

Implementierung von Industrie 4.0 in variantenreichen Fertigungsstandorten – Anwendbares ganzheitliches Konzept zur Analyse, Bewertung, Planung und Umsetzung der digitalen Transformation

Maximilian DOMMERMUTH

*Abteilung für Industrial Engineering, Bosch Rexroth AG
Maria-Theresien-Straße 23, D-97816 Lohr am Main*

Kurzfassung: Industrie 4.0 wird als Antwort auf verschiedenste unternehmerische Herausforderungen gesehen. Obwohl seine Potentiale als hoch eingeschätzt werden, stehen die Unternehmen bei der Quantifizierung und Realisierung dieser noch am Anfang. Zusätzlich erschweren bekannte und unbekannte Risiken und Hürden eine erfolgreiche Implementierung. Im Beitrag wird ein ganzheitliches Implementierungskonzept zur Analyse, Bewertung, Planung und Umsetzung der Digitalen Transformation in variantenreichen Fertigungsstandorten beschrieben. Hierfür werden der Aufbau und die Vorgehensweise des Konzeptes aufgezeigt, sowie die zu berücksichtigenden Bereiche und Themenfelder. Die Anwendbarkeit wird aktuell in variantenreichen Fertigungsstandorten der Bosch Rexroth AG erfolgreich erprobt.

Schlüsselwörter: Industrie 4.0, Digitale Transformation, Fertigungsstandorte, Implementierungskonzept, Quantifizierung des Nutzens

1. Einleitung

Seit 2012 wird an der Vision Industrie 4.0 gearbeitet. Das primäre Ziel ist dabei die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit des Hochlohn-Standorts Deutschland, durch die vernetzte und intelligente Digitalisierung (Wollert 2018). Auch wenn der Nutzen von Industrie 4.0 als sehr hoch eingeschätzt wird, läuft die Umsetzung in den Unternehmen gegenwärtig verzögert oder noch gar nicht ab (Schumacher 2018). Zum einen liegt es daran, dass die Auswirkungen durch Industrie 4.0 bis heute nicht abgeschätzt werden können und der Nutzen nicht quantifiziert und im erforderlichen Umfang realisiert werden kann. Zum anderen stellt die Gestaltung des Transformationsprozesses zur Industrie 4.0 für Unternehmen noch eine große Herausforderung dar (z.B. Auslegung des IT-Grundgerüsts und die Befähigung der Mitarbeiter).

Auch wenn es in diesem Kontext schon eine Vielzahl an Ansätzen, Leitfäden und Modellen gibt, betrachten die bisherigen dabei nicht das gesamte sozio-technische System, welches für die erfolgreiche digitale Transformation der bestehenden Arbeitswelt in der industriellen Produktion erforderlich ist. Der Großteil der Unternehmen hat deshalb noch kein geeignetes Modell gefunden, vor allem da die bisherigen zu abstrakt und auch nicht praxisnah sind. Zusätzlich fehlt ein stufenweises Vorgehen und der Fokus auf alle sozio-technischen Aspekte in der Produktion (Schumacher 2018). Im Gegensatz zu den abstrakten Modellen würden branchenspezifische und auf Bereiche fokussierte Ansätze Vorteile haben, wie beispielsweise die Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen (Leineweber et al. 2018).

Darüber hinaus ist die Vorgehensweise der Industrie 4.0 Konzepte und Modelle aufgrund des eingeschränkten Fokus auf die Reifegradermittlung nicht umfangreich genug. Aktuell gibt es noch keine Vorlagen und Konzepte inklusive Methoden, welche die Planung und die Umsetzung von Industrie 4.0 ermöglichen, weshalb die Unternehmen derzeit ihren eigenen Weg finden müssen (VDMA & PTW 2018).

Neben den fehlenden Umsetzungsplänen ist die Quantifizierung der Potentiale komplex und vielfältig und es besteht akuter Bedarf, den Nutzen von Industrie 4.0 abschätzen und Rückschlüsse daraus ziehen zu können (PwC 2014).

Um im Rahmen eines Implementierungskonzeptes den Transformationsprozess hin zur Industrie 4.0 erfolgreich gestalten und umsetzen zu können, müssen neben der Reifegradermittlung in der Vorgehensweise die erforderlichen Themenfelder Planung, Umsetzung und Rückschlüsse berücksichtigt werden. Im Rahmen dieses Beitrags wird deshalb ein Implementierungskonzept für die Transformation zur Industrie 4.0 vorgestellt, welches variantenreiche Fertigungsstandorte praxisnah fokussiert und alle relevanten sozio-technischen Bereiche sowie erforderlichen Themenfelder berücksichtigt.

2. Heterogenität durch bisherige Vorgehensweisen

Die gemeinsame Plattform Industrie 4.0 der Branchenverbände treibt die Umsetzung des erarbeiteten Ziels, dass deutsche Industrieunternehmen sich als Leitanbieter und Leitanwender für Industrie 4.0 und deren Lösungen etablieren (Dais 2017).

Im Rahmen dieser Strategie wird forciert, entwickelte Industrie 4.0-Lösungen und Ansätze in den eigenen Fertigungsstandorten direkt anzuwenden, zu testen und weiterzuentwickeln. Aufgrund dieses Fokus werden vorrangig Pilote für die Anwendung gesucht und ein Abgleich mit den tatsächlichen Prozessanforderungen innerhalb der Unternehmen und Fertigungsstandorte erfolgt vorab gar nicht, oder nicht im erforderlichen Umfang. Auch fehlt die ganzheitliche Bewertung, inwiefern einzusetzende Industrie 4.0-Lösungen für das gesamte sozio-technische System einen Nutzen bringen können. Vor allem in variantenreichen Fertigungsstandorten sind erfolgreiche Insellösungen eines Standortes durch die individuellen Rahmenbedingungen nicht ohne weiteres auf Standorte anderer Rahmenbedingungen übertragbar.

Eine ganzheitliche Implementierung von Industrie 4.0 konnte bisher nicht realisiert werden und die bestehenden uneinheitlichen Insellösungen stellen für eine breite Integration in den Unternehmen keine Basis dar (Lanza et al. 2016).

Uneinheitliche Insellösungen variantenreicher Fertigungsstandorte führen zu einer heterogenen Industrie 4.0 Lösungs- und IT-Landschaft. Der unternehmensweite Rollout einer erfolgreich getesteten Lösung wird, neben anderen sozio-technischen Aspekten, somit schon bei der technischen Umsetzung komplex. Beispielsweise können standortspezifische MES-Systeme hinsichtlich ihrer Daten- und IT-Landschaft, Schnittstellen, Eingangs- und Ausgangsgrößen stark variieren und dadurch nicht ohne umfangreiche Anpassungen und Standardisierungsmaßnahmen konsolidiert werden, was jedoch die Basis für Plug&Play darstellt.

Eine Heterogenität und Fleckenlandschaft muss, soweit es geht, von Anfang an vermieden werden, da jede weitere Lösung die Komplexität erhöht (Hanschke 2013).

Eine erfolgreiche Implementierung der Digitalen Transformation zu Industrie 4.0 ist nur dann möglich, wenn die Analyse, Planung, Umsetzung und Bewertung von Anfang an ganzheitlich erfolgt. Eine wirtschaftliche Digitalisierung und optimale Potentialausschöpfung kann ansonsten nicht sichergestellt werden.

3. Ganzheitliches Implementierungskonzept für Industrie 4.0

3.1 Fokus und betrachtete Bereiche

Bevor auf den Aufbau und die Vorgehensweise des entwickelten Implementierungskonzeptes eingegangen werden kann ist es erforderlich, die betrachteten und berücksichtigten Bereiche abzugrenzen. Wie im Abschnitt 1 erwähnt, hat ein branchenspezifischer und eingegrenzter Ansatz Vorteile, vor allem in Hinblick auf die konkrete Maßnahmenableitung und hiermit auch auf die Nutzenbetrachtung. Das Konzept wurde deshalb für die Anwendung in Fertigungsstandorten eines variantenreichen Industrieunternehmens entwickelt. Dafür wurde eine Analyse der im Rahmen eines ganzheitlichen Ansatzes zu betrachtenden Bereiche durchgeführt und mit der übergreifenden Grundstruktur der variantenreichen Fertigungsstandorte abgeglichen. Das Ergebnis sind die abgeleiteten und in Abbildung 1 aufgeführten Bereiche:

Organisation	Technik		Personal
1 Strategie	4 IT-Infrastruktur	7 Prozesse	10 Qualifikation
2 Organisationsstruktur	5 Daten	8 Fertigung	11 Kommunikation
3 Führung	6 Sicherheit	9 Logistik	12 Kultur

Abbildung 1: Relevante und zu berücksichtigende Bereiche in den Fertigungsstandorten.

Der Transformationsprozess zu Industrie 4.0 hat Auswirkungen auf die gesamte Organisations- und Sozialstruktur eines Produktionssystems und somit vor allem auf die Fertigungsstandorte. Mit der Technik, der Organisation und dem Personal sind alle sozio-technischen Dimensionen zu berücksichtigen (Leineweber et al. 2018).

Die aufgelisteten Bereiche decken in höherer Granularität alle drei sozio-technischen Dimensionen innerhalb eines Fertigungsstandortes ab, welche für eine erfolgreiche Implementierung von Industrie 4.0 erforderlich sind.

3.2 Aufbau und Vorgehensweise

Eine Weiterentwicklung des Deming-Kreises ist der PDCA-Zyklus, eines der wichtigsten Instrumente zur kontinuierlichen Verbesserung von Arbeitsprozessen. Der stufenweise Zyklus ermöglicht Ist-Zustände zu analysieren, erreichbare Ziel-Zustände festzulegen, zu planen, umzusetzen und deren Erfolg auszuwerten (Syska 2006).

Das in der Praxis erfolgreich angewandte und etablierte stufenweise Vorgehen wurde als geeignete Basis für das Implementierungskonzept identifiziert und weiterentwickelt. Wie in der Abbildung 2 dargestellt, bauen im entwickelten Implementierungskonzept vier Phasen aufeinander auf. Die Analyse-, Planungs-, Umsetzungs- und die Kontroll- und Lernphase bilden damit einen anwendbaren stufenweisen Implementierungszyklus. In jedem Schritt der Phasen ermöglicht der Einsatz ausgewählter und entwickelter Methoden und Ansätze die Anwendung in den Fertigungsstandorten.

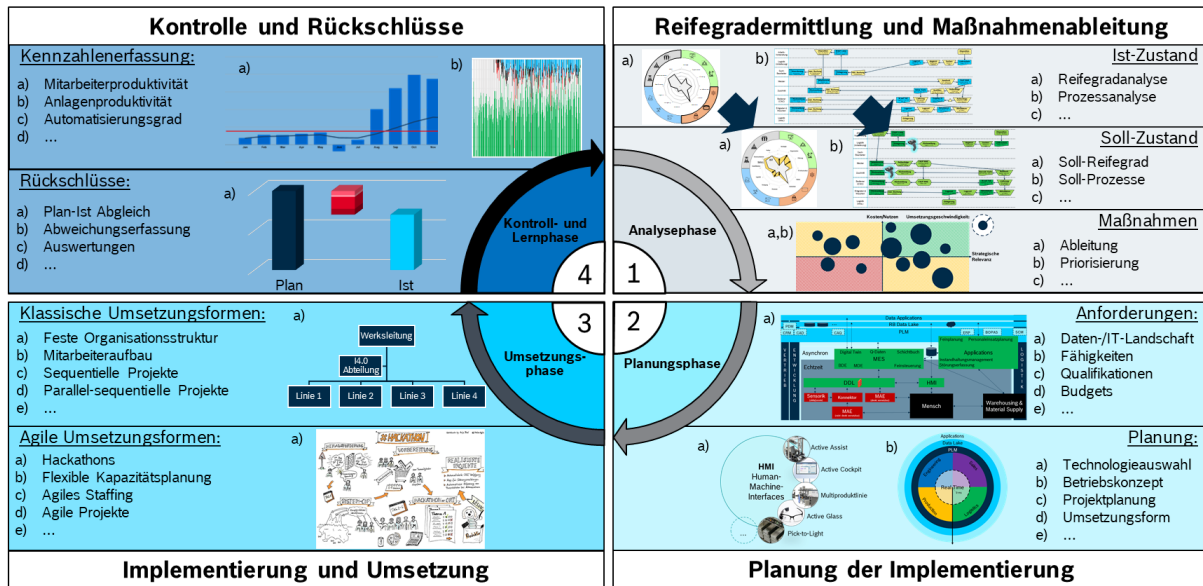


Abbildung 2: Aufbau und Vorgehensweise des Industrie 4.0 Implementierungskonzeptes.

Der initiale Schritt ist die Reifegradermittlung als erster Teil der Analysephase. Hierbei wird der Ist-Reifegrad und die Ausprägung im Rahmen eines branchenspezifischen und auf variantenreiche Fertigungsstandorte abgestimmten Fragenkatalogs analysiert, welcher alle zwölf Bereiche und ihre Abhängigkeiten berücksichtigt. In den identifizierten Handlungsfeldern der Bereiche mit dem größten Potential werden Detailanalysen durchgeführt, wie beispielsweise Prozess- und Informationsflussanalysen. Hiermit wird sichergestellt, dass nur in den Bereichen digitalisiert und Industrie 4.0-Lösungen umgesetzt werden, in denen es aufgrund der initialen Nutzenabschätzung erfolgsversprechend ist. Im zweiten Teil der Analysephase werden der Soll-Reifegrad und die Soll-Prozesse und -Informationsflüsse der Handlungsfelder ausgearbeitet. Dabei ist für die erfolgreiche Umsetzung wichtig, dass ausschließlich erreichbare Zielsetzungen fixiert werden. Im letzten Teil der Analysephase werden die Maßnahmen anhand des Abgleichs von Soll- und Ist-Zustand abgeleitet und hinsichtlich ihrer strategischen Relevanz, des Nutzens und der Umsetzungsgeschwindigkeit priorisiert.

In der zweiten Phase, der Planungsphase, wird die Implementierung der in Phase zwei abgeleiteten Soll-Zustände und Maßnahmen geplant. Im ersten Teil werden die Anforderungen auf Basis der Maßnahmen und des Soll-Zustandes detailliert. Aufgrund der fortschreitenden Verschmelzung von IT und Maschinenbau muss der Fokus vor allem auf der Ausgestaltung der erforderlichen Daten- und IT-Landschaft liegen. Darüber hinaus müssen mindestens die notwendigen Fähigkeiten für eine erfolgreiche Implementierung identifiziert werden (z.B. anhand einer Capability Matrix). Im zweiten Teil erfolgt, im Gegensatz zu bisherigen Vorgehensweisen, die Technologieauswahl erst nachdem die Anforderungen im Detail bekannt sind, was dadurch die Nutzenorientierung sicherstellt. Zusätzlich müssen für die ausgewählten Technologien Betriebs- und Notfallkonzepte erarbeitet werden, um eine erfolgreiche Umsetzung und reibungslosen Betrieb der Lösungen sicherstellen zu können.

In der dritten Phase, der Umsetzungsphase, erfolgt die eigentliche Implementierung und Umsetzung. Hierbei ist es entscheidend, die richtige Umsetzungsform und Vorgehen schon bei der Planung auszuwählen. Agile Umsetzungsformen wie Hacka-

thons können zur schnellen konzentrierten Umsetzung am Shopfloor angewandt werden.

In der vierten und letzten Phase, der Kontroll- und Lernphase, wird der Erfolg der Implementierung kontrolliert und Rückschlüsse für weitere Implementierungszyklen abgeleitet. Dabei stellt die Kennzahlenerfassung im ersten Teil die Basis für die Kontrolle dar. Hierfür sollten in variantenreichen Fertigungsstandorten erfolgreich angewendete Kennzahlen- und Produktivitätsmanagement-Ansätze verwendet werden.

Ein Beispiel dafür ist das Produktivitätsmanagement für variantenreiche Fertigungsstandorte der Bosch Rexroth AG (Sauter & von Killisch-Horn 2010).

Zusätzlich zur Mitarbeiterproduktivität sollte aufgrund der voranschreitenden Automatisierung die Anlagenproduktivität ebenfalls fokussiert werden. Neben der Kennzahlenerfassung werden im zweiten Teil der Kontroll- und Lernphase Rückschlüsse für den nächsten Implementierungszyklus abgeleitet. Hierfür eignen sich besonders der Plan-Ist-Vergleich und die Abweichungsanalyse.

Sind alle vier Phasen durchlaufen, kann ein neuer Implementierungszyklus initiiert werden. Die Ist-Zustands Erfassung der Bereiche ist dann aufgrund des bereits erfolgten Zyklus weniger umfangreich. Das stufenweise Vorgehen ermöglicht damit eine nutzenorientierte Digitale Transformation der Fertigungsstandorte zu Industrie 4.0.

4. Anwendung des Konzeptes in variantenreichen Fertigungsstandorten

Um die Praxistauglichkeit des Implementierungskonzeptes zu bestätigen, wird es in ersten variantenreichen Fertigungsstandorten der Bosch Rexroth AG erprobt. Ein Beispiel hierfür ist die Anwendung des Implementierungskonzeptes in einem Fertigungsstandort der Bosch Rexroth AG mit einer sehr hohen Produktvarianz, welcher die Einführung eines MES-Systems plant. Im Rahmen der ganzheitlichen Analyse konnte aufgezeigt werden, dass die Einführung eines MES-Systems aufgrund des Ist-Zustandes, z.B. durch fehlende Daten, noch nicht möglich ist. Verbesserungspotentiale wurden vor allem im Bereich der Informationsflüsse und IT-Infrastruktur identifiziert. Im ersten Schritt konnte festgestellt werden, dass optimierte Informationsflüsse und die Nutzung weiterer Funktionen bestehender IT-Systeme im ersten Schritt die größten Potentiale aufweisen und die Einführung einzelner MES-Module erst in einem späteren Implementierungszyklus erfolgreich realisiert werden kann. Erste Erfahrungen bei der Anwendung des Konzeptes waren, dass die Berücksichtigung aller zwölf Bereiche im Rahmen des Fragenkatalogs erfolgskritisch ist, um Handlungsfelder identifizieren und zielgerichtet digitalisieren zu können. Zusätzlich sind die Detailanalysen der Informationsflüsse deutlich aufwendiger, wenn vorab keine Prozessbeschreibungen vorliegen.

5. Diskussion

Das entwickelte Implementierungskonzept ist der erste Ansatz, welcher alle relevanten sozio-technischen Bereiche berücksichtigt und durch sein stufenweises Vorgehen eine zielgerichtete ganzheitliche digitale Transformation zur Industrie 4.0 ermöglicht. Die Anwendbarkeit konnte in ersten variantenreichen Fertigungsstandorten erfolgreich erprobt und dabei aufgezeigt werden, dass der Ansatz eine nutzenorientierte digitale Transformation durch erreichbare Zielsetzungen ermöglicht.

Darüber hinaus konnte weiterer Forschungsbedarf identifiziert werden. Um die Anwendbarkeit zu bestätigen, sollte das Konzept oder Teile davon in weiteren Fertigungsstandorten unterschiedlicher Geschäftsarten und Produktvarianzen validiert werden. Dabei sollte vor allem die Kennzahlenermittlung fokussiert und damit der Nutzen umgesetzter Lösungen und Methoden tiefergehend analysiert werden. Die zwölf betrachteten Bereiche sind dabei ausreichend, jedoch gilt es noch zu analysieren, ob und welche Bereiche erfolgskritischer sind als andere.

Es konnte ebenfalls bestätigt werden, dass die Eingrenzung und Fokussierung des Implementierungskonzeptes auf variantenreiche Fertigungsstandorte eines Industrieunternehmens erhebliche Vorteile mit sich bringt. Dazu gehört neben der konkreten Maßnahmenableitung auch die vielseitige Anwendbarkeit. Zusätzlich entsteht durch eine konkrete Maßnahmenableitung auch die Möglichkeit, den Nutzen einzelner umgesetzter Methoden und Lösungen erfolgreich zu quantifizieren.

Neben den Vorteilen entstehen durch eine Eingrenzung jedoch auch Nachteile. Zum einen muss sichergestellt werden, dass sich die Bottom-Up ermittelten Potentiale und abgeleiteten Zielsetzungen der Fertigungsstandorte in die Gesamtstrategie des Unternehmens einordnen. Zum anderen müssen Unternehmen mit abweichenden Anwendungsbereichen einzelne Bausteine, wie beispielsweise den Fragenkatalog, entsprechend anpassen. Der Implementierungsansatz könnte durch seinen allgemeingültigen Grundaufbau jedoch auch in anderen Branchen und Lösungsräumen unmittelbar verwendet werden. Lediglich die einzelnen Bausteine der Implementierungsphasen sind auf einen Anpassungsbedarf im Detail zu überprüfen. Das Implementierungskonzept ist damit offen gegenüber zukünftigen Anforderungen und auch erweiterbar.

6. Literatur

- Dais S (2018) Industrie 4.0 - Anstoß, Vision, Vorgehen. In: Vogel-Heuser B, Bauernhansl T, ten Hompel M (Hrsg.) Handbuch Industrie 4.0 Bd.4. Berlin: Springer Vieweg, 259-268.
- Hanschke I (2013) Strategisches Management der IT-Landschaft. München: Carl Hanser Verlag.
- Lanza G, Nyhuis P, Ansari S, Kuprat T, Liebrecht C (2016) Befähigungs- und Einführungsstrategien für Industrie 4.0. ZWF 111:76-79.
- Leineweber S, Wienbruch T, Kühlenkötter B (2018) Konzept zur Unterstützung der Digitalen Transformation von Kleinen und Mittelständischen Unternehmen. In: Matt, D (Hrsg.) KMU 4.0 - Digitale Transformation in kleinen und mittelständischen Unternehmen. Berlin: GITO Verlag, 21-39.
- PwC, PricewaterhouseCoopers (2014) Industrie 4.0 – Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Accessed Nov 27, 2018. <https://www.strategyand.pwc.com/media/file/Industrie-4-0.pdf>.
- Sauter M, von Killisch-Horn G (2010) Produktivitätsmanagement in einer variantenreichen Fertigung. In: ifaa, Institut für angewandte Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Methodisches Produktivitätsmanagement. Köln: Wirtschaftsverlag Bachem, 35-85.
- Schumacher J (2018) Wissen ist Trumpf - was der Digitalisierung noch im Wege steht. ProductilTy 23:16-18.
- Syska A (2006) Produktionsmanagement. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- VDMA & PTW, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau und Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (2018) Leitfaden Industrie 4.0 trifft Lean: Wertschöpfung ganzheitlich steigern. Accessed Nov 27, 2018. https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/26095707/Leitfaden_I40_Lean_1524489604061.pdf.
- Wollert, J (2018) Industrie 4.0 – warten bis die Revolution vorbei ist? In: Jasperneite J, Lohweg V (Hrsg.) Kommunikation und Bildverarbeitung in der Automation. Berlin: Springer Vieweg, 177-186.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de