

Assistenzsysteme durch Natural Language Processing

Umsetzungsstrategien für den Shopfloor

Marvin Müller und Joachim Metternich, Technische Universität Darmstadt

Die Werkstattführung im Rahmen des sogenannten Shopfloor Managements (SFM) greift zunehmend auf digital erfasste Daten zurück. Die im Rahmen des SFM erkannten Abweichungen führen im besten Fall zu einer systematischen und nachhaltigen Lösung der zugrundeliegenden Probleme. Besonders wertvoll ist dabei das in Form von Freitext dokumentierte Wissen der Beschäftigten in der Ursachenforschung und Maßnahmendefinition. Im Transferprojekt TexPrax werden daher Ansätze aus dem Natural Language Processing (NLP) auf diese Textdaten angewendet, um Assistenzfunktionen im SFM zu realisieren. Dieser Beitrag stellt verschiedene, erprobte Assistenzsysteme im digitalen SFM (dSFM) vor und zeigt situationsspezifische Umsetzungsstrategien für Unternehmen auf.

Shopfloor Management als Führungsinstrument zur Erkennung und Lösung von Problemen ist ein weit verbreiteter Ansatz in der deutschen Industrie und immer mehr Unternehmen interessieren sich für die Digitalisierung dieses Erfolgsmodells [1]. Zahlreiche Anbieter stellen digitale SFM-Systeme bereit, die sich jedoch maßgeblich auf die Visualisierung von Kennzahlen fokussieren und hinter den Möglichkeiten der Datenanalyse und Assistenzfunktionen zurückbleiben [2]. Das Ziel von SFM ist die kontinuierliche Verbesserung der Produktion durch das nachhaltige Lösen von Problemen und die Kompetenzentwicklung der Beschäftigten [3]. Im Rahmen dieser Problemlösung fallen umfangreiche Textdaten an, in denen Problembeschreibungen, Ursachen und Maßnahmen festgehalten werden. Zur automatischen Verarbeitung dieser Daten bieten sich die Methoden des Natural Language Processings (NLP) an. Dieses Forschungsfeld beschäftigt sich mit der Verarbeitung natürlicher Sprache und hat in den letzten Jahren in Alltagsanwendungen wie Suchmaschinen, Sprachassistenten oder Chatbots Fuß gefasst [4]. Welchen Wert kann NLP im Kontext des SFM schaffen? Im Folgenden werden die Potenziale im Textdatenhandling des digitalen SFM und die möglichen Lösungsansätze aus dem Bereich des NLP zusammengefasst, das Gesamtsystem entworfen und schließlich Umsetzungsstrategien aufgezeigt, an denen sich Unternehmen orientieren können.

Assistenzfunktionen im SFM durch NLP

Grundlage zur Herleitung der NLP-Anwendung bildet der SFM-Regelkreis nach Hertle u. a. [5], wie in Bild 1 (links) dargestellt. Dieser läuft wie folgt ab: Auf Basis einer initialen Stabilisierung von Arbeitsabläufen und Produktionsprozessen sowie der Vorgabe von Zielwerten für ausgewählte Leistungskennzahlen können im Arbeitsalltag oder in der täglichen Besprechung Abweichungen erkannt werden. Im Rahmen der täglichen Abweichungsbesprechung werden entweder sofort Abstellmaßnahmen definiert oder es wird – sofern die Ursache unbekannt ist – ein systematischer Problemlösungsprozess (Sys. PLP) gestartet. Nach erfolgter Ursachenanalyse werden Abstellmaßnahmen geplant, umgesetzt und ihre Wirkung schließlich überprüft. Waren die Maßnahmen erfolgreich, werden sie in den (neuen) Standard integriert. Anhand dieses Ablaufs sollen im Folgenden die entstehenden Textdaten erläutert sowie Potenziale und Lösungsansätze für das Datenhandling aufgezeigt werden [6].

Der SFM-Regelkreis startet i. d. R. mit Abweichungsmeldungen. Diese Meldungen müssen, auch wenn sie im Tagesgeschäft schnell abgesetzt werden, vollständig und richtig sein. Dabei können produktionsspezifische Rechtschreibkorrektur und Sprachassistenten unterstützen.

Assistance Systems through Natural Language Processing – Implementation Strategies for the Shop Floor

The future of shop floor management (SFM) lies in its digitization. The visualization of key performance indicators is already supported by various providers or set up by companies themselves to save time. But particularly valuable in SFM is the sustainable problem solving, which contains the knowledge of the employees in text. Therefore, approaches from Natural Language Processing (NLP) are applied to these text data to realize assistance functions. This article provides situation-specific implementation strategies.

Keywords:

digital shop floor management, natural language processing, assistance systems, implementation strategy



Prof. Dr.-Ing. Joachim Metternich leitet das Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) an der Technischen Universität Darmstadt.



Marvin Müller, M. Sc. arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen an der Technischen Universität Darmstadt.

m.mueller@ptw.tu-darmstadt.de
www.ptw.tu-darmstadt.de

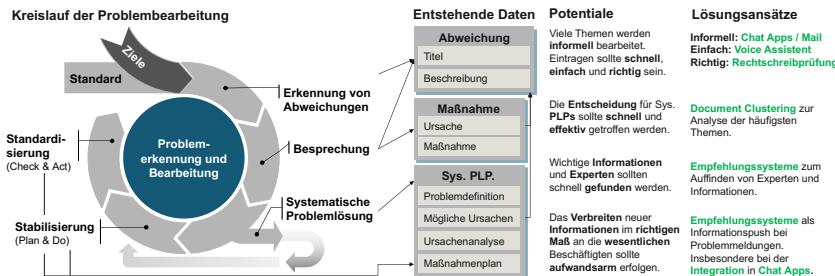


Bild 1: Potenzialfelder und Assistenzsysteme im dSFM, nach [6].

Drängende Abweichungen während der Produktion werden im besten Fall durch strukturierte Ad-Hoc-Eskalation, wie in einem Andon-System, gelöst. Oft geschieht dies jedoch informell durch Anrufen oder immer häufiger auch in Chats. Es bietet sich daher an, einen offiziellen, datenschutz- und -sicherheitskonformen Chat zu etablieren, in dem nicht nur Fragen beantwortet werden, sondern es darüber hinaus möglich ist problemrelevante Daten zu extrahieren und strukturiert zu speichern.

In der Shopfloor-Besprechung werden Maßnahmen definiert und systematische Problemlösungsprozesse gestartet. Letzteres ist aus Kapazitätsgründen auf wenige Themen begrenzt. Mithilfe von Document Clustering, also der Gruppierung von Textdaten in inhaltlich ähnliche Gruppen [7], ist es dem Moderator der Runde möglich, aus dem Volltext aller Abweichungsmeldungen die häufigsten Themen zu finden. So kann die Entscheidung, für welches Thema sich der Kapazitätseinsatz am meisten lohnt effektiv und datenbasiert getroffen werden.

In der Ursachensuche können Empfehlungssysteme das Problemlösungsteam unterstützen. Sie sind in der Lage auf Basis einer neuen Problembeschreibung relevantes Wissen und kompetente Experten aus den bestehenden Daten im Unternehmen zu identifizieren. [8]

Darüber hinaus sind Empfehlungssysteme in der Lage den Mitarbeitenden schon direkt während der Problemmeldung Informationen bereitzustellen. Im Idealfall kann ein Empfehlungssystem so schon während eines Chats das Wissen aus ähnlichen, bereits bearbeiteten Problemen im richtigen Moment zum Mitarbeitenden brin-

gen. So wird wertvolle Zeit zur Behebung des Problems eingespart.

Sozio-technisches Gesamtsystem

Die beschriebenen Lösungsansätze sind einzeln umsetzbar, schöpfen ihre Potenziale aber erst in Kombination voll aus. Das sozio-technische Gesamtsystem aus Kommunikationstechnik, Assistenzfunktionen und der Interaktion mit den Beschäftigten ist daher ganzheitlich zu betrachten (Bild 2). Zwei Interaktionsformen (links) mit der Datenbank (rechts) über die Endgeräte (Mitte) sind zu unterscheiden: akute Probleme aus dem Tagesgeschäft heraus (oben) und die strukturierte Shopfloor Besprechung zu Maßnahmendefinition und Problemnachverfolgung (unten). Als Endgeräte dienen entweder klassische feste PC-Terminals oder Mobiltelefone, wobei diese Abgrenzung durch den Einsatz von Tablett-PCs verschwimmt. Spracherkennung kann die Texteingabe ergänzen oder ersetzen.

Situationsspezifische Umsetzungsstrategie

Nicht jedes Unternehmen oder jeder Unternehmensbereich benötigt dabei alle Komponenten des oben skizzierten Systems. Je nach Arbeitsumfeld, dem Reifegrad des Problemlösungsprozesses, der technischen Ausstattung und der strategischen Ausrichtung bieten sich unterschiedliche Systemkombinationen an.

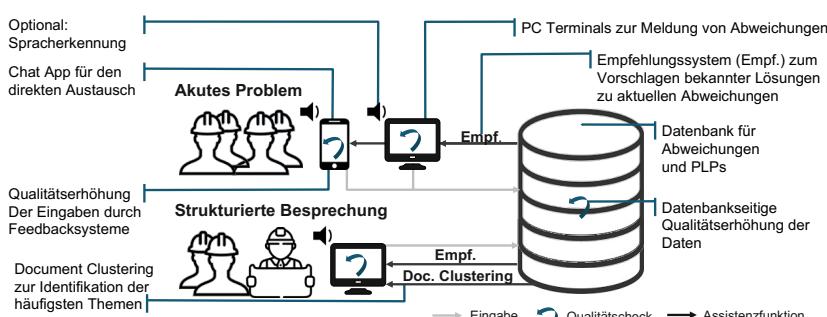
Arbeitsumfeld

Die räumliche und zeitliche Nähe der Beschäftigten zueinander und der Standardisierungsgrad des Unternehmensbereichs haben Auswirkungen auf die Systemauswahl. Mit großer Distanz, z.B. durch große Werksgelände, Gleitzeit oder Schichtbetrieb, werden Chat Apps besonders wichtig, da Kollegen nicht persönlich angesprochen werden können. Der Standardisierungsgrad wirkt sich auf die Priorität des Document Clusterings und der Empfehlungssysteme aus: Document Clustering zur Identifikation der häufigsten Themen ist insbesondere dann hilfreich, wenn die gefundenen Problemthemen auch nachhaltig gelöst und ein neuer Standard langfristig umgesetzt und eingehalten werden kann (Serienfertigung). In einem volatilen Umfeld wie z. B. der Individualfertigung helfen Empfehlungssysteme Wissen im richtigen Moment bereitzustellen.

Reifegrad der strukturierten Problemlösung

Die Systeme müssen sich in etablierte Problemlösungsprozesse einfügen. Ein etablierter Andonprozess mit festgelegten Reaktionszeiten sowie

Bild 2: Einsatzbereiche der Systemkomponenten im Anwendungskontext.



kurzyklische Regeltermine verringern den Bedarf an Empfehlungssystemen und Chat Apps, da Unterstützung durch den Schichtführer schnell kommt. Auf der anderen Seite ist der Einsatz des Clusterings erst dann sinnvoll, wenn ein etablierter Problemlösungsprozess bereits existiert, denn ohne diesen erfolgt i. d. R. kein Nachverfolgen der identifizierten Top Themen.

Technische Ausstattung

Voraussetzung für den Einsatz von Assistenzfunktionen sind Endgeräte (Terminals oder mobile Endgeräte) zur Daten- und Informationserfassung und eine Datenbank. Um aufwendige Neuinstallationen zu vermeiden, sollten bestehende Systeme benutzt und evtl. ausgebaut werden. Für die Nutzung von Chat Apps sind Mobiltelefone darüber hinaus notwendig.

Strategische Ausrichtung

Wie bereits beschrieben, dienen Assistenzfunktionen jeweils einem speziellen Einsatzzweck. Document Clustering unterstützt die nachhaltige Verbesserung der Prozesse durch Identifikation der größten Fehlerquellen. Empfehlungssysteme dienen zur Verbesserung des Wissensmanagements im Bereich und die Extraktion von Chatdaten strukturieren informelle Prozesse in der Datenbank. Je nach Fokus der Verbesserungen im Unternehmensbereich empfehlen sich die entsprechenden Systeme.

Um Unternehmen bei der Auswahl der geeigneten Systemkomponenten zu unterstützen, wurde eine Selbstbewertungsmethode auf der Basis der beschriebenen Zusammenhänge entwickelt. Mithilfe dieser Selbstbewertung können Unternehmen in elf Kategorien auf einer 5-stufigen Skala, die von „wenig ausgeprägt“ bis „stark ausgeprägt“ reicht, ihre eigene Situation einschätzen, um eine unternehmens- bzw. bereichsspezifische Priorisierung der verschiedenen Systemkomponenten zu erhalten. In den folgenden Kategorien erfolgt diese Selbsteinschätzung:

Arbeitsumfeld

- 1.1 Das Team arbeitet zeitlich und räumlich eng zusammen.
- 1.2 Die Arbeit ist geprägt von einer hohen Standardisierung und Wiederholhäufigkeiten.

Reifegrad der strukturierten Problemlösung

- 2.1 Es gibt regelmäßige (min. wöchentliche) Termine zur Lösung von Problemen.
- 2.2 Ein standardisiertes Vorgehen zur Ad-hoc-Bearbeitung von Störungen ist etabliert (Andon).

2.3 Die Problemlösung folgt einem standardisierten Vorgehen (A3, 8D, o. ä.).

Technische Ausstattung

- 3.1 Eine Datenbank für Probleme und Maßnahmen existiert.
- 3.2 Alle Beschäftigten haben Zugang zu PC-Terminals.
- 3.3 Alle Beschäftigten haben Zugang zu betrieblichen Mobiltelefonen.

Strategische Ausrichtung

- 4.1 Im Bereich soll besonderer Wert auf die Verbesserung der Arbeitsprozesse gelegt werden.
- 4.2 Im Bereich soll besonderer Wert auf die Verbesserung des Wissensaustausches gelegt werden.
- 4.3 Im Bereich soll besonderer Wert auf die Strukturierung der informellen Problemlösung gelegt werden.

Beispiele für unterschiedliche Umsetzungsstrategien

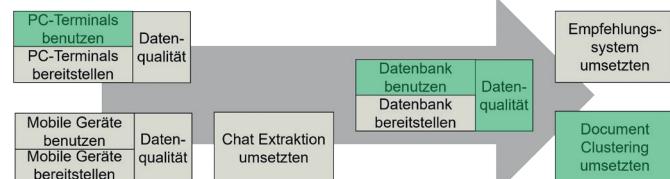
Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge werden drei Beispiele aufgezeigt. Die ersten beiden stellen die fiktiven Extremfälle „Automobile Serienproduktion“ (1) und „Zentrale Instandhaltung“ (2) dar und dienen zur Veranschaulichung der möglichen Extrema. Der dritte Fall gibt einen realen Fall wieder (3). Als Basis dient die Einschätzung in den hergeleiteten Kategorien (Bild 3). Daraus wird die Priorisierung der einzelnen Systemkomponenten und der jeweils erforderlichen Umsetzungsschritte erzeugt (Bild 4). Die Farbgebung der Felder visualisiert farblich und durch die Länge der Balken die errechneten Prioritätswerte der einzelnen Schritte.

Der erste Stereotyp ist eine typische „automobile Serienproduktion“. In einem hochstandardisierten Umfeld arbeiten die Mitarbeitenden eng zusammen. Es sind sowohl systematische Problemlösungsprozesse als auch ein Andon-System zur sofortigen Eskalation von Abweichungen etabliert. PC-Terminals zur Eingabe von Problemen in eine bestehende Datenbank stehen an den Arbeitsplätzen bereit. Der Fokus liegt auf der nachhaltigen Verbesserung der Prozesse. Daraus folgt, dass bereits vorhandene Terminals und die Datenbank weiterverwendet werden soll. Die Datenqualität wird serverseitig überprüft und erhöht und dient anschließend zur Auswertung

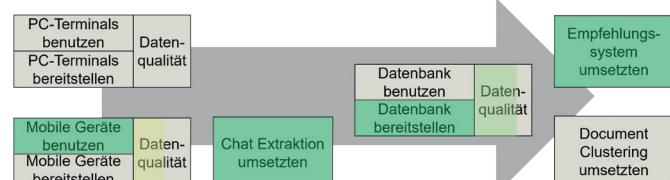
Elemente der Ist-Situation	Extrem-fall 1	Extrem-fall 2	Realer Fall 3
1.1 Arbeit nahe zusammen	5	1	1
1.2 Hohe Standardisierung	5	1	4
2.1 PLP-Termine etabliert	5	1	4
2.2 Andon etabliert	5	1	2
2.3 Sys. PLP. etabliert	5	1	1
3.1 Datenbank vorhanden	5	1	3
3.1 Zugang zu PC-Terminals	5	1	5
3.2 Zugang zu Mobiltelefonen	1	5	3
4.1 Fokus Verbesserung	5	1	4
4.2 Fokus Wissenstransfer	1	5	4
4.3 Fokus Strukturierung	1	5	4

Bild 3: Bewertung der Ist-Situation in drei unterschiedlichen Fällen.

Extremfall 1: Automobile Serienproduktion



Extremfall 2: Zentrale Instandhaltung



Fall 3: Reales Beispiel

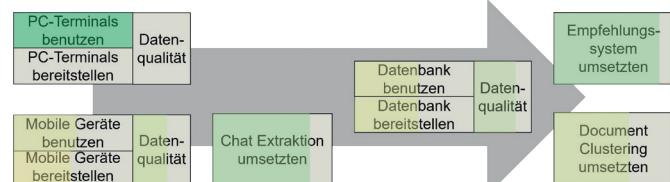


Bild 4: Umsetzungsstrategien für die beispielhaften Anwendungen „Automobile Serienproduktion“ (oben), Instandhaltung (Mitte) und ein reales Fallbeispiel (unten).

nach häufigsten Fehlerclustern. Aufgrund der Nähe der Mitarbeiter und der nachhaltigen Lösung von Problemen durch verbesserte Arbeitsstandards sind Chat Apps und Empfehlungssysteme kaum interessant.

Dem entgegen steht eine „Zentrale Instandhaltung“. Hier arbeiten die Beschäftigten hauptsächlich allein an immer neuen Aufgaben. Eine strukturierte, gemeinsame Problemlösung findet dabei nicht statt. Per Mobiltelefon sind die Mitarbeiter zwar vernetzt, eine Datenablage gibt es jedoch nicht. Der Wissensaustausch soll verbessert und auftretende Probleme strukturiert werden. Es bietet sich demnach an, Mobiltelefone zu benutzen, um aus Chats Problemthemen zu extrahieren. Aus diesen Daten werden Empfehlungssysteme gespeist. Es besteht die Tendenz die Daten serverseitig aufzubereiten, aber auch die Option durch eine neue Chat App, die auch ein Feedbacksystem zur Erhöhung der Datenqualität beinhaltet, bietet sich an.

So eindeutig und abgegrenzt wie in den beschriebenen Beispielen sind jedoch die meisten Anwendungsfälle nicht. Fall 3 zeigt daher ein reales Beispiel. Systematische Problemlösung und eine schnelle Unterstützung bei Abweichungen sind in den verteilten Teams nicht etabliert, obwohl es regelmäßige Besprechungen zu Abweichungen im standardisierten Arbeitsumfeld gibt. PCs sind zwar vorhanden, jedoch ist die Datenbank und Nutzung mobiler Endgeräte nur teilweise aus-

gebaut. Das Unternehmen möchte sowohl das Wissensmanagement verbessern, die nachhaltige Verbesserung anstoßen und die informellen Themen strukturieren. Aus dieser Situation ergibt sich ein differenziertes Bild zur Priorisierung der verschiedenen Funktionen. Eindeutig ist, dass die PCs weiter genutzt werden sollen. Die Datenbasis ist zwar vorhanden, jedoch muss diese noch ausgebaut werden. Ein Beispiel hierfür wäre, dass bisher nur Abweichungsmeldungen möglich sind und dass die Datenbank um Ursachen und Maßnahmen erweitert werden muss. Mit den daraus aufbereitenden Daten können Empfehlungssysteme gespeist und die häufigsten Themen erkannt werden. Zudem erhalten die verteilten arbeitenden Mitarbeitenden kaum Unterstützung bei akuten Abweichungen. Daher sollte ihnen auch eine Chatunterstützung angeboten werden. Hierfür ist der Zugang zu Mobiltelefonen zu verbessern.

Das Transferprojekt TexPrax, welches sich mit der Anwendung der Textanalyse in der Produktion befasst, bietet Unternehmen zu dieser Themenstellung Beteiligungsforen an. In diesem Zusammenhang haben bereits 14 Unternehmen die beschriebene Selbstbewertung durchgeführt und dadurch wertvolle Einblicke für eine eigene Umsetzungsstrategie zur Nutzung der Sprachanalyse im Rahmen ihres SFM erhalten.

Fazit und Ausblick

Digitalisierung und eine gesteigerte Wertschöpfung durch das Auswerten von Daten werden die Produktion der Zukunft verändern. Nicht alle Assistenzsysteme sind dabei für jedes Unternehmen oder jeden Arbeitsbereich gleichermaßen wichtig, sondern eine spezifische Auswahl ist notwendig. Die entwickelte Selbstbewertung ermöglicht diese Auswahl für NLP-basierte Assistenzsysteme in der Produktion. Das Transferprojekt TexPrax an der TU Darmstadt unterstützt Unternehmen bei der Entwicklung einer eigenen Strategie, der Umsetzung der Assistenzsysteme vor Ort sowie durch eine regelmäßige Weiterbildung von Mitarbeitern.

Dieser Beitrag entstand im Rahmen des Projekts „Verantwortungsbewusster Einsatz von intelligenten Textanalyseverfahren in der betrieblichen Praxis am Beispiel von Problemlösungsprozessen in der Produktion – TexPrax“, das von der Hessischen Staatskanzlei – Hessische Ministerin für Digitale Strategie und Entwicklung sowie dem Europäischen Fond für regionale Entwicklung unter dem Kennzeichen 20005482 im Zeitraum von 02/2020 bis 12/2022 gefördert wird.

Schlüsselwörter:

Digitales Shopfloor Management, Natural Language Processing, Assistenzsysteme, Umsetzungsstrategie

Literatur

- [1] Pötters, P.; Schindler, P.; Leyendecker, B.: Status quo Shopfloor Management. ZWF 2018;113(7-8):522–5. <https://doi.org/10.3139/104.111948>.
- [2] Longard, L.; Meißner, A.; Müller, M.; Metternich, J.: Digitales Shopfloor Management – Wohin geht die Reise? ZWF 2020;115(9):645–9. <https://doi.org/10.3139/104.112358>.
- [3] Peters, R.: Shopfloor-Management: Führen am Ort der Wertschöpfung. Stuttgart 2009.
- [4] Otter, D. W.; Medina, J. R.; Kalita, J. K.: A Survey of the Usages of Deep Learning for Natural Language Processing. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems 2020;1–21. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2979670>.
- [5] Hertle, C.; Tisch, M.; Metternich, J.; Abele, E.: Das Darmstädter Shopfloor Management-Modell. ZWF 2017;112(3):118–21. <https://doi.org/10.3139/104.111675>.
- [6] Müller, M.; Alexandri, E.; Metternich, J.: Digital shop floor management enhanced by natural language processing. Procedia CIRP 2020.
- [7] Andrews, Nicholas O.; Fox, Edward A. (2007): Recent Developments in Document Clustering. Blacksburg, Va, Department of Computer Science, Virginia Tech.
- [8] Klahold, A.: Empfehlungssysteme: Recommender Systems - Grundlagen, Konzepte und Lösungen. Wiesbaden 2009.