

Implementierung eines selbstlernenden KI-Assistenzsystems in der Produktion: Mitarbeiterzentrierte Vorgehensweise bei der Softwareeinführung zum Aufbau des Datenpools

Nicole OTTERSBÖCK¹, Adrian DISCHER², Christian COST REYES¹,
Jannik TERNES³, Holger DANDER⁴

¹ ifaa - Institut für angewandte Arbeitswissenschaft,
Uerdinger Str. 56, 40474 Düsseldorf

² apra-norm Elektromechanik GmbH,
Bei der untersten Mühle 5, 54552 Mehren

³ Consipio Software Engineering GmbH,
Ferdinand-Braun-Str. 17, 74074 Heilbronn

⁴ Hochschule Niederrhein,
Reinarzstr. 49, 47805 Krefeld

Kurzfassung: Das Projekt KI_eeper – Know-how to keep erforscht Wissenssicherung mit Künstlicher Intelligenz (KI). In zwei Anwenderunternehmen wird in der Produktion ein selbstlernendes KI-Assistenzsystem für erfahrungsbasierten Wissenstransfer entwickelt. Das Projekt befindet sich in der ersten Implementierungsphase von Software zum Aufbau eines Datenpools, aus dem die KI in der zweiten Phase Erfahrungswissen der Mitarbeitenden identifizieren soll. In der dritten Phase sollen auf Basis der Daten und mittels KI digitale Assistenzfunktionen für die Beschäftigten entstehen. Der Beitrag fokussiert die erste Phase der Implementierung der Software zum Aufbau des Datenpools im Betrieb. Die Vorgehensweise zur Förderung von Mitarbeiterakzeptanz sowie Erfolgsfaktoren werden vorgestellt und bewertet.

Schlüsselwörter: Erfahrungswissen, Wissenstransfer, Künstliche Intelligenz, Mitarbeiterakzeptanz, Softwareeinsatz

1. Motivation, Hintergründe und Zielsetzung des Projektes KI_eeper

Vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung und der zeitnahen Verrentung der Babyboomer-Generation aus den 1960er-Jahren stehen Unternehmen vor der Herausforderung, deren Erfahrungswissen zu identifizieren und nachfolgenden Generationen zur Verfügung zu stellen. Insbesondere die Identifikation und der Transfer des impliziten Erfahrungswissens, welches den Beschäftigten oftmals nicht bewusst ist, ist herausfordernd für Betriebe (Geis-Thöne 2021). Aktuelle Ansätze zur Erfassung des Wissens und dem Aufbau von Assistenzsystemen sind langwierig und kostenintensiv. Aufgrund von einer hohen Variantenvielfalt in industriellen Produktionsprozessen müssten zahlreiche Informationen zur Fertigung von individualisierten Produkten in Text-, Bild- oder Videoformaten erfasst, aufbereitet und abgespeichert werden (Mohajan 2016).

Im Rahmen des Forschungsprojekts KI_eeper – Know-how to keep soll mittels Künstlicher Intelligenz (KI) ein selbstlernendes Assistenzsystem für Tätigkeiten in der

Produktion entwickelt werden. Damit soll die Identifikation von Erfahrungswissen durch selbstlernende Assistenzsysteme zukünftig automatisch im Arbeitsprozess erfolgen. Erfahrungswissen kann so potenziell langfristig und effizient gesichert werden.

2. Anwendungsfall KI_eeper Assistenzsystem in der Oberflächentechnik

Das KI_eeper-Assistenzsystem wird bei der Firma apra-norm in der Oberflächentechnik (OFT) entwickelt und pilotiert. In diesem Arbeitsbereich werden aktuell über 2600 verschiedene Produkte teilweise sehr unterschiedlich behandelt. Die Produkte werden in der ersten Station auf ein Förderbandsystem aufgehängt und durchlaufen dann die weiteren zwei Stationen der OFT: die Lackierstation sowie die Qualitätskontrolle. Insbesondere die Beschäftigten der ersten Station, der Aufhängestation, sind dabei besonders gefordert. Aufgrund der hohen Variantenvielfalt benötigen sie umfassendes Wissen, wie bspw. die korrekte Ausrichtung der Produkte auf den Wägen oder die Kenntnis über etwaige Vorbehandlungen, bspw. Spülen oder Abkleben. Wesentlich ist zudem die Kombination von Produkten, da manche Produkte mehr Zeit in der Lackierung als andere benötigen. Eine geschickte Kombination gewährleistet, dass der 2,2-Minuten-Takt eingehalten werden kann und die Ressourcen der anderen Stationen optimal ausgenutzt werden. Ein Assistenzsystem wird auch von erfahrenen Beschäftigten befürwortet, da die Komplexität der Bearbeitung mit jeder neuen Produktvariante steigt (Ottersböck et al. 2023b).

Das konzipierte und entwickelte KI-System soll selbstständig im Arbeitsprozess von allen erfahrenen Teammitgliedern lernen. Ziel der ersten Implementierungsphase ist es, einen qualitativ hochwertigen, lückenlosen Datenpool aufzubauen, aus welchem das KI-System lernen soll. Erst in den Folgephasen soll die geschaffene Wissensbasis für eine KI genutzt werden und über Assistenzfunktionen verfügen (Abb.1).

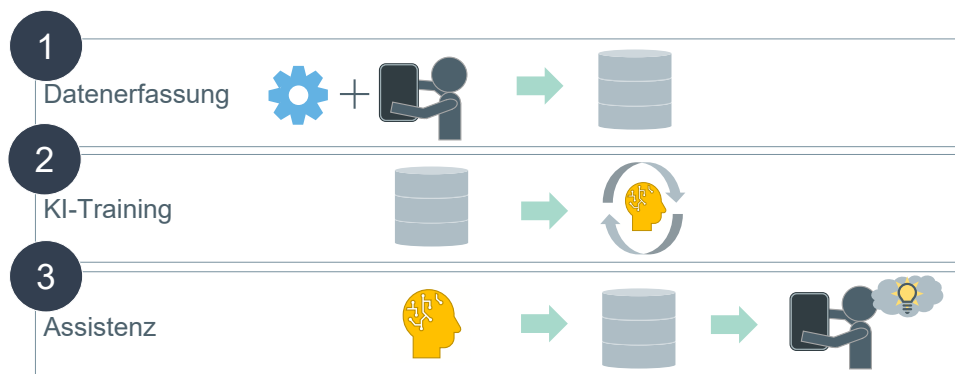


Abbildung 1: Technische Entwicklung KI_eeper in drei Phasen: Datenerfassung, KI-Training, Assistenz

Die erste Phase der Datenerfassung (Phase 1) bildet die Basis für das Anlernen des KI-Systems (Phase 2: KI-Training) und ist damit essenziell für die Identifikation von Erfahrungswissen sowie die Entwicklung der Assistenzfunktionen (Phase 3) (Abb. 1).

Die Beschäftigten haben in der ersten Phase einen besonderen Stellenwert, da sie maßgeblich zum Aufbau eines qualitativ hochwertigen Datenpools beitragen, ohne in dieser Phase für ihren Aufwand bereits einen ersichtlichen Mehrwert in Form von

Assistenzfunktionen zu erhalten. Bereits in dieser Phase verändert sich der Arbeitsprozess und es entsteht ein Mehraufwand durch die Dateneingabe in das System. Die Herausforderung besteht daher insbesondere darin, die Beschäftigten zu befähigen und zu motivieren, mit dem neuen System zu arbeiten. Um dies zu gewährleisten, wurde eine menschenzentrierte Vorgehensweise u. a. nach Pokorni et al. (2021) entwickelt und erprobt. Nachfolgend werden die Vorgehensweise und die Erfolgsfaktoren auf den drei Ebenen Mensch, Technik und Organisation präsentiert.

2.1 Ebene Mensch – Vorgehensweise und Erfolgsfaktoren

Die Beschäftigten im Pilotarbeitsbereich der OFT wurden von Beginn an in das Projektvorhaben partizipativ eingebunden. In einem ersten Informationsmeeting wurden die Beschäftigten über Hintergründe, Ziele und Vorgehen im Projekt sowie über das Unterstützungspotenzial von KI-Systemen in der Produktion informiert. Das Meeting diente auch dazu, bestehende Ängste und Bedenken bezüglich des Einsatzes von Technik und KI zu erfassen und abzumildern. Die Inhalte des Meetings wurden vorab hinsichtlich Verständlichkeit in sprachlicher und inhaltlicher Ebene mit internen Projektverantwortlichen und dem Betriebsrat durchgesprochen. Es wurde vermehrt mit bildlichen Darstellungen gearbeitet, um die Verständlichkeit der Inhalte für alle Beteiligten zu gewährleisten. Der Workshop bildete die Basis für nachfolgende analytische und partizipative Maßnahmen (Ottersböck et al. 2023a).

Im Rahmen einer Prozess- und Anforderungsanalyse wurden die Beschäftigten der OFT zu ihrer Tätigkeit, ihren Herausforderungen im Arbeitsbereich und ihrer Affinität zu technischen Systemen befragt. Stille und teilnehmende Beobachtungen während der Arbeitsausführung gaben Aufschluss über den Prozessablauf und zeigten, wo erfahrungsgetriebene Tätigkeiten zu finden sind und eine digitale Assistenz helfen kann. In einem Konsolidierungsworkshop wurden die Ergebnisse der Analyse mit den Beschäftigten der OFT diskutiert und vervollständigt. In einem ELSI+UX-Workshop wurde die technische Konzeption anhand von Einsatzszenarien von den Beschäftigten bewertet. Der Fokus der Bewertung galt den ethischen, rechtlichen und sozialen Implikationen der Technik (ELSI) (Greenbaum 2015). Darüber hinaus hatten die Beschäftigten die Möglichkeit, die Benutzerfreundlichkeit und Funktionen des Systems zu bewerten (Ottersböck et al. 2024).

2.2 Ebene Technik – Vorgehensweise und Erfolgsfaktoren

Auf Basis der Ergebnisse der Anforderungs- und Prozessanalyse mit den Beschäftigten der OFT (siehe Abschnitt 2.1) wurde eine Software zur Datenaufnahme in der OFT entwickelt. Die Dateneingabe durch Beschäftigte erfolgt insbesondere in der Aufhängestation; denn dort sollen in der dritten Phase die Beschäftigten durch digitale Assistenz unterstützt werden. Am Ende jeder Aufhängung wird ein Bild vom bestückten Wagen aufgenommen. Die zwei weiteren Stationen dienen dazu, die Korrektheit der eingegebenen Daten durch Feedbackeingaben in der Software zu bestätigen, fehlerhafte Aufhängungen zu dokumentieren oder weitere Hinweise einzufügen (Abb. 2):

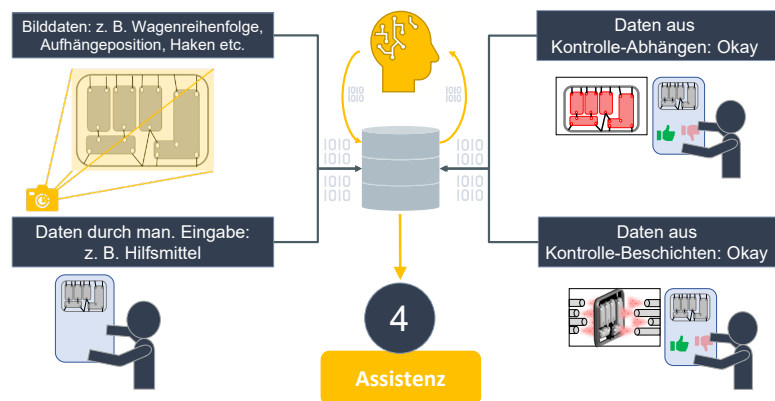


Abbildung 2: Technische Konzeption der Datenbasis (Ottersböck et al. 2023, modifiziert)

Für die Umsetzung der Software wurde ein webbasiertes System ausgewählt, sodass die Software auf unterschiedlichen Geräten genutzt werden kann. Ein Webserver stellt das Backend und die Datenbank zur Verfügung, über verschiedene Endgeräte erfolgt zunächst die Datenerfassung und ermöglicht im Späteren die Assistenzfunktionen Abb. 3a).

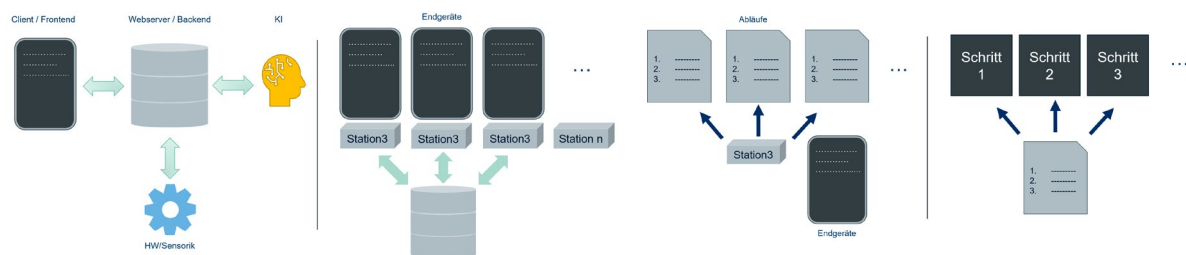


Abbildung 3a: Aufbau und Struktur der Software: Stationen

Abbildung 3b: Aufbau und Struktur der Software: Abläufe

Der Webserver verfügt über einen variablen Aufbau, die Programmumsetzung ermöglicht eine bedarfsgerechte Konfiguration von Arbeitsorten sowie dazugehörige Abläufe. Im Beispiel der Fa. apra-norm werden die Arbeitsorte Aufhängestation, Lackierstation sowie Abhängestation eingerichtet, wobei jede Station über eine variable Anzahl an Abläufen verfügen kann (Abb. 3b).

Die Anwendung ist so umgesetzt, dass ein modularer Aufbau sowie ein generischer Ansatz zum Einsatz kommen. Damit kann die Software für unterschiedliche Szenarien bei verschiedensten Unternehmen genutzt werden. Die Anwendung berücksichtigt zwei Hauptfunktionen; einerseits kann das System zur Aufnahme von Daten verwendet werden, andererseits können Assistenzfunktionen abgebildet werden. Jede Hauptfunktion lässt sich dabei mit Teilaktionen, Abläufen sowie spezifischen Einstellungen konfigurieren. Wesentliche Merkmale sind dabei vordefiniert. Das System ist somit flexibel und lässt sich auch für komplexe Produktionsprozesse konfigurieren. Anpassungen und Änderungen lassen sich ohne Programmierkenntnisse einpflegen, ein zeitsparender Workflow ist die Folge. Auch die Anbindung an Subsysteme sowie externe Geräte und Sensoren ist gegeben. Im beschriebenen Anwendungsbeispiel

können Bildmaterialien an der Aufhängestation direkt mit einem Datensatz verknüpft werden. Auch Daten aus einer SPS lassen sich auslesen, verknüpfen und im Backend-System speichern (Abb. 4).

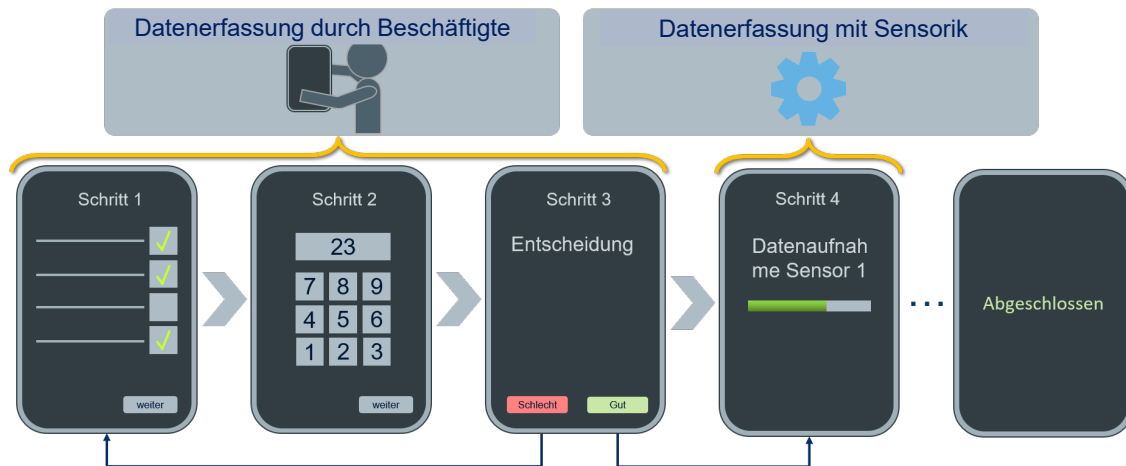


Abbildung 4: Aufbau und Struktur der Software: Ablaufbeispiel

Die Aufnahme der Daten in Phase 1 haben das Ziel, eine qualitative Datenbasis zur Nutzung in einer KI zu schaffen. Steht diese Datenbasis zur Verfügung, wird das System in Phase 3 als Assistenzsystem genutzt, in dem in Abhängigkeit von Auftragsdaten Lösungsvorschläge von der KI grafisch präsentiert werden.

Neben der nutzerzentrierten Entwicklung von Interface und Programmoberflächen führte die Einbeziehung von Beschäftigten während der gesamten Entwicklungsphase zu weiteren Optimierungsmöglichkeiten und Erweiterungen. Eine Kopierfunktion von bereits getätigten Prozessen trägt dazu bei, dass Beschäftigte mit wenigen Eingaben einen neuen Prozess abbilden können und somit Eingabezeit einsparen.

2.3 Ebene Organisation – Vorgehensweise und Erfolgsfaktoren

In Shopfloormeetings wurden die Beschäftigten mehrfach durch die Geschäftsführung, den Leiter der Abteilung, den Projektleiter, den Betriebsrat, externe Projektverantwortliche und Entwickler über die Einführung und den Zweck der Software informiert. Die Einführung in die Software erfolgte „learning-by-doing“ im Arbeitsprozess. Die Beschäftigten wurden während ihrer Tätigkeit durch Projektbeteiligte und den Leiter der Abteilung unterstützt. Durch teilnehmende Beobachtungen konnten beim ersten Einsatz bereits erste Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert werden, die zeitnah technisch umgesetzt wurden. Zusätzlich wurde ein Flipchart im Arbeitsbereich platziert. Dieses wird nun genutzt, um kontinuierlich Verbesserungsvorschläge der Beschäftigten aufzunehmen.

Durch die Feedbackschleifen mit den anderen Stationen werden nun Fehler im Aufhängeprozess oder beim Lackieren direkt sichtbar. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor, zur Akzeptanzförderung der Technik, ist der offene Umgang mit den Fehlern durch die Leitungskräfte.

3. Fazit

Die Implementierung der Software zum Aufbau des Datenpools in der OFT kann bisher als erfolgreich bezeichnet werden. Die Beschäftigten konnten durch die intuitive Bedienbarkeit des Systems nach ersten Durchläufen eigenständig damit arbeiten. Als wesentlicher Erfolgsfaktor auf der technischen Ebene wurde die Ausgereiftheit des Systems identifiziert. In mehreren Testungsphasen wurde die Software nach und nach verbessert. Ziel war es zu vermeiden, dass bereits zu Beginn der Einführungsphasen zu viele Funktionalitäten des Systems fehlen oder nicht benutzerfreundlich sind. Die Beschäftigten wurden von Beginn an in den Entwicklungsprozess der Technik einbezogen. Ihre Bedarfe und Vorstellungen hinsichtlich der technischen Ausgestaltung konnten somit berücksichtigt werden. Die Beschäftigten wurden und werden regelmäßig aktiv aufgefordert, Verbesserungsvorschläge zu benennen, welche dann auch zeitnah umgesetzt werden. Dies fördert die Akzeptanz der Technik.

4. Literatur

- Greenbaum D (2015) Expanding ELSI to all areas of innovative science and technology. *Nature Biotechnology* 33(4): 425–426.
- Geis-Thöne W (2021) Mögliche Entwicklungen des Fachkräfteangebots bis zum Jahr 2040: Eine Betrachtung der zentralen Determinanten und Vorausberechnung IW-Report 11:1-40.
- Mohajan HK (2016) Sharing of Tacit Knowledge in Organizations: A Review. *American Journal of Computer Science and Engineering* 3(2): 6–19.
- Ottersböck N, Prange C, Dander H, Rusch T (2023a) Babyboomer weg, Wissen weg – Partizipative Entwicklung eines KI-basierten Assistenzsystems zur Erfassung und Sicherung erfahrungsbasierten Wissens in der Produktion. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Hrsg.) Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress Nachhaltig Arbeiten und Lernen – Analyse und Gestaltung lernförderlicher und nachhaltiger Arbeitssysteme und Arbeits- und Lernprozesse (Beitrag B 1.5). GfA Press, Sankt Augustin.
- Ottersböck N, Prange C, Rusch T, Dander H (2023b) Entlastung von Beschäftigten in komplexen Produktionsumgebungen durch informatorische, KI-basierte Assistenztechnologien – Erfahrungswissen ermitteln, erhalten, transferieren und Prozesse optimieren. *AI:MAG – The World of Tomorrow* 1:27-28.
- Ottersböck N, Dander H, Prange C (2023c) Prozesswissen durch KI sichern und transferieren. *Industrie 4.0 Management* 39(6): 51–54.
- Ottersböck N, Urban I, Cost Reyes C, Peters S, Boiteux C (2024) Employee Acceptance for AI Based Knowledge Transfer. Conception, Realization and Results of an ELSI+UX Workshop. In: 5th International Conference on Industry 4.0 and Smart Manufacturing (in Druck).
- Pokorni B, Braun M, Knecht C (2021) Menschenzentrierte KI-Anwendungen in der Produktion. Praxiserfahrungen und Leitfaden zu betrieblichen Einführungsstrategien. Bauer W, Riedel O, Renner T, Peissner M (Hrsg.) <https://www.kiFortschrittszentrum.de/content/dam/iao/ki-fortschrittszentrum/documents/studien/Menschzentrierte-KIAnwendungen-in-der-Produktion.pdf>. Zugegriffen: 8. Jan. 2024.
- Schmauder M, Spanner-Ulmer B (2022) *Ergonomie: Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation*. Carl Hanser Verlag, München.

Förderhinweis: Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird im Rahmen des Programms „Zukunft der Arbeit“ (Förderkennzeichen 02L20C500– 02L20C505) vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin und den Autoren.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeitswissenschaft in-the-loop

**Mensch-Technologie-Integration
und ihre Auswirkung auf Mensch,
Arbeit und Arbeitsgestaltung**

70. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement IAT
Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für
Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

06. – 08. März 2024

GfA-Press

Bericht zum 70. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 06. – 08. März 2024

Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Universität Stuttgart

In Zusammenarbeit mit: Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO), Stuttgart

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Sankt Augustin: GfA-Press, 2024

ISBN 978-3-936804-34-8

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin, Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast**

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.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003, Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2024 fröse multimedia, Frank Fröse,

office@internetkundenservice.de, www.internetkundenservice.de