

Niedermeier, Sandra; Winkler, Katrin

**Lernen mit KI: Rückkopplung statt Auslagerung. Eine
bildungspsychologische Relektüre von Mandl und Friedrich (1986).
Konzeptbeitrag**

Kempton : Hochschule für angewandte Wissenschaften 2026, 11 S.



Quellenangabe/ Reference:

Niedermeier, Sandra; Winkler, Katrin: Lernen mit KI: Rückkopplung statt Auslagerung. Eine
bildungspsychologische Relektüre von Mandl und Friedrich (1986). Konzeptbeitrag. Kempton :
Hochschule für angewandte Wissenschaften 2026, 11 S. - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-361412 - DOI:
10.25656/01:36141; 10.60785/opus-3743

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-361412>

<https://doi.org/10.25656/01:36141>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk
bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen
sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes
anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm
festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die
Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License:
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute
and render this document accessible, make adaptations of this work or its
contents accessible to the public as long as you attribute the work in the
manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of
use.



Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation

Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Lernen mit KI: Rückkopplung statt Auslagerung

Eine bildungspsychologische Relektüre von Mandl und Friedrich (1986)

Konzeptbeitrag

Sandra Niedermeier und Katrin Winkler (2026)

Abstract

Der Beitrag liest den Aufsatz von Mandl und Friedrich (1986) als historischen Ausgangspunkt für eine gegenwärtige Bildungsfrage, dem Umgang mit Wissen in KI Zeiten. Die These der Autorinnen lautet: KI verändert nicht die grundlegenden Bedingungen des Wissenserwerbs, wohl aber die Form, in der eigene Bearbeitung und maschinelle Vorschläge aufeinander bezogen werden. Lernwirksam wird KI-Nutzung nicht durch ein Nebeneinander getrennter Aufgaben, sondern durch iterative Rückkopplung: Systeme erzeugen, ordnen und variieren Informationen; Lernende formulieren Ziele, prüfen Vorschläge anhand fachlicher Kriterien, revidieren Ergebnisse und verantworten Urteile. Diese Argumentation wird um die Einsicht ergänzt, dass Metakognition in KI-vermittelten Lernumgebungen fachspezifisch verankert werden muss und nicht in einer allgemeinen Schlussreflexion aufgehen darf.

Schlüsselwörter: Bildungspsychologie, generative KI, Wissenskonstruktion, Metakognition, Mensch-KI-Kollaboration, KI-Literacy, Urteilsfähigkeit, Hochschullehre

Originalbeitrag von 1986:

https://www.pedocs.de/volltexte/2025/29590/pdf/Mandl_Friedrich_Foerderung.pdf

Einleitung

Die gegenwärtige Diskussion über generative KI in der Bildung wird häufig als radikaler Neubeginn beschrieben. Texte lassen sich erzeugen, Zusammenfassungen automatisieren und Lösungsvorschläge in Sekunden abrufen. Daraus entsteht der Eindruck, die bisherige Pädagogik habe ihre Gegenstände verloren. Wenn ein System Informationen formuliert, so die zugespitzte Annahme, müsse Bildung künftig vor allem den Umgang mit diesem System lehren. Der von

Mandl und Friedrich (1986) vorgelegte Aufsatz zur Förderung des Wissenserwerbs eröffnet einen anderen Zugang. Dieser Aufsatz aus den 1980er Jahren entstand in einer Phase, in der die Bildungsforschung die Förderung kognitiver Fertigkeiten höherer Ordnung, individuelle Lernstrategien und das Lernen des Lernens diskutierte. Sein Gegenstand war nicht eine bestimmte technische Innovation, sondern die Frage, wie Lernende Wissen aufnehmen, verarbeiten, abrufen und ihren Lernprozess steuern können. Gerade diese Perspektive ist für die KI-Debatte produktiv. Sie lenkt den Blick weg von der Frage, ob ein System einen guten Text erzeugen kann, und hin zu den Prozessen, durch die Menschen aus Informationen Wissen erzeugen. Der Text von 1986 liefert damit keine fertige Antwort auf die Gegenwart. Er stellt aber ein begriffliches Prüfgerüst bereit: Was wird beim Einsatz von KI tatsächlich unterstützt, was wird ausgelagert und was muss als Lernleistung weiterhin beim Menschen verbleiben?

Zunächst rekonstruiert der folgende Beitrag die Argumentationslinie von Mandl und Friedrich. Im Zentrum stehen drei Prozessklassen: elaborative, reduktive und metakognitive Prozesse. Anschließend wird gezeigt, warum die damalige Forderung nach komplexen, curricular eingebetteten Strategieprogrammen für die heutige Gestaltung von KI-gestützten Lernumgebungen bedeutsam ist. Erst daraus werden Konsequenzen für die Gestaltung einer Mensch-KI-Kollaboration, für KI-Kompetenz, Hochschullehre und Prüfungen abgeleitet.

Der Ausgangspunkt: Lernen des Lernens

Mandl und Friedrich (1986) setzen bei einer bildungspolitisch und wissenschaftlich anspruchsvollen Diagnose an: Höhere kognitive Fertigkeiten gelten als wünschenswert, werden im Unterricht aber häufig nicht ausdrücklich zum Gegenstand gemacht. Sie erscheinen als erwünschtes Nebenprodukt fachlicher Vermittlung. Genau darin liegt das Problem. Wenn Wissenserwerb, Denken und Problemlösen von individuellen Lern- und Denkfertigkeiten abhängen, reicht es nicht aus, Lerninhalte in einer bestimmten Lehrform einfach bereitzustellen. Die Autoren verschieben damit die Perspektive von der Frage, welche Lehrform eingesetzt wird, auf die Frage, was Lehrende aber auch vor allem Lernende mit dem Lehrstoff erreichen wollen. Die äußere Lehrorganisation bleibt wichtig, erklärt aber nicht allein die Unterschiede im Lernerfolg. Entscheidend sind Eigenaktivitäten beim Lernen, sozusagen das Bewusstsein über das Lernen (vgl. vor allem Forschung zur Metakognition: Metakognition bedeutet das „Denken über das eigene Denken“. Es ist die Fähigkeit, die eigenen Denk-, Lern- und Gedächtnisprozesse zu beobachten, zu verstehen und bewusst zu steuern): Informationen werden ausgewählt, mit Vorwissen verbunden, verdichtet, in Beziehungen eingeordnet und im Hinblick auf das eigene Verstehen kontrolliert (Mandl & Friedrich, 1986).

Diese Argumentation ist für die KI-Situation besonders spannend, denn generative Systeme optimieren vor allem die Bereitstellung und Bearbeitung von Informationen. Sie können damit genau jene äußeren Bedingungen verändern, die früher Zeit und Aufmerksamkeit beanspruchten. Daraus folgt jedoch nicht, dass die Eigenaktivitäten des Lernenden entfallen kann oder soll. Im Gegenteil: Je leichter fachliche Informationen verfügbar sind, desto wichtiger wird die Fähigkeit,

ihre Relevanz und Tragfähigkeit zu bestimmen. Die historische Pointe lautet daher: Das Lernen des Lernens war schon vor der KI kein Zusatz zur fachlichen Bildung. Es war die Bedingung dafür, dass fachliche Informationen überhaupt in eine belastbare Wissensbasis überführt werden konnten. Die aktuelle Technologie macht diese Bedingung nicht überflüssig, sondern legt offen, wie schnell eine sprachlich plausible Ausgabe mit gelerntem Wissen verwechselt werden kann.

Drei Prozesse des Wissenserwerbs

Mandl und Friedrich ordnen die kognitionspsychologischen Befunde drei Klassen zu: elaborativen, reduktiven und metakognitiven Prozessen. Diese Unterscheidung ist keine bloße historische Terminologie. Sie beschreibt drei unterschiedliche Anforderungen an Lernen, die auch bei KI-gestützten Aufgaben auseinandergehalten werden müssen: Bedeutung herstellen, Komplexität strukturieren und den eigenen Umgang mit einer Aufgabe steuern.

Elaborative Prozesse verbinden neue Informationen mit der eigenen kognitiven Struktur. Lernende fügen dem Material Bedeutung hinzu, indem sie Vorwissen aktivieren, Beispiele bilden, Analogien herstellen oder offene Zusammenhänge ergänzen. Reduktive Prozesse verdichten umfangreiches Material auf zentrale Aussagen und Relationen. Metakognitive Prozesse richten den Blick auf die Bedingungen des eigenen Lernens: Was ist die Aufgabe? Welche Strategie passt? Woran erkenne ich, dass ich etwas verstanden habe?

Die drei Prozessklassen greifen ineinander, sind aber nicht austauschbar. Eine Zusammenfassung kann sprachlich korrekt sein, ohne dass der Lernende die Hauptgedanken verstanden hat. Eine elaborierte Erklärung kann umfangreich sein, ohne zwischen zentralen und nebensächlichen Informationen zu unterscheiden. Und eine bekannte Strategie kann scheitern, wenn sie nicht zur Aufgabe passt. Gerade diese Unterschiede werden relevant, wenn KI einzelne Prozessschritte scheinbar mühelos übernimmt.

Elaborative Prozesse: Bedeutung herstellen

Beim Elaborieren wird ein Lehrstoff mit vorhandenem Wissen, persönlichen Erfahrungen und eigenen Vorstellungen verknüpft. Mandl und Friedrich unterscheiden dabei notwendige Elaborationen, die zum kohärenten Verständnis von Aussagen beitragen, und fakultative Elaborationen, die über das wörtliche Verständnis hinausgehen. Beide Formen erhöhen die Zahl und Vielfalt der Anknüpfungspunkte, über die Wissen später rekonstruiert werden kann.

Für die damalige Lernforschung waren selbstgenerierte Fragen, bildhafte Vorstellungen und die Bearbeitung widersprüchlicher oder inkongruenter Informationen wichtige Anregungen elaborativer Prozesse. Entscheidend ist nicht, dass Lernende möglichst viel zusätzliches Material produzieren, sondern dass sie Beziehungen herstellen, die dem Gegenstand und der eigenen Fragestellung entsprechen. Die Lernleistung liegt in dieser Bedeutungsanreicherung.

Eine generative KI kann Elaborationen vorschlagen. Sie kann Beispiele liefern, Analogien formulieren oder mögliche Fragen zu einem Text erzeugen. Dadurch kann sie Lernprozesse anregen, aber nicht sicherstellen, dass die vorgeschlagenen Verbindungen im individuellen Wissensnetz verankert werden. Ein fremd erzeugtes Beispiel ist noch keine eigene Elaboration. Es

wird erst dann lernwirksam, wenn Lernende es prüfen, verändern, mit Vorwissen verbinden und auf den Gegenstand beziehen.

Für die Gestaltung von Lernaufgaben folgt daraus, dass KI-Ausgaben nicht als fertige Elaborationen behandelt werden sollten. Produktiver sind Aufgaben, in denen Lernende zunächst eigene Fragen oder Beispiele entwickeln, anschließend maschinelle Vorschläge vergleichen und begründen, welche Verbindung den Sachverhalt tatsächlich erhellt. So wird aus der KI-Nutzung ein Anlass zur Bedeutungsprüfung statt ein Ersatz für Bedeutungsbildung.

Reduktive Prozesse: Wissen strukturieren

Reduktive Verarbeitung setzt dort an, wo die Informationsmenge größer ist als die Aufmerksamkeitsspanne oder das Arbeitsgedächtnis. Lernende müssen Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden und eine Informationsfülle in eine tragfähige Makrostruktur überführen. Mandl und Friedrich greifen dazu die Forschung von Brown und Day auf, die Tilgung, Generalisierung, Selektion und Konstruktion als Regeln des Zusammenfassens beschreiben (Brown & Day, 1983). Diese Regeln zeigen, dass Zusammenfassen nicht mit Kürzen gleichzusetzen ist. Eine bloße Copy-delete-Strategie kann einzelne Sätze entfernen, ohne die Struktur eines Textes zu erfassen. Anspruchsvollere Zusammenfassungen bilden übergeordnete Konzepte, wählen zentrale Aussagen aus und konstruieren einen neuen Satz, der den Zusammenhang des Materials ausdrückt. (Didaktische) Reduktion ist damit eine Form des Verstehens und nicht nur eine sprachliche Operation.

Generative KI ist bei genau solchen Operationen leistungsfähig: Sie kann lange Texte komprimieren, Überschriften bilden, zentrale Begriffe markieren oder Wissensnetze vorschlagen. Das pädagogische Risiko liegt darin, dass die Reduktion als neutral erscheint. Jede Zusammenfassung enthält jedoch Entscheidungen darüber, was als wichtig gilt, welche Perspektive dominiert und welche Differenzen verschwinden. Diese Entscheidungen müssen fachlich und zielbezogen geprüft werden.

Die von Mandl und Friedrich (1986) berichteten Trainingsbefunde sind dabei besonders relevant. Lernende profitieren nicht nur von der Kenntnis einzelner Regeln, sondern von einer Anleitung zum kontrollierten Einsatz dieser Regeln. Für KI-gestützte Zusammenfassungen bedeutet dies: Die Qualität steigt nicht dadurch, dass ein System automatisch kürzt, sondern dadurch, dass Lernende Kriterien für Relevanz, Genauigkeit und Zielbezug explizieren und auf die Ausgabe anwenden.

Metakognitive Prozesse: Lernen steuern

Metakognitive Prozesse richten sich auf das eigene kognitive Funktionieren. Sie umfassen Wissen über die eigene Person, über Aufgabenmerkmale und über die Angemessenheit bestimmter Strategien. Hinzu kommen Kontrollprozesse, mit denen Lernende planen, überwachen, bewerten und ihr Vorgehen verändern (Flavell, 1979; Mandl & Friedrich, 1986). Metakognition ist damit nicht bloß Selbstbeobachtung, sondern eine Form der Handlungssteuerung. Der historische Text betont, dass es nicht genügt, Lernroutinen zu vermitteln. Lernende müssen auch wissen, wann und warum eine Strategie eingesetzt werden kann. Wer nur eine Zusammenfassungsregel kennt, aber

die Aufgabe nicht analysiert, wird sie auch dort verwenden, wo ein Vergleich, eine Erklärung oder eine Problemlösung verlangt wäre. Übertragung auf neue Situationen entsteht nicht automatisch, sondern muss reflexiv vorbereitet werden.

In der KI-Situation wird diese Unterscheidung noch wichtiger. Ein System nimmt Lernenden nicht nur einzelne Operationen ab, sondern erzeugt den Eindruck, die Aufgabe bereits verstanden und angemessen bearbeitet zu haben. Metakognitive Steuerung muss deshalb zwei Ebenen umfassen: die Kontrolle des eigenen Verstehens und die Kontrolle des Systems. Lernende müssen prüfen, ob sie die Aufgabe selbst verstanden haben, ob die Eingabe diese Aufgabe präzise abbildet und ob die Ausgabe fachlich belastbar ist. Austin et al. (2026) schärfen diesen Gedanken, indem sie Metakognition als disziplinäre Infrastruktur beschreiben. Gemeint ist, dass Lernende ihr Denken nicht unabhängig von fachlichen Maßstäben überwachen können. Ob eine Erklärung, ein Argument oder eine Zusammenfassung gelungen ist, entscheidet sich in den epistemischen Praktiken eines Fachs. Eine allgemeine Aufforderung, über den eigenen Denkprozess zu reflektieren, reicht daher nicht aus. Metakognitive Fragen müssen an fachliche Kriterien gebunden werden: Welche Art von Begründung gilt hier? Welche Evidenz ist tragfähig? Welche Unsicherheit darf nicht geglättet werden?

Die daraus entstehende Kompetenz ist anspruchsvoller als die Kenntnis einzelner Prompt-Techniken. Sie verlangt eine Abfolge von Planen, Ausprobieren, Überwachen, Bewerten und Überarbeiten. Genau diese Abfolge macht eine KI-Nutzung pädagogisch sichtbar. Ohne sie bleibt unklar, ob ein gutes Ergebnis aus eigenständigem Lernen oder aus einer nicht verstandenen Übernahme entstanden ist.

Von Einzelstrategien zu komplexen Strategieprogrammen

Ein weiterer wichtiger Gedanke des Ausgangstextes betrifft die Verbindung einzelner Strategien. Erfolgreiches schulisches und außerschulisches Lernen erfordert selten nur eine Operation. Lernende müssen Informationen aufnehmen, verarbeiten, abrufen, motivationale Bedingungen sichern und ihren Fortschritt kontrollieren. Deshalb beschreiben Mandl und Friedrich komplexe Strategieprogramme, in denen Primärstrategien durch Stützstrategien ergänzt werden.

Zu den Primärstrategien gehören kognitive Verfahren der Informationsaufnahme und -verarbeitung; Stützstrategien betreffen beispielsweise Zeitplanung, Selbstmotivation und den Umgang mit Belastungen. Diese Unterscheidung lässt sich direkt auf KI-gestütztes Lernen übertragen. Ein System kann die kognitive Bearbeitung beschleunigen, aber dadurch auch neue Anforderungen an Zeitplanung, Aufmerksamkeit und Selbstkontrolle erzeugen. Wer jede Aufgabe an ein System delegiert, benötigt nicht weniger Selbstregulation, sondern mehr.

Ebenso wichtig ist die Frage der curricularen Einbettung. Mandl und Friedrich (1986) weisen darauf hin, dass der Transfer von Strategien in neue Situationen schwierig ist, wenn sie losgelöst von vertrauten Fächern und Aufgaben trainiert werden. Lernstrategien sollten deshalb nicht als allgemeines Zusatzprogramm neben dem Fachunterricht stehen. Sie müssen an konkreten

Gegenständen demonstriert, geübt und in unterschiedlichen Situationen reflektiert werden. Diese Forderung bildet die Brücke zur heutigen KI-Didaktik.

Was generative KI an diesen Prozessen verändert

Generative KI verändert die Bedingungen, unter denen elaborative, reduktive und metakognitive Prozesse stattfinden. Sie kann Vorschläge für Bedeutungsverknüpfungen liefern, Informationsmengen reduzieren und einen Schreib- oder Lösungsprozess spiegeln. Damit kann sie zum Bestandteil einer lernwirksamen Rückkopplung werden. Das geschieht jedoch nicht automatisch, weil ihre Ausgabe die Eigenaktivität der Lernenden ebenso anregen wie ersetzen kann. Die entscheidende Frage lautet daher nicht, ob KI eine Lernstrategie ausführen kann. Entscheidend ist, ob ihr Beitrag bei den Lernenden einen Prozess des Verstehens, Prüfens und Steuerns auslöst. Eine KI-generierte Zusammenfassung kann den Zugang zu einem Text erleichtern. Sie kann aber auch verhindern, dass Lernende selbst zwischen Hauptgedanken und Details unterscheiden. Ein automatisch erzeugtes Mapping kann Zusammenhänge sichtbar machen. Es kann zugleich eine Struktur vorseignen, die fachlich nicht trägt.

Die Technologie verschiebt damit innerhalb der Zusammenarbeit fortlaufend die Grenze zwischen Unterstützung und Stellvertretung. Hasenbein (2023) behandelt Mensch-KI-Interaktion als eine zu gestaltende Beziehung zwischen technischen Möglichkeiten und menschlichen Anforderungen. Für den hier betrachteten Lernkontext ist das Human-in-the-Loop-Prinzip daher nicht schon dadurch erfüllt, dass ein Mensch am Ende einer Systemausgabe zustimmt. Es verlangt, dass Lernende während des gesamten Prozesses Ziele und Kriterien setzen, Zwischenergebnisse prüfen und die Bearbeitungsrichtung verändern können. Unterstützung liegt vor, wenn ein System Aufmerksamkeit auf relevante Aspekte lenkt, Alternativen anbietet oder Rückmeldung für eine eigene Bearbeitung liefert. Stellvertretung beginnt dort, wo zentrale kognitive Entscheidungen abgegeben werden, ohne dass Lernende deren Kriterien kennen, prüfen oder revidieren.

Der hier verfolgte historische Rückblick hilft dabei, die Qualität dieser Rückkopplung genauer zu bestimmen. Wenn Lernen als aktive Konstruktion, Reduktion und metakognitive Kontrolle verstanden wird, muss bei jeder KI-Anwendung gefragt werden, wie Lernende an diesen Prozessen beteiligt bleiben: Welche Vorleistung erbringen sie, welche Systemausgabe prüfen sie und welche Revision nehmen sie anschließend vor? Die Antwort kann je nach Aufgabe unterschiedlich ausfallen. Gerade deshalb ist eine pauschale Bewertung von KI-Nutzung pädagogisch unzureichend.

Mensch-KI-Kollaboration als Rückkopplungsprozess

Aus der bisherigen Argumentation ergibt sich eine pragmatische Folge von vier wiederkehrenden Bewegungen: Fragen und Erkunden, Strukturieren und Entwerfen, Prüfen und Urteilen sowie Revidieren und Verantworten. Diese Folge ist kein neues Lernmodell und keine feste Aufteilung von Aufgaben zwischen Mensch und Maschine. Sie beschreibt vielmehr eine Schleife, in der maschinelle Vorschläge menschliche Bearbeitung auslösen und menschliche Rückmeldungen den nächsten Systembeitrag verändern.

So kann KI Suchwege, Erklärvarianten und unterschiedliche Perspektiven eröffnen. Die Lernenden müssen jedoch die Frage klären, Relevanz bestimmen und Quellen prüfen. Ohne fachliche Vorannahmen und eine selbst entwickelte Frage produziert das System vor allem eine größere Menge möglicher Anschlüsse.

Beim Strukturieren und Entwerfen kann KI Texte verdichten, Begriffe clustern und Relationen visualisieren. Lernende vergleichen diese Vorschläge mit ihrer eigenen Vorstrukturierung, markieren Lücken und Widersprüche und veranlassen gegebenenfalls eine neue Ausgabe. Ob eine Reduktion die Makrostruktur eines Gegenstands angemessen abbildet, entscheidet sich somit nicht in einem einzelnen Systemschritt, sondern in der fachlich begründeten Rückkopplung.

Prüfen, Urteilen und Verantworten bilden dabei keinen bloßen Endpunkt. Sie begleiten jede Schleife. Ein System kann Argumente kombinieren, Gegenpositionen simulieren und auf mögliche Inkonsistenzen hinweisen. Welche Gründe gelten, welche Evidenz trägt und welche Unsicherheiten offengelegt werden müssen, entscheiden und begründen jedoch die Lernenden. Menschliche Verantwortung bedeutet dabei nicht Fehlerfreiheit. Sie zeigt sich in der Fähigkeit, Kriterien offenzulegen, Urteile zu revidieren und die abschließende Entscheidung gegenüber anderen zu vertreten.

Die folgende Tabelle fasst diese iterative Logik zusammen. Ihre Zeilen sind nicht als starre Abfolge zu lesen. Im Lernprozess können sie mehrfach durchlaufen werden: Eine Prüfung erzeugt eine neue Frage, eine Revision führt zu einem veränderten Entwurf und eine Systemantwort wird erneut zum Gegenstand menschlicher Bewertung. Kollaboration meint hier daher keine symmetrische Partnerschaft mit der KI. Sie bezeichnet eine didaktisch gestaltete Interaktion, in der die menschliche Urteils- und Verantwortungsfähigkeit den Rahmen setzt.

Tabelle 1. Rückkopplung in der Mensch-KI-Kollaboration.

Bewegung im Lernprozess	Beitrag der KI	Menschliche Rückkopplung
Fragen und Erkunden	Suchwege, Erklär Varianten, Perspektiven	Ziel klären, Relevanz bestimmen, Quellen prüfen
Strukturieren und Entwerfen	Verdichten, clustern, visualisieren	Vorschläge vergleichen, Lücken markieren, neu anstoßen
Prüfen und Urteilen	Gegenargumente, Kritik, Simulation	Kriterien anwenden, Evidenz abwägen, Urteil begründen
Revidieren und Verantworten	Alternativen, Feedback, Folgen	Ergebnis korrigieren, Grenzen benennen, Verantwortung übernehmen

Unter Bedingungen generativer KI gewinnen Metakognition, kritisches Denken, Selbstregulation und Transfer an Gewicht, weil die Qualität eines Ergebnisses nicht mehr zuverlässig aus seiner sprachlichen Oberfläche abgelesen werden kann. Für die Hochschulbildung identifizieren

Deroncele-Acosta et al. (2025) unter anderem kritisches Denken, Selbstregulation, Verantwortung und KI-Literacy als relevante transversale Kompetenzen. Chiu et al. (2024) entwickeln für den schulischen Kontext ein Rahmenmodell mit technischen, gesellschaftlichen, ethischen, kollaborativen und selbstreflexiven Komponenten. Dieses Modell wird hier nicht unverändert auf die Hochschule übertragen; anschlussfähig ist jedoch seine Unterscheidung zwischen Wissen über KI und der Fähigkeit, dieses Wissen reflektiert anzuwenden. KI-Kompetenz bezeichnet in diesem Zusammenhang nicht nur Bedienwissen, sondern die Fähigkeit, eine Aufgabe zu analysieren, den eigenen Wissensstand einzuschätzen, den sinnvollen Grad maschineller Unterstützung zu bestimmen und eine Ausgabe anhand fachlicher Kriterien zu prüfen. Zugleich müssen Lernende zwischen produktiver Rückkopplung und verdeckter Stellvertretung unterscheiden können. Wenn eine KI Beispiele liefert und Lernende diese verändern, begründen oder verwerfen, kann dies das eigene Denken anregen. Wenn sie eine vollständige Erklärung übernehmen, ohne eigene Bezüge herzustellen, bleibt der zentrale Lernprozess unsichtbar. KI-gestütztes Lernen verlangt damit die Fähigkeit, den Dialog so zu steuern, dass maschinelle Beiträge eigenständige kognitive Bearbeitung auslösen und nicht ersetzen. Schließlich ist die Übertragbarkeit zu beachten. Eine Strategie, die beim Zusammenfassen eines historischen Textes funktioniert, muss nicht unverändert für eine statistische Analyse oder eine pädagogische Fallentscheidung gelten. KI-Literacy muss daher fachlich eingebettet, wiederholt angewendet und reflektiert werden. Sie ist kein isoliertes Zusatzfach, sondern ein Bestandteil des Lernens in Domänen.

Implikationen für die Lehre

Die zentrale didaktische Aufgabe in der Lehre besteht darin, die Rückkopplung zwischen eigener Bearbeitung und maschinelltem Beitrag so zu gestalten, dass kognitive Prozesse sichtbar bleiben. Ein geeigneter Lernprozess kann mit einer eigenständigen Vorstrukturierung beginnen. Darauf folgt eine KI-Ausgabe, die Lernende mit ihrer Struktur vergleichen. Sie markieren Übereinstimmungen, Lücken und Widersprüche, formulieren eine begründete Rückmeldung an das System und prüfen die nächste Ausgabe erneut. Dieses didaktisch gestaltete Pingpong macht die maschinelle Ausgabe zum Gegenstand fortlaufender Prüfung und nicht zum Ersatz für die eigene Wissensorganisation. Auch metakognitive Haltepunkte sollten ausdrücklich vorgesehen werden: Was war das Ziel der Aufgabe? Welche Strategie wurde gewählt? Welcher Vorschlag der KI wurde übernommen, verändert oder verworfen und warum? Welche Unsicherheit bleibt bestehen? Solche Fragen sind keine dekorative Reflexion am Ende, sondern greifen während der Bearbeitung in deren Verlauf ein. Im Anschluss an Austin et al. (2026) sollten sie als disziplinäre Haltepunkte gestaltet werden, an denen Studierende eine KI-Ausgabe anhand der Denk- und Qualitätsstandards ihres Fachs prüfen. Diese produktive Reibung macht sichtbar, wann Kollaboration in problematische Auslagerung umschlägt.

Die Forderung nach curricularer Einbettung aus dem Ausgangstext von 1986 ist dabei zentral. KI-Nutzung sollte nicht in einem allgemeinen Einführungskurs abgelegt werden. Studierende müssen erfahren (!), wie sich Kriterien für gute Zusammenfassungen, wissenschaftliche Argumente oder Fallanalysen in ihren jeweiligen Fachgebieten konkretisieren. Erst durch diese fachliche

Einbettung wird Transfer wahrscheinlicher. Dafür benötigen Lehrende ein erweitertes Kompetenzprofil, das technische Kompetenz, pädagogische Passung, die Anleitung von Studierenden, professionelle Weiterentwicklung sowie Risiko- und Ethikbewusstsein verbindet (Shi, 2025). Die technische Verfügbarkeit einer Anwendung ersetzt nicht die pädagogische Entscheidung, wann sie das Lernen unterstützt und wann sie ihm entgegensteht.

Die Frage, wie Prüfungen nun gestaltet werden, bündelt die historische und die aktuelle Argumentation: Wenn eine Leistung nur am fertigen Text gemessen wird, bleiben elaborative, reduktive und metakognitive Prozesse weitgehend unsichtbar. Das war schon vor generativer KI ein Problem; durch die Möglichkeit, diese Prozesse teilweise an Systeme abzugeben, wird es dringlicher. Prüfungen sollten deshalb den Weg zum Ergebnis einbeziehen. Eine Aufgabe kann aus einer eigenen Problemformulierung, einer begründeten Recherche, einer ersten Struktur, einer dokumentierten KI-Interaktion, einer Überarbeitung und einer kurzen Erläuterung der verworfenen Alternativen bestehen. Bewertet wird dann nicht die Abwesenheit von KI, sondern die Qualität der kognitiven Steuerung. Eine solche Prüfungsform entspricht dem Gedanken der komplexen Strategieprogramme. Sie verlangt nicht nur eine Primärleistung, etwa das Schreiben eines Textes, sondern auch Stützleistungen: Zeitplanung, Dokumentation, Umgang mit Unsicherheit und Reflexion der eigenen Entscheidungen. Damit wird die Prüfung anspruchsvoller, aber zugleich näher an den tatsächlichen Anforderungen wissenschaftlicher und beruflicher Arbeit. Transparente Regeln sind dabei wichtiger als ein Generalverdacht. Wenn Lernende offenlegen können, wie sie KI verwendet, welche Grenzen sie wahrgenommen und welche Entscheidungen sie selbst getroffen haben, kann Prüfung wieder stärker als Lerngelegenheit gestaltet werden. Die Institution muss dann allerdings klar benennen, welche menschlichen Kompetenzen sie beobachten und fördern will.

Diskussion und Fazit

Die Übertragung eines Textes aus 1986 auf generative KI darf nicht als Gleichsetzung missverstanden werden. Mandl und Friedrich konnten die heutige technische Leistungsfähigkeit nicht vorwegnehmen. Ihr Beitrag ist dennoch relevant, weil er die Analyse auf Prozesse richtet, die von technischen Oberflächen unabhängig sind: Bedeutungen herstellen, Informationen strukturieren und das eigene Denken kontrollieren.

Die eigentliche Herausforderung besteht darin, die Effizienzgewinne der KI nicht mit Lerngewinnen zu verwechseln. Ein schneller erzeugtes Produkt kann nützlich sein, ohne dass die dafür notwendigen kognitiven Fähigkeiten aufgebaut wurden. Umgekehrt kann eine langsamere, dialogische Nutzung von KI Lernprozesse intensivieren, wenn sie Fragen, Vergleiche und Revisionen erzwingt. Offen ist, wie sich diese Prozesse langfristig empirisch erfassen lassen. Benötigt werden Studien, die nicht nur Produktqualität oder Zeitersparnis messen, sondern auch die Entwicklung von Wissensstrukturen, Strategiewahl, Transfer und Selbstregulation. Die alte Forderung, Lernstrategien in vertraute Curricula einzubetten, sollte dabei als methodischer

Hinweis verstanden werden: KI-Effekte müssen in konkreten Fächern und Aufgaben untersucht werden.

Der Aufsatz von Mandl und Friedrich (1986) führt zu einer präziseren Sicht auf die Bildungsfrage der generativen KI. Sein Ausgangspunkt ist nicht die Technologie, sondern der Wissenserwerb: Lernende müssen Informationen elaborieren, reduzieren und ihren Umgang mit ihnen metakognitiv steuern. Diese Prozesse bilden die Grundlage dafür, dass aus Informationen belastbare Wissensstrukturen und aus Aufgaben begründete Lösungen werden können. Generative KI kann einzelne Routinen dieser Prozesse unterstützen oder übernehmen. Sie kann aber nicht anstelle der Lernenden Bedeutung herstellen, die Angemessenheit einer Strategie beurteilen oder Verantwortung für ein Urteil tragen. Deshalb besteht die pädagogische Aufgabe nicht darin, KI aus dem Lernen fernzuhalten oder sie unkritisch zu integrieren. Sie besteht darin, eine iterative Mensch-KI-Kollaboration so zu gestalten, dass jeder maschinelle Beitrag eine menschliche Prüf-, Begründungs- oder Revisionshandlung auslöst. Das Human-in-the-Loop-Prinzip bezeichnet dann keine nachträgliche Freigabe, sondern die fortlaufende Steuerung des gesamten Lernprozesses.

Der historische Blick ist damit kein nostalgischer Rückzug, sondern ein Orientierungsrahmen. Er erinnert daran, dass Lernen mehr ist als Informationsaufnahme und Leistung mehr als ein fertiges Produkt. Je leistungsfähiger KI-Systeme werden, desto deutlicher muss Bildung jene Prozesse sichtbar machen, die den Unterschied zwischen einer erzeugten Antwort und eigenem Wissen ausmachen: die eigene Frage, die begründete Auswahl, die Prüfung, die Revision und die Verantwortung.

Literatur

- Austin, T. R., Gulya, J., & Potkalitsky, N. (2026). Metacognition as disciplinary infrastructure in AI-mediated learning. *International Journal of Emerging and Disruptive Innovation in Education: VISIONARIUM*, 4(1), Article 6. <https://doi.org/10.62608/2831-3550.1055>
- Brown, A. L., & Day, J. D. (1983). Macrorules for summarizing texts: The development of expertise. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22(1), 1–14. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(83\)80002-4](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(83)80002-4)
- Chiu, T. K. F., Ahmad, Z., Ismailov, M., & Sanusi, I. T. (2024). What are artificial intelligence literacy and competency? A comprehensive framework to support them. *Computers & Education Open*, 6, Article 100171. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100171>
- Deroncele-Acosta, A., Sayán-Rivera, R. M. E., Mendoza-López, A. D., & Norabuena-Figueroa, E. D. (2025). Generative artificial intelligence and transversal competencies in higher education: A systematic review. *Applied System Innovation*, 8(3), Article 83. <https://doi.org/10.3390/asi8030083>
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>

- Hasenbein, M. (2023). *Mensch und KI in Organisationen: Einfluss und Umsetzung Künstlicher Intelligenz in wirtschaftspsychologischen Anwendungsfeldern*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-66375-2>
- Mandl, H., & Friedrich, H. F. (1986). Förderung des Wissenserwerbs im Kindes- und Erwachsenenalter. *Unterrichtswissenschaft*, 14(1), 40–55. <https://doi.org/10.25656/01:29590>
- Shi, L. (2025). Assessing teachers' generative artificial intelligence competencies: Instrument development and validation. *Education and Information Technologies*, 30, 23365–23384. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13684-5>