellarischen Darstellung von Zahlenreihen. Das Ziel von Dashboards ist es folglich, Daten verständlich aufzubereiten, um u. a. die Mitarbeiter bei Entscheidungen zu unterstützen sowie deren Fokus auf die relevanten Informationen zu richten. Wenn zu einem bestimmten Zeitpunkt Messwert A plötzlich ansteigt, und gleichzeitig Messwert B absinkt, dann könnten diese Messwerte wichtige Informationen sein.

Die Erstellung von Dashboards erfordert beachtliche Ressourcen und häufig ist ihre Entwicklung zeitaufwändiger als anfangs gedacht. Es entsteht möglicherweise auch ein Wildwuchs von vielen verschiedenen aufgabenspezifischen Dashboards, die nur begrenzt wiederverwendbar sind.

Damit Ihr Kunde flexible Möglichkeiten hat, seine eigenen Auswertungen zu gestalten, empfiehlt es sich, ein konfigurierbares Dashboard zur Verfügung zu stellen, in dem Messwerte in verschiedenen Diagrammtypen dargestellt werden können. Je nach Anwendungsfall kann es aber auch sinnvoll

sein, dass Sie dem Kunden bereits ein vorkonfiguriertes Dashboard zur Verfügung stellen, das wichtige Daten und Zusammenhänge auf eine einfache Art und Weise darstellt. Die Software symmedia SP/1 bietet für die Erstellung von Dashboards einen Baukasten an.

Ein Beispiel für ein solches Dashboard ist in *Abbildung 34* dargestellt.

Im Idealfall ist ein Dashboard also skalierbar und modular aufgebaut, damit es sich bei Aktualisierungen der Sensorik möglichst leicht anpassen lässt

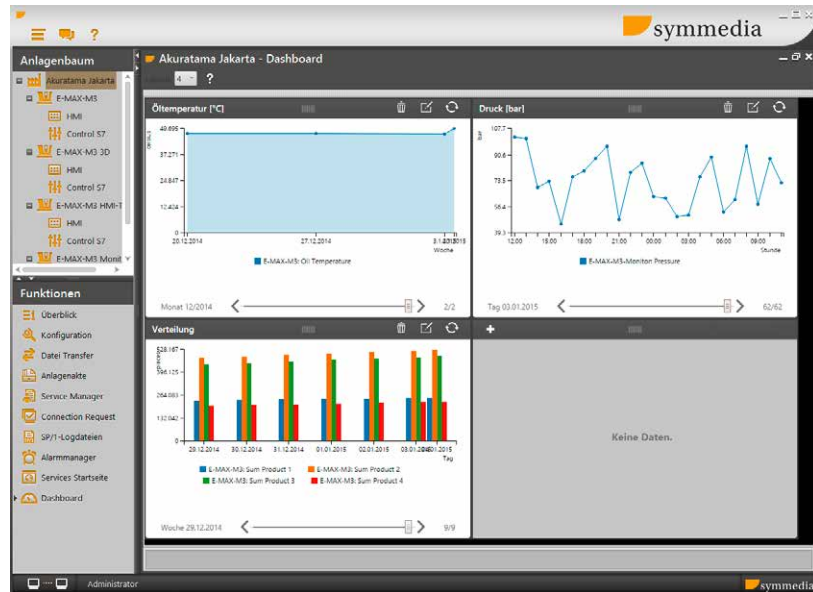


Abbildung 34: Modulares Dashboard

oder sich sogar eigenständig anpasst. Um geeignete Anpassungen und Erweiterungen in der Benutzeroberfläche automatisch realisieren zu können, ist ein modularer Aufbau sinnvoll, bei dem die Maschinen- und Sensordaten in voneinander unabhängige Module aufgeteilt werden. Außerdem sollte ein Dashboard standardisierte Kommunikationsschnittstellen verwenden, um eine umfangreiche Interoperabilität mit Maschinen und Anlagen zu ermöglichen. Diesen Gestaltungsempfehlungen folgend wurde in unserem Verbundvorhaben von der TU Berlin ein Dashboard-System entwickelt, das sich automatisch an die vorhandene Sensorik anpasst.

Die Anpassungsfähigkeit des Systems erfolgt über die konzeptionelle Unterteilung des Dashboards in Inhalt und Vorlage. Der Inhalt entspricht den Daten, die visualisiert werden, und die Vorlage oder das Template der Form, in der diese Daten dargestellt werden. Hierbei wird der Inhalt des Dashboards über die OPC-UA-Clients gesammelt und zur Verfügung gestellt. Die unterschiedli-

chen Vorlagen des Dashboards werden in Form von Modulen gespeichert. Eine technisch detailliertere Beschreibung des entwickelten Dashboards befindet sich im Use-Case Monitoring einer Desktop-Maschine in **Kapitel 9, S. 103**.

Machine Learning

Potenziale für die Maschinen- und Anlagenbauer ergeben sich auch aus der Verknüpfung des Retrofittings mit Machine Learning (ML). Die Integration von ML-Ansätzen war zwar nicht Bestandteil des Projekts retrosmart, wir möchten dieses Themenfeld aufgrund der Vielzahl neuer Perspektiven jedoch kurz ansprechen. Der „Quick Guide Machine Learning im Maschinen- und Anlagenbau“⁵ des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) liefert eine Übersicht über mehr als 20 Frameworks und Plattformen für die Datenanalyse und das ML. Einige davon sind als Open Source frei nutzbar. Darüber hinaus leitet der Standpunkt zu „Künstliche Intelligenz (KI) in der

Produktion“⁶ von der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP) Handlungsempfehlungen ab, die es Unternehmen ermöglichen sollen, Anwendungspotenziale systematischer und damit schneller als bisher zu identifizieren und zu erschließen. Dieser Standpunkt beschreibt insbesondere die Möglichkeiten der ML-unterstützten Produktion in den Anwendungsdomänen CNC-Bearbeitung, Handhabung, Montage und Robotik sowie Materialfluss und Logistik.

Voraussetzung für die Nutzung der ML-Ansätze ist die systematische Erhebung von Daten. Dementsprechend kann das nachträgliche Retrofitting von Maschinen und Anlagen durch ergänzende Sensoren dazu beitragen, das Potenzial von ML-Anwendungen nutzbar zu machen.

5 VDMA Software und Digitalisierung (2018): Quick Guide Machine Learning im Maschinen- und Anlagenbau.

6 Krüger, Jörg; Fleischer, Jürgen; Franke, Jörg; Groche, Peter (2019): WGP-Standpunkt KI in der Produktion - Künstliche Intelligenz erschließen für Unternehmen. Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktionstechnik (WGP). https://wgp.de/wp-content/uploads/20191107-WGP-Standpunkt_KI.pdf

PARTNER

Die Entwicklung von Smart Services bedarf vielseitiger Kompetenzen. Angefangen bei häufig hochkomplexen Maschinen und Anlagen, die von Konstruktions- und Entwicklungsabteilungen stets weiterentwickelt werden bis zu den Serviceabteilungen, die diese Maschinen und Anlagen in Betrieb halten und in engem Kontakt zum Kunden stehen. Im Zuge der Digitalisierung ändern sich zudem die Kundenkontaktpunkte und die zugehörigen Schnittstellen bzw. Interfaces. Die wachsende Erwartungshaltung an das Human-Machine Interface (HMI) oder Applikationen ist durch unsere im Alltag genutzten und intuitiv bedienbaren Smartphones für den Maschinenbauer nicht mehr leicht zu erfüllen. Eine weitere große Herausforderung besteht darin, dass der Kunde oftmals keine klaren Anforderungen an neue digitale Serviceleistungen stellen kann. Als Anbieter können Sie die digitale Umsetzung auch häufig nicht alleine meistern und Sie sind daher auf strategisch wichtige

Partner angewiesen. Sie müssen sich folgende Fragen immer wieder stellen, damit Sie den Anschluss in der digitalen Transformation nicht verpassen:

- Was können andere besser?
- Wie können Sie Ihr Netzwerk optimal nutzen?
- Welche (möglicherweise disruptiven) Entwicklungen sind bereits in anderen Branchen erkennbar?

Die Innovation mit Smart Services findet in Ökosystemen von kooperierenden Akteuren statt. Einzelne Unternehmen haben oft nicht alle erforderlichen Ressourcen und Kompetenzen zu Verfügung. Und selbst wenn sich Unternehmen gut für die zukünftige Entwicklung gerüstet sehen und technologisch sehr viele Dinge abbilden können, oder sogar neue Kompetenzen hierfür aufbauen; ohne eine Kooperation und partnerschaftliche Entwicklung mit Kunden und Nutzern werden Smart-Service-Retrofit-Projekte nur schwierig in nachhaltigen Geschäftsmodelle überführbar sein.

Dementsprechend geht es nicht mehr nur um die Entwicklung und

Realisierung neuer Wertversprechen, sondern zunehmend auch um das Netzwerkmanagement. Was können Sie mit wem bestmöglich umsetzen und welche Kooperationen sind vielleicht auch strategisch für Sie sinnvoll und wichtig?

Gerade der Umgang mit Daten zeigt, warum es bei Smart-Service-Angeboten eine gemeinsame Entwicklung braucht und eine Begegnung mit dem Kunden oder weiteren Partnern auf Augenhöhe unumgänglich ist. Das Wissen aus den verschiedenen Kompetenzfeldern ist jeweils für sich nicht ausreichend. Das Wissen des Maschinenbauunternehmens kann oftmals erst im Zusammenspiel mit realen Daten aus der Anwendung zu Mehrwerten verknüpft werden. Hier wird auch schnell deutlich, dass Informationen verteilt über verschiedene Wissensträger sind und die Hoheit über diese Informationen auch beim Kunden liegen kann. Zu entwickelnde Lösungen benötigen auch neue Kompetenzen wie das User Experience (UX) Design, wo die Schnittstelle zum Kunden gestaltet wird. Aber auch die Anbindung an bestehende Datenstruk-

turen, das Hosting von Systemen und das Analysieren von Daten ist bisher häufig keine Kernkompetenz von vielen Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau. Hier müssen Sie abwägen, welche Kompetenzen bewusst im eigenen Unternehmen aufgebaut werden sollen und wo eine Kooperation mit Start-Ups, Forschungsinstituten oder Dienstleistern sinnvoll ist.

Die verschiedenen Kompetenzen lassen sich auch als Rollen verstehen, die in Smart-Service-Entwicklungsprojekten von verschiedenen Akteuren eingenommen werden können. Die folgende Auswahl an Rollen können auch für Ihr Smart-Service-Retrofit-Projekt relevant sein (*siehe Kasten*).

Als Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau müssen Sie sich die Frage stellen, welche Rollen Sie intern abbilden können und möchten. Letztendlich ist dies eine strategische Frage. Häufig nehmen Sie wahrscheinlich die Rolle des **Projektsponsors** ein. Das bedeutet aber nicht, dass es auch sinnvoll ist, eine eigene Cloud-Plattform zu hosten oder

die gesamten Funktionalitäten selbst neu zu entwickeln. Auf dem Markt sind bereits Anbieter, deren Angebote Sie integrieren können. Setzen Sie auf möglichst offene Datenschnittstellen

und standardisierte Lösungsbausteine von **Cloudanbietern** und **Daten-Analysten**. Ein Aufbau von gewisser Expertise ist in diesen Bereichen dennoch hilfreich, damit Sie bei der

ROLLEN IN SMART-SERVICE-RETROFIT-PROJEKTEN

Projektsponsor

- Initiiert und verwaltet oft das Gesamtprojekt
- Bietet den Smart Service nach der Entwicklung an

Digital Innovator

- Bietet methodische Unterstützung im Innovationsprozess zur Entwicklung von Smart-Service-Ideen
- Unterstützt beim Entwurf veränderter Geschäftsmodelle

Systemintegrator

- Entwickelt das technische Konzept, z. B. die Systemarchitektur
- Entwickelt Front-End- und Back-End-Dienste
- Integriert vorhandene Systeme, Dienste und Geräte

Service-Betreiber

- Betreibt den technischen Teil des Smart-Service-Systems
- Stellt Verfügbarkeit und Betrieb sicher

Kundenvertreter

- Informiert als Zielkunde über Bedürfnisse
- Gibt Feedback während der Entwicklung

Hersteller (OEM)

- Entwickelt Originalkomponenten, Maschinen oder Anlagen
- Stellt Know-How bzw. Technikwissen zum Equipment bereit

Hardware-Lieferant

- Liefert Sensoren, Kommunikationsmodule und andere Hardware-Komponenten

Data-Analytics-Spezialist

- Entwirft und implementiert Lösungen für die Verarbeitung großer Datenmengen
- Ist Experte für Datenanalyse, maschinelles Lernen, etc.

Cloud-Plattform-Provider

- Bietet anwendungsunabhängige Funktionalität in der Cloud als Platform-as-a-Service (PaaS)

UI/UX-Spezialist

- Entwirft und testet User Interfaces und Front-End-Applikationen
- Gestaltet Customer Journeys und Benutzerinteraktionen

Rechtsberater

- Berät zu rechtlichen Aspekten (bspw. Datenschutz) und zur Gestaltung von Vertragsbeziehungen zwischen Akteuren

Findung technischer Lösung zumindest informiert mitdiskutieren können.

Ähnlich ist es auch bei der Entwicklung neuer Applikationen und Nutzerschnittstellen. UX-Design ist ein Faktor, der nicht zu unterschätzen ist. Natürlich gibt es Anwendungen, die einfach so essenziell sind, dass die Nutzer sich auch mit einer schlechten Usability zwangsläufig zurechtfinden. Wenn ein Programm oder eine Datenanalyse neben der Erfüllung von funktionalen Anforderungen auch noch intuitiv und einfach zu bedienen ist, kann dies Kunden begeistern.

Bei all diesen Rollen sollte geklärt werden, ob diese relevant ist und wenn ja, welcher Akteur diese übernimmt. Kann das Ihre interne Abteilung stemmen? Kaufen Sie sich die Leistung lieber ein oder können Sie strategische Partnerschaften eingehen?

Benötigen Sie beispielweise Unterstützung von einem **Systemintegrator**? Oftmals wird hier nicht mehr mit Lasten- und Pflichtenheften gearbeitet, sondern mit sogenannten User Stories.

Tipp: Die Anforderungen an die zu erstellende Lösung sollten in Form einer User Story formuliert werden. Die User Story beschreibt, wer der Anwender des zu erstellenden Systems ist, welche Erwartungen er an das Verhalten des Systems hat, und welchen Nutzen der Anwender für sich erwartet.

Eine User Story sollte außerdem Informationen dazu liefern, welche Daten von der Maschine oder den Sensoren analysiert werden sollen. Damit der Akteur mit der Systemintegrator-Rolle die Lösung bestmöglich umsetzen kann sollte daher auch spezifiziert werden,

- wie die Daten von der Maschine abgefragt werden können (OPC UA, MQTT oder andere Protokolle).
- wie die Datenpunkte adressiert werden (Pfad zu den Variablen im OPC-UA-Adressraum oder Name des Topics am MQTT Broker etc.)
- welchen Datentyp die angefragten Variablen haben (Ganzzahl, Fließkommazahl, Zeichenkette etc.)

- in welcher Einheit der Wert der Variablen geliefert wird (z.B. produzierte Stück pro Stunde, Temperatur in °C etc.)
- ob bei der Über-/Unterschreitung gewisser Grenzwerte für die Variablen eine Aktion erfolgen soll. In diesem Fall muss weiterhin definiert werden, welche Werte als Grenzwerte verwendet werden sollen, und ob die Aktion sofort bei erstmaligem Erreichen des Grenzwerts erfolgen soll, oder erst bei mehrmaligem Über-/Unterschreiten innerhalb eines zu definierenden Zeitraums
- in welcher Art und Weise die aufgenommenen Werte dem Benutzer dargestellt werden sollen (z. B. Liniendiagramm, Balkendiagramm, Tortendiagramm, tabellarische Liste der Werte, ...)

Ein Beispiel für eine User Story, die zwischen einem Maschinenbauunternehmen und einem Systemintegrator geteilt wurde, finden Sie im **Kapitel 9, S. 96**.

.....

Kapitel 8:

Fit

Im folgenden Kapitel geht es nun um die Zusammenführung der ausgearbeiteten Kunden-, Wertschöpfungs- und Ökosystemsichten.

Eine Passung bzw. ein Fit wird erreicht, wenn die bereits ausgearbeiteten Sichten der Smart Service Canvas ein stimmiges Gesamtbild ergeben. An der Schnittstelle zwischen Anbieter und Kunden sind außerdem das Erlösmodell, das Interaktionsniveau und das smarte Produkt festzulegen. Das Prototyping hilft, herauszufinden,

ob wirklich ein guter Fit zwischen Kundenerwartung und Anbieterleistung erreicht werden kann.

In der Smart Service Canvas wird der Fit anhand der in *Abbildung 35* dargestellten drei Felder näher ausgearbeitet, die im Folgenden näher beschrieben und von Ihnen ausgearbeitet werden sollten.

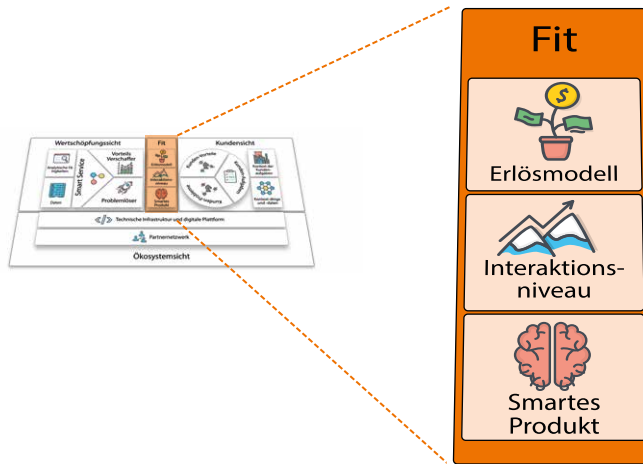


Abbildung 35: Fit mit den Feldern Erlösmodell, Interaktionsniveau und Smartes Produkt

SMARTES PRODUKT

Das Feld Smartes Produkt (engl. Smart Product) ist die physische Schnittstelle zum Kunden. Hier kann es bspw. sich um die vernetzte Maschine handeln, für die ein Smart Service, wie eine proaktive Wartung angeboten wird. Ein smartes und vernetztes Produkt kann mit Hilfe von Sensorik und interner Steuerungssysteme seinen eigenen Status sowie ggf. Standort- und Nutzungsdaten erheben und übermitteln. Je nach Leistungsfähigkeit sind auch eigenständige Diagnosen, eine autonome Steuerung sowie weitere Funktionen möglich.

INTERAKTIONSNIVEAU

Das Interaktionsniveau hängt eng mit dem Automatisierungsgrad des angebotenen Smart Service zusammen. In [Kapitel 6, S. 57](#) haben wir bereits die für den Service notwendigen analytischen Fähigkeiten besprochen und dieses Feld greift einige der Überlegungen wieder auf.

Durch die Digitalisierung von Dienstleistungen werden größere Wertschöpfungsanteile von Maschinen, Algorithmen und künstlicher Intelligenz übernommen. Um die Rolle des Menschen innerhalb der Dienstleistungserbringung zu analysieren und eine Differenzierung von Tätigkeiten auf Anbieter- und Kundenseite vorzunehmen, ist die Anbieter-Kunden-Interaktion zu betrachten. Hierbei ist festzulegen, wie standardisiert und automatisiert Prozesse innerhalb der Leistungserbringung ablaufen sollen und wie Kunde und Anbieter während der Erbringung des Smart Service miteinander interagieren.

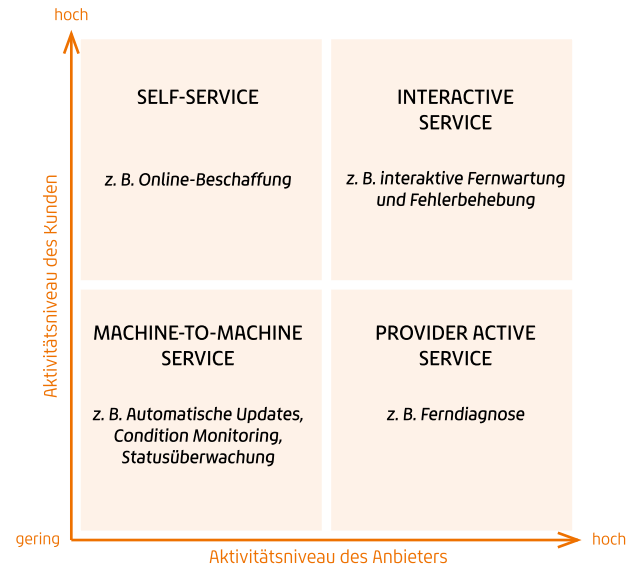


Abbildung 36: Interactivity-Matrix¹

Wunderlich et al. (2012)¹ unterscheiden in ihrer Smart Service Interactivity Matrix zwischen den vier Smart-Service-Typen (1) Interactive Service, (2) Self Service, (3) Machine-to-Machine Service und (4) Provider Active Service

(Abbildung 36). Die vier Typen unterscheiden sich in unterschiedlichen Aktivitätsniveaus von Menschen auf Anbieter- und Kundenseite. Smarte Produkte, die über ein Condition-Monitoring-System verfügen, können beispielsweise eine proaktive Wartung unterstützen, die ohne eine unmittelbare Interaktion mit Personen auf Kun-

¹ Wunderlich, Nancy V.; von Wangenheim, Florian; Bitner, Mary Jo (2013): High Tech and High Touch. In: Journal of Service Research 16 (1), S. 3–20. DOI: 10.1177/1094670512448413.

denseite erfolgt, da Statusdaten automatisiert an eine zentrale Stelle (Machine-to-Machine) übermittelt werden. Ein Tablet als Nutzerschnittstelle hingegen impliziert in der Regel Aktivitäten von Personen im Rahmen der Dienstleistungserbringung, indem beispielsweise Apps aufgerufen, Einstellungen verändert und Daten abgefragt oder eingegeben werden (z. B. im Sinne eines Self Service, wenn diese Aktivitäten durch den Kunden durchgeführt werden). Das Interaktionsniveau und dementsprechend der Automatisierungsgrad sollte sich an den Anforderungen und Erwartungen des Kunden orientieren.

	Produktpreis	Abonnement-Modell	Pay-per-Use Modell	Erfolgsbeteiligung
Preis-Metrik	Aufschlag auf Produktpreis	Abrechnung pro Zeitintervall zu einem festgelegten Preis	Bezahlt werden nach Benutzung	Bezahlt werden nach dem generierten Erfolg
Vorteil	<ul style="list-style-type: none"> • Bekannt, daher geringes Risiko • Einfach zu implementieren • Beliebt bei Vertriebssteams • Hohe Margen 	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederkehrende Umsätze • Versionierungs-Möglichkeit • Schnelle Innovation • Kundenorientiert • Upselling-Möglichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Kundenorientiert • Produktnähe • Flexibilität im Tarif • Geringe Verbindlichkeit • Opex-fokussiert³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Fokussiert auf die Wertschöpfung des Kunden • Fokussiert auf den Kundennutzen • Starker gemeinsamer Anreiz • Baut starke Kundenbeziehungen auf
Nachteil	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenzentriert • Auf Vorabgebühr eingestellt • Untergräbt Dienstleistungsgedanken • Mangelnde Kundennähe im Laufe der Zeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Kosten für die Skalierung • Mangelnder Marktzugang • Kundenabwanderung • Erfordert ein Mindestmaß an Kundenbindung • Leicht zu kopieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Finanzielles Risiko • Schwierige Übergangszeit • Unvorhersehbare Nutzung • Weniger geeignet bei hoher Nutzung/Auslastung • Leicht zu kopieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Finanzielles Risiko • Vertragskomplexität • Verlust von Kontrolle durch den Kunden • Erfordert operative Vorhersagbarkeit • Erfordert Kundentinitiat

Abbildung 37: Übersicht verschiedener Erlösmodelle²

ERLÖSMODELL

Das Erlösmodell soll Aufschluss darüber geben, welche Einnahmequellen durch den angebotenen Smart Service generiert werden sollen. Für die Auswahl eines geeigneten Erlösmodelles gibt es nicht den einen Weg.

Grundsätzlich lässt sich nahezu jeder Smart Service mit verschiedenen Erlösmodellen umsetzen. Entwickeln sie Ihr Erlösmodell am besten in enger Abstimmung mit ihren Kunden.

2 Liozu, S./Ullaga, W. (2018): Monetizing Data: A Practical Roadmap for Framing, Pricing & Selling Your B2B Digital Offers. VIA Publishing: Sewickley

3 Abk. für engl. operational expenditures. OPEX bezieht sich auf die Betriebsausgaben und subsummiert daher die Kosten für Rohstoffe, Betriebsstoffe, Personal, Leasing, Energie etc.

Erlösmodelle für datenbasierte Dienstleistungen lassen sich grundsätzlich in vier Arten einteilen. Es gibt die (1) Produktpreise, (2) Subscription-Modelle, die Sie von Plattformanbietern wie Netflix und Amazon Prime oder aus Mitgliedschaften in Verbänden kennen sowie (3) nutzungsabhängige und (4) ergebnisorientierte Vergütungen.

Es ist offensichtlich, dass sich Erlösmodelle deutlich verändern, wenn Sie sich zu einem Anbieter von Lösungen weiterentwickeln, der nicht mehr Produkte verkauft, sondern bereitgestellte Verfügbarkeiten oder erreichte Ergebnisse in Rechnung stellt. Solche Erlösmodelle können Ihren Kunden einmalige große Investitionen ersparen, indem diese stattdessen regelmäßig für die erreichten Ergebnisse oder die Nutzung bezahlen. Sie übernehmen hierdurch in der Regel Risiken von Ihrem Kunden, wie bspw. ungeplante Ausfallzeiten und notwendige Instandsetzungen von Maschinen und Anlagen. Die Umsetzung solcher Erlösmodelle erfordert daher in der Regel eine starke Integration in die Wertschöpfungsprozesse des

Kunden sowie eine Transparenz über die Nutzung und ggf. Ausbringungsmenge auf Kundenseite. Ansonsten können Sie die von Ihnen erbrachte Leistung gar nicht sinnvoll bepreisen.

Gerade bei datenbasierten Dienstleistungen als ein Add-on zu Produkten ist die Festlegung des Erlösmodells sowie konkreter Preise oft nicht trivial. Die Zahlungsbereitschaft für reine Softwareprodukte und digitale Dienstleistungen ist möglicherweise bei Ihren Kunden nicht besonders hoch, da sie häufig als kostenfreie Beigaben zu einer hohen Investition erwartet werden.

PROTOTYPEN ENTWICKELN UND TESTEN

Wichtig: Egal, wie gut Ihre bislang ausgearbeitete Serviceidee und die einzelnen technischen Bestandteile auf dem Papier oder in Ihren Gedanken wirken, am Ende zeigt sich in der Realität, ob und wie gut Ihre Lösungen eingesetzt werden können.

In den bisherigen Prozessschritten haben Sie bereits Hypothesen und Prototypen aufgestellt und mit dem Kunden zusammen validiert. Auch bei der Entwicklung und dem Testen von Prototypen geht es wieder um Kundenteilintegration, damit Sie Ihre Lösung durch Kundenfeedback schnell und einfach iterativ weiterentwickeln können. Ganz nach dem Motto des Lean Startup⁴ und einem sich wiederholenden Zyklus aus Umsetzen (Build), Testen (Measure) und Lernen (Learn) geht es darum, frühestmöglich eine funktionierende Lösung mit möglichst geringem Aufwand umzusetzen und relevantes Feedback

⁴ Ries, Eric. Lean Startup: Schnell, risikolos und erfolgreich Unternehmen gründen. Redline Wirtschaft, 2014.

von Kundenseite zu erhalten, welches dann in einem nächsten, weiterentwickelten Prototyp umgesetzt wird.

Tip: Sind in Ihrem Entwicklerteam verschiedene Meinungen zu einem Thema aufgetaucht oder haben Sie das Gefühl, dass sich Ihre Diskussionen im Kreis drehen? Dann können Sie für unterschiedliche Ansätze oder Entwürfe Prototypen entwickeln und die Nutzer entscheiden lassen, welche eher Ihren Bedürfnissen entsprechen.

Methoden zum Prototyping

Im Folgenden beschreiben wir kurz ausgewählte Methoden, die sich für das Entwickeln und Testen von Prototypen von Smart Services anbieten.

Storyboards ist eine Methode zur Beschreibung eines Angebots und zur Visualisierung von Benutzerinteraktionen. In *Abbildung 38* sehen Sie ein Beispiel für ein ausgefülltes Storyboard.

STORYBOARDS

- Ideal zur Demonstration von Funktionen und Situationen
- Verdeutlicht ein bestimmtes Anwendungsszenario einer Dienstleistung durch die ein Nutzer von Anfang bis zum Ende begleitet wird
- Möglichkeit eine gewisse Dynamik zu aufzuzeigen
- Lässt sich schnell umsetzen (Pen & Paper, PowerPoint, Visio, Prezi, mysimpleshow etc.)

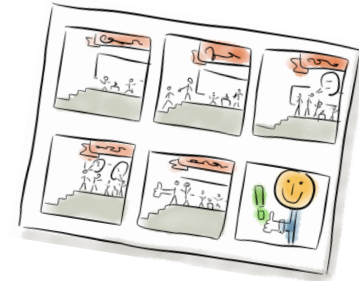


Abbildung 38: Informationen zu Storyboards

Mit dieser Methode verdeutlichen Sie ein bestimmtes Anwendungsszenario Ihres Service, durch das ein Nutzer von Anfang bis Ende begleitet wird. Eine einfache Umsetzung mit Stift und Zettel, PowerPoint oder Visio ermöglicht eine schnelle Demonstration und Feedback.

Der Service Blueprint ist eine speziell auf Dienstleistungen ausgerichtete Methode, um den Leistungserstellungsprozess mit allen dafür notwendigen Prozessschritten zu visualisieren. Der Service Blueprint gibt einen vereinfach-

ten Überblick über den Ablauf einzelner Aktivitäten des Dienstleistungsprozesses (*Abbildung 39*). Durch verschiedene Ebenen und Linien lässt sich illustrieren, wer welche Aktivitäten im Prozess übernimmt und welche Aktivitäten durch welche Akteure wahrgenommen werden können. Dadurch werden wichtige Informationen auf einen Blick sichtbar und es kann ein gemeinsames Verständnis des Prozesses erzielt werden.

Prototyping mit Hilfe von Schablonen ist eine Möglichkeit, um wichtige

dass Sie Aspekte und Funktionen Ihres Service gezielt imitieren, um diese zu testen. Hierdurch können Sie Zeit und Ressourcen sparen. Für die Erstellung eines Prototyps muss zunächst allerdings klar sein, was genau getestet werden soll. Anschließend müssen Sie sich überlegen, wie Sie dem Anwender die Interaktion vortäuschen bzw. wie sie diese simulieren können.

Tip: Halten Sie Ergebnisse mit Fotos oder Video fest.

Auch Click Dummies und Websites zur vereinfachten Demonstration von Software-Teilprozessen, sind eine gute Möglichkeit komplexe Entwicklungen durch frühzeitiges Feedback zu unterstützen. Auch Spielfiguren (z. B. von Lego oder Playmobil) können helfen, ihre Lösung visuell darzustellen.

Die verschiedenen Arten von Prototypen sollten Sie dazu nutzen, um Ihre Kunden durch Ihren Service zu führen und so die Zusammenhänge und Vorzüge Ihrer Lösung

zu vermitteln. Hierdurch können Sie Ihre Ideen auch direkt testen.

Wichtig: Denken Sie daran, den Kunden einzubeziehen, wenn Sie mithilfe einer dieser Methoden oder durch andere Vorgehensweisen Prototypen erstellt haben. Veranstalten Sie Kundenworkshops und stellen Sie das Testen der Prototypen in den Fokus. Dadurch erhalten Sie in kurzer Zeit wertvolles Feedback und wecken die Neugierde des Kunden, da dieser Ihren Innovationsprozess miterlebt.



Abbildung 40: Beispiel des Prototyping mit Schablonen

Kapitel 9:

Use Cases

In diesem Kapitel möchten wir Ihnen eine Übersicht der im Projekt retrosmart umgesetzten Smart-Service-Retrofits geben.

In diesem Kapitel möchten wir Ihnen fünf Use Cases vorstellen, die wir im Rahmen des Verbundvorhabens retrosmart umgesetzt haben. Diese fünf Praxisbeispiele illustrieren die im Leitfaden dargestellten Prozessphasen. Es wird gezeigt wie Smart-Service-Geschäftsmodelle durch die Nachrüstung von Bestandsmaschinen und -anlagen erprobt und umgesetzt werden können. Wir hoffen, dass diese Beispiele Sie dazu animieren, eigene Projekte in die Tat umzusetzen und unsere Empfehlungen aus diesem Leitfaden greifbarer werden.

CONDITION MONITORING UND SELF SERVICE

Vorbereitung

Die Firma emkon hatte zu Beginn des Projekts eine installierte Basis von ca. 146 aktiven Maschinen, von denen ungefähr die Hälfte bislang nicht über eine Fernwartung angesprochen werden kann. Zum aktuellen Produktportfolio zählt u. a. die Serienmaschine FLEX, die seit ca. 10 Jahren vertrieben wird und von der derzeit 17 Exemplare im Feld sind. Diese Maschine ist speziell für die Tabakindustrie entwickelt worden und verpackt Feinschnitt-Tabak in Tabakbeutel unterschiedlicher Art. Die Maschinen dieses Typs verfügen zwar bereits verschiedene Sensoren, diese werden allerdings nur zur Maschinensteuerung genutzt. So gibt es beispielsweise Temperatursensoren, Vakuum- und Druckluftüberwachungssensoren sowie Schwingungssensoren. Für eine Zustandsüberwachung besteht jedoch der Bedarf für darüber hinaus gehende Sensorik, die bisher nicht verbaut wird und mit der auch

die bereits ausgelieferten Maschinen nachgerüstet werden sollen.

Kundensicht

In der Vorbereitung entschied sich Emkon dazu, sich bei dem Smart-Service-Retrofit-Vorhaben auf die Tabakindustrie zu fokussieren. Der Tabakmarkt ist lukrativ und es sind viele Anlagen im Feld. Als Zielkunde wurde eine Persona entwickelt, die den fiktiven Namen Gero trägt und den Produktionsleiter eines durchgehend produzierenden Standortes darstellt. Darauf aufbauend wurden die Kundenaufgaben, -Probleme und Vorteile ausgearbeitet (*Abbildung 41*).

Wie man ein solches Profil erstellt, und warum die Einbindung des Kunden essentiell ist finden Sie in [Kapitel 4, S. 32](#)

Problem Statement

Gero hat demnach eine Produktion, die 24/7 laufen muss, ohne Zeitslots für eine Wartung. Er sucht einen Weg, um seine Wartung möglichst schnell und effizient gestalten und mit möglichst wenig Stillstand produzieren zu können. Eine präventive Wartung kommt hier

meist nicht in Frage und die Maschine wird bis zum Stillstand gefahren.

Warum eine Definition der Problemstellung sinnvoll ist und wie diese erarbeitet werden kann, finden Sie in [Kapitel 5, S. 39](#)

Wertschöpfungssicht

Zur Ideengenerierung wurde eine Brainwriting-Session mit verschiedenen Abteilungen bei emkon durchgeführt. Die Ergebnisse wurden nach dem Nutzen für den Kunden, aber auch nach der Umsetzbarkeit bewertet. Im Rahmen des Verbundvorhabens retrosmart haben wir den Fokus auf zwei mögliche Ideen gelegt.

Wie Ideen gesammelt aber danach auch priorisiert werden finden Sie in [Kapitel 6, ab S. 44](#)

Aufbauend auf dem Geschäftsmodellmuster der Zustandserfassung (siehe *Musterkarte A1, S. 113*) entstand die erste Idee des Production Controller. Kern dieser Idee war eine Zustandserfassung kritischer Bauteile und eine einsehbare

PRODUKTIONSLEITER „GERO“ 24/7 TABAKVERPACKUNG



Kundenaufgaben

- Output der Maschinen
- Qualität des Produktes
- Wartungsplanung
- Kostenreduktion
- Mitarbeiter Schulungen organisieren



Kundenprobleme

- Mangelnde Schichtübergabe
- Ungeplante Ausfälle
- Wunschtechniker fehlt
- Format nicht eingefahren
- Planzahlen einhalten
- Keine Wartungsslots
- Unzufriedenheit Personal
- Unzureichende Kommunikation (intern)



Kundenvorteile

- Kurze Reaktionszeit
- Erreichbarkeit
- Teilverfügbarkeit
- Verlässliche Termine
- Überblick Zuständigkeitsbereich
- Prädiktive Instandhaltung
- Bevorzugte Behandlung
- Daten Auswertung
- Mitentwicklung

Abbildung 41: Ergebnis eines Workshops der Firma emkon zur Erstellung des Profils „Produktionsleiter Tabakverpackung“

Historie eingestellter Fertigungsparameter an der Maschine. Diese zusammenhängenden Parameter sollen Aufschluss über den Zustand der Maschine geben. Da die Verschleißursachen noch nicht ganzheitlich bekannt waren, wurde zunächst ein spezifischeres Problem identifiziert, an dem das System umgesetzt werden sollte. Hierbei wurde die Längung der Hauptantriebskette fokussiert, die den Kunden von emkon wiederholt Probleme bereitete. Basierend auf diesem Anwendungsfall

wurden die Parameter Kettenlänge und Geräusche an der Kette definiert, die möglichst kontinuierlich überwacht werden sollten. Darüber hinaus wurde festgelegt, dass es auch wünschenswert wäre, weitere direkte Anlagenwerte zu überwachen, die Aufschluss über den Gesamtzustand der Maschine erlauben.

Mehr zur Definition eines Wertversprechens und der Festlegung benötigter Daten finden Sie in [Kapitel 6, ab S. 54](#)

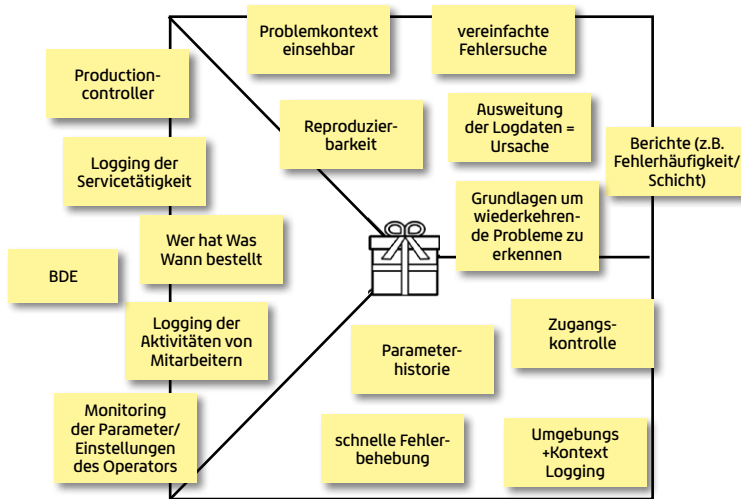


Abbildung 42: Ausgefüllte Value Map als Workshopergebnis

Die erste Idee der Zustandserfassung der Kette wurde im Zuge der Ideenentwicklung mit einer zweiten Idee eines anderen Geschäftsmodellmusters vereint. Hierbei ging es darum, die erfassten Daten nicht nur zu überwachen, sondern sogar konkrete Handlungsanweisungen daraus abzuleiten, die dann zum Tragen kommen, wenn ein bestimmtes Problem durch eine Grenzwertüberschreitung erkannt wird. Gedanke dieser Idee war es entweder

das Personal des Anlagenherstellers oder sogar des Endkunden in die Lage zum Selfservice zu befähigen (*siehe Musterkarte C2, S. 118*). Das bedeutet, der Anwender wird in die Lage versetzt, selbstständig Instandhaltungsarbeiten auszuführen. Allerdings gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Anlagentypen und innerhalb eines Anlagentyps viele unterschiedliche Reparaturfälle, was zu unterschiedlichen Schwierigkeiten führen kann. So brauchen

Instandhalter in der Regel eine Menge Erfahrung und Routine, um die Abfolge der gezielten Handgriffe, die bei einer Reparatur anfallen zu lernen und zu verinnerlichen. Eine weitere Schwierigkeit im Bereich von Service- und Reparaturtätigkeiten besteht darin, dass der Arbeitsprozess in der Regel nicht vordefiniert werden kann. Er hängt vielmehr davon ab, was eine Befundung der jeweiligen Situation ergibt. Weshalb Reparaturen derzeit nur mit langjähriger Erfahrung und durch hochausgebildetes Personal möglich sind. Die Überlegung war es dem Mitarbeiter ein digitales Werkerführungssystem zu bieten, welches die Arbeitsanweisung möglichst einfach verständlich und direkt auf einem Tablet oder Laptop in unmittelbarer Nähe seines Arbeitsortes Schritt für Schritt anzeigt. Außerdem sollte eine "Wenn-Dann-Funktion" integriert sein, um einen Wechsel aus Befundungs- und Ausführungsschritten zu ermöglichen. Durch die Wenn-Dann-Funktion soll das führende System das weitere Verfahren vorschlagen, wodurch Mitarbeiter entlastet werden.

Wir entschieden uns, den Anwendungsfall der Kettenauslenkung weiterzuverfolgen und dem Kunden mit der “Wenn-Dann-Funktion” gezielt bei dem Problemfall der ausgelenkten Kette zu befähigen, das Problem selbst zu lösen. Hierfür war es wiederum wichtig, benötigte Prozessdaten zu sammeln. Um dies zu tun sammelten wir zunächst die wichtigsten Daten, welche die Umsetzung der Ideen ermöglichen würden (Hierzu zählen bspw. Kettenlängungs- und Geräuschparameter).

Mehr zu den Überlegungen zu benötigten Daten finden Sie in [Kapitel 6, S. 55](#).

Ökosystemsicht

Um zu verstehen, wo die benötigten Daten herkommen, analysierten wir welche Rohdaten es gibt und aus welcher Infrastruktur diese gezogen werden können. Danach mussten für die Erfassung der Daten geeignete Sensoren gesucht und installiert werden.

Detaillierte Informationen zur Auswahl von Sensorik und weiterer Umsetzungs-

bausteine für die Entwicklung eines Retrofit-Koffers finden Sie in [Kapitel 7, S. 68](#)

Nachdem entsprechende Sensorik ausgewählt wurde befassten wir uns mit der Umsetzung erster Prototypen. Die Lösung, für die wir uns zunächst entschieden, war eine mobile Kofferlösung, die die Sensorik und Schnittstellen beinhalten sollte. Diese Kofferlösung sollte vom Servicetechniker direkt an die Maschine angebunden werden. Um die Bestandteile und die Funktion zu klären, wurde im Verbundvorhaben retrosmart ein erster Prototyp mit den benötigten Modulen des Koffers erstellt.

Die Sensorik wurde über einen Raspberry Pi angebunden, da schon an der Messstelle erste Auswertungsmöglichkeiten gegeben werden sollten. So sollte vermieden werden, dass eine mögliche Funkübertragung dauerhaft notwendig ist. Durch einfache Grenzwertüberwachungen oder Zeittrigger auf dem Raspberry Pi konnten Datenpakete nur bei Bedarf an den Koffer gesendet werden. Die Daten wurden über das OPC-UA-Protokoll an den

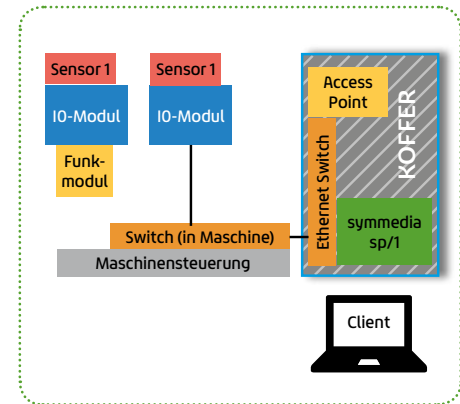


Abbildung 43: Erstes Hardwarekonzept der Kofferlösung als Workshopergebnis



Abbildung 44: Prototyp des Koffers

Koffer gesendet, der maßgeblich aus der Rechneinheit von symmedia als System zur Datenübermittlung und Datenauswertung bestand.

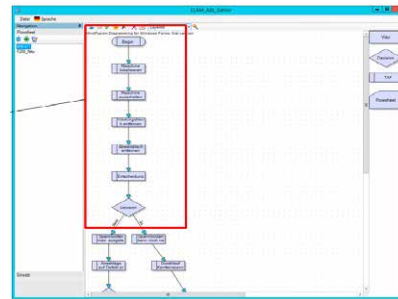
Weitere Informationen zur Auswahl eines geeigneten Systems zur Datenübermittlung und -auswertung finden Sie in [Kapitel 7, ab S. 60](#)

Mit Hilfe von symmedia und ihrer Serviceplattform SP/1 war es möglich Applikationen, wie ein Dashboard oder ein Leitstand im Anschluss an die beschriebene Datenerfassung und -übermittlung zu integrieren und die Daten zu visualisieren. Zusätzlich wurde eine „Wenn-Dann-Funktion“ auf Basis des ELAM-Systems von Armbruster Engineering als Werkerführungstool zum Self-Service konzipiert. Über einen Editor wurden die Arbeitsabläufe und die zu treffenden Entscheidungen in Form von „Wenn-Dann-Funktionen“ eingerichtet. In [Abbildung 46](#) können Sie den ersten Prototyp der Arbeitsanweisung mit einzelnen Arbeitsschritten bis zur ersten Entscheidung sehen.



Abbildung 45: Retrofit-Koffer

Beim Start wird der Ablauf nur bis zur ersten Entscheidung angezeigt.



Aufgrund des Entscheidungsergebnis wird der nächste Zweig angezeigt.

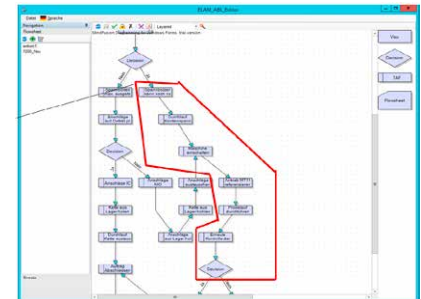


Abbildung 46: Editor der Wenn-Dann-Funktion mit Verzweigung nach einer Entscheidung

Sollten die Arbeitsschritte des ersten Abschnitts erledigt sein, sollte das System die Entscheidung treffen, wie weiter zu verfahren ist. Abhängig von dieser Entscheidung sollten die nächsten Arbeitsschritte angezeigt werden. Ein Beispiel einer Entscheidung sehen Sie im rechten Bild der *Abbildung 47*. *Warum die Prozessvisualisierung aber auch die Erstellung von Prototypen gerade in der Dienstleistungsentwicklung wichtig ist, finden Sie in **Kapitel 8, S. 81***

Fit

Im Projekt wurde der ganzheitliche Ablauf an einer Anlage vom Typ emkon FLEX demonstriert. Durch Schwingungsaufnehmer konnte der Zustand der Hauptantriebskette gemessen werden. Zusätzlich wurden Experimente mit Mikrofonen durchgeführt. Zum Gesamtablauf von der Installation der externen Sensorik über die Datenerfassung bis hin zu einem Selfservice auf Basis der Nutzung einer „Wenn-Dann-Funktion“ ist ein Demonstrationsvideo entstanden. Dieses ist im Netz unter www.retrosmart.de zu finden.

PERFORMANCE MANAGER

Vorbereitung

Die Tablettenpressen von Fette Compacting zeichnen sich durch eine lange Lebensdauer aus und bieten sich daher für Modernisierungen und Nachrüstungen an. Das Durchschnittsalter der Maschinen der installierten Basis beträgt ca. 12 Jahre. Es sind sogar auch noch einzelne Tablettenpressen aus den 1970er Jahren in Betrieb. Das Unternehmen verfügt insgesamt über eine installierte Basis von ca. 5.000 Maschinen im Feld, wobei sich ein Retrofitting bei ca. 2.000 Maschinen alleine aus Effizienzgründen rechnen könnte.

Typische Abnehmer der Maschinen sind Hersteller von pharmazeutischen Produkten (ca. 90 %) und Nahrungsmittelhersteller (ca. 10 %), die üblicherweise jeweils drei bis fünf Tablettenpressen pro Kundenstandort in Betrieb haben. Sowohl der Nahrungsmittelsektor als auch die Pharmaindustrie sind stark reguliert, wie z. B. das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte

(BfArM). Modifikationen an Hard- und Software können daher unter Umständen aufwendige Validierungen erforderlich machen, wodurch Kunden eine Abwehrhaltung gegen ein Retrofitting von ihren Tablettenpressen einnehmen könnten. Dagegen stellen Maschinenausfälle aufgrund der hohen Empfindlichkeit der zu verarbeiteten Stoffe eine große Herausforderung dar. So senken lange Ausfälle der Maschinen nicht nur die Produktionseffizienz, sondern können auch die verwendeten Stoffe (Arzneimittel oder Nahrungsmittel) unbrauchbar machen. Die Potenziale und Risiken, die mit entsprechenden einem Retrofit einhergehen, wurden frühzeitig im Projekt abgewogen. Im Anschluss wurde ein Projektteam aus zwei Mitarbeitern definiert, die für die Realisierung des Smart-Service-Retrofit-Projekts verantwortlich waren und sich Unterstützung in verschiedenen Abteilungen holen konnten.

*Eine ausführliche Beschreibung der Prozessphase Vorbereitung finden Sie in **Kapitel 3 ab S. 23***

Kundensicht

Ausgehend von der Erfassung der Ist-Situation wurde zunächst das zu adressierende Kundensegment detaillierter ausgearbeitet. Die Erkenntnisse wurden wie folgt zusammengefasst:

- In der Pharmaindustrie sind viele alte Maschinen im Einsatz, wodurch ein Retrofitting interessant ist.
- Im Projekt sollen zunächst standardisierte Tablettenpressen untersucht werden (ca. 600 Maschinen seit 2013).

Warum eine Segmentierung der Kunden wichtig ist und wie diese durchgeführt werden kann finden Sie in [Kapitel 4, S. 31](#)

Die Kunden der Pharmaindustrie, die eine Maschine von Fette Compacting kaufen, möchten eine höchsteffiziente und zuverlässige Produktion gewährleisten. Hierzu benötigen Sie eine bedarfsgerechte Performance- und Maintenance-Steuerung. Das bedeutet, dass Kunden wissen möchten, wann die Performance ihrer Maschine nachlässt

und wann ggf. Produktionsziele in Gefahr sind. Diese Information ist für die frühzeitige und vorausschauende Intervention nötig, um ungeplante Produktionsausfälle abzuwenden.

In einem Workshop wurde deutlich, dass verschiedene Rollen beim Kunden häufig undifferenziert betrachtet werden. Der Instandhalter hat jedoch andere Anforderungen als der Bediener oder der Produktionsleiter. Daher wurde der Zielkunde noch weiter konkretisiert. In diesem Anwendungsfall wurde der Produktionsleiter als die zu betrachtende Rolle gewählt und für diese Rolle ein detailliertes Kundenprofil ausgearbeitet.

Methoden zur Detaillierung und Ausarbeitung von solchen Kundenprofilen sind in [Kapitel 4, S. 32](#) zu finden.

Problem Statement

Im Anschluss wurde das Problemstatement erarbeitet. Dieses lautete wie folgt: Der Produktionsleiter kann möglicherweise seine Produktionsziele nicht erreichen. Er braucht einen Weg, um jederzeit und von überall seine Produktionsperformance und

Anlagenverfügbarkeit überblicken und auf einem spezifischen Level halten zu können, weil dies die Erreichung seiner Produktionsziele unterstützt.

Warum eine Definition der Problemstellung sinnvoll ist und wie diese erarbeitet werden kann, finden Sie in [Kapitel 5, S. 39](#)

Wertschöpfungssicht

Für die weitere Entwicklung wurden die Geschäftsmodellmuster für Smart Services genutzt. Hierbei wurden Ideen mit Hilfe der Muster Zustandserfassung (*Musterkarte A1, S. 113*) und Wartungsmanagement (*Musterkarte C1, S. 116*) entwickelt. Die Ideen wurden durch die Workshopteilnehmer nach der Machbarkeit, dem Kundennutzen und danach bewertet, ob diese Ideen Teil des Projektes sein sollen. Im Anschluss konnte jeder Teilnehmer Wertversprechen formulieren (Ein Beispiel ist der Performance-Assistent welcher in *Abbildung 48* zu finden ist).

Weitere Muster und wie diese eingesetzt werden können finden Sie in [Kapitel 6, S. 46](#)

Die einzelnen Wertversprechen motivierten wiederum die Entwicklung eines Tools zur Zustandsüberwachung und zur Performance-Analyse (Performance Manager). In diesem Use Case ging es also zunächst darum, Informationen zur Einschätzung der Performance für den Kunden zugänglich zu machen. Produktionsleiter sollten schneller auf Abweichungen reagieren können, da sie jederzeit über den aktuellen Status informiert sind. Die Anwendung sollte außerdem über das eigene interne Netzwerk auf allen gängigen Webbrowsern erreichbar sein, da nur die eigenen IT-Sicherheitsrichtlinien des Nutzers gelten. Aufbauend auf der Performance Manager möchte Fette zukünftig auch einen proaktiven Service anbieten, der eine Maschine zurück zum ursprünglichen Performance-Level bringt.

Was ein Wertversprechen ausmacht und wie man dieses erarbeitet finden Sie in [Kapitel 6, S. 54](#)

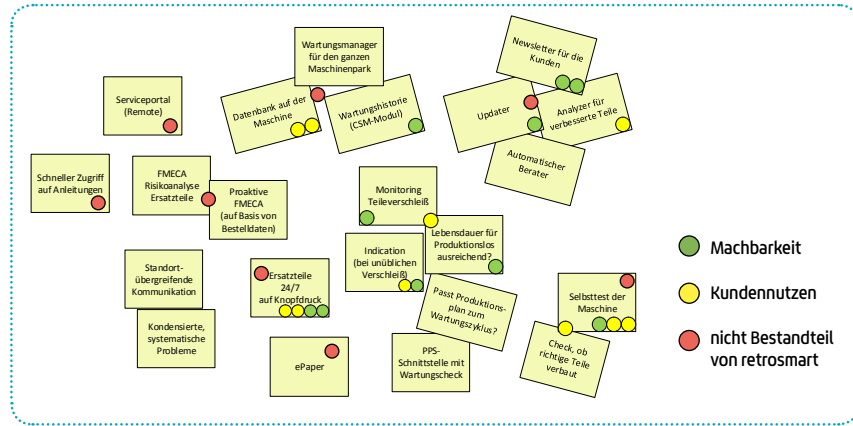


Abbildung 47: Ergebnis aus der Ideensammlung

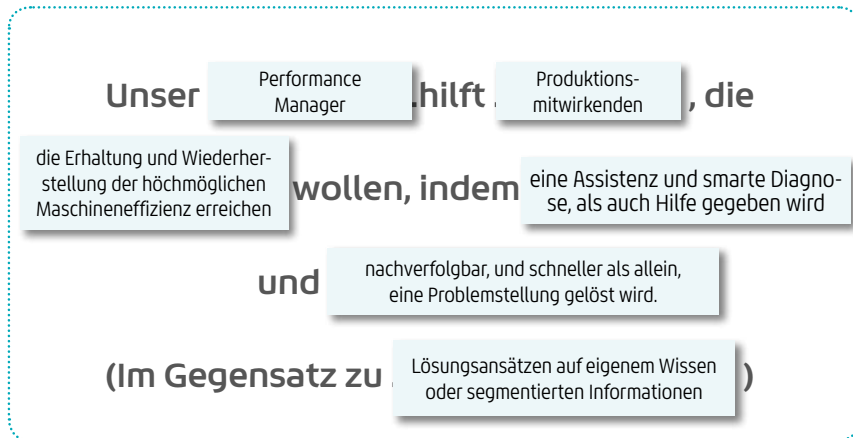


Abbildung 48: Beispiel eines Wertversprechens

Für dieses Geschäftsmodell müssen Daten erfasst werden, über die die Performance der Produktionsprozesse bei den Kunden bewertet wird. Hierbei wurden Berater und Servicetechniker bei Fette Compacting einbezogen. Es wurden drei Parameter als relevant erachtet:

- Output: Tabletten pro Stunde in 1000x Tabletten/h
- Yield (bzw. Ausbeute): Gutproduktion/(Gutproduktion + Schlechtproduktion) in %
- Srel: Relative Standardabweichung der Hauptpresskraft in %

Zunächst wurde eine reine Visualisierung der Daten angestrebt (Zustandüberwachung). Hinzu kamen bereits erste Visionen, dass Maschinen diese Daten irgendwann autonom nutzen und sich selber justieren können (Performance Manager).

Verschiedene Level von analytischen Fähigkeiten und Unterschiede zwischen diesen finden Sie in [Kapitel 6, S. 57](#)

Um zu planen, wie erste Serviceprozesse intern ablaufen, wurde ein Service-Blueprint (*Abbildung 49*) erstellt. In diesem Beispiel wurde der Prozess von einer Kalibrierung der Maschine durch einen Techniker, über die Performance-Prognose und einem

detektierten Performance-Verlust bis hin zum Serviceeinsatz visualisiert.

Zusätzlich wurde eine Customer Journey Map für den Prozess beim Kunden erarbeitet. Hierbei wurde deutlich, zu welchen Zeitpunkten der Kunde

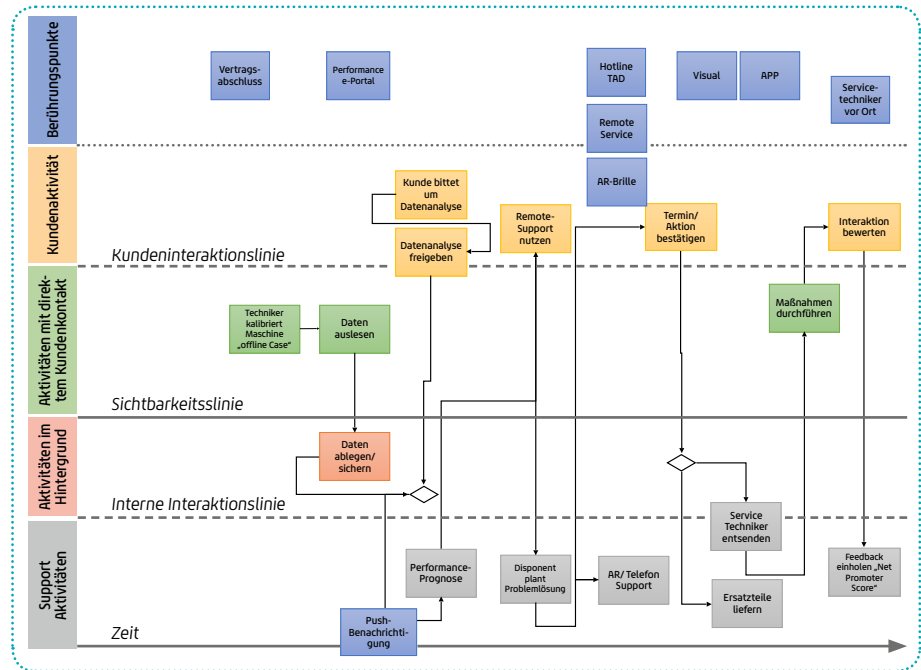


Abbildung 49: Beispiel eines Service Blueprint

eigentlich Unterstützung benötigt. Der Prozess wurde wie folgt definiert:

Nach der Inbetriebnahme nutzt ein Kunde einen „Start-of-Production Support“, bei dem die Maschine innerhalb kürzester Zeit unter den gegebenen Produktionsbedingungen mit dem bestimmten Produkt auf höchste Leistung eingefahren wird.

Abschließend werden die oben aufgeführten spezifischen Produktions-/Performance-Parameter analysiert und Grenzwerte festgelegt, die zu einer Intervention führen sollen.

Warum die Modellierung von Prozessen gerade bei Dienstleistungen so wichtig ist finden Sie im Abschnitt zur Customer Journey Map in [Kapitel 4, S.33](#).

Ökosystemsicht

Zur Ermittlung der Prozessparameter wurde deutlich, dass Daten notwendig sind, die zurzeit noch nicht aufgezeichnet werden. Da die Maschinen schon werkseitig viele Sensoren zur Steuerung integriert haben, diese

Parameter	Datenpunkt	Einheit	Typ
Number of machine	dpDataString.MachineNumber	-	BSTR
Type of machine	dpDataString.MachineType	-	BSTR
Name and number of product/recipe	dpDataString.Product	-	BSTR
Batch-End	dpMessage.BatchEnd	-	BOOL
Tablets per hour	dpMeasuredValue.Station1 dpMeasuredValue.Station2	1000x tablets/h	R8
Good production	dpMeasuredValue.Station1.p014 dpMeasuredValue.Station2.p014	1000x tablets	R8
Bad production	dpMeasuredValue.Station1.p015 dpMeasuredValue.Station2.p015	tablets	R8
Main compression force Srel	dpMeasuredValue.Station1.p008 dpMeasuredValue.Station2.p008	%	R8

Abbildung 50: Schnittstellenparameter

aber noch nicht die benötigten Daten aufzeichnen oder nutzen, entschied Fette Compacting sich für die Entwicklung eines Schnittstellenübersetzers. Mithilfe dieses Softwaretools war es möglich, die Daten nutzbar zu machen und im standardisierten OPC-UA Format weiterzuleiten. Gerade weil es eine Vielzahl identischer Maschinen im Feld gibt, war der Entwicklungsauf-

wand hier vertretbar. Ein Ausschnitt einer solchen Schnittstellenbeschreibung ist in *Abbildung 50* dargestellt.

Informationen wie man an Daten kommt und warum es wichtig ist Standards zu berücksichtigen finden Sie in [Kapitel 7, S. 61](#)

Auf Basis der erfassten Daten wurde eine Server-basierte Anwendung entwickelt, die es ermöglicht, Produktionsprozesse der Tablettenpresse über mobile Endgeräte (Laptop, Smartphone etc.) zu überwachen. Um die Funktionalitäten und die Anbindung zu testen, konnte auf eine bestehende virtuelle Maschine von Fette Compacting zurückgegriffen werden. Die virtuelle Maschine besteht aus einer Softwaresimulation einer Tablettenpresse inklusive OPC-UA-Server. Über die Benutzeroberfläche der Simulation können verschiedenen Betriebszustände der Maschine eingestellt werden. Der OPC-UA-Server der Simulation stellt dieselben Datenpunkte bereit, wie sie eine echte Maschine liefert. Mit Hilfe dieser Simulation konnte symmedia die Konfiguration für die Anbindung der Maschine an das symmedia SP/1 System erstellen, ohne Zugriff auf eine echte, physikalische Tablettenpresse zu haben.

*Warum es sinnvoll ist die Expertise anderer Firmen in Projekten einfließen zu lassen finden Sie im **Kapitel 7, S. 74***

USER STORY

Der Nutzer kann sich jederzeit und ortsunabhängig einen Überblick über den aktuellen Produktions- und Maschinenstatus verschaffen und beispielsweise Daten und Protokolle herunterladen. Auf diese Weise behalten alle Produktionsbeteiligten die volle Kontrolle über die Fertigung, sie können sofort reagieren und das Personal effizienter einplanen. Dies ermöglicht eine Analyse von Ineffizienzen sowie die Ergreifung von Maßnahmen.

Einerseits kann der Kunde die Werte je Maschine selbst überwachen (grafisch). Andererseits soll es Fette Compacting möglich sein, diese Werte je Maschine ebenso zu überwachen sowie Mittels einer Listendarstellung (sortiert nach nächstliegenden/überfälligen Grenzwertverletzungen) für die gesamte angeschlossene Bestandsbasis zukünftige Grenzwertverletzungen angezeigt

Die Anforderungen an die zu entwickelnde Lösung wurden durch symmedia in einer User Story festgehalten und wie folgt zusammengefasst:

zu bekommen, um so Kunden mit der höchsten Dringlichkeit zuerst zu helfen.

Hierbei soll zudem ein Trend (linear) mit Vier-Wochen-Vorausschau dargestellt und genutzt werden.

In der Listendarstellung muss ersichtlich sein, welcher Grenzwert verletzt wird und in wieviel Tagen der Trend den Grenzwert durchbrechen wird.

Es wird eine Information (direkt im Tool und auch per E-Mail) an den Kunden und an Fette Compacting gesendet, sobald der Vier-Wochen-Trend erstmals den Grenzwert durchbricht, ebenso noch einmal wenn der Trend-Durchbruch nur noch zwei Wochen entfernt ist und wenn der Aktualwert den Grenzwert durchbricht. Die genannten Zeiten müssen jeweils auf die individuelle Situation von Produkt und Presse beim Kunden anpassbar sein.

Anhand dieser User Story konnte symmedia als Systemintegrator eine Konfiguration für ein symmedia SP/1 Site Control erstellen, mit der die drei

als relevant definierten Performance-Parameter in einer definierten Frequenz vom OPC-UA-Server abgefragt und wie spezifiziert dargestellt wurden.

Welche Rollen bei der Entwicklung noch wichtig sein können siehe [Kapitel 7 S.75](#)

Die Parameter „Output Tabletten pro Stunde“ und „Srel Standardabweichung der Hauptpresskraft“ konnten direkt vom OPC-UA-Server als Rohdaten abgefragt werden. Für den dritten Parameter „Yield“ wurden die Rohdaten „Good Production“ und „Bad Production“ vom OPC-UA-Server abgefragt und das Verhältnis „Yield“ im symmedia SP/1 System aus diesen Werten berechnet.

Nachdem die Konfiguration des SP/1 Systems mit Hilfe der virtuellen Maschine erstellt und getestet wurde, konnte die Konfiguration auf ein zweites symmedia SP/1 System übertragen werden, das mit einer echten Tablettenpresse verbunden war. Weil der OPC-UA-Server der echten Maschine denselben OPC-UA-Adressraum verwendete wie die virtuelle Maschine und gleichartige

Daten lieferte, konnten die drei relevanten Performance-Parameter unverzüglich nach Inbetriebnahme ermittelt werden und im symmedia SP/1 System dargestellt und analysiert werden. Eine Übertragung der Konfiguration auf weitere Tablettenpresse ist einfach möglich. Durch die Verwendung einer virtuellen Maschine als Simulation der echten Tablettenpresse wurde die Entwicklung deutlich vereinfacht bzw. eine getrennte Entwicklung des Analysesystems ohne Zugriff auf eine echte Maschine überhaupt erst ermöglicht.

Fit

Die Zustandsüberwachung wird zurzeit mit ausgewählten Testkunden validiert. Hierzu wurde ein MVP (Minimum Viable Product) programmiert, das alle nötigen Anforderungen abdeckt. Insbesondere im Bereich der IT-Sicherheit gibt es auf Seiten der Kunden von Fette Compacting sehr hohe Anforderungen an das Produkt.

Der Performance Manager als nächste Ausbaustufe befindet sich aktuell noch in der Konzeptionsphase. Erste Schritte

in Richtung MVP und erste Tests mit Kunden werden demnächst erfolgen. Ein denkbares Geschäftsmodell ist der Abschluss eines Service-Vertrags, der den Wartungszyklus und Zielwerte für die drei Performance-Parameter festlegt. Die drei genannten Performance-Werte werden je Maschine und Produkt zum proaktiven Performance-Management genutzt. Die Betriebsstunden werden je Maschine zur bedarfsgerechten Wartung (auf Basis der Betriebsstundenüberwachung) verwendet. Hierfür sollen die Werte im Vergleich zu den festgelegten Grenzwerten überwacht und über ein webbasiertes Tool für Kunden und Fette Compacting bereitgestellt werden. Somit müssen die Batch-spezifischen Performance Werte am Ende jedes Batches eines spezifizierten Produktes von Maschinen abgerufen und Grenzwerte eingestellt und dargestellt werden können. Die Betriebsstunden müssen nach jedem Batch abgerufen werden.

Weitere Möglichkeiten, wie Services vermarktet werden können finden Sie im [Kapitel 8 ab S. 80](#)

GEHÖR DES TECHNIKERS

Vorbereitung

Im Rahmen der Workshop-Reihe von Fette Compacting mit der Ruhr-Universität Bochum wurden Ideen für weitere Smart-Service-Angebote aufgedeckt und analysiert. Der Kontext wurde bereits für das Umsetzungsbeispiel des Performance Managers beschrieben und soll hier nicht wiederholt werden.

Kundensicht

Zusätzlich zu der Ausarbeitung einer Lösung für den Produktionsleiter war auch der Instandhalter im Fokus einer Entwicklung. Daher wurde auch für diese Persona ein spezifisches Kundenprofil erstellt.

Problem Statement

Die Definition des Problems war letztendlich: Der Instandhalter erhält oftmals keine befriedigende Antwort aus dem Kundenservice im Problemfall. Instandhalter müssen hier unterstützt werden, weil Stillstände der Produktion hohe Ausfallkosten nach sich ziehen

INSTANDHALTER „GLOBAL-PHARMA-FORSCHUNG“



Kundenaufgaben

- Verfügbarkeit sicherstellen
- Wartung planen & durchführen
- Ersatzteile beschaffen & vorhalten
- Reparaturen
- Rüsten & Reinigung
- Produktverlust minimieren
- Techn. Ansprechpartner für Fette



Kundenprobleme

- Erreichbarkeit Fette
- Keine befriedigende Antwort aus Kundenservice
- Unzureichende Dokumentation
- Time To Fix (TTF)
- Ersatzteilverfügbarkeit
- Ungeplante Ausfälle



Kundenvorteile

- Wartungsanleitungen
- Remote Unterstützung
- Preventive Maintenance
- Passende Ersatzteilverfügbarkeit
- Eindeutige Serviceintervalle
- Klare Ansprechpartner
- Schneller Notfall-Service
- Keine ungeplanten Ausfälle

Abbildung 51: Kundenprofil des Instandhalters eines globalen Pharmaunternehmens

und Ausfälle vorhersehbar und noch besser vermeidbar werden müssen.

Wertschöpfungssicht

Auf Grundlage des Kundenprofils des Instandhalters wurde eine Lösung gesucht, um ungeplante Stillstände zu vermeiden. Mögliche Ansätze zur Gestaltung des Wertversprechens wurden anhand einer Value Map (Abbildung 52) gesammelt und strukturiert. Ein

mögliches Wertversprechen war ein Condition Monitoring. Das Wertversprechen wurde wie folgt definiert: Unser Service Condition Monitoring hilft Kunden, die ihre Produktivität steigern wollen, indem die Stillstandzeiten verringert und eine maximale Auslastung ermöglicht werden.

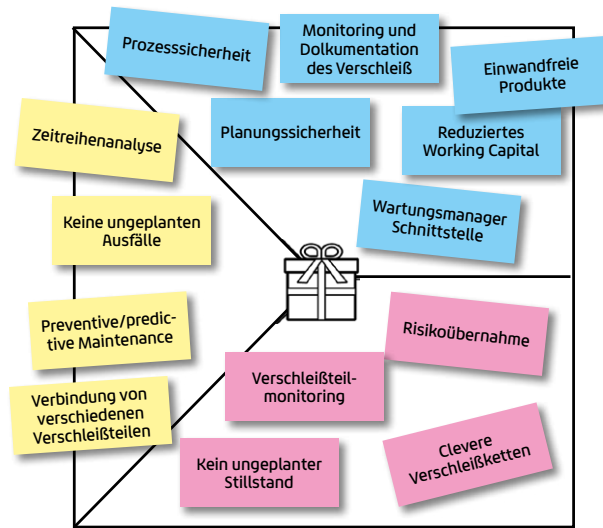


Abbildung 52: Value Map als Workshopergebnis

Wie man ein solches Wertversprechen erstellt und zur Diskussion stellen kann finden Sie im [Kapitel 6, S. 54](#)

Da die Workshops mit internen Mitarbeitern geführt wurden, war es nun wichtig getroffene Annahmen als Hypothesen zu formulieren und zu testen. Diese Hypothesen waren wie folgt:

- Ungeplante Stillstände müssen vermieden werden, und stellen ein sehr großes Problem für den Kunden dar.
- Der Verschleißprozess ist schwierig zu bemerken und muss automatisiert erkennbar gemacht werden.
- Working Capital anhand von Lagerbeständen soll vermieden werden.

- Verschleißüberwachung an der Füllkurve ist erstrebenswert.
- Stillstand ist häufig durch Verschleiß verursacht.
- Der Kunde ist bereit, die benötigten Daten bereitzustellen.
- Verschleißersatzteile sind nicht optimal vorgehalten.
- Der Kunde ist interessiert, sein Risiko abzugeben.

Warum Hypothesen erstellt werden sollten, man sich über Annahmen bewusst sein sollte und wie man diese getestet finden Sie in [Kapitel 1, S. 16](#)

Ökosystemsicht

Zunächst wurde die Idee verfolgt, den Verschleiß eines für die Produktion grundlegenden Bauteils durch eine Schwingungsaufnahme mittels externer Sensorik durchzuführen. Schon bevor ein technischer Prototyp entwickelt und Versuchsreihen gefahren werden konnten, wurde die Idee mit

einem Pilotkunden besprochen. Recht schnell erwies sich die grundlegende Hypothese, dass das Bauteil überwacht werden sollte, als falsch. Da das Bauteil bei jedem Chargenwechsel und bei jeder Umrüstung ausgebaut wird und so optisch inspiziert werden kann, würde die zusätzliche Sensorik nur für mehr Aufwand sorgen, den der Kunde nicht haben will. Das war eine wichtige Erkenntnis, welche weitere Entwicklungskosten vermieden hat.

Dennoch stellt das frühzeitige Erkennen von Problemen in der Produktion ein Problem dar, welches angegangen werden sollte. Durch Überlegungen zu möglichen technischen Messgrößen und unter Einbeziehung von erfahrenen Technikern wurde erkannt, dass das Geräusch der Maschine wichtige Informationen zu ihrem Zustand liefern kann. Hier stellte sich dann die Frage, ob sich dieser Prozess nicht auch automatisieren lässt und wie das Know-How und Wissen des Technikers in einem Service für den Kunden verfügbar gemacht werden kann.

Der Hintergrund dieses Ansatzes ist die alltägliche Erfahrung, dass mit jeder Maschine ein bestimmtes Geräuschbild verbunden ist. Kennen wir die Maschine in ihrem täglichen Einsatz, so erkennen wir intuitiv das gewohnte Geräuschbild als normal und registrieren automatisch Abweichungen von dieser Norm. Diese Erfahrung trifft auch auf Tablettenpressen zu, die ein vielfältiges Klangbild durch den Antrieb, die Rotation der Matrizescheibe, die Führung der Stempel und die Kompression zwischen den Druckrollen erzeugen. Der erfahrene Servicetechniker bekommt schon bei Betreten des Produktionsraumes einen akustischen Eindruck von der laufenden Presse und leitet daraus intuitiv seine Schlussfolgerungen ab.

Die zentrale Fragestellung ist, ob diese intuitive Ableitung auch strukturiert und digitalisiert werden kann. Hierzu wurden erste Untersuchungen in Kooperation mit einem Data-Analytics-Spezialisten durchgeführt.

Welche Rollen bei der Entwicklung noch wichtig sein können und warum

*die Zusammenarbeit mit Partnern in gewissen Fragestellungen unausweichlich ist, ist in **Kapitel 7, S. 74** beschrieben.*

Es wurde ein Mikrofon in dem Pressraum der Tablettenpresse installiert und auf die Matrizescheibe gerichtet. Dann wurde die Presse unter Last mit Placebo gefahren und ein breites Frequenzband aufgenommen. Anschließend wurde nach diesem Basislauf ein Stempel mit einem Klebestreifen auf der Pressfläche manipuliert. Damit wird ein längerer Stempel und eine höhere Presskraft im Vergleich zu den anderen Stempeln simuliert. Die zweite Aufnahme mit dem manipulierten Stempel zeigt eine deutliche Änderung des Klangbildes. Dies entspricht auch der persönlichen akustischen Erfahrung. Eine zweite Messreihe wurde aufgenommen, bei der das Mikrofon außerhalb des Pressraumes aufgebaut wurde. Die beiden Messungen mit und ohne Manipulation des Stempels zeigten im Prinzip das gleiche erwartete Ergebnis. Allerdings wurden zahlreiche externe Störgeräusche mit aufgenommen, wie z. B. vorbeifahrende Fahrzeuge. Die Platzierung

des Mikrofons in der Presskabine ergibt ein signifikant klareres Ergebnis und ist unbedingt vorzuziehen. Da die Audioüberwachung für eine vorausschauende Fehlererkennung eine vielversprechende Lösung erschien, wurde die Mikrofonaufnahme als Anforderung an den Hardwarebaukasten weitergegeben.

Fit

Nach diesem sehr erfolgreichen ersten grundsätzlichen Test sollen weitere Untersuchungen in Anschlussprojekten durchgeführt werden. Es wurde deutlich, dass das Mikrofon als einfach nachzurüstende externe Sensorik ein großes Potenzial für neue Serviceleistungen bieten kann.

SMART REMOTE SUPPORT

Vorbereitung

Die kostenlose Telefon Hotline bildet seit Jahrzehnten die Basis des Remote Service von Fette Compacting. Der mündliche Informationsaustausch steht dabei im Vordergrund. Dies ist für deutschsprachige Kunden ein einfaches Unterfangen, für andere Nationalitäten wird meist die englische Sprache genutzt. Hier beginnt jedoch bereits die Sprachbarriere, die für manche Bediener unüberwindbar wird. Dies bedeutet eine erhebliche Einschränkung in der Nutzbarkeit der Telefon-Hotline. Eine weitere Einschränkung im internationalen Geschäft sind Zeitzonen. Hier ist ein Ausbau in den nordamerikanischen Raum und zum anderen in den asiatischen Raum notwendig, um eine vollständige 24-Stunden-Abdeckung zu gewährleisten. Der Datenaustausch erfolgt über E-Mail und es gibt in der Regel keinen direkten Zugriff auf die Maschine beim Kunden. Dies war eine Zeit lang möglich durch einfache offene Anwendungen wie z. B. Teamviewer

und später durch das Service-Portal, das von Fette Compacting im Rahmen der Excellence United mit symmedia entwickelt wurde. Der Zugriff auf die Pressen von außen wurde jedoch durch die zunehmend restriktiven Regelungen der IT-Abteilungen auf Kundenseite erschwert bis unmöglich.

Kundensicht

Am Anfang dieses Umsetzungsbeispiels galt es, die genauen Probleme der Kunden von Fette Compacting zu definieren (*Kapitel 4, ab S. 29*). Zusammen mit dem Vertrieb haben wir auf Basis der Hypothesen und einem Problem Statement (vergleiche 5 Problem Statement) passende Kunden als Interviewpartner akquiriert. Wir wollten möglichst unterschiedliche Blickwinkel einfangen und entschieden uns für ein breites Feld an Kunden, vom Großkonzern bis zum kleinen „local hero“. Es wurden nicht nur Produktionsleiter, sondern auch Mechaniker der Maschine eingebunden. Die Hypothesen und das Problem Statement haben uns dabei geholfen in explorativen Interviews (*Kapitel 4, S. 37*) die genauen

Probleme und Bedürfnisse unserer Kunden herauszufinden ([Kapitel 4, S. 34](#)). Hierbei ist zu beachten, dass die eigentlichen Nutzer des Produktes nicht immer die Entscheider in großen Konzernen sind. Hier ergibt es Sinn, das Problem Statement ggf. anhand verschiedener Zielgruppen zu differenzieren ([Kapitel 4, S. 31](#)), um ein möglichst umfassendes Bild zu erzeugen.

Problem Statement

Wir formulierten das Problem Statement wie folgt: Der Instandhalter ist bei komplexen Problemen an der Tablettenpresse überfragt und benötigt Hilfe. Das Herausfinden und Erreichen des richtigen Ansprechpartners beim OEM ist sehr aufwändig und frustrierend. Die Sprachbarriere führt zusätzlich dazu, dass die Ursachenforschung mit einem Experten nur bedingt funktioniert.

Wertschöpfungssicht

Durch die zuerst geführten explorativen Interviews wurden die akuten Pain Points der Zielgruppe erkannt. Gemeinsam und in nachfolgenden Brainwriting Sessions ([Kapitel 6, S. 44](#))

mit Kollegen aus verschiedenen Abteilungen wurden in Brainwriting Sessions Ideen generiert. Nach einer Ideenauswahl und dem Testen erster Prototypen mit Kunden wurde die Entwicklung eines MVP angestrebt. Die ersten Testrunden sowie die letztendliche Entwicklung des MVP basierte auf den angepassten Hypothesen, die nach den ersten Interviews im interdisziplinären Team erarbeitet wurden.

Wir entschieden uns für die Idee eines Service mit dem Arbeitstitel Smart Remote Support, der es Anwendern ermöglicht, via Live-Chat mit einem technischen Experten von Fette Compacting in Kontakt zu treten, Dokumente auszutauschen oder Videokonferenzen durchzuführen.

Auch diese Idee finden Sie in unseren Geschäftsmodellmustern im [Kapitel 6, S. 46](#)

Ökosystemsicht

Gerade bei der Entwicklung des MVP mussten wir uns fragen, was wir bei Fette Compacting als Maschinebauunternehmen selbst umsetzen wollen, und wo wir Partner ins Boot holen möchten:

- Haben wir überhaupt genügend interne Ressourcen?
- Welche heutigen Prozesse können wir übernehmen oder müssen wir ggf. anpassen?
- Was sind die Anforderungen an potenzielle Partner?

Bei der Entwicklung des MVP ging es uns in erster Linie darum, auch den richtigen Partner zu finden, der ggf. schon eine ähnliche Produktvariante anbot und dennoch flexibel genug ist, um auf unsere Anpassungswünsche einzugehen. Wir haben uns mehrere Anbieter digitaler Remote-Lösungen angeschaut und mit unseren Anforderungen verglichen. Letztendlich entschieden wir uns

als Fette Compacting für die Zusammenarbeit mit einem Start-Up.

Nach einer ausführlichen Testphase haben wir das Feedback von Kunden und unseren eigenen Mitarbeitern aufgenommen und in die gemeinsame iterative Weiterentwicklung einfließen lassen. Die Testphase war insbesondere wichtig, um interne Prozesse zu verbessern.

Fit

Die App ist auf jedem mobilen Gerät wie Smartphone und Tablet verfügbar und das Team auf Kundenseite kann die Tipps der Experten direkt an der Maschine umsetzen. Einen wesentlichen Fortschritt stellt die integrierte Übersetzungsfunktion da, die es ermöglicht einen Text in Muttersprache zu schreiben und direkt an den Gesprächspartner in dessen Muttersprache zu übersetzen. Damit ist eine der wesentlichen Hürden im direkten Austausch genommen. Augmented Reality erhöht die Präzision der Fehlerbehebung durch visuelle Zeigewerkzeuge. Smart Remote speichert alle Lösungswege in einem

Kundenarchiv, so dass die Benutzer immer wieder darauf zugreifen können.

Wichtige Erfahrungen bei der Entwicklung von Smart Remote waren unter anderem, dass sich der Vertrieb digitaler Produkte über alte Strukturen erheblich erschwert und auch die Nutzung auf interner Seite ganz neue Herausforderungen mit sich bringt. Es gilt, die internen Anforderungen an das Produkt mit denen der Kunden zu verknüpfen und so Schritt für Schritt die Lösung anzupassen. Hier führen wir nicht nur weitere Interviews mit Kunden, sondern sammeln regelmäßig Feedback von internen Mitarbeitern, um deren Sicht ebenfalls einzufangen.

AUTOMATED MONITORING DASHBOARD

Vorbereitung

Am Fachgebiet für industrielle Automatisierungstechnik der Technischen Universität Berlin werden Forschungsprojekte durchgeführt und Studienprojekte wie Abschlussarbeiten betreut. Im Rahmen der Forschungsarbeiten werden pro Jahr diverse Prototypen entwickelt, die einiger physischer Komponenten bedürfen. Da es sich bei der Automatisierungstechnik um ein anwendungsorientiertes Themenfeld handelt, entstehen im Rahmen der Studierendenarbeiten jedes Semester ebenfalls eine Vielzahl an Prototypen. Grundsätzlich steht hierfür eine zentrale Werkstatt, die von diversen Fachgebieten genutzt wird, mit entsprechendem Fachpersonal zur Verfügung.

Kundensicht

Als Kunden sind in diesem Kontext das wissenschaftliche Personal sowie die Studierenden zu verstehen. Das wissenschaftliche Personal sowie Studierende

sehen sich bei der (Weiter-)Entwicklung von Prototypen mit den begrenzten Kapazitäten der Werkstatt konfrontiert. Die übermäßige Anfrage an die Werkstatt kann dabei zu Engpässen führen. Eine dezentrale Werkstatt für einfache Prozesse würde viele Vorteile mitbringen: die zentrale Werkstatt wird entlastet und kleinere Vorhaben werden schneller umgesetzt. Diese dezentrale Werkstatt müsste dann aber auch gepflegt und der Zustand und die Verfügbarkeit der Maschinen stets einsehbar sein.

Problem Statement

Grundsätzlich werden an vielen Universitäten Werkstattdienste angeboten, die jedoch mit Kosten und teilweise längeren Wartezeiten verbunden sind. In der Folge haben sich durch technologische Entwicklungen im Bereich der Desktop Machine Tools neue Potenziale für dezentrale Werkstätten ergeben. Hierdurch entstehen zunehmend neue kleine Werkstätten, die vor allem für kleinere Projekte genutzt werden können und somit auch die etablierten Werkstätten entlasten.



Abbildung 53: Stepcraft D.600

Im Fachgebiet Industrielle Automatisierungstechnik der Technische Universität Berlin wurde eine STEP-CRAFT-2/D.600 zur Verfügung gestellt (siehe Abbildung 53). Hierbei handelt es sich um eine multifunktionale Desktop-Maschine, die als Computer Numerical Control (CNC)-Fräsmaschine sowie als 3D-Drucker eingesetzt werden kann. Diese Desktop Machine Tools sind kostengünstige Werkzeuge,

die für die Erstellung semiprofessioneller Prototypen geeignet sind. Sie sind tendenziell einfacher zu benutzen als professionelle Produktionsmaschinen.

Die Stepcraft ist für die Bearbeitung interner und kleinerer Aufträge im Fachgebiet gedacht. Diese können von unterschiedlichen Studierenden kommen, die nie mit einer CNC-Maschine gearbeitet haben. Deswegen

kann eine detaillierte Anleitung über die Funktionsweise der Maschine einen großen Zeitaufwand entsprechen. Aus diesem Grund werden in diesem Projekt verschiedene datenbasierte Dienste erforscht und entwickelt, die die Bedienung der Maschine erleichtern. Das Ziel ist es, die Benutzung der Maschine zu automatisieren und bei Entscheidungen zur Wartung und Leistung der Maschine zu unterstützen.

Damit wir datenbasierte Dienste entwickeln konnten, brauchten wir die Daten der Maschine. Am Stepcraft werden keine Prozesskennzahlen gemessen und der Zustand beim 3D-Drucken ist nicht erkennbar. Dies kann dazu führen, dass die Leistung der Maschine beeinträchtigt wird. Beispielsweise kann ein erhöhter Energiebedarf erforderlich sein, um einen Fräsprozess durchzuführen. Ebenfalls kann die Prozessqualität sinken, wenn der Fräser stumpf wird. Diese unerwarteten Unregelmäßigkeiten lassen sich nur durch eine ständige Überprüfung des Systems durch Facharbeitskräfte vermeiden. Allerdings bedeutet

so eine ständige Überprüfung eine Belastung der Fachkräfte im Fachgebiet.

Wertschöpfungssicht

In diesem Umsetzungsbeispiel entwickelten wir zwei datenbasierte Dienste zur Maschinenüberwachung, die eine erleichterte Bedienung von Werkzeugmaschinen ermöglichen. Dazu zählt eine reibungslosere Einarbeitung neuer Arbeitskräfte und die Erhöhung der Leistung der Maschinen. Die Maschinenüberwachung soll durch die Nachrüstung mit Sensorik ermöglicht werden. Im konkreten Fall waren dies eine Kamera sowie verschiedene Sensoren (z. B. für Temperatur).

Ökosystemsicht

Für die Umsetzung der digitalen Dienste musste außerdem eine geeignete technische Infrastruktur sowie Nutzerschnittstellen geschaffen werden. Auf einem Anwendungsrechner installierten wir einen OPC-UA-Client, der die gesammelten Sensordaten abfragt und diese nachfolgend in einer PostgreSQL-Datenbank speichert. Darüber hinaus haben wir ein Dashboard

mit Hilfe der Open-Source-Software Grafana entwickelt. Über SQL-Abfragen werden die Sensordaten letztendlich auf das Dashboard übertragen, wo der Benutzer eine übersichtliche Darstellung und Visualisierung des Maschinenzustandes erhält (*Abbildung 54*). Zusätzlich zu der Datenvisualisierung wurden auch datenbasierte Dienste eingesetzt, die durch die Auswertung der gesammelten Daten den Maschinenbediener unterstützen können. Diese versenden bspw. Nachrichten oder lassen Warnmeldungen erscheinen, wenn Grenzwerte über- oder unterschritten werden.

Die Erfahrungen aus diesem Umsetzungsbeispiel wurden in einer weiteren Iteration genutzt, um ein Dashboard zu entwickeln, das sich durch das Auslesen der Sensorschnittstellen automatisch einrichtet und die zur Verfügung gestellten Daten übersichtlich darstellt. Es soll nicht mehr aufwändig eingerichtet werden müssen, wie es bei dem zuvor beschriebenen Dashboard noch nötig war. Für die automatisierte Erstellung eines Dashboards werden die drei Schritte



Abbildung 54: Dashboard zur Datenvisualisierung

aus *Abbildung 54* durchlaufen: Datenerfassung (Data acquisition), Datenverarbeitung (Data preparation) und Datenvisualisierung (Data visualization).

Datenerfassung: Für die Datenerfassung braucht das Dashboard lediglich die Verbindungsdaten zu den OPC-UA-Servern der angeschlossenen Sensoren. Im OPC-UA-Server werden die Sensordaten

nach dem vordefinierten Informationsmodell organisiert. Anschließend wird ein OPC-UA-Client pro Modul bzw. pro Sensor von der Dashboard-Software erstellt. Auf diese Weise erfolgt eine modulare Aufteilung der Dashboard-Komponente. Die OPC-UA-Clients verbinden sich auf eine Node-RED-Programmierungsumgebung und stellen die Sensordaten für die Datenverarbeitung

bereit. Node-RED ist ein von IBM entwickeltes grafisches Entwicklungswerkzeug. Die Software ermöglicht es, Anwendungsfälle im Bereich des Internets der Dinge mit einem einfachen Baukastenprinzip umzusetzen.

Datenverarbeitung: Anhand der Adressräume der Sensoren werden relevante Informationen für die Darstellung der Sensordaten ausgelesen und Darstellungsart ausgewählt. Das genaue Ziel dieser Programmierung ist, alle von den Sensoren bezogenen Daten für eine erfolgreiche Datenvisualisierung vorzubereiten. Anschließend werden die Daten an die Visualisierung weitergeleitet.

Datenvisualisierung: In diesem Schritt werden die Dashboard-Module für die einzelnen Sensoren anhand der bereitgestellten Daten automatisch ausgewählt, mit den Live-Updates der Sensordaten versorgt, und anschließend angeordnet. In *Abbildung 56* ist die Funktionsweise der Module genauer dargestellt. Die von den OPC-UA-Clients gesammelte Sensordaten umfassen nicht nur den Wert, sondern

auch Sensordaten, die Einheit mit dem gemessen wird, eine Darstellungsart und ggf. Grenzwerte sowie eine allgemeine Beschreibung des Sensors. Alle Sensordaten werden in einem Objekt zusammengefasst. Dieses Objekt wird in Abhängigkeit von der Darstellungsart des Sensors zu einem vordefinierten Dashboard-Modul weitergeleitet. Die Dashboard-Module sind vorprogrammierte Visualisierungselemente, wie Liniendiagramme, Gauge-Charts, Textausgaben usw. Diese Dashboard-Module werden mit den Daten der weitergeleiteten Objekte gefüllt. Anschließend werden alle so entstandenen Dashboard-Module zu einem gesamten Dashboard integriert.

Am Stepcraft -2/D.600 mit den nachgerüsteten und weiteren simulierten Sensoren ergibt sich hierdurch das in *Abbildung 57* dargestellte Dashboard.

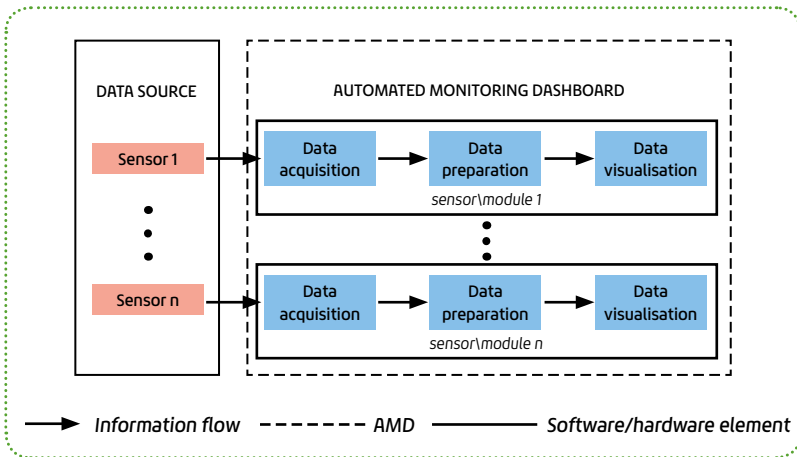


Abbildung 55: Dashboard-Konzept

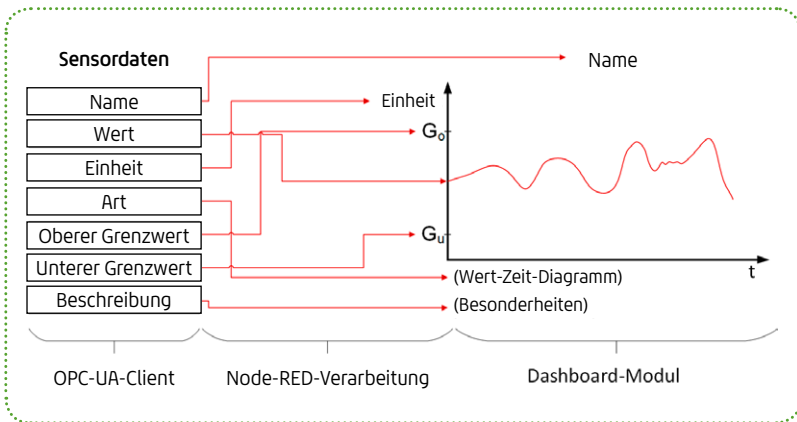


Abbildung 56: Erstellung der Dashboard-Module aus den Sensordaten



Abbildung 57: Modulares Monitoring-Dashboard am Stepcraft-2/D.600

Fit

Der Stepcraft wurde durch ein Retrofitting zu einem Smart Product weiterentwickelt. Neben einer Kamera wurden folgende Sensoren installiert:

Stromsensoren: Diese Sensoren überwachen den Stromverbrauch der Achsen der Maschine. Sie sollen dazu dienen den Zustand dieser Achsen zu überwachen. Erhöhter Stromverbrauch deutet auf eine Schwergängigkeit der Achsen hin.

Temperatursensor: Es wurde ein Pyrometer an der Maschine angebracht, der die Temperatur des Fräs- werkzeuges überwacht, um dieses vor Überhitzung zu schützen.

Beschleunigungssensor: An der Maschine wurde ein Beschleunigungssensor angebracht, um die Vibrationen der Maschine zu überwachen und bei erhöhten Vibrationen eine Wartung ansetzen zu können.

Filament-Tracker: Mithilfe dieses Sensors wird der Verbrauch des Filaments beim Einsatz des 3D-Druckers überwacht, um zu verhindern, dass der Maschine das Material ausgeht.

Die Daten dieser Sensoren werden organisiert, gesammelt und über industrielle Kommunikationsstandards übertragen. Die gesammelten Sensordaten werden über I2C (inter integrated circuit) und GPIO (general-purpose input/output) zu einem Raspberry Pi übertragen, wo sie in einem OPC-UA-Server organisiert werden.

Hinsichtlich des Interaktionsniveaus konnten wir zeigen, dass mit Hilfe eines automatisierten Monitoring-Dashboard die Darstellung von Zustandsdaten ohne individuelle Einstellungen erfolgen kann.

Kapitel 10: *Erfolgsfaktoren*

Zum Abschluss möchten wir mit Ihnen verschiedene Erfolgsfaktoren teilen, die ein Smart-Service-Retrofit-Projekt beeinflussen können. Diese sind im Verlauf der zuvor vorgestellten Use Cases des BMBF-geförderten Verbundvorhabens retrosmart deutlich geworden.

BEWERTUNG VON MACHBARKEITEN

Jede noch so gute Idee, die im kleinen Rahmen getestet wurde, kann nicht ohne die stetige positive Bewertung verschiedener Machbarkeitsdimensionen skaliert werden. Angelehnt an den Inhalten einer Machbarkeitsanalyse sollten Sie deshalb versuchen, im Verlaufe Ihres Projekts immer wieder an verschiedene Aspekte zu denken, die für eine erfolgreiche Entwicklung, Markteinführung und Skalierung Ihres Smart-Service-Retrofit-Angebots erforderlich sind. Um die verschiedenen Aspekte bearbeiten zu können, können folgende Fragen hilfreich sein.

- **Technische Machbarkeit:** Haben Sie die technischen Möglichkeiten, um eine erste Gesamtlösung zu entwickeln? Können Sie die technische Infrastruktur skalieren?
- **Rechtliche Machbarkeit:** Entspricht das Smart-Service-Retrofit-Geschäftsmodell den gesetzlichen

Vorschriften und Regelungen, die in dem jeweiligen Markt oder Land gelten? Wem gehören die Daten die Sie benötigen? Welche Dinge müssen Sie rechtlich regeln, um Ihren Service erbringen zu können?

- **Organisatorische Machbarkeit:** Welche aufbau- und ablauforganisatorischen Konsequenzen würde eine Skalierung des Services nach sich ziehen?
- **Nutzenorientierte Machbarkeit:** Entspricht der Service dem erwarteten Kundennutzen? Dient die Gesamtlösung dem Bedürfnis des Kunden?
- **Wirtschaftliche Machbarkeit:** Haben Sie die nötigen finanziellen Ressourcen, die Sie benötigen? Welchen Ertrag können Sie generieren?

.....
Wichtig: Machen Sie sich klar, dass die Wahrscheinlichkeit auf Erfolg höher liegt, wenn Sie all die genannten Machbarkeitsdimensionen positiv bewerten können.

Denn eine Gesamtlösung, die in einzelnen Bereichen negativ zu bewerten ist, wird vermutlich zu keinen tragfähigen und skalierbaren Smart-Service-Geschäftsmodellen führen.

INTEGRATION AGILER UND STRUKTURIERTER ENTWICKLUNGSPROZESSE

Der Wandel von einem Maschinenbauunternehmen zu einem Anbieter digitaler Dienstleistungen birgt Gefahren und stellt die Mitarbeiter vor ungeahnte Herausforderungen. Durch den Wandel müssen bestehende Prozesse, die bislang von vornherein geplant waren, umgedacht und angepasst werden. So liegt eine große Herausforderung darin, bestehende Strukturen und Abläufe im Unternehmen weiterhin aufrechtzuerhalten, die einen in der Vergangenheit zu einem erfolgreichen Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau gemacht haben. Gleichzeitig muss bei der Entwicklung innovativer Smart Services genug Freiraum gewährleistet sein. Es werden vor allem agile Prozesse benötigt, um sich in diesem neuen und unbekanntem Feld entwickeln zu können.

Wir empfehlen daher, dass sich die ersten Phasen von Service-Entwicklungsprojekten (ganz egal, ob im

Zusammenhang mit Retrofit oder nicht) an den Methoden Design Thinking und Lean Startup orientieren, so wie es auch diese Leitfaden beschreibt. Diese ersten Phasen gehen von der Kundenbefragung über die Ideenentwicklung bis zur Validierung des Geschäftsmodells. Es werden Schwerpunkte identifiziert, Kundensegmente sowie Märkte analysiert sowie Interviews mit Kunden organisiert und durchgeführt. Damit auch die richtigen Ansprechpartner identifiziert werden können, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Vertrieb, Service-Abteilung und Ihrem Digital-Team notwendig.

Der gesamte Entwicklungsprozess lebt von seinen iterativen Zyklen und dem ständigen Austausch mit den Kunden. Innerhalb der ersten Phasen können Sie Meilensteine definieren, die Sie mit Ihrem gewohnten Produktentwicklungsprozess (PEP) verknüpfen können. Ein großer Freiraum zum Beginn des Prozesses ist aber wichtig, da die agilen Methoden dadurch leben. Genauso wichtig ist es, im Anschluss in Ihren gewohnten PEP übergehen zu können,

um den Launch Ihres smarten Produktes bzw. Ihrer Gesamtlösung strukturiert durchführen zu können. Wichtig hierbei ist auch zu wissen, dass der agile Prozess nicht starr ist und Sie ihn durch Ihre Erfahrungen iterativ verbessern und anpassen können und sollen.

VON PRODUKT- ZUR KUNDENORIENTIERUNG

Digitale Lösungen im Maschinenbau hängen (noch) eng mit dem Produkt selbst zusammen. Wie können Sie sicherstellen, dass Ihr Team konsequent kundenzentriert und agil arbeitet und gleichzeitig von Anfang an relevantes Fachwissen zur Verfügung steht?

Ein möglicher Weg ist eine gute Durchmischung Ihres Teams im Rahmen von Design Sprints. Ein Teil bringt Methodenwissen und -erfahrungen mit, ein Teil Fachwissen und ein Teil Kundenkenntnis. Meist reicht es, wenn die Kollegen mit Fachwissen gezielt zu Sprints in ihren Themengebieten eingeladen werden. Die Kollegen mit Kundenkenntnis werden hingegen nahezu kontinuierlich benötigt und sollten im Rahmen von Sprints aber auch von ca. zweiwöchentlichen Meetings zur Verfügung stehen, da sie der intensiv genutzte Kanal zu Kunden sind.

ÜBERWINDUNG VON SILOS

Sie werden im Rahmen der Entwicklung von Smart Services Unterstützung aus vielen Bereichen Ihres Unternehmens benötigen, die insbesondere im Maschinen- Anlagenbau noch oft in Silos organisiert sind. Damit diese Unterstützung ungehindert von unternehmenspolitischen Situationen erfolgt, kann es hilfreich sein, dass Sie und Ihr Kernentwicklungsteam neutral und somit z. B. bei der Unternehmensführung und nicht in der Service-Abteilung angegliedert werden.

Ihr Smart-Service-Retrofit-Projekt kann durch das regelmäßige Einbinden eines breiten Teilnehmerkreises profitieren. Dieser kann sich bspw. alle zwei Wochen eine Stunde treffen und je nach Projektphase mal eher technisch oder vertrieblich diskutieren. Dieses Netzwerk kann auch eine Multiplikator-Funktion in die unterschiedlichen Unternehmensbereiche hinein übernehmen.

Für Sie wird es wichtig sein, kurzfristig Unterstützung abrufen zu können – und in jeder Entwicklungsphase sind andere Kollegen gefragt. Die Entwicklung hilft z. B. bei der Nutzung der vorhandenen Schnittstellen, die IT orchestriert die Anbindung über die Cloud, der Neumaschinenvertrieb und die Service-Abteilung stellen Kundenkontakte her und verkaufen später die Lösungen. Auch die Produktion kann wichtig sein; vielleicht können dort die digitalen Lösungen für Kunden schon eingesetzt werden und deren Erfahrungen damit als erste Case Study erhalten.

.....



A1



Zustandserfassung

A2



Fernunterstützung

A3



Nutzerschulung

A4



Online Community



A2

Product Lifecycle Service Fernunterstützung

Wer?

Unternehmen, die schnelle, ortsunabhängige Problemlösungen wünschen.

Was?

Kurze Reaktionszeiten, schnelle Problemdiagnose und -behebung.

Wie?

Der Anbieter ermöglicht über die informationstechnische Anbindung eine bidirektionale Kommunikation zwischen Kundenpersonal und Anbieter.

Wert?

Wartungsverträge (mit und ohne Stundenkontingenten) oder Einzelabrechnung im Servicefall.

Beispiel

symmedia SP/1 Remote Support | Die Hard- und Softwarelösung ermöglicht es dem Anbieter remote auf die Maschine zuzugreifen, wenn der Kunde es freigibt. Zusätzlich können Service-Tickets ausgelöst werden.

DMG NETService | Durch eine Multichat-Funktion können sich Bediener, Servicetechniker und Mitarbeiter schnell zusammenschließen. Um einen besseren Überblick bei Problemen zu erlangen ist zusätzlich eine Plug&Play Service Kamera integriert, die hinzugeschaltet werden kann.



A1

Product Lifecycle Service Zustandserfassung

Wer?

Unternehmen, die den Zustand ihrer Maschinen und Anlagen überwachen wollen.

Was?

Information über Maschinenzustände und ggf. Flottenübersichten.

Wie?

Der Anbieter erhebt und visualisiert Zustandsdaten für einzelne Komponenten oder gesamte Anlagen.

Wert?

Hardware- und Softwareerschaffung mit pauschaler Abrechnung oder Lizenzkosten, sowie Subscription-Modelle nach Umfang der Daten oder Anzahl der Maschinen und Flottengröße.

Beispiel

SKF Quick Collect | Schwingungs- und Temperaturdaten werden durch externe Sensoren aufgenommen, visualisiert und in der Cloud gespeichert.

symmedia Monitoring | Unterschiedlichste Datenquellen aus Standards wie OPC UA und Umati, naiven Schnittstellen zu den Steuerungen oder Werte aus Sensoren oder Datenbanken können ins Maschinenmonitoring einfließen. Ziel ist es signifikante Informationen aus der Datenflut herauszukristallisieren.



A4

Product Lifecycle Service Online Community

Wer?

Nutzer mit ähnlichen Interessen.

Was?

Nutzer können sich untereinander vernetzen und austauschen.

Wie?

Der Anbieter stellt eine digitale Kommunikationsplattform zur Verfügung und vernetzt verschiedene Nutzer

Wert?

Kundenbindung im Fokus, häufig kostenfrei oder als Produktzugabe.

Beispiel

Inngoy Community | Die Kunden-helfen-Kunden Community gibt Informationen zu SmartHome, Aktionen, Tests, Meinungen und hilfreiche Tipps. Das Hauptziel ist es, den Support zu entlasten.

Bosch Sensortec Community | Die aktive Anwender Community bietet unter anderem Erfahrungsaustausch, Beispielanwendungen und die Vernetzung von Partnern und Interessenten.



A3

Product Lifecycle Service Nutzerschulung

Wer?

Unternehmen, die ihr Bedienpersonal im Umgang mit Maschinen und Anlagen schulen wollen bzw. unzureichend ausgebildetes Bedienpersonal haben.

Was?

Verbesserung der Bedienung.

Wie?

Der Anbieter untersucht Nutzungsdaten, identifiziert Optimierungspotenziale und instruiert das Bedienpersonal durch Assistenzsysteme oder Coaching.

Wert?

Schulungsverträge und Lizenzen.

Beispiel

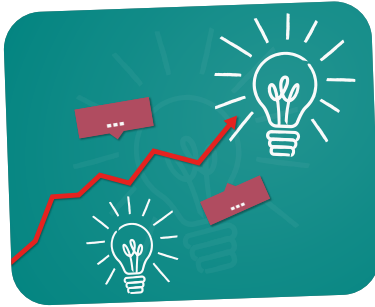
Voith Smart AssisT | Busfahrer erhalten nahezu in Echtzeit Informationen über das Fahrverhalten und Hinweise für ein besseres Fahrverhalten um Kraftstoff einzusparen.

Ubimax xPick | Datenbrillen unterstützen unmittelbar bei der Durchführung von Kommissionierungsarbeiten, indem sie relevante Informationen im Blickfeld des Werkers visualisieren.





B1



Produktoptimierung

B2



Prognoseservice

B3



Verfügbarkeitsgarantie

C1



Wartungsmanagement



B2

Asset Efficiency Services Prognoseservice

Wer?

Unternehmen mit hohen Ausfall- und Folgekosten, die daher frühzeitig auf servicerelevante Ereignisse aufmerksam gemacht werden wollen.

Was?

Unplanmäßige Vorfälle können frühzeitig erkannt und Probleme vorausschauend angegangen werden.

Wie?

Der Anbieter analysiert Echtzeit-Daten, um Alarmer auszugeben. Dabei nutzt er Daten der gesamten installierten Basis, um Anomalien zu erkennen und Fehler aufzudecken.

Wert?

Wartungsverträge.

Beispiel

Kaeser Predictive Maintenance | Durch Echtzeitüberwachung das Erkennen von Mustern, die auf einen baldigen Ausfall hinweisen, können Service-Einsätze terminiert werden, bevor es zum Ausfall kommt.

Hitachi Predictive Quality | Durch die Überwachung von Produktionschritten und das Justieren von Parametern im Prozess können Qualitätsprobleme frühzeitig erkannt und vermieden werden.



B1

Asset Efficiency Services Produktoptimierung

Wer?

Unternehmen, die ihren Maschinenpark (insbesondere im Hinblick auf den Ressourcenverbrauch oder Produktionsoutput) verbessern möchten.

Was?

Effizienzsteigerung von einzelnen Maschinen und Anlagen.

Wie?

Der Anbieter untersucht Nutzungsdaten, identifiziert Optimierungspotenziale und setzt diese durch Anpassung der Konfiguration von Hard- und/oder Software um.

Wert?

Einmaliges Beratungsprojekt bis hin zu einer Beteiligung an Einsparungen (Revenue Sharing).

Beispiel

Boge CIP | Durch eine fortlaufende Datenanalyse werden Potenziale für Energieeinsparungen ermittelt und Komponenten entwickelt die Druckluftsysteme kontinuierlich verbessern.

ABB Asset Optimization | Es werden Berichte zu regelmäßigen Analysen des Allgemeinzustands und der Leistungsfähigkeit erfasst. Die Auswertung kann zur Leistungsverbesserung beitragen und Ausfallzeiten vermeiden.



C1

Process Support Services Wartungsmanagement

Wer?

Unternehmen mit Maschinen- und Anlagenparks, die in regelmäßigen Zyklen gewartet werden müssen.

Was?

Erhöhung der Verfügbarkeit durch Senkung der Stillstandzeiten, ggf. Gewährung von Garantieverlängerungen.

Wie?

Automatisierung und Optimierung von administrativen Aufgaben innerhalb des Wartungsmanagements.

Wert?

Subscription-Modelle in Abhängigkeit der Flottengröße.

Beispiel

symmedia SP/1 Maintenance | Wartungen werden zeitabhängig oder zustandsabhängig organisiert. Über den aktuellen Wartungsstand der Maschinen und benötigte Ersatzteile können sowohl der Hersteller als auch der Maschinenbetreiber informiert werden.

MAN ServiceCare | Die Koordination und Verwaltung von Wartungsterminen wird an teilnehmende MAN-Servicesstützpunkte übertragen.



B3

Asset Efficiency Services Verfügbarkeitsgarantie

Wer?

Unternehmen, die auf die Verfügbarkeit von Assets angewiesen sind.

Was?

Gesicherte Verfügbarkeit von festgelegter Assets.

Wie?

Der Anbieter trägt dafür Sorge, dass Assets zu vereinbarten Konditionen (Kapazität, Zeit, Qualität, u. a.) verfügbar sind.

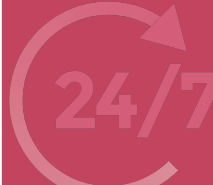
Wert?

Bezahlung für Verfügbarkeit oder Nutzung (Pay-per-Use, Pay-for-Availability).

Beispiel

Hilti Flottenmanagement | Werkzeug wird als Abo angeboten und die Kunden zahlen für die Verfügbarkeit von Werkzeugen. Inkludiert sind Services wie Ersatzgeräte bei Ausfall oder eine Diebstahlversicherung.

Coborn EaaS | Eine KI-basierte Anomalieerkennung ermöglicht es Maschinen mit garantierten Leistungs- und Verfügbarkeitszielen anzubieten. Jede Maschine wird zusätzlich mit einer Versicherungspolice zur Unterstützung dieser Garantien geliefert.





C2



Self Service

C3



Prozessanalyse

C4



Prozesssteuerung

C5



Integrationsplattform



C3

Process Support Services

Prozessanalyse

Wer?

Unternehmen, die keine Kapazitäten aufbringen können, um ihre eigenen komplexen Prozesse zu analysieren und zu optimieren.

Was?

Identifikation von Schwachstellen in Prozessen und Potenzialen für Einsparungen sowie verbesserte Prozesse.

Wie?

Der Anbieter wertet Prozessdaten aus und erstellt Berichte zur Optimierung oder definiert ein verbessertes Prozessdesign.

Wert?

Individuell zu kalkulierende Beratungsleistungen.

Beispiel

Siemens Energy Analytics | Der Kunde erhält detaillierte Berichte zu seinen Energieverbräuchen. Durch die Anpassung und Verschiebung von Spitzenlasten werden Kosteneinsparung ermöglicht. Hierzu werden die Daten mit einem Messsystem erfasst und in der Cloud ausgewertet.

Motion-Mining | Durch Sensoren werden Bewegungsmuster von Mitarbeitern aufgezeichnet. So können beispielweise Logistikprozesse analysiert und optimiert werden.



C2

Process Support Services

Self Service

Wer?

Unternehmen mit eigenem Instandhaltungspersonal.

Was?

Nutzer werden dazu befähigt, Probleme zu identifizieren und eigenständig zu lösen.

Wie?

Anbieter stellt Informationen zu Serviceaktivitäten bereit und befähigt so den Kunden, diese eigenständig zu übernehmen.

Wert?

Kostenfrei als Produktzugabe sowie Verkauf von Servicepaketen und zusätzliche Lizenzgebühren für Anleitungen/Tutorials zu komplexen Tätigkeiten.

Beispiel

DMG TULIP | Das Personal in der Fertigung kann ohne Programmierkenntnisse selbst APPs für interaktive Montageanleitungen, digitale Prüfprotokolle oder Prozessdokumentationen erstellen.

Hilti Self-service | Durch digitale Dokumentationen und Online-Videos werden die Kunden dazu befähigt eigenständig originale Ersatzteile einzubauen.



C5

Process Support Services

Integrationsplattform

Wer?

Teilnehmer von Wertschöpfungsnetzwerken.

Was?

Ermöglicht die Abwicklung von Geschäften zwischen Teilnehmern sowie die Integration und Orchestrierung verschiedener Teilleistungen innerhalb eines Wertschöpfungsnetzwerkes.

Wie?

Der Anbieter integriert verschiedene Daten- und Finanzflüsse auf einer digitalen Plattform.

Wert?

Subscription-Modelle sowie Gebühren und Provisionen bei einzelnen Transaktionen.

Beispiel

GAIA-X | Ziel ist eine sichere und vernetzte Dateninfrastruktur, die den höchsten Ansprüchen an digitale Souveränität genügt und Innovationen fördert. In einem offenen und transparenten digitalen Ökosystem sollen Daten und Dienste verfügbar gemacht, zusammengeführt und vertrauensvoll geteilt werden können.



C4

Process Support Services

Prozesssteuerung

Wer?

Unternehmen, das kontextsensitive Prozesse ausführt und die Maschinenparameter oder Prozessabläufe an diese anpassen muss.

Was?

Optimal angepasster Prozess an sich verändernde Kontexte (Umgebungsbedingungen, Produktkonfiguration, Bedienpersonal u. ä.)

Wie?

Der Anbieter gibt eine Parameteranpassung (automatisiert oder nach Beratung) vor und steuert Übergänge zwischen verschiedenen Aktivitäten

Wert?

Subscription-Modelle, Beteiligung an erzielten Einsparungen.

Beispiel

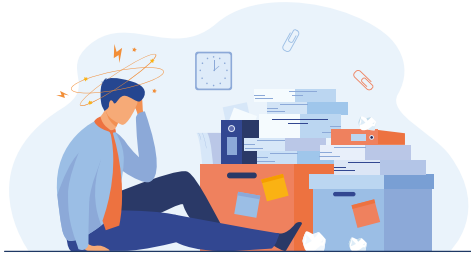
Siemens | Windkraftanlagen sind durch den Einsatz von Sensoren und Aktoren, sowie einer Datenauswertung mittels neuronaler Netze, in der Lage Einstellungen zur Optimierung selber vorzunehmen.

Fraisa Toolcare | Eine webgestützte Überwachung von Mindestbeständen, mit automatischer Nachbestellung von Werkzeugen, stellt sicher, dass die für die Produktion benötigten Tools immer vorhanden sind.





D1



Smarte Dokumentation

D2



Flottenmanagement

D3



Ergebnisgarantie



D2

Process Delegation Services Flottenmanagement

Wer?

Unternehmen, die den Einsatz einer Flotte von Maschinen und Anlagen optimieren wollen. Unternehmen mit einer großen Flotte an Maschinen und Anlagen.

Was?

Gewährleistung einer effizienten Nutzung von Maschinen und Anlagen einer Flotte.

Wie?

Der Anbieter stellt Auswertungen zur Optimierung der Flottenutzung bereit.

Wert?

Subscription-Modelle in Abhängigkeit von der Flottengröße.

Beispiel

Kärcher Fleet | Informationen für einen lückenlosen Überblick über Maschinen und Tätigkeiten werden online bereitgestellt. Auf dieser Basis können Reinigungsgeräte besser ausgelastet werden.

JDLink | Die Kunden wissen zu jeder Zeit, den Standort der Maschine, was sie gerade tun und wie effizient sie funktionieren. Die Betriebsstunden, der Kraftstoffverbrauch, die Motorlast und und Maschinenauslastung können überwacht und analysiert werden.



D1

Process Delegation Services Smarte Dokumentation

Wer?

Unternehmen mit komplexen, zeitaufwändigen oder wiederkehrenden Dokumentationsaufgaben.

Was?

Automatisierte Erfüllung von Dokumentationsanforderungen.

Wie?

Der Anbieter übernimmt die Aufnahme und Ablage von dokumentationspflichtigen Daten.

Wert?

Subscription-Modelle mit unterschiedlichen Laufzeiten, sowie Erlöse für Aufträge zur notwendigen Hard- und Softwareanbindung.

Beispiel

MAN Compliant | Die erforderlichen Datensätze, für die gesetzlich vorgeschriebene Kontrolle und Archivierung von Tachographen- und Fahrkartendaten, werden automatisch in der Cloud abgelegt.

Armbruster ELAM | Durch die Assistenz und Überwachung von Montageprozessen können Arbeitsschritte einfach und automatisiert in Prüfprotokollen dokumentiert werden.



D3

Process Delegation Services Ergebnisgarantie

Wer?

Unternehmen, die Verantwortung an Prozessen abgeben und möglichst kalkulierbare Kosten haben möchten.

Was?

Sicherheit durch Abgabe von Aufgaben mit garantiertem Ergebnis.

Wie?

Der Anbieter übernimmt Aktivitäten des Kunden und damit auch das Risiko für eine erfolgreiche Durchführung.

Wert?

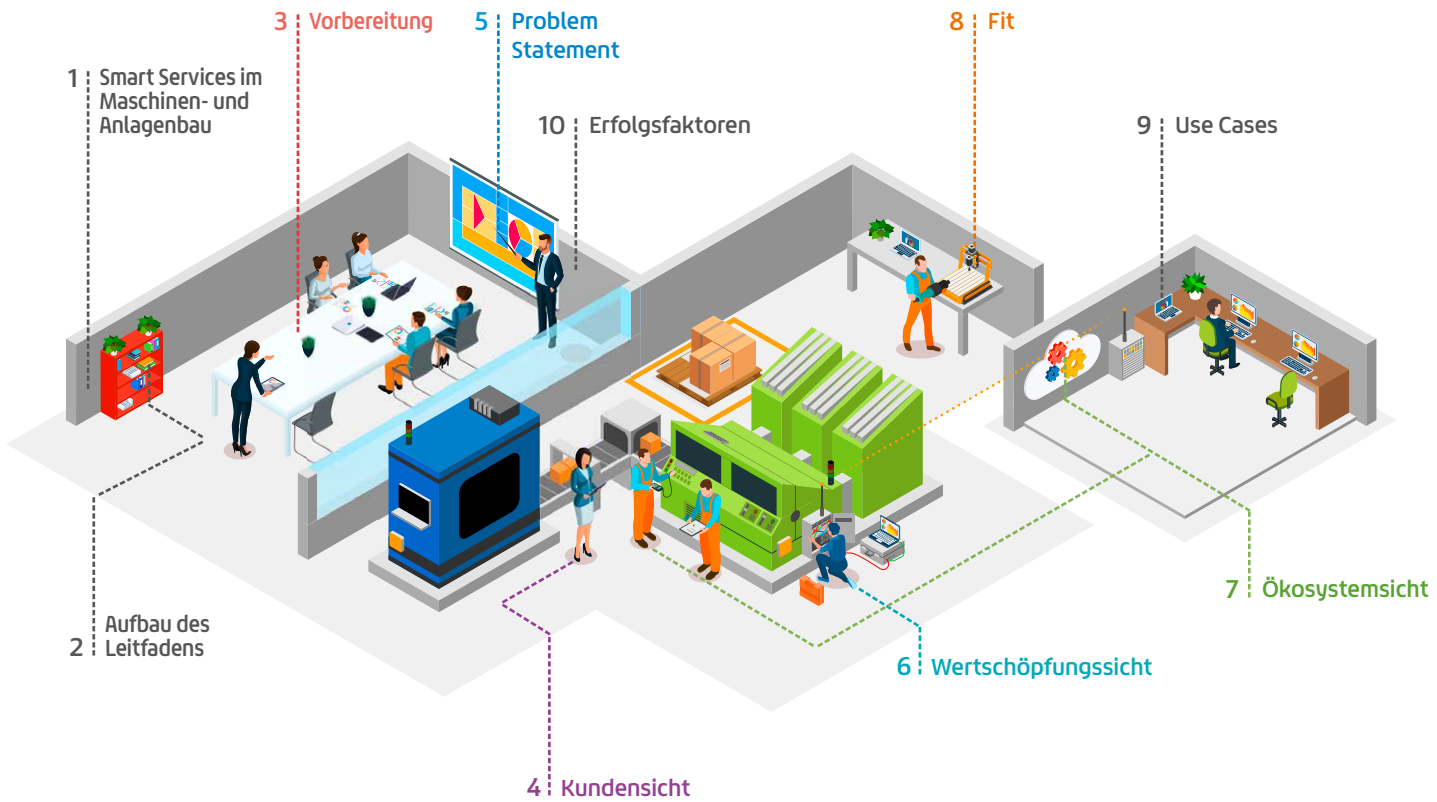
Erfolgsabhängige Bezahlung (Pay-on-Production, Performance-based Contracting)

Beispiel

Michelin Fleet Solution | Reifen werden pro Kilometer Laufleistung abgerechnet. Der Anbieter überträgt die Nutzungsrechte an einen Flottenbetreiber, dem ein funktionsfähiger Reifen versprochen wird.

Trumpf | „Pay-per-Part-Modell“ ermöglicht es Laservollautomaten zu nutzen, ohne diese kaufen oder leasen zu müssen. Kunden zahlen stattdessen für jedes geschnittene Blechteil einen zuvor vereinbarten Preis.





Smart Service *Retrofitting*

Der Maschinen- und Anlagenbau ist ein traditioneller Eckpfeiler der deutschen Wirtschaft. An diesen richtet sich dieser Leitfaden. Entstanden aus dem BMBF-geförderten Verbundvorhaben retrosmart dient der Leitfaden der Entwicklung und Umsetzung digitaler Dienstleistungen, sogenannter Smart Services, auf Basis eines Retrofittings von Bestandsmaschinen, die einen erhöhten Servicebedarf aufweisen.

Denn um auch zukünftig im globalisierten Markt mit kunden- und nutzenorientierten Angeboten wettbewerbsfähig zu bleiben, ist die Entwicklung innovativer Smart-Service-Geschäftsmodelle ein Weg, um Kunden einen Nutzenvorteil bieten zu können. Existierende Kunden können durch Smart Service Retrofits von älteren Maschinen und Anlagen gebunden werden.

Ein durch die Nachrüstung Ihrer Bestandsmaschinen und -anlagen entstehendes Servicegeschäft kann außerdem profitabler als das Neuanlagengeschäft sein und es entsteht eine hoffentlich langfristige und nachhaltige Kundenbeziehung. Wie Sie solche Serviceangebote systematisch entwickeln und anbieten, erfahren Sie in diesem Leitfaden.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

BETREUT VOM



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie