

KI-gestützte Themenlandkarte der Arbeitsforschung: Ein Kompass für die Zukunft der Arbeit?

Juliane WELZ, Karl TRELIA, Pierre ACHKAR und Satiyabooshan MURUGABOOPATHY

*Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Standort Leipzig
Martin-Luther-Ring 13, D-04109 Leipzig*

Kurzfassung: In einer Zeit dynamischer Veränderungen ist es entscheidend, die Entwicklungen u. a. in der Arbeitsforschung zu verstehen und zukünftige Trends zu antizipieren. Um ein umfassendes Bild potenzieller zukünftiger Entwicklungen zu erhalten und Probleme frühzeitig zu erkennen, wurde eine dynamische Themenlandkarte der Arbeitsforschung basierend auf einer KI-gestützten Analyse von wissenschaftlichen Publikationen entwickelt. Die Analyse zeigt nicht nur die Breite und Tiefe des Forschungsfeldes, sondern identifiziert auch Cluster mit besonders hoher Dynamik, die wahrscheinlich für die Zukunft der Arbeit von großer Bedeutung sein werden. Die resultierende Themenlandkarte bietet Forschenden, Praktikern und Entscheidungsträgern ein leistungsfähiges Instrument zur Navigation durch die komplexe Landschaft der Arbeitsforschung.

Schlüsselwörter: Arbeitsforschung, Horizon Scanning, Trends, KI, Themenlandkarte

1. Zukunftsthemen für die Arbeitsforschung

In einer Zeit rasanter technologischer und gesellschaftlicher Veränderungen ist es entscheidend, die Entwicklungen u. a. in der Arbeitsforschung zu verstehen und zukünftige Trends zu antizipieren. Um ein umfassendes Bild potenzieller zukünftiger Entwicklungen zu erhalten und Probleme frühzeitig zu erkennen, können Methoden der Zukunftsforschung genutzt werden. Ein zentraler Grundsatz der Vorausschau ist, dass sich die Zukunft nicht vorhersagen lässt und stets eine Vielzahl möglicher Zukünfte existiert. Aussagen über Zukünfte werden daher immer auf Basis von Sachverhalten getroffen, die bereits in der Gegenwart bzw. Vergangenheit existieren (Neuhaus & Steinmüller 2015, S. 17f.). Die Erforschung von Möglichkeitsräumen kann eine wichtige Orientierung für Entscheidungen in der Gegenwart sein. Zur Erforschung möglicher Zukünfte kann bspw. die Methode des Horizon Scanning genutzt werden. Ziel ist dabei die systematische Identifikation, Überwachung und Untersuchung von relevanten Themen oder Phänomenen (auch sog. „Signale“) sowie das Aufdecken früher Anzeichen potenziell wichtiger Entwicklungen.

Horizon Scanning zielt darauf ab, ein umfassendes Bild potenzieller zukünftiger Entwicklungen zu erfassen (Cuhls 2020), um „Probleme frühzeitig zu erkennen, Daten und Wissen darüber zu sammeln und somit bedeutende Entscheidungen zu informieren“ (Sutherland et al. 2011, S. 10, eigene Übersetzung). Es ist ein

systematisches Verfahren der Zukunftsvorausschau oder Foresight, das zum Zweck der strategischen Entscheidungsfindung eingesetzt und dem Erkenntnisgegenstand angepasst wird. Nach der Definition von Miles et al. (2016) wird Horizon Scanning als eine Untergruppe von Umweltanalysen betrachtet, die als „systematische Identifikation, Überwachung und Untersuchung von relevanten Themen“ (ebd. S. 68) definiert sind. Der Zweck von Horizon Scanning besteht darin „frühe[r] Anzeichen potenziell wichtiger Entwicklungen“ zu erkennen (Cuhls et al. 2015, S. 3). Die Interpretation der Anzeichen erfordert ein Verständnis und die Strukturierung zu Hinweisen auf konstante oder im betrachteten Zeithorizont kontinuierliche Entwicklungen (vgl. Cuhls 2015, S. 3).

Das Horizon Scanning besteht aus den drei Phasen: Scoping, Scanning und Sense Making. Im Rahmen des Scopings wird der Untersuchungsbereich in Abhängigkeit des Erkenntnisinteresses definiert, Datenquellen und Suchbegriffe festgelegt. Beim Scanning erfolgt eine strukturierte, systematische Suche nach Informationen innerhalb von Datenquellen bzw. Dokumente oder über Interviews/Workshops mit Expert*innen im zuvor definierten Scope. Durch das Sense Making werden die zuvor gesammelten Informationen analysiert, interpretiert und vor dem Hintergrund des Scopings kontextualisiert. Muster, Zusammenhänge und mögliche Auswirkungen der identifizierten Informationen werden gemeinsam mit Expert*innen hergestellt bzw. weiter antizipiert. Ergebnisse von Horizon Scanning Prozessen münden bspw. in Themenlandkarten, Steckbriefen oder umfangreiche Berichte.

Mit zunehmender Verfügbarkeit großer Datenmengen und den erheblichen Fortschritten im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) sind die Erwartungen an die Leistungsfähigkeit quantitativer Verfahren bei der Früherkennung zukünftiger Entwicklungen weiter gestiegen. Die jüngere Forschungsliteratur schlägt hier verschiedene Methoden zur automatisierten Erkennung zukünftiger Veränderungen mithilfe von Textmining vor (Ha et al. 2023, Kayser & Blind 2017). Insbesondere in der Scanning-Phase kommen zunehmend KI-gestützte Datenanalysen zum Einsatz und unterstützen mittels Komplexitätsreduktion. Das gesamte Dokumentenkörper wird mithilfe von KI-gestützten Textmining-Verfahren entsprechend zu inhaltlich zusammenhängenden Dokumentengruppen zusammengefasst, die Themen zum relevanten Themenfeld repräsentieren. Die Wahl der Modellierungsmethode hat dabei indirekt auch einen Einfluss darauf, welche Themen erkannt und weiterverarbeitet werden.

Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf die Entwicklung einer dynamischen Themenlandkarte für die Arbeitsforschung, welche basierend auf der Analyse von wissenschaftlichen Publikationen entwickelt wurde. Die resultierende Themenlandkarte bietet Forschenden, Praktikern und Entscheidungsträgern ein leistungsfähiges Instrument zur Navigation durch die komplexe Landschaft der Arbeitsforschung. Sie ermöglicht es, aufkommende Trends frühzeitig zu erkennen, Forschungslücken zu identifizieren und informierte Entscheidungen für zukünftige Forschungs- und Entwicklungsrichtungen zu treffen.

2. Methodisches Design

Das methodische Vorgehen ist Teil des BMBF-Projekts „Connect & Collect: KI-gestützte Plattform für die interdisziplinäre vernetzte Forschung und Innovation für die Zukunftsarbeit (CoCo)“ und kann als Kompass für die Gestaltung zukünftiger Arbeitsökosysteme dienen. Für die Erstellung der Themenlandkarte wurde eine

Arbeit 5.0: Menschzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit

innovative und KI-gestützte Methodik zugrunde gelegt, welche folgende Schritte umfasst:

1. Akquise der Daten: Ausgehend von über 160 Millionen Publikationen von Semantic Scholar haben wir jene identifiziert, die in den Bereich der Arbeitsforschung fallen, indem wir ausschließlich nach Publikationen aus arbeitsforschungsrelevanten Journals gefiltert haben. Dies resultierte in einem Datensatz von 21.566 relevanten Publikationen aus folgenden Journals: Human Relations, Human Resource Management Review, Journal of Occupational and Organizational Psychology, Human Factors, Employee Relations, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie, Journal of Occupational Health Psychology, Ergonomics, Work and Stress, European Journal of Work and Organizational Psychology, British Journal of Psychology, Journal of Occupational Psychology und der Zeitschrift für Arbeitswissenschaft.
2. Dimensionsreduktion: Zur Gewinnung einer strukturierten Datenbasis, Reduktion der hohen Dimensionalität und für eine – später folgende – bessere Visualisierung der Dokumente wurde UMAP (Uniform Manifold Approximation and Projection) angewendet.
3. Hierarchisches Clustering: Die ausgewählten, dimensionsreduzierten Publikationen wurden mittels HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) – einer fortschrittlichen Clustering-Technik – in insgesamt 118 thematische Gruppen eingeteilt.
4. Repräsentative Dokumentauswahl: Unter Verwendung der MMR-Methode (Maximal Marginal Relevance) wurden repräsentative Dokumente innerhalb jedes Clusters ermittelt, die möglichst umfassend jeweiliges Cluster zusammenfassen.
5. KI-generierte Clusterbeschreibungen: Jedem Cluster wurde mittels eines Large Language Models (LLM) und der repräsentativen Dokumentauswahl ein prägnanter Name und eine kurze Zusammenfassung zugewiesen.
6. Verbesserung der Cluster: Um die Qualität der Cluster weiter zu optimieren, wurde mittels LLM-basierter Distillation eines Arbeitsforschungs-Dokuments ein Fragenkatalog angefertigt. Wenn diese Fragen durch ein Cluster nicht ausreichend erfüllt wurden, wurde dieses entfernt – dies war 16-mal der Fall, wodurch 102 Cluster verblieben.
7. Trendanalyse: Wir haben die Dynamik der Cluster über die letzten 15 Jahre analysiert, um besonders aktive Forschungsbereiche zu identifizieren. Der implementierte Ansatz erstellt Frequenzmatrizen, um über multiplikative Raten und geometrische Mittelwerte das zeitliche Wachstum einzelner Cluster zu berechnen. Durch die daraus resultierenden Wachstumsraten können aufkommende Trends identifiziert werden.
8. Visualisierung: Um eine intuitive Darstellung der Forschungslandschaft zu ermöglichen, wurden die ermittelten Cluster abschließend visualisiert.

Diese Methodik ermöglicht, einen umfassenden Überblick über die Arbeitsforschung der letzten 15 Jahre zu gewinnen und potenzielle Zukunftsthemen zu erkennen. Unsere Analyse zeigt nicht nur die Breite und Tiefe des Forschungsfeldes, sondern identifiziert auch Cluster mit besonders hoher Dynamik, die wahrscheinlich für die Zukunft der Arbeit von großer Bedeutung sein werden.

3. Einblicke in die Themenlandkarte – Ergebnisse

Eine bibliometrische Analyse von Haner et al. (2024) hat verschiedene Begriffs- und Themencluster als Schwerpunkte der Arbeitsforschung identifiziert, darunter bspw. Künstliche Intelligenz, Partizipation, Menschzentrierung, Akzeptanz, Nachhaltigkeit, Innovation, Transformation und Digitalisierung. Die Analyse hat allerdings auch offenbart, dass ein prägnantes Bild des arbeitswissenschaftlichen Kernbegriffs fehlt. Es wurde insbesondere eine Lücke zwischen ressourcenorientierten Themenclustern einerseits und risikoorientierten Clustern andererseits deutlich, was von dem Autorenteam als die „fehlende Mitte“ bezeichnet wird. Es wird daher resümiert, dass eine Zukunftsaufgabe der Arbeitswissenschaft sein wird, entsprechende inhaltliche Brücken aufzubauen.

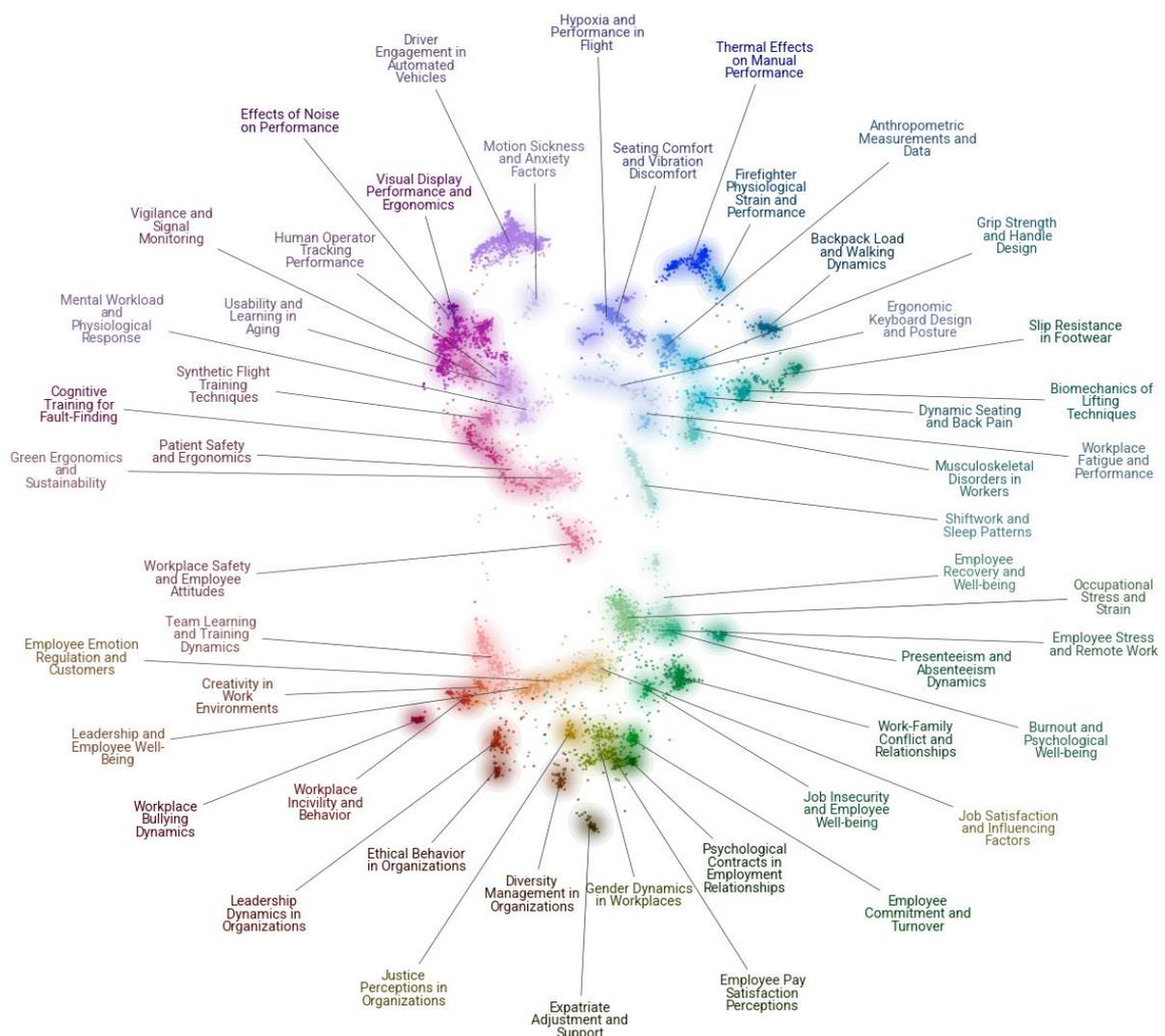


Abbildung 1: Exemplarische Visualisierung der identifizierten Cluster, wobei aus Gründen der Lesbarkeit und Übersichtlichkeit hier ausschließlich die 50 größten Cluster dargestellt sind. Quelle: Eigene Darstellung

Die Analyse der Publikationen hat gezeigt, dass eine „fehlende Mitte“ auch hier noch zu beobachten ist (siehe Abbildung 1). Dabei bilden Themen wie „effect of noise on

Arbeit 5.0: Menschzentrierte Innovationen für die Zukunft der Arbeit

performance“ oder „human operator tracking performance“ performanz- bzw. ressourcenorientierte Cluster auf der einen Seite und „burnout and psychological well-being“ oder „ethical behavior in organizations“ Gegenpole auf der anderen Seite. Mittig bleibt eine Lücke zu erkennen.

In der nachfolgend durchgeführten Trendanalyse lassen sich Überlappungen mit prägnanten sozio-ökonomischen Themen der letzten Jahre erkennen. Themen wie „employee stress and remote work“ und „trust in automation and reliability“ stehen exemplarisch für die Herausforderungen digitaler Transformation und Automatisierung, die in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen haben. Ebenso thematisiert „disability employment and stigma“ die Integration von Menschen mit Behinderungen im Arbeitsmarkt. Auch liegt ein Fokus auf ergonomischen Maßnahmen zur Gestaltung von Arbeitsplätzen, die darauf abzielen, körperliche Beschwerden – etwa Rückenschmerzen – und Verletzungsrisiken zu minimieren. Hierbei sind Themen wie „dynamic seating and back pain und low back pain and biomechanics“, „slip resistance in footwear und backpack load and walking dynamics“ oder „workplace health and exercise interventions“ zu nennen. Diese Trends werden vor dem Hintergrund eines demografischen Wandels – der eine alternde Belegschaft erfordert – und eines gestiegenen Gesundheitsbewusstseins in der Gesellschaft zunehmend relevanter. All diese Trends verdeutlichen, wie sich Arbeitsmodelle und zwischenmenschliche Dynamiken wandeln und bieten eine Grundlage für tiefgreifendere Untersuchungen.

Die Themenlandkarte verdeutlicht darüber hinaus, dass die von Haner et al. (2024) identifizierten Themen wie Künstliche Intelligenz, Partizipation, Nachhaltigkeit, Innovation, Transformation und Digitalisierung weniger im Mittelpunkt der identifizierten Cluster stehen. Dies kann mglw. mit der Auswahl der arbeitswissenschaftlichen Journals begründet werden. Eine Validierung durch qualitative Expertendiskussionen im Zuge des Sense Makings könnte hierbei eine Unterstützung bieten.

4. Diskussion und Ausblick

Der Beitrag demonstriert, wie KI-Technologien im Rahmen von Scanning-Prozessen genutzt werden können, um große Datenmengen in der Arbeitsforschung zu analysieren und daraus wertvolle Erkenntnisse für die Gestaltung zukünftiger Arbeitsökosysteme zu gewinnen. Die Erstellung einer Themenlandkarte kann daher als ein Kompass für die Gestaltung zukünftiger Arbeitsökosysteme dienen. Allerdings wäre auch an dieser Stelle nochmal zu prüfen, ob der eingehende Datensatz an wissenschaftlichen Publikationen noch weiter ergänzt werden könnte. Zum einen wäre es denkbar, weitere Journals in den Datensatz aufzunehmen, zum anderen wäre es in weiteren Studien sinnvoll die wissenschaftlichen Publikationen durch weitere Datenquellen (wie Fachzeitschriften, Newsblogs o.Ä.) zu ergänzen.

Darüber hinaus versprechen KI-gestützte Ansätze in der Zukunftsforschung zwar eine höhere Objektivität, allerdings können sie auch ein irreführendes Bild von Präzision und Verlässlichkeit zukunftsbezogener Aussagen vermitteln und über die unauflösbaren Unwägbarkeiten möglicher zukünftiger Entwicklungen hinwegtäuschen. Vor diesem Hintergrund ist eine Validierung der Themencluster durch qualitative Methoden im Rahmen des Sense Makings zu empfehlen.

5. Literatur

- Cuhls, K. (2020) Horizon Scanning in Foresight – Why Horizon Scanning is only a part of the game. *Futures & Foresight Science*, 2:e23, <https://doi.org/10.1002/ffo2.23>
- Cuhls, K.; Van Der Giessen, A.; Toivanen, H. (2015) Models of Horizon Scanning – How to integrate Horizon Scanning into European Research and Innovation Policies, Publications Office, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/338823>
- Ha, T.; Yang, H.; Hong, S. (2023) Automated weak signal detection and prediction using keyword network clustering and graph convolutional network. *Futures*, (152), S. 103202
- Haner, U., Braun, M. und Hölzl, K. (2024) Die "fehlende Mitte" der Arbeitsforschung. Ein bibliometrisch begründetes Review der Inhalte des GfA-Frühjahrskongresses 2024. *WT WERKSTATTSTECHNIK* BD. 114 (2024) NR. 6, S. 334-343. <https://doi.org/10.37544/1436-4980-2024-06-86>
- Kayser, V.; Blind, K. (2017) Extending the knowledge base of foresight: The contribution of text mining. *Technological Forecasting and Social Change*, (116), S. 208-215
- Miles, I.; Saritas, O.; Sokolov, A. (2016) *Foresight for Science, Technology and Innovation*. Springer International Publishing, Cham.
- Neuhaus, C., Steinmüller, K. (2015) Grundlagen der Standards Gruppe 1. In: Gerhold, L.; Holtmannspötter, D.; Neuhaus, C.; Schüll, E.; Schulz-Montag, B.; Steinmüller, K.; Zweck, A. (Hrsg.): *Standards und Gütekriterien der Zukunftsforschung*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, S. 17-20.
- Sutherland, W. J.; Bardsley, S.; Bennun, L.; Clout, M.; Côté, I. M.; Depledge, M. H.; Dicks, L. V.; Dobson, A. P.; Fellman, L.; Fleishman, E.; Gibbons, D. W.; Impey, A. J.; Lawton, J. H.; Lickorish, F.; Lindenmayer, D. B.; Lovejoy, T. E.; Nally, R. M.; Madgwick, J.; Peck, L. S.; Pretty, J.; Prior, S. V.; Redford, K. H.; Scharlemann, J. P. W.; Spalding, M.; Watkinson, A. R. (2011) Horizon scan of global conservation issues for 2011. *Trends in Ecology & Evolution*, (26)1, S. 10-16.