

Digitaler Wandel in der Werkstoffprüfung: Entwicklung einer Vision Werkstoffprüfung 4.0

Gritt OTT, Solveig HAUSMANN, Martin SCHMAUDER

*CIMTT Zentrum für Produktionstechnik und Organisation
Technische Universität Dresden
Helmholtzstraße 10, D-01062 Dresden*

Kurzfassung: Im Forschungsprojekt DiWan wird ein digitales Assistenzsystem entwickelt, mit dem zukünftig die erforderlichen Arbeitsschritte zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung einer Materialanalyse anhand von abrufbarem Erfahrungswissen und vereinfachtem Zugriff auf Normen und Standards deutlich effizienter plan- und durchführbar sind. Durch das Assistenzsystem soll die wertschöpfende Kompetenz der WerkstoffprüferInnen in den Vordergrund rücken, ohne durch Arbeitsverdichtung, Informationsüberflutung oder unzweckmäßige IT-Funktionen die Beschäftigten (unzulässig) zu belasten. Zunächst wurden in nutzerzentrierten Interviews Prozessabläufe, Prüfverfahren mit zugehörigen Normen, Dokumentationsregeln und Wissensbestände zu Prüfvorgängen erhoben. Des Weiteren sind Arbeitsbedingungen, Führungsaspekte und das Interesse an neuen technischen Systemen in Befragungen ermittelt worden. Darauf aufbauend wird die Vision eines digital unterstützten Werkstoffprüfungsprozesses entwickelt.

Schlüsselwörter: digitale Assistenzsysteme, Digitalisierung, Wissensmanagement, Werkstoffprüfung

1. Motivation und Zielstellung

Die Digitalisierung hält Einzug in alle Anwendungsgebiete der Ingenieurwissenschaften, so auch in das breite Feld der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (MatWerk) (siehe Sandfeld et al., 2018, Heilmaier et al., 2018). Beispielhaft ist hier die von der Fraunhofer-Gesellschaft ins Leben gerufene Plattform Materials Data Space zu nennen, mit der eine „durchgängige und vernetzte Digitalisierung von Werkstoffen, Materialien und Bauteilen“ in den Prozessen erreicht werden kann. (Fraunhofer Verbund Materials, S. 3, 2018).

In die bisherige, vor allem technisch getriebene Digitalisierung in MatWerk müssen auch die damit zwingend notwendigen Veränderungen der Arbeitsprozesse sowie die Nutzung des spezifischen Wissens des ausführenden Werkstoffprüfers einbezogen werden.

Ziel im Forschungsvorhaben DiWan (Projekt DiWan - Digitaler Wandel in der Werkstoffprüfung, gefördert vom BMBF, Programm „Innovationen für die Produktion, Dienstleistung und Arbeit von morgen“) ist es, die Tätigkeit der WerkstoffprüferInnen zukunftsfähig zu gestalten, d. h. einerseits durch Digitalisierung flexible und effiziente Prüfprozesse zu ermöglichen, andererseits die WerkstoffprüferInnen nicht durch Arbeitsverdichtung, Informationsüberflutung oder unangepasste IT-Funktionen zu belasten. Stattdessen sollen Arbeitszufriedenheit und Lernförderlichkeit durch ganzheitliche

Arbeitsaufgaben, angepasste Arbeitsorganisation und adäquate Führungsstile gestärkt werden. Um die Tätigkeit der WerkstoffprüferInnen digital zu erleichtern sowie deren Erfahrungswissen aus den Prüfprozessen effizienter nutzbar und leichter abrufbar zu machen, wird durch ein Projektkonsortium unter Beteiligung von vier Unternehmen aus dem Bereich MatWerk ein digitales Assistenzsystem entwickelt.

Bei der Einführung von Assistenzsystemen spielen Kriterien für die menschengerechte Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktionen eine wichtige Rolle, insbesondere hinsichtlich der Anpassung der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Technologie (Huchler, 2020). Arbeitsgestaltung im Kontext der Digitalisierung befasst sich mit einem integrativen Zusammenwirken von Mensch, Technik und Organisation im Sinne soziotechnischer bzw. hybrider Systeme (Ahrens & Gessler, 2018). Soziotechnische Arbeitsgestaltung zielt darauf ab, Assistenzsysteme so in Arbeitsabläufe einzufügen, dass sie als „integraler Bestandteil des Arbeitsprozesses“ und nicht als Fremdeinheit (Ahrens & Gessler, 2018, S. 165) wahrgenommen werden.

Schwerpunkte bei der Entwicklung des digitalen Assistenzsystems in DiWan sind deshalb neben IT-relevanten Themen auch die Art und Weise der Bereitstellung von Informationen und Erfahrungswissen. Deren Einsatz zieht auch die Anpassung von Führungstätigkeiten nach sich, da aufgrund der Nutzung des Assistenzsystems häufig veränderte Informations- und Kommunikationsprozesse entstehen, wodurch sich auch die Frage nach einer adäquaten Unternehmenskultur, bspw. in der Ausprägung der Vertrauenskultur (Misamer, 2017) stellt.

2. Lösungsansatz und Vorgehen

Im Rahmen der Entwicklung des Assistenzsystems ging es im Projekt DiWan im ersten Schritt um die Erfassung relevanter IST-Zustände in der Werkstoffprüfung, um daraus idealtypische laborbuchunterstützte Arbeitsprozesse und potenzielle technische Lösungsalternativen abzuleiten. Dazu wurden bei den Projektunternehmen Werkstoffprüfungsprozesse in Pilotbereichen analysiert. Das entwickelte Analysekonzept umfasste mehrere Erhebungsschritte (siehe Abb. 1). Dazu gehörten eine Analyse zu eingesetzten Dokumenten, wie Formularen und Prüfprotokollen, zu vorhandener Hard- und Softwareausstattung sowie halbstrukturierte Interviews zum Ablauf der Werkstoffprüfung mit Führungskräften und WerkstoffprüferInnen der Pilotbereiche. Es wurden die aktuell eingesetzten Arbeitsmittel, die vorhandene IT-Unterstützung und die bisher üblichen Dokumentationswege und Informationsflüsse ermittelt. In einer Mitarbeiterbefragung wurde ergänzend die subjektive Beurteilung der Arbeitsaufgaben, Belastungen, Arbeitsbedingungen, Führung und Technikaffinität als Rahmenbedingungen erfasst. Technikaffinität stellt eine persönliche Ressource dar, die sich in der Tendenz zeigt, Technik aktiv zu nutzen oder sie zu vermeiden. Für die Erhebung in DiWan wurde die ATI-Skala (Franke, T., Attig, C., & Wessel, D., 2018) genutzt. Innerhalb der Analysephase sind acht Interviews mit den Projektunternehmen geführt und insgesamt 27 Personen im Rahmen der Mitarbeiterbefragung befragt worden. Die Pilotunternehmen stellten ferner Dokumente bereit und informierten darüber hinaus zu ihren strategischen Überlegungen zur bzgl. der Werkstoffprüfung.

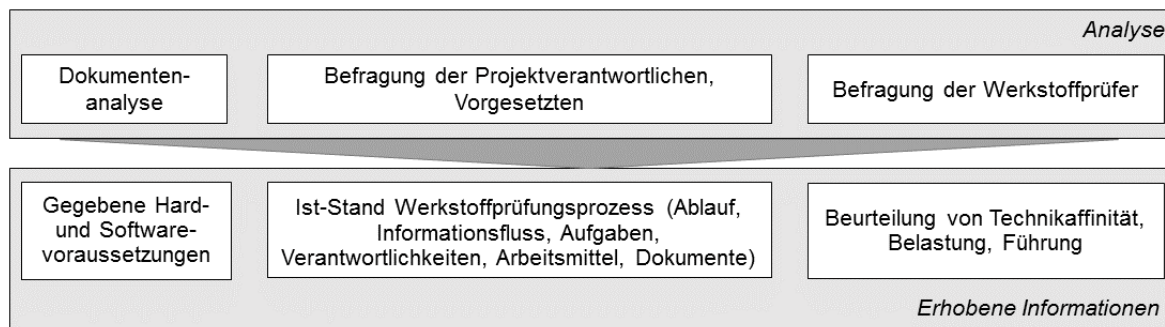


Abbildung 1: Analysekonzept

Die Ergebnisse aus der Analyse fließen in die nachfolgenden Arbeitspakete von DiWan zur Konzipierung des digitalen Assistenzsystems ein. Die Aufstellung der Hard- und Softwarevoraussetzungen spannt den technisch möglichen Rahmen des geplanten Assistenzsystems auf. Der IST-Stand der Werkstoffprüfungsprozesse wird in Gruppendiskussionen systematisch hinterfragt, um einen zukunftsfähigen Werkstoffprüfungsprozess zur Grundlage der Softwareentwicklung des digitalen Assistenzsystems zu erarbeiten. Dabei spielt vor allem auch das bisher genutzte Erfahrungswissen eine wichtige Rolle, um letztendlich zu entscheiden, welche verwendeten Wissensbestände zukünftig in das Assistenzsystem bzw. in die zugrundeliegende Wissensdatenbank überführt werden sollen. Aus der Mitarbeiterbefragung wird auf eventuelle Probleme geschlossen werden, die eine Gestaltung erfordern, bevor eine digitale Unterstützung von Werkstoffprüfungsprozessen per Assistenzsystem erfolgen kann.

3. Ausgewählte Ergebnisse der IST-Analyse

3.1 Kennzeichen der Tätigkeit in der Werkstoffprüfung

Das Arbeitsfeld in MatWerk umfasst ein sehr komplexes Aufgabenspektrum. Hierzu gehören Arbeitsaufgaben im Metallographie-Labor ebenso wie in Laboren der mechanischen Werkstoffprüfung, der Korrosionsprüfung, Verfahren der zerstörungsfreien Prüfung usw. sowie der Umgang mit einer extrem großen Anzahl an Normen und eingesetzten Geräten und Methoden. Arbeitsaufgaben in MatWerk sind sehr vom konkreten Einsatzfeld im Unternehmen oder der Forschungseinrichtung abhängig. Ob der Einsatz in Forschungs- und Entwicklungsprozessen, in der Produktion oder in der Überwachung über den Produktlebenszyklus erfolgt, beeinflusst sehr stark die spezifischen Anforderungen und Tätigkeitsspielräume bei den Prüfaufgaben der WerkstoffprüferInnen.

Die resultierenden Workflows bewegen sich im Spannungsfeld von normdefinierter Prüfung und individuellem Vorgehen, insbesondere bei der Probenpräparation. Gerade bei nichtstandardisierten Prozessen im Bereich der Forschung sind umfangreiche Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie Erfahrungswissen bei WerkstoffprüferInnen gefragt, um geeignete Vorgehensweisen für die Prüfung sehr effizient zu entwickeln.

3.2 Dokumentation in Werkstoffprüfprozessen

Der/die WerkstoffprüferIn hat in allen Phasen der Prüfung vielfältige Protokoll- und Dokumentationsschritte auszuführen, wofür unterschiedlichste Dokumentationsmedien genutzt werden (Papier, Video, Foto, digitale Dokumente). Ein erheblicher Teil

der Dokumentation ist durch Normen und Standards geregelt. Der Prozess wird teilweise bereits digital unterstützt, allerdings zeigen sich Medienbrüche, nicht nur von analog zu digital, sondern innerhalb der digitalen Unterstützung. Es gilt, durch Schnittstellengestaltung diese Brüche im Interesse einer effizienten und belastungsoptimalen Arbeitsausführung zu beseitigen.

3.3 Wissensbestände in Werkstoffprüfprozessen

Arbeitsausführung und Dokumentation erweitern kontinuierlich die Datenbestände in den Unternehmen. Abb. 2 zeigt im Ergebnis der Analysen schematisch auf, in welchen Prozessen welche Wissensart erzeugt bzw. genutzt wird. Es zeigt sich, dass die Prüfergebnisse als explizites Wissen vorliegen und systematisch über eine bereichs- oder unternehmensbezogene IT-Lösung gemanagt werden. Im Prüfprozess selbst wird sowohl explizites als auch implizites Wissen genutzt. Als explizites Wissen sind vor allem die Normen zu den verschiedenen Werkstoffprüfungsverfahren zu nennen. Hinzu kommen jedoch auch unternehmensinterne Standards, die sich aus aktiven Qualitätsmanagementsystemen oder den Regelungen zum Erreichen einer Akkreditierung ergeben. Erfahrungswissen (implizites Wissen) kommt vor allem bei nicht normgebundenen Prüfungen zum Einsatz und ist in der Forschung zu Werkstoffen und Verarbeitungstechnologien von immenser Bedeutung.

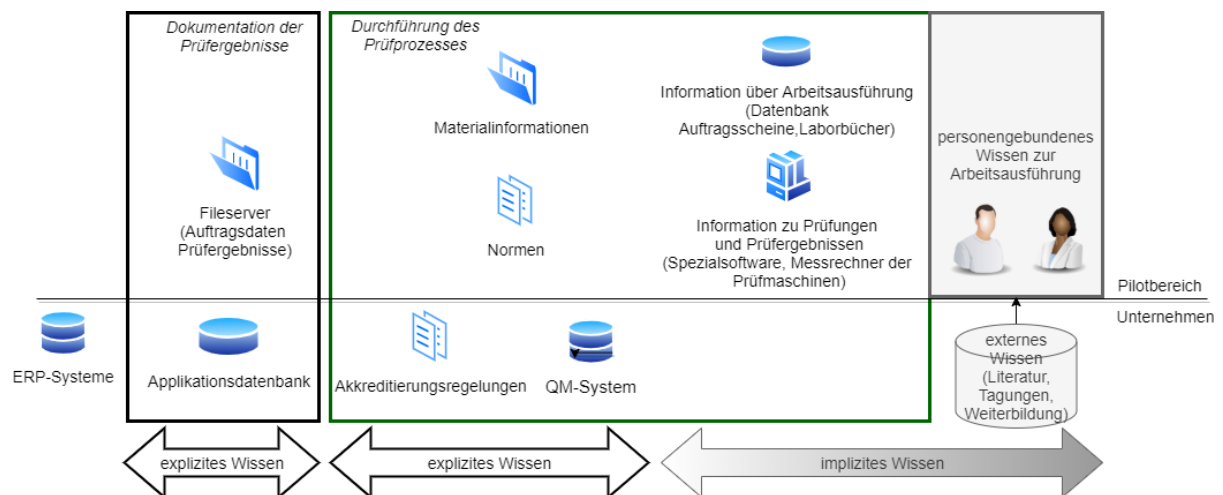


Abbildung 2: Implizite und explizite Wissensbestände (abstrahiert über 3 Pilotunternehmen)

Das Erfahrungswissen ist derzeit überwiegend personenbezogen gebunden und wird lediglich verbal kommuniziert oder in handschriftlichen Laborbüchern festgehalten. Hierdurch besteht besonders bei Personal-Fluktuation die Gefahr von Wissensverlusten, für die das Assistenzsystem eine Lösung bereitstellen soll. Bei der Ausgestaltung des digitalen Assistenzsystems ist auch die unternehmensspezifische Regelung zum Umgang mit Auftragsdaten nicht vernachlässigbar (explizites Wissen). Hier sind bereits mehr oder weniger umfassende ERP-Systeme im Einsatz, an die ange-dockt werden müsste. Tab. 2 nennt Beispiele für explizites und implizites Wissen, wie es im Rahmen der Analyse für die Pilotbereiche ermittelt wurde.

Tabelle 1: Explizite und implizite Wissensbestände

Wissensart	explizit	implizit
fachlich	<ul style="list-style-type: none"> • Prüfergebnisse (Rohdaten der Prüfung bzw. Bilddaten) • Prüfprogramme der Prüfmaschinen • Normen • Materialdatenbanken 	<ul style="list-style-type: none"> • Geeignete Arbeitsschritte für spezielle Prüfverfahren • Vorgehen und Parameter bei der Probenvorbereitung • Geeignete Nachschlagequellen (z. B. Internetdatenbanken)
auftragsbezogen	Bereichsbezogen: <ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsanweisungen, Formblätter Auftragspezifisch: <ul style="list-style-type: none"> • Auftragschein für die jeweilige Prüfaufgabe • Skizzen zur Vorbereitung des Prüfstandes • Formblätter zur Dokumentation von Besonderheiten der Prüfung • Prüfprotokoll bzw. Prüfbericht 	<ul style="list-style-type: none"> • Benötigte Zeit für einen Auftrag • Spezialisierung der Mitarbeiter für ihren möglichen Einsatz • Aktuelle Auftragslage/verfügbare Personalkapazität

3.4 Rahmenbedingungen für die Einführung eines digitalen Assistenzsystems

Im Ergebnis der Mitarbeiterbefragung zeigt sich, dass die aktuellen Arbeitsaufgaben und die vorherrschende Arbeitsorganisation den Anforderungen guter arbeitswissenschaftlicher Praxis entsprechen. Die befragten WerkstoffprüferInnen (n=27) geben zustimmend an, vollständige, abwechslungsreiche und lernförderliche Arbeitsaufgaben auszuführen (96%). Die Arbeitsmenge wird meist als angemessen eingeschätzt, allerdings äußert die Mehrzahl der Befragten, dass es teilweise zu viele Aufgaben gleichzeitig zu erledigen (85%) gibt. Bei der Arbeitsumgebung stimmen die meisten Teilnehmer der Befragung zu, über funktionsfähige und vollständige Arbeitsmittel zu verfügen (85%), körperliche Abwechslung bei der Arbeit zu haben (70%) sowie ihre Arbeit schmerzfrei ausführen zu können (88%). Zwei von fünf Befragten geben jedoch an, dass ihre Arbeit nicht immer frei ist von ungünstigen Bedingungen wie z.B. Lärm, ungünstiger Temperatur oder Gerüchen. Dies kann mit der Arbeit im Versuchsfeld zusammenhängen. In Bezug auf den Umgang mit Technik, gibt die Mehrzahl der WerkstoffprüferInnen an, sich gern mit technischen Systemen zu beschäftigen (94%) und diese auch intensiv auszuprobieren (80%). Weiterhin äußern vier von fünf Befragten, die Möglichkeiten eines technischen Systems vollständig auszunutzen. 87% der BefragungsteilnehmerInnen möchten darüber hinaus verstehen, wie ein technisches System genau funktioniert.

4. Diskussion der Analyseergebnisse und Vision einer Werkstoffprüfung 4.0

Aus den verschiedenen Ergebnissen der IST-Analyse in DiWan lassen sich Schlussfolgerungen für die Gestaltung des digitalen Assistenzsystems ableiten. Aufgrund von vielfach papierbasierter Dokumentation bzw. Medienbrüchen sind ein effizientes Suchen und Wiederverwenden von Erfahrungen sowie die Erfahrungswegweitergabe eingeschränkt möglich. Das Fehlen einer zentralen Datenbasis, bestehend

aus digitalisierten Laborbüchern, vordefinierten Workflows und Diskussionsprotokollen, verhindert den Abgleich mit anderen Datenrepositorien sowie den Einsatz moderner Datenanalysetechniken. Auf die digitale Erfassung und Exploration von Materialdaten, aber auch auf Methoden zur Generierung der Daten (Hilfsmittel, Techniken, notwendige Arbeitsabläufe), wie sie bisher im manuellen Laborbuch dokumentiert werden, müssen zukünftige Arbeitsprozesse und die zugehörigen Arbeitsumgebungen vorbereitet werden. Dies erfordert deren Verknüpfung mit bestehenden Materialdatenbanken sowie deren Zuordnung zu bereits digital erfassten Prozessparametern, wie sie aktuell vielfach in Unternehmen bereits vorhanden sind. Eine Ressource stellen hier die guten Rahmenbedingungen der Arbeitsausführung, die in den beteiligten Projektunternehmen herrschen sowie die Offenheit der WerkstoffprüferInnen gegenüber neuen, technischen Systemen.

Die Herausforderungen bei der Etablierung des digitalen Assistenzsystems bestehen darin, das bisherige Arbeitsniveau nicht zu verringern und Lösungen arbeitsorganisatorischer Art im Führungssystem zu verankern, die der effektiven Nutzung des digitalen Assistenzsystems und der Stärkung von Wissensbereitstellung und -austausch dienen.

Die Vision eines digitalen Assistenzsystems in der Werkstoffprüfung 4.0 sieht vor, die vielfältigen Protokoll- und Dokumentationsschritte, die ein/e WerkstoffprüferIn in allen Phasen der Prüfung auszuführen hat, konsequent in nur einem digitalen System zu konzentrieren. Dieses soll auch in der Lage sein, die Dokumentation von Erfahrungswissen zu unterstützen. Darüber hinaus sollen die erforderlichen Arbeitsschritte zur Vorbereitung, Durchführung und Auswertung einer Materialanalyse durch Rückgriff auf abrufbares Erfahrungswissen und vereinfachtem Zugriff auf Normen und Standards in einer gekoppelten Wissensdatenbank deutlich effizienter plan- und durchführbar werden.

5. Literatur

- Ahrens, D., & Gessler, M. (2018). Von der Humanisierung zur Digitalisierung: Entwicklungsetappen betrieblicher Kompetenzentwicklung. In: D. Ahrens, & G. Molzberger (Hrsg.), Kompetenzentwicklung in analogen und digitalisierten Arbeitswelten. Kompetenzmanagement in Organisationen (S. 157-172). Berlin: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-662-54956-8_11
- Franke, T., Attig, C., & Wessel, D. (2018). A Personal Resource for Technology Interaction: Development and Validation of the Affinity for Technology Interaction (ATI) Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*. DOI: 10.1080/10447318.2018.1456150
- Fraunhofer Verbund Materials (2018) Ideen materialisieren! Zukunft der Werkstoffforschung - positionspapier https://www.materials.fraunhofer.de/content/dam/materials/dokumente/MDS/Positionspapier_web.pdf recherchiert am 10.12.2020
- Heilmaier M., Zimmermann M., Seifert H.J., Weidenkaff A., Jahnen B. (2018) Digitaler Wandel in der Wissenschaft: Herausforderungen und Chancen für das Fachgebiet Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: Anmerkungen der Fachkollegien Materialwissenschaft und Werkstofftechnik der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn
- Huchler, N. et al. (Hrsg.): Kriterien für die menschengerechte Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion bei Lernenden Systemen - Whitepaper aus der Plattform Lernende Systeme, München 2020.
- Misamer M, Thies B. (2017) Etablierung einer Vertrauenskultur zwischen Führungskräften und ihren Mitarbeitern/Mitarbeiterinnen: Ansatzpunkte zur Förderung von Commitment (unter spezieller Berücksichtigung der Generation Y). *Gr Interakt Org* 48:225-233. doi: 10.1007/s11612-017-0369-3
- Sandfeld S., Dahmen T, Fischer, F., Eberl C., Klein S., Selzer M., Nestler B., Möller J., Mücklich F., Engstler M., Diebels S., Tschuncky R., Prakash A., Steinberger D., Kübel C., Herrmann H.G., Schubotz R. (2018) Digitale Transformation in der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, DGM, St. Augustin



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit HUMAINE gestalten

67. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie (WiPs)
Ruhr-Universität Bochum

Institut für Arbeitswissenschaft (IAW)
Ruhr-Universität Bochum

3. - 5. März 2021

GfA-Press

Bericht zum 67. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 3. - 5. März 2021

**Lehrstuhl Wirtschaftspsychologie, Ruhr-Universität Bochum
Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2021
ISBN 978-3-936804-29-4

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 Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband 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

© 2021 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de