

# Zur Veränderung wissenschaftlichen Arbeitens

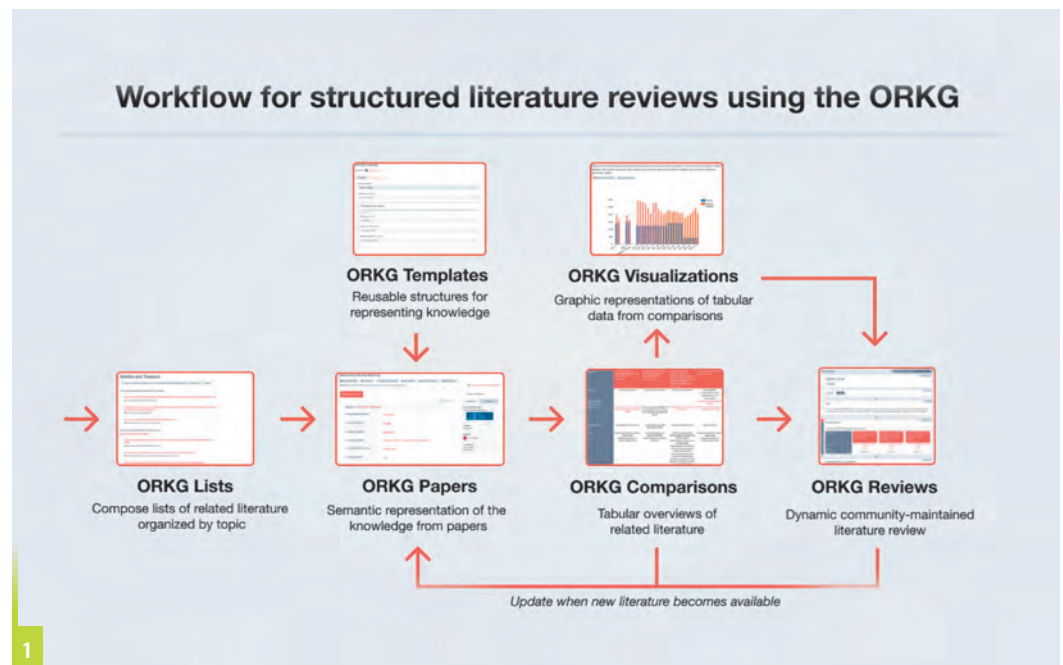
## Die Nutzung von Künstlicher Intelligenz in der TIB

Die digitale Revolution und insbesondere die rasante Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI) verändern die Landschaft der wissenschaftlichen Arbeit grundlegend. KI-Technologien haben das Potenzial, Forschungsmethoden, Datenanalyse und sogar die Art und Weise, wie wissenschaftliche Erkenntnisse geteilt und publiziert werden, umfassend zu transformieren.

Mitarbeiter\*innen der TIB (Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften und Universitätsbibliothek) werfen einen Blick auf die Zukunftsperspektiven dieses dynamischen Feldes.

Abbildung 1  
Organisation von Forschungswissen im Open Research Knowledge Graph mit strukturierten quantitativen und qualitativen Vergleichen von Forschungsansätzen (Comparisons), Visualisierungen, Reviews und der Strukturierung in fachspezifischen Observatories.

Quelle: eigene Darstellung



Von der Beschleunigung komplexer Berechnungen (siehe zum Beispiel Wettervorhersage mit GraphCast) bis hin zur Ermöglichung neuer Forschungsansätze bietet KI Forschern unvorhergesehene Möglichkeiten, stellt aber auch neue Herausforderungen und ethische Fragen dar. Eine zentrale Herausforderung bei der Digitalisierung der Wissenschaften ist die Verbesserung der wissenschaftlichen Informationsflüsse jenseits der Flut statischer PDF-Artikel. Einen innovativen Ansatz, wie wissenschaftliche Erkenntnisse dargestellt und geteilt werden, verfolgt die TIB hier gemeinsam mit der LUH mit dem digitalen Dienst Open Research

Knowledge Graph (ORKG, <https://orkg.org>). Dieses innovative Werkzeug ermöglicht eine strukturierte und semantische Repräsentation von Forschungsergebnissen, wodurch die Informationen nicht nur zugänglicher, sondern auch verständlicher und vergleichbarer werden. Im Gegensatz zu traditionellen statischen wissenschaftlichen Publikationen, die in narrativer Form als PDF-Dokument vorliegen, ermöglicht der ORKG das Zerlegen komplexer Forschungsergebnisse in kleinere, miteinander verbundene Datenpunkte. Diese Datenpunkte werden in einem Graphenformat organisiert, das es ermöglicht, Beziehungen und Muster innerhalb

und zwischen verschiedenen Studien leicht zu erkennen. Dadurch kann der wissenschaftliche Informationsfluss effizienter und interdisziplinäre Forschungszusammenhänge sichtbar gemacht werden. Der ORKG repräsentiert einen Schritt hin zu einer offeneren, vernetzten und datengesteuerten Wissenschaft, indem er Forschern erlaubt, ihre Erkenntnisse auf eine Weise zu teilen, die maschinelle Lernprozesse und künstliche Intelligenz direkt nutzen können, um neues Wissen zu generieren und bestehendes Wissen zu erweitern.

Für die semantischen Repräsentation von Forschungs-

wissen spielen große Sprachmodelle (Large Language Models, LLM) wie die GPT-Modelle von OpenAI (zum Beispiel: <https://openai.com/gpt-4>) bei der Extraktion von Wissen eine entscheidende Rolle. Diese KI-Tools, die auf umfangreichen Textdatenbeständen trainiert wurden, zeichnen sich durch die Interpretation, Analyse und Generierung von natürlichsprachlichen Text aus. LLM synthetisieren riesige Mengen an Informationen, was sie für wissenschaftliche Dienste und Anwendungen prädestiniert. Angesichts der zunehmenden Zahl akademischer Veröffentlichungen können sich LLMs für Forscher und Gutachter zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel entwickeln, um sich in der Flut wissenschaftlicher Literatur zurechtzufinden. Bei der Analyse von Entwicklungen im Bereich der erneuerbaren Energien beispielsweise kann ein LLM zahlreiche Studien schnell verarbeiten und die wichtigsten Themen und Methoden herausfiltern – eine Aufgabe, die einzelne Forscher aufgrund der Datenmenge überfordern würde. Aufkommende Werkzeuge wie Elicit (<https://elicit.com>) und SciSpace (<https://typeset.io>) nutzen LLMs bereits zur Unterstützung der Forschung und bieten Einblicke in komplexe Themen.

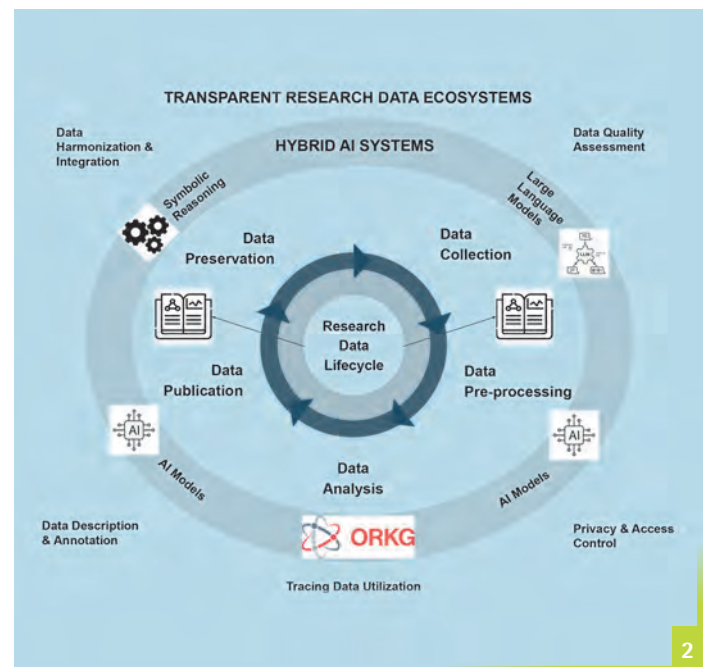
Die Nutzung großer Sprachmodelle für wissenschaftliche Anwendungen bringt aber auch potenzielle Probleme und Gefahren mit sich.

Sprachmodelle können ungenau sein und Fehlinformationen generieren, da ihre Antworten auf Mustern in den Trainingsdaten basieren und nicht auf verifiziertem, fachspezifischem Wissen. Dies kann in wissenschaftlichen Kontexten, in denen Präzision entscheidend ist, problematisch sein. Sprachmodelle verstehen den Kontext oder die Nuancen eines spezifischen

wissenschaftlichen Feldes möglicherweise nicht vollständig, was zu irrelevanten oder unangemessenen Antworten führen kann. Trainingsdaten können Verzerrungen enthalten, die in den Ausgaben des Modells widerspiegelt werden. Dies kann zu ethischen Bedenken führen, insbesondere in sensiblen Forschungsbereichen. Sprachmodelle sind auf die Informationen beschränkt, die zum Zeitpunkt des sehr aufwendigen und ressourcenintensiven Trainings verfügbar waren. Sie können daher nicht die neuesten Forschungsergebnisse oder Entwicklungen berücksichtigen. Außerdem basiert die Generierung von Inhalten auf einer umfangreichen Sammlung von Quellmaterial und kann Urheberrechtsfragen aufwerfen, insbesondere wenn die erzeugten Inhalte nicht ordnungsgemäß zitiert werden. Eine zu starke Abhängigkeit von Sprachmodellen kann zu einer Verringerung der kritischen Denkfähigkeiten und der Fähigkeit zur unabhängigen Forschung führen. Die Entscheidungsprozesse großer Sprachmodelle sind oft nicht transparent, was es schwierig macht, ihre Antworten zu interpretieren oder die Herkunft bestimmter Informationen zu verfolgen. Für eine verantwortungsvolle Nutzung in der Wissenschaft ist es wichtig, diese potenziellen Probleme zu erkennen und Strategien zu entwickeln, um ihre Auswirkungen zu minimieren.

Neben textuellen und semi-strukturierten Informationen (wie sie von LLMs verwendet werden) bilden strukturierte Forschungsdaten die Grundlage für vielfältige wissenschaftliche Untersuchungen und umfassen Informationen in ihrer rohen oder verarbeiteten Form in verschiedenen Disziplinen. Während des gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten – von der ersten

Sammlung bis zur Verbreitung der Ergebnisse – stehen Forscher vor Herausforderungen im Bereich der Datenorganisation, Speicherung, Weitergabe und langfristiger Erhaltung. Die Bewältigung dieser Herausforderungen erfordert innovative Lösungen, die auf künstlicher Intelligenz (KI) basieren. Die Integration von KI-Modellen wie LLM mit symbolischer Repräsentationen in Research Knowledge

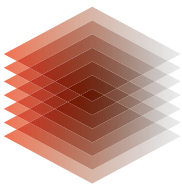


Graphs (wie dem ORKG) bietet einen vielversprechenden hybride KI-Ansätze zur Verbesserung von Transparenz und Erklärbarkeit in Datenökosystemen (Allen et al. 2023 und Ibanez et al. 2023), (Abbildung 2).

Hybride, neurosymbolische KI-Systeme haben das Potenzial, die obengenannten Probleme und Herausforderungen von allein neuronalen KI-Modellen zu adressieren. Neurosymbolische KI-Systeme können symbolisches Reasoning auf Basis faktischer und validierten Aussagen in RKGs nutzen, um die Ergebnisse von neuronalen KI-Modellen (zum Beispiel LLMs) zu ver-

Abbildung 2  
Konzeptuelles Modell eines Forschungsdaten-Ökosystems zur Unterstützung des Forschungslebenszyklus.

Quelle: eigene Darstellung



**TIB** LEIBNIZ-INFORMATIONSZENTRUM  
TECHNIK UND NATURWISSENSCHAFTEN  
UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK

bessern, validieren, kontextualisieren und deren Fähigkeiten für präzisere und interoperable Verständnisse von Forschungsdaten zu verfeinern (Panchendrarajan und Zubiaga 2024). Darüber hinaus stellt die Kombination von fortgeschrittener natürlicher Sprachverarbeitung der LLMs und der Fähigkeit des symbolischen Reasoning einen leistungsstarken Ansatz zur Bewertung und Verbesserung der Datenqualität und der Interoperabilität dar. Die Verbindung von neuronalen KI-Modellen und symbolischen Repräsentationen und Reasoning stellt einen vielversprechenden Ansatz zur Bewältigung von Herausforderungen im gesamten Lebenszyklus von Forschungsdaten dar und bildet daher den methodischen Kern der Exzellenzclusterinitiative *SciKnow Scientific Knowledge Collider* der LUH (Auer et al. 2023).

Multimodale Informationen (zum Beispiel Videos, Text und Bild) sind ein weiterer wesentlicher Bestandteil von wissenschaftlichen Beiträgen. Um die einzelnen Modalitäten und deren Zusammenspiel besser zu verstehen, werden innovative multimodale KI-Ansätze benötigt. Sogenannte *Vision-Language Models* (VLMs) oder auch *Multimodal Large Language Models* (MLLMs) wie GPT-4 von OpenAI kombinieren die Fähigkeiten von LLMs

beispielsweise mit Methoden des maschinellen Sehens und erreichen beeindruckende Ergebnisse für viele Aufgabenstellungen (Li et al., 2023). Dadurch ergeben sich eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten und Anwendungen, die das wissenschaftliche Arbeiten erheblich erleichtern können. Zum Beispiel kann mithilfe von VLMs die Ähnlichkeit beliebiger textueller Beschreibungen zum Bildinhalt gemessen werden, um so beliebige Konzepte in Bildern oder Videos zu erkennen. Damit können Bild- und Videoarchive, wie das *TIB AV-Portal* (<https://av.tib.eu/>) nach bestimmten wissenschaftlichen Konzepten durchsucht werden. Die TIB setzt VLMs bereits in innovativen Diensten wie der webbasierten Videoanalyseplattform *TIB AV-Analytics* (<https://service.tib.eu/tibava/>), der Bildsuchmaschine *iART* für Kunstwerke (<https://www.iart.vision/>) oder zur Patensuche mit *VisPat* (<https://service.tib.eu/vispat>) ein. Des Weiteren erlauben MLLMs wie *DePlot* (Liu et al., 2023) die Extraktion von Informationen aus wissenschaftlichen Abbildungen. Diese Informationen können zur Anreicherung des *ORKG* verwendet werden, um publizierte Resultate in wissenschaftlichen Beiträgen für Forschende durchsuchbar und vergleichbar zu machen. Insgesamt bieten multimodale KI-Methoden zahlreiche neue Chancen, das wissenschaftliche Arbeiten und den Umgang mit Forschungsdaten zu erleichtern, zum Beispiel indem Daten über verschiedene Modalitäten hinweg verknüpft beziehungsweise gesucht werden können.

## Literatur

- Allen et al. 2023: Bradley P. Allen, Lise Stork, Paul Groth. Knowledge Engineering Using Large Language Models. *TGDK* 1(1): 3:1-3:19 (2023)
- Ibanez et al. 2023: L-D. Ibáñez, J. Domingue, S. Kirrane, O. Seneviratne, A. Third, M.-E. Vidal. Trust, Accountability, and Autonomy in Knowledge Graph-Based AI for Self-Determination. *TGDK* 1(1): 9:1-9:32 (2023)
- Panchendrarajan und Zubiaga 2024: R. Panchendrarajan, A. Zubiaga. Synergizing Machine Learning & Symbolic Methods: A Survey on Hybrid Approaches to Natural Language Processing. *ArXiv* 2024. <https://arxiv.org/pdf/2401.11972.pdf>
- Auer et al. 2023: Auer, Sören; Vidal, Maria Esther; Rosenhahn, Bodo; Nejd, Wolfgang: Die SciKnow Vision : wissenschaftliche Entdeckungen erleichtern und beschleunigen. In: *Unimagazin* 1/2 (2023), S. 36-39, <https://doi.org/10.15488/13875>
- Li et al. 2023: B. Li, R. Wang, G. Wang, Y. Ge, Y. Ge, Y. Shan, Y. (2023). Seed-Bench: Benchmarking Multimodal LLMs with Generative Comprehension. *arXiv* 2024, <https://arxiv.org/pdf/2311.17092.pdf>
- Liu et al. 2023: F. Liu, J. M. Eisenschlos, F. Piccinno, S. Krichene, C. Pang, K. Lee, ... & Y. Altun. (2023). DePlot: One-shot visual language reasoning by plot-to-table translation. *Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL* 2023. <https://doi.org/10.18653/v1/2023.findings-acl.660>



**Sören Auer**

geb. 1975, Professor für Data Science and Digital Libraries und Direktor der TIB. Kontakt: [auer@l3s.de](mailto:auer@l3s.de)



**Maria Esther Vidal**

Professorin für Scientific Data Management, Leiterin des TIB Forschungsbereichs. Kontakt: [vidal@l3s.de](mailto:vidal@l3s.de)



**Ralph Ewerth**

Professor für Visual Analytics, Leiter der Forschungsgruppe Visual Analytics der TIB. Kontakt: [ewerth@l3s.de](mailto:ewerth@l3s.de)



**Eric Müller-Budack**

Postdoktorand in der Forschungsgruppe Visual Analytics, Schwerpunkt Multimedia Retrieval. Kontakt: [eric.mueller@tib.eu](mailto:eric.mueller@tib.eu)



**Jennifer D'Souza**

Leiterin der Entwicklung Natürlicher Sprachverarbeitung im ORKG und der BMBF-Nachwuchsforschungsgruppe SciNEXT. Kontakt: [jennifer.dsouza@tib.eu](mailto:jennifer.dsouza@tib.eu)



**Markus Stocker**

Leiter der Abteilung Knowledge Infrastructures an der TIB. Kontakt: [markus.stocker@tib.eu](mailto:markus.stocker@tib.eu)



**Du gibst Vollgas im Studium,  
wir geben Vollgas für dich!**

[www.studentenwerk-hannover.de](http://www.studentenwerk-hannover.de)

