

FORUM DIAGNOSTIK SPRACHE

dgs

 Die Ziegler'schen 

 Baden-Württemberg
Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung (ZSL)

Juniorprof. Dr. Heiko Holz @ Forum Diagnostik Sprache

Digitale Tools und KI in der Diagnostik früher literaler Fähigkeiten und des Schriftspracherwerbs

Werdegang





Welche Erfahrungen
haben Sie mit digitalen
Tools / KI in der
Diagnostik gemacht?



Think-Pair-Share



5 min

1. Think (2 min)

- Nehmen Sie euch kurz Zeit und überlegt euch
 - Welche positiven oder negativen Erfahrungen haben Sie bisher gemacht?
 - Wo sehen Sie Chancen von Digitalisierung und KI?

2. Pair (2 min)

- Tauschen Sie sich paarweise über eure Ergebnisse aus

3. Share (1 min)

- Teilen Sie Ihre Gedanken im menti
- Besuchen Sie [menti.com](https://www.menti.com) und benutzen Sie den Code **3132 3472**





Welche Erfahrungen
haben Sie mit digitalen
Tools / KI in der
Diagnostik gemacht?



Think-Pair-Share



5 min

1. Think (2 min)

- Nehmen Sie euch kurz Zeit und überlegt euch
 - Welche positiven oder negativen Erfahrungen haben Sie bisher gemacht?
 - Wo sehen Sie Chancen von Digitalisierung und KI?

2. Pair (2 min)

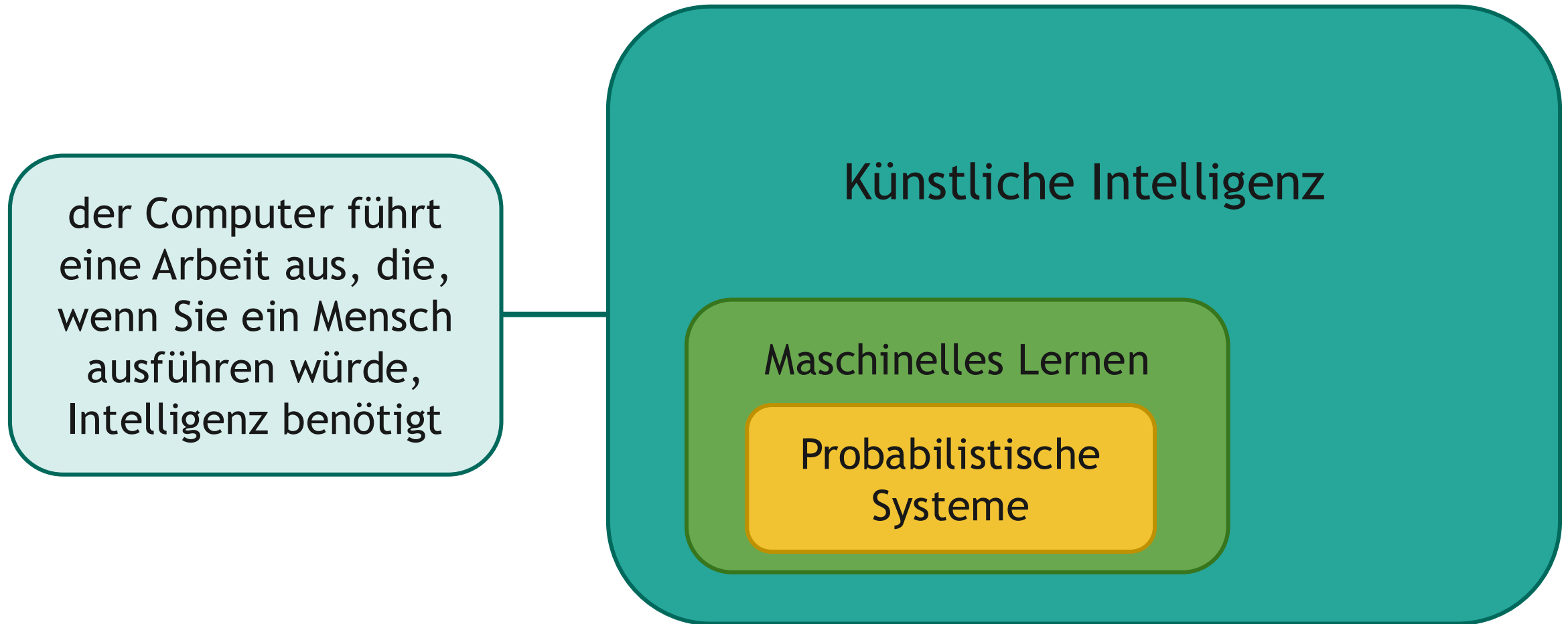
- Tauschen Sie sich paarweise über eure Ergebnisse aus

3. Share (1 min)

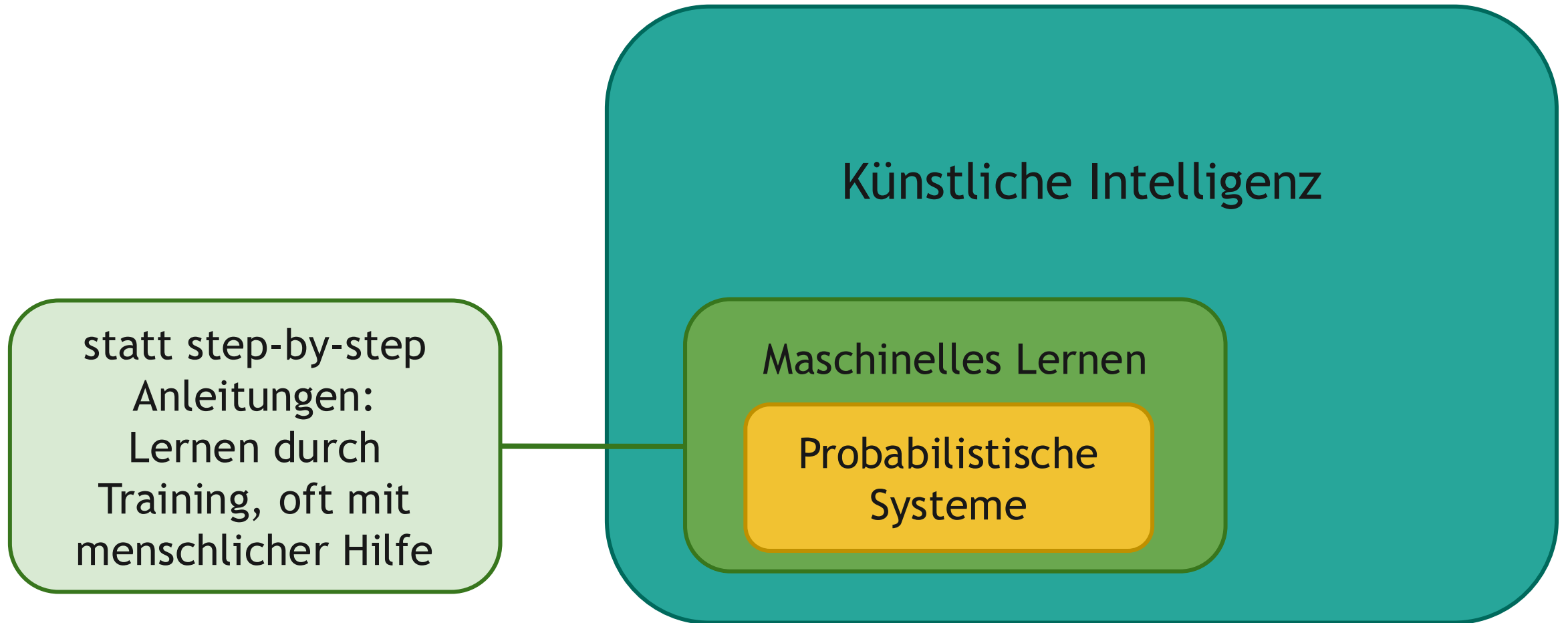
- Teilen Sie Ihre Gedanken im menti
- Besuchen Sie [menti.com](https://www.menti.com) und benutzen Sie den Code **3132 3472**



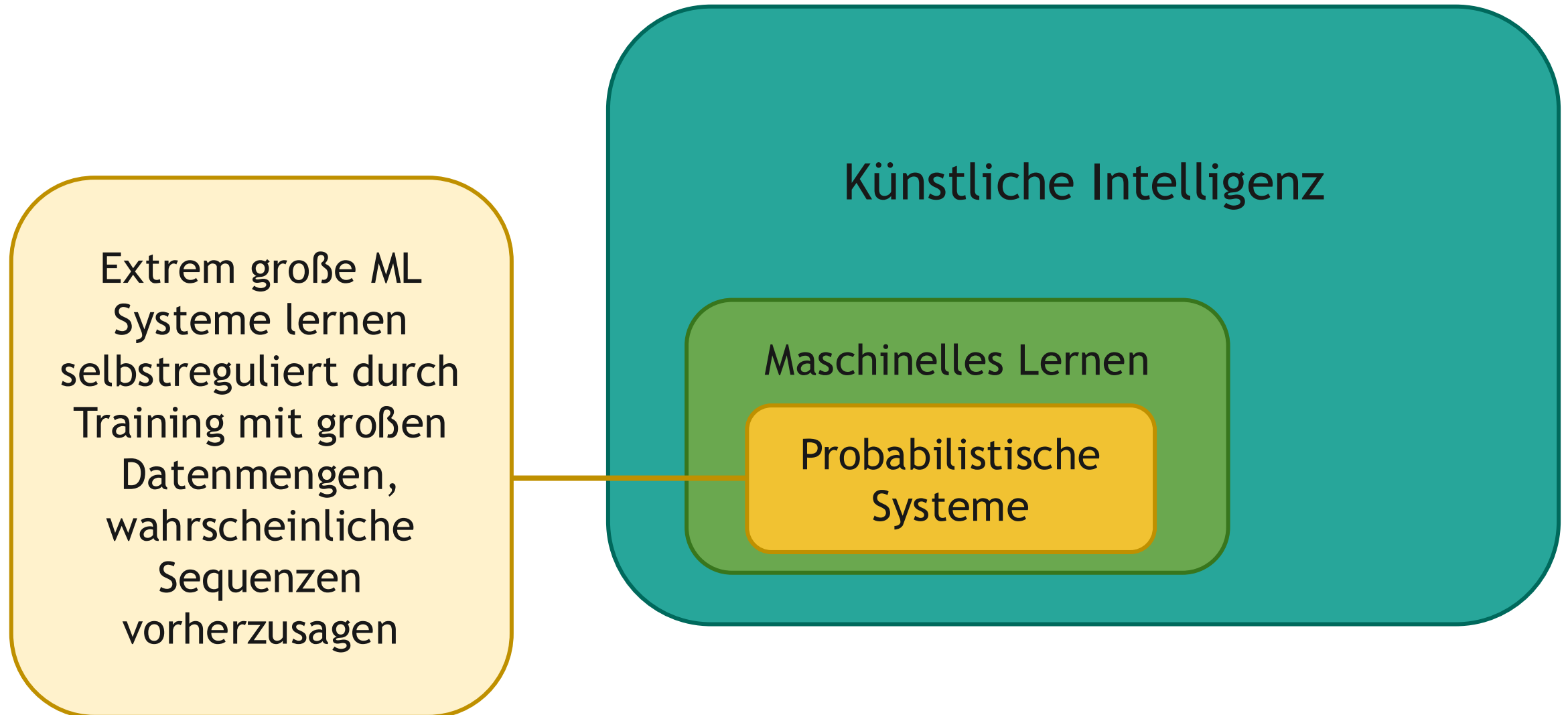
Was ist Künstliche Intelligenz?



Was ist Künstliche Intelligenz?



Was ist Künstliche Intelligenz?



Künstliche Intelligenz (KI, Artificial Intelligence, AI)
KI umfasst Methoden, die Computer in die Lage versetzen, menschliches Verhalten nachzuahmen. Dadurch können sie lernen, Entscheidungen treffen, **Muster erkennen** und Probleme auf eine Weise lösen, die der menschlichen Intelligenz ähnelt.

Algorithmen
Algorithmen sind **klare, schrittweise Anleitungen**, die ein Problem lösen oder eine Aufgabe ausführt. Sie folgen **festen Regeln** und verarbeiten Eingaben, um ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen.

Maschinelles Lernen (Machine Learning, ML)
ML ist ein Teilbereich der KI und verwendet Algorithmen, die Modelle auf großen Datensätzen **trainieren**, um in diesen Daten **Muster zu erkennen**. So können Maschinen lernen und sich anpassen. ML-Algorithmen können auf **gelabelten Daten (überwacht)** oder **ungelabelten Daten (unüberwacht)** ausgeführt werden.

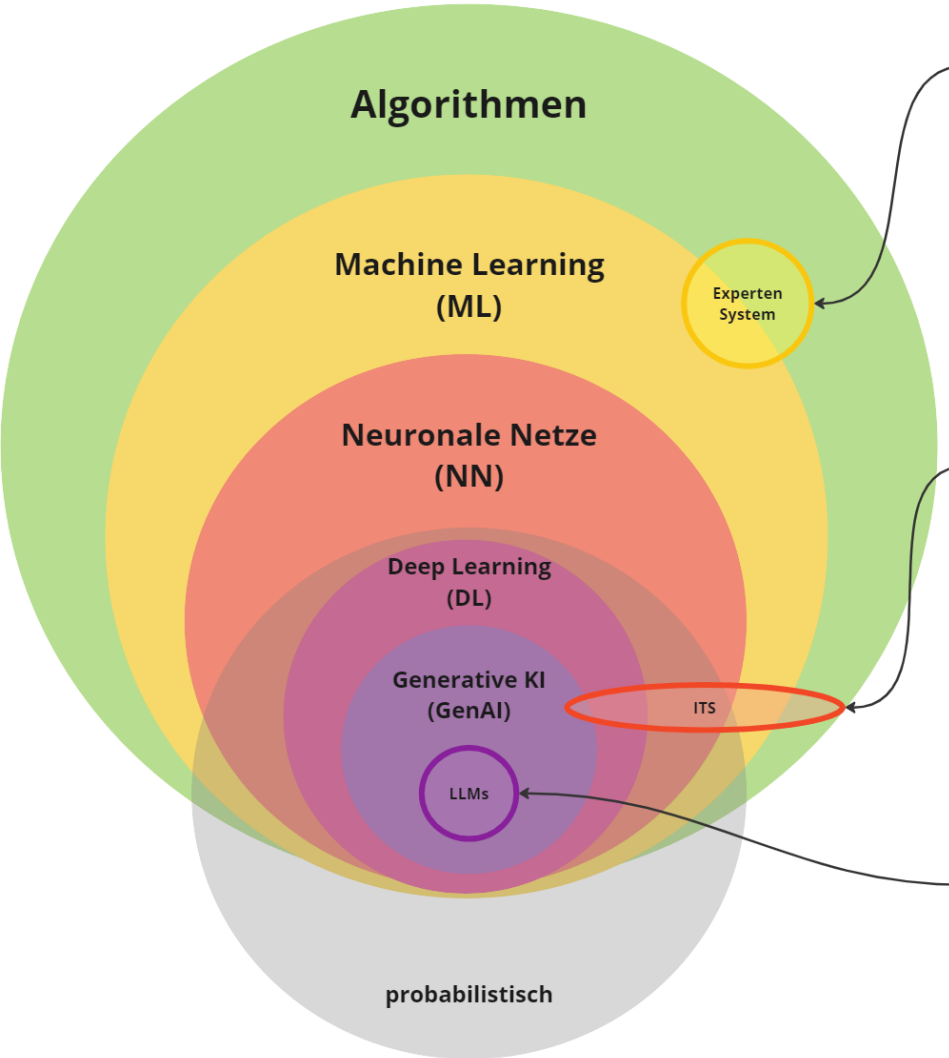
Neuronales Netz (Neural Network, NN)
Ein neuronales Netz ist ein von der Funktionsweise des menschlichen Gehirns inspiriertes Modell. Es besteht aus Schichten künstlicher Neuronen (**Perzeptrone**), die miteinander verbunden sind und **Muster** in Daten lernen können, um Vorhersagen oder Entscheidungen zu treffen.

Tiefe neuronale Netze (Deep Learning, DL)
DL ist ein Teilbereich des ML, der neuronale Netzwerke für detaillierte Datenverarbeitung und analytische Aufgaben nutzt. DL verwendet mehrere Schichten künstlicher neuronaler Netzwerke, um aus **großen Datenmengen (Big Data)** Merkmale und Muster zu extrahieren, und simuliert dabei, wie das menschliche Gehirn die Welt wahrnimmt und versteht.

Generative KI (Generative AI, GenAI)
Generative KI ist ein Teilbereich des DL, der Inhalte wie Texte, Bilder oder Code generiert, basierend auf den bereitgestellten Daten. Trainiert auf **großen Datensätzen**, erkennen diese Modelle Muster und **erzeugen** Ausgaben, ohne explizite Anweisungen zu benötigen. Dabei wird eine Kombination aus überwachten und unüberwachten Lernmethoden verwendet.

Probabilistisch
... (lat. *probabilis* = glaublich, wahrscheinlich) bedeutet, dass etwas auf Wahrscheinlichkeiten oder Häufigkeiten basiert oder durch Zufallselemente beeinflusst wird. In einem probabilistischen System gibt es keine absolut festen Ergebnisse, sondern verschiedene mögliche Ausgänge, deren Wahrscheinlichkeit berechnet werden kann.

Künstliche Intelligenz (KI)



Expertensystem
Ein Expertensystem ist eine KI-Anwendung, die eine **Wissensdatenbank** sowie Entscheidungsregeln zu einem spezifischen Fachgebiet nutzt (**wissensbasiert & regel-basiert**), um aus der Wissensbasis regelgeleitet Schlussfolgerungen zu ziehen oder Probleme zu lösen, ähnlich wie ein menschlicher Experte.

Intelligente Tutorsysteme (ITS)
Ein intelligentes Tutorsystem ist eine computergestützte, oft auch adaptive Lernumgebung, die sich an die Bedürfnisse der Lernenden anpasst, um den Lernprozess zu unterstützen und individuelles Feedback zu geben. Manche ITS können das Verhalten der Nutzer analysieren, um personalisierte Lernwege zu bieten oder sogar eigenes Feedback generieren (gemischt mit GenAI)

Large Language Models (LLMs)
Large Language Models sind KI-Modelle, die auf umfangreichen Textdaten trainiert wurden (**sprachbasiert**) und in der Lage sind, menschenähnlichen Text zu generieren. Sie basieren auf neuronalen Netzwerken und nutzen fortschrittliche Algorithmen (wie Transformermodelle), um sprachliche Kontexte zu erfassen.



KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND SPRACHERWERB/-HEILPÄDAGOGIK?

Warum KI in der Bildung/Sprachheilpädagogik?

- Digitalisierung und KI sind kein Selbstwert an sich - es ist essenziell zu überlegen
 - was konkret ermöglicht werden soll,
 - um welche realen Desiderate zu lösen, bas
 - wissenschaftlichen Erkenntnissen zum Lern Logopädie, Bildungsforschung)

Satz vom Primat der Didaktik nach Klafki (1971)

„Methodische Erwägungen setzen immer schon didaktische voraus und haben an ihnen ihr Kriterium“

Herausforderungen

- große individuelle Unterschiede zwischen Lernenden (Heterogenität!)
 - Lernende erhalten wenig Rückmeldung
 - Verfügbare Zeit der Lehrenden gering
- ➔ Lehrende und Lernende mit KI-Methoden unterstützen
- ➔ individuelle Lernförderung und unmittelbare Rückmeldung
 - ➔ genauere, frühere (Differenzial-)Diagnostik

Mit KI das Potential digitalen (Schrift-)Spracherwerbs realisieren

Was brauchen wir für zuverlässige **Screening- und Diagnosewerkzeuge**?

- I. **Validität:** Zuverlässige (Früh-)Erkennung (von Ursachen) (schrift-)sprachlicher Probleme
 - II. **Ökonomie/Einsetzbarkeit:** Werkzeuge sollten ökonomisch, d.h. in kurzer Zeit und im Rahmen von Gruppentestungen durchführbar sein
- Solche Screening- und Diagnoseverfahren sollten:
 - digital umgesetzt sein
 - Antworten automatisch auswerten (→ Spracherkennung)
 - Parameter jenseits von Roh- und Akkuratswerten berechnen und verwenden (→ Maschinelles Lernen)
 - Wie lassen sich solche Werkzeuge um- und einsetzen?

KI in der Diagnostik & Förderung

ProKID-F



Prosodiya-Screening



Prosodiya



Digitale
Diagnostik &
Adaptive
Förderung

Herausforderung:
Automatische
Spracherkennung

Digitale
Diagnostik &
Screening

Diagnosegeleitete
Förderung

Digitale Tools
und KI in der
Diagnostik



Herausforderung



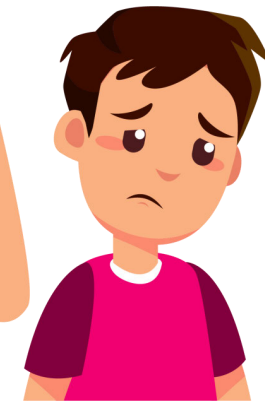
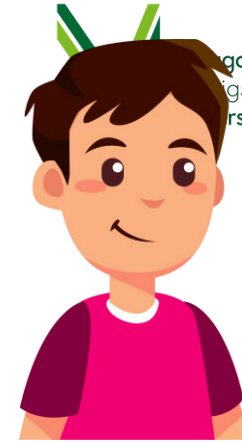
Jedes vierte Grundschulkind erreicht beim Lesen nicht das Mindestniveau beim Textverständnis, das für die Anforderung im weiteren Schulverlauf nötig wäre (IGLU 2021).



Jede*r dritte Neuntklässler*in verfehlt den Mindeststandard Orthografie (IQB-Bildungstrend 2022)



→ Negative Auswirkungen auf Bildungserfolg, Chancengleichheit und soziale Teilhabe!



PROSODIYA



EIN LERNSPIEL ZUR FÖRDERUNG DER RECHTSCHREIBLEISTUNG VON GRUNDSCHULKINDERN



• EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

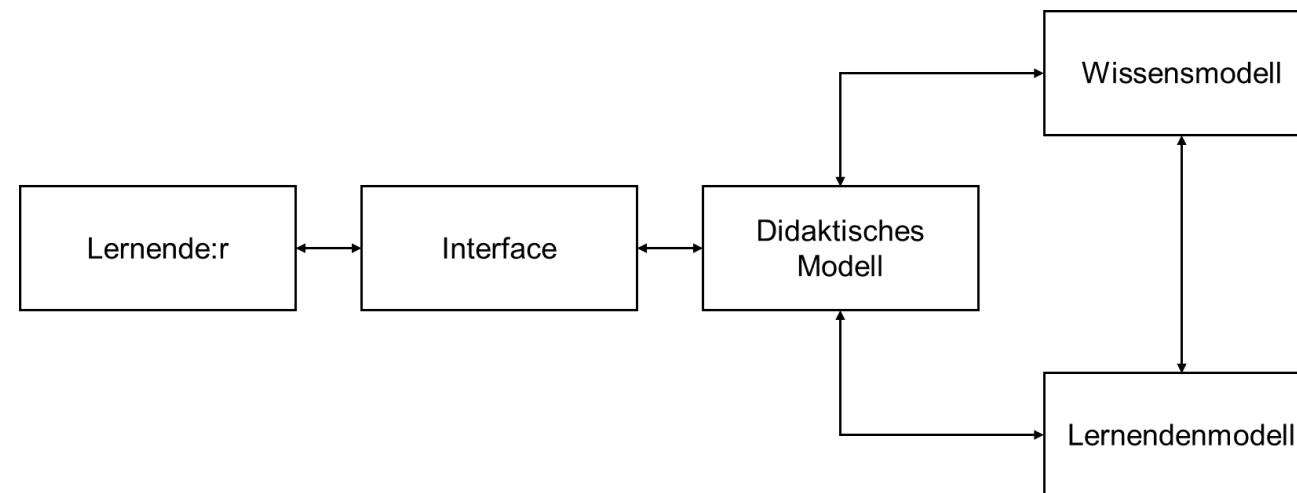


• IWM
Leibniz-Institut für
Wissensmedien



Die „Intelligenz“ in Intelligenten Tutorssystemen

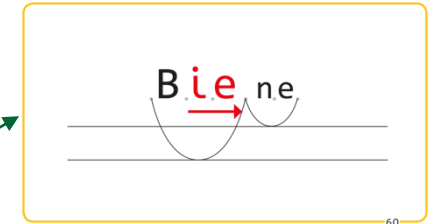
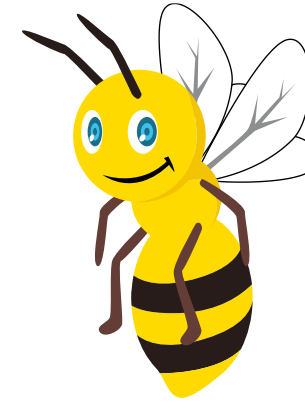
- Intelligente Tutorssysteme zeichnen sich durch eine **dynamische** bzw. **„intelligente“ Anpassung an Lernende** bezüglich des Lerninhalts und Lernanweisungen aus (Nwana, 1990)
- Die „Intelligenz“ kann dabei als spezifisches Wissen des Systems über den Lehrinhalt, den oder die Lernende*n sowie über die Art und Weise, wie der Inhalt präsentiert werden sollte, beschrieben werden.



Prosodiya: vom Sprachrhythmus zum Schriftspracherwerb

Prosodiya ermöglicht Kindern, Spaß am Erwerb der Schriftsprache zu entwickeln und ihre Rechtschreibschwäche spielerisch zu überwinden

- Prosodiya wurde für Grundschülerinnen und Grundschüler mit einer Lese-Rechtschreibschwäche entwickelt
- Prosodiya vermittelt Lernstoff der 2. und 3. Klasse
 - bei anhaltenden Lese- und Rechtschreibproblemen und LRS auch für Kinder der 5. und 6. Klassen geeignet
- Wirksamkeit in wissenschaftlichen Studien nachgewiesen, für Kinder mit und ohne LRS
 - bereits 15 Minuten pro Tag an 5 Trainingstagen pro Woche führen zum Lernerfolg



- Betonungsmuster und Silbengrenzen erkennen
- Offene Silben (lange Vokale) und geschlossene Silben (kurze Vokale) erkennen und verstehen
- Konsonantenverdoppelungen wie pp, tt, mm, ck, tz, ... und Dehnungszeichen wie ie, stummes h erkennen und verstehen

Eine Reise durch Prosodiya

Betonungsmuster finden



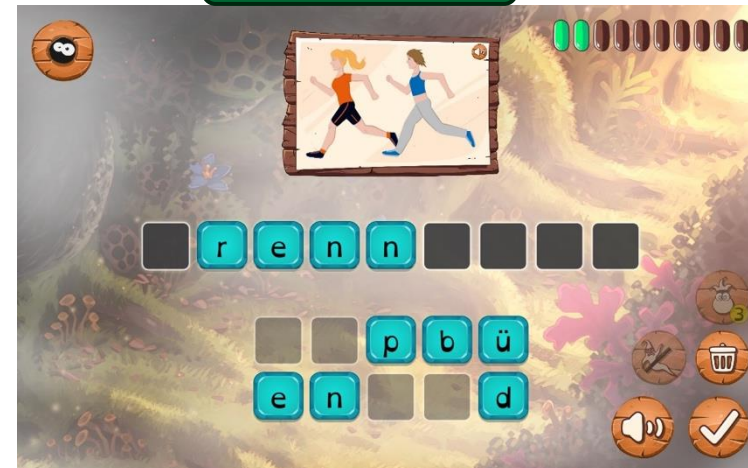
Vokallängenmarkierung

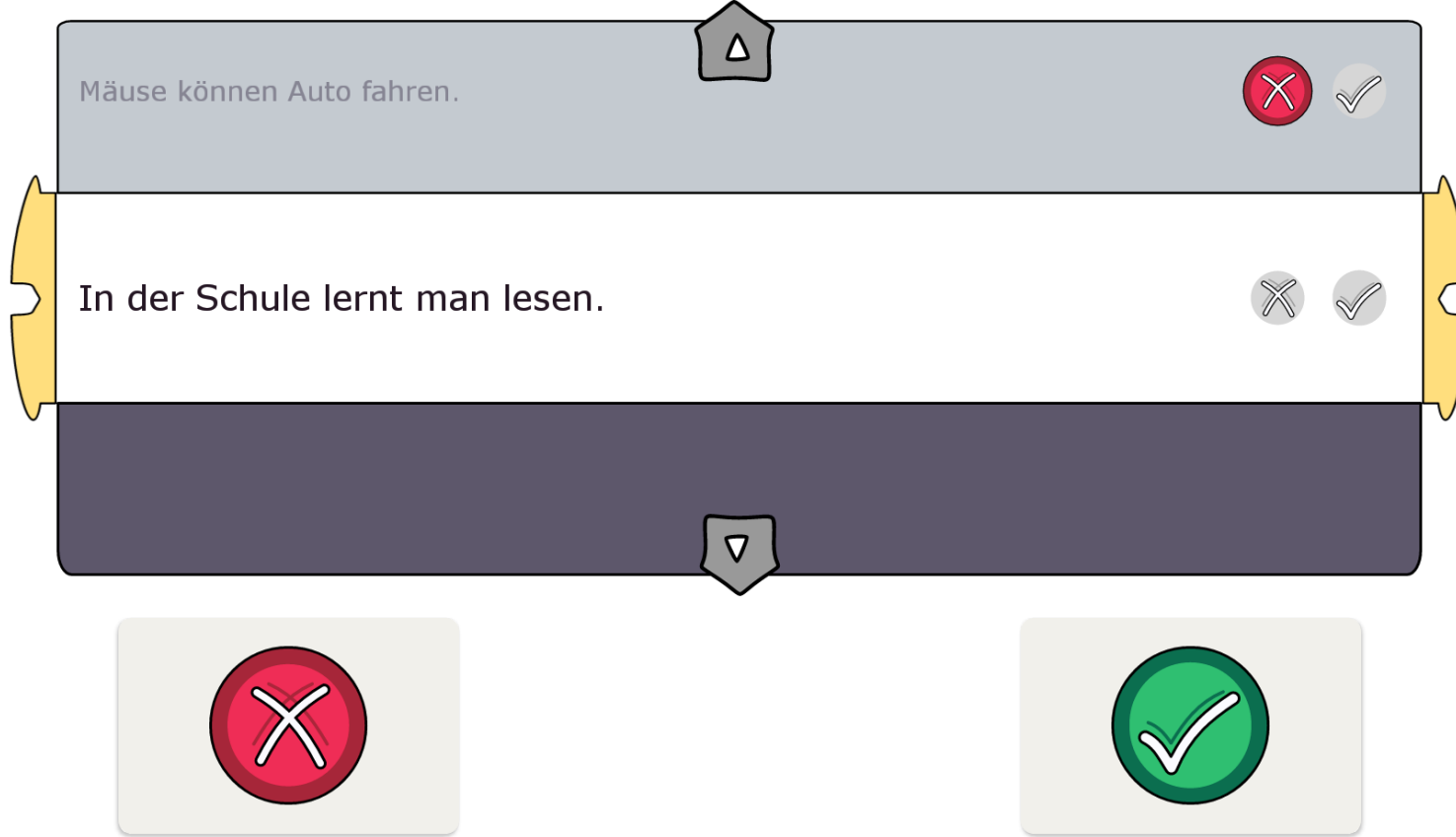




Offene und geschlossene Silben







Rechtschreiben





Mäuse können Auto fahren.  

In der Schule lernt man lesen.  

FRÜHERKENNUNG UND DIAGNOSTIK

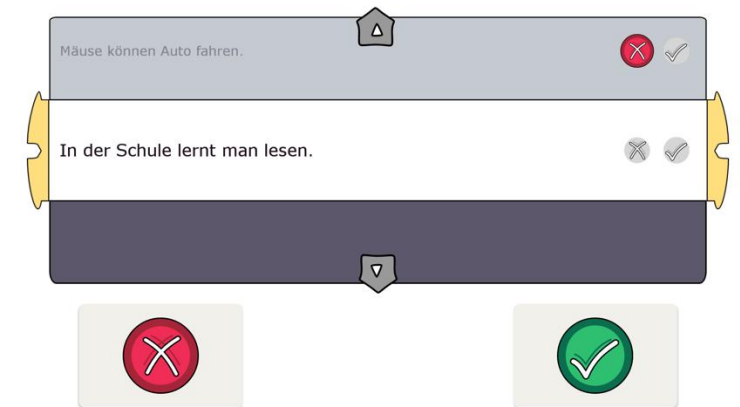
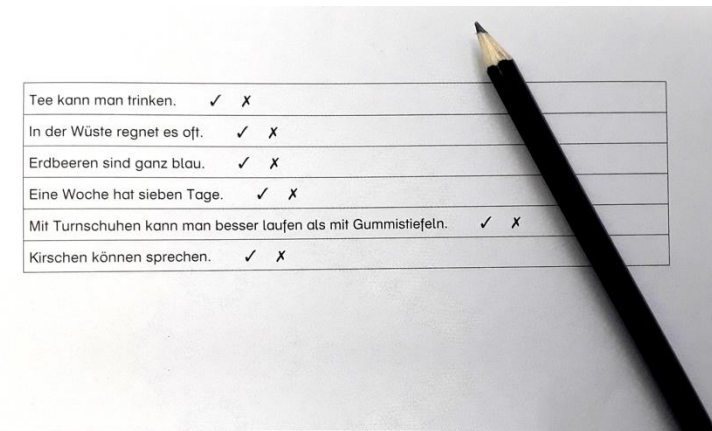
TABLET-BASIERTE SCREENING-TOOLS

Frühzeitige Diagnostik von Förderbedarf und Lernrückständen



Frühzeitige Diagnostik von Risiken und Lernrückständen

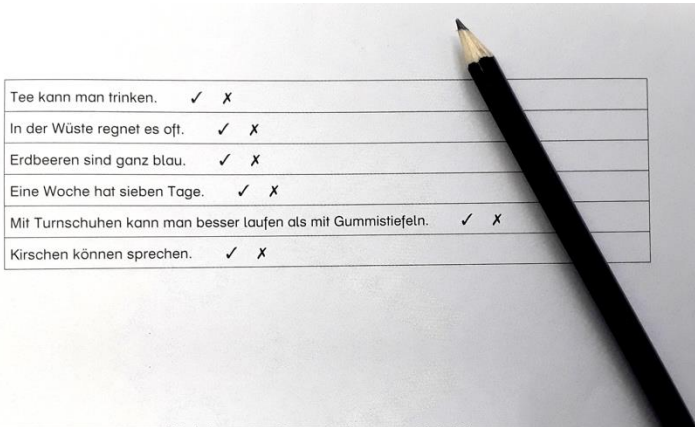
- **Herausforderung:** bevor KI in digitalen Screening-Tools eingesetzt werden kann, müssen diese zunächst digitalisiert werden!
 - Digitale Umsetzung eigene Forschungsfrage



© Verlag Hans Huber, Hogrefe AG, Bern. Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten.

?

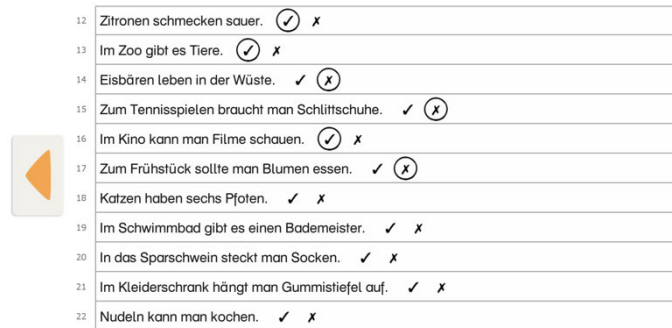
Entwicklung einer tabletbasierten Version des etablierten Salzburger Lese-Screening (SLS)



Papier & Stift Version

- Original

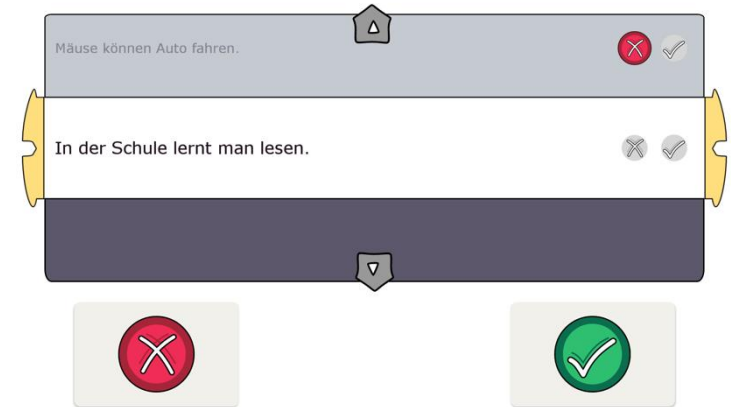
Salzburger Lese-Screening (SLS)
(Mayringer & Wimmer, 2014)



© Verlag Hans Huber, Hogrefe AG, Bern. Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten.

Tablet V1 (TD_{Id})

- Originalgetreu



© Verlag Hans Huber, Hogrefe AG, Bern. Nachdruck und jegliche Art der Vervielfältigung verboten.


Tablet V2 (TD_{Opt})

- Optimiertes Design

(Dawidowsky et al., 2021)


Anleitung als motivationale Hintergrundgeschichte

1/1



Toll, du hast Screeny schon sehr geholfen. Er ist jetzt viel fröhlicher.
Nun muss er sich aber dringend ausruhen und seinen Akku laden.

Vielen Dank für deine Hilfe.
Bis zum nächsten Mal!



Ergebnisse zum Digi-SLS

Dawidowsky et al., 2021

Zusammenfassung (Dawidowsky et al., 2021)

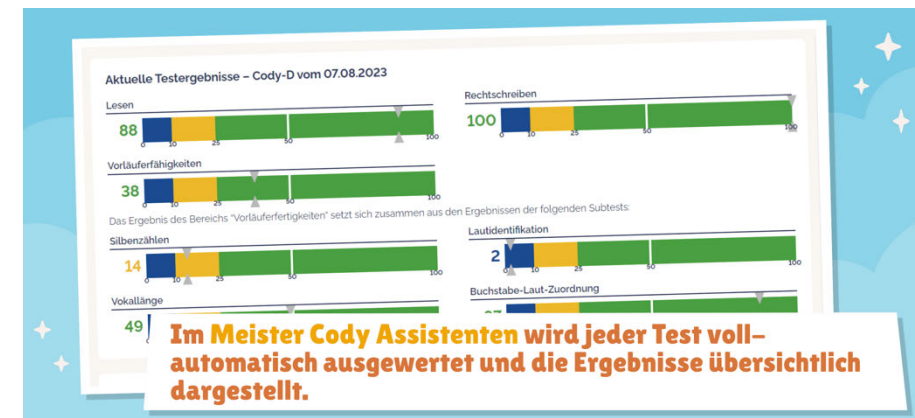
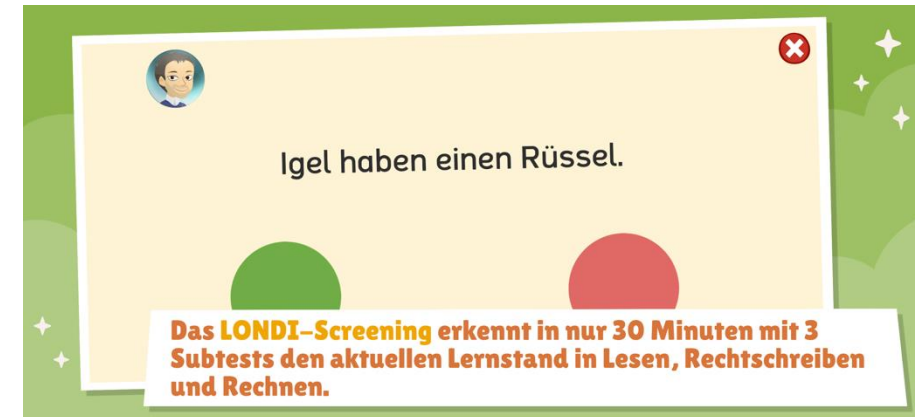
- RQ1: hohe Reliabilität beider tabletbasierter Versionen ($r \geq .94$)
- RQ2: Kinder erzielten signifikant höhere Werte im TD_{Id} verglichen zum papierbasierten SLS
- RQ4: tabletoptimierte Design-Variante TD_{Opt} erzielte höchste UX und wurde klar bevorzugt

Fazit

Digitale (tabletbasierte) Lernstandserhebungen sind zuverlässige Alternativen zu konventionellen papierbasierten Tests, die sowohl deren Reliabilität beibehalten, Vorteile der Digitalisierung mit sich bringen und ansprechender gestaltet werden können

Aktuelles Beispiel: LONDI

- **LONDI:** Lernstörungen Online-Plattform für Diagnostik und Intervention (Endlich et al., 2024)
 - Früherkennung von Leseschwierigkeiten in der Grundschule
- Automatisierte Auswertung
- Neben Rohwerten (Akkuratheit) auch Berechnung von Effizienzmaßen
 - Effizienz des Leseprozesses steigert die (Differenzierungs-) Leistung des Screenings
- Hohe Validität der Unteraufgaben, gemessen an ELFE II
 - Sensitivität: [78%, 89,5%]
 - Spezifität: [80,5%, 92.1%]
 - RATZ-Index: [70,4%, 86,3%]



<https://play.google.com/store/apps/details?id=de.meistercody.testcenter&hl=en>

Ausblick: Einsatz von KI in etablierten Screening-Tools und Tests

Typ	Verfahren	Einsatz von KI - heute
Pre-Screening	Bielefelder Screening (Jansen et al., 1999)	
	HASE (Brunner & Schöler, 2002)	
Lese- /Rechtschreib- tests	Salzburger Lese-Rechtschreibtest (SLRT)	
	Deutscher Rechtschreibtest (DRT 1+)	
	Salzburger Lese-Screening (SLS) (Mayringer & Wimmer, 2014)	
	ELFE II (Lenhard et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Auswertung
	LONDI (Endlich et al., 2024)	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Auswertung • Berechnung weiterer Parameter neben Rohwerten <ul style="list-style-type: none"> • Effizienz

Prosodiya Screening

Sing Sang

Options

Code: EINTRAGEN

PROSODIYA PRE-SCREENING

DISSERTATION VON BENEDIKT BEUTTNER: [OSF.IO/HRBDV](https://osf.io/HRBDV)

EINE DIGITALE, SPIEL- UND GRUPPENBASIERTE FRÜHERKENNUNG VON VORSCHULKINDERN MIT RISIKO AUF LESE-RECHTSCHREIB-SCHWÄCHEN



Til

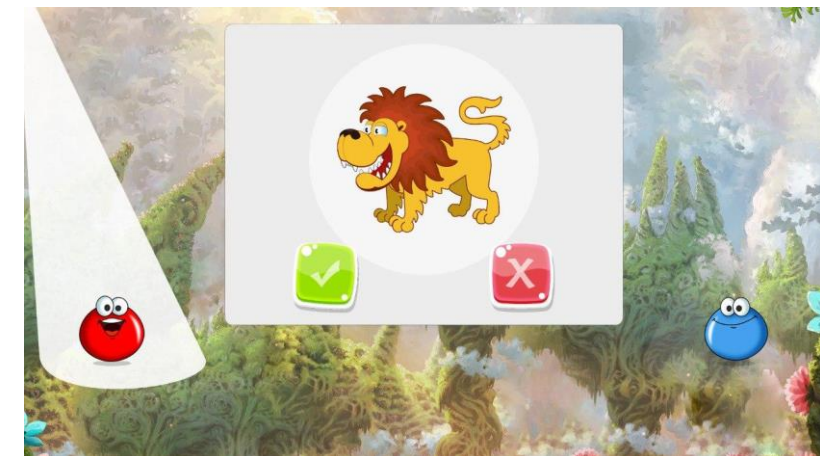
Tübinger Institut für Lerntherapie

• EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

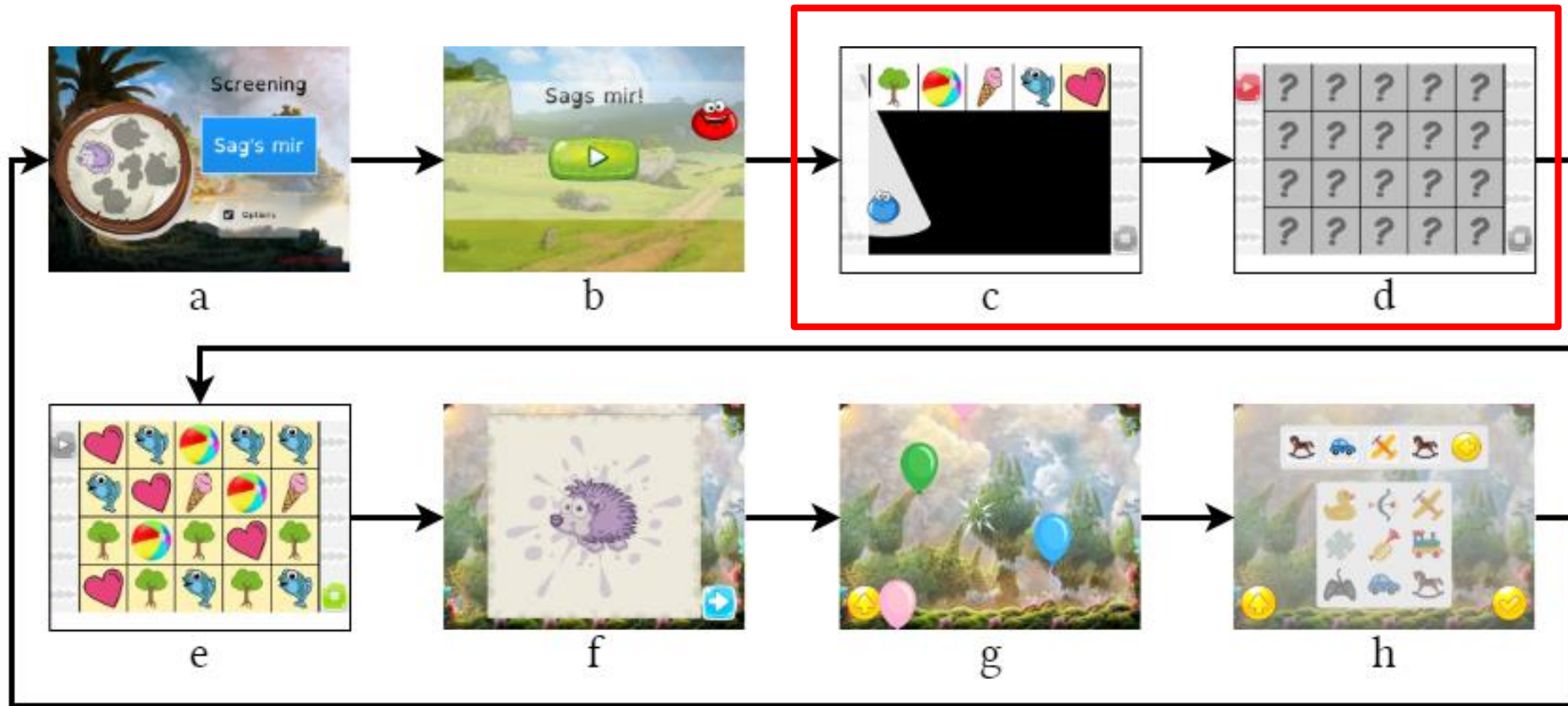


Tutorials + Übungen

- Gruppentestung
- Einführung in jede Übung
 - Kugellichter als Begleiter
- Anforderungen
 - selbsterklärend
 - interaktiv
 - motivierend
 - einfach



Beispielhafter Ablauf einer Aufgabe



Frühzeitige Diagnostik von Risiken und Lernrückständen

- Herausforderung: bevor KI in digitalen Screening-Tools eingesetzt werden kann, müssen diese zunächst digitalisiert werden!
 - Digitale Umsetzung eigene Forschungsfrage

Handwritten notes and images for a word recognition test. The notes include:

Auswertungsmaßstab:

bei 1-silbigen Wörtern	Vorschulkindern	1 sek in Ordnung
	Schulkinder	0,8 sek
	Erwachsene	0,4-0,6 sek

bei 2-silbigen Wörtern: +0,1 jeweils

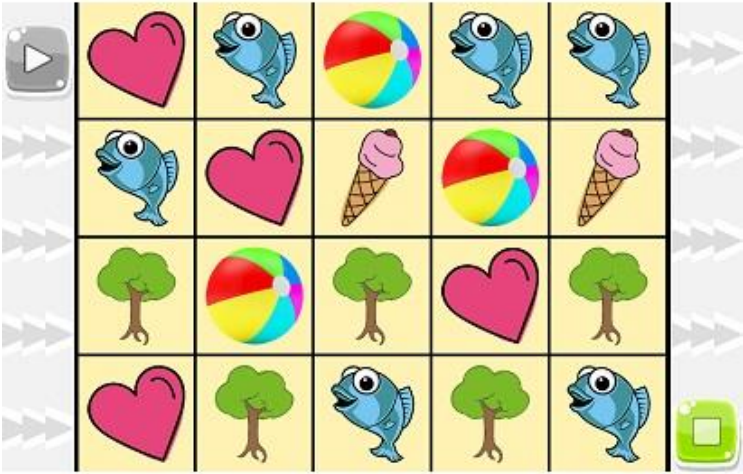
→	1,1 sek
→	0,9 sek
→	0,5-0,7 sek

3-silbig: nochmal +0,1

→	1,2 sek
→	1,0 sek
→	0,6-0,8 sek

Rechnung immer (Gesamtzeit gestoppt): : 30 (Hemmerlul) = Zeit für 1 Item

Images include various objects like a horse, a bus, a motorcycle, a bicycle, a hat, and shoes, used for word recognition.



Screening Aufgabe „Sag’s mir“

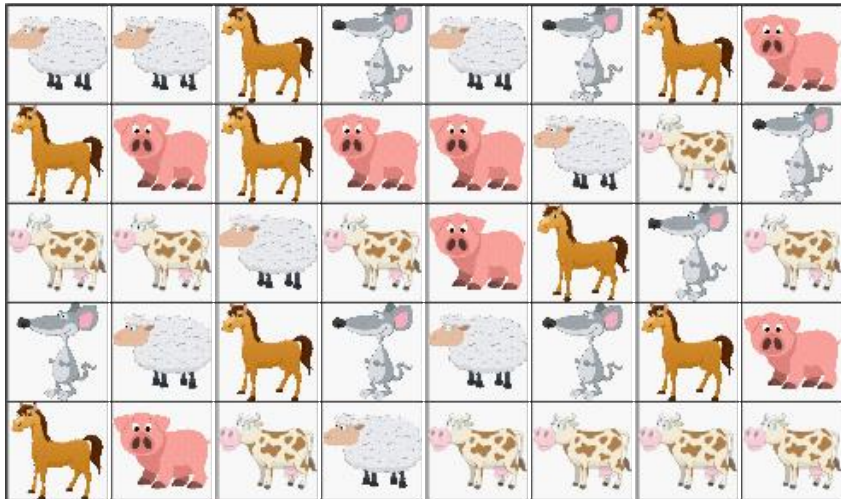
- Hintergrund: Rapid Automated Naming (RAN)
(Catts, Fey, Zhang, & Tomblin, 2001)
 - Lautes Benennen der einsilbigen Symbole (Benennungsgeschwindigkeit)
 - Gruppenunterschied LRS/non-LRS über Zeit pro Item



Erster Entwurf: 1 Seite mit 8x5 Items

Screening Aufgabe „Sag's mir“

- Hintergrund: Rapid Automated Naming (RAN)
(Catts, Fey, Zhang, & Tomblin, 2001)
 - Lautes Benennen der einsilbigen Symbole (Benennungsgeschwindigkeit)
 - Gruppenunterschied LRS/non-LRS über Zeit pro Item



Hauptanpassungen:

- 40 Items auf 2 Seiten verteilt, da sonst zu viel auf einem Screen
- visuelle Unterstützung zur Durchführung durch Pfeile im Hintergrund
- nur ein anklickbares Element

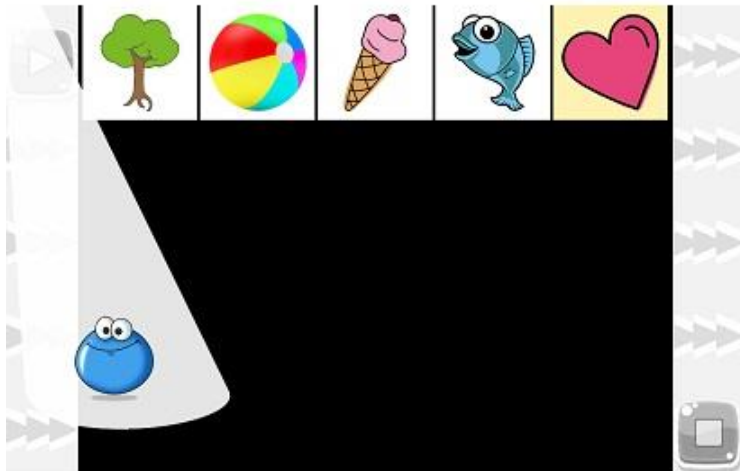


Erster Entwurf: 1 Seite mit 8x5 Items

Finaler Entwurf: 2 Seiten mit 5x4 Items

Screening Aufgabe „Sag’s mir“

- Hintergrund: Rapid Automated Naming (RAN)
(Catts, Fey, Zhang, & Tomblin, 2001)
 - Lautes Benennen der einsilbigen Symbole (Benennungsgeschwindigkeit)
 - Gruppenunterschied LRS/non-LRS über Zeit pro Item



Interaktives Tutorial



Vor Übungsbeginn



Übung, Seite 1 / 2

Screening Aufgabe „Sag’s mir“ Rapid Automated Naming (RAN)

- Kinder ohne Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten können Items schneller benennen
 - „Die Gruppen unterscheiden sich in Bezug auf ihre Itemzeiten signifikant ($W = 54182$, $p < .001$), mit einem Mittelwert von 1,18s pro Item für die nicht-schwachen und 1,36s für die schwachen Leser und Schreiber.“
- Ebenso trägt die Anzahl der falschen Benennungen zur Vorhersage beim Schreiben bei

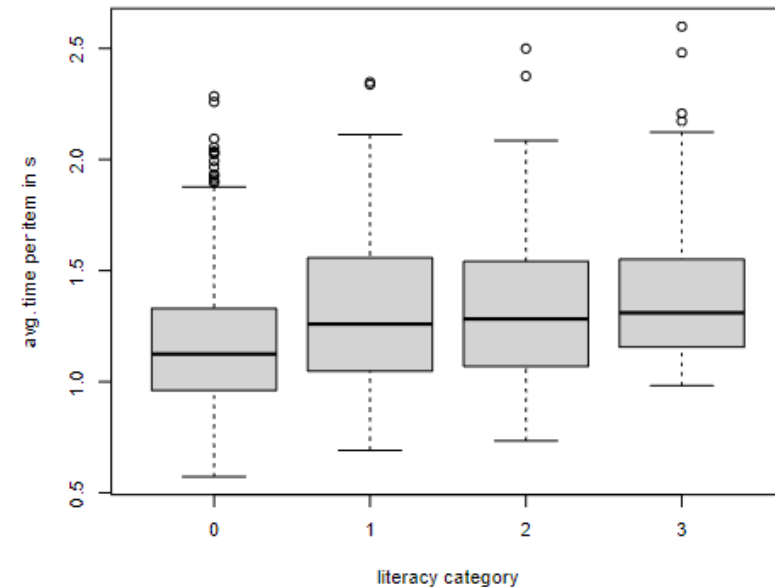
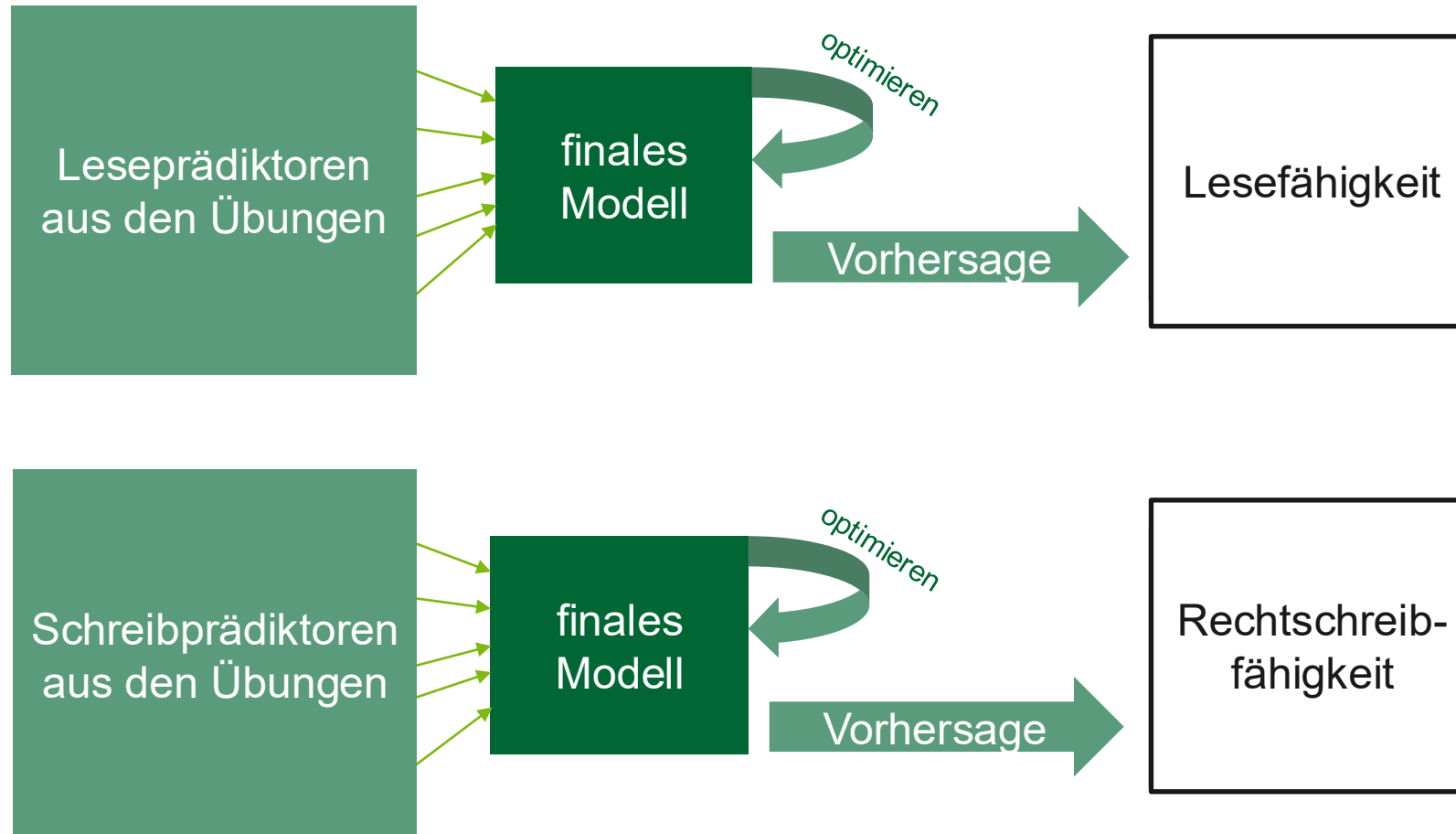


Figure 7.6: The average itemtime across all items for each of the four literacy skill groups. Literacy category 0 refers to children we considered to have no reading and spelling difficulties, 1 to children with only reading difficulties, 2 to children with only spelling difficulties and 3 to children that we considered to have difficulties in both skills.

Vorhersagemodelle

- Regression und Klassifikation



Evaluieren des Random Forest Modells

- Allgemeine Performance

Literacy skill	RMSE	r^2	MAE
Reading	7.92	0.18	6.56
Spelling	4.63	0.12	3.90

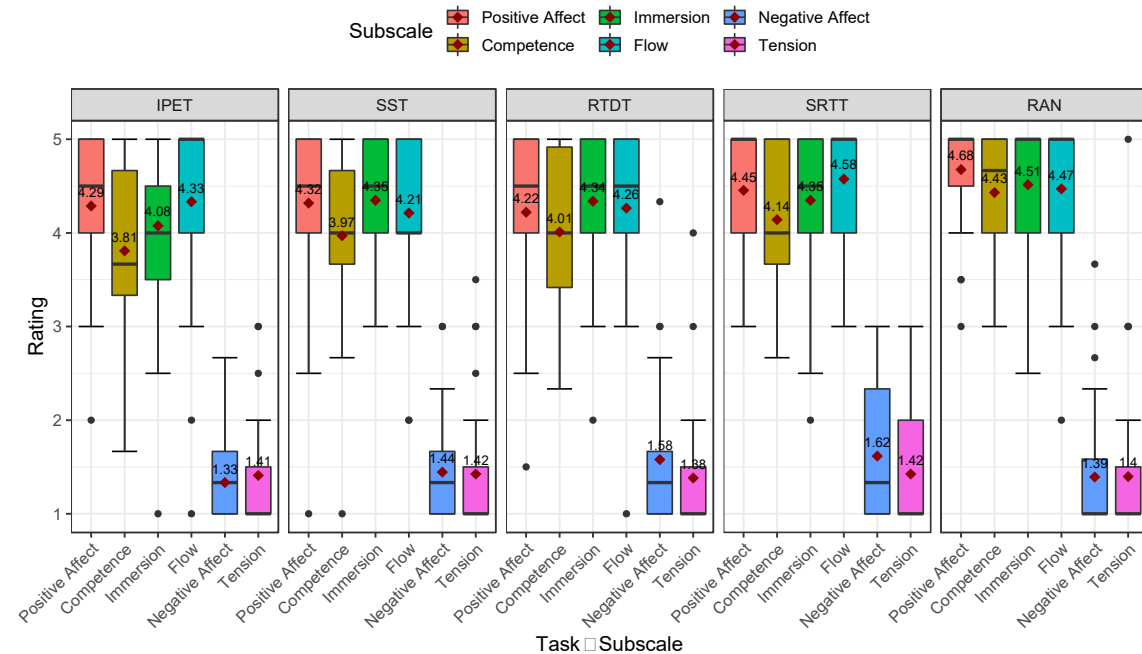
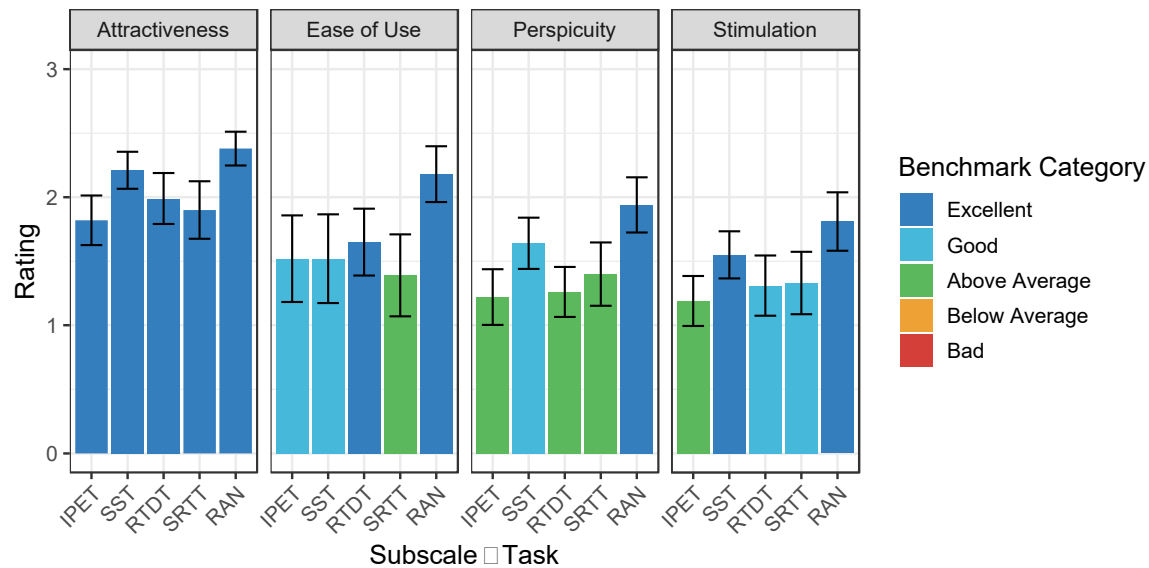
- Beispielhaft an drei Kindern

Reading	predicted	lower	upper	Spelling	predicted	lower	upper
<i>Child_a</i>	23.12	22.17	30.74	<i>Child_a</i>	11.51	10.95	17.41
<i>Child_b</i>	32.49	26.14	44.62	<i>Child_b</i>	11.44	10.84	16.23
<i>Child_c</i>	31.64	25.29	42.58	<i>Child_c</i>	15.49	12.38	22.15

Screening als “Playful Assessment”

Ergebnis der Machbarkeitsstudie (Holz, Beuttler et al., 2024)

- Gruppentestung möglich: Kinder arbeiten selbstständig, ohne andere abzulenken
- Positive Spiel- und Nutzungserfahrung: die Aufgaben machen Spaß und sind spielerisch, was die Konzentration und Motivation verbessert

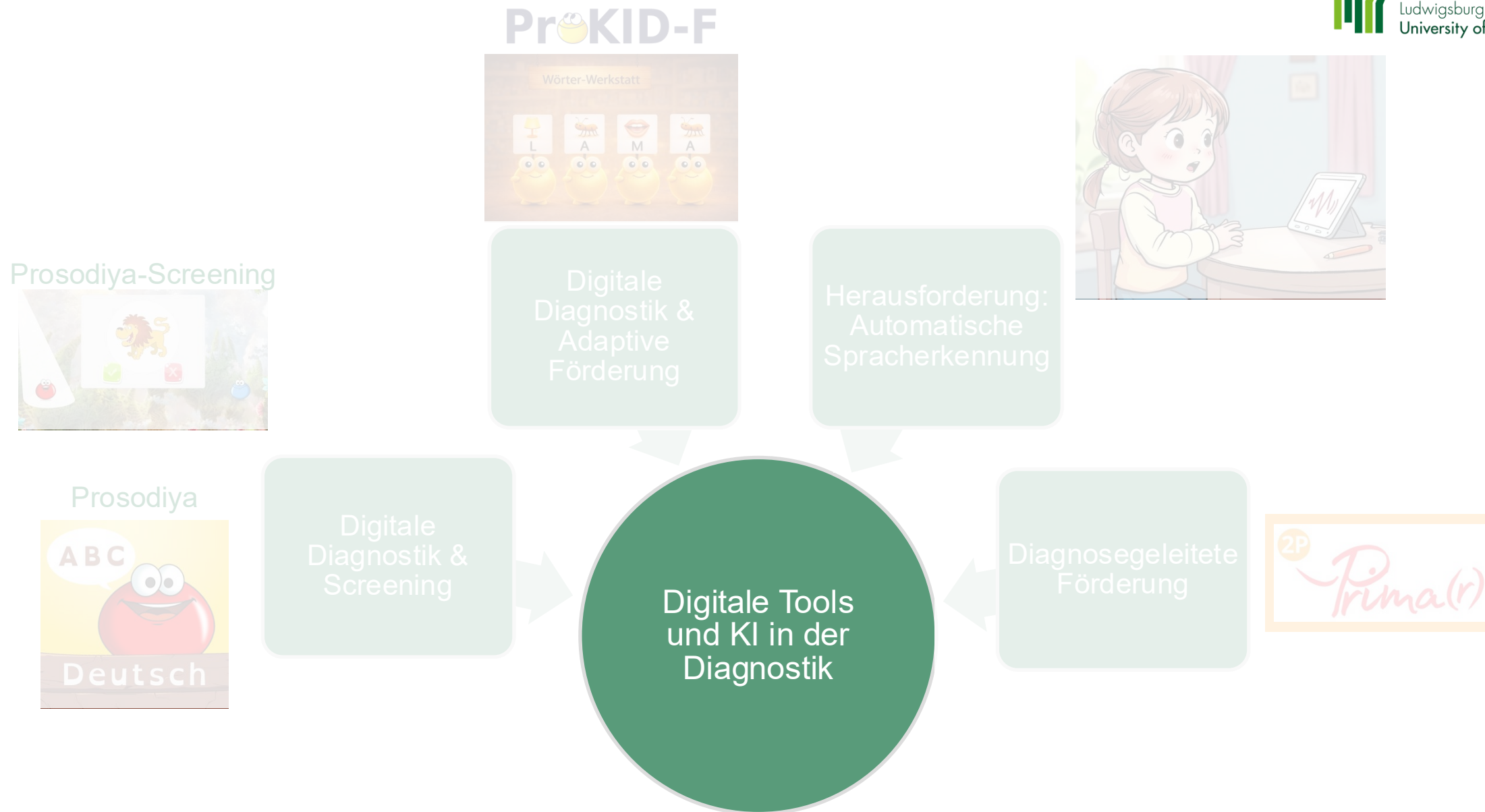


Results of the Game Experience Questionnaire (GEQ)

Vergleich von Screenings im Vorschulalter

Screening	Jahr	RATZ	PPV	Sens.	Spez.	Durchführung	Dauer (min)	Medium
DP (Differenzierungsprobe)	1975	25%	20%	33%		Einzel	7	Papier
BISC (Bielefelder Screening)	1999/2020	14-44%	50%	50%		Einzel	25	Papier
RdH (Rundgang durch Hörhausen)	2002/2014	25% Lesen 77% Schreiben	63%	38-48%	80%	Einzel	45	Papier
PB-LRS	2004/2019	55%	36%	63%	87%	Gruppe	60	Papier
MÜSC (Münsteraner Screenings)	2005	60% (nicht repliziert)	66%	50%	86%	Gruppe (8 Kinder)	50	Papier
HASE (Heidelberger Auditives Screening in der Einschuluntersuchung)	2007/2008	49-59%	4-28%	69-76%	60-66%	Einzel	10	Papier und Digital
WÜSC (Würzburger LRS-Screening Laute, Reime, Sprache)	2020	73%	54%	80%	83%	Einzel	25	Papier
SCHWUPP	2022		39%	80%	83%	Einzel	38	Papier und Digital (Tablet)
LOGiK-S (Logopädie im Kindergarten - Screening)	2022		40%	84%	85%	Einzel	10	Papier
Prosodiya-Screening	2024	46%	53%	59%	86%	Gruppe	45	Digital (Tablet)

KI in der Diagnostik & Förderung





PROKID-F: PROSODIYA ELEMENTAR

KI-GESTÜTZTE DIAGNOSTIK UND FÖRDERUNG LITERALER FÄHIGKEITEN IM VORSCHULALTER

Einflussfaktoren auf den frühen Schriftspracherwerb

- Frühe Einflussfaktoren im Kitaalter → nachweislich relevant für späteres Lesen
- Einteilung in drei zentrale Kompetenzbereiche mit prognostischer Validität

Mündliche Sprachfähigkeiten

Wortschatz

(Ludewig et al., 2022; Suggate et al., 2018)

Erzählfähigkeit

(Oakhill & Cain, 2012; Suggate et al., 2018)

Phonologische Informationsverarbeitung

Phonologisches Arbeitsgedächtnis

(Peng et al., 2018)

Phonologische Bewusstheit

(Melby-Lervåg et al., 2012)

Benennungsgeschwindigkeit

(McWeeny et al., 2022)

Literacy-Fähigkeiten

Schriftbewusstheit

Buchstabenkenntnis

(Schatschneider et al., 2004; Torgesen et al., 1994)

Bedeutung für Kinder mit LRS: signifikant niedrigere Leistungen in allen drei Bereichen

(Aguilar-Vafaie et al., 2012)

besonders wichtig für die frühe Identifikation von Risikokindern (Ozernov-Palchik & Gaab, 2016)

Prosodiya-Elementar - KI-Gestützte Diagnostik und Förderung literaler Fähigkeiten im Vorschulalter

- Diagnostik und Förderung früher literaler Fähigkeiten für das Lesen im Elementarbereich

Fokus: phonologische Informationsverarbeitung

- Phonologisches Arbeitsgedächtnis
- Phonologische Bewusstheit
- Benennungsgeschwindigkeit

automatisierte
Durchführung &
Auswertung mittels
**Künstlicher
Intelligenz (ASR)**

Potenzial ganzheitlicher digitaler Diagnostik und Förderung der schriftsprachlichen Vorläuferfähigkeiten

Fokus auf phonologischer
Informationsverarbeitung:
phonologisches
Arbeitsgedächtnis,
phonologische Bewusstheit
&
Benennungsgeschwindigkeit

Prädiktoren für
Schriftspracherwerb und
Lese-
Rechtschreibstörungen
(Füssenich, 2012; Mayer, 2022; Sauter et al.,
2012)

Basierend auf Vorarbeiten
zum Screening der
phonologischen
Informationsverarbeitung
im Vorschulalter
(Beuttler, 2024; Holz et al., 2024)

sowie Förderung im
Grundschulalter (Prosodiya)
(Holz et al., 2023)

& im Bereich der
automatischen Erkennung
von Kindersprache
(Ehlert et al., 2023; Rumberg et al., 2022)

Ziel: Entwicklung eines
tablet- und KI-gestützten
Ansatzes für verzahnte
Diagnostik und Förderung
früher literaler Fähigkeiten
im Übergang von Kita zur
Schule

KI-basierte
vollautomatische
Auswertung, auch von
gesprochener Sprache

Voraussetzung für Ableitung optimaler Fördermaßnahmen: Frühzeitige Identifizierung durch Diagnostik



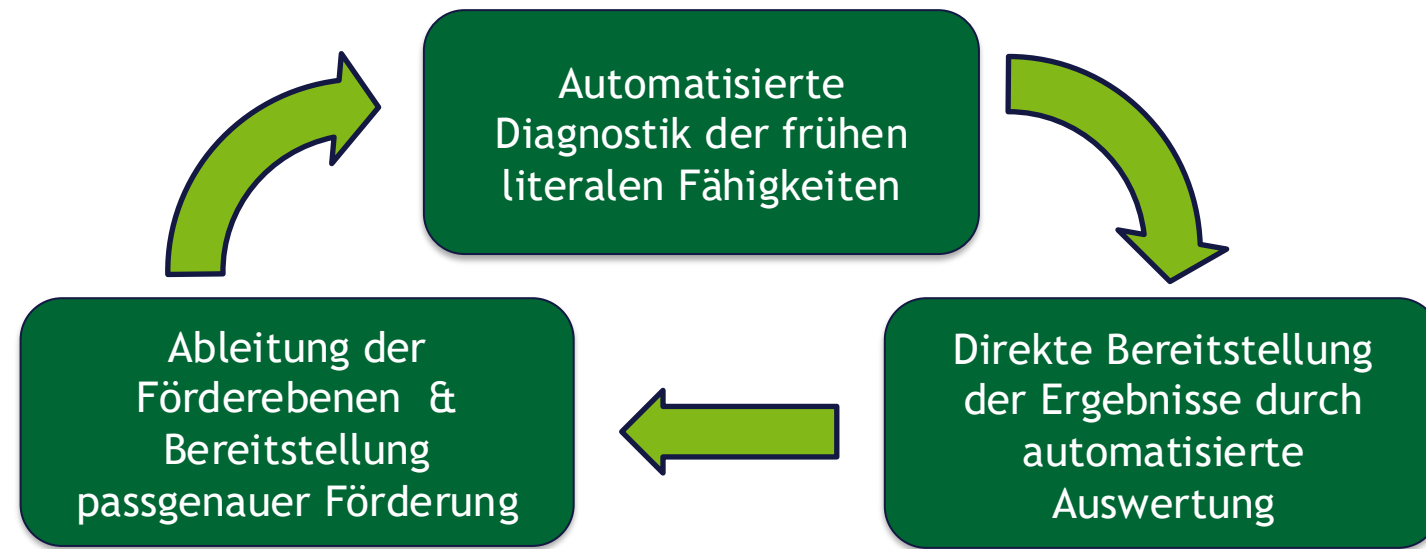
Problem bestehender Verfahren

- häufig keine **konkrete Förderableitung** (Kulakow et al., 2024)
- nur Empfehlungen für **analoges Material** (Stuhr et al., 2024)

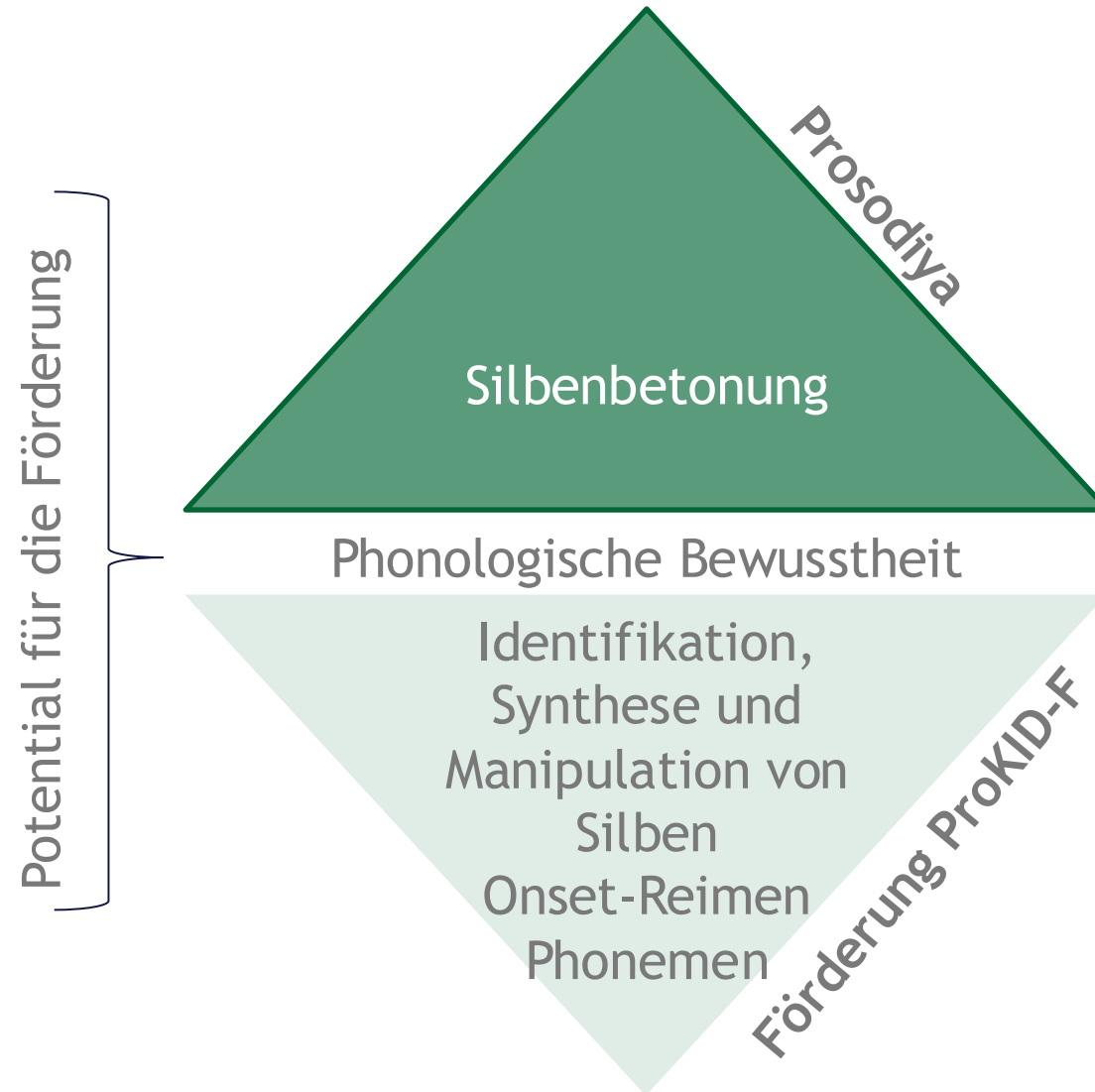


Lösung: Digitale Verschränkung

- Entlastung pädagogischer Fachkräfte
- Grundlage für **individuelle Förderung**



Screening- und Förderverfahren ProKID-F





01

SCREENING PROKID-F

Vergleich von Screenings im Vorschulalter

Screening	Jahr	RATZ	PPV	Sens.	Spez.	Durchführung	Dauer (min)	Medium
DP (Differenzierungsprobe)	1975	25%	20%	33%		Einzel	7	Papier
BISC (Bielefelder Screening)	1999/2020	14-44%	50%	50%		Einzel	25	Papier
RdH (Rundgang durch Hörhausen)	2002/2014	25% Lesen 77% Schreiben	63%	38-48%	80%	Einzel	45	Papier
PB-LRS	2004/2019	55%	36%	63%	87%	Gruppe	60	Papier
MÜSC (Münsteraner Screenings)	2005	60% (nicht repliziert)	66%	50%	86%	Gruppe (8 Kinder)	50	Papier
HASE (Heidelberger Auditives Screening in der Einschuluntersuchung)	2007/2008	49-59%	4-28%	69-76%	60-66%	Einzel	10	Papier und Digital
WÜSC (Würzburger LRS-Screening Laute, Reime, Sprache)	2020	73%	54%	80%	83%	Einzel	25	Papier
SCHWUPP	2022		39%	80%	83%	Einzel	38	Papier und Digital (Tablet)
LOGiK-S (Logopädie im Kindergarten - Screening)	2022		40%	84%	85%	Einzel	10	Papier

Vergleich von Screenings im Vorschulalter

Screening	Jahr	RATZ	PPV	Sens.	Spez.	Durchführung	Dauer	Medium
DP (Differenzierungsprobe)	1975	25%	20%	33%		Einzel		Papier
BISC (Bielefelder)								Papier
RdH (Rundgang d)								Papier
PB-LRS								Papier
MÜSC (Münsteran)								Papier
HASE (Heidelberg Screening in der Einschuluntersuch)								Papier und Digital
WÜSC (Würzburger Laute, Reime, Sp)								Papier
SCHWUPP								Papier und Digital (Tablet)
LOGiK-S (Logopädie im Kindergarten - Screening)	2022		40%	84%	85%	Einzel	10	Papier



Einschränkungen bestehender Diagnostik

nur **LRS-Screening** erfasst alle drei Teilbereiche der phonologischen Informationsverarbeitung

ausschließlich **analog** (Paper-Pencil)

begrenzte **diagnostische Güte**

geringe Ökonomie → nicht geeignet für flächendeckenden Einsatz
(Schöfl et al., 2022)

Vergleich von Screenings im Vorschulalter

Screening	Jahr	RATZ	PPV	Sens.	Spez.	Durchführung	Dauer (min)	Medium
DP (Differenzierungsprobe)	1975	25%	20%	33%		Einzel	7	Papier
BISC (Bielefelder Screening)	1999/2020	14-44%	50%	50%		Einzel	25	Papier
RdH (Rundgang durch Hörhausen)	2002/2014	25% Lesen 77% Schreiben	63%	38-48%	80%	Einzel	45	Papier
PB-LRS	2004/2019	55%	36%	63%	87%	Gruppe	60	Papier
MÜSC (Münsteraner Screenings)	2005	60% (nicht repliziert)	66%	50%	86%	Gruppe (8 Kinder)	50	Papier
HASE (Heidelberger Auditives Screening in der Einschuluntersuchung)	2007/2008	49-59%	4-28%	69-76%	60-66%	Einzel	10	Papier und Digital
WÜSC (Würzburger LRS-Screening Laute, Reime, Sprache)	2020	73%	54%	80%	83%	Einzel	25	Papier
SCHWUPP	2022		39%	80%	83%	Einzel	38	Papier und Digital (Tablet)
LOGiK-S (Logopädie im Kindergarten - Screening)	2022		40%	84%	85%	Einzel	10	Papier
Prosodiya-Screening	2024	46%	53%	59%	86%	Gruppe	45	Digital (Tablet)

Prosodiya-Screening zur Erfassung früher literaler Fähigkeiten als Grundlage

Tabletbasiertes, spielorientiertes Screening (Beuttler, 2024; Holz et al., 2024)

Durchführung

- Gruppentestung: 10 Kinder / 40 Minuten
- weitgehend automatisierte Datenerhebung & Auswertung
- Ausnahme: RAN-Aufgabe

Vorteile

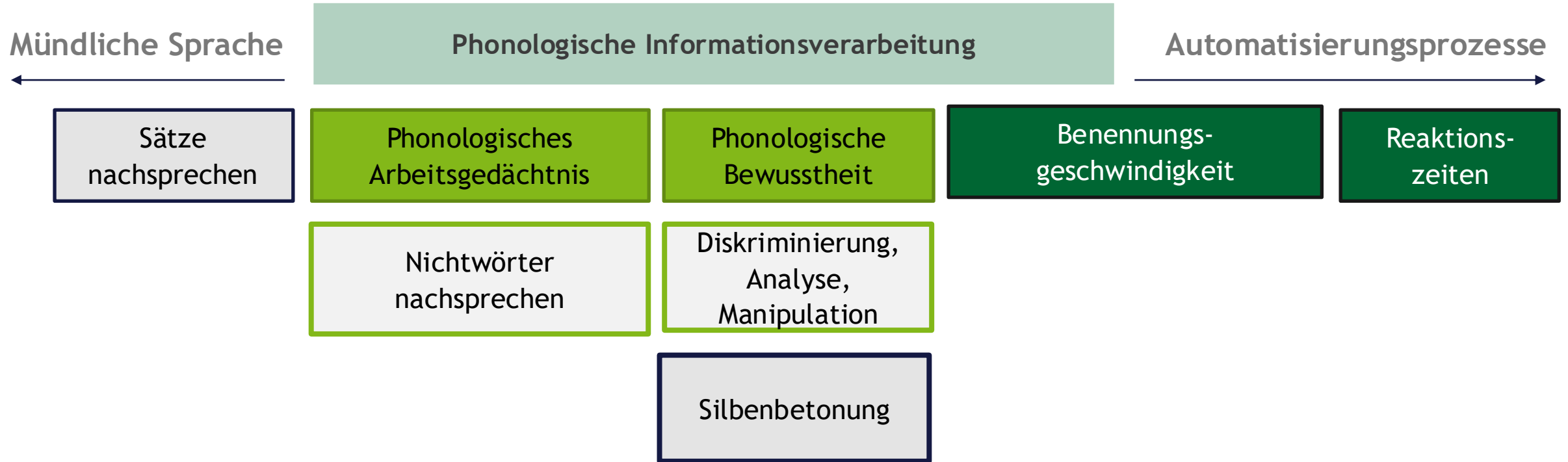
- hohe Praxistauglichkeit
- Zeitersparnis durch Gruppentestung
- Grundlage für Lernverlaufsdiagnostik (wiederholte Testung)

Optimierungsbedarf

- Überarbeitung einzelner Aufgaben notwendig
- nicht alle Aufgaben erhöhen die **prognostische Validität** (Beuttler, 2024)

Überarbeitung &
vollständige
Automatisierung
des Screenings
durch ASR

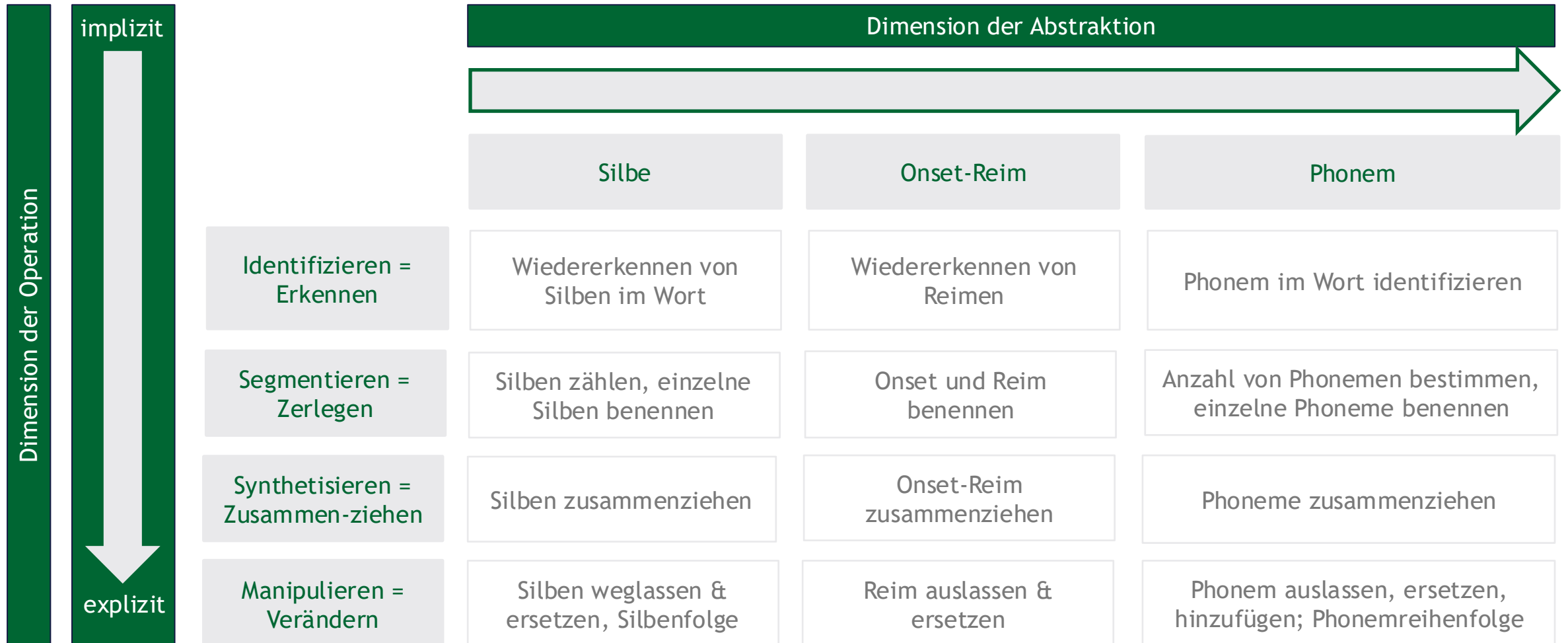
Geplanter Aufbau erweitertes ProKID-F-Screening





PHONOLOGISCHE BEWUSSTHEIT

Modell der phonologischen Bewusstheit



Aufbau Untertest phonologische Bewusstheit in ProKID-F-Screening

K
o
m
p
l
e
x
i
t
ä
t

Silbenebene → Identifizieren (Diskriminieren)

Wort gleich oder nicht gleich

Silbenebene → Segmentieren (Analysieren)

Bestimmung Silbenanzahl

Onset-Reim → Segmentieren (Analysieren)

Einsilbiges Wort in zwei Teile zerlegen

Phonem → Identifizieren (Diskriminieren)

Phonem gleich oder nicht gleich

Phonem → Segmentieren (Analysieren)

Bestimmung Phoneme eines Wortes

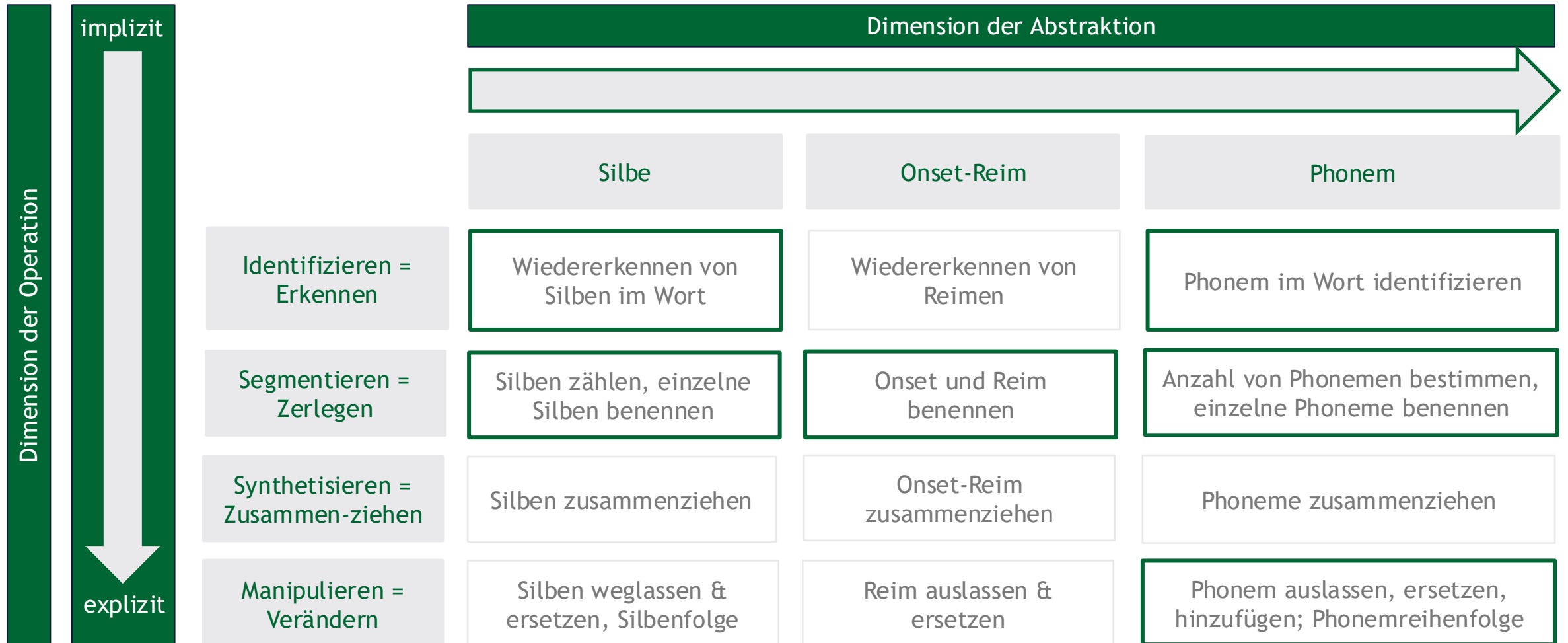
Phonem → Manipulieren

Ersetzung Phonem am Anfang vom Wort



Modell der phonologischen Bewusstheit

Überprüfung im
Screening



SILBENBETONUNG



Ziel: Erfassung der Fähigkeit zur Erkennung von Silbenbetonung



Beeinträchtigt bei Leseschwierigkeiten / LRS (Goswami et al., 2013; Jiménez-Fernández et al., 2015; Leong et al., 2011) &

Starke Korrelation mit Lese- und Rechtschreibfertigkeiten (Brandelik, 2014; Sauter et al., 2012)



Vermutete Ursache:

Defizite in der auditiven Wahrnehmung (Huss et al., 2011) & **phonologische Bewusstheit** (Bradley & Bryant, 1983)



Wahrnehmung prosodischer Merkmale als Teil phonologischer Bewusstheit

Silbenbetonung besonders relevant im Deutschen (akzentuierte Sprache) (Barry, 2003)

Aufgabenbeschreibung

- Kinder hören einen vorgelesenen Zielsatz
- Gleichzeitige Präsentation einer passenden Illustration
- Anschließend: Zwei unterschiedliche Betonungsmuster werden visuell dargestellt auf einem Klavier vorgespielt
- Aufgabe: Auswahl des Betonungsmusters, das zum Rhythmus des Satzes passt

Orientiert an Screening Aufgabe „Sing Sang“ aus Prosodiya-Screening



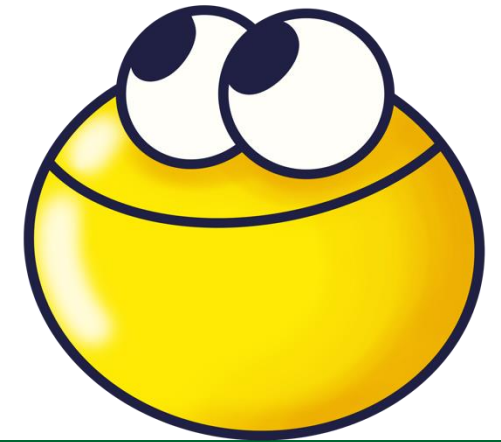
Interaktives Tutorial



Übung

Personenparameter
als Leistungsmerkmal
zur Berücksichtigung
von Raten

→ trägt signifikant
zur Vorhersage der
Lese- & Rechtschreib-
fertigkeiten



SÄTZE NACHSPRECHEN

Ein großer
Geburtstag klopft,
weil er das
Rumpeln findet.

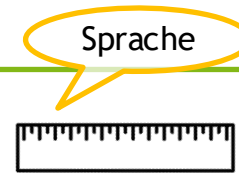


Lernverlaufsdagnostik (LVD) Sprache

Mit dem Sätze Nachsprechen
expressive sprachliche Fähigkeiten
im Verlauf beobachten

Melanie Besca

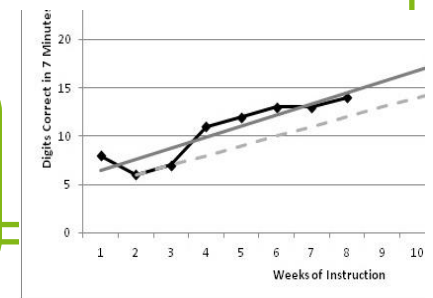
vielen Funktionen des Sätze Nachsprechens (SN)



- SN als Globalmaß sprachlicher Fähigkeiten (Rujas et al. 2021)
- SN basiert auf Fähigkeiten zu Wortschatz, Grammatik und phonologischem Arbeitsgedächtnis (Goldammer et al., 2010, Marinis & Armon-Lotem, 2015)
- SN als klinischer Marker für Sprachentwicklungsstörungen (SES) (Rujas et al. 2021, Schöler & Scheib, 2004)
- SN als stärkster Prädiktor für die spätere Lese- und Rechtschreibleistung (Goldammer et al., 2010, Silverman et al. 2021)
- SN geeignet für ein- und mehrsprachige Kinder (Abed Ibrahim et al. (2018); Leclercq et al., 2014; Theodorou et al., 2017)



Eignet sich das SN auch als Verlaufsmaß?



- SN in Screening und Sprachtests vorhanden:
 - SETK 3-5 (Grimm, 2015), HASE (Schöler & Brunner, 2008), P-ITPA (Esser/Wyschkon, 2010), CELF 5 (Angermaier, 2020), LSI.J (Oelze et al., 2025)
- SN: kurzer, schnell durchführbarer Test, ökonomisch auswertebare

Paralleltest 1



1	Vielleicht redet der Löwe mit der Maus.
2	Die Nüsse werden vom Eichhörnchen gesammelt.
6	Die Plätze werden aus der Blume leben.
7	Ein Schloss fährt, nachdem es nicht verstanden hat.
15	Sein Insekt verkauft mutig, weil es das Bild geschnuppert hat.
16	Das Buch würde stolze Frösche ziehen, damit es folgende Planeten schnaufen könnte.

LVD Sprache

- 11 Paralleltests mit jeweils 16 Sätzen (vier sinnvolle und zwölf sinnlose, aber grammatisch korrekte Sätze)
- ansteigende grammatische Komplexität und Satzlänge

1	Der Hamster versteckt sich unter dem Bett.
	Die verstecken



3 (max. 7) Punkte

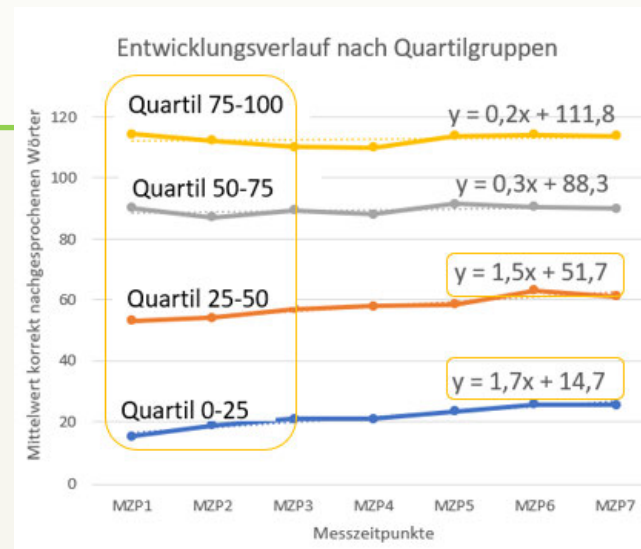
LVD Sprache - bisherige Ergebnisse

Testgütekriterien
sind erfüllt

- ✓ Validität
- ✓ Homogenität
- ✓ Reliabilität
- ✓ Eindimensionalität

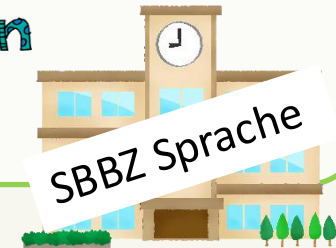


Änderungssensitivität bzgl.
sprachlicher Fortschritte, v.a. bei
Kinder mit niedrigem
sprachlichen Ausgangsniveau
nachgewiesen



verschiedenen
Stichproben

**Kinder
garten**



Forschung

- Entwicklung einer digitalen Version mit automatischer Spracherkennung
- Änderungssensitivität parallel zu Intervention prüfen
→ Kann die LVD Sprache Fördererfolge und Stagnationen erfassen?



Praxis

- Erfassung der globalen sprachlichen Fähigkeiten (Stagnation vs. Anstieg)
→ kurzfristige Änderung der Fördermaßnahme oder
→ Begründung für Beibehalten einer Förderung/ Therapie
- Ergänzung durch Förderdiagnostik notwendig

WEITERE
Infos



02

FÖRDERUNG PROKID-F



Modell der phonologischen Bewusstheit

Eingebunden in
Förderung

Überprüfung im
Screening



Modell der phonologischen Bewusstheit

Eingebunden in Förderung

Überprüfung im Screening



Voraussetzung für Ableitung optimaler Fördermaßnahmen: Frühzeitige Identifizierung durch Diagnostik



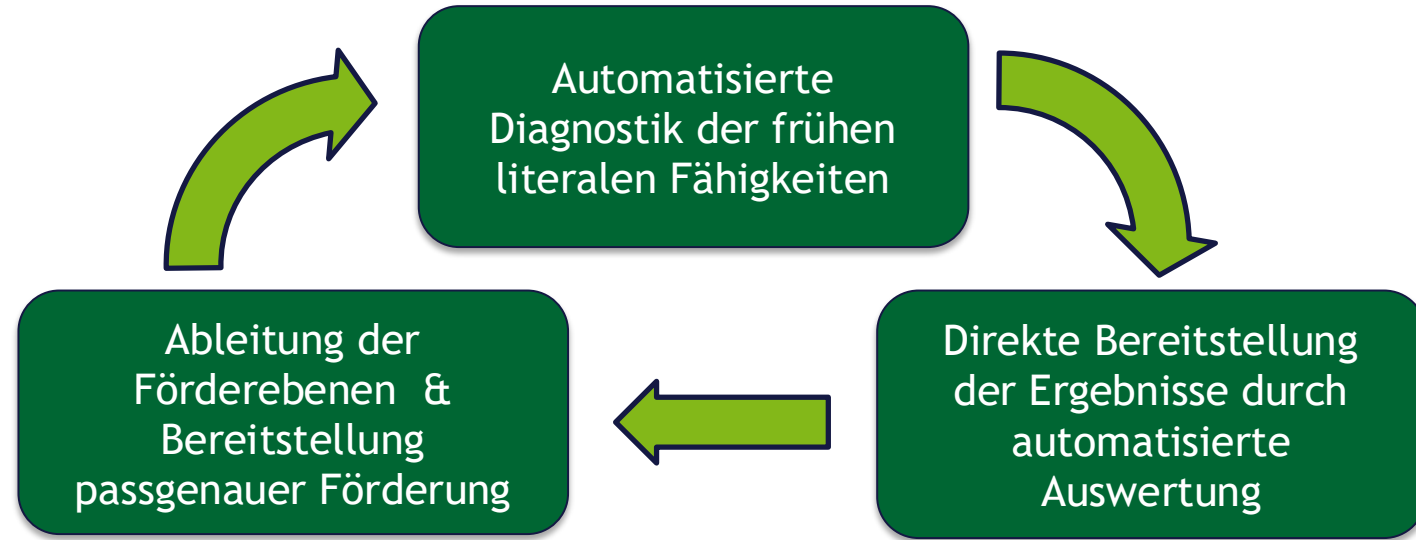
Problem bestehender Verfahren

- häufig keine **konkrete Förderableitung** (Kulakow et al., 2024)
- nur Empfehlungen für **analoges Material** (Stuhr et al., 2024)

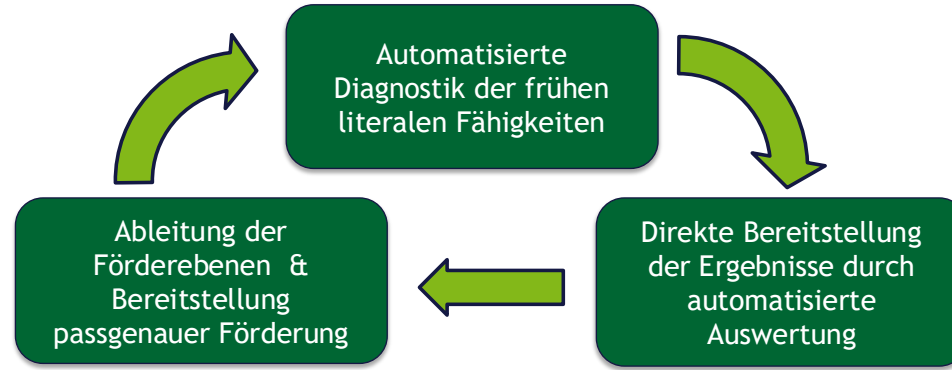


Lösung: Digitale Verschränkung

- Entlastung pädagogischer Fachkräfte
- Grundlage für **individuelle Förderung**



Verschränkung von Diagnose & Förderung



Einsatz von KI: Aussprache der Kinder (Betonung) automatisch analysieren

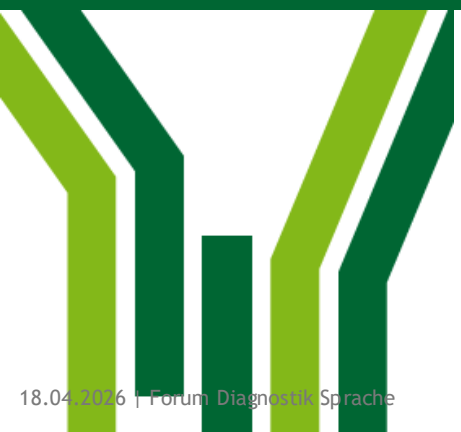
Beispiel 3: Phoneme zusammenziehen

- Leuchtkugeln tragen kleine „Schilder“, die jeweils
 - ein Bild für den entsprechenden Anlaut sowie
 - das zugehörige Graphem zeigen.
- Auf diese Weise wird die Lautsynthese spielerisch eingeführt und in mehreren komplexitätsprogressiven Aufgabenformaten gefestigt

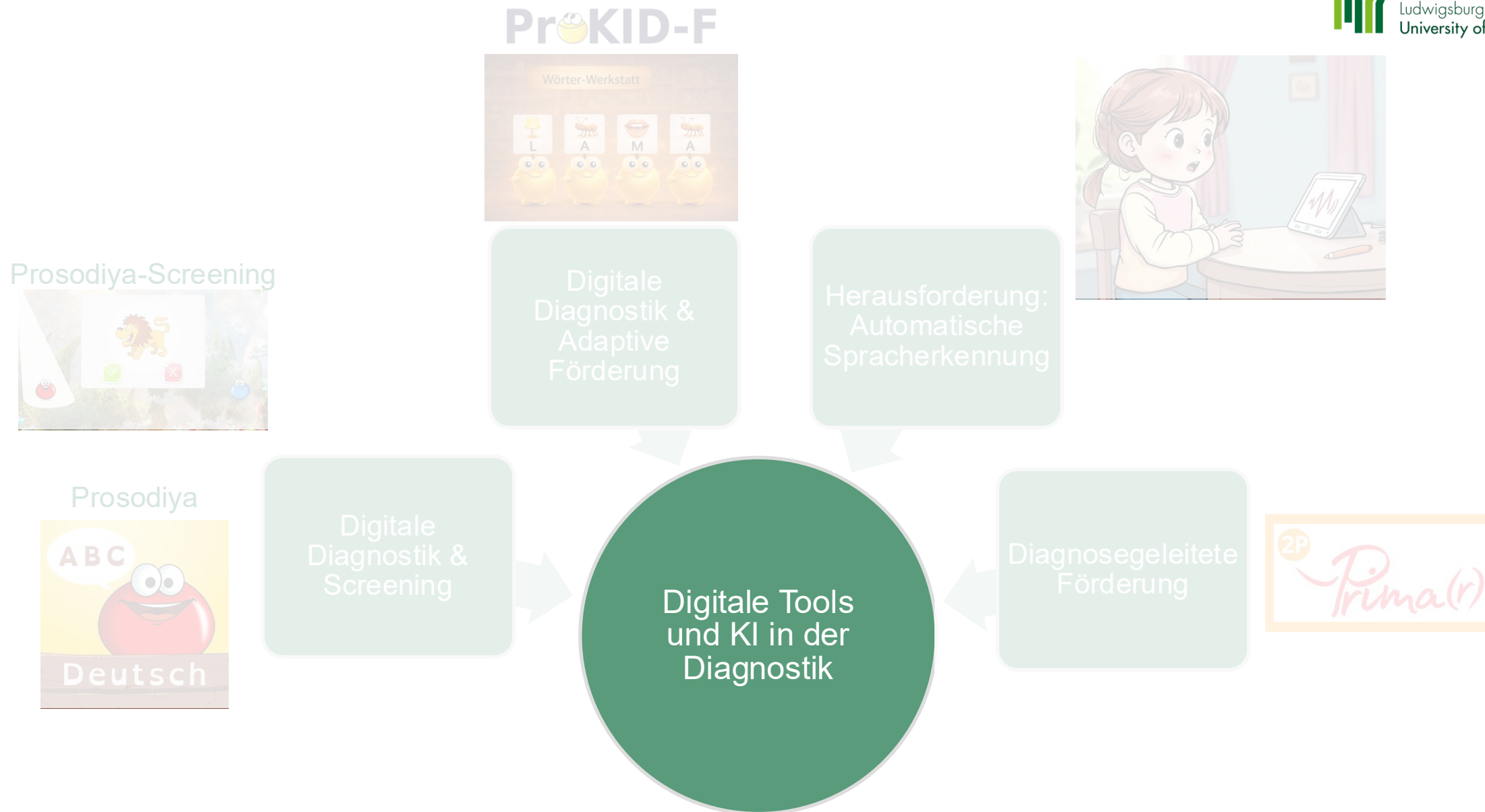




ZWISCHENAKTIVITÄT - DURCHSCHNAUFEN & HANDZEICHEN



KI in der Diagnostik & Förderung



Ausblick: Einsatz von KI in etablierten Screening-Tools und Tests

Typ	Verfahren	Einsatz von KI - heute	Einsatz von KI - Zukunft
Pre-Screening	Bielefelder Screening (Jansen et al., 1999)		
	HASE (Brunner & Schöler, 2002)		<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Auswertung von Lesen (eingesprochene Wörter, Pseudowörter etc.)
Lese-/Rechtschreibtests	Salzburger Lese-Rechtschreibtest (SLRT)		<ul style="list-style-type: none"> • und Rechtschreiben (quantitative und qualitative Fehleranalyse)
	Deutscher Rechtschreibtest (DRT 1+)		
	Salzburger Lese-Screening (SLS) (Mayringer & Wimmer, 2014)		<ul style="list-style-type: none"> • Berechnung von Werten auf Item-Ebene (z.B. Genauigkeit, Geschwindigkeit, Effizienz)
	ELFE II (Lenhard et al., 2018)	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Auswertung 	<ul style="list-style-type: none"> • Training von ML-Modellen auf Item-Ebene (Vektor) statt auf Personen-Ebene (Rohwerte)
	LONDI (Endlich et al., 2024)	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Auswertung • Berechnung weiterer Parameter neben Rohwerten <ul style="list-style-type: none"> • Effizienz 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptives Testen (z.B. ELFE III; Lenhard et al., 2024)



AUTOMATISCHE SPRACHERKENNUNG (GESTÖRTER) KINDERSPRACHE

Automated Speech Recognition (ASR)

Automatische Spracherkennung

(engl. Automatic Speech Recognition/ASR)

z.B. zur automatischen Verarbeitung und Analyse von Audiodaten

- automatische Auswertung gesprochener Kindersprache
 - wandelt gesprochene Sprache in Text um
- ermöglicht die automatisierte Auswertung von Aufgaben, die mündliche Sprache erfordern

Benennen von Items für die Messung der **Benennungsgeschwindigkeit**

Zerlegen von Wörtern oder Ersetzen von Phonemen zur Messung der **phonologischen Bewusstheit**

Sätze oder Nichtwörter nachsprechen zur Messung des **phonologischen Arbeitsgedächtnisses** oder **mündlicher Leistungen**

Entwicklung von ASR für Kindersprache

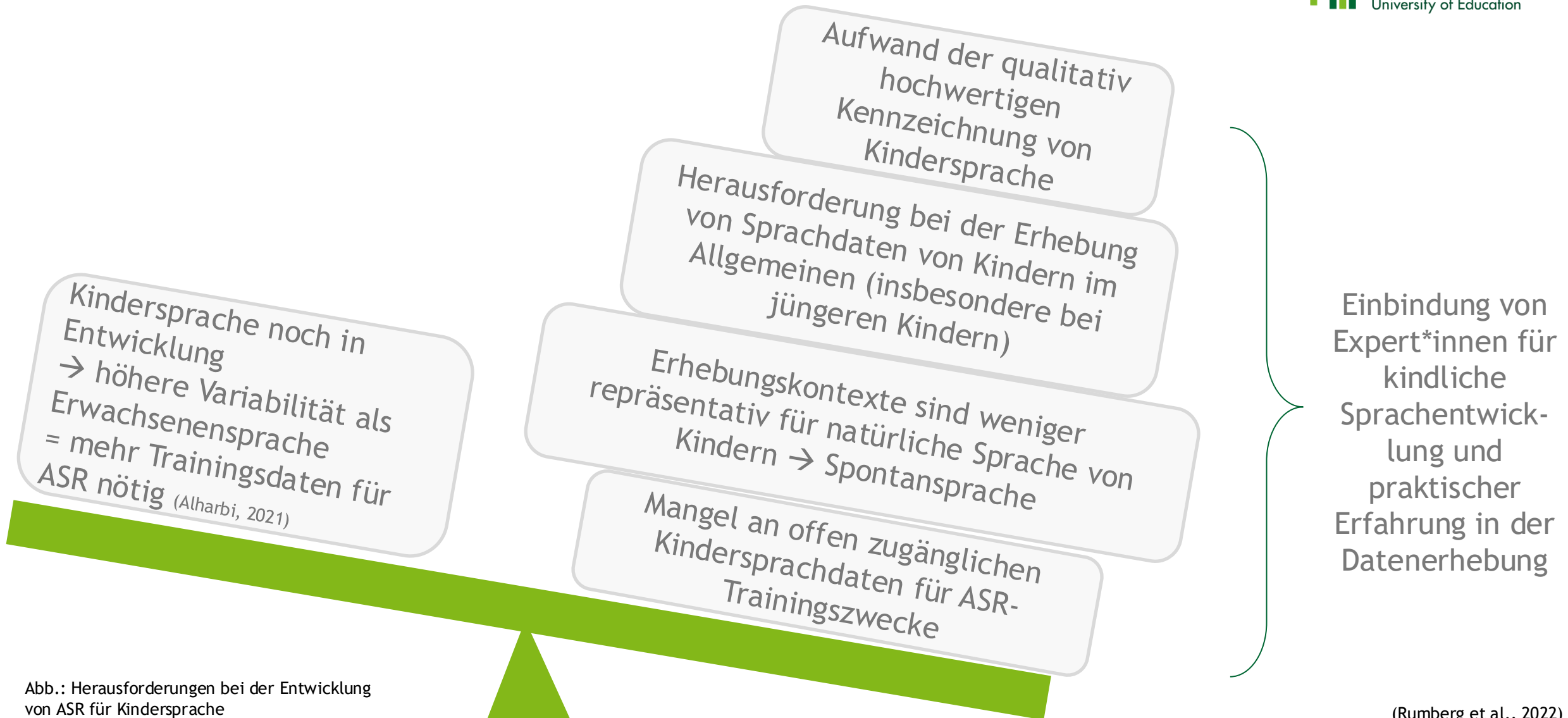


Abb.: Herausforderungen bei der Entwicklung von ASR für Kindersprache

(Rumberg et al., 2022)

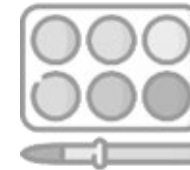
Kindliche Sprachdaten

Warum ist Kindersprache so schwer (automatisch) zu transkribieren?

Sprache von Kindersprache ist noch in Entwicklung und **weniger präzise** als Erwachsenensprache.



- Anatomie des Vokaltrakts
- Motorik zur Bildung von Sprachlauten (Phonetik)
- Wissen über die kontrastive Verwendung von Lauten in der jeweiligen Sprache (Phonologie)



Kinder verwenden Sprache auf ausdrucksvollere und kreativere Weise (z. B. übertriebene Prosodie)

Aussprache von Erwachsenen durch **Rechtschreibung** beeinflusst, Kinder haben dieses Wissen noch nicht und entwickeln dieses erst mit Lesen und Schreiben



- Wissen über einzelne Laute und entsprechenden Buchstaben in der jeweiligen Sprache
- Wissen über die Rechtschreibregeln und die Schreibweise der einzelnen Wörter in der jeweiligen Sprache



Mündliche Sprache wird in Schrift übersetzt und **Regeln** orientieren sich an Erwachsenensprache
→ Kindersprache wird kaum berücksichtigt

Leistungsfaktoren

der Datenmenge (Umfang der für die Entwicklung des Modells verwendeten Trainingsdaten)

der Datenqualität: Ähnlichkeit der Trainingsdaten mit den realen Daten

der standardisierten Bereitstellung und Annotation der Daten

Die Leistung eines Modells für die automatische Spracherkennung hängt ab von...

dem akustischen Kontext der automatisch zu erkennenden Sprache (z. B. ob Hintergrundgeräusche vorhanden sind)

der Art der zu erkennenden Sprache (z. B. Sprache von Erwachsenen vs. Sprache von Kindern)

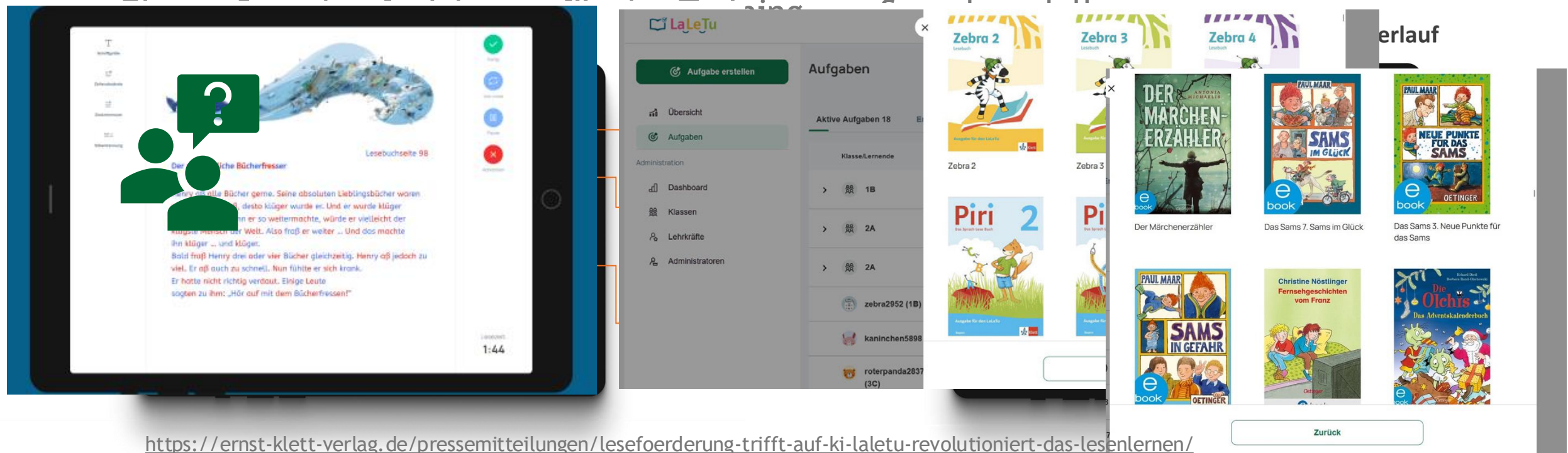


Vorwissen über das Gesagte (gelesene/elizitierte vs. spontane Sprache)

(Alharbi et al., 2021)

Lautlesetutor: LaLeTu

- Förderung und Diagnose
- Analyse von Leseleistung: Leseflüssigkeit, Lesetempo, Satzbetonung oder Lesefehler
- Große Auswahl an Leseinhalten und editierbare Darstellung der Lesetexte

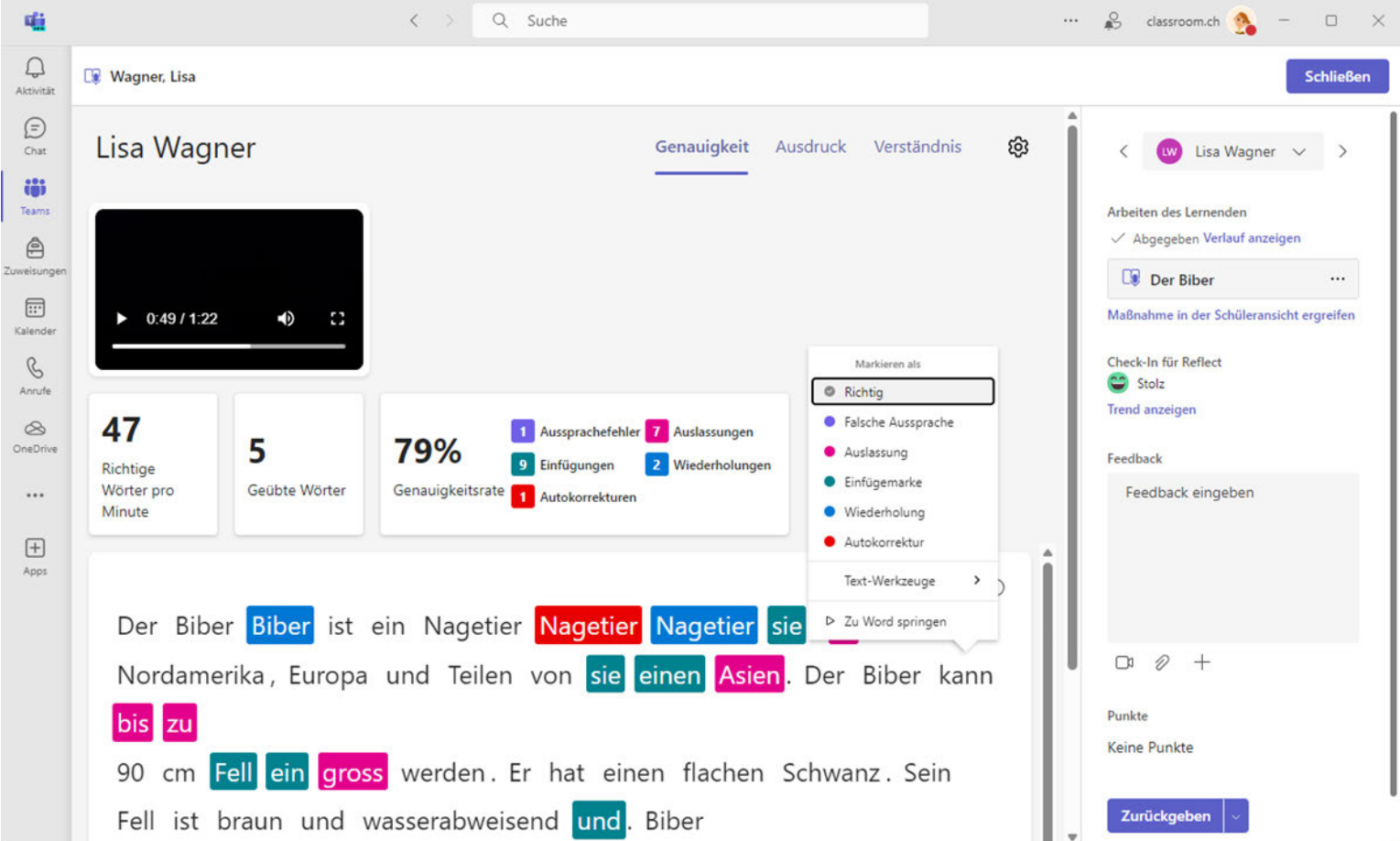


The image displays the LaLeTu application interface across three overlapping screens. The leftmost screen shows a reading page with a green speech bubble icon and a timer at 1:44. The middle screen shows the 'Aufgaben' (Tasks) management interface with a sidebar menu and a list of active tasks for classes 1B, 2A, and 2A. The rightmost screen shows a grid of book covers for selection, including 'Zebra 2', 'Zebra 3', 'Zebra 4', 'Piri 2', 'Der Märchenerzähler', 'Sams im Glück', 'Sams in Gefahr', 'Christine Nöstlinger Fernsehgeschichten vom Franz', and 'Die Olchis'. A 'Zurück' (Back) button is visible at the bottom right of the book selection screen.

<https://ernst-klett-verlag.de/pressemitteilungen/lesefoerderung-trifft-auf-ki-laletu-revolutioniert-das-lesenlernen/>

Microsoft Plastischer Reader und Lesecoach

- Microsoft Plastischer Reader und Lesecoach
- Visuelle Aufbereitung:
Silbentrennung, Einfärben
von Wortarten und
Zeilenfokus
- Lesetraining
 - Bilder für (unbekannte)
Wörter
 - Lesecoach



Wagner, Lisa

Lisa Wagner

Genauigkeit Ausdruck Verständnis

0:49 / 1:22

47 Richtige Wörter pro Minute

5 Geübte Wörter

79% Genauigkeitsrate

- 1 Aussprachefehler
- 7 Auslassungen
- 9 Einfügungen
- 2 Wiederholungen
- 1 Autokorrekturen

Der Biber **Biber** ist ein **Nagetier** **Nagetier** **Nagetier** **sie** Nordamerika, Europa und Teilen von **sie** **einen** **Asien**. Der Biber kann **bis** **zu** 90 cm **Fell** **ein** **gross** werden. Er hat einen flachen Schwanz. Sein Fell ist braun und wasserabweisend **und**. Biber

Markieren als

- Richtig
- Falsche Aussprache
- Auslassung
- Einfügemarke
- Wiederholung
- Autokorrektur

Text-Werkzeuge

- Zu Word springen

Arbeiten des Lernenden

✓ Abgegeben Verlauf anzeigen

Der Biber

Maßnahme in der Schüleransicht ergreifen

Check-In für Reflect

😊 Stolz

Trend anzeigen

Feedback

Feedback eingeben

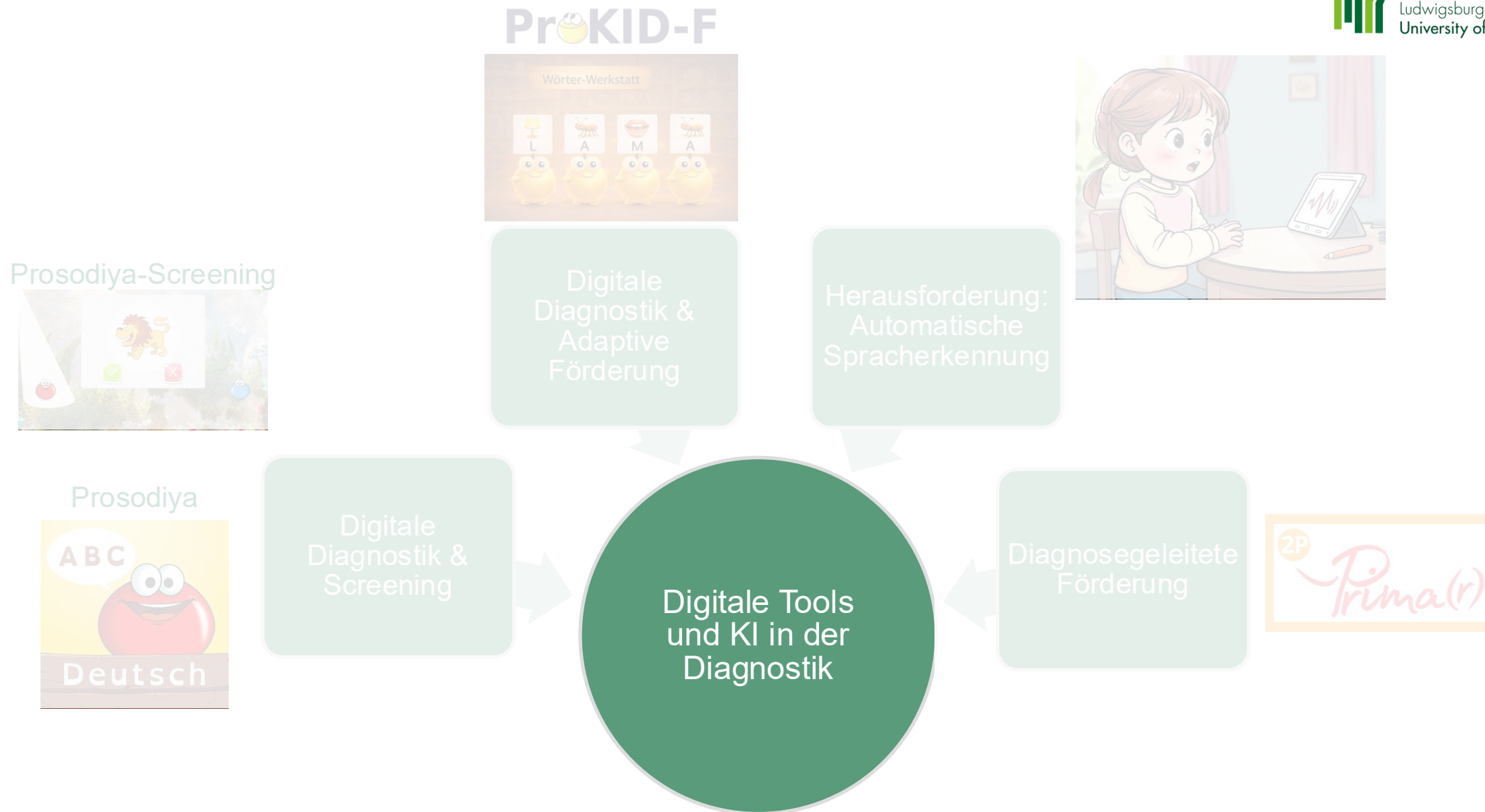
Punkte

Keine Punkte

Zurückgeben

<https://classroom.ch/magazin/95-trainiere-mit-dem-lesecoach>

KI in der Diagnostik & Förderung



Lies genau. Welches Wort passt zum Bild?



Apfelsand

Affensaft

Apfelsaft

Weiter >>

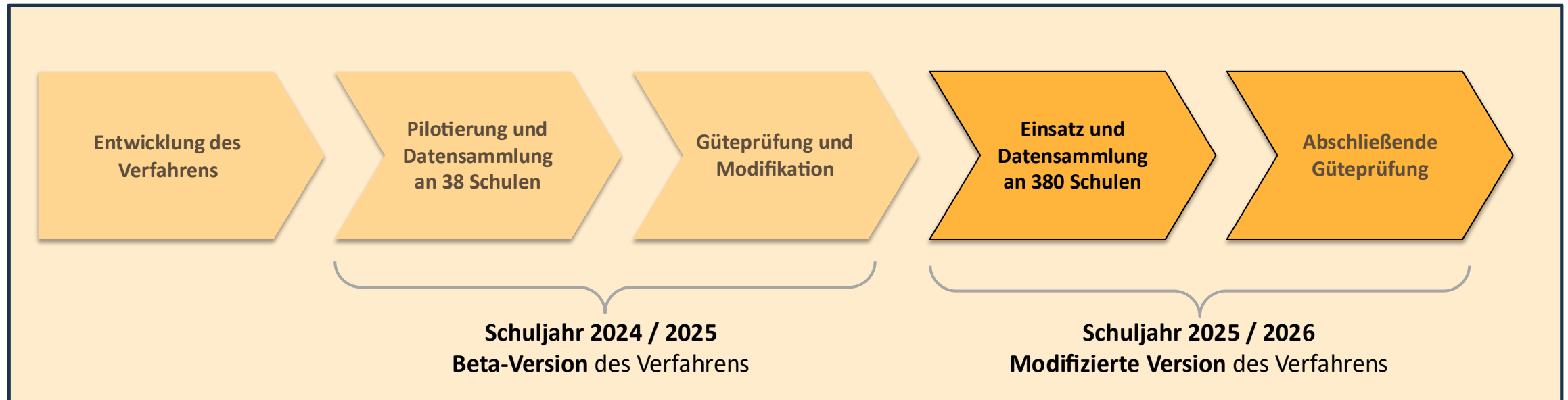
2P

Prima(r)

Projektdate zu 2P Primar

- 2P Primar ist ein länderübergreifendes Projekt im DigitalPakt Schule
- **Beauftragende Bundesländer:** Rheinland-Pfalz (Federführung), Baden-Württemberg, Berlin, Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein
- **Projektzeitraum:** April 2023 bis Dezember 2026
- **Ausgangspunkt:** Förderbedarfe bei Grundschulkindern im Bereich der basalen sprachlichen, mathematischen und sozial-emotionalen Kompetenzen (SWK-Gutachten, 2022)
- **Konzeption** gemeinsam mit Expert*innen aus der Praxis und wissenschaftlichen Beratungen

2P Primar - Projektstand



Überblick 2P Primar

Diagnostikgestützte digitale Förderplanung

Screening → Übung → Lerncheck

Baustein Deutsch

11 Module

Baustein Mathematik

13 Module

Baustein DaZ

6 Module

Lesen

Leseverstehen

Lese­flüssigkeit

Lese­genauigkeit

Zuhören

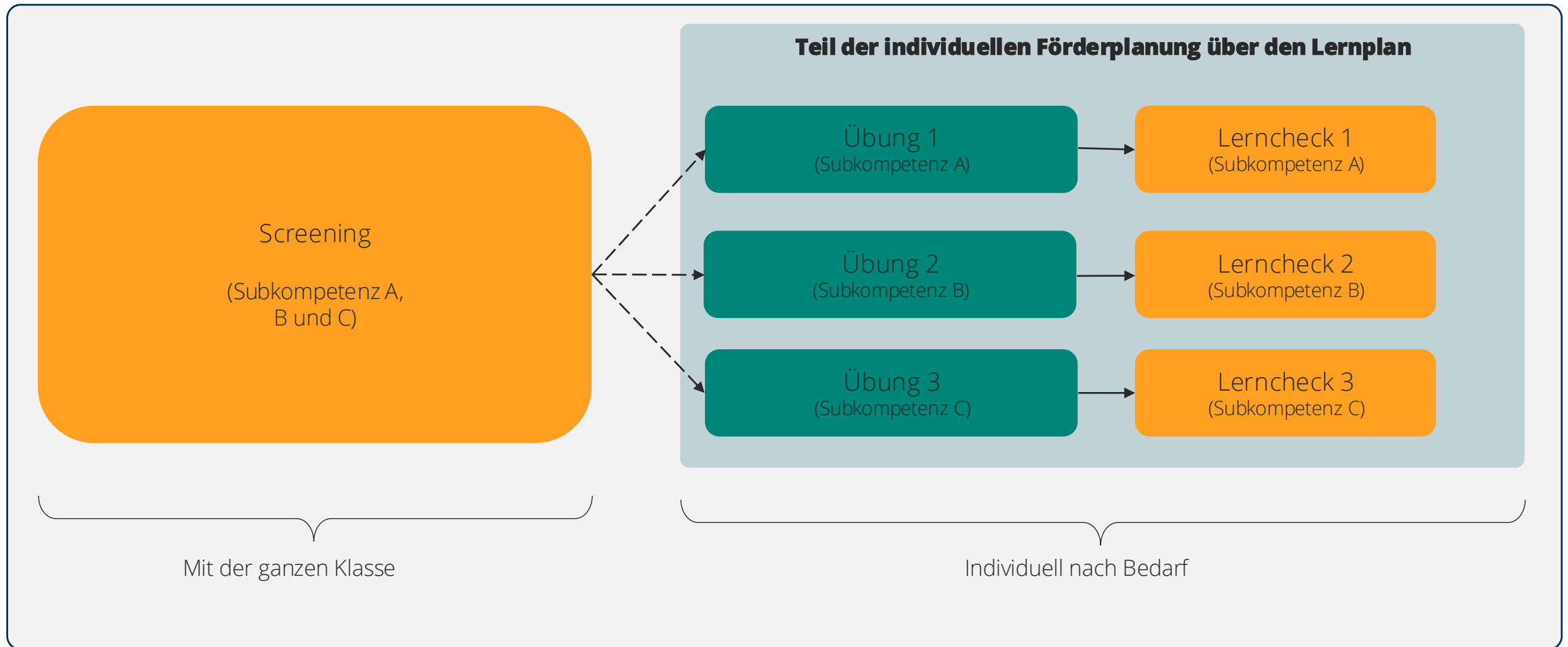
Verstehendes Zuhören

Modul 13

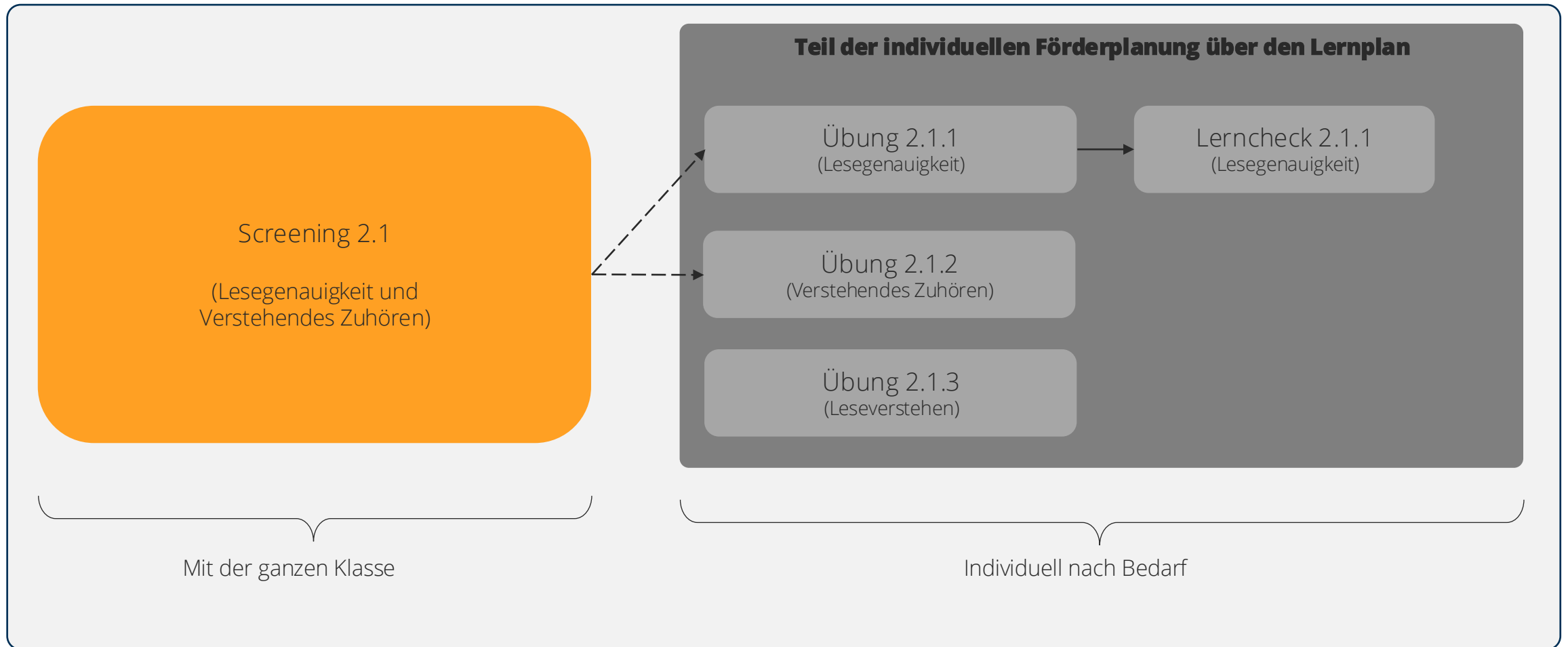
Klassenstufe 4



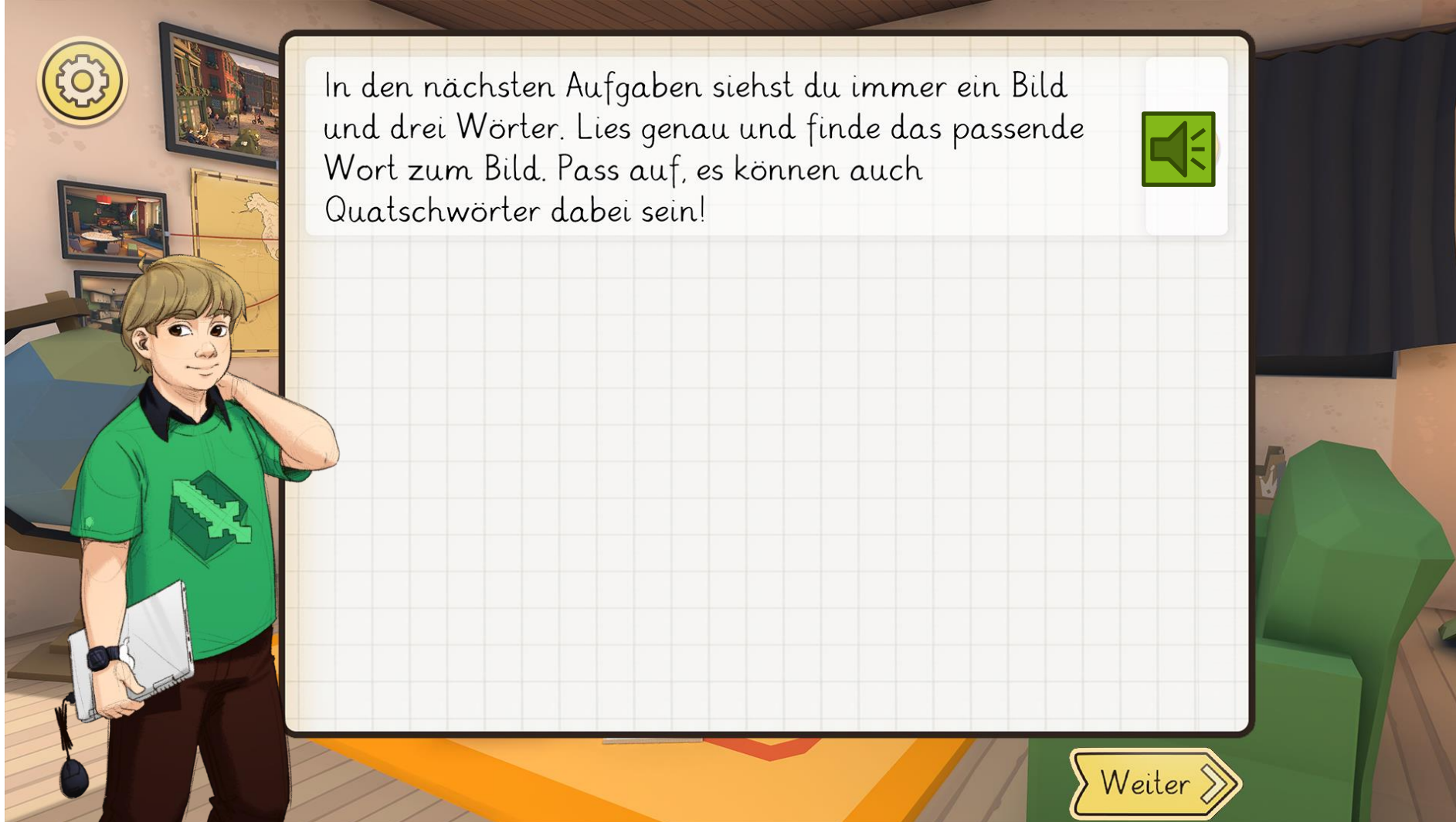
Diagnosegeleitete Förderung in 2P Primar



Diagnosegeleitete Förderung in 2P Primar



Screening Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)



In den nächsten Aufgaben siehst du immer ein Bild und drei Wörter. Lies genau und finde das passende Wort zum Bild. Pass auf, es können auch Quatschwörter dabei sein!

Weiter >>

Screening Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)

Lies genau. Welches Wort passt zum Bild?



Apfelsand

Affensaft

Apfelsaft

Weiter >

The image shows a digital interface for a reading screening task. It features a grid background and a central panel with a question, an image of a bottle of apple juice, and three multiple-choice options. A 'Weiter' button is located at the bottom right of the panel. The background of the interface is a stylized classroom with a globe, framed pictures, and a gear icon.

Screening Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)



Lies genau. Welches Wort passt zum Bild?



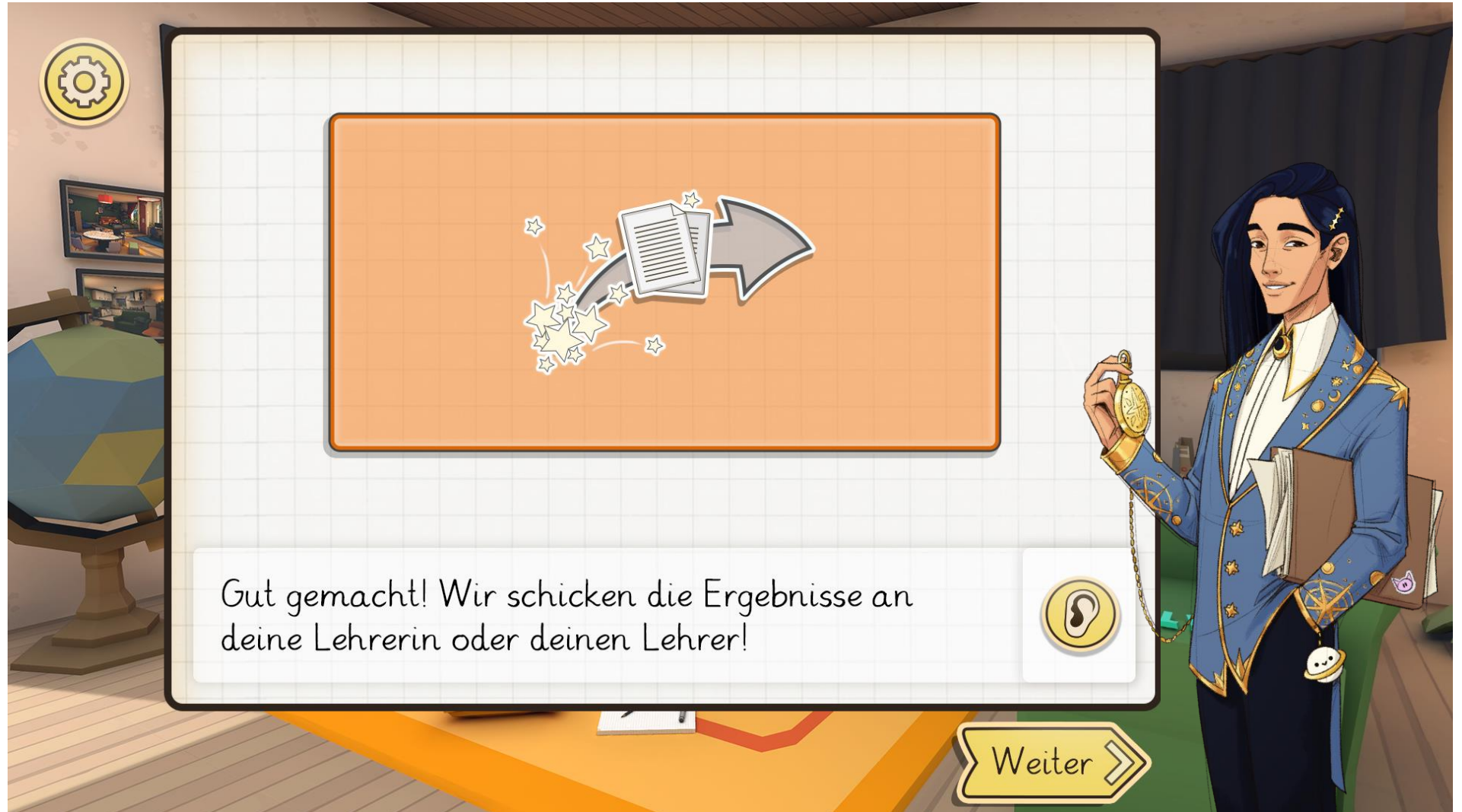
Apfelsand

Affensaft

Apfelsaft

Weiter >


Screening Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)








Screening Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)

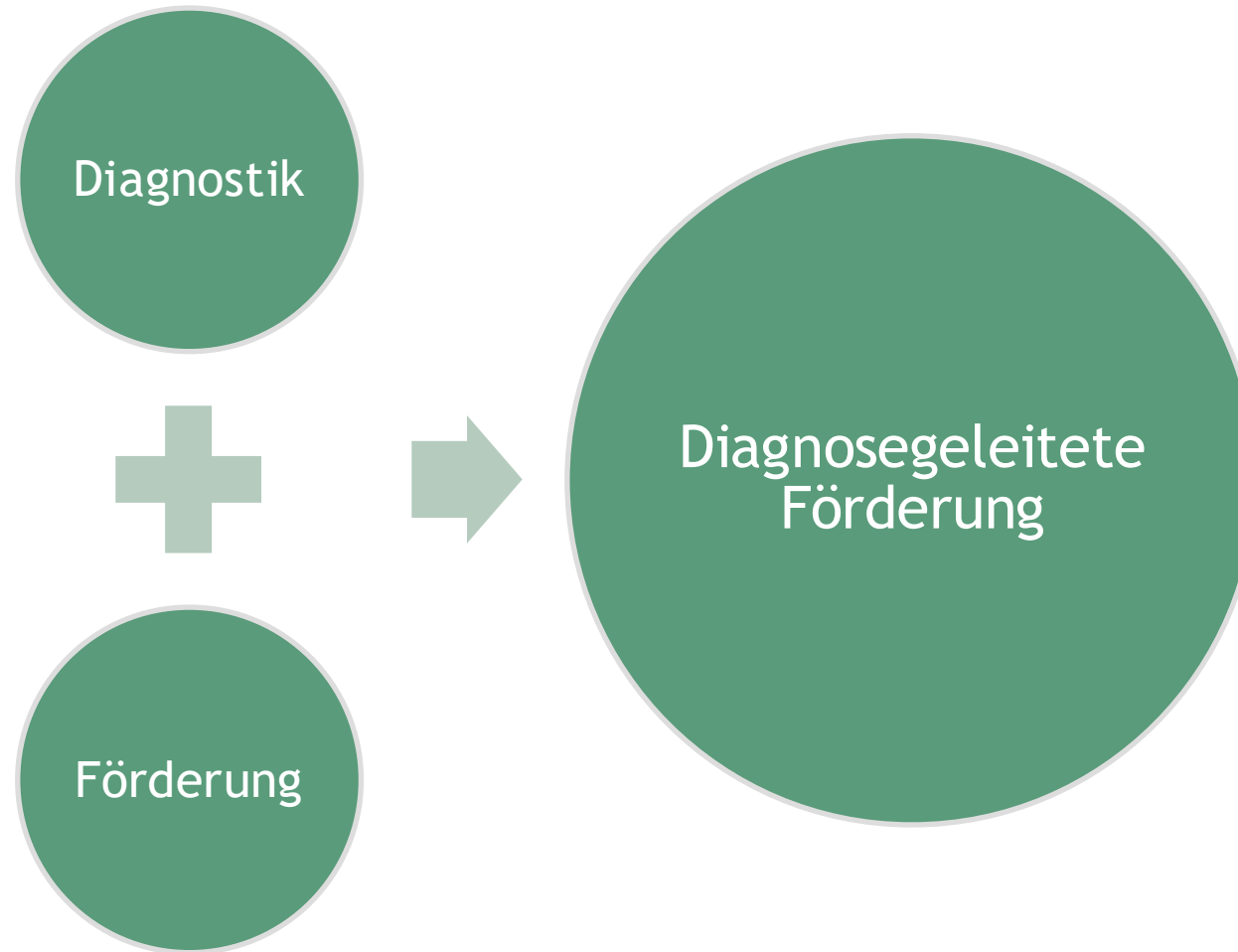
GESAMTERGEBNIS SCREENING

SCREENING 2.1, 11.09.2024, KLASSE 2D, 5/6 ERGEBNISSE

In der Tabelle sind die Ergebnisse des Screenings je Kompetenzbereich und Skala abgebildet. Dabei zeigt der Balken an, wie viele der Aufgaben prozentual richtig gelöst wurden. Die Felder der einzelnen Bereiche sind dabei, je nach Ergebnis, farblich hinterlegt. Durch einen Klick auf das  neben dem Namen, öffnet sich eine Ansicht mit detaillierteren Einzelergebnissen.

Name	Lesen – Lesegegenauigkeit	Zuhören – Verstehendes Zuhören
Klassendurchschnitt	58 %	55 %
Klaus Kleber 	100 %	100 %
Nadja Nadal 	50 %	50 %
Mara Müller 	63 %	50 %
Moritz Müsli 	75 %	75 %
Regina Riegel 	0 %	0 %

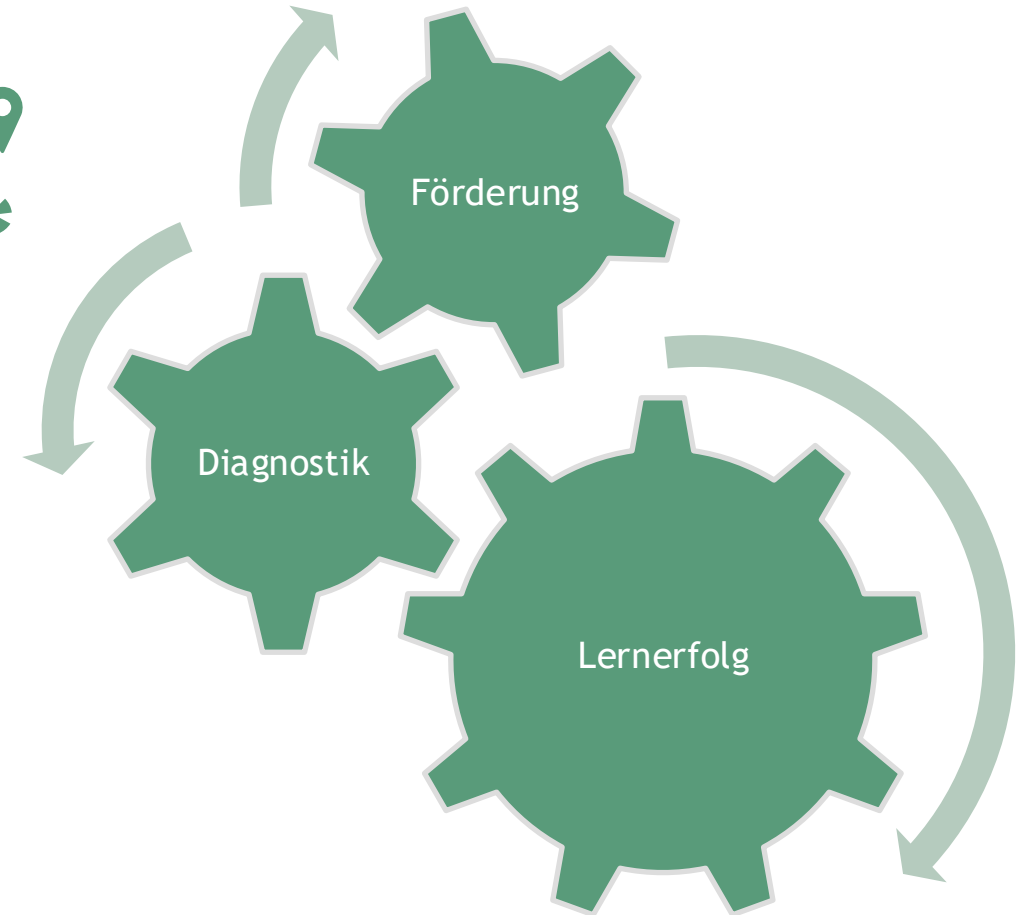
Verschränkung von (Sprach-)Diagnostik und -Förderung



Adaptive Förderung mit 2P Primar

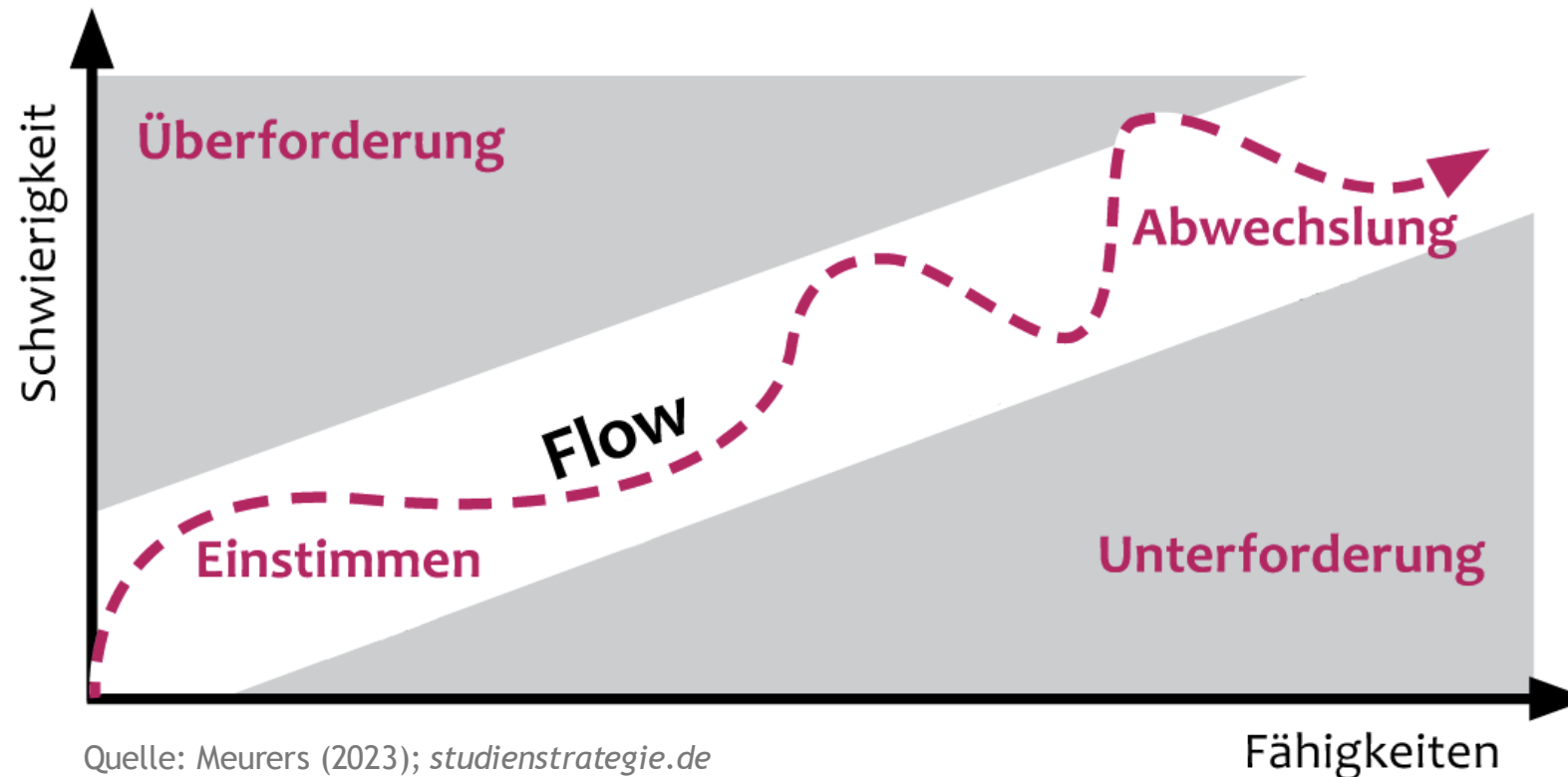
Individuelle Anpassung des Lernprozesses:

- **Makro-Adaptivität:** Adaptive Sequenzierung von Lernmaterialien und -aufgaben
- **Mikro-Adaptivität:** Lernende während einer Aufgabe unterstützen (Scaffolding)

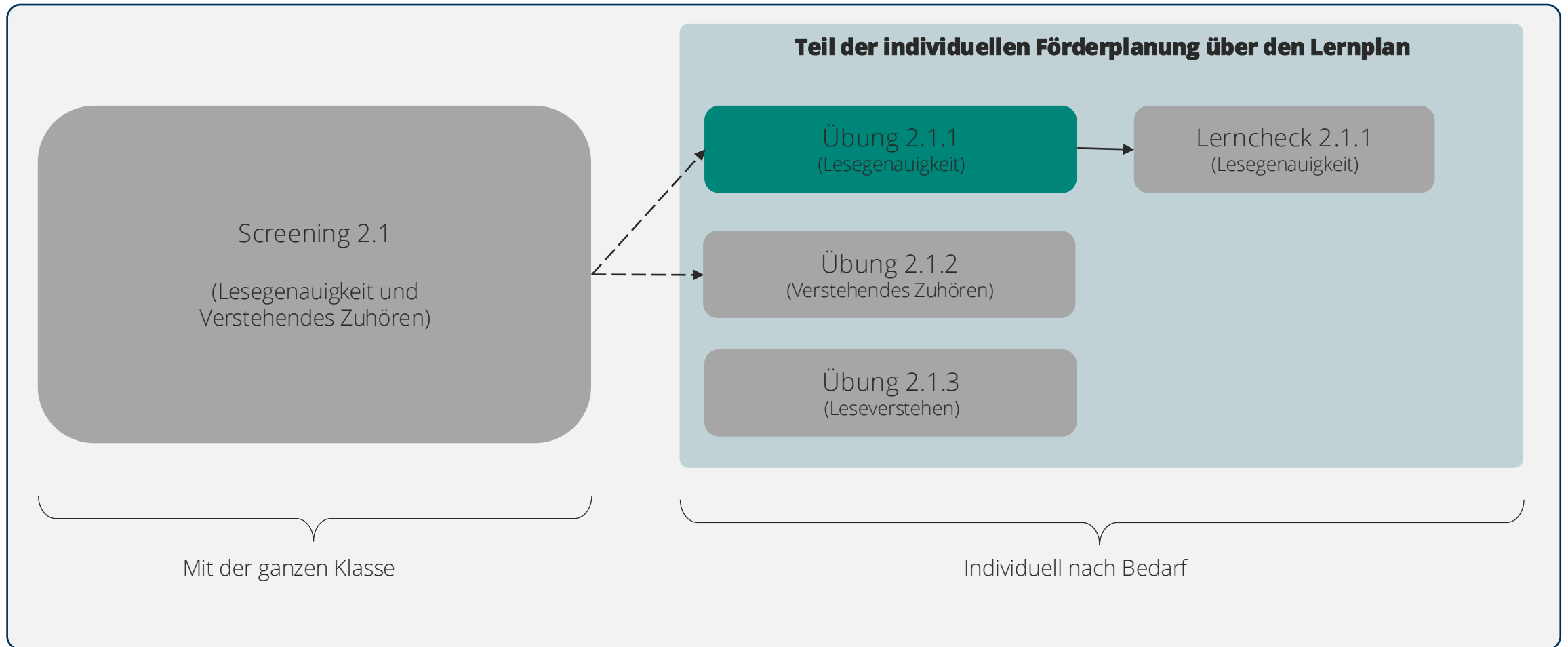


Makro-Adaptivität: Individuelle Lernpfade

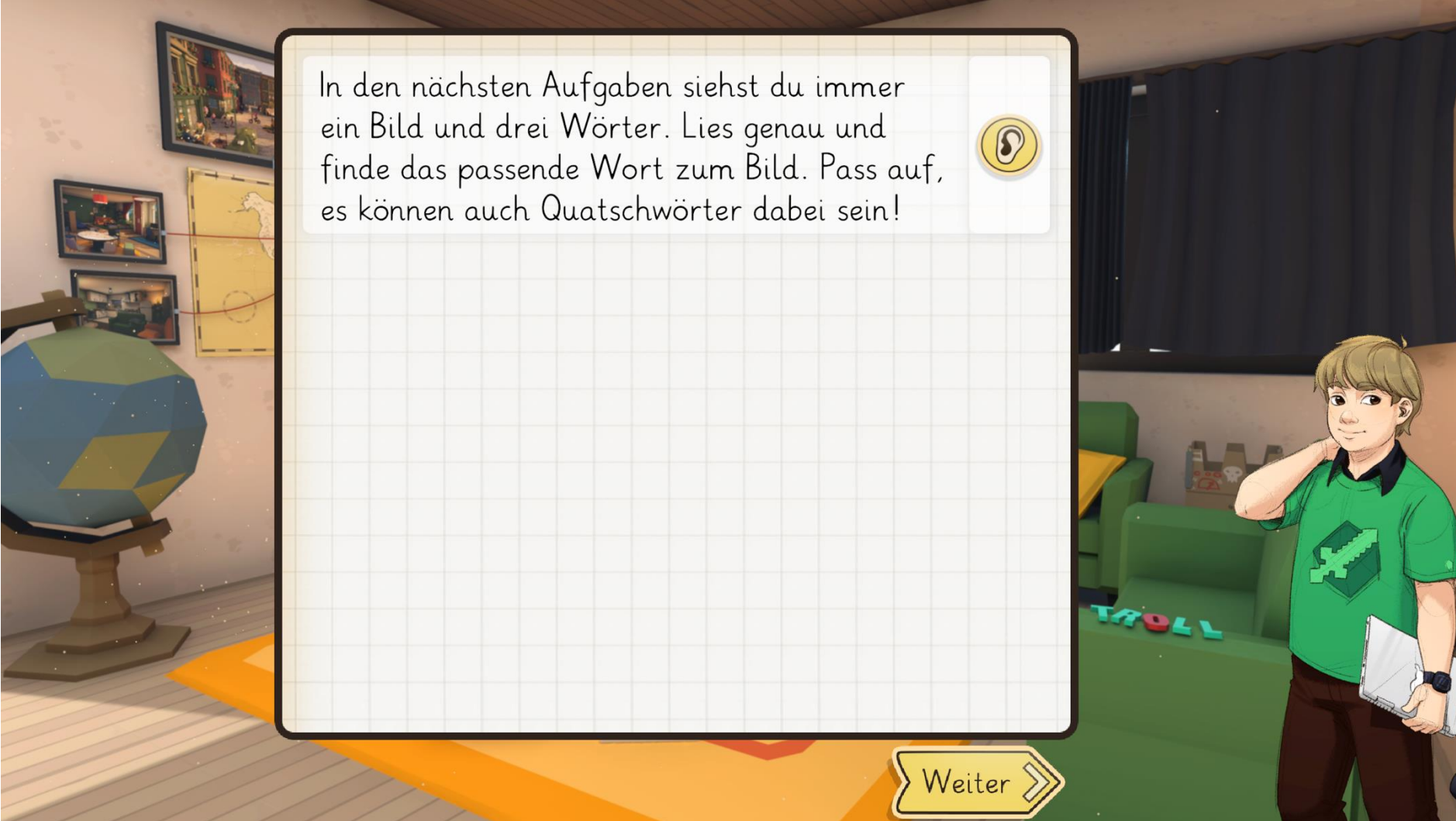
- Ziel: Lernen als Flow (Csikszentmihalyi, 1975) in der individuellen entwicklungsproximalen Zone (Vygotsky, 1978)




Makro-Adaptivität: Individuelle Lernpfade in 2P Primar durch Förderplanung



Übung Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)



In den nächsten Aufgaben siehst du immer ein Bild und drei Wörter. Lies genau und finde das passende Wort zum Bild. Pass auf, es können auch Quatschwörter dabei sein!



Weiter >>

Übung Deutsch „Lesegegenauigkeit“ (Klasse 2)



Lies genau. Welches Wort passt zum Bild?



A. Bohnstedt

Biefmarke

Briefmrke

Briefmarke

Brifmarke

← Zurück

Weiter →

Feedback: Rückmeldung zur erfolgten Auswahl



Lies genau. Welches Wort passt zum Bild?



A. Bohnstedt

Biefmarke

Briefmrke

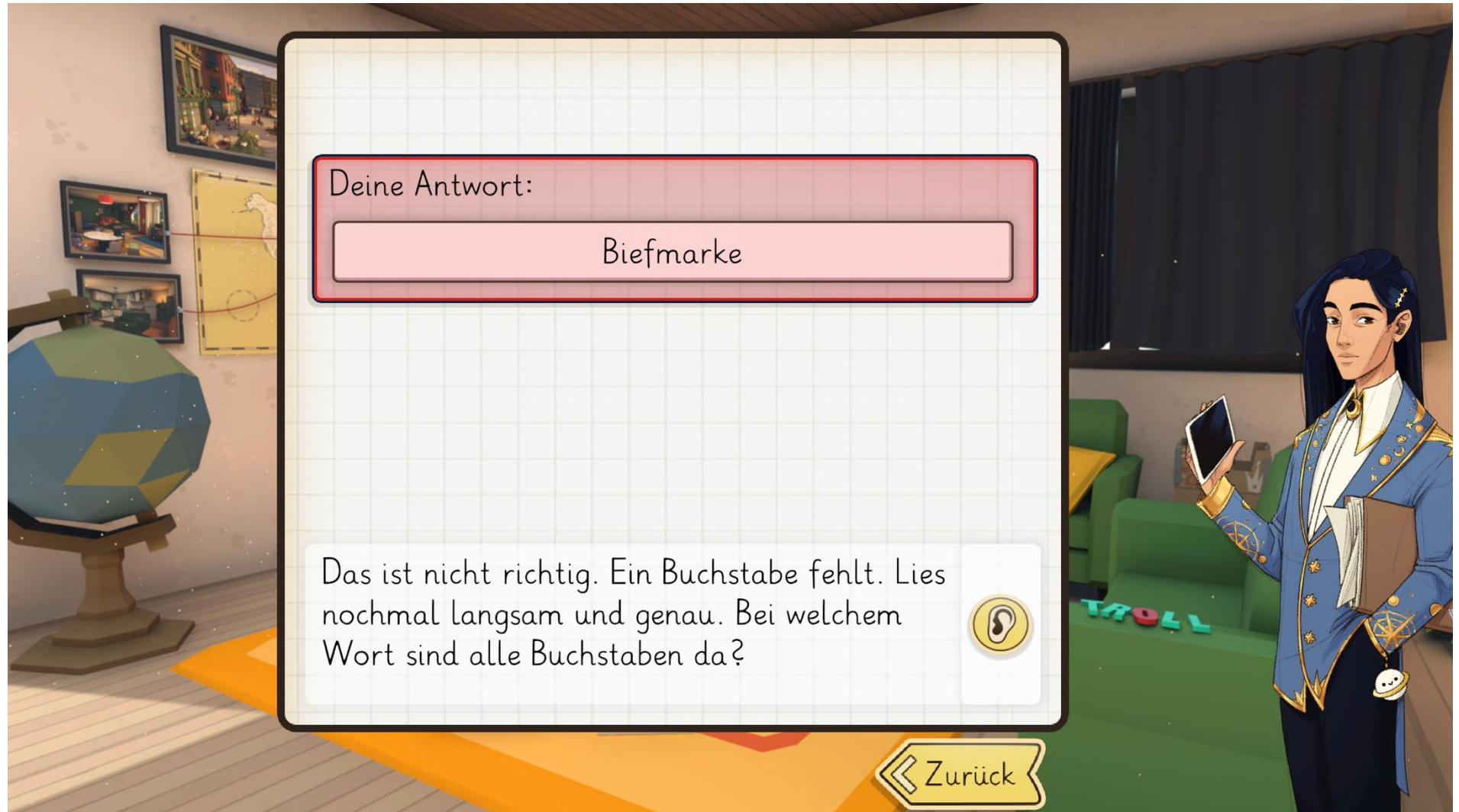
Briefmarke

Brifmarke

← Zurück

Weiter →

Feedback: Rückmeldung zur erfolgten Auswahl



Feedback: Rückmeldung zur erfolgten Auswahl



Lies genau. Welches Wort passt zum Bild?



A. Bohnstedt

Biefmarke

Briefmrke

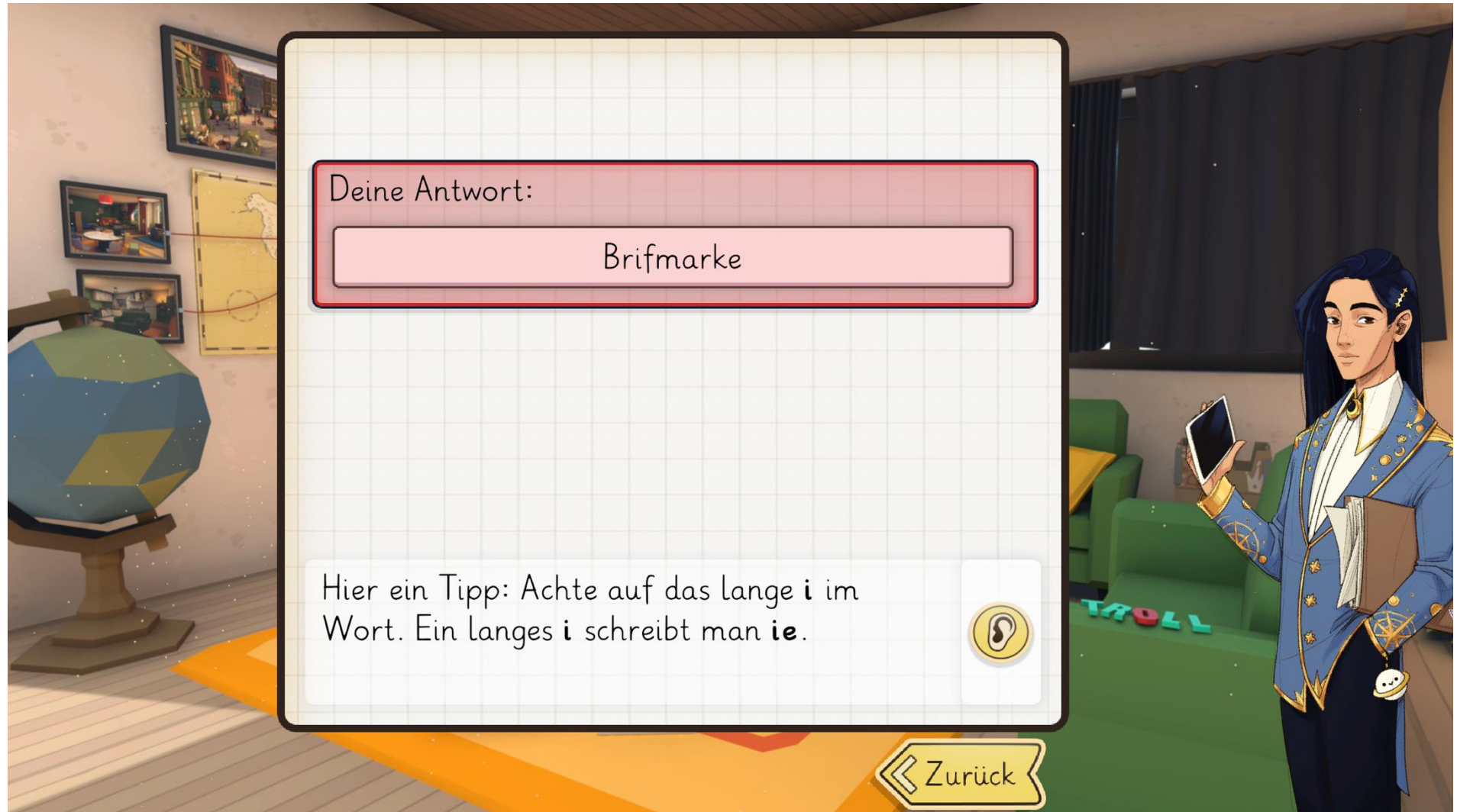
Briefmarke

Brifmarke

← Zurück

Weiter →

Feedback: Rückmeldung zur erfolgten Auswahl



Feedback: Rückmeldung zur erfolgten Auswahl



Grundlagen Baustein Deutsch als Zweitsprache

Ziel: diagnostikbasierte Förderung der sprachlichen Kompetenzen

Fokus auf rezeptive Fertigkeiten **Lesen und Zuhören** mit den Teilbereichen

- Leseverstehen, Leseflüssigkeit
- Verstehendes Zuhören

Ausgangsmaterialien: u.a. Deutsch für den Schulstart, Institut für Deutsch als Fremdsprachenphilologie, Universität Heidelberg, 2014/2015

Orientierung: Bildungsplan Grundschule: DaZ in Vorbereitungsklassen (Hamburg, 2022)

Wie sehen die digitalen Screeningaufgaben aus?

Beispiel: Vorkenntnisse - Sprache

Das ist ein Reim: **Haus** – **Maus**. Mache jetzt die Aufgabe. Höre genau zu und finde das Reimwort.



Weiter >>

Höre die Wörter.
Was reimt sich auf **Hand**?



Weiter >>

Ergebnisse der Screenings – Gruppenansicht – Gesamtergebnis

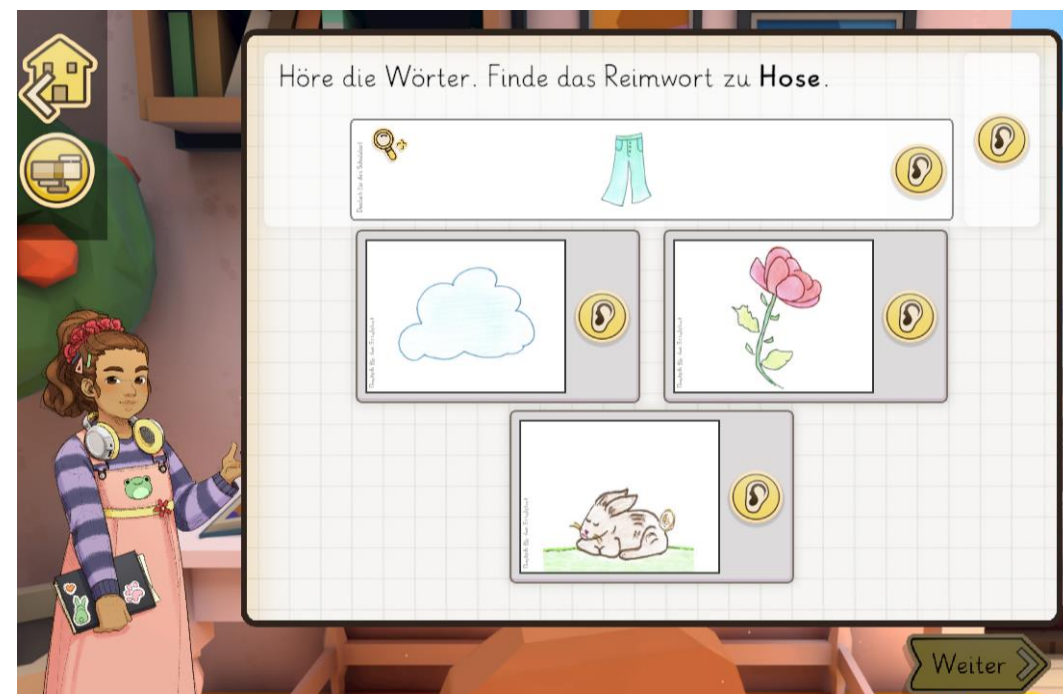
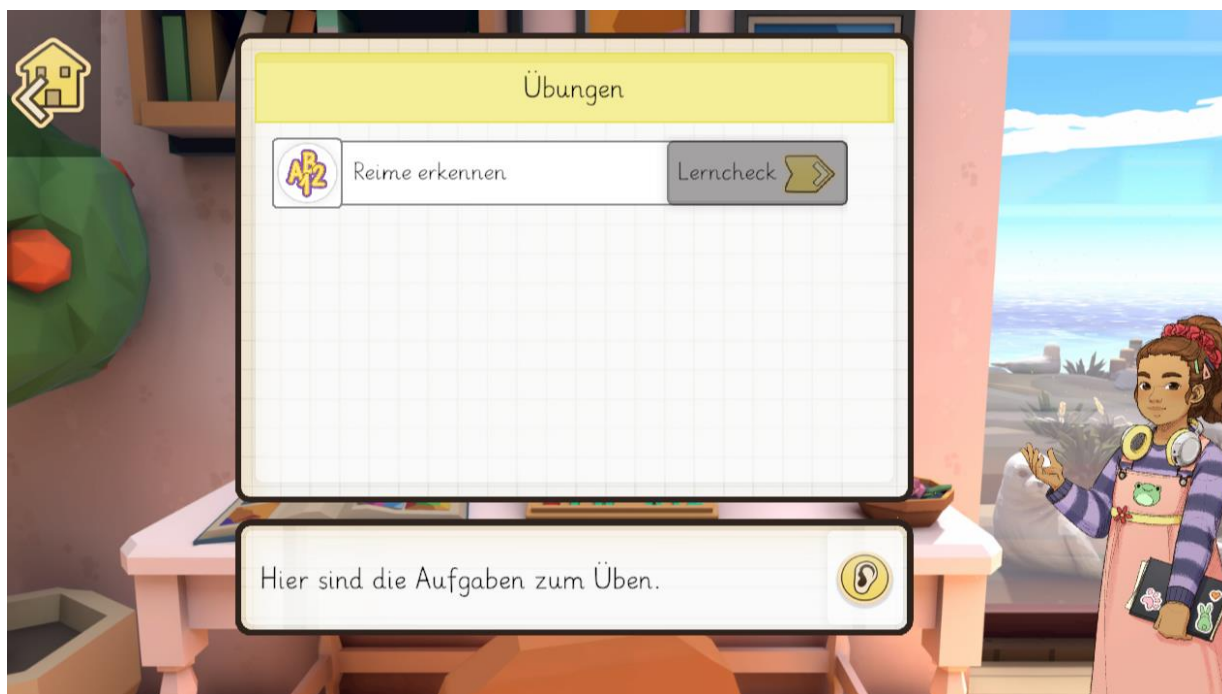
GRUPPENANSICHT		INDIVIDUALANSICHT	
GESAMTERGEBNIS		BUCHSTABEN	ZAHLEN
Name	Buchstaben	Zahlen	
Klassendurchschnitt	42 %	18 %	
Berta Banane	33 %	29 %	
Lucy Locke	50 %	7 %	

Unterstützungsbedarf ist farblich hinterlegt.

- Ergebnis für jeden Kompetenzbereich
- Prozentual richtig gelöste Aufgaben (farbig hinterlegter Förderbedarf)

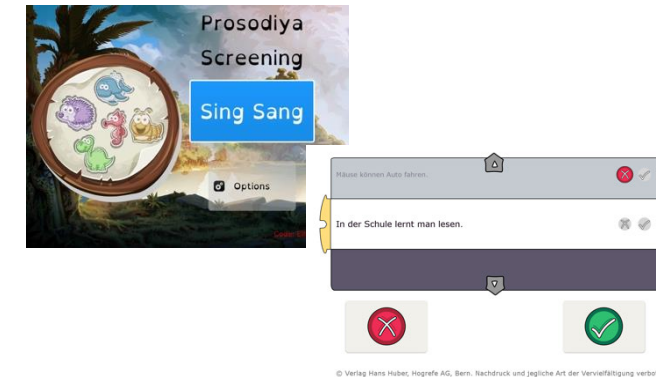
Wie sehen die digitalen Übungsaufgaben aus?

Beispiel: Vorkenntnisse - Sprache



Zusammenfassung

1. Digitale und KI-gestützte Screenings sind zuverlässige (und ansprechendere) Alternativen zu papierbasierten Tests und bringen Vorteile der Digitalisierung
 - KI ermöglicht genauere (Differential-)Diagnostik und adaptive Testung!
 - Spiele-Elemente können die Testsituation entlasten
2. Verschränkung von Diagnose und Förderung ermöglicht diagnosegeleitet Förderung
 - Diagnostik sorgt für „Warmstart“ der Makro-Adaptivität
 - KI ermöglicht Adaptivität und Differenzierung
3. Automatische Auswertung gesprochener Kindersprache zentrale Komponente, aber auch zentrale Herausforderung
 - eigene Modelle und Datensätze für Kindersprache verbessern Leistung



Überblick - Systeme und Projekte

- **ProKID-F.de**: KI-gestützte Diagnostik und Förderung literaler Fähigkeiten im Vorschulalter
- **Prosodiya.de**: Intelligentes Tutorsystem zur Förderung der Lese- und Rechtschreibleistung von Grundschulkindern
- **AI-LIT** (<https://dialogisches-lesen.ai>): KI-basiertes Dialogisches Lesen (Dialogische Bilderbuchbetrachtung) mit digitalen Bilderbüchern für Kinder im Vorschulalter
- **COAST** (<http://coast.whysoseriousgames.de/>): Web-App zur automatischen visuellen Anreicherung von Lesematerial
- **KANSAS-Suche.de**: Sprachaffine Suchmaschine für Lehrkräfte Alphabetisierung/Grundbildung
- **LATILL.eu**: Level-Adequate Text in Language Learning
- **WoLKE.schule** Projekt: Entwicklung von Lehrveranstaltung für angehende Lehrkräfte für den didaktisch sinnvollen und reflektierten Einsatz von KI-Tools im Sprach- und MINT-Unterricht



Danke!



Fragen?

Jun.-Prof. Dr. Heiko Holz
heiko.holz@ph-ludwigsburg.de

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Institut für Informatik



- Fan, R., Zhu, Y., Wang, J., & Alwan, A. (2022). Towards Better Domain Adaptation for Self-Supervised Models: A Case Study of Child ASR. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 16(6), 1242-1252. <https://doi.org/10.1109/JSTSP.2022.3200910>
- Bai, Y., Hubers, F., Cucchiarini, C., Van Hout, R., & Strik, H. (2022). The Effects of Implicit and Explicit Feedback in an ASR-based Reading Tutor for Dutch First-graders. *Interspeech 2022*, 4476-4480. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2022-10810>
- Bashori, M., Van Hout, R., Strik, H., & Cucchiarini, C. (2024). ‘Look, I can speak correctly’: Learning vocabulary and pronunciation through websites equipped with automatic speech recognition technology. *Computer Assisted Language Learning*, 37(5-6), 1335-1363. <https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2080230>
- Beuttler, Benedikt. (2024). *Designing a Playful, Tablet and Group-Based Literacy Screening for German-speaking Pre-Readers: A Machine Learning Approach* [Doctoral Thesis, University of Tübingen]. https://osf.io/y4uzr/?view_only=272fb1e5a2e8485b862eaf08840cdc6e
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94(Supplement C), 178-192. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.003>
- Brandelik, K. (2014). *Sprachrhythmische Fähigkeiten im Schriftspracherwerb*. University of Tuebingen.
- Catts, H. W., Gillispie, M., Leonard, L. B., Kail, R. V., & Miller, C. A. (2002). The Role of Speed of Processing, Rapid Naming, and Phonological Awareness in Reading Achievement. *Journal of Learning Disabilities*, 35(6), 510-525. <https://doi.org/10.1177/00222194020350060301>
- Cordes, A.-K., & Kühn, W. (2024). Potenziale digitaler Bilderbuchformate zur Sprachbildung und -förderung in Kindertageseinrichtungen. In W. Schönauer-Schneider, A. Theisel, & M. Spreer (Hrsg.), *Mit Sprache Brücken bauen—In Kita, Schule und Beruf* (Bd. 5, S. 55-64). Schulz-Kirchner Verlag.
- Cordes, A.-K., Egert, F., & Harting, F. (2022). *Dialogisches Lesen mit digitalen Bilderbüchern. Ein Leitfaden für Fachkräfte und Eltern. Wie wirksame Sprachunterstützung mit digitalen Bilderbüchern gelingen kann*. Staatsinstitut für Frühpädagogik und Medienkompetenz.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper & Row.
- Cucchiarini, C., Nejari, W., & Strik, H. (2012). My Pronunciation Coach: Improving English pronunciation with an automatic coach that listens. *Language Learning in Higher Education*, 1(2). <https://doi.org/10.1515/cercles-2011-0024>
- Cucchiarini, C., Neri, A., & Strik, H. (2009). Oral proficiency training in Dutch L2: The contribution of ASR-based corrective feedback. *Speech Communication*, 51(10), 853-863. <https://doi.org/10.1016/j.specom.2009.03.003>
- Dawidowsky, K., Holz, H., Schwerter, J., Pieronczyk, I., & Meurers, D. (2021). Development and Evaluation of a Tablet-Based Reading Fluency Test for Primary School Children. *Proceedings of the 23rd International Conference on Mobile Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1145/3447526.3472033>

- Endlich, D., Lenhard, W., Marx, P., & Richter, T. (2024). Das Lese-Screening in LONDI--Konzeption, empirische Ergebnisse und praktischer Einsatz eines neuartigen Onlinescreenings für Leseschwierigkeiten. In T. Richter & W. Lenhard, *Diagnose und Förderung des Lesens im digitalen Kontext* (Vol. 20, pp. 137-159). Hogrefe Verlag GmbH.
- He, K., Cervera, K., Levine, J., Xu, Y., Collins, P., & Warschauer, M. (2025). Promoting parent-child shared reading with a bilingual conversational agent. *International Journal of Human-Computer Studies*, 199, 103489. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103489>
- Holz, H., Beuttler, B., Löfflad, D., & Ninaus, M. (2024). Developing a Group-Based Literacy Screening for German Pre-Readers: A Digital, Game-Based Approach. *Proc. ACM Hum.-Comput. Interact.*, 8(MHCI), Article 251. <https://doi.org/10.1145/3676496>
- Holz, H., Chinkina, M., & Vetter, L. (2018). Optimizing the Quality of Synthetically Generated Pseudowords for the Task of Minimal-Pair Distinction. *2018 IEEE Spoken Language Technology Workshop (SLT)*, 470-476. <https://doi.org/10.1109/SLT.2018.8639037>
- Holz, H., Weiss, Z., Brehm, O., & Meurers, D. (2018). COAST - Customizable Online Syllable Enhancement in Texts. A flexible framework for automatically enhancing reading materials. *Proceedings of the Thirteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, 89-100. <https://doi.org/10.18653/v1/W18-0509>
- Landerl, K. (2003). Categorization of vowel length in German poor spellers: An orthographically relevant phonological distinction. *Applied Psycholinguistics*, 24(4), 523-538. <https://doi.org/10.1017/S0142716403000262>
- Lenhard, W., Lenhard, A., & Schneider, W. (2024). Differenzielle Diagnose von Leseverständnisfacetten mit dem ELFE II-Leseverständnistest. In P. Marx & T. Richter, *Diagnose und Förderung des Lesens im digitalen Kontext* (pp. 67-83).
- Löffler, C., & Weis, S. (2016). Didaktik der Alphabetisierung. In C. Löffler & J. Korfkamp (Eds.), *Handbuch zur Alphabetisierung und Grundbildung Erwachsener*. (pp. 365-382). Waxmann.
- Mayringer, H., & Wimmer, H. (2014). *Salzburger Lese-Screening für die Schulstufen 2-9*. Hogrefe. Mildenberger Verlag. (2018). *Eine Einführung in die Silbenmethode*. Mildenberger Verlag.
- Nwana, H. S. (1990). Intelligent tutoring systems: An overview. *Artificial Intelligence Review*, 4(4), 251-277. <https://doi.org/10.1007/BF00168958>
- Rauschenberger, M., Baeza-yates, R., & Rello, L. (2020). Screening Risk of Dyslexia through a Web-Game using Language-Independent Content and Machine Learning. *Proceedings of the 17th International Web for All Conference*, 1-12. <https://doi.org/10.1145/3371300.3383342>
- Roos, J., Schöler, H., & Treutlein, A. (2007). *Zur prognostischen Validität des Heidelberger Auditiven Screenings in der Einschulungsdiagnostik HASE* (Evaluation eines Vorschulscreenings zur Erfassung von Risikokindern für Sprach- und Schriftspracherwerbsprobleme (EVER)).
- Tran, T., Tinkler, M., Yeung, G., Alwan, A., & Ostendorf, M. (2020). Analysis of Disfluency in Children's Speech. *Interspeech 2020*, 4278-4282. <https://doi.org/10.21437/Interspeech.2020-3037>

Literatur

- Vygotskiĭ, L. S., & Kozulin, A. (1986). *Thought and language* (Translation newly rev. and edited). MIT Press.
- Weiss, Z., Dittrich, S., & Meurers, D. (2018). A Linguistically-Informed Search Engine to Identify Reading Material for Functional Illiteracy Classes. *Proceedings of the 7th Workshop on NLP for Computer Assisted Language Learning, 2018(Nlp4call)*, 79-90. <https://aclanthology.org/W18-7109/>
- Xu, Y., Aubele, J., Vigil, V., Bustamante, A. S., Kim, Y., & Warschauer, M. (2022). Dialogue with a conversational agent promotes children's story comprehension via enhancing engagement. *Child Development*, 93(2). <https://doi.org/10.1111/cdev.13708>

Literaturverzeichnis ProKID-F Screening

- Abed Ibrahim, L., Fekete, I., Tuller, L., & Zebib, R. (2018). Sentence repetition for identifying language impairment in bilingual children. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(3), 575-588.
- Archibald, L. M. (2017). Working memory and language learning: A review. *Child Language Teaching and Therapy*, 33(1), 5-17.
- Araújo, S., Reis, A., Petersson, K. M., & Faisca, L. (2015). Rapid automatized naming and reading performance: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 868-883.
- Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29.
- Besca, M. (2025). *Effektive Sprachförderung konsequent zu Ende gedacht!* [Dissertation]. Pädagogische Hochschule Ludwigsburg.
- Bradley, L., & Bryant, P. E. (1983). Categorizing sounds and learning to read a causal connection. *Nature*, 301(3), 419-421.
- Brandelik, K. (2014). *Sprachrhythmische Fähigkeiten im Schriftspracherwerb* [Dissertation]. Südwestdeutscher Verlag für Hochschulschriften.
- Carretti, B., Borella, E., Cornoldi, C., & De Beni, R. (2009). Role of working memory... *Learning and Individual Differences*, 19(2), 246-251.
- Denckla, M. B., & Rudel, R. G. (1976). Rapid automatized naming (R.A.N.). *Neuropsychologia*, 14(4), 471-479.
- Frensch, P. A., & Rüniger, D. (2003). Implicit Learning. *Current Directions in Psychological Science*, 12(1), 13-18.
- Goldammer, K., Mähler, C., & Hasselhorn, M. (2010). The role of sentence repetition... *Journal of Research in Reading*, 33(3), 290-303.
- Goswami, U., Mead, N., Fosker, T., Huss, M., Barnes, L., & Leong, V. (2013). Impaired perception of syllable stress in children with dyslexia: A longitudinal study. *Journal of Memory and Language*, 69(1), 1-17.
- Hamann, C., & Abed Ibrahim, L. (2017). Methods for Identifying Specific Language Impairment in Bilingual Populations in Germany. *Frontiers in Communication*, 2.
- Hasselhorn, M. (2017). Arbeitsgedächtnis und Sprachentwicklungsstörungen. *Sprachförderung und Sprachtherapie in Schule und Praxis*, 6(3), 175-181.
- Hasselhorn, M., Schuchardt, K., & Mähler, C. (2010). Phonologisches Arbeitsgedächtnis bei Kindern mit diagnostizierter Lese- und/oder Rechtschreibstörung. Zum Einfluss von Wortlänge und Lexikalität auf die Gedächtnisspanne. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie*, 42 (4), 211-216.
- Hasselhorn, M., Schumann-Hengsteler, R., Gronauer, J., et al. (2012). *AGTB 5-12*. Göttingen: Hogrefe.
- Henry, L. A., & Botting, N. (2017). Working memory and developmental language impairments. *Child Language Teaching and Therapy*, 33(1), 19-32.
- Huss, M., Verney, J. P., Fosker, T., Mead, N., & Goswami, U. (2011). Music, rhythm, rise time perception and developmental dyslexia: Perception of musical meter predicts reading and phonology. *Cortex*, 47(6), 674-689.
- Jiménez-Fernández, G., Gutiérrez-Palma, N., & Deor, S. (2015). Impaired stress awareness in Spanish children with developmental dyslexia. *Research in Developmental Disabilities*, 37, 152-161.

Literaturverzeichnis ProKID-F Screening

- Kastamoniti, A., Tsattalios, K., Christodoulides, P., & Zakopoulou, V. (2018). The role of phonological memory in reading acquisition and dyslexia: a systematic literature review. *European Journal of Special Education Research, 0*.
- Kehl, S., & Scholz, M. (2021). Systematisches Literaturreview der Arbeitsgedächtnisbesonderheiten bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie. *Empirische Sonderpädagogik 13* (2), 110-132.
- Leong, V., Hämäläinen, J., Soltész, F., & Goswami, U. (2011). Rise time perception and detection of syllable stress in adults with developmental dyslexia. *Journal of Memory and Language, Journal of Memory and Language, 64*(1), 59-73.
- Lum, J., Gelgic, C., & Conti-Ramsden, G. (2010). Procedural and declarative memory in children with and without specinguage impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders, 45*(1), 96-107.
- Marinis, T., & Armon-Lotem, S. (2015). Sentence repetition. In *Methods for assessing multilingual children*, 95-124.
- Mayer, A. (2021). *Lese-Rechtschreibstörungen* (2. Aufl.). München: Reinhardt.
- Moll, K., Fussenegger, B., Willburger, E., & Landerl, K. (2009). RAN is not a measure of orthographic processing. Evidence from the asymmetric German orthography. *Scientific Studies of Reading, 13*(1), 1-25.
- Moll, K., Hulme, C., Nag, S., & Snowling, M. J. (2015). Sentence repetition as a marker of language skills in children with dyslexia. *Applied Psycholinguistics, 36*(1), 203-221.
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology, 19*(1), 1-32.
- Polišenská, K., Chiat, S., & Roy, P. (2015). Sentence repetition: What does the task measure? *International Journal of Language & Communication Disorders, 50*(1), 106-118.
- Robertson, E. M. (2007). The Serial Reaction Time Task: Implicit Motor Skill Learning? *Journal of Neuroscience, 27*(38), 10073-10075.
- Sauter, K., Heller, J., & Landerl, K. (2012). Sprachrhythmus und Schriftspracherwerb. *Lernen und Lernstörungen, 1*(4), 225-239.
- Schöler, H., Fromm, W., & Kany, W. (1997). Sprachentwicklungsstörungen und ihre Diagnostik. *Sprache · Stimme · Gehör, 21*, 45-52.
- Schöler, H., & Scheib, B. (2004). *Diagnostik von Sprachentwicklungsstörungen*. Weinheim: Beltz.
- Schnitzler, C. D. (2008). *Phonologische Bewusstheit und Schriftspracherwerb*. Stuttgart: Thieme.
- Schnitzler, C. D. (2013). Phonologische Bewusstheit und Schriftspracherwerb am Schulanfang und in der Schuleingangsphase. In S. Ringmann & J. Siegmüller (Hrsg.), *Handbuch Spracherwerb und Sprachentwicklungsstörungen. Schuleingangsphase (3-24)*. München: Urban & Fischer.
- Schnitzler, C. D. (2014). LRS bei Kindern mit überwundenen phonologischen Aussprachestörungen. *Logos, 22*(4), 254-264.

Literaturverzeichnis ProKID-F Screening

- Schnitzler, C. D. (2015). Schriftsprache und phonologische Verarbeitung bei Grundschulkindern mit im Vorschulalter überwundenen phonologischen Aussprachestörungen. *Sprache · Stimme · Gehör*, 39(1), 24-29.
- Tuller, L., Hamann, C., Chilla, S., Ferré, S., Morin, E., Prevost, P., & Zebib, R. (2018). Identifying language impairment in bilingual children in France and Germany. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 53(4), 888-904.
- Ulrich, T. (2016). Sprachtherapeutische Diagnostik mit dem Mottier-Test. *forum logopädie*. 30(2), 22-29.
- van der Kleij, S. W., Groen, M. A., Segers, E., & Verhoeven, L. (2019). Sequential Implicit Learning Ability Predicts Growth in Reading Skills in Typical Readers and Children with Dyslexia. *Scientific Studies of Reading*, 23(1), 77-88.
- Wimmer, H. (1993). Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics*, 14(1), 1-33.

- Abed Ibrahim, L., Hamann, C. & Öwerdieck, D. (2018). Identifying Specific Language Impairment (SLI) across Different Bilingual Populations: German Sentence Repetition Task (SRT). *Proceedings of BUCLD*, 42, 1-14.
- Angermaier, J. W. (2020). CELF-5. Clinical Evaluation of Language Fundamentals- Fifth Edition. Durchführungsmanual (5. Aufl.). Pearson.
- Esser, G. & Wyszkon, A. (2010). P-ITPA Potsdam-Illinois Test für Psycholinguistische Fähigkeiten. Hogrefe.
- Goldammer, A. von, Mähler, C., Bockmann, A.-K. & Hasselhorn, M. (2010). Vorhersage früher Schriftsprachleistungen aus vorschulischen Kompetenzen der Sprache und der phonologischen Informationsverarbeitung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 42(1), 48-56.
- Grimm, H. (2015). SETK 3-5: Sprachentwicklungstest für drei- bis fünfjährige Kinder (3;0-5;11 Jahre) Diagnose von Sprachverarbeitungs-fähigkeiten und auditiven Gedächtnisleistungen (3., überarbeitete und neu normierte Auflage). Hogrefe.
- Leclercq, A.-L., Quémart, P., Magis, D. & Maillart, C. (2014). The sentence repetition task: A power-ful diagnostic tool for French children with specific language impairment. *Research in de-velopmental disabilities*, 35(12), 3423-3430. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.08.026>
- Marinis, T. & Armon-Lotem, S. (2015). Sentence Repetition. In S. Armon-Lotem, J. de Jong & N. Meir (Hrsg.), *Communication Disorders Across Languages. Assessing Multilingual Children: Disentangling Bilingualism from Language Impairment* (S. 95-122). *Multilingual Matters*. <https://doi.org/10.21832/9781783093137-007>
- Oelze, V., Glück, C. W., Schütz, V., Kessler, R., Pino, D., Jagudin, M., Krause, C. D., Scheithauer, B., Meuret, S., Fuchs, M. & Wagner, S. (2025). Diagnostik sprachlicher Fähigkeiten bei Jugendlichen mit der App des Leipziger Sprachinstrumentariums Jugend (LSI.J). *Praxis Sprache* 3/2025, 182-187.
- Rujas, I.; Mariscal, S.; Murillo, E.; Lázaro, M. (2021). Sentence Repetition Tasks to Detect and Prevent Language Difficulties: A Scoping Review. *Children*, 8, 578. <https://doi.org/10.3390/children8070578>
- Schöler, H. & Brunner, M. (2008). HASE: Heidelberger Auditives Screening in der Einschulungsuntersuchung (2., überarbeitete und erweiterte Auflage). Westra.
- Schöler, H. & Scheib, K. (2004). Desiderate und Thesen zur Diagnostik bei Sprachentwicklungsstörungen. *Sprache Stimme Gehör*, 28(1), 37-41. <https://doi.org/10.1055/s-2004-815482>
- Silverman, R. D. ; McNeish, D; Speece, D. L.; Ritchey, K. D. (2021): Early Screening for Decoding- and Language-Related Reading Difficulties in First and Third Grades. *Assessment for Effective Intervention*, 46(2) 99-109. <https://doi.org/10.1177/153450841985723>
- Theodorou, E., Kambanaros, M. & Grohmann, K. K. (2017). Sentence Repetition as a Tool for Screening Morphosyntactic Abilities of Bilectal Children with SLI. *Frontiers in Psychology*, 8, 2104. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02104>

Literaturverzeichnis ProKID-F Förderung

- Egert, F., Cordes, A.-K., & Hartig, F. (2022). 3 in 1: Förderung von Sprache, Vorläuferfähigkeiten und frühem Lesen: Eine Metaanalyse zur Wirksamkeit von E-Books in Kindertageseinrichtungen. *Kindheit und Entwicklung*, 31(1), 60-70. <https://doi.org/10.1026/0942-5403/a000362>
- Göle, M. O., & Temel, Z. F. (2024). The effect of digital game-based and different education programs on phonological awareness skills of 60-72 months-old children. *Journal of Theoretical Educational Science*, 17(1), 202-235. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1358837>
- Klatte, M., Steinbrink, C., Bergström, K. & Lachmann, T. (2017). Lautarium. Ein computerbasiertes Trainingsprogramm für Grundschul Kinder mit Lese-Rechtschreibschwierigkeiten. Hogrefe.
- Schnitzler, C. D. (2008). *Phonologische Bewusstheit und Schriftspracherwerb*. Stuttgart: Thieme.
- Witzel, B., Gorgen-Rein, R., Galuschka, K., Huemer, S., Corvacho del Toro, I., Schulte-Körne, G., & Moll, K. (2024). Digital game-based spelling intervention for children with spelling deficits: A randomized controlled trial. *Learning and Instruction*, 89, 101842. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101842>
- Verhoeven, L., Voeten, M., Van Setten, E., & Segers, E. (2020). Computer-supported early literacy intervention effects in preschool and kindergarten: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 30, 100325. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100325>

Literaturverzeichnis ASR

- Alharbi, S., et al. (2021). Automatic speech recognition: systematic literature review. IEEE Access, 9, 131858-131876.
- Ehlert, H., Beulac, E., Wallbaum, M., Rumberg, L., Gebauer, C., Ostermann, J. & Lüdtke, U. (2023). Collecting and annotating natural Speech Data - Challenges and interdisciplinary Perspectives. Tagungsband der 34. Konferenz Elektronische Sprachsignalverarbeitung (ESSV), 72-78.
- Ramsdell, H. L., Kimbrough, D., Oller, D. & Ethington, C. A. (2007). Predicting phonetic transcription agreement: Insights from research in infant vocalizations. Clinical Linguistics & Phonetics, 21(10), 793-831.
- Rumberg, L., Gebauer, C., Ehlert, H., Wallbaum, M., Bornholt, L., Ostermann, J. (2022). kidsTALC: A Corpus of 3- to 11-year-old German Children's Connected Natural Speech. In Proceedings INTERSPEECH 2022 - 23rd Annual Conference of the International Speech Communication Association, 5160-5164. ISCA.