

Gemini Notebook

Ein vernetztes Ökosystem für die technische Bildung

Das Bildungsportal Technik verbindet fünf didaktische Säulen zu einem systematischen Lernprozess:



Gemini Notebook

Die Herausforderung: Begrenzte kognitive Verarbeitungskapazität

Lernen ist der Aufbau und die Vernetzung fachlicher Wissensstrukturen.

Komplexe Fachinhalte

Fachliche Schemata im Langzeitgedächtnis



Das Arbeitsgedächtnis – Kognitiver Flaschenhals

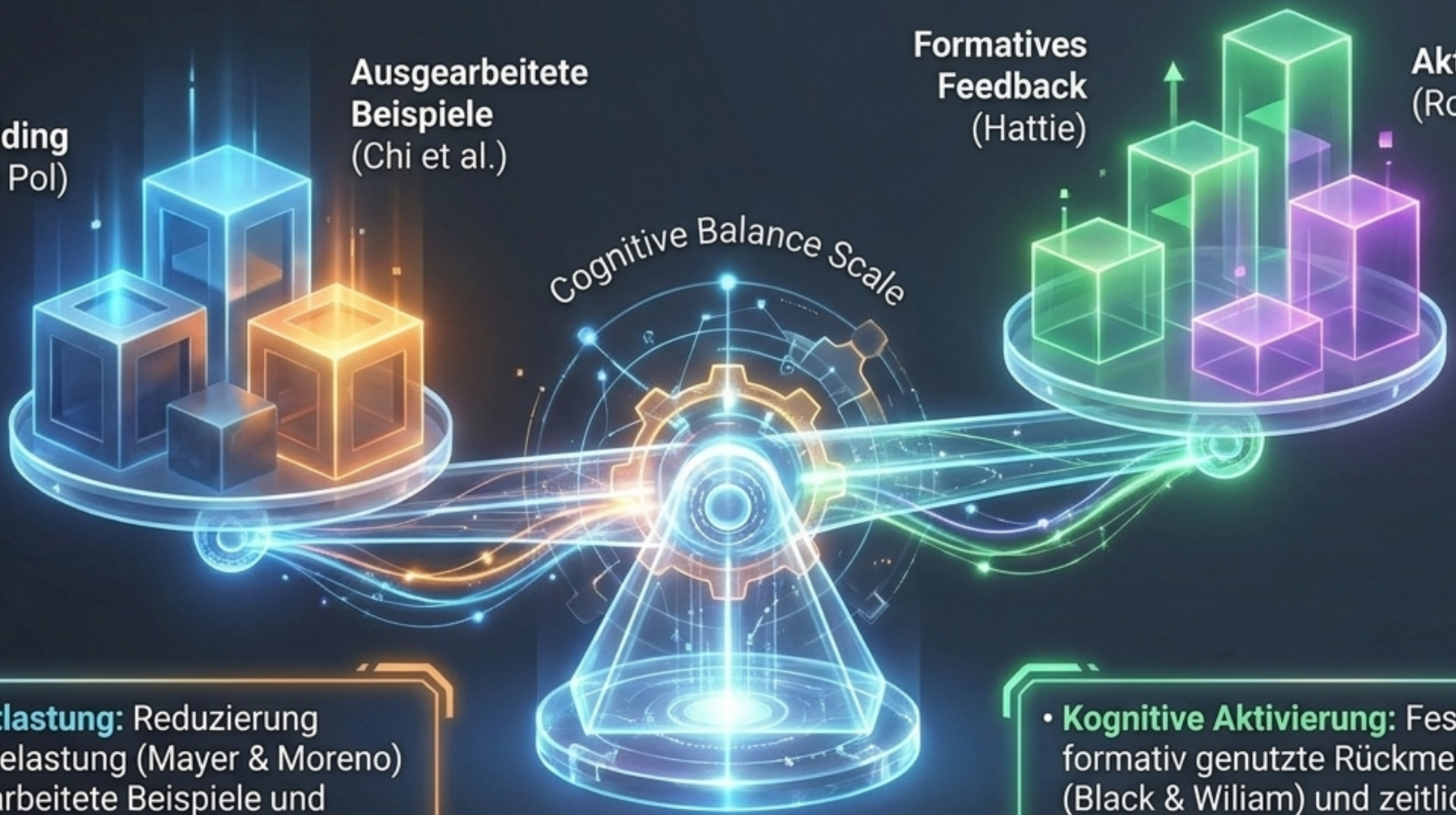
- **Die kognitive Belastung (Sweller, 1988):** Komplexe Suchprozesse blockieren Kapazitäten, die für den Schema-Aufbau benötigt werden.
- **Die didaktische Konsequenz (Kirschner, Sweller, Clark, 2006):** Explizite fachliche Anleitung ist bei neuen, komplexen Inhalten unerlässlich.

Lösung in HJO5.0: Fachlich zusammenhängende Erkenntnisschritte, die Arbeitsgedächtnis-Ressourcen schonen.

Gemini Notebook

Wissenschaftliche Fundierung: Die kognitive Balance

Das System balanciert Anleitung und Selbstständigkeit durch evidenzbasierte Lernprinzipien:



- **Kognitive Entlastung:** Reduzierung irrelevanter Belastung (Mayer & Moreno) durch ausgearbeitete Beispiele und bedarfsgerechtes Scaffolding.

- **Kognitive Aktivierung:** Festigung durch formativ genutzte Rückmeldungen (Black & Wiliam) und zeitlich verteiltes, aktives Abrufen (Dunlosky).

Gemini Notebook

Der didaktische Werkzeugkasten: Die HJO5.0 App-Familie

Neun spezialisierte Werkzeuge, farbcodiert nach ihrer didaktischen Funktion.

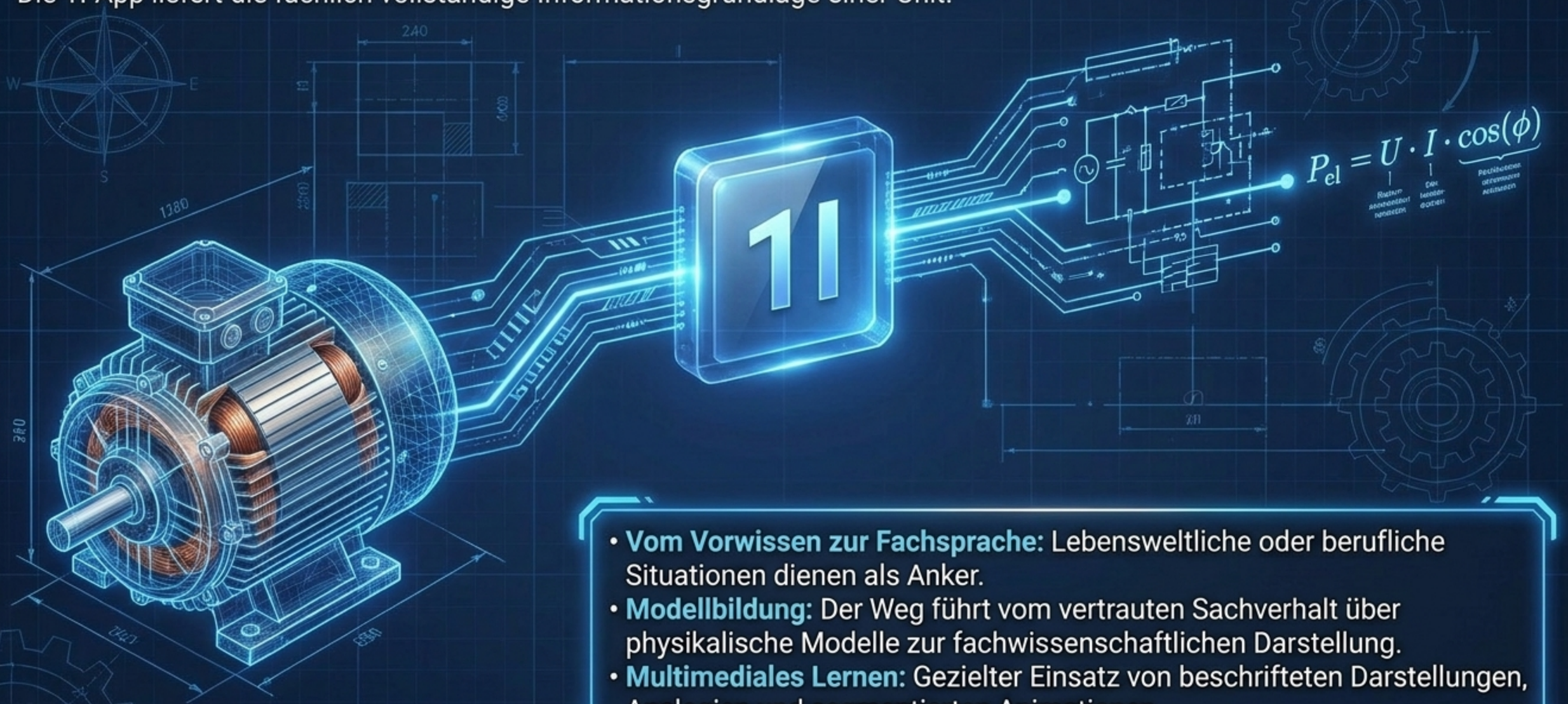
- **Blau (Verstehen): 1I** (Info)
- **Orange (Anwenden): 2S** (Selbst), **3L** (Lösung), **4E** (Experte)
- **Grün (Vertiefen): 5V** (Viele), **6M** (Musterlösung), **7P** (Profi)
- **Violett (Überprüfen): 8T** (Test), **9K** (Klausur)



Gemini Notebook

Phase 1: Das Fundament aus Theorie und Vorwissen

Die 1I-App liefert die fachlich vollständige Informationsgrundlage einer Unit.



- **Vom Vorwissen zur Fachsprache:** Lebensweltliche oder berufliche Situationen dienen als Anker.
- **Modellbildung:** Der Weg führt vom vertrauten Sachverhalt über physikalische Modelle zur fachwissenschaftlichen Darstellung.
- **Multimediales Lernen:** Gezielter Einsatz von beschrifteten Darstellungen, Analogien und segmentierten Animationen.

Gemini Notebook

Phase 2: Die Grundschleife (Baseline-Kompetenz)

Fokus auf den schrittweisen Aufbau fachlicher Lösungsstrategien.



- **2S (Selbst):** Eigenständige Bearbeitung technischer Grundaufgaben (Rechnen, Skizzieren, Begründen).
- **3L (Lösung):** Vollständige, nachvollziehbare Musterlösungen für den unmittelbaren Abgleich.
- **4E (Experte):** Gestufte Denkanstöße und begründete Zwischenschritte zur Vermeidung von Frustration.

Ziel: Grundlegendes Verstehen, korrekte Ansätze und gesicherte Referenzwege.

Gemini Notebook



Phase 3: Die Vertiefungsschleife (Individuelle Förderung)

Individuelle Skalierung, Festigung und flexibler Transfer.

- **5V (Viele):** Ein Pool von 3 bis 10 zusätzlichen Aufgaben je Schwierigkeitsgrad (XS, M, XL).
- **6M (Musterlösung):** Ergebnisse fachlich sichern, inklusive Einheiten, Schaltbildern und Messwertkontrollen.
- **7P (Profi):** Anspruchsvolle XL-Aufgaben schrittweise erschließen.

Ziel: Flüssigkeit (Fluency), variiertes Üben (Interleaving) und langfristige Verfügbarkeit durch wiederholten aktiven Abruf.

Gemini Notebook

Phase 4: Diagnostik und Leistungsbewertung

Systematische Überprüfung des Kompetenzerwerbs anhand offengelegter Erwartungshorizonte.



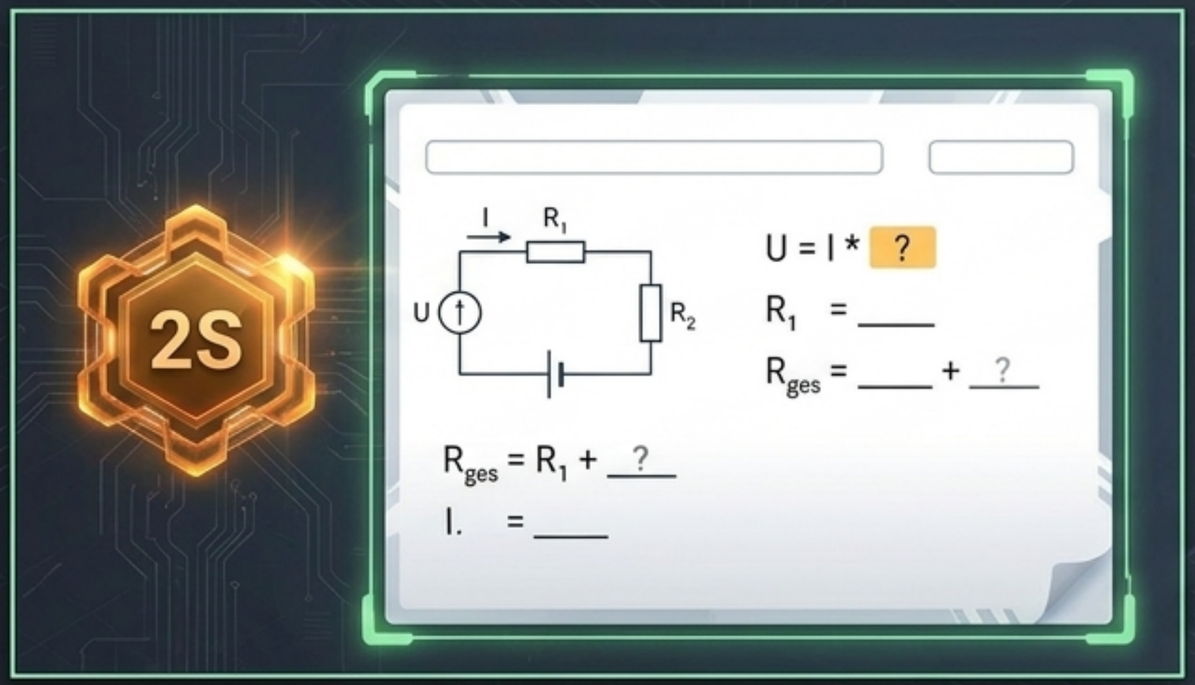
- **8T (Test):** Diagnostiziert den erreichten Stand einer spezifischen Unit. Trennt automatisierbare Anteile von manuell zu bewertenden Fachbegründungen.
- **9K (Klausur):** Fachlich festgelegter Prüfungsbereich über mehrere Units. Erschließt neue Kontexte und überprüft den Transfer.

Gemini Notebook

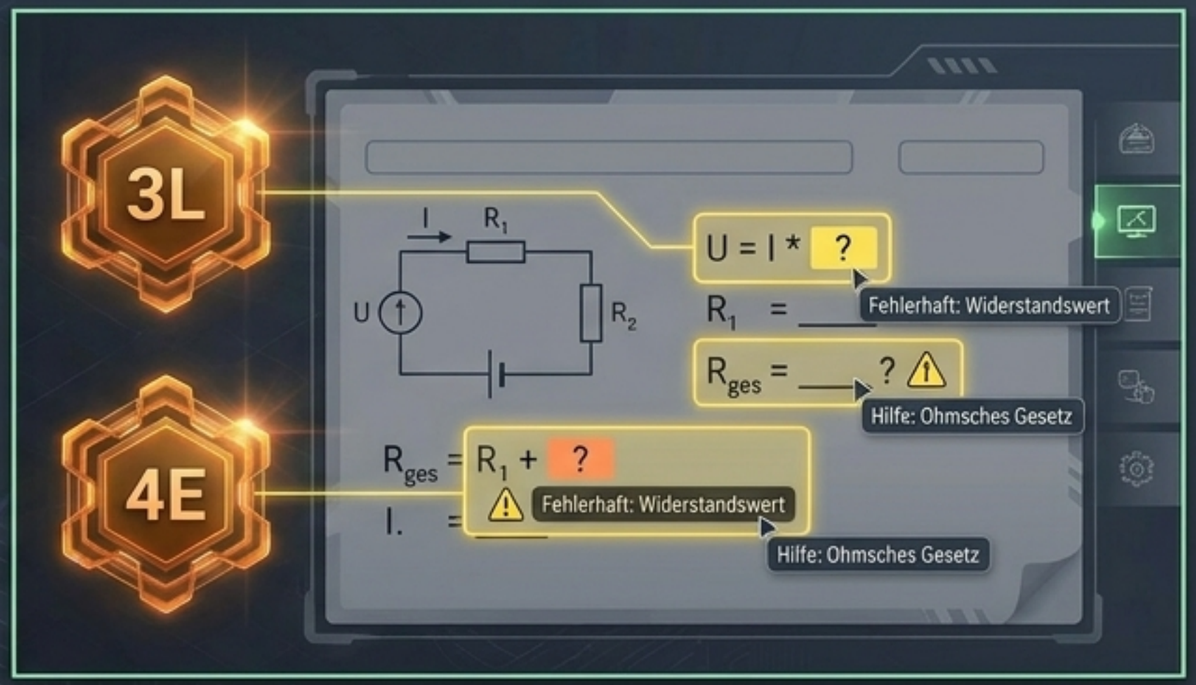
Das Didaktische Getriebe im Präsenzunterricht

Das Gemeinsame Lösungsgespräch ermöglicht eine adaptive Standortbestimmung.

Ansicht der Lernenden



Ansicht der Lehrkraft

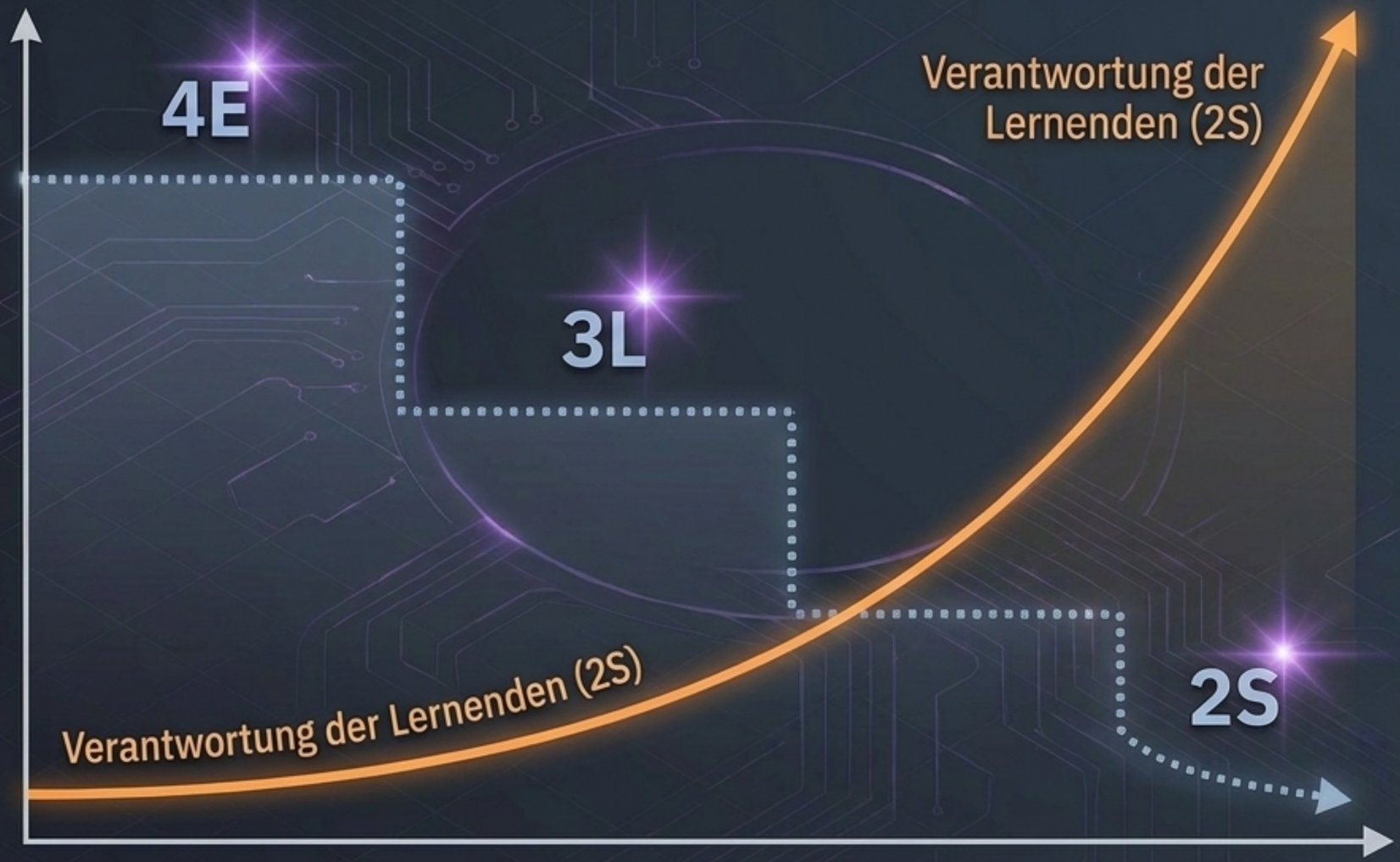


- **Die Bearbeitungsphase:** Lernende entwickeln Ansätze in 2S. Lehrkraft beobachtet.
- **Der Bildschirm-Split:** Lehrkraft zeigt links den 2S-Ansatz, rechts die schrittweise Freigabe der 3L-Lösung oder 4E-Hilfen.
- **Die Sicherung:** Gezielte Rückfragen an unterschiedliche Lernende machen den erreichten Verständnisstand sichtbar.

Gemini Notebook

Scaffolding: Der schrittweise Verantwortungsübergang

Unterstützung entsprechend dem erkennbaren Bedarf (van de Pol et al., 2010).



1. **Hohe Lenkung (4E):** Gestufte Denkanstöße bei erhöhtem Unterstützungsbedarf während der Bearbeitung.
2. **Modellierung (3L):** Abgleich mit der idealen Musterlösung zur Korrektur von Fehlvorstellungen.
3. **Autonomie (2S / 5V):** Erneuter Lösungsversuch mit einer vergleichbaren Aufgabe, nun mit minimaler Hilfe.

Gemini Notebook

Zwei Schleifen, zwei didaktische Ziele

Dimension	Die Grundschleife (Orange)	Die Vertiefungsschleife (Grün)
Beteiligte Apps	2S, 3L, 4E	5V, 6M, 7P
Kognitives Ziel	Aufbau korrekter Ansätze & Baseline-Sicherung	Fluency, Routinisierung & komplexer Transfer
Aufgabenvolumen	Zentrale Grundaufgaben der Unit	9 bis 30 variierte Aufgaben je Fach-Tab
Differenzierung	Homogen (für alle Lernenden identisch)	Heterogen (Auswahl nach Niveau XS, M, XL)
Lehrkraft-Rolle	Begleitend, formativ intervenierend	Diagnostizierend, individuell fördernd

Gemini Notebook

Lernprozessbegleitung durch strukturierte Daten

Formatives Feedback erfordert eine präzise Erfassung der Lernstände.

- Save2Download: Sichert den asynchronen Bearbeitungsstand (Rechenwege, Zeichnungen, Lerntagebuch) dezentral für die Lernenden.

- Export2CSV: Aggregiert Aufgabenkennungen, Bearbeitungsstände und Fehlerhäufigkeiten.



- Der Lehrkraft-Nutzen: Erkenntnisse für die gezielte Besprechung systematischer Fehler und die Planung passgenauer Förderung.

Gemini Notebook

Das Umgebungskonzept: Das gemeinsame Unit-Labor

Keine isolierten Arbeitsblätter, sondern eine durchgängige technische Lernumgebung.



1I — 1I (Verstehen): Führt die Bauteile, Messpunkte und das physikalische Modell ein.

2S — 2S (Anwenden): Nutzt exakt dasselbe Modell für erste Berechnungen und Beobachtungen konstanter Parameter.

5V — 5V (Vertiefen): Erweitert das Modell um komplexe Parameter, Belastungen und Fehlerdiagnostik.

Ein konsistenter Laborzustand garantiert fachliche Identität über alle Phasen hinweg.

Gemini Notebook

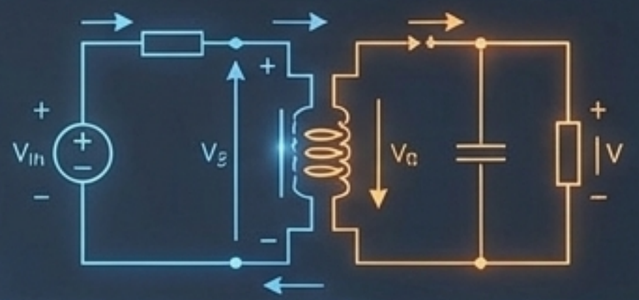
Multiple Repräsentationen technischer Zusammenhänge

Der nahtlose Wechsel zwischen Abstraktionsebenen fördert tiefes Fachverständnis (Ainsworth, 2006).

Physische Repräsentation



Abstrakte Repräsentation



Mathematische Repräsentation

$$\frac{dV}{dt} = v_s \cdot \frac{d\varepsilon_0}{dt} \qquad M = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdot \\ 0 & -1 & \cdot \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \qquad Z = R + j\omega L$$

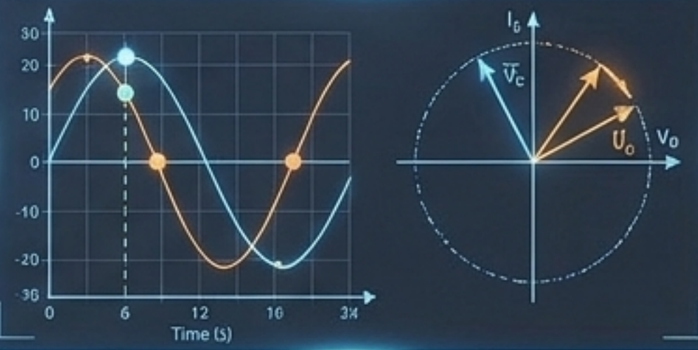
$$\frac{dV_{xy}}{dt} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \qquad Z = R + j\omega L \qquad \frac{dV}{dt} = m\dot{I}_2 + \frac{I}{2l}$$

$$Z_g = \frac{d(\phi - \vartheta)}{dt} + j\omega L \qquad Z = R + j\omega L \qquad I = \frac{1}{2} I\omega d$$

$$V_{ik} = \frac{1}{2} f - 0 \qquad V_R E = \frac{1}{2} E \cdot 0 \qquad E = \frac{1}{2\mu^2} t + \frac{\partial}{\partial t}$$

$$V_B = \frac{1}{3} lt^2 - 0 \qquad V_B \vec{E} = 0$$

Dynamische Repräsentation



- **Interaktive Verknüpfung:** Rechnungen werden unmittelbar mit beobachtbaren Schaltbildern, Kennlinien oder Zeigerbildern verknüpft.
- **Angeleitete Simulation:** Lernende verändern Parameter, sagen Wirkungen voraus und vergleichen berechnete Werte mit den simulierten Messdaten.
- **Fachliche Grenzen:** Jedes Modell benennt transparent seine physikalischen Konstanten, Einheiten und Modellgrenzen.

Gemini Notebook

Die Differenzierungs-Matrix: Aufgabenstufen (XS, M, XL)

Individuelle Förderung im V-Pool (5V) durch fachlich skalierte Anspruchsniveaus.

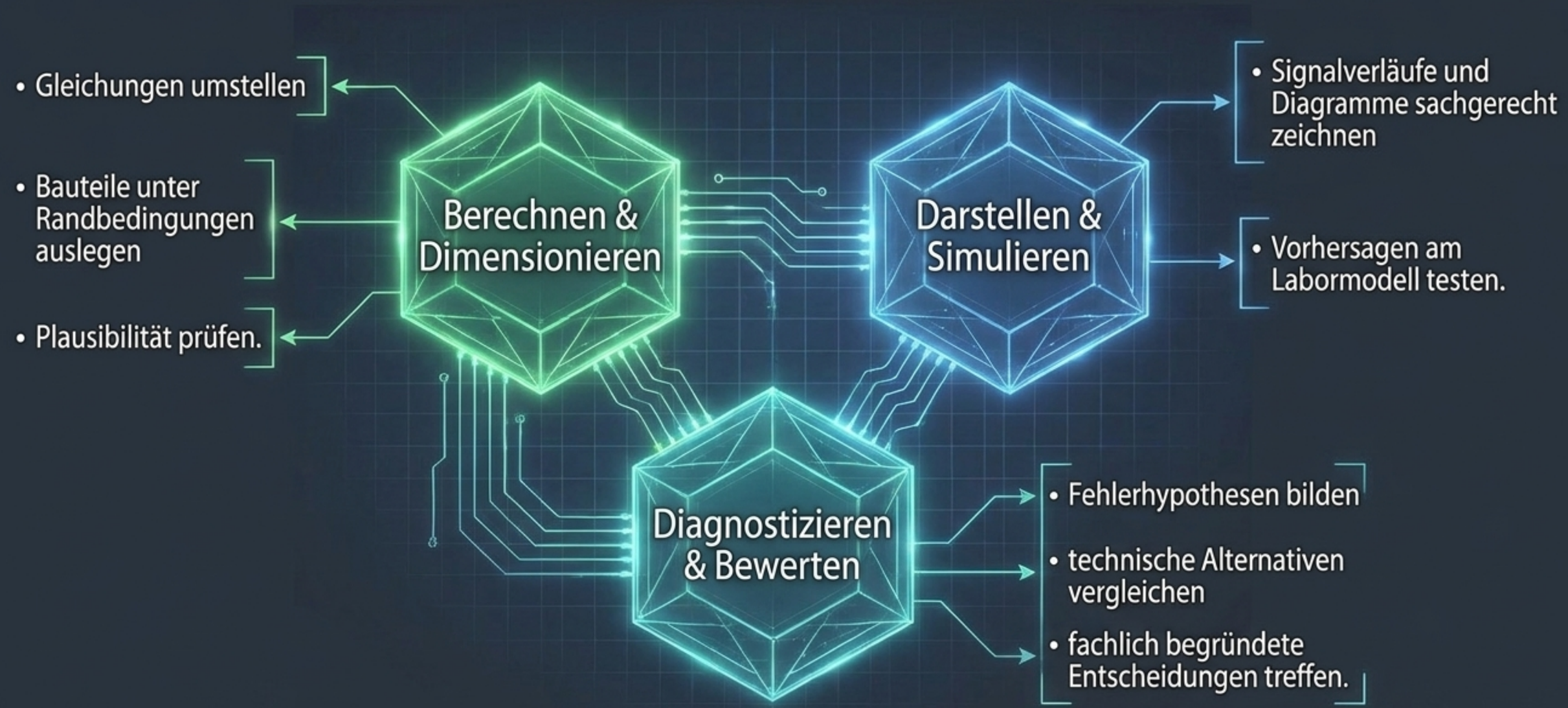


Stufe	Fachliche Anforderung	Kognitive Denkhandlung
XS (Einfach)	Grundbegriffe & direkte Beziehungen	Größe zuordnen, bekannte Formel direkt anwenden.
M (Normal)	Zusammenhängende Anwendung	Mehrschrittige Berechnung, begründete Standarddiagnose.
XL (Komplex)	Vernetzung, Transfer & Bewertung	Mehrere Einflussgrößen beurteilen, komplexe Fehler analysieren.

Gemini Notebook

Der fachliche Schwerpunkt: Technisch-mathematische Handlungen

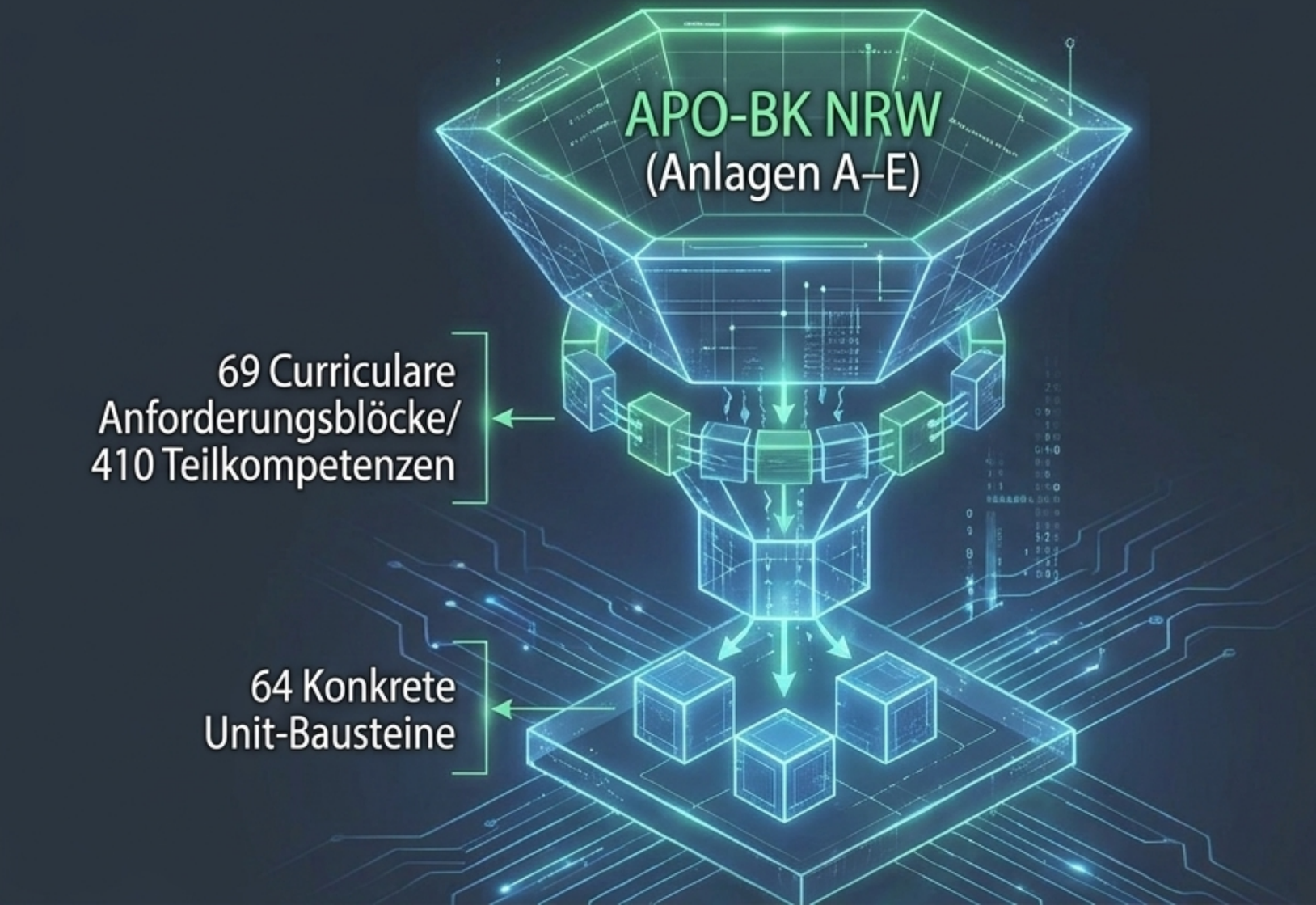
HJO5.0 fokussiert auf ingenieurwissenschaftliche Kompetenzen (ET, Mechatronik, Physik).



Gemini Notebook

Curriculare Anbindung: Die Kompetenzmatrix

Nahtlose Integration in die nordrhein-westfälischen Bildungspläne.



- Vom Bildungsplan zur Unit: Systematische Übersetzung von Vorgaben in beobachtbare Handlungen.
- Flexibler Geltungsbereich: Adaptierbar für duale Ausbildung (EGS, Mechatronik), Fachhochschulreife (ING, TI) und Berufliches Gymnasium.
- Planungssicherheit: Stabile Aufgaben-IDs und reproduzierbare Varianten sichern die Verlässlichkeit der kompetenzorientierten Ausbildung.

Gemini Notebook

Flexible Unterrichtsorganisation im Berufskolleg

Die App-Familie passt sich der gewählten Sozialform und Methodik an.

1I

2S

3L

Adaptives Unterrichtsgespräch



Die Lehrkraft steuert 1I, 2S und 3L interaktiv über Smartboards; Lernende bringen eigene Erklärungen ein.

1I

Flipped Classroom / Lernbüro



Selbstständige Vorbereitung mit 1I, gefolgt von tiefgehender Projektarbeit und Differenzierung durch 5V im Unterricht.

5V

Selbst- und Fernstudium



Völlig eigenständige Navigation durch Theorie, Grund- und Vertiefungsschleife, gestützt durch die 4E- und 7P-Assistenzsysteme.

4E

7P

Gemini Notebook

Synthese: Ein System für berufliche Exzellenz

HJO5.0 ist keine Ansammlung digitaler Arbeitsblätter, sondern ein wissenschaftlich fundiertes didaktisches Getriebe.

- **Evidenzbasiert:** Basiert auf Cognitive Load Theory und Formativem Feedback.
- **Differenziert:** Ein durchgängiges Unit-Labor ermöglicht Skalierung von XS bis XL.



Berufliche Handlungskompetenz

Messbares technisches Handeln

- **Kohärent:** Eine stringente App-Familie verknüpft Theorie, Anwendung und Diagnose.
- **Kompetenzorientiert:** Direkte Übersetzung curricularer Ziele in messbares technisches Handeln.

Gemini Notebook