

Didaktikmodell funktionaler Mensch-KI-Interaktion

Ein didaktisches Modell zur Förderung funktionaler Mensch-KI-Interaktion

Kompetenzmodell, Lernbegriff, Schülerperspektive, Partizipation und operative Lernumgebung

Autor: Prof. Dr. Wolfram Rollett

Universität Oldenburg · Oldenburg, 31. Mai 2026

Publikationsfassung

Lizenz: Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

Direkt publizierbare Fassung.

Kurzfassung

Das Modell beschreibt KI-Kompetenz als Fähigkeit, Unterstützung durch künstliche Intelligenz funktional passend, lernwirksam, reflexiv und verantwortlich in individuelle und kooperative Lern- und Wissensarbeitsprozesse einzubetten. Im Mittelpunkt steht nicht die Bedienung eines technischen Systems, sondern die pädagogisch gestaltete Entwicklung funktionaler Handlungsfähigkeit.

Lernende sollen verstehen, welche Funktion ein KI-Beitrag im Lernprozess übernimmt, wie dieser Beitrag geprüft wird, welche Anschlussmöglichkeiten daraus entstehen und welche Verantwortung mit seiner Nutzung verbunden ist. Lernwirksam wird KI-Unterstützung, wenn sie fachliche Klärung, Denken, Rückmeldung, Kooperation und Verantwortungsübernahme stärkt. Problematisch wird sie, wenn eigene Lernaktivität, Prüfung, Urteilsbildung oder gemeinsame Verantwortung in den Hintergrund treten.

Die 30D-Struktur des Funktionsraummodells bildet die diagnostische Tiefenstruktur. Für die didaktische Arbeit wird sie nicht vollständig und dauerhaft sichtbar gemacht, sondern in der jeweils angemessenen Auflösung genutzt. Einfache Funktionsangebote können Orientierung geben; differenziertere Auflösungen werden erforderlich, wenn Lernstand, Aufgabe, soziale Situation, Verantwortungsrisiko oder professionelle Nutzung dies begründen.

Das Modell verbindet einen entwicklungsorientierten Lernbegriff mit Schülerperspektive, Partizipation, fehlerfreundlicher Rückmeldung, kriterialer Bewertung und einer verantwortlich steuernden Rolle der Lehrkraft. Aufgaben werden dabei nicht nur als Arbeitsaufträge verstanden, sondern als pädagogische Situationen, in denen fachliche Gegenstände, soziale Interaktion, Rückmeldung, Mitbestimmung und Verantwortungsübernahme zusammenwirken.

Qualität wird über die Tragfähigkeit von Lern- und Wissensarbeitsübergängen bestimmt. Ein Lernschritt ist anschlussfähig, wenn er an Vorwissen, Aufgabe, Material und Ziel anknüpft. Er ist stabil, wenn er weitere Bearbeitung ermöglicht. Er ist legitimierbar, wenn Zuständigkeit, Eigenleistung, Beteiligung, Autorenschaft und Folgen geklärt bleiben. Brüche, Drift, Blockaden und Verantwortungsrisiken sind deshalb nicht nur Störungen, sondern Hinweise darauf, wo pädagogische Rückbindung, adaptive Unterstützung, Klärung oder Verantwortungsübernahme erforderlich werden.

Hinweis zu Autorenschaft, Vorarbeiten und KI-Mitwirkung

Der vorliegende Text wurde von Prof. Dr. Wolfram Rollett konzipiert, inhaltlich gesteuert, geprüft und verantwortet. Grundlage der Ausarbeitung ist unter anderem der vom Autor entwickelte Modellkern des Funktionsraummodells als Theorie funktionaler Übergangsstabilisierung in der Fassung 1.0. Dieser Modellkern lag bei der Erstellung des Didaktikmodells vor und wurde als eigene theoretische Vorarbeit des Autors genutzt.

KI-gestützte Werkzeuge wurden assistierend für Strukturierung, sprachliche Überarbeitung, Konsistenzprüfung, Variantenbildung und redaktionelle Verdichtung eingesetzt. KI-generierte Vorschläge wurden nicht als eigenständige Quelle behandelt, sondern als Arbeitsmaterial geprüft, bearbeitet und nur übernommen, wenn sie mit der intendierten Argumentation, dem fachlichen Anspruch und den Grenzen des Modells vereinbar waren.

Konzeption, Auswahl der Inhalte, Bewertung der Vorschläge, Freigabe der Formulierungen und wissenschaftliche Verantwortung liegen beim Autor. Der Text beansprucht keine empirische Validierung durch KI und keine rechtliche, institutionelle oder datenschutzbezogene Freigabe durch ein technisches System.

1. Das Funktionsraummodell als Bezugsrahmen

Das Funktionsraummodell beschreibt Lern- und Wissensarbeit nicht als bloße Abfolge einzelner Aufgaben, Produkte oder Werkzeugeinsätze. Es rekonstruiert solche Prozesse als Übergänge zwischen funktionalen Zuständen. Ein Übergang entsteht, wenn Lernende von einer Frage zu einer Klärung, von Material zu einer Ordnung, von einem Entwurf zu einer Prüfung, von einem Einzelbeitrag zu einer gemeinsamen Verständigung oder von einer Entscheidung zu verantwortbaren Folgen gelangen.

Funktionen bezeichnen in diesem Modell die Leistungen, durch die solche Übergänge möglich, fortsetzbar und rückbindbar werden. Klären, Verstehen, Ordnen, Entwickeln, Prüfen, Formulieren, Kommunizieren, Dokumentieren und Reflektieren sind Beispiele individueller Funktionen. Verständigen, Koordinieren, Aushandeln, Entscheiden und Verantworten beschreiben kooperative Funktionen, in denen Beiträge, Rollen, Erwartungen, Entscheidungen und Folgen miteinander verbunden werden.

Für das didaktische Vorgehen genügt eine knappe, aber tragfähige Grundannahme: Lernen wird stabiler, wenn die jeweils relevante Funktion einer Aufgabe erkannt, angemessen unterstützt, geprüft und an den weiteren Lernprozess zurückgebunden wird. Das Funktionsraummodell stellt dafür einen Bezugsrahmen bereit. Es verlangt nicht, Lernenden jederzeit die vollständige 3D-Struktur sichtbar zu machen. Es hilft vielmehr, didaktisch angemessene Oberflächen, Aufgaben, Reflexionsfragen und Rückmeldungen abzuleiten.

Die didaktische Übersetzung des Funktionsraummodells lässt sich in drei Qualitätsfragen bündeln. Erstens: Schließt der nächste Schritt sinnvoll an Aufgabe, Vorwissen, Material und Ziel an? Zweitens: Wird der Lernprozess dadurch geordneter, überprüfbarer und fortsetzbarer? Drittens: Bleiben Verantwortung, Autorenschaft, Bewertung, Beteiligung und Folgen geklärt? Diese Fragen verbinden die Theorie funktionaler Übergangsstabilisierung mit konkreter pädagogischer Gestaltung.

Funktionen sind nicht mit Tätigkeiten oder Methoden gleichzusetzen. Dieselbe sichtbare Tätigkeit kann unterschiedliche Funktionen übernehmen. Eine Zusammenfassung kann dem Verstehen dienen, eine Entscheidung vorbereiten, einen Arbeitsstand sichern oder eine Verständigung in der Gruppe ermöglichen. Umgekehrt kann dieselbe Funktion durch unterschiedliche Tätigkeiten realisiert werden. Diese Unterscheidung verhindert, dass KI-Nutzung oberflächlich nach Werkzeugen, Eingaben oder Produkten beurteilt wird.

Didaktisch folgt daraus, dass Lernende ihre Arbeit nicht nur nach Aufgabenarten, sondern nach funktionalen Übergängen betrachten sollen. Sie sollen erkennen, wann sie klären, wann sie prüfen, wann sie ordnen, wann sie kooperativ aushandeln und wann Verantwortung berührt ist. Diese Orientierung ist eine Voraussetzung dafür, KI-Beiträge nicht nur zu erzeugen, sondern sinnvoll in fachliche und soziale Lernprozesse einzubinden.

2. Zweck und Geltung

Das didaktische Modell richtet sich auf Unterricht, Hochschullehre, Fortbildung und andere organisierte Lernumgebungen, in denen KI als Unterstützung individueller und kooperativer Lern- und

Wissensarbeit genutzt wird. Es beschreibt, wie Lernende KI so nutzen können, dass fachliche Klärung, soziale Verständigung, kritische Prüfung, Selbststeuerung, personale Entwicklung und Verantwortung gestärkt werden.

Der Gegenstand des Modells ist die pädagogische Gestaltung von Lernprozessen, in denen KI Beiträge erzeugt, Arbeitswege strukturiert, Rückmeldungen anstößt, Alternativen sichtbar macht oder Reflexion unterstützt. Solche Beiträge sind didaktisch bedeutsam, weil sie Lernwege verändern können. Sie können Orientierung schaffen, aber auch Fehlschlüsse, Scheinstabilität, unklare Zuständigkeiten oder verdeckte Verantwortungsverschiebungen erzeugen.

Das Modell ist kein Leitfaden für einzelne Eingabeformulierungen. Es beschreibt eine Struktur, mit der Aufgaben, Lernbegleitung, Rückmeldung, soziale Kooperation, Verantwortung und digitale Unterstützung gemeinsam gestaltet werden können. Die pädagogische Gestaltung bleibt dabei vorrangig: KI-Unterstützung gewinnt ihre Bedeutung durch Aufgaben, fachliche Gegenstände, soziale Interaktion, Rückmeldung, Kriterien und verantwortliche Rahmung.

Im Zentrum stehen pädagogische Situationen. Eine pädagogische Situation entsteht nicht allein durch ein digitales Werkzeug, sondern durch das Zusammenspiel von fachlichem Gegenstand, Aufgabe, Lernenden, sozialer Beziehung, Unterstützung, Rückmeldung und Verantwortung. KI kann in solchen Situationen Beiträge liefern, Fragen öffnen oder Struktur anbieten. Ob daraus Lernen entsteht, hängt davon ab, ob diese Beiträge in eine fachlich und sozial tragfähige Lernbewegung eingebunden werden.

Der didaktische Anspruch besteht darin, diese Einbindung beschreibbar und gestaltbar zu machen. Lehrkräfte und Lernende sollen erkennen können, welche Funktion ein KI-Beitrag übernimmt, welche Anschlussmöglichkeiten er erzeugt, welche Deutungen er nahelegt und welche Verantwortung dadurch entsteht.

Das Modell beansprucht keine automatische Bewertung von Lernenden, keine technische Freigabe von Entscheidungen und keine rechtliche oder institutionelle Absicherung von KI-Nutzung. Es formuliert eine didaktische Orientierung für die Gestaltung, Beobachtung und Reflexion von Lernprozessen. Seine empirische Tragfähigkeit, seine Passung für unterschiedliche Altersgruppen, Fächer, Aufgabenformate und institutionelle Kontexte sowie seine Operationalisierung in Lernumgebungen sind gesondert zu prüfen.

3. Lernbegriff

Lernen wird in diesem Modell als Entwicklung funktionaler Handlungsfähigkeit verstanden. Lernende erweitern ihre Fähigkeit, fachliche Gegenstände zu verstehen, Probleme zu bearbeiten, Beiträge zu prüfen, eigene Positionen zu formulieren, gemeinsam zu arbeiten und Verantwortung für den eigenen und gemeinsamen Lernprozess zu übernehmen.

Lernen vollzieht sich nicht nur als Erwerb von Wissen. Es umfasst kognitive Klärung, sprachliche Artikulation, affektiv-motivationale Stabilisierung, personale Selbstregulation, soziale Verständigung und verantwortliche Urteilsbildung. Ein Lernprozess ist tragfähig, wenn Lernende an Vorwissen anschließen, fachliche Anforderungen bearbeiten, Rückmeldungen nutzen, Fehler produktiv wenden und nächste Schritte begründet wählen können.

KI-Unterstützung kann solche Lernprozesse erweitern, wenn sie eigene Lernaktivität nicht ersetzt, sondern fachliche Klärung, Prüfung, Reflexion, Zusammenarbeit und Verantwortungsübernahme anregt. Lernförderlich ist sie dann, wenn Lernende mit ihrer Hilfe genauer verstehen, begründeter entscheiden, tragfähiger kooperieren und Verantwortung bewusster übernehmen. Problematisch wird sie, wenn eigene Prüfung, eigene Urteilsbildung oder gemeinsame Verantwortung in den Hintergrund treten.

Der Lernbegriff des Modells ist entwicklungs-, rückmeldungs- und partizipationsorientiert. Lernende sollen nicht nur Aufgaben bearbeiten, sondern zunehmend verstehen, wie Aufgaben, Unterstützung, soziale Kooperation und Rückmeldung ihren Lernprozess beeinflussen. Dadurch wird die

Schülerperspektive nicht als bloßes Stimmungsbild behandelt, sondern als konstitutive Information für die Gestaltung pädagogischer Situationen.

Lernen wird damit als gestaltbarer Übergang zwischen Vorwissen, Aufgabe, Bearbeitung, Rückmeldung, Reflexion und Kompetenzentwicklung verstanden. KI-Unterstützung ist lernförderlich, wenn sie diesen Übergang sichtbar, bearbeitbar und verantwortbar macht.

Fachliche Gegenstände bleiben dabei der zentrale Bezugspunkt. Das Modell versteht KI nicht als Ersatz für fachliche Auseinandersetzung, sondern als Unterstützung dafür, fachliche Gegenstände zugänglicher, prüfbarer, strukturierbarer und diskutierbarer zu machen. Lernen gelingt nicht dadurch, dass ein Ergebnis schneller vorliegt, sondern dadurch, dass Lernende den Zusammenhang zwischen Aufgabe, fachlichem Problem, Bearbeitungsweg, Rückmeldung und eigener Verantwortung besser verstehen.

Lernen ist zugleich sozial eingebettet. Viele Übergänge werden erst durch Sprache, Rückfrage, Widerspruch, geteilte Aufmerksamkeit und gemeinsame Verantwortung stabil. Deshalb gehören Peer-Feedback, kooperative Klärung, gemeinsame Prüfung und die Aushandlung von Rollen nicht an den Rand des Modells, sondern in seinen Kern.

Selbstwirksamkeit, Selbstkonzept und funktionale Kompetenz hängen im Lernprozess zusammen, fallen aber nicht zusammen. Didaktisch bedeutsam ist, dass Lernende sich als fachlich wirksam, sozial eingebunden und verantwortlich handlungsfähig erfahren. Funktionale Kompetenz zeigt sich darin, Lern- und Wissensarbeitsprozesse zu klären, zu steuern, zu prüfen, sozial einzubetten und zu verantworten; Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept werden dadurch pädagogisch gestützt, ohne mit dieser Kompetenz gleichgesetzt zu werden.

Zur funktionalen Handlungsfähigkeit gehört die Entwicklung eines tragfähigen Selbstverhältnisses. Lernende bauen ein Selbstverständnis als fachlich handlungsfähige, sozial eingebundene und verantwortungsfähige Personen auf, wenn sie wiederholt erfahren, dass eigene Beiträge bedeutsam sind, dass Fehler bearbeitbar bleiben, dass Unterstützung sinnvoll genutzt werden kann und dass gemeinsame Lernprozesse durch ihr Handeln mitgestaltet werden.

4. Schülerperspektive und Partizipation

Die Schülerperspektive ist ein konstitutiver Bestandteil der didaktischen Gestaltung. Lernangebote erhalten ihre pädagogische Bedeutung erst in der Weise, in der sie von Lernenden verstanden, genutzt, bewertet und in eigene Lernprozesse integriert werden. Ein formal anspruchsvolles Angebot bleibt hinter seinen Möglichkeiten zurück, wenn Lernende seine Bedeutung nicht erkennen, sich nicht unterstützt fühlen, keine Beteiligungsmöglichkeiten erleben oder die Aufgabe nicht als sinnvoll und bewältigbar wahrnehmen.

Lernangebote wirken nicht schon dadurch, dass sie bereitgestellt werden. Sie eröffnen Anschlussmöglichkeiten, die von Lernenden unterschiedlich wahrgenommen, aufgegriffen und genutzt werden. Für das Modell ist deshalb entscheidend, ob ein Angebot tatsächlich in lernwirksame Nutzung übergeht: ob Lernende den fachlichen Gegenstand aufnehmen, die Aufgabe als bearbeitbar erleben, Unterstützung funktional verwenden, Rückmeldung nutzen und nächste Schritte begründet wählen. Die Schülerperspektive ist dafür unverzichtbar, weil sie sichtbar macht, ob die intendierte didaktische Struktur bei den Lernenden als sinnvolle und bearbeitbare Lerngelegenheit ankommt.

Im Funktionsraummodell übernimmt die Schülerperspektive eine Rückbindungsfunktion. Sie zeigt, ob Aufgaben, Unterstützung, soziale Einbettung und KI-Nutzung bei Lernenden tatsächlich anschlussfähig werden. Rückmeldungen der Lernenden machen sichtbar, ob ein Angebot Interesse weckt, ob es als herausfordernd, aber bewältigbar erlebt wird, ob Autonomie und Wahlmöglichkeiten sinnvoll gerahmt sind, ob Unterstützung verfügbar ist, ob Beziehungen in der Lerngruppe tragfähig sind und ob Mitbestimmung tatsächlich erfahren wird.

Zur Schülerperspektive gehören auch Einstellungen zu KI, Lernen, Leistung und Verantwortung. Sie beeinflussen, ob Lernende KI-Unterstützung als hilfreich, bedrohlich, unfair, bequem, riskant oder bedeutsam wahrnehmen. Solche Einstellungen entscheiden mit darüber, ob ein didaktisches Angebot aufgenommen, vermieden, übernutzt oder kritisch rückgebunden wird.

Partizipation stärkt funktions- und übergangstheoretisch die Mitgestaltung von Anschlussmöglichkeiten. Lernende sollen nicht nur Adressaten didaktischer Entscheidungen sein. Sie sollen Rückmeldungen zum Lernangebot geben, Gestaltungsmöglichkeiten wahrnehmen, Mitverantwortung für Arbeitsformen übernehmen und an der Weiterentwicklung von Aufgaben, Unterstützungsformen, Gruppenprozessen und Regeln der KI-Nutzung beteiligt werden.

Dabei wird pädagogische Verantwortung nicht an Lernende abgegeben. Partizipation benötigt Rahmung. Wahlmöglichkeiten und Mitbestimmung müssen so gestaltet werden, dass Autonomieerfahrungen, Interessenorientierung und pädagogische Passung zusammenkommen. Lernende können Verantwortung für eigene Entscheidungen übernehmen, wenn diese Entscheidungen verstehbar, begründet, rückmeldbar und korrigierbar sind.

Die systematische Berücksichtigung von Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler zum Unterricht und zum Lernangebot ist damit eine Qualitätsbedingung. Schülerfeedback dient nicht nur der Zufriedenheitsabfrage. Es zeigt, ob Aufgaben ankommen, ob Unterstützung hilfreich ist, ob Beteiligung erlebt wird, ob Gruppenprozesse tragen, ob KI-Nutzung als lernförderlich wahrgenommen wird und wo Anpassungen notwendig sind.

Diese Rückmeldungen sind besonders aussagekräftig, wenn sie nicht nur punktuell am Ende eines Angebots erhoben werden. Lernwirksam werden sie, wenn sie in einen wiederkehrenden Zyklus eingehen: Aufgaben planen, Nutzung und Beteiligung beobachten, Schülerperspektiven erfassen, Ergebnisse gemeinsam deuten, Anpassungen vornehmen und deren Wirkung erneut prüfen. Auf diese Weise wird Partizipation zu einer regulativen Funktion der Lernumgebung.

Für die Planung bedeutet dies, dass Lernende Hinweise auf Interessen, Zugänge, Barrieren und Unterstützungsbedarfe geben können. Für die Durchführung bedeutet es, dass ihre Rückmeldungen zur Passung von Aufgaben, Sozialformen und Unterstützung bereits im laufenden Lernprozess aufgenommen werden. Für die Evaluation bedeutet es, dass die wahrgenommene Qualität des Lernangebots formativ und summativ berücksichtigt und in die Weiterentwicklung des Angebots zurückgeführt wird.

Schülerinnen und Schüler übernehmen Verantwortung für den eigenen Lernprozess, wenn sie Ziele klären, Unterstützung gezielt nutzen, Rückmeldungen aufnehmen, Fehler produktiv bearbeiten und nächste Schritte begründen. Sie übernehmen Verantwortung für den gemeinsamen Lernprozess, wenn sie Beiträge anderer achten, Rollen fair klären, Gruppenentscheidungen transparent machen, Hilfen geben und gemeinsame Arbeit nicht der KI oder einzelnen Gruppenmitgliedern überlassen.

5. Kompetenzmodell

KI-Kompetenz bezeichnet in diesem Modell die Fähigkeit, KI-Unterstützung in Lern- und Wissensarbeitsprozessen funktional zu verstehen, gezielt zu nutzen, kritisch zu prüfen, sozial einzubetten und verantwortlich zu begrenzen. Sie umfasst den Umgang mit fachlichen Gegenständen, digitalen Beiträgen, sozialen Beziehungen, Rückmeldungen, Fehlern und Verantwortungsfragen.

Kompetente Lernende können ihre Arbeitsabsicht klären, geeignete Unterstützung auswählen, relevante Kontextinformationen bereitstellen, Ergebnisse prüfen, Rückmeldungen nutzen, Fehler produktiv bearbeiten, Kooperation gestalten und Verantwortung übernehmen. Sie erkennen, wann eine KI-Ausgabe weiterhilft, wann sie überprüft werden muss, wann sie eine Aufgabe verschiebt und wann sie Entscheidungen, Autorenschaft oder Zuständigkeiten berührt.

Der Kompetenzbegriff ist prozessbezogen. Er richtet sich nicht auf eine isolierte technische Fertigkeit, sondern auf die Fähigkeit, Lernprozesse mit KI so zu gestalten, dass fachliche Entwicklung, soziale

Teilhabe und verantwortliche Urteilsbildung gestärkt werden. Der Kompetenzgegenstand ist damit nicht Prompting im engen Sinn, sondern funktional reflektierte Prozess- und Übergangssteuerung.

Das Kompetenzmodell besteht aus sechs aufeinander bezogenen Kompetenzbereichen. Sie werden analytisch unterschieden, sollen in der didaktischen Praxis jedoch verbunden entwickelt werden.

Funktionale Orientierung ermöglicht Kontextualisierung; Kontextualisierung verbessert Prozesssteuerung; Prozesssteuerung schafft Anlässe für Prüfung und Rückbindung; Rückbindung führt zur bewussten Gestaltung von Übergängen; kooperative und verantwortliche Nutzung geben diesen Übergängen eine soziale und normative Form.

Für die didaktische Arbeit ist diese Verknüpfung wichtiger als eine vollständige Aufzählung einzelner Teilfertigkeiten. Entscheidend ist, dass Lernende zunehmend verstehen, wie einzelne Kompetenzbereiche zusammenwirken. Wer eine KI-Ausgabe prüft, arbeitet nicht nur an Prüfkompetenz, sondern auch an fachlicher Orientierung, an Kriterienbewusstsein, an Rückbindung, an Verantwortung und häufig an sozialer Verständigung.

Zur funktionalen Orientierung gehört auch, dass Lernende unterschiedliche Ausdrucks- und Darstellungsformen als Ressourcen der Bedeutungsarbeit verstehen. KI-Unterstützung kann Texte, Bilder, Gliederungen, Beispiele, Übersetzungen, Visualisierungen oder kommunikative Varianten bereitstellen. Kompetent wird diese Nutzung erst, wenn Lernende prüfen, welche Darstellungsform für den fachlichen Gegenstand, die Aufgabe, die Zielgruppe und die Verantwortungslage angemessen ist.

Funktionale Orientierung

Lernende erkennen, dass Lern- und Wissensarbeit aus unterscheidbaren Funktionen besteht. Sie können einfache Absichten benennen: etwas verstehen, etwas ordnen, etwas entwickeln, etwas prüfen, etwas darstellen, etwas mit anderen klären oder etwas entscheiden. Auf höheren Niveaus unterscheiden sie zwischen semantisch ähnlichen, aber funktional verschiedenen Anliegen, etwa zwischen Formulieren und Kommunizieren, Prüfen und Reflektieren oder Ordnen und Integrieren.

Diese Orientierung kann mit einfachen Kontrastfragen aufgebaut werden. Geht es darum, etwas zu verstehen, etwas zu erzeugen, etwas zu prüfen, etwas zu entscheiden oder etwas mit anderen abzustimmen? Solche Fragen machen sichtbar, dass lernförderliche KI-Nutzung mit der Klärung der Arbeitsfunktion beginnt.

Kontextualisierung

Lernende lernen, KI nicht mit isolierten Kurzaufträgen zu nutzen, sondern relevante Informationen bereitzustellen: Ziel, Material, Vorwissen, fachliche Kriterien, Adressaten, gewünschte Darstellungsform, Unsicherheiten und Grenzen. Kontextualisierung ist eine Lernleistung, weil sie verlangt, den eigenen Arbeitsstand und den Zweck der Unterstützung zu klären.

Kontextualisierung ist dabei kein formales Prompt-Merkmal, sondern eine fachliche und didaktische Leistung. Lernende müssen entscheiden, welche Informationen für die Bearbeitung wesentlich sind, welche Kriterien gelten, welche Verantwortung berührt ist und welche Grenzen ausdrücklich genannt werden müssen.

Prozesssteuerung

Lernende steuern den Arbeitsprozess. Sie entscheiden, welcher nächste Schritt sinnvoll ist, wann eine KI-Ausgabe weiterverwendet werden kann, wann eine Rückfrage nötig ist und wann eine Aufgabe wieder an Ziel, Material oder Kriterien zurückgebunden werden muss.

Prozesssteuerung umfasst auch die Fähigkeit, einen Arbeitsverlauf zu unterbrechen. Ein sinnvoller Abbruch, eine Rückfrage oder eine erneute Klärung kann lernwirksamer sein als die schnelle Fortsetzung eines unklaren Verlaufs. Steuerung zeigt sich deshalb nicht nur in flüssiger Nutzung, sondern auch im Erkennen von Fehlanschlüssen, Drift, Überforderung und Verantwortungsschwellen.

Zur Prozesssteuerung gehören außerdem Lern- und Lesestrategien sowie Zeit- und Arbeitsorganisation. Lernende müssen Materialien nicht nur aufnehmen, sondern Ziele klären, Vorwissen aktivieren, Informationen strukturieren, zentrale Begriffe prüfen, Verständnis überwachen, Zusammenfassungen kontrollieren, Anschlussfragen entwickeln, Aufgaben in bearbeitbare Schritte gliedern, Prioritäten setzen sowie Prüf- und Überarbeitungsphasen einplanen können. KI kann solche Strategien unterstützen, wenn sie Orientierung, Fragen, Strukturierung, Planungsoptionen, Checklisten oder Vergleichsperspektiven anbietet. Sie wird problematisch, wenn sie Lesen, Verstehen, Prüfen, Planen und eigene Strategieanwendung ersetzt.

Zur funktionalen Kompetenz gehört auch, kreative Beiträge von bloßer Produkterzeugung zu unterscheiden. Lernende sollen KI nutzen können, um Varianten, Perspektiven, Analogien, Gegenbeispiele und Entwürfe zu erzeugen, diese aber an Kriterien, Gegenstand, Zielgruppe und Verantwortung zurückzubinden. Kreative Nutzung zeigt sich nicht an der Menge erzeugter Ideen, sondern daran, ob divergente Variation, Auswahl, Formbildung, Prüfung und Revision tragfähig miteinander verbunden werden.

Prüf- und Rückbindungskompetenz

Lernende übernehmen KI-Ausgaben nicht ungeprüft. Sie prüfen sachliche Richtigkeit, fachliche Passung, Begründungsqualität, Quellenlage, Angemessenheit für die Zielgruppe und mögliche Folgen. Rückbindung bedeutet, dass eine KI-Ausgabe an eigene Ziele, fachliche Kriterien, soziale Verantwortung und den weiteren Lernprozess angeschlossen wird.

Rückbindung ist mehr als Kontrolle. Sie verbindet den KI-Beitrag mit Aufgabe, Kriterien, fachlichem Gegenstand, sozialem Kontext und Verantwortung. Erst dadurch wird aus einer Ausgabe ein bearbeitbarer Lernbeitrag.

Übergangskompetenz

Lernende erkennen, dass KI-Beiträge Folgeanschlüsse erzeugen. Ein Textvorschlag kann einen eigenen Gedanken verändern, eine Aufgabenliste kann Zuständigkeiten nahelegen, eine Bewertungsmatrix kann Entscheidungen vorbereiten, eine Zusammenfassung kann Verantwortung oder Autorenschaft berühren. Übergangskompetenz bedeutet, solche Wirkungen sichtbar zu machen und nicht stillschweigend entstehen zu lassen.

Übergangskompetenz ist besonders in kooperativen Lernprozessen bedeutsam. Dort kann eine KI-Ausgabe Rollen verschieben, Beiträge unterschiedlich sichtbar machen, Entscheidungen beschleunigen oder Verantwortung verdecken. Lernende sollen solche Wirkungen erkennen, besprechbar machen und an Kriterien, Zuständigkeiten und gemeinsame Verantwortung zurückbinden.

Kooperations-, Partizipations- und Verantwortungskompetenz

Lernende nutzen KI nicht nur individuell, sondern in sozialen Lernzusammenhängen. Sie verständigen sich über Ziele, Rollen, Beiträge und Regeln der KI-Nutzung. Sie unterscheiden individuelle Vorarbeit, gemeinsame Aushandlung, verbindliche Entscheidung und Dokumentation. Sie bringen eigene Perspektiven ein, berücksichtigen Rückmeldungen anderer und wirken an der Gestaltung gemeinsamer Lernprozesse mit.

Verantwortung bedeutet hier, KI-Unterstützung nicht nur nutzen zu können, sondern ihren Einsatz begründet zu begrenzen. Dazu gehören Eigenleistung, Autorenschaft, Datenschutz, faire Beteiligung, Bewertung, institutionelle Regeln und Folgen für andere. Kooperations-, Partizipations- und Verantwortungskompetenz bilden deshalb einen gemeinsamen Kompetenzbereich: Lernende sollen in der Lage sein, KI-gestützte Lern- und Wissensarbeit sozial fair, fachlich begründet und verantwortbar zu gestalten.

6. Entwicklungslogik und Differenzierung des Funktionsraums

Die didaktische Nutzung des Funktionsraums folgt dem Prinzip minimal hinreichender Differenzierung. Lernende sollen nicht mit der vollständigen Struktur des Modells belastet werden, wenn eine vergrößerte Darstellung für Orientierung, Handlungsfähigkeit und Rückmeldung ausreicht. Differenzierung wird erforderlich, wenn relevante Funktionsunterschiede verdeckt bleiben, KI-Unterstützung wiederholt unpassend anschließt oder Qualitäts-, Steuerungs- oder Verantwortungsprobleme entstehen.

Differenzierung muss auch die begrenzte Aufmerksamkeit der Lernenden berücksichtigen. Sichtbar gemacht werden sollte nicht alles, was theoretisch relevant ist, sondern das, was für den nächsten tragfähigen Lernschritt beachtet werden muss. Zu viele Funktionen, Hinweise oder KI-Optionen können Aufmerksamkeit binden, ohne den Lernübergang zu stabilisieren.

Entwicklungsadaptivität bezieht sich nicht nur auf Vorwissen, fachliche Schwierigkeit oder Funktionsdifferenzierung, sondern auch auf alters- und entwicklungsbezogene Übergangsanforderungen. Lernende bearbeiten Aufgaben in unterschiedlichen Phasen von Selbstständigkeit, sozialer Zugehörigkeit, Kompetenzerleben, Identitätsbildung und Verantwortungsübernahme. Die jeweils sichtbare Auflösung des Funktionsraums muss deshalb nicht nur kognitiv, sondern auch psychosozial bearbeitbar sein.

Differenzierung muss auch die Passung von Anforderung und Beanspruchung berücksichtigen. Nicht jede anspruchsvolle Aufgabe ist überfordernd; nicht jede einfache Aufgabe ist entlastend. Entscheidend ist, ob Lernende die jeweilige Anforderung mit ihren verfügbaren fachlichen, motivationalen, sozialen und regulativen Ressourcen bearbeitbar halten können. Wird die Beanspruchung zu hoch, verschiebt sich der Lernprozess von fachlicher Klärung zu Absicherung, Vermeidung oder Abbruch. Adaptive Unterstützung soll deshalb nicht Anforderungen vermeiden, sondern sie so strukturieren, dass ein nächster tragfähiger Schritt möglich bleibt.

Für Einstiege oder jüngere Lernende können einfache Funktionsangebote genügen: verstehen, sammeln, ordnen, entwickeln, prüfen, erklären, mit anderen klären. In anspruchsvolleren Lernprozessen werden feinere Unterscheidungen erforderlich, etwa zwischen Prüfen und Reflektieren, zwischen Formulieren und Kommunizieren oder zwischen Koordinieren und Entscheiden.

Unterstützung wird zeitweilig so gestaltet, dass Lernende den nächsten tragfähigen Schritt erreichen können. Sie kann durch Beispiele, Leitfragen, Kontrastfälle, Satzanfänge, Rollenhilfen, Kriterienraster oder gemeinsame Reflexion erfolgen. Sie wird zurückgenommen, wenn Lernende die jeweilige Funktion selbstständiger ausführen, prüfen und rückbinden können.

Differenzierung betrifft auch Beteiligung. Lernende benötigen nicht einfach mehr Wahlfreiheit, sondern angemessen gerahmte Wahlmöglichkeiten. Die Lehrkraft achtet darauf, dass Interessen, fachliche Passung, Verlässlichkeit und Verantwortbarkeit des Lernprozesses zusammenwirken. Beteiligung wird lernförderlich, wenn Wahlmöglichkeiten verstehbar, rückmeldbar und korrigierbar bleiben.

Funktional betrachtet liegt ein nächster Entwicklungsschritt dort, wo eine anspruchsvollere Funktion, eine präzisere Rückbindung, eine komplexere Kooperation oder eine Verantwortungsprüfung relevant wird und mit Unterstützung bearbeitbar ist. Der Bezugspunkt ist nicht eine externe Stufentheorie, sondern die Frage, welcher nächste Übergang für Lernende tragfähig erreichbar wird.

Drei Bereiche sind zu unterscheiden. In der Zone selbstständiger Nutzung können Lernende eine Funktion sicher auswählen, anwenden und prüfen. In der Zone unterstützter Entwicklung ist eine feinere Funktion, eine anspruchsvollere Kooperation oder eine Übergangsprüfung bereits bedeutsam, aber noch nicht stabil selbstständig verfügbar. In der Überforderungszone übersteigen Differenzierung, Aufgabe oder Verantwortungslage die aktuelle Bearbeitbarkeit. Dort muss Komplexität reduziert, stärker geführt oder menschliche Rückbindung hergestellt werden.

Die nächste Herausforderung kann darin bestehen, vom Formulieren zum Prüfen, vom Ordnen zum Integrieren, von individueller Planung zu kooperativer Rollenklärung oder von Ergebnisnutzung zu Verantwortungsrückbindung zu gelangen. Lernen erscheint damit als Erweiterung funktionaler Handlungsfähigkeit, nicht als bloße Zunahme von Aufgabenmenge oder technischer Bedienfähigkeit.

Eine differenziertere Auflösung des Funktionsraums ist besonders dann sinnvoll, wenn Lernende wiederholt zwischen ähnlichen Funktionen wechseln, ohne dies zu bemerken. Typische Fälle sind die Verwechslung von Formulieren und Kommunizieren, von Prüfen und Reflektieren, von Ordnen und Integrieren oder von Koordinieren und Entscheiden. Die feinere Unterscheidung dient dann nicht der Modellvollständigkeit, sondern der Lösung eines konkreten Lern- oder Kooperationsproblems.

Für fortgeschrittene Lernende kann der Funktionsraum außerdem als Reflexionsinstrument dienen. Sie können analysieren, welche Funktionen in einer Arbeitsphase dominant waren, welche Funktionen fehlten und an welcher Stelle ein Übergang instabil wurde. Dadurch wird das Modell nicht nur als Unterstützung, sondern auch als Gegenstand metakognitiver und kooperativer Reflexion nutzbar.

Passende Herausforderung bedeutet in diesem Zusammenhang, dass Aufgaben weder unterfordern noch überfordern. Unterforderung liegt vor, wenn Lernende nur einfache Produktionsfunktionen nutzen, obwohl die Aufgabe Prüfung, Reflexion oder Kooperation verlangt. Überforderung liegt vor, wenn Lernende unspezifisch korrigieren, Funktionen wechseln, Arbeit abbrechen oder Verantwortung an KI abgeben. Lernförderlich ist eine Aufgabe dann, wenn sie mit geeigneter Unterstützung einen nächsten tragfähigen Schritt ermöglicht.

Die 30D-Struktur bleibt bei alledem Hintergrundordnung. Sichtbar wird nur die didaktisch angemessene Auflösung. Die Theorie der Übergangsstabilisierung bleibt ebenfalls Hintergrundordnung, solange sie Lernende überfordern würde. Sie wird sichtbar, wenn Beitrag, Rolle, Entscheidung, Folge, Anschlussfähigkeit, Stabilität oder Legitimität für die Bearbeitung einer Aufgabe tatsächlich lernrelevant werden.

7. Aufgaben und soziale Lernarrangements

Aufgaben sind im Modell keine bloßen Arbeitsaufträge, sondern didaktische Angebote und Träger von Kompetenzentwicklung. Sie strukturieren, welche Funktionen sichtbar werden, welche fachlichen Anforderungen bearbeitet werden, welche sozialen Beziehungen aktiviert werden, welche Formen von KI-Unterstützung sinnvoll sind und welche Verantwortung entsteht.

Aufgaben sind jedoch noch keine gesicherten Lernwirkungen. Sie werden erst dann zu Lerngelegenheiten, wenn Lernende sie funktional nutzen: indem sie fachliche Fragen aufnehmen, passende Unterstützung wählen, Beiträge prüfen, Rückmeldung verarbeiten und Anschlussentscheidungen treffen. Aufgabenqualität zeigt sich daher nicht nur in der Planung, sondern auch in der tatsächlichen Nutzung durch Lernende.

Gute Aufgaben verbinden fachliche Substanz mit funktionaler Klarheit. Sie machen deutlich, ob Lernende verstehen, ordnen, entwickeln, prüfen, darstellen, üben, reflektieren, kommunizieren, koordinieren oder entscheiden sollen. Sie lassen zugleich Raum für Schülerperspektiven, Interessen, Fragen und Beteiligung, ohne fachliche Verbindlichkeit oder Verantwortung zu relativieren.

Aufgabenqualität zeigt sich auch daran, ob ein fachlicher Gegenstand für Lernende als bedeutsam, fraglich und bearbeitbar erfahrbar wird. KI-Unterstützung sollte den Gegenstandsbezug nicht durch schnelle Produkterzeugung ersetzen, sondern Fragen öffnen, Strukturen sichtbar machen, Varianten anbieten und eigene Anschlussfragen ermöglichen. Eine Aufgabe ist besonders tragfähig, wenn sie situatives Interesse anregt und zugleich Wege eröffnet, aus momentaner Aufmerksamkeit eine stabilere fachliche Zuwendung zu entwickeln.

Aufgaben sollten darüber hinaus kreative, spielerische und erfahrungsbezogene Suchbewegungen ermöglichen. Lernende benötigen Gelegenheiten, Varianten zu entwickeln, ungewöhnliche Zugänge zu erproben, Rollen zu wechseln, Perspektiven einzunehmen, Entscheidungen probeweise durchzuspielen und Erfahrungen zu reflektieren. Solche Zugänge sind didaktisch tragfähig, wenn sie nicht bei Aktivierung, Spiel oder Erlebnis stehen bleiben, sondern in fachliche Klärung, begriffliche Ordnung, Rückmeldung, Reflexion und verantwortliche Anschlussentscheidungen überführt werden. KI kann dabei Alternativen, Szenarien, Rollen, Perspektiven oder Reflexionsimpulse bereitstellen; sie wird problematisch, wenn sie Suchbewegungen vorschnell durch glatte, konventionelle oder scheinbar fertige Produkte ersetzt.

Kreative Aufgaben sollten deshalb divergente Suchbewegungen zulassen und zugleich konvergente Rückbindung einfordern: Lernende erzeugen Varianten, wählen aus, begründen, prüfen und überarbeiten. Eine Vielzahl von Ideen ist noch kein tragfähiger Lernübergang; entscheidend ist, ob die Varianten in fachliche und verantwortbare Formen überführt werden.

Für KI-unterstützte Lernprozesse bedeutet dies: Aufgaben müssen klären, welche Funktion KI übernehmen darf, welche Eigenleistung erhalten bleiben muss, welche Kriterien gelten und an welcher Stelle Prüfung, Rückbindung oder gemeinsame Verständigung erforderlich sind. Eine Aufgabe, die lediglich ein Produkt verlangt, ohne die Funktion des KI-Beitrags, den Prüfbedarf und die Verantwortung zu klären, erzeugt leicht Scheinstabilität.

Aufgaben sollten Lern- und Lesestrategien nicht voraussetzen, sondern sichtbar machen und funktional einfordern. Dazu gehören Zielklärung, Vorwissensaktivierung, Strukturierung von Material, Prüfung zentraler Aussagen, Zusammenfassung, Vergleich, Anschlussfrage und Überarbeitung. KI-Unterstützung ist didaktisch tragfähig, wenn sie diese Strategien anregt und rückmeldbar macht, nicht wenn sie die strategische Auseinandersetzung mit dem Gegenstand abkürzt.

Aufgaben sollten außerdem Zeit- und Arbeitsorganisation nicht nur voraussetzen, sondern didaktisch rahmen. Lernende benötigen erkennbare Zwischenschritte, Prüfpunkte, Möglichkeiten zur Überarbeitung und realistische Zeiträume. Gerade bei KI-Nutzung ist dies wichtig, weil schnelle Produkterzeugung den Eindruck erzeugen kann, der Arbeitsprozess sei abgeschlossen, obwohl Klärung, Prüfung, Rückbindung oder Verantwortung noch ausstehen.

Aufgabenqualität zeigt sich auch in der Passung von Anforderung, Ressourcen und Bearbeitbarkeit. KI-Unterstützung kann Belastung reduzieren, wenn sie Orientierung schafft, Materialien ordnet, Übung ermöglicht oder Rückmeldung vorbereitet. Sie darf jedoch nicht dazu führen, dass fachliche Anforderungen nur scheinbar bewältigt werden, während der zugrunde liegende Lernübergang ungeklärt bleibt.

Soziale Lernarrangements sind nicht nur Organisationsformen. Partner- und Gruppenaufgaben beeinflussen Beteiligung, Zugehörigkeit, wechselseitige Unterstützung, Perspektivenübernahme und Verantwortung. Sie sind lernförderlich, wenn Aufgabenstruktur, Rollen, gemeinsame Verantwortung und Rückmeldewege geklärt sind. Ohne diese Klärung kann Gruppenarbeit zu stiller Arbeitsteilung, ungleichen Beteiligungschancen, Verantwortungsdiffusion oder unbemerkter Delegation an KI führen.

Kooperative Aufgaben sollten deshalb Übergänge zwischen individuellen Beiträgen, gemeinsamer Verständigung, Rollenklärung, Entscheidung und Sicherung sichtbar machen. Lernende sollen erkennen, wann ein eigener Entwurf private Vorarbeit bleibt, wann ein Beitrag in eine gemeinsame Fassung eingeht, wann eine Entscheidung vorbereitet wird und wann Autorenschaft, Zuständigkeit oder Freigabe berührt sind.

Eine schülerorientierte Aufgabe verbindet Wahlmöglichkeiten mit fachlicher Verbindlichkeit. Lernende können zum Beispiel Themen, Beispiele, Arbeitswege, Sozialformen oder Präsentationsformen

mitgestalten, während fachliche Kriterien, Prüfanforderungen und Verantwortungsgrenzen klar bleiben. Dadurch entsteht Autonomie innerhalb einer tragfähigen didaktischen Rahmung.

Die Gestaltung sozialer Lernarrangements sollte fachliche Unterstützung, soziale Integration, Beteiligungschancen und Perspektivenvielfalt berücksichtigen. Dabei geht es nicht um eine schematische Regel für Gruppenbildung, sondern um die Frage, welche Zusammensetzung, Rollenklärung und Rückmeldeform für die jeweilige Aufgabe tragfähig ist. Entscheidend ist, ob das Arrangement Lernende dabei unterstützt, fachlich zu arbeiten, Beiträge anderer zu verstehen, Verantwortung zu teilen und gemeinsame Ergebnisse prüfbar zu sichern.

Aufgabenqualität zeigt sich auch daran, ob zentrale Bedingungen guten Unterrichts in funktionale Lernübergänge übersetzt werden: klare Strukturierung, fachliche Klarheit, lernförderliches Klima, echte Lernzeit, sinnvolle Methodenwahl, passgenaue Unterstützung, intelligentes Üben, transparente Leistungserwartungen und eine vorbereitete Lernumgebung. KI kann diese Bedingungen unterstützen, wenn sie Orientierung, Übung, Rückmeldung, Differenzierung und fachliche Klärung stärkt. Sie unterläuft sie, wenn sie Lernzeit in bloße Produkterzeugung verschiebt, Kriterien verdeckt oder fachliche und soziale Verantwortung unklar macht.

Aufgaben sollten Lernenden ermöglichen, fachliche Bedeutungen in unterschiedlichen Darstellungsformen zu erschließen und zu gestalten. KI kann solche multimodale Bedeutungsarbeit unterstützen, wenn sie Begriffe, Beispiele, Visualisierungen, sprachliche Varianten oder Adressatenbezüge zugänglich macht. Sie wird problematisch, wenn sie Bedeutungen glättet, kulturelle oder fachliche Perspektiven verengt oder ein überzeugendes Produkt erzeugt, dessen Entstehung, Passung und Autorenschaft nicht mehr nachvollziehbar sind.

Aufgaben können fachliche Anforderungen mit Entwicklungsaufgaben verbinden. Lernende klären nicht nur Inhalte, sondern erproben Selbstständigkeit, Kooperation, Rollenübernahme, Verantwortlichkeit und Zukunftsorientierung. KI kann solche Übergänge strukturieren und Reflexion unterstützen, darf aber Selbstklärung, Rollenfindung oder Zukunftsentscheidung nicht stellvertretend festlegen.

Dies gilt besonders für Aufgaben, in denen Lernende fachliche Arbeit mit biografisch bedeutsamen Entscheidungen verbinden, etwa in der beruflichen Orientierung. Dort müssen Informationen über Bildungs- und Berufswege nicht nur gesammelt, sondern auf Interessen, Fähigkeiten, Werte, Selbstkonzept, soziale Erwartungen und künftige Handlungsmöglichkeiten bezogen werden. KI kann solche Orientierungsprozesse strukturieren und Fragen öffnen, darf aber keine Passung, Entscheidung oder Zukunftsempfehlung stellvertretend festlegen.

Aufgaben und soziale Lernarrangements bilden damit die operative Mitte des Modells. In ihnen verbinden sich fachlicher Gegenstand, Funktionswahl, KI-Unterstützung, Rückmeldung, Partizipation, Motivation, Kooperation und Verantwortung. Die Qualität des Modells zeigt sich nicht in der bloßen Benennung von Funktionen, sondern in Aufgaben, die Lernende zu tragfähigen fachlichen, sozialen und verantwortungsbezogenen Übergängen befähigen.

8. Motivation, Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept

Motivation wird in diesem Modell nicht auf Leistungserwartung verengt. Lernende bearbeiten Aufgaben nicht nur, um Anforderungen zu erfüllen. Sie wollen etwas verstehen, Können aufbauen, zu anderen gehören, Anerkennung erfahren, Einfluss nehmen, Verantwortung übernehmen und eigene Handlungsfähigkeit erleben. Für funktionale Mensch-KI-Interaktion ist deshalb bedeutsam, ob KI-Nutzung als Erweiterung eigener Handlungsfähigkeit erfahren wird oder ob sie eigene Aktivität, Prüfung und Verantwortung verdrängt.

Didaktisch bedeutsam ist, Lernende möglichst lange in einer motivational tragfähigen Bearbeitungslage zu halten. Eine solche Lage entsteht, wenn die Tätigkeit selbst Anreize bietet: Neugier, Exploration,

Gestaltung, Einsicht, soziale Resonanz und erlebter Kompetenzzuwachs. Volitionale Steuerung bleibt für schwierige Phasen notwendig, darf aber nicht dauerhaft ersetzen, was durch Aufgabenqualität, funktionale Orientierung, Rückmeldung, Beteiligung und Unterstützung motivational stabilisiert werden kann. Wenn Lernprozesse wiederholt nur durch hohen Kontrollaufwand fortsetzbar bleiben, steigt das Risiko von Rückzug, Anstrengungsvermeidung oder delegierender KI-Nutzung.

Motivationale Stabilisierung setzt einen tragfähigen Gegenstandsbezug voraus. Lernende bleiben eher im Prozess, wenn sie den fachlichen Gegenstand nicht nur als Anforderung erleben, sondern als bedeutsam, erkundbar und weiter befragbar. KI kann diese Beziehung stärken, wenn sie Neugier unterstützt, Zugänge erleichtert, Irritationen klärt und Anschlussfragen erzeugt. Sie schwächt sie, wenn sie den Gegenstand durch ein fertiges Ergebnis ersetzt.

Motivationale Stabilisierung hängt auch davon ab, welche Zielrahmung eine Aufgabe nahelegt. Lernförderlich ist eine Zielrahmung, die Kompetenzentwicklung, Verstehen, Strategieverbesserung und bearbeitbare Fehler sichtbar macht. Eine reine Ausrichtung auf Leistungsdarstellung kann dagegen riskant werden, wenn Lernende vor allem zeigen wollen, dass sie kompetent sind, oder vermeiden wollen, inkompetent zu erscheinen. In KI-unterstützten Lernprozessen kann dies dazu führen, dass ein überzeugendes Produkt wichtiger wird als funktionale Klärung, Prüfung, Rückbindung und Eigenleistung.

Motivationale Stabilisierung betrifft auch die Weise, in der Lernende Erfolg und Misserfolg deuten. Lernförderlich sind Deutungen, die eigene Einflussnahme, Strategieänderung, Unterstützung und weitere Bearbeitung möglich machen. Erfolg sollte nicht allein der KI oder äußeren Umständen zugeschrieben werden, sondern als Ergebnis eigener Klärung, Auswahl, Prüfung, Rückbindung und Kooperation erfahrbar bleiben. Misserfolg sollte nicht als Aussage über mangelnde Fähigkeit oder persönlichen Wert erscheinen, sondern als Hinweis auf noch fehlende Klärung, unpassende Strategie, unzureichende Unterstützung oder einen nächsten Übungsschritt. So entstehen günstige Rückkopplungen zwischen Erfahrung, Selbstwirksamkeit und weiterer Lernbereitschaft.

Motivationale Stabilisierung ist immer auch emotional vermittelt. Lernende bleiben eher handlungsfähig, wenn sie eine Aufgabe als bedeutsam und bearbeitbar erleben. Freude, Neugier, Stolz oder Zuversicht können fachliche Exploration und Ausdauer stützen; Angst, Scham, Ärger, Langeweile oder Hoffnungslosigkeit können Lernübergänge dagegen verengen, unterbrechen oder in Vermeidung verschieben. Didaktisch bedeutsam ist deshalb, Aufgaben, KI-Unterstützung und Rückmeldung so zu gestalten, dass Lernende Kontrolle über nächste Schritte erfahren, den fachlichen Gegenstand als wertvoll erleben und auch bei Fehlern eine bearbeitbare Anschlussmöglichkeit behalten.

Stress entsteht im Lernprozess, wenn Anforderungen, Unsicherheit, Bewertung oder soziale Sichtbarkeit die verfügbaren Bearbeitungsressourcen übersteigen. Dann steigt das Risiko, dass Lernende nicht mehr am fachlichen Gegenstand arbeiten, sondern Absicherung, Rückzug oder delegierende KI-Nutzung suchen. Prüfungs-, Leistungs- oder Auftrittsangst können diesen Übergang verstärken, wenn Bewertung, Sichtbarkeit oder erwartete Fehlerfolgen so dominant werden, dass Lernende fachliche Klärung, Exploration, Rückfrage oder Beteiligung vermeiden.

Didaktisch tragfähig ist KI-Nutzung in solchen Lagen, wenn sie geschützte Vorarbeit, Übung, Rückmeldung und erneute Handlungsfähigkeit ermöglicht, ohne eigene Lernaktivität und verantwortliche Beteiligung zu ersetzen. Belastung soll deshalb nicht einfach gesenkt werden. Anforderungen, Unterstützung, Rückmeldung und Verantwortung müssen so koordiniert werden, dass Beanspruchung bearbeitbar bleibt.

Motivationale und emotionale Stabilisierung hat eine Schutzgrenze. Wenn Anforderungen, Bewertung, soziale Sichtbarkeit oder wiederholte Misserfolge zu anhaltender Überforderung, Selbstabwertung, Rückzug oder Vermeidung führen, ist nicht nur der Lernfortschritt, sondern auch die pädagogische

Verantwortbarkeit des Arrangements berührt. KI-Unterstützung darf solche Lagen nicht durch schnelle Produkterzeugung verdecken.

Wiederanschlussfähigkeit ist eine zentrale Qualität tragfähiger Lernverläufe. Fehler, Kritik, Unsicherheit oder Überforderung sollen nicht zu Rückzug, Selbstabwertung oder delegierender KI-Nutzung führen, sondern in Klärung, Strategieanpassung, Unterstützungssuche und erneute Bearbeitung überführt werden. KI kann solche Wiederanschlüsse unterstützen, wenn sie Rückfragen, alternative Zugänge oder Übungsschritte eröffnet; sie wird problematisch, wenn sie den Störfall durch ein fertiges Produkt verdeckt.

Für funktionale Mensch-KI-Interaktion ist schließlich die Unterscheidung zwischen kontrollintensiver Steuerung und Selbstregulation bedeutsam. Kontrollintensive Steuerung hilft, ein Ziel trotz Ablenkung, Unsicherheit oder kurzfristiger Vermeidung aufrechtzuerhalten. Selbstregulation geht darüber hinaus: Lernende verbinden Ziele, Interessen, affektive Lage, verfügbare Ressourcen, Rückmeldungen und Verantwortung so, dass der Lernprozess flexibel angepasst und fortgesetzt werden kann. KI-Unterstützung ist didaktisch tragfähig, wenn sie nicht nur Kontrolle ersetzt oder Arbeitsschritte vorgibt, sondern Selbstregulation stärkt: Klärung, Auswahl, Prüfung, Fehlerbearbeitung, Rückmeldung und verantwortliche Begrenzung bleiben bei den Lernenden.

Lernangebote sollen Wahlmöglichkeiten eröffnen, Kompetenzzuwachs erfahrbar machen und soziale Zugehörigkeit sichern. Wahlmöglichkeiten bedeuten dabei nicht Beliebigkeit, sondern pädagogisch gerahmte Mitgestaltung. Kompetenzzuwachs wird erfahrbar durch transparente Anforderungen, bearbeitbare Herausforderungen, adaptive Unterstützung und kriteriale Rückmeldung. Soziale Zugehörigkeit entsteht durch Beziehung, Unterstützung, Kooperation und Anerkennung.

Selbstwirksamkeit wird gestützt, wenn Lernende erleben, dass sie Lernprozesse durch eigene Entscheidungen beeinflussen können. Dazu gehören das Klären von Zielen, die Auswahl passender Funktionen, das Bereitstellen relevanter Kontextinformationen, das Einholen und Nutzen von Rückmeldung, das produktive Bearbeiten von Fehlern und die Übernahme von Verantwortung im gemeinsamen Lernprozess. KI-Unterstützung kann solche Erfahrungen stärken, wenn sie Lernende nicht aus dem Prozess herausnimmt, sondern ihnen bessere Klärung, bewusstere Prüfung und tragfähigere nächste Schritte ermöglicht.

Selbstkonzeptentwicklung wird unterstützt, wenn solche Erfahrungen wiederholt, fachlich bedeutsam und sozial anerkannt sind. Lernende entwickeln ein tragfähiges fachliches und soziales Selbstverständnis, wenn sie sich nicht nur als Empfängerinnen und Empfänger von Unterstützung erleben, sondern als Personen, die Lernprozesse verstehen, mitgestalten, prüfen, koordinieren und verantworten können.

Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept sind auch entwicklungsbezogen zu verstehen. Lernende stabilisieren ihr Selbstverhältnis über Erfahrungen von Eigenständigkeit, Kompetenz, Zugehörigkeit, Anerkennung und Verantwortung. KI-gestützte Lernprozesse sind dann entwicklungsförderlich, wenn sie solche Erfahrungen ermöglichen. Sie werden problematisch, wenn sie Eigeninitiative, Anstrengung, soziale Beteiligung oder identitätsbezogene Klärung durch bloße Produkterzeugung verdecken.

Die motivationalen und personalen Bedingungen sind keine Ergänzung neben dem Kompetenzmodell. Sie bestimmen, ob Lernende die angebotenen Funktionen tatsächlich nutzen, ob sie Herausforderungen annehmen, ob sie sich in Gruppen beteiligen und ob sie KI-Unterstützung als Mittel eigener Handlungsfähigkeit statt als Ersatz eigener Leistung verstehen.

Personale Entwicklung bleibt dabei an fachliche und soziale Lernprozesse gebunden. Das Modell zielt nicht auf bloße Selbstbestätigung, sondern auf die Erfahrung begründeter Handlungsfähigkeit: Lernende können fachliche Schwierigkeiten bearbeiten, Unterstützung angemessen nutzen, anderen helfen, eigene Beiträge erklären, Fehler korrigieren und Verantwortung übernehmen. Solche

Erfahrungen bilden die Grundlage dafür, dass funktionale Kompetenz, Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept einander wechselseitig stärken.

9. Rückmeldung, Fehlerfreundlichkeit und kriteriale Bewertung

Rückmeldung ist im Modell kein nachgelagerter Kommentar zu einem fertigen Produkt, sondern eine regulative Funktion des Lernprozesses. Sie macht sichtbar, was bereits tragfähig ist, wo ein Anschlussproblem entsteht, welche Kriterien relevant sind und welcher nächste Schritt sinnvoll wird. Rückmeldung unterstützt damit nicht nur Ergebnisverbesserung, sondern die Entwicklung funktionaler Handlungsfähigkeit.

Kompetenzentwicklung soll nicht primär über soziale Vergleiche sichtbar werden, sondern über die Veränderung des eigenen Funktions- und Übergangsrepertoires. Eine individuelle Bezugsnorm lenkt den Blick darauf, ob Lernende differenzierter klären, angemessener Kontext geben, präziser prüfen, bewusster rückbinden, kooperativer arbeiten und Verantwortung sicherer einordnen als zuvor.

Diese Entwicklungssicht unterstützt eine positive Rückmeldekultur. Sie macht Fortschritte in kleinen, aber fachlich bedeutsamen Schritten sichtbar und verhindert, dass Lernende durch pauschale Vergleiche entmutigt werden. Sie schließt fachliche Verbindlichkeit nicht aus, sondern verbindet individuelle Entwicklung mit transparenten Kriterien und kooperativer Verantwortung.

Fehlerfreundlichkeit bedeutet nicht, Fehler folgenlos zu lassen. Sie bedeutet, Fehler, Fehlanlüsse, Missverständnisse, Brüche, Drift und Überforderung als Hinweise auf den nächsten Lernbedarf zu behandeln. Ein Fehler ist didaktisch bedeutsam, wenn er sichtbar macht, welche Funktion, welches Kriterium, welche Rückbindung, welche Strategie oder welche Unterstützung noch fehlt.

In KI-unterstützten Lernprozessen sind Fehler häufig nicht nur sachliche Fehler. Eine KI-Ausgabe kann fachlich unzutreffend sein, aber auch einen unpassenden Anschluss erzeugen, eine Aufgabe verschieben, Rollen verdecken, Autorenschaft unklar machen oder Verantwortung unzulässig nahelegen. Rückmeldung muss deshalb nicht nur das Produkt prüfen, sondern auch den Übergang, den ein KI-Beitrag im Lernprozess erzeugt.

Rückmeldung hat eine attributions- und emotionsregulierende Funktion. Sie soll Lernenden helfen, Erfolg und Misserfolg so zu deuten, dass der nächste Lernschritt bearbeitbar bleibt. Bei Erfolg macht sie sichtbar, welche eigene Handlung, Strategie oder Rückbindung tragfähig war. Bei Misserfolg markiert sie nicht die Person als Problem, sondern die noch zu klärende Funktion, das fehlende Kriterium, die unpassende Strategie oder die notwendige Unterstützung. Dadurch werden selbstwerterniedrigende Deutungen, Rückzug und Anstrengungsvermeidung unwahrscheinlicher.

Rückmeldung beeinflusst auch die emotionale Fortsetzbarkeit des Lernprozesses. Sie kann Zuversicht, Stolz und erneute Bearbeitungsbereitschaft fördern, aber auch Scham, Ärger oder Rückzug auslösen. Deshalb soll Rückmeldung Kriterien präzise benennen, ohne Fehler als persönliche Defizite zu markieren. Gerade bei KI-Nutzung muss sichtbar bleiben, welche eigene Handlung, Prüfung oder Überarbeitung tragfähig war, damit emotionale Stabilisierung nicht an Scheinerfolg oder bloße Produkterzeugung gebunden wird.

Rückmeldung und Bewertung sollten eine lernorientierte Zielrahmung unterstützen.

Leistungsanforderungen bleiben verbindlich, werden aber so gerahmt, dass sie nicht primär auf Selbstdarstellung, Fehlervermeidung oder das Kaschieren von Unsicherheit zielen. Gerade bei KI-Nutzung ist dies wichtig, weil ein formal gutes Produkt verdecken kann, dass der zugrunde liegende Lernübergang nicht ausreichend geklärt, geprüft oder verantwortet wurde.

Rückmeldung und Bewertung haben außerdem die Aufgabe, angstbezogene Vermeidungsdynamiken zu begrenzen. Transparente Kriterien, formative Rückmeldung und fehlerfreundliche Bearbeitung können dazu beitragen, dass Fehler nicht als Bloßstellung oder Selbstwertbedrohung erscheinen,

sondern als Hinweise auf den nächsten bearbeitbaren Schritt. KI-Unterstützung kann diesen Wiederanschluss fördern, wenn sie Rückfragen, alternative Zugänge oder Übungsschritte eröffnet; sie wird problematisch, wenn sie den Störfall durch ein fertiges Produkt verdeckt.

Rückmeldung sollte auch sichtbar machen, welche Lern-, Lese- und Arbeitsstrategien tragfähig waren. Nicht nur das Ergebnis ist zu prüfen, sondern auch, ob Lernende den Text, das Material oder die Aufgabe angemessen erschlossen, zentrale Aussagen geprüft, Bezüge hergestellt, eigene Anschlussfragen entwickelt, Arbeitsschritte sinnvoll geplant und Überarbeitung genutzt haben. Bei KI-Nutzung ist besonders zu beachten, ob die Unterstützung strategisches Lernen gefördert oder strategische Eigenaktivität verdeckt hat.

Eine positive Rückmeldekultur verbindet Anerkennung mit Präzision. Rückmeldung soll zeigen, was bereits gelungen ist, ohne fachliche Anforderungen zu senken. Sie soll benennen, wo ein Anschluss bricht, eine Funktion unscharf bleibt, ein Kriterium fehlt, eine Strategie angepasst werden muss, eine Prüfung erforderlich wird oder eine Verantwortungsgrenze berührt ist. Dadurch werden Lernende gestärkt, ohne dass Qualitätsansprüche relativiert werden.

Kriteriale Bewertung bildet den Gegenpol zu unspezifischem Lob, bloßer Fehlerzählung oder reinem Leistungsvergleich. Maßstab sind zuvor geklärte Kompetenzen und Kriterien. Kriteriale Bewertung bezieht sich etwa auf funktionale Klärung, Kontextualisierung, Prüfqualität, Rückbindung, Strategieeinsatz, Kooperation, Verantwortungsübernahme und Reflexionsfähigkeit.

Kriteriale Bewertung kann formativ und summativ genutzt werden. Formativ unterstützt sie die nächste Lernhandlung. Summativ kann sie Entwicklungsstände dokumentieren. In beiden Fällen muss deutlich bleiben, welche Kompetenz beobachtet wird, welche Kriterien gelten und welche Folgerungen daraus für die weitere Lernbegleitung entstehen.

Ein Kriterienraster sollte daher nicht nur Produktmerkmale erfassen. Es sollte auch Prozessmerkmale sichtbar machen: Wurde die Aufgabe funktional geklärt? Wurde KI-Unterstützung sinnvoll kontextualisiert? Wurde das Ergebnis fachlich geprüft? Wurde eine Rückbindung an Kriterien vorgenommen? Wurden Lern- und Lesestrategien genutzt? Wurden Rollen und Verantwortlichkeiten in der Gruppe geklärt? Wurden Fehler genutzt, um den Prozess zu verbessern?

Damit wird Bewertung anschlussfähig an den Lernbegriff des Modells. Sie bewertet nicht einfach, ob ein Produkt gelungen ist, sondern ob Lernende zunehmend fähig werden, fachliche, soziale und verantwortungsbezogene Übergänge selbstständiger zu gestalten.

Schülerfeedback zum Unterricht und zum Lernangebot ist ein eigener Bestandteil dieser Rückmeldekultur. Es erlaubt der Lehrkraft zu prüfen, ob Aufgaben als sinnvoll erlebt werden, ob Unterstützung hilfreich ist, ob Beteiligung gelingt, ob Gruppenprozesse tragen und ob KI-Unterstützung den Lernprozess tatsächlich unterstützt.

Damit Schülerfeedback wirksam wird, muss es in Planung, Durchführung und Evaluation des Lernangebots zurückgeführt werden. Rückmeldungen der Lernenden können Hinweise auf Interessen, Barrieren, Unterstützungsbedarf, soziale Spannungen, Überforderung und ungenutzte Beteiligungsmöglichkeiten geben. Sie sind deshalb nicht Beiwerk, sondern Bestandteil der verantwortlichen Gestaltung pädagogischer Situationen.

Rückmeldung, Fehlerfreundlichkeit und kriteriale Bewertung greifen damit ineinander. Rückmeldung eröffnet nächste Schritte, Fehlerfreundlichkeit hält Lernprozesse trotz Störungen bearbeitbar, und kriteriale Bewertung sichert fachliche und verantwortungsbezogene Verbindlichkeit. Zusammen unterstützen sie eine Lernkultur, in der KI nicht zur Abkürzung eigener Lernarbeit wird, sondern zum Anlass für Klärung, Prüfung, Rückbindung und verantwortliche Weiterarbeit.

10. Verantwortlich steuernde Rolle der Lehrkraft

Die Lehrkraft steuert den Lernprozess nicht im Sinne vollständiger Kontrolle, sondern im Sinne pädagogischer Verantwortung. Sie gestaltet Aufgaben, eröffnet Beteiligung, beobachtet Lern- und Interaktionsverläufe, reagiert auf Störungen und entscheidet, wann Unterstützung, Differenzierung, Klärung oder Begrenzung erforderlich ist.

Verantwortliche Steuerung bedeutet, Lernenden zunehmend Verantwortung zu ermöglichen, ohne sie mit Verantwortung zu überfordern. Die Lehrkraft entscheidet, wann Funktionen vergrößert oder differenziert werden, wann adaptive Unterstützung notwendig ist, wann Schülerfeedback in die Weiterentwicklung des Lernangebots einbezogen wird und wann institutionelle Regeln oder Schutzgrenzen Vorrang haben.

Zur verantwortlichen Steuerung gehört auch, Werte und Normen der KI-Nutzung explizit zu machen. Lernende müssen wissen, welche Formen der Unterstützung zulässig sind, wie Eigenleistung erhalten bleibt, welche Regeln für Daten, Autorenschaft und Bewertung gelten und warum bestimmte Grenzen pädagogisch notwendig sind. Ethische Rahmung bedeutet dabei nicht nur, Regeln zu benennen, sondern mit Lernenden zu klären, warum bestimmte Formen der Nutzung fair, lernförderlich und verantwortbar sind und andere Eigenleistung, Beteiligung, Schutz oder Bewertung unterlaufen.

Auch Einstellungen der Lehrkraft prägen die Lernumgebung. Wer KI vor allem als Kontrollverlust, Abkürzung oder Störung versteht, gestaltet andere Aufgaben als jemand, der KI unkritisch als Effizienzgewinn behandelt. Verantwortliche Steuerung verlangt eine reflektierte professionelle Haltung: offen für didaktische Unterstützung, klar in Prüfung, Begrenzung und Verantwortung.

Bei gestörten Verläufen übernimmt die Lehrkraft eine besondere Aufgabe. Sie erkennt Brüche im Verständnis, Drift von Aufgaben oder Rollen, Überforderung, verdeckte Konflikte, unfaire Beteiligung und Verantwortungsrisiken. Sie sorgt dafür, dass solche Störungen nicht verdeckt bleiben, sondern als Anlass für Klärung, Rückbindung und Weiterentwicklung genutzt werden.

Die Reaktion der Lehrkraft kann unterschiedliche Formen annehmen. Sie kann eine Aufgabe fachlich neu fokussieren, ein Missverständnis explizit machen, Gruppenrollen neu klären, adaptive Unterstützung anbieten, eine Rückmeldung verlangsamen, eine Verantwortungsschwelle markieren oder Lernende auffordern, eine KI-Ausgabe gemeinsam zu prüfen. Verantwortliche Steuerung bedeutet, solche Eingriffe nicht schematisch, sondern situationssensibel zu wählen.

Diese Rolle verlangt professionelle Zurückhaltung und klare Verantwortung zugleich. Lernende sollen möglichst viel selbst klären, prüfen, rückbinden und entscheiden. Die Lehrkraft bleibt aber verantwortlich dafür, dass Lernprozesse nicht in Scheinstabilität, Verantwortungsdiffusion oder unfaire Beteiligungsstrukturen geraten.

Die Lehrkraft sichert außerdem die soziale Einbettung des Lernens. Sie achtet darauf, dass Partner- und Gruppenarbeit nicht zu stiller Arbeitsteilung, ungleichen Beteiligungschancen oder Verantwortungsdiffusion führt. Sie macht Rollen, Kriterien, Beteiligungsmöglichkeiten und Rückmeldewege sichtbar und hält den Lernprozess an fachliche und soziale Ansprüche rückgebunden.

Zur verantwortlichen Steuerung gehört auch, psychische Belastung und Schutzbedarf wahrzunehmen. Lehrkräfte müssen erkennen, wann Lernende nicht nur fachlich Unterstützung benötigen, sondern durch Bewertung, soziale Sichtbarkeit, Überforderung oder KI-bezogene Unsicherheit in Rückzug, Vermeidung oder Selbstabwertung geraten. In solchen Situationen geht es nicht um weitere Differenzierung des Funktionsraums, sondern um Entlastung, Rahmung, Beziehung, Klärung und gegebenenfalls institutionelle Unterstützung.

Verantwortliche Steuerung zielt deshalb nicht nur auf Ordnung und Kontrolle, sondern auf den Aufbau selbstregulierter Handlungsfähigkeit. Lehrkräfte unterstützen Lernende dabei, Ziele, Interessen, Unsicherheit, Fehler, soziale Anforderungen, Zeitstrukturen und Verantwortung miteinander zu verbinden. Wo KI lediglich Kontrolle übernimmt oder Aufgaben ausführt, entsteht keine stabile

Selbstregulation; wo sie Klärung, Rückbindung, Strategieeinsatz und Reflexion unterstützt, kann sie Selbstregulation fördern.

Bei KI-unterstützten Lernprozessen gewinnt diese Rolle zusätzliche Bedeutung. Die Lehrkraft muss nicht jede KI-Ausgabe selbst prüfen, aber sie muss Lernende in die Lage versetzen, Prüfbedarf zu erkennen, Kriterien anzuwenden, Unsicherheit zu markieren und Verantwortung nicht unbemerkt an KI zu delegieren. Anschlussfähigkeit, Stabilität und Legitimität bleiben pädagogisch zu deutende Qualitätsfragen; sie werden nicht durch ein technisches System abschließend entschieden.

11. Operative Lernoberfläche

Eine operative Lernoberfläche ist eine didaktische Übersetzung des Modells in konkrete Orientierungs-, Arbeits- und Rückmeldeformen. Sie macht ausgewählte Funktionsangebote sichtbar, unterstützt Rückmeldungen zum Lernprozess, erleichtert Differenzierung und regt Reflexion über KI-Nutzung an. Eine solche Lernoberfläche kann digital realisiert werden; das didaktische Prinzip ist jedoch nicht an eine bestimmte technische Form gebunden.

Eine operative Lernoberfläche ist nur dann didaktisch wirksam, wenn ihre Angebote tatsächlich genutzt und in Lernhandlungen überführt werden. Angezeigte Funktionen, Rückmeldungen oder Kriterien erzeugen noch keinen Kompetenzzuwachs. Entscheidend ist, ob Lernende diese Hinweise aufgreifen, mit dem fachlichen Gegenstand verbinden, zur Steuerung ihres Arbeitsprozesses nutzen und an Prüfung, Rückmeldung oder Verantwortung zurückbinden.

Eine operative Lernoberfläche kann Lernenden anzeigen, welche Funktion sie gerade nutzen wollen, welche nächste Funktion sinnvoll sein könnte, welche Kriterien zu prüfen sind, wo ein Übergang problematisch wird und welche Verantwortung zu beachten ist. Sie kann Lehrkräfte dabei unterstützen, Nutzungsmuster, Rückbindungsbedarf, soziale Dynamiken, Überforderung, Unterforderung oder Verantwortungsrisiken wahrzunehmen.

Ihre Aufgabe besteht nicht darin, pädagogische Urteile zu automatisieren. Sie soll Wahrnehmung, Reflexion, Rückmeldung und Steuerung unterstützen. Die professionelle Deutung bleibt bei der Lehrkraft und bei den pädagogisch verantwortlichen Personen. Lernende sollen eine solche Oberfläche nicht als Kontrollinstrument erleben, sondern als Orientierungshilfe für den nächsten fachlich und sozial tragfähigen Schritt.

Ein Dashboard ist eine mögliche operative Umsetzung. Es kann anzeigen, welche Funktionen genutzt wurden, ob Rückbindung erfolgt, ob Kontextinformationen fehlen, ob ein Prozess driftet oder ob Verantwortung berührt ist. Die pädagogische Bewertung solcher Hinweise bleibt Aufgabe der Lehrkraft und der Lernenden im jeweiligen Kontext.

Die operative Lernoberfläche soll nur die jeweils lernrelevante Auflösung des Funktionsraums sichtbar machen. Für einfache Aufgaben können wenige Kategorien genügen. Bei anspruchsvollen kooperativen, forschungsnahen oder verantwortungssensiblen Aufgaben können differenziertere Funktionen, Übergänge und Qualitätsdimensionen sichtbar werden.

Eine operative Lernoberfläche muss Aufmerksamkeit führen, nicht zerstreuen. Sie sollte nur solche Funktionen, Hinweise und Rückmeldungen sichtbar machen, die für den nächsten Lernschritt relevant sind. Eine zu dichte Oberfläche kann Überforderung erzeugen und die Aufmerksamkeit von fachlicher Klärung, Prüfung und Verantwortung weglenken.

Alle allgemeinen Aussagen des Modells gelten auch ohne digitale Oberfläche. Eine Lehrkraft kann die zugrunde liegenden Prinzipien durch Aufgaben, Gesprächsführung, Reflexionsbögen, Peer-Feedback, Kriterienraster, Lernjournale oder Schülerfeedback umsetzen. Entscheidend ist nicht die technische Form, sondern ob Lernende und Lehrkräfte Orientierung über Funktionen, Übergänge, Kriterien und Verantwortung gewinnen.

Wenn eine digitale Lernoberfläche eingesetzt wird, sollte sie nicht möglichst viele Daten anzeigen, sondern pädagogisch bedeutsame Rückmeldungen auswählen. Eine gute Oberfläche hilft, den

nächsten tragfähigen Lernschritt zu erkennen. Sie erzeugt keine Scheinsicherheit und macht ihre Grenzen sichtbar.

Verlaufsdaten einer solchen Lernoberfläche können Hinweise auf Nutzungsmuster, Entwicklungsrichtungen, Unterstützungsbedarf und Reflexionsanlässe geben. Ihre Bedeutung entsteht jedoch erst durch pädagogische Interpretation, transparente Kriterien, Datenschutz, Kontextwissen und gegebenenfalls zusätzliche Evidenz. Aus Verlaufsdaten allein folgen keine Kompetenzdiagnosen, Bewertungen, Freigaben oder Verantwortungsentscheidungen.

12. Qualitätsmodell der Nutzung

Qualität wird in diesem Modell prozessbezogen bestimmt. Eine KI-Nutzung ist didaktisch hochwertig, wenn sie Lernende handlungsfähiger macht, fachliche Klärung unterstützt, soziale Kooperation stärkt und Verantwortung nicht verdeckt. Die zentralen Qualitätsdimensionen sind Anschlussfähigkeit, Stabilität und Legitimität. Risiken entstehen durch Bruch, Drift und Verantwortungsverschiebung.

Das Qualitätsmodell knüpft an allgemeine Bedingungen guten Unterrichts an, übersetzt sie aber in die Logik funktionaler Mensch-KI-Interaktion. Klare Strukturierung, fachliche Klarheit, echte Lernzeit, lernförderliches Klima, Übung, Förderung und transparente Leistungserwartungen werden danach beurteilt, ob sie Lernübergänge anschlussfähig, stabil und verantwortbar machen. KI-Unterstützung ist deshalb nur dann qualitativ hochwertig, wenn sie diese Bedingungen stärkt und nicht durch schnelle Produkterzeugung, unklare Kriterien oder Verantwortungsverschiebung unterläuft.

Kreative, spielerische und erfahrungsbezogene KI-Nutzung ist qualitativ hochwertig, wenn Offenheit und Rückbindung zusammenkommen. Varianten, Szenarien, Rollen oder Simulationen sind lernförderlich, wenn sie fachlich geprüft, reflektiert und an reale Kriterien, Verantwortung und Folgen zurückgebunden werden. Eine Vielzahl von Ideen oder ein originell wirkendes Produkt ist noch kein tragfähiger Lernübergang.

Anschlussfähigkeit bedeutet, dass der nächste Schritt zu Aufgabe, Vorwissen, Material, Funktion und Ziel passt. Eine KI-Ausgabe ist nicht schon deshalb nützlich, weil sie sprachlich überzeugend wirkt. Sie muss an den Lernstand, den fachlichen Gegenstand, die Aufgabe und die weitere Bearbeitung anschließen. Die leitende Lernfrage lautet: Woran schließt dieser Beitrag an?

Stabilität bedeutet, dass der Lernprozess geordnet, überprüfbar und fortsetzbar bleibt. Ein Beitrag stabilisiert den Prozess, wenn er Orientierung schafft, Kriterien sichtbar macht, nächste Schritte ermöglicht oder Kooperation verlässlicher macht. Er destabilisiert den Prozess, wenn er neue Unklarheit erzeugt, Funktionswechsel verdeckt oder eine scheinbar fertige Lösung produziert, die nicht geprüft werden kann. Die leitende Lernfrage lautet: Welche Struktur hilft uns weiter?

Legitimität bedeutet, dass Zuständigkeit, Eigenleistung, Autorenschaft, Datenschutz, Bewertung und Folgen geklärt bleiben. Ein Schritt kann fachlich anschlussfähig und organisatorisch stabil wirken, aber dennoch problematisch sein, wenn er Verantwortung verschiebt, Beteiligung verdeckt oder eine Freigabe nahelegt, die nicht vorliegt. Die leitende Lernfrage lautet: Wer darf diesen Schritt verantworten?

Legitimität verweist darauf, dass Lernübergänge nicht nur fachlich anschlussfähig und organisatorisch stabil sein müssen, sondern auch mit den Werten und Normen der Lernumgebung vereinbar bleiben. Dazu gehören Eigenleistung, Fairness, Teilhabe, fachliche Wahrhaftigkeit, Schutz vor Beschämung, Datenschutz, Autorenschaft, Bewertungsgerechtigkeit und Verantwortung. KI-gestützte Schritte sind deshalb daraufhin zu prüfen, ob sie diese Werte stützen oder unterlaufen und ob die geltenden Regeln für Nutzung, Prüfung, Dokumentation und Freigabe eingehalten werden.

Ethik bezeichnet in diesem Zusammenhang die reflexive Prüfung und Begründung von Werten, Normen, Mitteln, Folgen und Verantwortungszuschreibungen. Sie wird erforderlich, wenn KI-gestützte Lernschritte zwar fachlich möglich oder organisatorisch stabil erscheinen, aber Fragen von Fairness,

Teilhabe, Eigenleistung, Datenschutz, Beschämung, Autorenschaft, Bewertung, Abhängigkeit oder Folgen für andere berühren. Ethische Prüfung ersetzt keine rechtliche oder institutionelle Entscheidung; sie macht sichtbar, ob ein Lernübergang pädagogisch vertretbar und gegenüber den Beteiligten verantwortbar bleibt.

Bruchrisiko entsteht, wenn der Zusammenhang zwischen Aufgabe, Ziel und Ergebnis verloren geht. Lernende arbeiten dann scheinbar weiter, aber nicht mehr am ursprünglichen fachlichen Problem. Die leitende Lernfrage lautet: Wo reißt der Lernzusammenhang ab?

Driftrisiko entsteht, wenn Funktion, Rolle, Adressat oder Verantwortung sich unbemerkt verschieben. Aus einer Ideensammlung kann eine scheinbare Entscheidung werden, aus einer privaten Notiz eine gemeinsame Fassung, aus einer Formulierungshilfe eine unklare Autorenschaft. Die leitende Lernfrage lautet: Hat sich unsere Aufgabe still verändert?

Verantwortungsrisiko entsteht, wenn KI scheinbare Entscheidungen, Freigaben, Zuständigkeiten oder Autorenschaften erzeugt. Besonders relevant ist dies bei Gruppenarbeit, Prüfungsleistungen, Forschung mit Daten, Veröffentlichung, externer Kommunikation oder institutionellen Entscheidungen. Die leitende Lernfrage lautet: Was darf nicht an KI delegiert werden?

Das Qualitätsmodell dient der Orientierung. Es ersetzt keine fachliche Prüfung, keine pädagogische Bewertung, keine Datenschutzprüfung und keine institutionelle Entscheidung. Seine Begriffe sind didaktische Prüfkategorien, keine automatischen Urteile.

Die Qualitätsdimensionen sind zugleich anschlussfähig an die Schülerperspektive. Lernende erleben Anschlussfähigkeit, wenn Aufgaben verständlich und bedeutsam werden. Sie erleben Stabilität, wenn Arbeitswege, Rollen und Kriterien verlässlich sind. Sie erleben Legitimität, wenn Beteiligung fair, Rückmeldung nachvollziehbar und Verantwortung geklärt ist. Die Wahrnehmung der Lernenden ist daher ein wichtiger Hinweis darauf, ob die intendierte Qualität tatsächlich pädagogisch wirksam wird.

Für die Kompetenzentwicklung bedeutet dies: Lernende sollen die Qualitätsdimensionen nicht nur als externe Maßstäbe kennenlernen, sondern zunehmend selbst anwenden. Sie sollen fragen können, ob ihr nächster Schritt anschließt, ob ihr Arbeitsprozess stabil ist und ob die entstehenden Folgen verantwortbar bleiben. Qualität entsteht damit nicht durch die bloße Nutzung von KI, sondern durch die Fähigkeit, KI-Beiträge in tragfähige fachliche, soziale und verantwortliche Übergänge einzubinden.

13. Didaktische Verlaufsstruktur

Ein Lernverlauf lässt sich im Modell idealtypisch in mehreren Phasen beschreiben. Diese Phasen sind keine starre Stufenleiter und kein verbindliches Curriculum. Sie markieren Entwicklungsaufgaben, die je nach Alter, Fach, Aufgabe, sozialer Situation und KI-Erfahrung unterschiedlich verbunden werden können.

In der Phase funktionaler Grundorientierung erkennen Lernende, dass KI für unterschiedliche Denk-, Arbeits- und Kooperationsfunktionen genutzt werden kann. Sie lernen einfache Funktionsabsichten zu unterscheiden: verstehen, ordnen, entwickeln, prüfen, darstellen, mit anderen klären oder entscheiden. Ziel ist zunächst Orientierung, nicht Vollständigkeit.

In der Phase geführter Nutzung arbeiten Lernende mit wenigen, verständlichen Funktionsangeboten. Sie erhalten adaptive Unterstützung durch Beispiele, Leitfragen, Kriterien, Satzanfänge, Rollenhilfen oder gemeinsame Reflexion. KI-Nutzung bleibt eng an Aufgabe, Material, fachliche Kriterien und Rückmeldung gebunden.

In der Phase schülerorientierter Beteiligung bringen Lernende ihre Perspektiven auf Aufgaben, Unterstützung, Gruppenarbeit und KI-Nutzung ein. Sie geben Rückmeldungen zur Verständlichkeit, Bedeutsamkeit, Herausforderung, Unterstützung und sozialen Einbettung von Lernangeboten. Dadurch wird sichtbar, ob die didaktisch intendierte Struktur tatsächlich bei den Lernenden anschlussfähig wird.

In der Phase adaptiver Differenzierung werden Funktionen feiner unterschieden, wenn Aufgabe, Lernstand, Sozialform oder Verantwortung dies erfordern. Differenzierung dient nicht der Darstellung des vollständigen Modells, sondern der Bearbeitung konkreter Lern- und Kooperationsprobleme, etwa wenn Prüfen und Reflektieren, Formulieren und Kommunizieren oder Koordinieren und Entscheiden verwechselt werden.

In der Phase selbstständiger Steuerung wählen Lernende Unterstützung gezielter aus, geben relevanteren Kontext, prüfen Ausgaben, nutzen Rückmeldungen und binden Ergebnisse an Kriterien zurück. Sie lernen, Arbeitsverläufe nicht nur fortzusetzen, sondern bei Fehlschlüssen zu unterbrechen, neu zu klären oder anders zu strukturieren.

In der Phase der Übergangsrückbindung prüfen Lernende, welche Beiträge, Rollen, Entscheidungen und Folgen durch KI-Unterstützung entstehen. Sie erkennen, wann aus einem Vorschlag eine scheinbare Entscheidung wird, wann ein Beitrag Autorenschaft berührt, wann ein Gruppenprozess Rollen verschiebt oder wann eine Ausgabe Folgen für andere Personen erzeugt.

In der Phase verantwortlicher kooperativer Nutzung gestalten Lernende KI-unterstützte Arbeit gemeinsam, fair, transparent und verantwortbar. Sie klären Rollen, berücksichtigen Beteiligung, markieren Prüfbedarf, sichern Arbeitsergebnisse und unterscheiden individuelle Vorarbeit, gemeinsame Aushandlung, verbindliche Entscheidung und Dokumentation.

In der Phase motivational gestützter Nutzung erleben Lernende Wahlmöglichkeiten, erfahrbare Kompetenzzuwachs, soziale Zugehörigkeit und Selbstwirksamkeit als Bedingungen verantwortlicher KI-Nutzung. Motivation entsteht dabei nicht durch möglichst einfache Aufgaben, sondern durch erlebbare Erweiterung eigener Handlungsfähigkeit.

In der Phase selbstkonzeptbezogener Stabilisierung erfahren Lernende sich als fachlich handlungsfähig, sozial eingebunden und verantwortlich mitgestaltend. Funktionale Kompetenz, Selbstwirksamkeit und Selbstkonzept werden dadurch miteinander verbunden, ohne gleichgesetzt zu werden.

Diese Phasen können in realen Lernprozessen überlappen. Lernende können in einer Aufgabe bereits selbstständig steuern, in einer anderen aber erneut geführte Nutzung, adaptive Unterstützung oder stärkere Rahmung benötigen. Entscheidend ist die Passung zwischen Aufgabe, Lernstand, sozialer Situation und Verantwortungslage.

Die Verlaufsstruktur soll Lehrkräften helfen, didaktische Entscheidungen zu treffen. Sie zeigt, wann Orientierung genügt, wann Differenzierung notwendig wird, wann Rückbindung im Vordergrund steht, wann Beteiligung systematisch einbezogen werden sollte und wann Verantwortung ausdrücklich thematisiert werden muss.

14. Abgrenzung gegen Überladung

Das Didaktikmodell soll nicht durch immer neue sichtbare Kategorien überladen werden. Seine Leistungsfähigkeit liegt darin, zwischen theoretischer Tiefenstruktur und didaktischer Sichtbarkeit zu unterscheiden. Nicht alles, was theoretisch, diagnostisch oder empirisch relevant ist, muss jederzeit für Lernende sichtbar sein.

Funktionen, Übergangselemente und Qualitätsdimensionen können im Hintergrund strukturierend wirken, als Option angezeigt, didaktisch erklärt oder als Reflexionsgegenstand genutzt werden. Welche Auflösung angemessen ist, hängt von Aufgabe, Lernstand, Sozialform, Fachlichkeit, Unterstützungsbedarf und Verantwortungslage ab.

Die leitende Regel lautet: so einfach wie möglich, so differenziert wie nötig. Eine einfache Funktionsoberfläche ist angemessen, wenn sie Orientierung, Handlungsfähigkeit und Rückmeldung ermöglicht. Eine differenziertere Oberfläche wird erforderlich, wenn Fehlschlüsse, Ambiguitäten, Drift, Beteiligungsprobleme oder Verantwortungsrisiken sichtbar werden.

Die Theorie der Übergangsstabilisierung darf das Modell nicht in ein schwer handhabbares Kategoriensystem für Lernende verwandeln. Beitrag, Rolle, Entscheidung, Folge sowie Anschlussfähigkeit, Stabilität und Legitimität sind didaktisch sichtbar zu machen, wenn sie für die Aufgabe relevant werden. Sie müssen nicht in jeder Lernsituation explizit eingeführt werden.

Auch die operative Lernoberfläche darf nicht zum Selbstzweck werden. Eine digitale Darstellung, ein Reflexionsbogen, ein Kriterienraster oder ein Lernjournal ist nur dann sinnvoll, wenn es Lernende beim nächsten fachlich, sozial und verantwortlich tragfähigen Schritt unterstützt. Eine Oberfläche, die zu viele Kategorien zeigt, kann Orientierung erschweren und Scheinsicherheit erzeugen.

Abgrenzung gegen Überladung bedeutet nicht Reduktion des theoretischen Anspruchs. Es bedeutet, den theoretischen Anspruch didaktisch zu dosieren. Das Modell bleibt im Hintergrund komplex genug, um Lern- und Wissensarbeit differenziert zu analysieren; sichtbar wird nur, was für den nächsten Lernschritt notwendig und bearbeitbar ist.

15. Empirischer Entwicklungsstand und Limitationen

Das Kompetenz- und Didaktikmodell ist theoretisch begründbar, aber noch nicht empirisch validiert. Diese Grenze ist zentral. Die bisherige Ausarbeitung zeigt konzeptionelle Plausibilität, Anschlussfähigkeit an das Funktionsraummodell und systematische Ausarbeitbarkeit als didaktische Orientierungs-, Reflexions- und Prüflogik. Sie belegt jedoch keine externe Validität, keine Reliabilität, keine Messinvarianz, keine rechtliche Sicherheit und keine Datenschutzkonformität.

Ein erster empirischer Prüfbereich betrifft die didaktische Nutzung des Modells. Zu untersuchen wäre, ob Lernende die didaktisch vergrößerten Funktionsangebote alters-, fach- und entwicklungsangemessen verstehen; welche Begriffe für unterschiedliche Altersgruppen tragfähig sind; welche Funktionsunterscheidungen intuitiv zugänglich sind; und wann differenziertere 3D-Unterscheidungen überfordern. Ebenso wäre zu prüfen, ob adaptive Differenzierung bessere Lernverläufe erzeugt als freie KI-Nutzung oder starre Funktionsvorgaben.

Dazu gehört die entwicklungspsychologische Passung des Modells. Zu untersuchen wäre, wie Lernende unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Entwicklungsphasen Funktionsangebote, KI-Unterstützung, Verantwortung, Kooperation und berufliche Orientierung aufnehmen. Dabei ist zu prüfen, ob das Modell psychosoziale Entwicklungsaufgaben wie Selbstständigkeit, Kompetenzerleben, Zugehörigkeit, Identitätsbildung und Zukunftsorientierung angemessen unterstützt.

Ein zweiter Prüfbereich betrifft Angebot, Nutzung und Schülerperspektive. Empirisch ist nicht nur die Qualität des didaktischen Angebots zu prüfen, sondern auch seine tatsächliche Nutzung. Zu untersuchen wäre, welche Funktionsangebote Lernende aufnehmen, welche sie meiden, wie sie KI-Unterstützung in ihre Bearbeitung einbauen und welche Übergänge dadurch stabilisiert oder destabilisiert werden. Schülerfeedback zur wahrgenommenen Bedeutsamkeit, Verständlichkeit, Herausforderung, Unterstützung, Beteiligung und sozialen Einbettung kann dabei Hinweise geben, ob Aufgaben und Lernarrangements tatsächlich lernwirksam werden.

Dazu gehört auch die Prüfung von Einstellungen und Aufmerksamkeit. Zu untersuchen wäre, wie Einstellungen zu KI, Lernen, Leistung, Fehlern und Verantwortung die Nutzung von Funktionsangeboten beeinflussen; wann Einstellungen lernförderliche Nutzung ermöglichen; wann sie Nutzung blockieren; und wann sie zu Übernutzung, Scheinstabilität oder Verantwortungsverschiebung beitragen. Ebenso wäre zu prüfen, ob operative Lernoberflächen Aufmerksamkeit auf fachliche Klärung, Prüfung und Verantwortung lenken oder durch zu viele Optionen, Signale oder Produkterwartungen zerstreuen.

Ein dritter Prüfbereich betrifft Motivation, Emotion, Selbstregulation, Belastung und Schutzbedarf. Offen ist, ob funktionale Orientierung, Gegenstandsbezug, Rückbindung, Beteiligung und kriteriale Rückmeldung Selbstwirksamkeit, Selbststeuerung und ein tragfähiges fachliches Selbstkonzept

stärken. Ebenso wäre zu untersuchen, ob KI-gestützte Lernarrangements Lernende entlasten, Orientierung geben und Wiederanschlussfähigkeit nach Störungen fördern oder ob sie Überforderung, Leistungsdruck, Vermeidung, soziale Beschämung oder Abhängigkeit von KI-Nutzung verstärken. Solche Fragen dürfen nicht aus Nutzungsdaten allein beantwortet werden, sondern erfordern mehrperspektivische Erhebungen, pädagogische Deutung und klare Schutzkonzepte.

Ein vierter Prüfbereich betrifft das Kompetenzmodell und die Theorie der Übergangsstabilisierung. Zu prüfen wäre, ob die Bereiche funktionale Orientierung, Kontextualisierung, Prozesssteuerung, Prüf- und Rückbindungskompetenz, Übergangskompetenz sowie Kooperations-, Partizipations- und Verantwortungskompetenz empirisch unterscheidbar und zugleich sinnvoll verbunden sind. Ebenso wäre zu untersuchen, ob Beitrag, Rolle, Entscheidung und Folge in realen Mensch-KI-Interaktionen reliabel identifizierbar sind; ob Anschlussfähigkeit, Stabilität und Legitimität als Qualitätsdimensionen intersubjektiv nachvollziehbar angewendet werden können; und ob Bruch-, Drift- und Verantwortungsrisiken zuverlässig beobachtbar sind.

Ein fünfter Prüfbereich betrifft Strategien, Arbeitsorganisation und die operative Lernoberfläche. Zu untersuchen wäre, ob KI-gestützte Lernarrangements eher kontrollintensive Bearbeitung ersetzen oder tatsächlich selbstregulierte Handlungsfähigkeit fördern. Relevant ist, ob Lernende mit KI Ziele klären, Unterstützung begründet auswählen, Lern- und Lesestrategien anwenden, Arbeitsschritte planen, Rückmeldungen nutzen, Fehler bearbeiten und Verantwortung begrenzen. Wenn operative Lernoberflächen oder digitale Dashboards eingesetzt werden, sind deren Daten besonders vorsichtig zu interpretieren. Verlaufsdaten können Hinweise auf Nutzungsmuster, Funktionswahl, Rückbindungsbedarf oder Unterstützungsbedarf geben. Sie ersetzen aber keine pädagogische Deutung, keine Kompetenzdiagnostik und keine institutionelle Bewertung.

Ein sechster Prüfbereich betrifft Anwendungs- und Anschlussfelder. Ein eigenes Anwendungsfeld bildet die berufliche Orientierung. Zu untersuchen wäre, ob das Modell Lernende dabei unterstützt, berufliche Informationen funktional zu erschließen, Interessen und Selbstkonzept zu klären, soziale Erwartungen zu reflektieren, Optionen zu vergleichen und Entscheidungen als vorläufige, begründbare und revisionsfähige Übergänge zu gestalten. Weitere Forschungsanschlüsse betreffen digitale, multimodale und überfachliche Kompetenzdiskurse. Zu prüfen wäre, wie strukturierte Problembearbeitung, Abstraktion, Modellierung, multimodale Bedeutungsarbeit, Kommunikation, Kooperation und verantwortliche KI-Nutzung funktions- und übergangstheoretisch beschrieben werden können. Solche Anschlüsse erweitern das Modell nicht um neue Grundbegriffe, sondern markieren benachbarte Kompetenzfelder, deren Elemente in die Logik funktionaler Handlungsfähigkeit übersetzt werden können.

Zu prüfen wäre außerdem, ob KI-gestützte Aufgaben kreative, spielerische und erfahrungsbezogene Lernzugänge fördern, indem sie Variation, Probehandeln, Perspektivwechsel, Reflexion und Revision ermöglichen, oder ob sie kreative Suchbewegungen durch konventionelle Produkterzeugung, simulierte Erfahrung oder ungeprüfte Variantenbildung verkürzen.

Ein weiterer empirischer Anschluss betrifft personale Unterschiede in der Wahrnehmung und Nutzung KI-gestützter Lernangebote. Zu untersuchen wäre, wie stabile Dispositionsmuster, Selbstregulation, emotionale Reaktivität und soziale Beteiligungsformen beeinflussen, welche Unterstützung Lernende als anschlussfähig, belastend oder hilfreich erleben. Solche Unterschiede dürfen nicht zu typologisierenden Zuschreibungen führen, können aber helfen, adaptive Unterstützung und Rückmeldung differenzierter zu untersuchen.

Die Rolle der Lehrkraft bildet einen querliegenden Prüfbereich. Zu untersuchen wäre, welche Formen pädagogischer Steuerung Lernende unterstützen, ohne ihre Eigenaktivität zu schwächen; wann adaptive Unterstützung zurückgenommen werden kann; wie Verantwortungsschwellen im Unterricht

markiert werden; wie psychische Belastung und Schutzbedarf wahrgenommen werden; und wie Lehrkräfte Schülerfeedback, Kriterienraster und KI-gestützte Lernverläufe professionell deuten.

Ein weiterer Prüfbereich betrifft die normative und ethische Reflexion KI-gestützter Lernarbeit. Zu untersuchen wäre, wie Lernende und Lehrkräfte Fairness, Eigenleistung, Beteiligung, Schutz, Autorenschaft, Bewertung und Verantwortung verstehen und wie solche Fragen in Aufgaben, Rückmeldung, Regeln und operativen Lernoberflächen bearbeitet werden können. Dabei geht es nicht um automatische Normdurchsetzung, sondern um pädagogisch nachvollziehbare Regelbildung, Reflexion und verantwortliche Rahmung.

Methodisch ist ein mehrperspektivisches Vorgehen erforderlich. Denkbar sind qualitative Unterrichts- und Interaktionsanalysen, Lernprozessanalysen, Schüler- und Lehrkraftbefragungen, Aufgabenanalysen, Interventionsstudien, Design- und Entwicklungsstudien sowie vorsichtig interpretierte Logdatenanalysen. Quantitative Skalen, Beobachtungsraster oder digitale Nutzungsdaten wären erst dann belastbar, wenn Begriffe, Indikatoren und Auswertungskategorien hinreichend geklärt sind.

Das Modell ist daher als theoretisch-didaktischer Entwicklungsstand zu verstehen. Es bietet eine begriffliche und didaktische Struktur für die Gestaltung und Untersuchung funktionaler Mensch-KI-Interaktion. Es ersetzt keine empirische Prüfung seiner Wirkungen, keine Datenschutzprüfung, keine rechtliche Bewertung und keine institutionelle Entscheidung über den Einsatz konkreter KI-Systeme. Aus Nutzungsdaten, Lernoberflächen oder KI-Ausgaben dürfen keine automatischen Leistungs-, Verantwortungs-, Gesundheits-, Rechts- oder Freigabeurteile abgeleitet werden.

Lizenz- und Nutzungshinweis

Empfohlene Namensnennung: Wolfram Rollett, Didaktikmodell funktionaler Mensch-KI-Interaktion. Publikationsfassung, Oldenburg 2026, CC BY-NC-SA 4.0.

Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz (CC BY-NC-SA 4.0). Die nicht-kommerzielle Nutzung, Vervielfältigung, Weitergabe und Bearbeitung ist unter Namensnennung des Autors zulässig. Bearbeitete Fassungen dürfen nur unter derselben oder einer kompatiblen Lizenz weitergegeben werden. Eine kommerzielle Nutzung bedarf der vorherigen Zustimmung des Autors.

„Share Alike“ bedeutet, dass bearbeitete oder weiterentwickelte Fassungen nur unter derselben oder einer kompatiblen Lizenz weitergegeben werden dürfen. Dadurch bleiben auch abgeleitete Fassungen offen nutzbar und an dieselben Bedingungen gebunden. Bei Zitierung oder Weitergabe ist die Fassung als Publikationsfassung zu kennzeichnen.

Literatur- und Vorarbeitenverzeichnis

Das Literatur- und Vorarbeitenverzeichnis dokumentiert die wissenschaftlichen Bezugspunkte, eigenen Vorarbeiten, prägenden Vorarbeiten sowie Studien- und Berichtsliteratur, die für die Entwicklung des didaktischen Modells einschlägig sind. Die thematische Gliederung dient der Orientierung und ersetzt keine Gewichtung der Quellen.

Aufgenommen sind Primärliteratur, Monografien, Originalbeiträge, einschlägige Kapitel sowie begründete Sonderfälle: historisch prägende Herausgeberwerke aus der eigenen beziehungsweise familiären Vorarbeitslinie, Ingenkamps Quellenband zur Zensurenkritik sowie Studien- und Berichtsliteratur der empirischen Bildungsforschung.

1. Eigene theoretische, empirische und methodische Vorarbeiten

Rollett, W. (1995). Klassische, orthogonale symmetrische und robuste symmetrische Regressionsverfahren im Vergleich (Unveröffentlichte Diplomarbeit, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen).

Rollett, W. (2006). Problemraum. In J. Funke & P. Frensch (Hrsg.), Handbuch der Allgemeinen Psychologie - Kognition (S. 470-474). Hogrefe.

Rollett, W. (2008). Strategieeinsatz, erzeugte Information und Informationsnutzung bei der Exploration und Steuerung komplexer dynamischer Systeme (Dissertation, Technische Universität Braunschweig, 2007). LIT Verlag.

Rollett, W. (2026). Modellkern des Funktionsraummodells als Theorie funktionaler Übergangsstabilisierung: Textliche und formale Darstellung (Fassung 1.0). Universität Oldenburg. GitHub-Repositorium: funktionsraummodell-modellkern.

2. Prägende pädagogisch-psychologische Vorarbeiten von Brigitte Rollett

2.1 Historische eigene und prägende Herausgeberwerke

Rollett, B. (Hrsg.). (1970). Praxis und Theorie des programmierten Unterrichtes: Ausgewählte Referate des sechsten Internationalen Symposions der Gesellschaft für Programmierte Instruktion. Klett.

Rollett, B., & Bartram, M. (Hrsg.). (1976). Einführung in die hierarchische Clusteranalyse: Für Psychologen, Pädagogen und Soziologen. Klett.

2.2 Pädagogisch-psychologische Grundlagen

Rollett, B. (1982). Lerntherapie im sozialen und emotionalen Bereich. Unterrichtswissenschaft, 10(3), 252-259.

Rollett, B. A. (1987). Effort avoidance and learning. In E. De Corte, H. Lodewijks, R. Parmentier, & P. Span (Eds.), Learning and instruction: European research in an international context (Vol. 1, pp. 147-157). Pergamon.

Rollett, B. (1997). Lernen und Lehren: Eine Einführung in die Pädagogische Psychologie und ihre entwicklungspsychologischen Grundlagen (5., revidierte und ergänzte Aufl.). WUV-Universitätsverlag.

Rollett, B., & Rollett, W. (2018). Anstrengungsvermeidung. In D. H. Rost, J. R. Sparfeldt, & S. R. Buch (Hrsg.), Handwörterbuch Pädagogische Psychologie (5. Aufl., S. 8-14). Beltz/PVU.

3. Lernen, Entwicklung, Selbst und Kompetenz

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. Psychological Review, 84, 191-215.

Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. Freeman.

Erikson, E. H. (1950). Childhood and society. Norton.

Havighurst, R. J. (1972). Developmental tasks and education (3rd ed.). David McKay.

Kuhl, J. (1981). Motivational and functional helplessness: The moderating effect of state versus action orientation. Journal of Personality and Social Psychology, 40, 155-170.

Kuhl, J., & Beckmann, J. (Eds.). (1994). Volition and personality: Action versus state orientation. Hogrefe & Huber.

Marsh, H. W. (1990). The structure of academic self-concept: The Marsh/Shavelson model. Journal of Educational Psychology, 82(4), 623-636.

- Marsh, H. W., & Craven, R. G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 133-163.
- Shavelson, R. J., Hubner, J. J., & Stanton, G. C. (1976). Self-concept: Validation of construct interpretations. *Review of Educational Research*, 46(3), 407-441.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.

4. Intelligenz, kognitive Fähigkeiten, emotionale Intelligenz, Begabung und Fähigkeitsprofile

- Spearman, C. (1904). "General intelligence," objectively determined and measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201-292.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Cambridge University Press.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Salovey, P., & Mayer, J. D. (1990). Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*, 9(3), 185-211. <https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG>
- Mayer, J. D., Salovey, P., & Caruso, D. R. (2004). Emotional intelligence: Theory, findings, and implications. *Psychological Inquiry*, 15(3), 197-215. https://doi.org/10.1207/s15327965pli1503_02
- Rost, D. H. (2009). *Intelligenz: Fakten und Mythen*. Beltz.

5. Motivation, Interesse, Zielorientierung, Emotion und Anstrengungsvermeidung

- McClelland, D. C., Atkinson, J. W., Clark, R. A., & Lowell, E. L. (1953). The achievement motive. *Appleton-Century-Crofts*.
- Atkinson, J. W. (1957). Motivational determinants of risk-taking behavior. *Psychological Review*, 64(6), 359-372.
- Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. Wiley.
- Rotter, J. B. (1966). Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs: General and Applied*, 80(1), 1-28.
- Weiner, B. (1972). Attribution theory, achievement motivation, and the educational process. *Review of Educational Research*, 42(2), 203-215.
- Weiner, B. (1974). *Achievement motivation and attribution theory*. General Learning Press.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological Review*, 92(4), 548-573.
- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84(3), 261-271.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum.
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040-1048.

Elliot, A. J., & McGregor, H. A. (2001). A 2 x 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 80(3), 501-519.

Heckhausen, H. (1980). *Motivation und Handeln*. Springer.

Heckhausen, H., & Rheinberg, F. (1980). Lernmotivation im Unterricht, erneut betrachtet. *Unterrichtswissenschaft*, 8, 7-47.

Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning: An educational-psychological perspective. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 23-40.

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications. *Educational Psychology Review*, 18, 315-341.

Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Rollett, W. (2000). Motivation and action in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 503-529). Academic Press.

Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Rollett, W. (2002). Motivation and self-regulated learning: A type analysis with process variables. *Psychologia*, 45(4), 237-249.

Rollett, B., & Bartram, M. (1998). *Anstrengungsvermeidungstest*. Hogrefe.

Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 299-323.

Vollmeyer, R., Rheinberg, F., & Rollett, W. (1999). Motivation and learning in a complex system. In P. Nenniger, R. S. Jäger, A. Frey, & M. Wosnitza (Eds.), *Advances in motivation* (pp. 53-67). Verlag Empirische Pädagogik.

6. Aufmerksamkeit, Einstellungen, Belastung und Beanspruchung

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

Böhm-Kasper, O. (2004). *Schulische Belastung und Beanspruchung: Eine Untersuchung von Schülern und Lehrern am Gymnasium*. Waxmann.

Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Prentice-Hall.

Lazarus, R. S. (1966). *Psychological stress and the coping process*. McGraw-Hill.

Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.

Scharenberg, K., & Rollett, W. (2013). Schulische Belastung und Beanspruchung von Lehrkräften - eine Überprüfung des Erfurter Modells im Rahmen der Hamburger KESS-Studie. In K. Schwippert, M. Bensen, & N. Berkemeyer (Hrsg.), *Schul- und Bildungsforschung* (S. 129-146). Waxmann.

Scharenberg, K., Rollett, W., & Bos, W. (2015). Stehen Merkmale der Klassenkomposition in einem Zusammenhang mit dem Beanspruchungsempfinden von Grundschullehrkräften? *Unterrichtswissenschaft*, 43(2), 101-119.

7. Gedächtnis, Lernen, Informationsverarbeitung, komplexes Problemlösen und adaptive Lernsysteme

Dörner, D. (1989). *Die Logik des Misslingens: Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Rowohlt.

Frensch, P. A., & Funke, J. (1995). Definitions, traditions, and a general framework for understanding complex problem solving. In P. A. Frensch & J. Funke (Eds.), *Complex problem solving: The European perspective* (pp. 3-25). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.11588/heidok.00008205>

Funke, J. (2012). Complex problem solving. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 682–685). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_685

Dörner, D., & Funke, J. (2017). Complex problem solving: What it is and what it is not. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 1153. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01153>

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89-195). Academic Press.

Atkinson, R. C., & Wilson, H. A. (1968). Computer-assisted instruction. *Science*, 162(3849), 73-77.

Atkinson, R. C. (1968). Computer-based instruction and the learning process. *American Psychologist*, 23, 225-239.

Atkinson, R. C. (1976). Adaptive instructional systems: Some attempts to optimize the learning process. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and instruction* (pp. 103-129). Wiley.

8. Schülerperspektive, Schülerfeedback, Partizipation und Angebotsnutzung

Brümmer, F., Rollett, W., & Fischer, N. (2011). Prozessqualität der Ganztagsangebote aus Schülersicht - Zusammenhänge mit Angebots- und Schulmerkmalen. In N. Fischer, H. G. Holtappels, E. Klieme, T. Rauschenbach, L. Stecher, & I. Züchner (Hrsg.), *Ganztagschule: Entwicklung, Qualität, Wirkungen* (S. 162-186). Juventa.

Flutter, J., & Rudduck, J. (2004). *Consulting pupils: What's in it for schools?* RoutledgeFalmer.

Helmke, A. (2015). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (6. Aufl.). Klett-Kallmeyer.

Noam, G. G., & Triggs, B. B. (2017). Out-of-school time and youth development: Measuring social-emotional development to inform program practice. *International Journal for Research on Extended Education*, 5(1), 20-45.

Röhl, S., Bijlsma, H. J. E., & Rollett, W. (2021). The Process Model of Student Feedback on Teaching (SFT): A theoretical framework and introductory remarks. In W. Rollett, H. J. E. Bijlsma, & S. Röhl (Eds.), *Student feedback on teaching in schools: Using student perceptions for the development of teaching and teachers* (pp. 1-11). Springer.

Röhl, S., & Rollett, W. (2021). Student perceptions of teaching quality: Dimensionality and halo effects. In W. Rollett, H. J. E. Bijlsma, & S. Röhl (Eds.), *Student feedback on teaching in schools: Using student perceptions for the development of teaching and teachers* (pp. 31-45). Springer.

Röhl, S., & Rollett, W. (2021). Jenseits von Unterrichtsentwicklung: Intendierte und nicht-intendierte Nutzungsformen von Schülerfeedback durch Lehrpersonen. In K. Göbel, C. Wyss, K. Neuber, & M. Raaflaub (Hrsg.), *Quo vadis Forschung zu Schülerrückmeldungen?* (S. 167-189). Springer VS.

Rollett, W., Bijlsma, H. J. E., & Röhl, S. (2021). Student feedback on teaching in schools: Current state of research and future perspectives. In W. Rollett, H. J. E. Bijlsma, & S. Röhl (Eds.), *Student feedback on teaching in schools: Using student perceptions for the development of teaching and teachers* (pp. 259-271). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75150-0_16

9. Rückmeldung, Fehlerkultur, Bewertung, Ethos und Verantwortung

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7-74.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112.

Ingenkamp, K. (Hrsg.). (1989). Die Fragwürdigkeit der Zensurengebung: Texte und Untersuchungsberichte (8. Aufl.). Beltz.

Oser, F. K. (1996). Learning from negative morality. *Journal of Moral Education*, 25(1), 67-74.
<https://doi.org/10.1080/0305724960250107>

Oser, F. (2022). Unterrichten ohne Ethos? In C. Berndt, T. Häcker, & M. Walm (Hrsg.), *Ethik in pädagogischen Beziehungen* (S. 133-149). Verlag Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5960-10>

Oser, F., & Althof, W. (1992). *Moralische Selbstbestimmung: Modelle der Entwicklung und Erziehung im Wertebereich*. Klett-Cotta.

Oser, F., & Patry, J. L. (1990). *Choreographien unterrichtlichen Lernens: Basismodelle des Unterrichts*. Pädagogisches Institut der Universität Freiburg.

Oser, F., & Spychiger, M. (2005). *Lernen ist schmerzhaft: Zur Theorie des negativen Wissens und zur Praxis der Fehlerkultur*. Beltz.

10. Pädagogische Beziehung, professionelle Verantwortung, Lehrerpersönlichkeit und Klassenführung

Jürgens, B., & Lübben, K. (2014). *Gruppentraining sozialer Kompetenzen für Kinder und Jugendliche GSK-KJ*. Beltz.

Jürgens, B. (2024). Von der Schulbegleitung zur Klassenassistenz. *Sonderpädagogische Förderung heute*.

Krumm, V. (1988). Wie offen ist die öffentliche Schule? Über die Zusammenarbeit der Lehrer mit den Eltern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 34, 601-620.

Krumm, V. (2003). Wie Lehrer Schüler disziplinieren: Ein Beitrag zur „Schwarzen Pädagogik“. *Pädagogik*, 55(12), 30-34.

Mayr, J., & Paseka, A. (2002). Lehrerpersönlichkeit. *Journal für LehrerInnenbildung*, 2(2), 50-55.

Mayr, J. (2012). Ein Lehramtsstudium beginnen? Ein Lehramtsstudium beginnen lassen? Laufbahnberatung und Bewerberauswahl konstruktiv gestalten. In B. Weyand, M. Justus, & M. Schratz (Hrsg.), *Auf unsere Lehrerinnen und Lehrer kommt es an: Geeignete Lehrer/-innen gewinnen, (aus-)bilden und fördern* (S. 38-57). Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft.

Mayr, J. (2014). Der Persönlichkeitsansatz in der Forschung zum Lehrerberuf: Konzepte, Befunde und Folgerungen. In E. Terhart, H. Bennewitz, & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (2. Aufl., S. 189-215). Waxmann.

Tausch, R., & Tausch, A.-M. (1998). *Erziehungspsychologie: Begegnung von Person zu Person* (11., korr. Aufl.). Hogrefe.

11. Unterrichtsqualität, professionelle Kompetenz und kognitive Aktivierung

Baumert, J., & Kunter, M. (2013). The COACTIV model of teachers' professional competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Eds.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers: Results from the COACTIV project* (pp. 25-48). Springer.

Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133-180.
<https://doi.org/10.3102/0002831209345157>

Jordan, A., Krauss, S., Löwen, K., Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., & Brunner, M. (2008). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. *Journal für Mathematikdidaktik*, 29(2), 83-107.

Klieme, E., Schümer, G., & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: Aufgabenkultur und Unterrichtsgestaltung. In E. Klieme & J. Baumert (Hrsg.), *TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht* (S. 43-57). Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of three basic dimensions. *ZDM Mathematics Education*, 50, 407-426.

Meyer, H. (2004). Was ist guter Unterricht? Cornelsen Scriptor.

12. Unterrichtsqualität, Angebotsqualität, Ganzttag, Schulentwicklung und Lernkultur

Holtappels, H. G. (1994). *Ganzttagsschule und Schulöffnung: Perspektiven für die Schulentwicklung*. Juventa.

Holtappels, H. G. (2008). Organisation und Lernkultur an Ganzttagsschulen. In R. Schulz-Zander (Hrsg.), *Jahrbuch der Schulentwicklung* (Bd. 13, S. 253-284). Juventa.

Rolff, H.-G. (2009). Schulentwicklung, Schulprogramm und Steuergruppe. In H. Buchen & H.-G. Rolff (Hrsg.), *Professionswissen Schulleitung* (S. 296-364). Beltz.

Sauerwein, M., Hannemann, J., & Rollett, W. (2018). Ergänzende Unterscheidungskriterien für die Organisationsform von Ganzttagsschulen: Inhaltliche Breite des Angebotes, konzeptuelle Verbindungen und Zeitorganisation. In K. Drossel & B. Eickelmann (Hrsg.), *Does "What works" work?* (S. 241-258). Waxmann.

Tillmann, K., Lossen, K., Rollett, W., Holtappels, H. G., & Wutschka, K. (2021). Wirkung eines förderorientierten Lernarrangements im Ganzttag auf die Entwicklung des Leseverständnisses von Schülerinnen und Schülern der vierten Jahrgangsstufe. In S. Kielblock, B. Arnoldt, & N. Fischer (Hrsg.), *Individuelle Förderung an Ganzttagsschulen* (S. 179-203). Beltz Juventa.

13. Schulentwicklung, School Effectiveness, School Improvement und Educational Effectiveness

Scheerens, J., & Bosker, R. J. (1997). *The foundations of educational effectiveness*. Pergamon.

Sammons, P., Hillman, J., & Mortimore, P. (1995). *Key characteristics of effective schools: A review of school effectiveness research*. Office for Standards in Education.

Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2008). *The dynamics of educational effectiveness: A contribution to policy, practice and theory in contemporary schools*. Routledge.

Creemers, B. P. M., Kyriakides, L., & Sammons, P. (2010). *Methodological advances in educational effectiveness research*. Routledge.

Creemers, B. P. M., & Kyriakides, L. (2010). Using the dynamic model to develop an evidence-based and theory-driven approach to school improvement. *Irish Educational Studies*, 29(1), 5-23.

Reynolds, D., Hopkins, D., Potter, D., & Chapman, C. (2001). *School improvement for schools facing challenging circumstances: A review of research and practice*. Department for Education and Skills.

14. Schule, Bildungsungleichheit, Reproduktion, Sozialisation und Bildungsentscheidungen

Fend, H. (1981). *Theorie der Schule*. Urban & Schwarzenberg.

Fend, H. (2006). Neue Theorie der Schule: Einführung in das Verstehen von Bildungssystemen. VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Tillmann, K.-J. (1989/1995). Schultheorien. Bergmann + Helbig.

Tillmann, K.-J. (2010). Sozialisierungstheorien: Eine Einführung in den Zusammenhang von Gesellschaft, Institution und Subjektwerdung. Rowohlt.

Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. (1970/1977). La reproduction: Éléments pour une théorie du système d'enseignement / Reproduction in education, society and culture. Minuit / Sage.

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. G. Richardson (Ed.), Handbook of theory and research for the sociology of education (pp. 241-258). Greenwood.

Boudon, R. (1974). Education, opportunity, and social inequality: Changing prospects in Western society. Wiley.

15. Studien- und Berichtsliteratur zur empirischen Bildungsforschung und digitalen Kompetenz

Bos, W., & Schwippert, K. (2002). TIMSS, PISA, IGLU & CO.: Vom Sinn und Unsinn internationaler Schulleistungsuntersuchungen. Bildung und Erziehung, 55(1), 5-23.

Bos, W., Hornberg, S., Arnold, K.-H., Faust, G., Fried, L., Lankes, E.-M., Schwippert, K., & Valtin, R. (Hrsg.). (2007). IGLU 2006: Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Waxmann.

Eickelmann, B., Bos, W., & Labusch, A. (Hrsg.). (2019). ICILS 2018 #Deutschland: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking. Waxmann.

Eickelmann, B., Rollett, W., Weischenberg, J., & Vennemann, M. (2016). Der Erwerb von computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Ganztags- und Halbtagschülerinnen und -schülern. In B. Eickelmann, J. Gerick, K. Drossel, & W. Bos (Hrsg.), ICILS 2013: Vertiefende Analysen zu computer- und informationsbezogenen Kompetenzen von Jugendlichen (S. 33-59). Waxmann.

16. Kriteriumsorientierte Diagnostik, adaptives Testen, Kompetenz, Evaluation und empirische Methodik

Bortz, J. (1984). Lehrbuch der empirischen Forschung: Für Sozialwissenschaftler (unter Mitarbeit von D. Bongers). Springer.

Lienert, G. A. (1986). Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik: Band I (3. Aufl.). Anton Hain.

Lienert, G. A. (1978). Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik: Band II (2. Aufl.). Anton Hain.

Klauer, K. J. (1987). Kriteriumsorientierte Tests: Lehrbuch der Theorie und Praxis lehrzielorientierten Messens. Hogrefe.

Klauer, K. J. (1990). Denktraining für Schulanfänger: Ein neuer Ansatz zur kognitiven Förderung. Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie, 39(5), 150-156.

Klauer, K. J. (1991). Denktraining für Kinder II: Ein Programm zur intellektuellen Förderung. Tafeln. Hogrefe.

Klauer, K. J. (1993). Denktraining für Jugendliche. Hogrefe.

Klauer, K. J., & Leutner, D. (2007). Lehren und Lernen: Einführung in die Instruktionspsychologie. Beltz.

Klauer, K. J. (2011). Transfer des Lernens: Warum wir oft mehr lernen als gelehrt wird. Kohlhammer.

Klauer, K. J., & Phye, G. D. (2008). Inductive reasoning: A training approach. *Review of Educational Research*, 78(1), 85-123.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17-31). Beltz.

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Eds.), *Defining and selecting key competencies* (pp. 45-65). Hogrefe & Huber.

17. Digitale, multimodale und überfachliche Kompetenzdiskurse

Leitgeb, T., Rollett, W., & Zimmermann, A. (2023). Effekte der Teilnahme am Wahlpflichtfach Coding und Robotik auf die Entwicklung des Fähigkeitsselbstkonzepts bei Schüler:innen der Sekundarstufe I im österreichischen Burgenland. *MedienPädagogik*, 279-302.

New London Group. (1996). A pedagogy of multiliteracies: Designing social futures. *Harvard Educational Review*, 66(1), 60-92.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

18. Kommunikation, Interaktion, Sinn, Verantwortung und Entscheidung unter Unsicherheit

Frankl, V. E. (1946). ... trotzdem Ja zum Leben sagen: Ein Psychologe erlebt das Konzentrationslager. Verlag für Jugend und Volk.

Frankl, V. E. (1969). *The will to meaning: Foundations and applications of logotherapy*. World Publishing.

Gigerenzer, G., Todd, P. M., & the ABC Research Group. (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford University Press.

Watzlawick, P., Beavin, J. H., & Jackson, D. D. (1967). *Pragmatics of human communication: A study of interactional patterns, pathologies, and paradoxes*. W. W. Norton.

19. Aufgaben, Kreativität, Erfahrung und explorative Lernzugänge

Blumschein, P. (Hrsg.). (2014). *Lernaufgaben – Didaktische Forschungsperspektiven*. Julius Klinkhardt.

Colerus, E. (1934). *Vom Einmaleins zum Integral: Mathematik für jedermann*. Paul Zsolnay Verlag.

Colerus, E. (1935). *Vom Punkt zur vierten Dimension: Geometrie für jedermann*. Paul Zsolnay Verlag.

Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.

Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 5(9), 444-454.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Rhodes, M. (1961). An analysis of creativity. *Phi Delta Kappan*, 42(7), 305-310.

20. Berufsorientierung, Übergänge und Zukunftsentscheidungen

Gottfredson, L. S. (1981). Circumscription and compromise: A developmental theory of occupational aspirations. *Journal of Counseling Psychology Monograph*, 28(6), 545-579.

Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, 45(1), 79-122.

Scharenberg, K., & Rollett, W. (2023). Schools as differential environments for students' development: How tracking and school composition affect students' transition after the end of compulsory education. *Swiss Journal of Sociology*, 49(2), 291-313. <https://doi.org/10.2478/sjs-2023-0016>

21. Inklusion, soziale Teilhabe, Klassenkomposition und Förderarrangements

Prenzel, A. (1993/2018). *Pädagogik der Vielfalt: Verschiedenheit und Gleichberechtigung in Interkultureller, Feministischer und Integrativer Pädagogik*. Springer VS.

Booth, T., & Ainscow, M. (2002). *Index for inclusion: Developing learning and participation in schools*. Centre for Studies on Inclusive Education.

Werning, R. (2014). Stichwort: Schulische Inklusion. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17(4), 601-623.

Scharenberg, K., Rollett, W., & Bos, W. (2019). Do differences in classroom composition provide unequal opportunities for academic learning and social participation of SEN students in inclusive classes in primary school? *School Effectiveness and School Improvement*, 30(3), 309-327.

Scharenberg, K., Röhl, S., & Rollett, W. (2020). Who are your friends in class? Classroom composition effects on students' reciprocal friendship nominations. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 52(3-4), 75-87.

22. Lizenz und Nutzungshinweis

Creative Commons. (o. J.). Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0): Legal code. Creative Commons.

Creative Commons. (o. J.). Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0): Deed. Creative Commons.

Glossar zentraler Modellbegriffe

Anschlussfähigkeit: Bezeichnet die Qualität eines Lernschritts, sinnvoll an Vorwissen, Aufgabe, Material, Ziel und weiteren Bearbeitungsbedarf anzuschließen.

Dashboard: Bezeichnet eine mögliche digitale Form der operativen Lernoberfläche. Ein Dashboard kann Funktionen, Rückmeldungen, Nutzungsmuster oder Verantwortungsrisiken anzeigen, ersetzt aber keine pädagogische Deutung oder Bewertung.

Fehlerfreundlichkeit: Bezeichnet eine Rückmelde- und Lernkultur, in der Fehler, Fehlschlüsse, Drift, Überforderung und Missverständnisse als Hinweise auf bearbeitbare nächste Schritte genutzt werden, ohne fachliche Ansprüche aufzugeben.

Funktion: Bezeichnet im Modell eine Leistung im Lern- oder Wissensarbeitsprozess. Eine Funktion macht einen Übergang möglich, stabilisiert ihn oder reguliert ihn. Beispiele sind Klären, Verstehen, Ordnen, Prüfen, Kommunizieren, Koordinieren oder Verantworten.

Funktionsraum: Bezeichnet den Raum möglicher individueller und kooperativer Funktionen. Er dient als diagnostische Tiefenstruktur, wird didaktisch aber nur in der jeweils notwendigen Auflösung sichtbar gemacht.

Funktionsraummodell: Bezeichnet den theoretischen Bezugsrahmen, mit dem Lern- und Wissensarbeit als Abfolge funktionaler Übergänge beschrieben wird. Es fragt nicht zuerst nach Werkzeugen oder Produkten, sondern danach, welche Funktionen einen Lernprozess anschlussfähig, fortsetzbar und verantwortbar machen.

Interaktion / User-KI-Interaktion: Bezeichnet im Funktionsraummodell eine Sequenz funktionaler Übergänge zwischen menschlichen Arbeitsabsichten, KI-generierten Beiträgen, Rückbindungen, Prüfungen und Folgeanschlüssen. Die Interaktion ist gelingend, wenn User und KI nicht bloß sprachlich aufeinander reagieren, sondern wenn die jeweilige Wissensarbeitsfunktion erkannt, passend unterstützt, durch den User gesteuert, an Ziel und Kontext rückgebunden und in ihren Folgen verantwortet wird.

Kompetenzmodell: Bezeichnet die strukturierte Beschreibung der Fähigkeiten, die Lernende für funktionale Mensch-KI-Interaktion entwickeln sollen: funktionale Orientierung, Kontextualisierung, Prozesssteuerung, Prüfung und Rückbindung, Übergangskompetenz sowie kooperative und verantwortliche Nutzung.

Kriteriale Bewertung: Bezeichnet Bewertung anhand transparenter Kriterien und Kompetenzen, nicht anhand unspezifischer Vergleiche. Sie kann formativ nächste Lernschritte unterstützen und summativ Entwicklungsstände dokumentieren.

Legitimität: Bezeichnet die pädagogische Vertretbarkeit eines Lernübergangs im Verhältnis zu Eigenleistung, Fairness, Teilhabe, Autorenschaft, Datenschutz, Bewertung, Zuständigkeit und Folgen.

Operative Lernoberfläche: Bezeichnet die konkrete didaktische Umsetzung des Modells in Aufgaben, Reflexionsfragen, Kriterienrastern, Lernjournalen, Gesprächsformen oder digitalen Oberflächen. Sie macht ausgewählte Funktionen und Rückmeldungen sichtbar.

Partizipation: Bezeichnet die gerahmte Beteiligung Lernender an Aufgaben, Lernwegen, Rückmeldung, Regeln der KI-Nutzung, Gruppenprozessen und Weiterentwicklung von Lernangeboten. Partizipation bedeutet nicht Abgabe pädagogischer Verantwortung.

Rückbindung: Bezeichnet die Prüfung und Einordnung eines Beitrags, einer KI-Ausgabe oder eines Arbeitsschritts an Aufgabe, Ziel, fachlichen Kriterien, sozialem Kontext und Verantwortung. Rückbindung verhindert, dass Ergebnisse unverbunden oder ungeprüft weiterverwendet werden.

Scaffolding: Bezeichnet zeitweilige, adaptive Unterstützung, die Lernenden den nächsten tragfähigen Schritt ermöglicht. Im Modell kann dies durch Leitfragen, Beispiele, Kriterien, Rollenhilfen, Strukturierungen oder Rückmeldung erfolgen.

Schülerperspektive: Bezeichnet die Sicht der Lernenden auf Aufgaben, Unterstützung, Beteiligung, Herausforderung, Verständlichkeit und soziale Einbettung. Sie zeigt, ob ein didaktisches Angebot tatsächlich als bearbeitbare Lerngelegenheit ankommt.

Selbstkonzeptentwicklung: Bezeichnet die Entwicklung eines tragfähigen Selbstverständnisses als fachlich handlungsfähige, sozial eingebundene und verantwortlich mitgestaltende Person.

Selbstwirksamkeit: Bezeichnet im Modell die Erfahrung, Lernprozesse durch eigene Klärung, Auswahl, Prüfung, Rückbindung, Strategieanpassung und Kooperation beeinflussen zu können.

Stabilität: Bezeichnet die Qualität eines Lernprozesses, geordnet, überprüfbar und fortsetzbar zu bleiben. Stabilität bedeutet nicht Starrheit, sondern tragfähige Weiterarbeit.

Übergang: Bezeichnet den Schritt von einer Prozesslage in eine andere, etwa von einer Frage zu einer Klärung, von Material zu einer Ordnung, von einem Entwurf zu einer Prüfung oder von einem Beitrag zu einer gemeinsamen Entscheidung.

Verantwortung: Bezeichnet die Pflicht, Nutzung, Prüfung, Begrenzung und Folgen von KI-unterstützten Lernschritten nicht an KI zu delegieren, sondern menschlich und institutionell zurechenbar zu halten.

Verlaufsdaten: Bezeichnen Daten oder Hinweise aus Lernprozessen, etwa zu Funktionswahl, Nutzungsmustern, Rückmeldungen oder Bearbeitungsverläufen. Sie können Reflexion unterstützen, begründen aber allein keine Kompetenzdiagnose, Bewertung oder Freigabeentscheidung.

Zone der nächsten Entwicklung: Bezeichnet im Modell die jeweils nächste bearbeitbare Entwicklungsanforderung: eine Funktion, Rückbindung, Kooperation oder Verantwortungsprüfung, die Lernende noch nicht vollständig selbstständig, aber mit angemessener Unterstützung bewältigen können.