

Smart Maintenance Services: Migration langjährig etablierter Industrieanlagen

Doris Weitlaner

Abstract—Der heutige Technologiestand macht es möglich, Industrieanlagen und -systeme zu entwickeln, die Betriebsdaten remote zum jeweiligen Hersteller übermitteln. Dort lassen sich in Folge durch systematische Analysen wertvolle Informationen gewinnen, die mitunter für die Wartungsprognose und die Störungsvorbeugung verwendet werden können. Während junge Unternehmen bereits unmittelbar mit solchen Lösungen in den Markt eindringen, müssen sich wohletablierte durchaus großen Herausforderungen stellen. Deren Anlagen verfügen oft nicht über die technische Reife, um ein solches Szenario zu realisieren. Es muss nach Möglichkeiten gesucht werden, um die alte mit der neuen Welt zu verflechten. Problemstellungen dieser Art widmet sich das Artemis Arrowhead Projekt, in welchem ca. 70 internationale Partner aus Industrie und Forschung beteiligt sind. Dieser Artikel gewährt Einblicke in die, im Projekt involvierte, AVL List GmbH, die sich aktuell in der Übergangsphase zur Instandhaltung 4.0 befindet.

Index Terms—Auswirkungsanalyse, Industrie 4.0, Praxiseinblick, Smart Services.

I. EINFÜHRUNG

WIR leben heute in einem Zeitalter der Vernetzung, welches von *Industrie 4.0*, dem *Internet der Dinge* und dem *Connected Life* bestimmt wird. Digitale Technologien nehmen immer stärker Einzug in Unternehmen. Zwar unterstützen sie u. a. die Abwicklung des Tagesgeschäfts, jedoch schaffen sie gleichzeitig auch Abhängigkeit. Hinzu kommt, dass nicht nur die Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) beständig einem Wandel unterliegt, sondern auch die Wirtschaft an sich: hybride Wertschöpfung, Produkt-Dienstleistungs-Bündel und Lösungen aus einer Hand rücken immer stärker ins Zentrum des Interesses (Weitlaner *et al.* 2015). Der Servicegedanke des Konsumgüterbereichs ist ferner auch in der Industrie weiter am Vormarsch (Busch 2015).

Mitunter geprägt durch diesen Kontext ist das Schlagwort *Smart Maintenance* mittlerweile in aller Munde und gilt als Enabling Technology der Industrie 4.0 (acatech 2015). Die Frage ist aber, was sich eigentlich dahinter verbirgt: ein reines

Modewort der heutigen Zeit oder etwas Altbewährtes, das unter neuem Namen publik gemacht wird? Die Literatur verspricht jedenfalls immense Vorteile, was naturgemäß Erwartungshaltungen und Besitzbedürfnisse seitens vieler Unternehmen weckt. Wie auch in anderen Disziplinen – stellvertretend sei das Prozessmanagement angeführt – beruhen diese Erwartungen mehr auf Anekdoten, Hype und Publicity als auf fundierten empirischen Belegen. Dies ist u. a. dadurch bedingt, dass Boulevardpresse ohne Mühe für Organisationen zugänglich ist (Forsberg *et al.* 1999). Dass ein Umstieg von einer traditionellen zu einer smarten Lösung Veränderungen in den Arbeitsweisen und v. a. enorme Anstrengungen resp. großen Aufwand mit sich bringt, wird zumeist verschwiegen.

Der vorliegende Artikel widmet sich diesem Defizit. Es wird ein Überblick gegeben, mit welchen positiven wie auch negativen Auswirkungen etablierte Industriebetriebe bei der Umstellung ihrer Instandhaltung rechnen müssen. Dabei wird sich auch eines konkreten Fallbeispiels bedient, um den Sachverhalt in der Praxis zu illustrieren.

II. SMART MAINTENANCE

Die Bemühungen, den Service für Anlagen zu verbessern, reichen bereits vor die Zeit von Pferdewägen zurück (Busch 2015). Die Instandhaltung umfasst gemeinhin die Planung, Organisation, Durchführung und Überwachung von Aktivitäten zur Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung von Anlagen und Maschinen (acatech 2015). Sie muss sich jedoch den neuen Anforderungen der Industrie 4.0 und der *Smart Factory* anpassen und sich zu *Smart Maintenance* weiterentwickeln. Es ist naheliegend, dass der Ursprung dieses Begriffs am Beginn des *Digitalen Zeitalters* liegt und mit *E-Maintenance* (Lee *et al.* 2006) und *E-Services* (Glazer 2002) seinen Lauf nimmt. Erste, wenngleich weniger neue, Serviceideen dieser Schiene sind heute schon etabliert: *Condition Monitoring* und *Remote Services* (Busch 2015). *Smart Maintenance* geht jedoch weiter. Aus der Menge verfügbarer Definitionen lässt sich ableiten, dass es sich um eine intelligente Art der Instandhaltung handelt, die die menschliche Expertise ergänzt. Durch den Einsatz von unterschiedlichen Technologien wird eine Entscheidungsunterstützung zum Festlegen von Wartungszeitpunkten geboten, die Leistung bzw. Auslastung über den gesamten Lebenszyklus einer An-

Paper was accepted on 01/06/2016 by Siegfried Vössner. The paper was revised once.

Doris Weitlaner arbeitet für die CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH und ist unter doris.weitlaner@campus02.at erreichbar.

lage überwacht und Probleme dadurch rasch diagnostiziert sowie vorhergesagt. Instandhaltungsmaßnahmen sollen dadurch planbar gemacht werden. Die Verzahnung von Instandhaltungsaktivitäten und Informationsinfrastruktur ermöglicht es, autonom Serviceprozesse zu triggern und Ersatzteile zu bestellen sowie Ausfallzeiten nahe Null zu erreichen (Breuker, Rossi & Braun 2000; Lee *et al.* 2006; Lesjak *et al.* 2014a).

Aus obigem Verständnis lässt sich schließen, dass Smart Maintenance den Prozess der Instandhaltung von der Wahrnehmung über Planung und Realisierung bis hin zur Wirkanalyse IT-gestützt abdeckt. Dies kann als Spezialfall eines *Smart Services* angesehen werden – der IKT-basierten, proaktiven Dienstleistungserbringung (Aschbacher 2014). Vor diesem Hintergrund wird Smart Maintenance im weiteren Verlauf als *Smart Maintenance Service* verstanden. Nichtsdestotrotz sei angemerkt, dass Smart Maintenance auch breiter gefasst werden kann. Bspw. übersteigt es lt. Fraunhofer IML (Heller 2015) die reine zustandsorientierte Instandhaltung. Als zusätzliche Elemente sieht das IML u. a. die selbststeuernde Materialwirtschaft, risikoorientiertes Ersatzteilmanagement sowie Wissensmanagement und nicht zuletzt den Menschen – der letztendlich immer noch entscheidende Faktor in der Smart Maintenance (acatech 2015).

Am Zukunftstag der steirischen Wirtschaft 2015 wurde postuliert, dass der smarte Wartungsfall bzw. Instandhaltungsvorgang nichts Neues mehr sei. Es stelle ein Sprungbrett in das smarte Zeitalter dar, welches mittlerweile jeder Industriebetrieb nutze. Dies ist allerdings einfacher gesagt als getan. Leistungsfähige mobile Geräte und Netzwerke haben zum Selbstverständnis der Gesellschaft für die jederzeitige Konnektivität und Möglichkeit des Informationsabrufs beigetragen (Priller, Aldrian & Ebner 2014). Dies soll auch in der Instandhaltung 4.0 zur Geltung kommen. Prinzipiell lässt sich sagen, dass es auf Basis der heute vorhandenen Technologien an sich nicht schwierig ist, eine Industrieanlage bzw. ein -system zu entwickeln, welches seine Betriebsdaten resp. den Wartungsstatus remote zum Hersteller sendet.

Gerade wohletablierte Unternehmen, die bereits auf langjährige, mitunter jahrzehntelange, Erfahrung zurückblicken können, stehen aber vor einer großen Herausforderung. Ihre quasi alten, aber voll funktionsfähigen Anlagen verfügen oft nicht über die technische Reife, um ein solch smartes Vorhaben zu realisieren, welches bei damaligem Kenntnisstand auch nie vorgesehen bzw. denkbar war. Diese sind vielfach auf spezialisierte Einzelnutzung ausgelegt und weisen eine eher beschränkte Kommunikationsfähigkeit und Rechenleistung auf, da sie mit Ressourcen-begrenzten Embedded Controllern konzipiert wurden, die die Basiskonnektivität via Feldbussen herstellen. Ergänzend ist anzumerken, dass eine grundlegende Neugestaltung der Anlagen und Geräte aus wirtschaftlichen Gründen oder aufgrund langwieriger Zertifizierungsverfahren oft nicht durchführbar ist (Priller, Aldrian & Ebner 2014). Es muss folglich nach Möglichkeiten gesucht

werden, um die alte und neue Welt synergetisch zu verheiraten. Dies bedeutet (1) Migration von Altsystemen mittels smarterer Lösungen, (2) neue Architekturkonzepte als gleichzeitige Basis für Nachfolgenerationen, und (3) Sicherstellung der Interoperabilität und Konsistenz zwischen Geräten unterschiedlicher Generationen (Priller, Aldrian & Ebner 2014).

III. ARTEMIS ARROWHEAD

Dieser Problemstellung widmet sich das internationale Projekt Artemis Arrowhead, an dem aus österreichischer Sicht die AIT Austrian Institute of Technology GmbH, AVL List GmbH, CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH, Evolaris next level GmbH, Infineon Technologies Austria AG, und Technische Universität Graz als Vertreter von Industrie und Forschung beteiligt sind. Hauptziel des durch ARTEMIS Joint Undertaking, EU FP7 und nationalen Fördergesellschaften finanzierten Projektes ist es, die Themen Effizienz und Flexibilität auf einer globalen Dimension zu adressieren. Dabei wird kollaborative Automation, auf Basis eingebetteter Systeme mit Netzwerkfunktionalität, in fünf Pilotdomänen (z. B. Produktion oder Elektromobilität) realisiert. Letztlich soll dadurch ein standardisierter technischer Rahmen geschaffen werden, der Entwurfsmuster, Dokumentationsvorlagen und Richtlinien beinhaltet.

IV. WIRKUNGSRAUM BEIM „SMART-UP“

Die Industrie 4.0 erfordert, dass sich auch die Instandhaltung auf vollkommen neue Abläufe einlässt (Busch 2015): vom klassisch reaktiven und konservativen Vorgehen (Feuerwehr) hin zu präventiver Vorbeugung (acatech 2015). Generell finden sich in der Literatur zahlreiche strategische und operative Leistungsversprechen die bzgl. smarterer Dienstleistungserbringung abgegeben werden – siehe (Aschbacher 2014) für eine Übersicht. Die Vorteile werden kunden- und unternehmensseitig generiert und finden sich im Business-to-Business (B2B) und Business-to-Consumer (B2C) Geschäft wieder – im Idealfall profitieren alle Stakeholder entlang der Wertkette (van den Heuvel & Papazoglou 2010). So werden bspw. optimierte/r Prozesse und Maschineneinsatz, reduzierte Kosten, (Voll-)Automation, Lernchancen oder ein verbessertes Nutzererlebnis genannt (Weitlaner *et al.* 2015).

Gesamt betrachtet lässt sich der Wirkungsraum jedoch noch viel weiter fassen. Smart bedeutet nämlich nicht nur ein neues IT-System im Hintergrund! Die Dimensionen der Dienstleistung – Potenzial, Prozess und Ergebnis (Hilke 1989), siehe Abb. 1 – und die damit verbundenen Anforderungen an die Leistungserbringung verändern sich maßgeblich. Im Kontext von Smart Maintenance erfolgt v. a. eine Verschiebung hin zur IT-basierten, planenden Instandhaltung mit gleichzeitiger Abkehr von überwiegend körperlichen Tä-

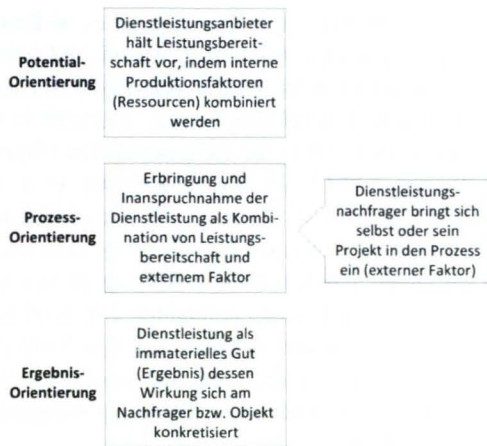


Abb. 1. Dimensionen einer Dienstleistung (Hilke 1989)

tigkeiten (acatech 2015). Nicht selten bringt ein Smart Service ein neues, ggf. heute noch unklares (Busch 2015), Geschäftsmodell mit sich (acatech 2015) – eine strategische Veränderung. Dies bedarf der Neuausrichtung des Unternehmensdesigns (siehe Abb. 2) und somit der Rollen, Verantwortlichkeiten sowie Mikroprozesse. Erst dann kann eine potenzielle IT-Unterstützung oder Automatisierung wirklich wirksam werden, indem das System an die optimierten Prozesse angepasst wird. Dieser Vorgang muss durch adäquates *Change Management* begleitet werden, wie etwa ein Top-down-Rollout mit stufengerechter Erweiterung des Beteiligtenkreises (Suter, Vorbach & Weitlaner 2015).

V. OFFENE FRAGEN UND HERAUSFORDERUNGEN

Obwohl die Wurzeln der Begriffe *Smart (Maintenance) Service* bereits mehr als eine Dekade zurückreichen und aktuell ein Industrie 4.0-Hype vorherrscht, hält sich die Zahl (wissenschaftlicher) Publikationen in Grenzen. Die verfügbaren Quellen heben zumeist die positiven Effekte smarter Lösungen hervor. Die Kehrseite der Medaille (zu tätige Investitionen, aufbau- und ablauforganisatorische Veränderungen, Aufbau von Kompetenzen, etc.) bleibt häufig unberücksichtigt. Wenige widmen sich den Herausforderungen, denen sich vor allem traditionelle Industriebetriebe stellen müssen – siehe (Priller, Aldrian & Ebner 2014) für eine technische Perspektive. Dies weckt teilweise gar überzogene unternehmensseitige Erwartungen.

Zwar gibt es, wie in anderen Disziplinen, klassische Erfolgsgeschichten, jedoch mangelt es bisweilen an deren empirisch fundierter Überprüfung und Dokumentation. Denn obwohl Smart Services bereits in zahlreichen B2B- und B2C-Situationen Teil der Realität sind (Allmendinger & Lombreglia 2005; Wunderlich, von Wangenheim & Bitner 2012), fehlen selbst praktische Erfahrungsberichte. Dies geschieht wohl durchaus bewusst, etwa zum Schutz vor Mitbewerbern.

Erforderlich wäre ebenso ein ganzheitliches Bild der Auswirkungen (positiv wie negativ), die mit einem Umstieg zu einer smarten Leistungserbringung verbunden sind. Dies be-

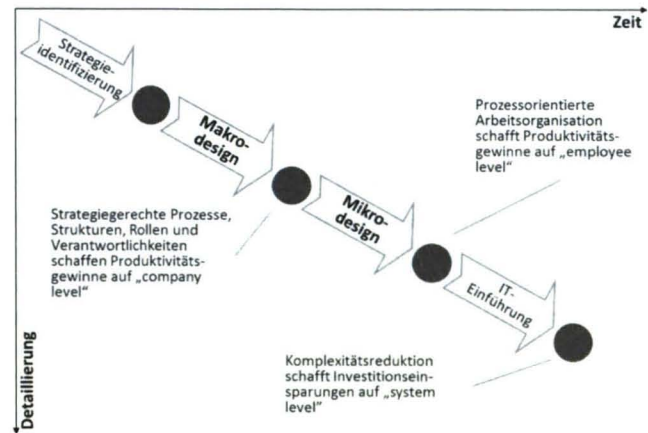


Abb. 2. Strategiegerechte IT-Systeme (Suter, Vorbach & Weitlaner 2015)

darf der geeigneten Konzeptualisierung und Operationalisierung – zwei anspruchsvolle Aufgaben, da sich die Messbarkeit im Dienstleistungsbereich weiterhin als schwierig erweist (Höber *et al.* 2015; Weitlaner & Kohlbacher 2015). Hinzu kommt, dass jedes Unternehmen einzigartig ist (Suter, Vorbach & Weitlaner 2015), was bei Betrachtung der jeweiligen wirtschaftlichen Ausgangslage, des Geschäftsauftrags, der Kernfähigkeiten, etc. ersichtlich wird. Allgemeingültige Aussagen können daher schwer getroffen werden. Während Start-ups häufig unmittelbar mit smarten Lösungen ins Rennen gehen und somit auf kein vorher zurückblicken können, ist es in etablierten Unternehmen oft nahezu unmöglich, die notwendigen Vergleichsdaten von Altsystemen zu ermitteln. Letzteres geht auch einher mit Verfahren wie *Total Cost of Ownership* oder *Total Economic Impact* – ambitionierte Aufgaben, denen sich nur wenige Unternehmen stellen (wollen).

VI. FALLBEISPIEL AVL LIST GMBH

AVL ist ein etablierter Anbieter von Testsystemen für Antriebe und Automobile. Das Unternehmen hat sich im Rahmen von Artemis Arrowhead zum Ziel gesetzt, den Wartungsprozess der weltweit betriebenen Prüfstände und dessen Zyklen zu optimieren.

A. Ausgangssituation

Die hohen industriellen Qualitätsziele verlangen ausgeklügelte Instandhaltungsstrategien für Anlagen, die Ausfallzeiten weitestgehend vermeiden (acatech 2015). Die Wartung ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig (Betriebszeit und -bedingungen), wobei die Zyklen häufig das Service-Personal auf Basis überkonservativer Erfahrungsregeln festlegt. Für mehr Präzision und Realitätsnähe muss die Instandhaltung Kenntnis über den tatsächlichen Verschleiß erlangen. Bei AVL soll der aktuelle Zustand von Sensoren und Geräten durch die Analyse der tatsächlichen Nutzung (Betriebsstunden), Verunreinigungen sowie Beanspruchungen ermittelt werden (Priller, Aldrian & Ebner 2014). Dies schafft die Grundlage zur Ableitung neuer Service-Modelle und Ge-

schäftsideen (siehe Abschnitt IV). Es sollen (1) proaktiv bevorstehende Ereignisse (inkl. Ausfälle) vermieden, (2) präemptiv notwendige Verbrauchsgüter für den Betrieb bereitgestellt, und (3) reaktiv auf vordefinierte Ausfallmuster reagiert werden.

AVL erhofft sich dadurch Verbesserungen in den Entscheidungen hinsichtlich der Wartungs- und Ersetzungsvorgänge sowie der Terminierung der Kalibrationszyklen. Ziel ist, die Systemverfügbarkeit kundenseitig maximal aufrecht zu erhalten. Insgesamt soll das Smart Maintenance Service Konzept die Planung, Disposition und rechtzeitige Kontrahierung von Wartungs- und Instandhaltungsaufträgen optimieren und zu signifikanten Verbesserungen in Produktivitätsgewinnen, der Energieeffizienz und Abfallreduzierung beitragen (Priller, Aldrian & Ebner 2014). Gemeinsam mit der Studienrichtung IT & Wirtschaftsinformatik (IWI) der FH CAMPUS 02 wird ermittelt, ob die konkreten Erwartungen erfüllt, übertroffen oder gar enttäuscht werden.

B. Technische Umsetzung

AVL ist mit der beschriebenen Situation der Altsysteme (Abschnitt II) konfrontiert, welche keine zuverlässige, gesicherte Kommunikation sensibler Daten über Netzwerke unterstützen. Im Sinne der Wirtschaftlichkeit galt es, die Anlagen in die Smart Services Welt zu migrieren. Letztendlich entstand ein Smart Maintenance Service auf Basis einer modularen Erweiterung der Anlagen – ein als Gateway fungierender *Mediator*. Ferner wird dem Ansatz der *serviceorientierten Architektur* (SOA) Rechnung getragen, die auf einer *Publish & Subscribe Message Queue* beruht. In der konkreten Umsetzung handelt es sich somit um einen *IT-Netzwerk-basierten Service* (Allmendinger & Lombreglia 2005). Technische Details können (Priller, Aldrian & Ebner 2014) entnommen werden.

C. Analysekonzept

Das IWI-Projektteam entwickelte einen Leitfaden (siehe Abb. 3), womit die Auswirkungen eines Wechsels von traditioneller zu smarter Dienstleistungserbringung unternehmensspezifisch analysiert werden können – nähere Details siehe (Weitlaner *et al.* 2015). Der Fokus wurde aufgrund der in Abschnitt V geschilderten Problematik auf operative Aspekte und somit die Dienstleistungsdimensionen gelegt. Der Leitfaden verbindet, möglichst synergetisch, Elemente der Business Impact Analyse, Vorgehensweisen des Performance Journey Mapping (Höber *et al.* 2015) sowie Methoden und Werkzeuge des Projekt- und Prozessmanagements.

Für AVL sind Ressourcen von enormer Bedeutung. Dies wird im Rahmen der Analyse gemeinsam mit der Kunden- und Mitarbeiterzufriedenheit in den Mittelpunkt gerückt. Hinsichtlich der Rahmenbedingungen kann gesagt werden, dass ERP-Daten vorliegen, die Kundenzufriedenheit im Prozess bereits erhoben wird sowie unterschiedliche Prozessbeschreibungen und Organigramme vorhanden sind. Aufgrund der besseren Dateneignung wurde jedoch beschlossen, beide Zu-

friedenheitsbetrachtungen über ein adaptiertes SERVQUAL-Verfahren (Parasuraman, Berry & Zeithaml 1988) zu erheben. Die Prozessdokumente beider Wartungsvarianten wurden in einheitliche Darstellungsformen gebracht – Service Blueprints (Shostack 1984) mit Makromodellen (Suter, Vorbach & Weitlaner 2015) als Zwischenschritt v. a. für die Schnittstellenidentifikation. Darauf aufbauend wurden, jeweils aktivitätsweise, potenziell betroffene Ressourcen identifiziert, Kennzahlen abgeleitet sowie Abhängigkeiten und generische Prozesscharakteristika betrachtet. Die resultierenden Kennzahlenmengen wurden in Folge auf ihre Sinnhaftigkeit und Zielorientiertheit hin überprüft und anschließend deren Schnitt gebildet. Diese Endmenge diente als Ausgangspunkt für die Datenerhebung.

D. Erste Ergebnisse und Erkenntnisse

Aus dem bisherigen Projektverlauf geht hervor, dass sich die Realisierung des Smart Maintenance Service für AVL als durchaus anspruchsvoll und herausfordernd erweist. Ausgehend von den Überlegungen in (Priller, Aldrian & Ebner 2014) musste mitunter hoher Entwicklungsaufwand betrieben werden, um u. a. die Anlagen nachzurüsten oder eine gesicherte, transparente, ad hoc-Transmission von Daten sicherzustellen – siehe bspw. (Fitzek *et al.* 2015; Lesjak *et al.* 2014a; Lesjak *et al.* 2014b). Dies verzögerte auch das Service-Prototyping mitsamt Systemgestaltung (IKT) immens, was auch die Analysemöglichkeiten einschränkte. Bisweilen konnten nur Daten zum traditionellen Vorgehen erhoben werden, da der Smart Service noch nicht gänzlich einsatzfähig ist.

Aus analytischer Sicht stellte sich die Wahl des Detaillierungsgrades als kritisch heraus (Unternehmens- vs. Verrichtungsebene), die sich sowohl in der Visualisierung als auch in den Kennzahlenmengen niederschlägt. Aggregationen mögen zwar im ersten Moment den Index klein halten, die Endberechnung kann bei Nichtvorhandensein von Kennziffern aber wieder eine verfeinerte Betrachtung erfordern. Der Analyse- und das Kennzahlenmaterial konnte beim Vergleich der Dienstleistungsvarianten deutlich eingeschränkt werden, da die Veränderungen im Informations- und Wertschöpfungsfluss v. a. die Phasen vor und nach der Realisierung betreffen. Im Idealfall sind in der Realisierung Verbesserungen in den

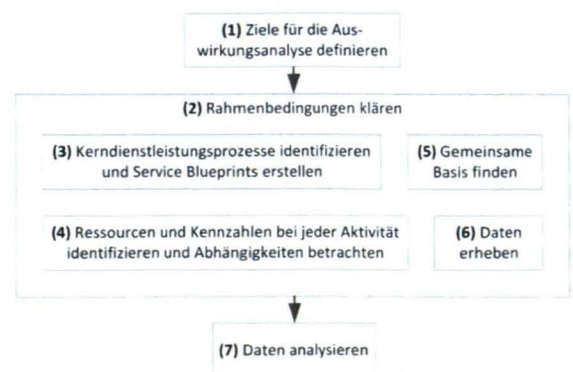


Abb. 3. Auswirkungsanalyse (Weitlaner *et al.* 2015)

Wartungsstraßen (etwa Nutzungsgrad oder Terminierung) zu erwarten. Generell sind Inspektion und Wartung noch als repetitiv und somit automatisierbar zu erachten, Instandsetzung und Verbesserung werden jedoch einmalig und kontextsensibel bleiben (acatech 2015).

VII. CONCLUSION

Dieser Beitrag verfolgte das Ziel, die potenziellen Auswirkungen eines Umstiegs zu Smart Maintenance Services für etablierte Industrieunternehmen aufzuzeigen. Gerade aus dem IT-Kontext ist bekannt, dass Unternehmen oft enttäuscht von ihren IT-Management-Anstrengungen betreffend die Verbesserung der Effizienz von Betriebsabläufen sind, da sich die erwarteten Erträge nicht einstellen. Dies wird mitunter dem unzureichenden Wissen hinsichtlich der Umsetzung solcher Investitionen zugeschrieben (Diao & Bhattacharya 2008). Ein „smart-up“ einer bestehenden Lösung kann ebenso als Verbesserungsmaßnahme gewertet werden. Es ist jedoch bisweilen unklar, ob die Leistungsversprechen von Smart Services auch tatsächlich gehalten werden. Der vorgestellte Leitfaden soll Hilfestellung geben, um die operativen Effekte der Umstellung analysieren zu können. Letzten Endes darf dennoch nicht vergessen werden, einen Blick über den Tellerrand des operativen Bereichs zu werfen. Die real entstandenen Kosten (v. a. für die Entwicklung) sind, im Sinne der Investitionsrechnung, dem Nutzen (u. a. neue Einnahmequellen) gegenüberzustellen. Nur in Kombination lässt sich auch für etablierte Industrieunternehmen einschätzen, ob für sie ein Umstieg auf Smart Maintenance Services rentabel ist. Gesamt betrachtet wären jedoch weitere (empirische) Einblicke in die Smart Service-Praxis relevant und wünschenswert. Denn nur so können zuverlässige Informationen gewonnen werden, die als Entscheidungshilfe bei einem Veränderungsvorhaben herangezogen werden können. Für AVL bleibt bis zum Projektende 2017 abzuwarten, ob der Smart Maintenance Service tatsächlich den Ansprüchen gerecht werden kann.

REFERENCES

1. acatech 2015. *Smart Maintenance für Smart Factories: Mit intelligenter Instandhaltung die Industrie 4.0 vorantreiben*. UTZ, München.
2. Allmendinger G., Lombreglia R. 2005. Four strategies for the age of smart services. *Harvard Bus. Rev.* **83**(10) 131-145.
3. Aschbacher H. 2014. *Framework für das agile Entwickeln von IKT-basierten Dienstleistungen unter Nutzung von Smart Services*. Dissertation. Technische Universität Graz, Institut für Technische Informatik.
4. Breuker M., Rossi T., Braun, J. 2000. Smart maintenance for rooftop units. *ASHRAE Journal* **42**(11) 41-46.
5. Busch, I. 2015. Services – made in Germany!? Yes, we can! *Instandhaltung* **2015**(8) 32-37.
6. Diao Y., Bhattacharya K. 2008. Estimating business value of IT services through process complexity analysis. *IEEE Network Operations and Management Symposium (NOMS 2008)*, Salvador.
7. Fitzek A. et al. 2015. The ANDIX research OS — ARM TrustZone meets industrial control systems security. *IEEE 13th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, Cambridge.
8. Forsberg T., Nilsson L., Antoni M. 1999. Process orientation: The Swedish experience. *Total Qual. Manage.* **10**(4/5) 540-547.
9. Glazer, R. 2002. Smart versus dumb service strategies. Rust R., Kannan P., Hrsg. *E-Services: New Directions in Theory and Practice*. M.E. Sharpe, Armonk, NY, 131-153.
10. Heller, T. 2015. Organisation der Instandhaltung in der Smart Factory. Vortrag. *Mobile Lösungen für IH und Service*, Düsseldorf.
11. Hilke W. 1989. Grundprobleme und Entwicklungstendenzen des Dienstleistungs-Marketing. Hilke W. et al., Hrsg. *Dienstleistungs-Marketing: Banken und Versicherungen, Freie Berufe, Handel und Transport*. Gabler Verlag, Wiesbaden, 5-44.
12. Höber A. et al. 2015. Performance journey mapping: A service performance assessment framework. *The TQM Journal* **27**(2) 231-246.
13. Lee J. et al. 2006. Intelligent prognostics tools and e-maintenance. *Comput. Ind.* **57**(6) 476-489.
14. Lesjak C. et al. 2014a. A secure hardware module and system concept for local and remote industrial embedded system identification. *2014 IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA)*, Barcelona.
15. Lesjak C. et al. 2014b. ESTADO — Enabling smart services for industrial equipment through a secured, transparent and ad-hoc data transmission online. *9th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, London.
16. Parasuraman A., Berry L.L., Zeithaml V.A. 1988. SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality. *J. Retailing* **64**(1) 12-40.
17. Priller P., Aldrian, A., Ebner, T. 2014. Case study: From legacy to connectivity migrating industrial devices into the world of smart services. *IEEE Emerging Technology and Factory Automation (ETFA)*, Barcelona.
18. Shostack G.L. 1984. Designing services that deliver. *Harvard Bus. Rev.* **62**(1) 133-139.
19. Suter A., Vorbach S., Weitlaner D. 2015. *Die Wertschöpfungsmaschine: Strategie operativ verankern, Prozessmanagement umsetzen, Operational-Excellence erreichen*. Hanser, München.
20. van den Heuvel W.-J., Papazoglou M.P. 2010. Toward business transaction management in smart service networks. *IEEE Internet Comput.* **14**(4) 71-75.
21. Weitlaner D. et al. 2015. Measuring the impact of smart services: Insights into a case application. *18th Toulon-Verona (ICQSS) International Conference on "Excellence in Services"*, Palermo.
22. Weitlaner D., Kohlbacher M. 2015. Process management practices: Organizational (dis-)similarities. *Serv. Ind. J.* **35**(1-2) 44-61.
23. Wunderlich N.V., von Wangenheim F., Bitner M.J. 2012. High tech and high touch: A framework for understanding user attitudes and behaviors related to smart interactive services. *Journal of Service Research* **16**(1) 3-20.



Dipl.-Ing. Doris Weitlaner, BSc ist Absolventin des Bachelor- und Masterstudiums Softwareentwicklung-Wirtschaft der Technischen Universität Graz (März 2012). Dabei erfolgte eine Vertiefung in den Bereichen Informationssysteme, Recht und Prozessmanagement.

Seit Frühjahr 2011 ist sie als Assistentin in Forschung & Lehre an der Studienrichtung Informationstechnologien & Wirtschaftsinformatik der CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft GmbH in Graz beschäftigt. In ihrer dortigen Tätigkeit ist sie vorwiegend in Projekte involviert, die die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle sowie Dienstleistungen behandeln. Das im Paper beschriebene Projekt ist in die Forschungsschwerpunktfelder der Studienrichtung eingebettet – diese sind Service Engineering, Smart Services und Data Science. Ferner ist Frau Weitlaner als Lektorin für Prozessmanagement tätig und (Co-)Autorin zahlreicher wissenschaftlicher Konferenz- und Journalbeiträge sowie des Buchs „Die Wertschöpfungsmaschine“.

Dipl.-Ing. Weitlaner ist Mitglied des WING.