

# Fortschritt-Berichte VDI

VDI

Reihe 2

Fertigungstechnik

Dr.-Ing. Armin Lechner,  
Stuttgart (Hrsg.),  
Dipl.-Ing. Alexander Schmidt,  
Stuttgart (Hrsg.)

Nr. 703

## iSrv – Intelligentes Servicesystem





Abschlussbericht  
Verbundforschungsprojekt  
**iSrv – Intelligentes Servicesystem**

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“ (02K16C010 - 02K16C019) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den jeweiligen Autoren.



Am Verbundforschungsprojekt *iSrv* beteiligten sich folgende Firmen und Institutionen:

- BRÜCKNER Trockentechnik GmbH & Co. KG, Leonberg
- COSMO CONSULT DATA SCIENCE GmbH, Würzburg
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart
- Universität Stuttgart - Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Stuttgart
- ISG Industrielle Steuerungstechnik GmbH, Stuttgart
- Simplifier AG, Würzburg
- PIXOMONDO Images GmbH & Co. KG, Stuttgart
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart
- SOTEC Software Entwicklungs GmbH + Co. Mikrocomputertechnik KG, Ostelsheim
- Textilveredlung Keller GmbH, Mössingen

BETREUT VOM



Karlsruher Institut für Technologie

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen  
und Fertigungseinrichtungen der Universität Stuttgart

2020



# Fortschritt-Berichte VDI

**Reihe 2**

Fertigungstechnik

Dr.-Ing. Armin Lechler,  
Stuttgart (Hrsg.),  
Dipl.-Ing. Alexander Schmidt,  
Stuttgart (Hrsg.)

**Nr. 703**

**iSrv - Intelligentes  
Servicesystem**

VDI verlag

Lechler, Armin (Hrsg.) & Schmidt, Alexander (Hrsg.)

## iSrv – Intelligentes Servicesystem

Fortschr.-Ber. VDI Reihe 2 Nr. 703. Düsseldorf: VDI Verlag 2020.

96 Seiten, 64 Bilder, 1 Tabelle.

ISBN 978-3-18-370302-9, ISSN 0178-9406,

€ 43,00/VDI-Mitgliederpreis € 38,70.

**Für die Dokumentation:** Industrie 4.0 – Smart Services – Augmented Reality – Virtual Reality  
– Low-Code Plattform – Service Plattform – Edge Computing

Durch Ausfälle von Maschinen und Anlagen entstehen hohe Kosten, weshalb diese vermieden werden sollten. Insbesondere die Betreiber von Anlagen versuchen daher solche Ausfälle um jeden Preis zu vermeiden. Hersteller von Anlagen reagieren auf diesen Bedarf, indem sie ihren Kunden ein individuelles Servicepaket liefern, welches den Nutzen maximiert indem Ausfälle minimiert werden. In diesem Bericht werden aktuelle Forschungsergebnisse präsentiert, welche zeigen, wie mithilfe von Low-Code Plattformen die Entwicklung Smarter Services beschleunigt werden kann. Das Zusammenspiel von Anlagenbauern und Anlagenbetreibern, sowie die Einbindung externer Anbieter von digitalen Dienstleistungen steht dabei im Fokus. Es werden dabei sowohl theoretische Grundlagen und Konzepte, als auch konkrete Anwendungsbeispiele aus der Fertigungsindustrie präsentiert. Der Einsatz von Augmented und Virtual Reality für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten stellt ein weiteres Beispiel eines Smart Services dar.

### Bibliographische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

### Bibliographic information published by the Deutsche Bibliothek

(German National Library)

The Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliographie  
(German National Bibliography); detailed bibliographic data is available via Internet at  
[www.dnb.de](http://www.dnb.de).

© VDI Verlag GmbH · Düsseldorf 2020

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, im Internet und das der Übersetzung, vorbehalten.

Als Manuskript gedruckt. Printed in Germany.

ISSN 0178-9406

ISBN 978-3-18-370302-9



## Vorwort

Durch Ausfälle von Maschinen und Anlagen entstehen hohe Kosten, weshalb insbesondere Betreiber versuchen solche Ausfälle weitestgehend zu vermeiden. Hersteller von Anlagen reagieren auf diesen Bedarf, indem sie ihren Kunden individuelle Servicepakete liefern, welche den Nutzen maximieren indem Ausfälle minimiert werden. Allerdings zeigt sich in der Praxis, dass nach wie vor enormes Potential besteht um das Problem weiter zu minimieren:

- Die Kosten für ungeplante Ausfallzeiten belaufen sich am Beispiel von Werkzeugmaschinen auf 15% der gesamten Lebenszykluskosten, für verkettete Großanlagen sind diese sogar noch höher.
- „Wir können bereits heute Maschinen- und Betriebsdaten generieren. Die Nutzung und Rückführung von Entscheidungen in die Anlagen in Echtzeit in Form einer Dienstleistung findet aber nicht statt“ – BRÜCKNER Trockentechnik GmbH & Co. KG. (Anlagenbauer)

Untersuchungen aus dem Bereich des Cloud-Computing zeigen, dass eine Kombination aus der Überwachung von Daten mit dazu passenden Eingriffsmöglichkeiten zu einer 4-fach schnelleren Behebung von Fehlern führt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass aus dem entstehenden Wissen gelernt werden kann, um das erneute Auftreten dieser Fehler zu vermeiden. Für den Anlagen und Maschinenbau ist es daher von Vorteil, wenn diese Potentiale übertragen werden.

Das Verbundforschungsprojekt *iSrv: Intelligentes – Servicesystem* hat sich mit einer unternehmensübergreifenden Lösung für die Fertigungsindustrie beschäftigt. Das intelligente Servicesystem besteht hierbei aus Komponenten zur Datenkonnektivität, Baukästen zur Analyse und Onlinemodellierung sowie Servicekonzepten sowohl für den Anlagenbauer als auch für den Anlagenbetreiber.

Dr. Armin Lechler

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Motivation und Zielstellung.....	1
1.2	Konzept der Intelligenten Serviceplattform.....	1
2	Smart Services im Maschinen- und Anlagenbau .....	3
2.1	Einleitung.....	3
2.2	Qualitative Expertenstudie zu Smart Services im Maschinen- und Anlagenbau .....	3
2.2.1	Eigene Strategien und digitale Geschäftsmodelle entwickeln.....	3
2.2.2	Services transparent und klar beschreiben.....	3
2.2.3	Datensammlung und -aufbereitung organisieren.....	4
2.2.4	Datenschutz sicherstellen .....	4
2.2.5	Mitarbeiter für Serviceplattformen qualifizieren .....	4
2.3	Empirische Studie zu Leistungsangeboten von Smart Services im Maschinen- und Anlagenbau.....	4
2.4	Management von Smart Services.....	6
2.5	Design Thinking.....	7
2.6	Neue Geschäftsmodelle entwickeln.....	7
2.6.1	Bestehendes Produkt mit Smart Service ergänzen.....	7
2.6.2	Neues Produkt mit neuem Smart Service .....	8
2.6.3	Produktlosen Smart Service entwickeln.....	8
2.7	Service Engineering und Serviceerbringung.....	8
2.8	Zusammenfassung .....	9
2.9	Literaturverzeichnis.....	9
3	Konzept einer Low-Code Plattform .....	11
3.1	Ausgangssituation und Problemstellung.....	11
3.2	Lösungsansatz Low-Code.....	12
3.3	Ausprägung einer Low-Code-Plattform am Beispiel Simplifier .....	12
3.3.1	API & Integration.....	12
3.3.2	App Erstellung .....	13
3.3.3	Market Place.....	13
3.3.4	Endgeräte .....	13

---

3.4	Individualisierte Kommunikationsbausteine am Beispiel OPC/UA .....	13
3.4.1	Implementierung.....	14
3.4.2	Nutzung mittels Business-Objekten.....	15
3.5	Anwendungsfälle und Ausblick.....	16
4	Servicesysteme am Beispiel von Textilmaschinen.....	18
4.1	Untersuchung Fallbeispiele – Anwendungsfälle .....	18
4.2	Cloudbasierte Analyse der Maschinendaten.....	23
4.2.1	Viertes Fallbeispiel Störmeldungen .....	27
4.3	Services und deren Umsetzung .....	29
4.4	Erfolgsaussichten digitaler Service für die Zukunft .....	36
5	Realisierung und Bereitstellung von Smart Services auf Edge-Geräten in einem industriellen Umfeld mit Hilfe von cloudbasierter Datenanalyse und Modellbildung .....	39
5.1	Einleitung .....	39
5.2	Datenerfassung im industriellen Umfeld am Beispiel von Textilmaschinen.....	39
5.3	Edge Device Management und bidirektionale Datenkommunikation .....	40
5.4	CloudPlug Edge .....	41
5.5	Das Basissystem des SOTEC CloudPlug edge.....	42
5.6	Remote Device Management.....	42
5.7	Datenanalyse und Modellbildung für kundenspezifische Anwendungsfälle .....	43
5.8	Datenexploration, -aufbereitung und -visualisierung .....	45
5.9	Smart Service Energieverbrauchs-Vorhersage .....	46
5.10	Smart Service “Thermische Belastung der stehenden Kette” .....	46
5.11	Literaturverzeichnis .....	47
6	Intelligente Services aus der Cloud .....	48
6.1	Motivation und Hintergrund .....	48
6.2	Umsetzung von Analysebausteinen .....	49
6.3	Demonstrator mit Firma Brückner .....	53
6.4	Literaturverzeichnis .....	55
7	Anreicherung von Online-Modellen mit Informationen.....	56
7.1	Anreicherung von Modellen mittels grafischer Visualisierung .....	56
7.2	Cloudbasierter Augmented-Reality Baukasten .....	58

---

7.3	Eingriffsmöglichkeiten zur Optimierung von Prozessparametrierungen .....	59
7.4	Literaturverzeichnis .....	62
8	Entwicklung eines VR-Schulungssystems.....	63
8.1	Einleitung .....	63
8.1.1	Visualisierung realer Maschinendaten.....	63
8.1.2	Ausgangslage und Projektbeschreibung .....	63
8.1.3	Datenstruktur und Visualisierung .....	63
8.1.4	Übertragung und Optimierung für Virtual Reality .....	64
8.1.5	Fazit und weiterführende Gedanken .....	64
8.2	Schulungsszenario .....	65
8.2.1	Ausgangslage und Projektbeschreibung .....	65
8.2.2	Umsetzung des Prototyps .....	65
8.2.3	Informationsvermittlung .....	66
8.2.4	Fazit und weiterführende Gedanken .....	66
8.3	Konzept eines erweiterten Anwendungsfalls.....	66
8.3.1	Ausgangslage und Projektbeschreibung .....	66
8.3.2	Schulungsstruktur.....	67
8.3.3	Variable Schulung.....	67
8.3.4	Fazit und weiterführende Gedanken .....	68
9	Simulationsplattform und VIBN für intelligente Services .....	69
9.1	Nutzung der VIBN / Simulationsplattform begleitend zum Betrieb der Anlagen .....	69
9.2	Modellierungsbaukasten für intelligente Services .....	71
9.2.1	Motivation / Problembeschreibung .....	71
9.2.2	Konzeption eines Modellierungsbaukastens für Verhaltensmodelle .....	71
9.2.3	Integrationsschnittstelle für Servicesysteme auf Basis der GUI-Plattform „Simplifier“ .....	73
9.3	Visualisierung der Simulationsergebnisse .....	74
9.3.1	VR/AR-Visualisierungsbausteine für intelligente Services .....	74
9.3.2	Anbindung von VR/AR über cloudbasierte Systeme .....	74
9.4	Fazit .....	77
9.5	Literaturverzeichnis .....	78

10	Anwendungsfälle bei Bosch .....	79
10.1	Rahmengebender Anwendungsfall .....	80
10.2	Qualitätskontrolle des Druckvorgangs mit Methoden der Bildverarbeitung .....	82
10.3	Datentransparenz im globalen Fertigungsverbund.....	83
10.4	Bedienoberfläche für den globalen Fertigungsverbund mit Simplifier.....	84
10.5	Echtzeit-Visualisierung am digitalen Zwilling .....	85
10.6	Speicherung von Sensordaten in Google BigQuery.....	86
10.7	Bereitstellung der iSrv-Toolbox-Services in der Arena2036.....	86
10.8	Darstellung von Handlungsanweisungen durch virtuellen Werker .....	86
10.9	Services mit konkretem Kundennutzen am Beispiel Sonderwerkzeug .....	87
10.10	Erfahrungen aus iSrv.....	88
10.10.1	Hoher Aufwand für die Datenerfassung.....	88
10.10.2	Hohe Hürden für Datentransfers.....	88
10.10.3	Heterogenität der Anwendungsfälle erschwert die Identifikation generischer IT-Architektur .....	89
10.11	Verwendung der Ergebnisse .....	89