

Methodenbericht

Dokumentation der quantitativen Ergebnisse

Melike Yumus, Tabea Testa, Sarah T. Wandel, Christina Stuhr, Marlene Meindl & Tanja Jungmann



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Einleitung | 5 |
| 2 | Beschreibung der Studie..... | 5 |
| 2.1 | Entwicklung der EuLeApp©..... | 7 |
| 2.2 | Durchführung und Gestaltung der App-basierten Diagnostik..... | 9 |
| 2.3 | Alltagsintegrierte, adaptive Early Literacy-Förderung | 9 |
| 3 | Forschungsdesign und Stichprobe..... | 10 |
| 3.1 | Grundgesamheit | 10 |
| 3.2 | Institutionsverzeichnisse (Kitas und Schulen) | 10 |
| 3.3 | Stichprobenzusammensetzung | 11 |
| 3.4 | Panelmortalität und Repräsentativität | 13 |
| 4 | Methodologie und Feldzugang | 14 |
| 4.1 | Studiendesign | 14 |
| 4.2 | Zugangsregelungen und Ethikfreigabe..... | 14 |
| 5 | Datenerhebungsmethode und Feldprozeduren | 14 |
| 5.1 | Schulung und Vorbereitung der Testleiter*innen | 14 |
| 5.2 | Stichprobenakquise | 15 |
| 5.3 | Durchführung der Datenerhebungen | 15 |
| 6 | EuLeApp© | 16 |
| 6.1 | Entwicklung der EuLeApp©..... | 16 |
| 6.2 | Itemauswahl | 18 |
| 6.3 | Operationalisierungen und Kodierung | 20 |
| 6.3.1 | Operationalisierungen – App-basierte Untertests | 20 |
| 6.3.2 | Kodierung und Bewertung | 24 |
| 6.3.3 | Kalibrierungsphase..... | 26 |
| 6.4 | Psychometrische Entwicklung der EuLeApp©..... | 27 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.4.1 | Kalibrierung und Strukturanalyse | 27 |
| 6.4.2 | Modellbewertung und finale Kalibrierung | 28 |
| 6.5 | Automatisierte Auswertung von Kurzantworten..... | 33 |
| 7 | Weitere Verfahren zur Erfassung von Einflussfaktoren auf die Early Literacy-Kompetenzen der Kinder und zur Validierung der EuLeApp©..... | 36 |
| 8 | Erfassung der häuslichen Lernumgebung und der soziodemografischen Daten..... | 36 |
| 8.1.1 | Phase 2 – Überarbeitung und Evaluation des Elternfragebogens | 39 |
| 9 | Alltagsintegrierte, adaptive Early Literacy-Förderung | 41 |
| 9.1 | Forschungsziel..... | 42 |
| 9.2 | Intervention | 42 |
| 9.3 | Spielbasierte, adaptive Fördermaterialien | 43 |
| | Anschluss der Förderung an die Diagnostik mit der EuLeApp©: | 46 |
| | Einfache Anwendbarkeit | 46 |
| | Wiederholbarkeit | 46 |
| | Spielbasierte, adaptive Alltagsaktivitäten | 46 |
| 9.4 | Entwicklung der Instrumente für die formative Evaluation..... | 46 |
| 10 | Datenschutz und ethischer Rahmen | 47 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1. Zentrale Gestaltungsmerkmale des EuLeApp©-Prototyps | 17 |
| Abbildung 2. EuLeApp© | 19 |
| Abbildung 3. Erhebung der narrativen Fähigkeiten – Möwe Marius | 19 |
| Abbildung 4. Auszug aus dem Protokollbogen zur Erfassung der Erzählfähigkeit..... | 25 |
| Abbildung 5. Beispiel zur Implementierung des CAT auf der Basis der IRT | 26 |
| Abbildung 6. Förderlandkarte Die Eulen-Insel | 44 |
| Abbildung 7. Beispiel einer Spielkarte aus der Förderschatzkiste für eine alltagsintegrierte und adaptive Förderung..... | 45 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1. Early Literacy-Skalen in der EuLeApp© im Vergleich zum EuLe 4-5 | 8 |
| Tabelle 2. Stichprobencharakteristika zu t1 und t2 (Phase I)..... | 11 |
| Tabelle 3. Stichprobencharakteristika von t3 und t4 (Phase II) | 11 |
| Tabelle 4. LRS-Risikokategorien in Phase 1 und Phase 2 | 12 |
| Tabelle 5. SET-Screening in Phase 1 und Phase 2..... | 12 |
| Tabelle 6. Itemliste der EuLeApp©-Untertests (SK01–SK06)..... | 22 |
| Tabelle 7. Deskriptive Statistiken und interne Konsistenz der Skalenwerte..... | 23 |
| Tabelle 8. Koeffizienten des finalen M4PL-Modells..... | 29 |
| Tabelle 9. IRT-Modelle..... | 33 |
| Tabelle 10. Regressionsanalyse zur Identifizierung der optimalen Starteritems nach Altersgruppen | 35 |
| Tabelle 11. Deskriptive Ergebnisse des Elternfragebogens – Leseverhalten der Eltern (Phase I) | 37 |
| Tabelle 12. Eltern-Kind-Aktivitäten im Bereich Schrift- und Sprachbewusstsein (Phase I)... | 38 |
| Tabelle 13. Deskriptive Kennwerte der Themenblöcke im Elternfragebogen (Phase II) | 41 |
| Tabelle 14. Übersicht über die Förderschatzkiste | 44 |

Zusammenfassung

Im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojekts „Erzähl- und Lesekompetenzen erfassen und fördern“ (EuLe-F) der Universitäten Rostock und Oldenburg wurde das Verfahren EuLe 4–5 (Meindl & Jungmann, 2019) digitalisiert und zu einem prozessdiagnostischen Instrument, der EuLeApp©, zur reliablen und validen Erfassung der frühen literalen Kompetenzen im Übergang vom Kindergarten in die Grundschule weiterentwickelt. Darauf aufbauend wurden adaptive, alltagsintegrierte Fördermöglichkeiten für die Bereiche Schriftwissen, Schriftbewusstheit, phonologische Bewusstheit, Wortbewusstheit, Buchstabenkenntnis und Erzählfähigkeiten in der Kita und in der Schuleingangsphase konzipiert. Die Einsetzbarkeit der EuLeApp© und der Fördermaterialien im pädagogischen Alltag wurde formativ durch Fokusgruppeninterviews evaluiert. Die Effektivität des förderdiagnostischen Prozesses auf die Early Literacy-Kompetenzen wurde summativ evaluiert, indem zwischen Prä- und Posttestung für die Dauer von vier Monaten die Fördermaterialien alltagsintegriert zum Einsatz kommen sollten.

Die Ergebnisse zeigen, dass die EuLeApp© eine individualisierte Diagnostik ermöglicht, die flexibel auf das Leistungsniveau der Kinder reagiert und ein präzises Bild ihrer Stärken und Lernbedarfe liefert. Nachdem die Güte des digitalisierten Verfahrens als gesichert gelten kann, steht nun der Prototyp des marktfähigen Produkts für die Nutzung in der pädagogischen Praxis zur Verfügung. Erste Befunde zur Effektivität der alltagsintegrierten Förderung mit den Fördermaterialien konnten lediglich an einer sehr kleinen Stichprobe gewonnen werden. Entsprechend der literalen Praktiken in den Einrichtungen zeigen sich die deutlichsten Lernzuwächse im Bereich der phonologischen Bewusstheit, der Buchstabenkenntnis und der Erzählfähigkeiten.

Für einen nachhaltigen Erfolg scheint langfristig die kontinuierliche Fortbildung der pädagogischen Fachkräfte in der Nutzung der EuLeApp© und der Fördermaterialien, die technische Weiterentwicklung der EuLeApp© sowie eine langfristige institutionelle Unterstützung durch personelle und zeitliche Ressourcen erforderlich. Die Projektergebnisse werden über Schulungsmaterialien, praxisorientierte Handbücher und wissenschaftliche Publikationen verbreitet, um eine breite Zugänglichkeit und Wirkung im Vorschul- und Primarschulbereich sicherzustellen.

1 Einleitung

Das Verbundprojekt EuLe-F wurde im Zeitraum vom 01.09.2021 bis zum 31.08.2024 bzw. bis zum 30.11.2024 (ausgabenneutrale Verlängerung am Standort Oldenburg) durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und in den Bundesländern Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Ziel des Projekts war die Entwicklung und Evaluation eines digitalen Diagnostiktools (EuLeApp©) sowie eines adaptiven, alltagsintegrierten Förderkonzepts zur Stärkung der Early-Literacy-Kompetenzen vom Vorschulalter bis zum Übergang in die Grundschule mit besonderem Fokus auf inklusive Bildung. Der Verbundkoordination oblag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (Prof. Dr. Tanja Jungmann), die Leitung des Teilprojekts „Digitale Prozessdiagnostik“ übernahm die Universität Rostock (Dr. Marlene Meindl), die Leitung des Teilprojekts „Adaptive Förderung“ übernahm die Universität Oldenburg (Prof. Dr. Tanja Jungmann).

Der vorliegende Bericht dokumentiert den methodischen Hintergrund der Studie, der für die Interpretation der im Zeitraum von September 2021 bis August 2024 erhobenen quantitativen Daten maßgeblich ist. Zugleich gibt er eine Einführung in die Arbeit mit den Scientific Use Files. Ergänzend werden eine umfassende Dokumentation der eingesetzten Fragebögen für die Eltern und die pädagogischen Fachkräfte sowie des EuLe-F-Datensatzes bereitgestellt. Die Bereitstellung der qualitativen Daten aus den Fokusgruppeninterviews mit den pädagogischen Fachkräften und Lehrkräften erfolgt gesondert über das FDZ Bildung am DIPF (Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation), das im Rahmen des Forschungsdatenmanagements für die Bildungsforschung den Zugang zu qualitativen Forschungsdaten für die Sekundärnutzung bietet.

2 Beschreibung der Studie

Ausgangspunkt für die Durchführung des Verbundprojektes waren die Ergebnisse aus Schulstudien, in denen dokumentiert wurde, dass fast ein Drittel aller Kinder bis zum Ende der vierten Klasse nicht die Mindeststandards im Lesen und Rechtschreiben erreicht (OECD, 2023). Die Grundlagen für einen erfolgreichen Schriftspracherwerb werden jedoch bereits lange vor dem Schuleintritt gelegt. Daher sollten präventive Ansätze verstärkt eingesetzt werden, um die Basiskompetenzen für den Schriftspracherwerbs bereits im Vorschulalter zu fördern.

Zu diesen Kompetenzen zählen

- **Schriftbewusstheit (*Print Awareness*):** Im Alltag begegnet Kindern Schrift auf vielfältige Weise, sie können ihr zunächst aber noch keine Bedeutung zuordnen, weil sie (noch) keine entsprechenden kognitiven Schemata ausgebildet haben. Im Laufe ihrer Entwicklung begreifen sie, dass Schrift ein Bedeutungsträger ist und dass sie sich strukturell von anderen Zeichensystemen (z. B. Zahlen) unterscheidet (Meindl & Jungmann, 2019). Für die Entwicklung der Schriftbewusstheit ist es entscheidend, dass Kleinkinder in ihrer Umgebung mit Schrift in Berührung kommen, denn nur so können sie verstehen, dass Wörter und Symbole Bedeutungsträger sind.
- **Schriftwissen (*Concepts of print*):** basiert auf Erfahrungen mit der jeweiligen Buch- und Schriftkultur und umfasst auch Wissen über die Eigenschaften von Büchern und wie man sie liest (Piasta et al., 2012; Meindl & Jungmann, 2019). Wenn Kindern regelmäßig vorgelesen wird, beginnen sie zu verstehen, wie das System der Schrift funktioniert, d. h. dass die Schrift auf einer Seite von links nach rechts und von oben nach unten gelesen wird, dass Sätze mit Großbuchstaben beginnen und mit Punkten enden und vieles mehr. Im Rahmen der gemeinsamen Bilderbuchbetrachtung lernen Kinder auch die Merkmale eines Buches kennen, z. B. die Namen von Autor*innen und Illustrator*innen, Buchtitel und Seitenzahlen. Sie lernen auch, wie man mit Büchern umgeht, Seiten umblättert, den oberen und unteren Rand einer Seite findet und die Vorder- und Rückseite eines Buches erkennt.
- **phonologische Bewusstheit (*Phonological Awareness*):** Dabei handelt es sich um die Fähigkeit, phonologische Einheiten unterhalb der Wortebene (Silben, Einzellaute im Wort) zu identifizieren, zu segmentieren, zu synthetisieren und zu manipulieren. Diese Fähigkeiten können mit verschiedenen Aufgaben wie dem Klatschen von Silben in Wörtern, dem Erkennen von Reimen und dem Ersetzen von Vokalen bereits im Kindergartenalter gefördert werden (vgl. Schnitzler & Schnitzler, 2008, S. 21ff.). Zu Beginn erwerben Kinder eine oberflächliche Sensibilität für die phonologische Struktur der Sprache, die einem tieferen Verständnis vorausgeht und sich zu diesem entwickelt. Mit der Zeit können sie erkennen, dass gesprochene Wörter in einzelne Phoneme zerlegt werden können, die isoliert und manipuliert werden können.
- **Wortbewusstheit (*Word Awareness*):** Neben der Vertrautheit mit dem Konzept „Wort“ beinhaltet die Wortbewusstheit auch die Einsicht, dass Wörter als Elemente der Sprache bedeutungsunabhängige Eigenschaften haben. Sätze bestehen aus Wörtern, einzelne Wörter im Satz können gegen semantisch ähnliche Wörter ausgetauscht werden. Des Weiteren

müssen Kinder einen Abstraktionsprozess durchlaufen haben, der es ihnen ermöglicht, von der Bedeutung des Bezeichneten abzusehen und sich der Struktur des Wortes zuzuwenden (Hurrelmann, 2003 zit. in Meindl & Jungmann, 2019). Zur Wortbewusstheit gehört u.a. auch die Kenntnis darüber, was ein Wort ausmacht und wofür Wortgrenzen da sind. Im natürlichen Sprachfluss kann man Wortgrenzen im Allgemeinen nicht als Pausen hören. Wortgrenzen erschließen sich über die Bedeutung der Wörter und die Sprachmelodie. In der geschriebenen Sprache werden Wortgrenzen durch ein Leerzeichen markiert.

- **Buchstabenkenntnis (Alphabet Knowledge):** Erkennen von Buchstabenformen und die Zuordnung eines Lautwertes zu den Buchstaben. Es ist wichtig für Kinder, zu lernen und zu verstehen, dass Wörter aus Buchstaben bestehen (Morrow, 2007). Kinder können zunächst mit den Buchstaben in ihren Namen und schließlich mit allen Buchstaben des Alphabets vertraut gemacht werden, wenn es im Kindergarten vielfältige, buchstabenbezogene Aktivitäten gibt, z. B. das Herstellen von Buchstabenformen aus Teig beim gemeinsamen Backen, aus Ton oder zerknüllter Folie in der Bastelsituation. Gute Prädiktoren für den späteren Leseerfolg von Kindern sind die Kenntnis der Namen und des Lautwerts der Buchstaben, die Buchstabeninformationen und die Groß- und Kleinbuchstaben.
- **Erzählfähigkeiten (Narrative Skills):** Erzählen ist eine grundlegende Ausdrucksform, eine Mitteilung an die Lebenswelt und damit auch ein wesentlicher Teil der kindlichen Identitätsentwicklung (Hoffmeister-Höfener, 2009 zit. in Jungmann et al., 2018, S. 25). Neben dem Ausbau von sprachlichen Fähigkeiten ist das Erzählen für die sozial-emotionale Entwicklung wichtig. Es dient z. B. der Selbstdarstellung, der Entwicklung der Persönlichkeit und der emotionalen Entlastung (Schulte-Busch & Neitzel, 2021). Das Erzählen von Geschichten geht im Kindergarten oft mit dem Vorlesen einher. Entsprechend werden beide als „Kernpunkte der Literacy-Erziehung“ (Näger & Schmidt, 2013, S. 56) betrachtet. Durch häufiges Vorlesen von Geschichten erwerben Kinder eine Vorstellung davon, welche Bestandteile zu einer guten Geschichte gehören. Es bilden sich Geschichtenschemata aus, die dann wiederum als Strukturierungshilfen für die eigenen Geschichten verwendet werden können.

2.1 Entwicklung der EuLeApp©

Die EuLeApp© ist für die prozessorientierte Diagnostik der frühen Early Literacy-Kompetenzen für Kinder im Alter von 4;0 bis 7;11 Jahren auf der Basis des statusdiagnostischen Paper-Pencil-Verfahrens *Erzähl- und Lesekompetenzen erfassen* (EuLe 4-

5, Meindl & Jungmann, 2019) entwickelt worden. Ziel der Weiterentwicklung war es, die Vorteile klassischer diagnostischer Verfahren mit den Möglichkeiten digitaler, adaptiver Testverfahren auf IRT-Basis zu verbinden und dadurch eine präzisere, individualisierte und alltagsnahe Diagnostik zu ermöglichen. Unterschiede zwischen dem Verfahren EuLe 4-5 und der EuLeApp© fasst Tabelle 1 zusammen.

Tabelle 1. Early Literacy-Skalen in der EuLeApp© im Vergleich zum EuLe 4-5

| EuLe 4-5 (Meindl & Jungmann, 2019) | EuLeApp© |
|--|---|
| Statusdiagnostik | Prozessdiagnostik, Förderdiagnostik |
| Paper Pencil-Verfahren | App-basierte, adaptive Diagnostik |
| Klassische Testtheorie (KTT) | Item-Response-Theorie (IRT) |
| normiert und standardisiert: T-Werte/ Prozentränge | Rasch-Skalierung, Schätzung von Personenfähigkeiten und Umrechnung in T-Werte |
| 5 Teilaspekte der Early Literacy: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Erzählkompetenz („Teddy Theo“) ✓ Schriftwissen ✓ Wortbewusstheit ✓ Schriftbewusstheit ✓ Buchstabenkenntnis | 6 Teilaspekte der Early Literacy: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Erzählkompetenz („Möwe Marius“) ✓ Schriftwissen ✓ Wortbewusstheit ✓ Schriftbewusstheit ✓ Buchstabenkenntnis + erstes Lesen ✓ Phonologische Bewusstheit |

Die digitale, adaptive Diagnostik erlaubt eine individualisierte Erfassung der Kompetenzen, die sich flexibel an das Leistungsniveau der Kinder anpasst und dadurch ein differenziertes Bild von Stärken und Förderbedarfen liefert.

Daraus ergeben sich im Bereich der frühen Literarität mehrere Vorteile:

- **Individualisierung:** Die Vorgabe der Items passt sich dynamisch dem Antwortverhalten der Kinder an. Dadurch werden Überforderung und Frustration vermieden.
- **Effizienz:** Automatisierte Auswertung und Berichterstattung verringern den administrativen Aufwand für die pädagogischen Fachkräfte und schaffen Ressourcen für pädagogische Kernaufgaben.
- **Praxisrelevanz:** Die App generiert aus den Antworten des Kindes ein Early Literacy-Profil, das zur Ableitung gezielter Förderstrategien genutzt werden kann.

- **Kontinuität im Übergang:** Einheitliche diagnostische Rahmenbedingungen fördern eine stärkere Kooperation zwischen Kindertageseinrichtungen und Grundschulen und erleichtern Transitionsprozesse in Bildungsbiografien.
- **Skalierbarkeit und Zugänglichkeit:** Digitale Formate ermöglichen eine breite Implementierung und sichern eine einheitliche Qualität der Literalitätsdiagnostik in unterschiedlichen Bildungskontexten.

Für pädagogische Fachkräfte, Schulen und Kindertageseinrichtungen reduziert die EuLeApp© somit den administrativen Aufwand, unterstützt eine gezielte Förderung und stärkt die Zusammenarbeit über Bildungsübergänge hinweg.

2.2 Durchführung und Gestaltung der App-basierten Diagnostik

Die App-basierte Diagnostik kann von pädagogischen Fach- und Lehrkräften im Einzelsetting mit allen Kindern durchgeführt werden. Ein besonderer Fokus liegt auf Kindern mit sprachlichen Auffälligkeiten sowie Kindern mit erhöhtem Risiko für Lese-Rechtschreib-Schwierigkeiten (LRS). Die Items der EuLeApp© sind in eine kindgerechte, motivierende Rahmengeschichte eingebettet: Eine erwachsene Eule begleitet gemeinsam mit drei Eulenkinder die Kinder durch die verschiedenen Aufgaben der sechs Skalen (vgl. Tabelle 1.) Zu Beginn wählen die Kinder eines der drei Eulenkinder als Avatar aus, mit dem sie spielerisch die Welt der Schrift erkunden.

Zur Erfassung der Makrostrukturelemente von Erzählungen wurde die siebenteilige Bildergeschichte „Möwe Marius“ entwickelt (Stuhr, Testa, Meindl & Jungmann, 2023). Das Erzählen der Geschichte zum Bildstimulus sowie die Auswertung der realisierten Makrostrukturelemente erfolgt mit Hilfe eines Protokollbogens durch pädagogische Fachkräfte, der in Anlehnung an das Edmonton Narrative Norms Instrument (Schneider, Dubé & Hayward, 2005) konzipiert wurde.

2.3 Alltagsintegrierte, adaptive Early Literacy-Förderung

Auf die Diagnostik aufbauend wurden adaptive, spielerische Fördermöglichkeiten konzipiert. Den Rahmen für den alltagsintegrierten Einsatz der Förderspiele bildet die Förderlandkarte *Die Eulen-Insel*. Sie besteht aus sechs Landschaftsbereichen mit Wimmelbildcharakter, die die sechs Early Literacy-Kompetenzbereiche repräsentieren. Diese können die Kinder gemeinsam mit der Handpuppe Eulalie von Living Puppets erkunden (Stuhr et al., 2023). Das Fördermaterial wird durch ein Handbuch im DIN A5-Format ergänzt. Neben einigen

Hintergrundinformationen rund um Early Literacy-Aktivitäten enthält es eine Anleitung für den Einsatz von Förderlandkarte, Förderschatzkiste und Handpuppe im pädagogischen Gruppenalltag sowie für die Einzelförderung, nützliche weiterführende Links und Literaturempfehlungen.

3 Forschungsdesign und Stichprobe

3.1 Grundgesamtheit

Für das EuLe-F-Projekt umfasste die Zielpopulation Kindertageseinrichtungen (Kitas) und Grundschulen in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern. Die Stichprobenakquise erfolgte schwerpunktmäßig in Kitas. Zusätzlich wurden Grundschulen mit Sprachförderklassen in die Stichprobe aufgenommen, um die frühen literalen Kompetenzen im Übergang vom Kindergarten in die Grundschule erfassen und fördern zu können.

3.2 Institutionsverzeichnisse (Kitas und Schulen)

Der Prozess der Stichprobenakquise basierte auf offiziellen Verzeichnissen von Kindertageseinrichtungen und Grundschulen, die von den zuständigen Bildungsbehörden und kooperierenden Verwaltungen im Landkreis und der Stadt Oldenburg sowie im Landkreis und der Stadt Rostock bereitgestellt wurden.

Da die Teilnahmebereitschaft insbesondere bei jenen Einrichtungen hoch war, die bereits für Themen der Early Literacy-Förderung sensibilisiert waren und deren Klientel eher Kinder aus Familien mit einem tendenziell höheren Bildungsstatus der Familien und einer insgesamt guten Qualität der häuslichen Lernumgebung (HLE) sind, weist die Stichprobe eine positive Selektivität auf.

Auf der Basis der gewonnenen Ergebnisse können zwar grundsätzlich Vergleiche zwischen den beiden Standorten angestellt werden, diese sind jedoch nur eingeschränkt belastbar, da aufgrund der Selbstselektion und der regionalen Fokussierung keine vollständige Vergleichbarkeit gewährleistet werden kann.

Als zukünftiges Arbeitsziel ist vorgesehen, mit unterschiedlichen Stichproben zu arbeiten, um die Übertragbarkeit und Generalisierbarkeit der Ergebnisse auf die Grundgesamtheit zu verbessern.

3.3 Stichprobenzusammensetzung

Insgesamt nahmen 15 Kindertageseinrichtungen aus Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern an der Studie teil, ergänzt durch mehrere Grundschulen sowie zwei Fördereinrichtungen. Diese Zusammensetzung stellte eine heterogene, zugleich aber vergleichbare institutionelle Basis zur Untersuchung der Einsetzbarkeit und der Gütekriterien des Prototyps der EuLeApp© sowie der Einsetzbarkeit und Effektivität der Fördermaterialien dar. Die Daten wurden in zwei Projektphasen (Phase I: Kalibrierung, Phase II: Intervention) mit jeweils zwei Messzeitpunkten (t1 und t2 in Phase I, t3 und t4 in Phase II) erhoben. Die Tabelle 2 und

Tabelle 3 geben einen Überblick über die zentralen soziodemografischen Merkmale der teilnehmenden Kinder zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten.

Tabelle 2. Stichprobencharakteristika zu t1 und t2 (Phase I)

| Variable | Kategorie | t1 (N = 155) | t2 (N = 161) | Gesamt (N = 316) |
|---------------------|------------------------|--------------|--------------|------------------|
| Geschlecht | Mädchen | 67 (43%) | 74 (46,0%) | 141 (44.6%) |
| | Jungen | 88 (57%) | 87 (54,0%) | 175 (55.4%) |
| Region | Mecklenburg-Vorpommern | 85 (55.0%) | 92 (57,0%) | 177 (56.0%) |
| | Niedersachsen | 70 (45.0%) | 69 (43,0%) | 139 (44.0%) |
| Altersgruppe | 4 Jahre | 41 (26.5%) | 59 (36,6%) | 100 (31.6%) |
| | 5 Jahre | 63 (40.5%) | 86 (53,4%) | 149 (47.2%) |
| | 6 Jahre | 25 (16.0%) | 16 (9,9%) | 41 (13.0%) |
| | 7+ Jahre | 26 (16.8%) | 0 (0,0%) | 26 (8.2%) |

Tabelle 3. Stichprobencharakteristika von t3 und t4 (Phase II)

| Variable | Kategorie | t3 (N = 242) | t4 (N = 70) | Gesamt (N = 312) |
|---------------------|------------------------|--------------|-------------|------------------|
| Geschlecht | Mädchen | 117 (48.3%) | 28 (40.0%) | 145 (46.5%) |
| | Jungen | 125 (51.7%) | 42 (60,0%) | 167 (53.5%) |
| Region | Mecklenburg-Vorpommern | 15 (6.2%) | 70 (100%) | 85 (27.2%) |
| | Niedersachsen | 227 (93.8%) | 0 (0.0%) | 227 (72.8%) |
| Altersgruppe | 4 Jahre | 105 (43.4%) | 34 (48.6) | 139 (44.6%) |
| | 5 Jahre | 105 (43.4%) | 29 (41.4%) | 134 (42.9%) |
| | 6 Jahre | 32 (13.2%) | 7 (10.=%) | 39 (12.5%) |

In Tabelle 4 werden die Ergebnisse des LRS-Screenings (Endlich et al., 2019) dargestellt, das in Phase I und in Phase II vor allem zur Absicherung der Validität der EuLeApp© durchgeführt wurde. Die Screening-Ergebnisse erlauben zudem eine deskriptive Einschätzung der Verteilung von Kindern mit unauffälligen Werten, Kindern an der Grenze zum Risiko sowie Kindern mit erhöhtem LRS-Risiko und geben den jeweiligen Stand der Screening-Ergebnisse innerhalb der beiden Phasen wieder.

Tabelle 4. LRS-Risikokategorien in Phase 1 und Phase 2

| LRS-Risikostatus | Phase 1 (N = 59) | Phase 2 (N = 183) | Gesamt (N = 242) |
|--------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| kein Risiko | 23 (39 %) | 74 (40 %) | 97 (40%) |
| Grenze zum Risiko | 26 (44 %) | 65 (36 %) | 91 (38 %) |
| Risiko | 10 (17 %) | 44 (24 %) | 54 (22 %) |
| Gesamt | 59 (100 %) | 183 (%100) | 242 (100 %) |
| Fehlend | 96 | 459 | - |
| Gesamt Falle | 155 | 642 | 797 |

Anmerkung: Die Tabelle zeigt die Verteilung der LRS-Risikogruppen für t1 und t3. Prozentangaben beziehen sich ausschließlich auf gültige Werte; fehlende Daten (-99) wurden von den Berechnungen ausgeschlossen. Die Zusammenfassung (Phase 1+ Phase 2) dient der deskriptiven Darstellung der insgesamt verfügbaren Screening-Ergebnisse und stellt keine longitudinale Entwicklung dar.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über den Anteil von Kindern, die im Sprachstandserhebungstest für Kinder im Alter zwischen 3 und 5 Jahren (SET 3-5, Petermann, 2016) bzw. im Sprachstandserhebungstest für Kinder im Alter zwischen 5 und 10 Jahren (SET 5-10, Petermann, 2018) in Phase 1 und 2 als sprachlich auffällig bzw. unauffällig identifiziert wurden. Die Prozentwerte basieren jeweils auf den gültigen Fällen. Der SET 3-5 bzw. SET 5-10 wurden ebenfalls v. a. zur Absicherung der Validität der EuLeApp© eingesetzt.

Tabelle 5. Sprachstand der Kinder in Phase 1 und Phase 2

| SET 3-5/SET 5-10 | Phase 1 (N = 313) | Phase 2 (N = 370) | Gesamt (N = 683) |
|----------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Gesamt-T-Wert | | | |
| auffällig | 45 (14 %) | 39 (10,5 %) | 84 (12 %) |
| unauffällig | 268 (86 %) | 331 (89,5 %) | 599 (88 %) |
| Gesamt | 313 (100 %) | 370 (%100) | 683 (100 %) |
| Fehlend | 329 | 272 | - |

Anmerkung: Der SET 3-5 bzw. der SET 5-10 diente der Erfassung des Sprachentwicklungsstandes der Kinder. (Gesamt-T-Wert < 40: auffällig, Gesamt-T-Wert > 40 unauffällig).

3.4 Panelmortalität und Repräsentativität

Die Zusammensetzung der Stichprobe veränderte sich über die vier Messzeitpunkte hinweg aufgrund natürlicher Übergänge (z. B. Schuleintritt), selektiver Ausfälle (z. B. Rücknahme der elterlichen Einwilligung oder institutionelle Veränderungen) sowie der Aufnahme neuer Teilnehmender und zusätzlicher Einrichtungen. Die Phase 1 war ursprünglich nicht längsschnittlich geplant. Vielmehr sollten zwei unabhängige Stichproben zur Kalibrierung der Items und damit zur Entwicklung der App (Phase 1) und zur Effektivität des Einsatzes der App und der Fördermaterialien in der Praxis (Phase 2) gewonnen werden. Phase 2 sollte dabei zwei Messzeitpunkte umfassen, zu denen auch dieselben Kinder im Prä- und im Posttest getestet wurden. Durch Schwierigkeiten in der Akquise der Einrichtungen, Verzögerungen im Testablauf und Verzögerungen bei der App-Entwicklung sowie der mangelnden Bereitschaft der teilnehmenden pädagogischen Fachkräfte an unterschiedlich umfangreichen Schulungen zur Umsetzung der alltagsintegrierten Förderung teilzunehmen, wurde das Design insofern verändert, dass in Phase 1 ein Posttest etabliert wurde, um den Verlauf der Early Literacy-Entwicklung ohne gezielte, diagnosebasierte alltagsintegrierte Förderung zu erfassen und dadurch eine Kontrollgruppe für die Phase 2 (Vorher-Nachher-Vergleich der Entwicklung der Early Literacy nach gezielter, diagnosebasierter Förderung) zu generieren. Die Umsetzung in der Praxis gelang aber ebenfalls nur unzureichend, weil die den Einrichtungen überlassenen Materialien nur sehr eingeschränkt eingesetzt wurden.

Das vorliegende Vorgehen entspricht daher zwei Längsschnitten (Prätest: t1 und Posttest: t2 in Phase 1, Prätest: t3 und Posttest: t4 in Phase 2, wobei nur bei $n = 70$ Kindern tatsächlich die Materialien zumindest punktuell zum Einsatz kamen). Da Attritionsanalysen getrennt für Phase 1 und Phase 2 durchgeführt werden müssten, können auf Grundlage der vorliegenden Daten keine belastbaren Aussagen darüber getroffen werden, ob der Ausfall mit soziodemografischen Merkmalen wie Geschlecht, Alter oder Region zusammenhängt. Die resultierende Stichprobe bildet die Diversität der teilnehmenden Einrichtungen und Kinder nur eingeschränkt ab. Die Rekrutierung führte zu einer positiv verzerrten, selbstselektiven Stichprobe; insbesondere sind mehrsprachig aufwachsende Kinder und Kinder aus Familien mit niedrigem soziökonomischen Status stark unterrepräsentiert.

4 Methodologie und Feldzugang

4.1 Studiendesign

Das EuLe-F-Projekt verfolgte ein Mixed Methods-Design, das quantitative und qualitative Ansätze miteinander kombiniert. Der vorliegende Bericht konzentriert sich auf die quantitativen Daten, die die Kalibrierung der Items der EuLeApp© und der Sicherstellung ihrer psychometrischen Qualität sowie die Erhebungen der Early Literacy-Profile (abhängige Variable) sowie des Sprachentwicklungsstandes und des Vorliegens eines LRS-Risikos bei den Kindern in Kitas und Grundschulen zur Überprüfung der Validität der EuLeApp© umfasste. Zusätzlich kamen Eltern- und Fachkraftfragebögen zum Einsatz, um die Qualität der häuslichen bzw. der institutionellen literalen Lernumgebungen als Einflussfaktoren auf die Early Literacy-Entwicklung zu erfassen. Die qualitativen Daten, die aus der formativen Evaluation zur EuLeApp© und den Fördermaterialien im Rahmen von Fokusgruppeninterviews gewonnen wurden, werden in einem separaten Bericht dargestellt.

4.2 Zugangsregelungen und Ethikfreigabe

Es liegt ein positives Votum der Kommission für Forschungsfolgenabschätzung und Ethik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg für das Verbundprojekt vor. Das Vorgehen in der Forschung erfolgte im Einklang mit den geltenden gesetzlichen Bestimmungen der DGSVO und den institutionellen Vorgaben des Datenschutzmanagements. Eine schriftliche Einverständniserklärung wurde von den Teilnehmenden bzw. von den Sorgeberechtigten der Kinder eingeholt. Der Zugang zum Feld erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Bildungsbehörden sowie den teilnehmenden Einrichtungen (Kitas und Grundschulen). Die Genehmigungen für den Zutritt und die Datenerhebung wurden über formale Vereinbarungen mit den Institutionsleitungen und den lokalen Verwaltungen eingeholt.

Bei der App-Entwicklung wurden die Digitalagentur Quellwerke und die DHL Data Science GmbH zur Programmierung des R-Paktes, das die adaptive Itemauswahl in der App steuert, als externe Partner hinzugezogen.

5 Datenerhebungsmethode und Feldprozeduren

5.1 Schulung und Vorbereitung der Testleiter*innen

Die Datenerhebung wurde von eigens für diese Tätigkeit geschulten Projektmitarbeiterinnen sowie Master- und Bachelorstudierenden im Rahmen ihrer Qualifikationsarbeiten durchgeführt.

Konzeptionelle Schulung: Vermittlung eines Verständnisses für die Testinstrumente, ihre Struktur und ihre theoretischen Grundlagen.

Praktische Schulung: Standardisierte Durchführungsabläufe, Handhabung der Tablets sowie Probe-Erhebungen mit anschließender Supervision, Testdurchführung mit Supervision der bereits etablierten Verfahren.

In der Supervision wurde besonderer Wert auf die Objektivität der Durchführung der eingesetzten Testverfahren und den sensiblen Umgang mit Kindern gelegt. Eine fortlaufende Begleitung durch die Supervisorinnen stellte die Qualität und Konsistenz der Datenerhebung sicher.

5.2 Stichprobenakquise

Die Akquise der Kinder erfolgte über die teilnehmenden Kindertageseinrichtungen und Grundschulen. Die Eltern bzw. Sorgeberechtigten gaben vor der Teilnahme eine schriftliche Einverständniserklärung ab. Am Testtag wurden die Kinder in altersgerechter Sprache über den Zweck der Erhebung informiert. Die Teilnahme war freiwillig und die Möglichkeit zum Abbruch der Testung durch das Kind bzw. eines Rücktritts von der gegebenen Einverständnis durch die Eltern war jederzeit möglich ohne mit negativen Konsequenzen verbunden zu sein.

5.3 Durchführung der Datenerhebungen

Um die Testdurchführung für die Kinder motivierend und sinnstiftend zu gestalten, wurde das Verfahren in ein spielerisches „Schatzsuche“-Rahmenkonzept eingebettet: Nach jeder individuellen Testung durfte das Kind eine Buchstabenkarte auswählen, die auf seiner persönlichen „Schatzkarte“ ergänzt wurde. Dieses Vorgehen wurde spielerisch als das Sammeln von Teilen eines Geheimcodes dargestellt. Sobald alle Kinder einer Gruppe ihre Testungen abgeschlossen hatten, wurden die gesammelten Buchstaben zu einem Lösungswort zusammengesetzt. Dieses diente als erster Hinweis für die anschließende Schatzsuche. In einer gemeinsamen Aktivität folgten die Gruppen den Hinweisen, um schließlich den Schatz zu „finden“. Am Ende erhielt jedes Kind ein kleines Dankeschön (z. B. Aufkleber, kleiner Ball).

Diese spielerischen Elemente stellten sicher, dass die Testung nicht als formaler Leistungstest wahrgenommen wurde, sondern als kooperative und freudvolle Aktivität. Wichtig war, dass die Belohnungen allen Kindern gleichermaßen unabhängig von der Testleistung überreicht wurden – im Einklang mit den ethischen Grundsätzen der Forschung mit jungen Kindern (Freiwilligkeit, Inklusivität, Vermeidung von Leistungsdruck).

Umsetzung: Die Testungen wurden individuell in ruhigen Räumen innerhalb der Kita durchgeführt. Die Testleiter*innen saßen dabei mit dem Kind über Eck. Vor Beginn der Erhebung mit dem Prototypen der EuLeApp© übte jedes Kind zunächst das Tippen auf dem Tablet, um sich mit der Technik vertraut zu machen.

Standardisierung: Während der Testung beantworteten die Testleiter*innen keine inhaltlichen Fragen und gaben auch keine Hinweise, um die Lösung der Aufgaben zu erleichtern. Die standardisierten Durchführungs- und Auswertungsverfahren wurden strikt eingehalten.

Zeitplan und Logistik: Die Datenerhebungen erfolgten zu jeweils zwei Zeitpunkten in Projektphase I (t1 und t2) und Projektphase II (t3 und t4) in enger Abstimmung mit den pädagogischen Fach- und Lehrkräften und entsprechend den organisatorischen Abläufen der Einrichtungen.

Herausforderungen und Anpassungen: Gelegentliche Ausfälle ergaben sich durch Krankheit der Kinder, organisatorische Veränderungen in den Kitas oder Terminüberschneidungen. In solchen Fällen wurden, soweit möglich, Ersatztermine vereinbart; andernfalls konnten die Kinder an dem jeweiligen Messzeitpunkt nicht teilnehmen.

6 EuLeApp©

Dieser Abschnitt stellt die Entwicklung, das Design und die Struktur der EuLeApp© dar. Er beschreibt die zentralen Gestaltungsmerkmale, Itemformate und die Operationalisierung der Early Literacy-Kompetenzen. Darüber hinaus werden die Verfahren der Prototypenprüfung, Kodierung und Auswertung erläutert, die der Sicherstellung von Qualität, Reliabilität und Validität der Erhebung dienen.

6.1 Entwicklung der EuLeApp©

Die Entwicklung von Diagnoseinstrumenten für das frühe Kindesalter erfordert besondere Beachtung hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit, Motivation und Entwicklungsangemessenheit. In technologiegestützten Settings müssen Kinder nicht nur ihre Kompetenzen zeigen, sondern sich auch in der Bedienung des Instruments sicher fühlen. Daher wurde die Entwicklung des EuLeApp©-Prototyps durch Gestaltungsprinzipien geleitet, die gewährleisten sollten, dass die Aufgaben verständlich, motivierend und auf eine selbstständige Bearbeitung ausgerichtet sind. Im Entwicklungsprozess wurden vier zentrale Gestaltungsmerkmale integriert, die den Selbstbewertungsprozess der Kinder unterstützen (vgl. Carson et al., 2015):

Definition: Eine kurze Erklärung, die verdeutlicht, was das Kind tun soll und wie die jeweilige Aufgabe funktioniert.

Modellierung: Eine Demonstration, wie das System zu bedienen ist und welche Handlungen von den Kindern erwartet werden (z. B. Interaktion mit dem Tool, Beantwortung von Fragen).

Übung: Eine Erprobungsphase, in der die Kinder die Nutzung des Systems vor Beginn der eigentlichen Testung ausprobieren können.

Motivation: Strategien zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit und Motivation durch ermutigendes Feedback und positive Verstärkung während des gesamten Testverfahrens.

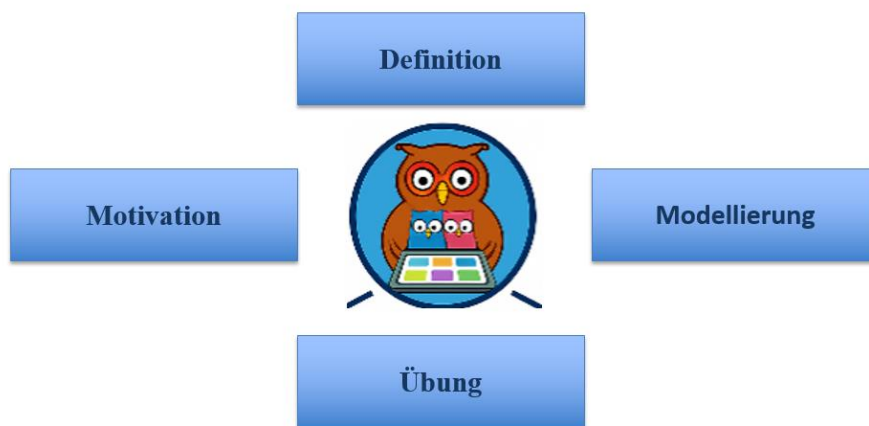


Abbildung 1. Zentrale Gestaltungsmerkmale des EuLeApp©-Prototyps

Während viele Fähigkeiten mit Multiple-Choice-Aufgaben zuverlässig erhoben werden können, lassen sich andere Kompetenzen besser durch Aufgaben erfassen, bei denen Kinder eigene Antworten konstruieren. Im technologiegestützten Assessment sind bildbasierte Formate besonders geeignet für junge Kinder, da sie die Schriftsprachanforderungen reduzieren und eine ansprechende, intuitive Interaktion ermöglichen (Darling-Hammond, 2013).

Die EuLeApp© wurde auf Grundlage der Annahme entwickelt, dass Kinder im Allgemeinen mit der Bedienung des Tablets vertraut sind. Die Testung beginnt mit einer kurzen, kindgerechten Einführung, gefolgt von Übungsisems, die den Kindern das Format näherbringen. Jedes Item wird gemeinsam mit einer Audioansage präsentiert; die Kinder antworten, indem sie eine der Optionen auf dem Bildschirm berühren. Die Items werden nacheinander dargeboten, wobei die Software flexible Antwortzeiten ermöglicht. Zur Aufrechterhaltung der Motivation integriert die App kurze, animierte Pausen zwischen den

Subtests. In Anlehnung an Campbell und Jane (2012) wird die Motivation zusätzlich durch unmittelbares positives Feedback (z. B. „Sehr gut!“, „Klasse gemacht!“) sowie durch visuelle Belohnungen wie sich öffnende, bunte Kisten nach jedem Subtest, die eine Belohnung enthalten, unterstützt.

Die Ergebnisse der Kinder werden in der EuLeApp© getrennt nach Skalen ausgewiesen, sodass Fachkräfte und Forschende die Entwicklung in den verschiedenen Bereichen der Early Literacy nachvollziehen können. Die individuellen Ergebnisse erscheinen im Profil des jeweiligen Kindes, ergänzt um demografische Angaben (z. B. Alter, Geschlecht, Einrichtung). Die benutzerfreundliche Oberfläche ermöglicht eine einfache Durchführung und eine automatisierte Auswertung, wodurch die App ein wertvolles Instrument für Fachkräfte und Forschende in der elementaren Bildung darstellt. Zur besseren Interpretierbarkeit werden die Ergebnisse zusätzlich durch Farben in Anlehnung an das Ampelsystem visualisiert, die das Early Literacy-Profil des Kindes mit seinen Stärken und Schwächen auf einen Blick erkennbar macht (Templin & Henson, 2010).

6.2 Itemauswahl

In der EuLeApp© wurden die Itemformate so gestaltet, dass sie entwicklungsangemessen für Kinder im Altersbereich von 4;0 bis 7;11 Jahre sind. Überwiegend werden bildgestützte Multiple-Choice-Aufgaben genutzt. Dabei hören die Kinder eine Audioansage und antworten, indem sie eine von mehreren visuellen Optionen auf dem Tablet auswählen. Dieses Format reduziert die Anforderungen an die sprachlichen und schriftsprachlichen Kompetenzen und ermöglicht eine valide Erfassung auch bei Kindern, die expressive sprachliche Schwierigkeiten haben oder noch nicht lesen können. Die Items sind in der Regel so aufgebaut, dass es eine richtige Lösung und mehrere Distractionen gibt. Die Distractionen wurden so konzipiert, dass sie plausible, aber falsche Antworten darstellen und dadurch den diagnostischen Wert der Aufgaben erhöhen. Um Effizienz und Individualisierung zu gewährleisten, wird der Schwierigkeitsgrad der Items in Echtzeit an die Antworten des Kindes angepasst, basierend auf den Prinzipien des Computer-adaptiven Testens (CAT).

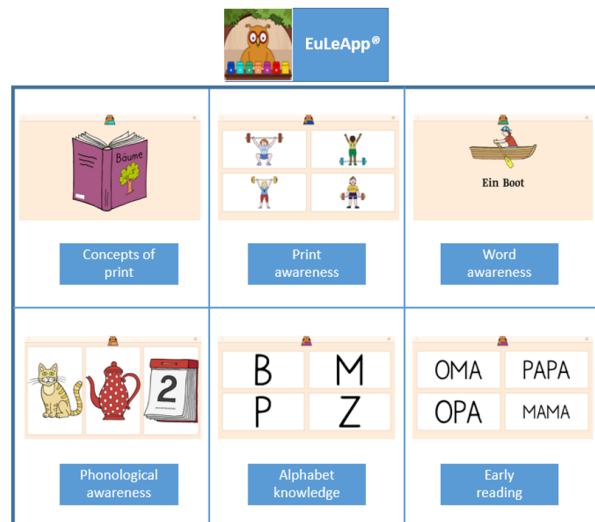


Abbildung 2. EuLeApp©

Im Gegensatz dazu verwendet der Untertest zu narrativen Fähigkeiten ein offenes Antwortformat. Den Kindern werden Bilderfolgen gezeigt, zu denen sie mündliche Erzählungen produzieren sollen. Diese Erzählungen werden aufgezeichnet und anschließend von geschulten Ratern bewertet. Dieses Format erfasst authentischere Aspekte von Sprache und Literalität, wie etwa Erzählstruktur, Kohärenz und Wortschatzgebrauch, die durch fest vorgegebene Antwortformate nicht adäquat gemessen werden können.



Abbildung 3. Erhebung der narrativen Fähigkeiten – Möwe Marius

Durch die Kombination geschlossener (tap-basierter) und offener Aufgabenformate wird eine umfassendere Erfassung der Kompetenzen gewährleistet. Während die geschlossenen Aufgaben eine effiziente und standardisierte Messung in großen Stichproben ermöglichen, liefern die offenen Erzählaufgaben reichhaltige qualitative Einblicke in die Realisierung der Makro- und der Mikrostruktur der von den Kindern produzierten Geschichten.

Der folgende Abschnitt beschreibt, wie diese Aufgabenformate innerhalb der EuLeApp©-Untertests umgesetzt wurden – beginnend mit den automatisch bewerteten, geschlossenen Aufgaben und anschließend der offenen narrativen Erhebung.

6.3 Operationalisierungen und Kodierung

6.3.1 Operationalisierungen – App-basierte Untertests

Wie bereits oben beschrieben, wurden die frühen Early Literacy-Kompetenzen der Kinder in den Bereichen Schriftwissen, Schriftbewusstheit, phonologische Bewusstheit, Wortbewusstheit, Buchstabenkenntnis und Erzählfähigkeiten operationalisiert. Diese Konstrukte wurden mit einem adaptiven digitalen Testinstrument erfasst, das die Aufgabenschwierigkeit an die individuellen Antworten der Kinder anpasst und dadurch individualisierte Kompetenzschätzungen ermöglicht. Die Reliabilität und Validität des Instruments wurden im Einklang mit etablierten Referenzwerten der internationalen Forschung zur Early Literacy überprüft.

Schriftbewusstheit: Dieser Untertest umfasst 40 Items und dient der Erfassung des Verständnisses grundlegender Schriftkonventionen, wie der Leserichtung von links nach rechts und der Identifikation des Buchtitels (Cronbach's $\alpha = 0.93$). Die Kinder reagieren, indem sie nach einer Aufforderung den korrekten Bereich auf dem Bildschirm antippen.

Schriftwissen: Der Untertest zur Schriftbewusstheit umfasst 19 Items (Cronbach's $\alpha = 0.76$) und erfasst die Fähigkeit der Kinder, Wörter von nicht-sprachlichen Symbolen zu unterscheiden. Beispielsweise erscheinen Aufforderungen wie „Tippe auf den Buchstaben“ oder „Tippe auf die Schrift“. Dazu werden vier Bilder gezeigt – ein Zielstimulus und drei Distraktoren –, aus denen das richtige Element auszuwählen ist.

Wortbewusstheit: Die Wortbewusstheit wird über 11 Items mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad gemessen (Cronbach's $\alpha = 0.79$). Den Kindern werden kurze Texte präsentiert, in denen sie bestimmte Elemente lokalisieren sollen, etwa das erste Wort, das zweite Wort oder die Lücke zwischen zwei Wörtern.

Phonologische Bewusstheit: Dieser Untertest umfasst 29 Items (Cronbach's $\alpha = 0.72$) und erfasst zwei zentrale Komponenten:

- (a) die Synthese von Silben und Phonemen zu Wörtern sowie
- (b) die Analyse silbischer und phonemischer Strukturen.

Beispielaufgaben sind das Erkennen von Anlauten, etwa: „Hier siehst du drei Bilder: Oma, Mama, Apfel. Tippe auf das Bild, das mit /m/ beginnt.“

Buchstabenkenntnis: Der Untertest zur Buchstabenkenntnis besteht aus 45 Items (Cronbach`s $\alpha = 0.89$). Den Kindern werden phonetische Realisierungen von Buchstaben dargeboten, zu denen sie aus vier Antwortmöglichkeiten den entsprechenden Graphem-Buchstaben auswählen sollen (z. B. „Tippe auf das /m/“).

Frühes Lesen: Dieser Untertest mit 36 Items (Cronbach`s $\alpha = 0.96$) wurde ursprünglich als Teil der Buchstabenkenntnis konzipiert. Beispielaufgaben sind „Tippe auf /am/“ und „Tippe auf /mama/“ (rezeptiv) sowie „Was steht hier?“ (produktiv). Nach den erfassten Ergebnissen konfirmatorischer Faktorenanalysen erfasst er aber besser frühe rezeptive und produktive Lesefähigkeiten auf Silben- und Wortebene.

Tabelle 6. *Itemliste der EuLeApp©-Untertests (SK01–SK06)*

| | | |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1. SK01_01einbahnstraße | 62. SK03_03wort9 | 123. SK05_23s |
| 2. SK01_02baeume | 63. SK03_04lokomotive | 124. SK05_24j |
| 3. SK01_03friseur | 64. SK03_05bus | 125. SK05_25o |
| 4. SK01_04annafriedrich | 65. SK03_06luecke | 126. SK05_26f |
| 5. SK01_05erdbeermarmelade | 66. SK03_07im | 127. SK05_27am |
| 6. SK01_06karl | 67. SK03_08uebung | 128. SK05_28im |
| 7. SK01_07tom | 68. SK03_09woerteranzahl1 | 129. SK05_29po |
| 8. SK01_08kartoffelsalat | 69. SK03_10woerteranzahl2 | 130. SK05_30ist |
| 9. SK01_09smk | 70. SK03_11woerteranzahl3 | 131. SK05_31mi |
| 10. SK01_10pa | 71. SK03_12woerteranzahl4 | 132. SK05_32pi |
| 11. SK01_11zzl | 72. SK04_01kanne | 133. SK05_33no |
| 12. SK01_12gg | 73. SK04_02oma | 134. SK05_34mo |
| 13. SK01_13m | 74. SK04_03esel | 135. SK05_35na |
| 14. SK01_14k1 | 75. SK04_04katze | 136. SK05_36in |
| 15. SK01_15a | 76. SK04_05kalender | 137. SK05_37mama |
| 16. SK01_16q | 77. SK04_06fische | 138. SK05_38mia |
| 17. SK01_17c | 78. SK04_07schilder | 139. SK05_39hase |
| 18. SK01_18h | 79. SK04_08huhn | 140. SK05_40nase1 |
| 19. SK01_19b | 80. SK04_09kuh1 | 141. SK05_41igel |
| 20. SK01_20v | 81. SK04_10fisch | 142. SK05_42nase2 |
| 21. SK01_21g | 82. SK04_11schwein1 | 143. SK05_43ofen |
| 22. SK01_22k2 | 83. SK04_12buch | 144. SK05_44lama |
| 23. SK01_23m | 84. SK04_13maus | 145. SK05_45eimer |
| 24. SK01_24f | 85. SK04_14haus | 146. SK05_46ampel |
| 25. SK01_25boot | 86. SK04_15f | 147. SK06_01buchstaben1s |
| 26. SK01_26hund | 87. SK04_16e | 148. SK06_01buchstaben1a |
| 27. SK01_27oma | 88. SK04_17o | 149. SK06_01buchstaben1p |
| 28. SK01_28mama | 89. SK04_18fliege | 150. SK06_01buchstaben1m |
| 29. SK01_29kuh | 90. SK04_19schild | 151. SK06_01buchstaben1o |
| 30. SK01_30lasse | 91. SK04_20k | 152. SK06_01buchstaben1i |
| 31. SK01_31esel | 92. SK04_21b | 153. SK06_02buchstaben2u |
| 32. SK01_32ei | 93. SK04_22mama | 154. SK06_02buchstaben2n |
| 33. SK01_33der | 94. SK04_23papa | 155. SK06_02buchstaben2l |
| 34. SK01_34eins | 95. SK04_24laden | 156. SK06_02buchstaben2r |
| 35. SK01_35haus | 96. SK04_25sch | 157. SK06_02buchstaben2e |
| 36. SK01_36herz | 97. SK04_26maeuse | 158. SK06_02buchstaben2b |
| 37. SK01_37auto | 98. SK04_27gewichtheberin | 159. SK06_03buchstaben3l |
| 38. SK01_38bär | 99. SK04_28elefant | 160. SK06_03buchstaben3h |
| 39. SK01_39nase | 100. SK04_29kuh2 | 161. SK06_03buchstaben3d |
| 40. SK01_40malen | 101. SK05_01p | 162. SK06_03buchstaben3k |
| 41. SK02_02vorderseite | 102. SK05_02m | 163. SK06_03buchstaben3f |
| 42. SK02_03rueckseite | 103. SK05_03z | 164. SK06_03buchstaben3g |
| 43. SK02_04buchname | 104. SK05_04u | 165. SK06_04buchstaben4z |
| 44. SK02_05anfang | 105. SK05_05i | 166. SK06_04buchstaben4y |
| 45. SK02_06zeile1 | 106. SK05_06q | 167. SK06_04buchstaben4w |
| 46. SK02_07seite1 | 107. SK05_07v | 168. SK06_04buchstaben4x |
| 47. SK02_08zeile4 | 108. SK05_08a | 169. SK06_04buchstaben4j |
| 48. SK02_09buchstabe1 | 109. SK05_09d | 170. SK06_04buchstaben4v |
| 49. SK02_10buchstabe4 | 110. SK05_10c | 171. SK06_04buchstaben4c |
| 50. SK02_11kleinbuchstabe | 111. SK05_11h | 172. SK06_04buchstaben4q |
| 51. SK02_12buchstabe | 112. SK05_12r | 173. SK06_05mo |
| 52. SK02_13buchstabe2 | 113. SK05_13b | 174. SK06_06am |
| 53. SK02_14grossbuchstabe | 114. SK05_14e | 175. SK06_07mi |
| 54. SK02_15ausrufezeichen | 115. SK05_15x | 176. SK06_08pa |
| 55. SK02_16komma | 116. SK05_16l | 177. SK06_09in |
| 56. SK02_17fragezeichen | 117. SK05_17n | 178. SK06_10lama |
| 57. SK02_18anfuhrungsstriche | 118. SK05_18k | 179. SK06_11kamel |
| 58. SK02_19mama | 119. SK05_19y | 180. SK06_12mimi |
| 59. SK02_20katze | 120. SK05_20g | 181. SK06_13nase |
| 60. SK03_01wort1 | 121. SK05_21w | 182. SK06_14esel |
| 61. SK03_02wort2 | 122. SK05_22t | 183. SK06_15lesen |

Tabelle 7. Deskriptive Statistiken und interne Konsistenz der Skalenwerte

| Skala | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> IIC | <i>SD</i> IIC | Cronbach`s α | Skewness | Kurtosis |
|---------------------------|----------|-----------|--------------|---------------|---------------------|----------|----------|
| Schriftwissen | 23.7 | 10.4 | 0.277 | 0.156 | 0.939 | -0.065 | -0.891 |
| Schriftbewusstheit | 11.8 | 3.7 | 0.157 | 0.117 | 0.769 | -0.437 | -0.058 |
| Wortbewusstheit | 5.3 | 3.2 | 0.244 | 0.106 | 0.796 | 0.294 | -0.678 |
| Phonologische Bewusstheit | 18.9 | 4.3 | 0.082 | 0.083 | 0.729 | 0.821 | 0.373 |
| Buchstabenkenntnis | 19.3 | 9.0 | 0.152 | 0.083 | 0.892 | 0.782 | 0.274 |
| Frühes Lesen | 6.9 | 8.9 | 0.427 | 0.113 | 0.962 | 0.14 | -0.372 |

M = Mittelwert; SD = Standardabweichung; M IIC = mittlere korrigierte Item-Inter-Item-Korrelation; SD IIC = Standardabweichung der IIC; Cronbach`s α = Kennwert der internen Konsistenz. Skewness und Kurtosis geben Hinweise auf die Verteilungsform der Skalenwerte.

Erzählfähigkeiten: Neben den sechs app-basierten, automatisch ausgewerteten Untertests wurden die Erzählfähigkeiten der Kinder mittels der in Abbildung 3 dargestellten, siebenteiligen Bildergeschichte „Möwe Marius“ erfasst. Basierend auf diesen bildgestützten Erzählimpuls sollten sie eine Erzählung konstruieren. Der narrative Untertest wurde entwickelt, um Merkmale der Makrostruktur narrativer Fähigkeiten zu erfassen (z. B. Figuren, Ziele, Probleme und deren Lösungen) (vgl. Stein & Glenn, 1979; Schelten-Cornish, 2015). Die Tonspuren der Realisierung der Geschichtenteile Einleitung, Hauptteil und Schluss werden aufgezeichnet und auf einem vorgefertigten Protokollblatt mit ausführlichen Beschreibungen zur Bepunktung durch die pädagogischen Fachkräfte eingeschätzt (Auszug aus dem Protokollbogen, s. Abb. 4).

Neben der Erzählstruktur und der Kohärenz der Geschichte können zusätzlich mikrostrukturelle Elemente, wie die Verwendung von Kohäsionsmitteln, Wortschatz- und Grammatikgebrauch, Schlussfolgerungsfähigkeit sowie pragmatische Angemessenheit eingeschätzt werden.

Im Gegensatz zu den fest vorgegebenen, app-basierten Aufgaben bietet dieses offene Aufgabenformat den Kindern eine ökologisch validere Möglichkeit, ihre sprachlichen Produktionsfähigkeiten zu zeigen.

Zukünftige Weiterentwicklungen dieses Untertests werden darauf abzielen, die Zuverlässigkeit und Effizienz der Bewertung zu erhöhen:

- Fortlaufende Überwachung der Interrater-Reliabilität, um Bewertungsabweichungen systematisch zu erfassen und zu korrigieren, und

- Semi-automatisierte Unterstützungssysteme (z. B. Transkriptionswerkzeuge oder regelbasierte/ML-gestützte Indikatoren), die die Standardisierung der Bewertung fördern und subjektive Einflüsse reduzieren.

Diese Verbesserungen sollen dazu beitragen, die Objektivität und Reliabilität des narrativen Untertests zu erhöhen.

6.3.2 Kodierung und Bewertung

Für jeden Untertest werden die Antworten der Kinder dichotom kodiert: korrekt (1) oder inkorrekt (0). Skalenrohwerter wurden durch Aufsummierung der korrekt beantworteten Items berechnet. Dieses binäre Bewertungsschema ermöglicht eine konsistente Auswertung über alle Untertests hinweg und erleichtert die Aggregation von Leistungsindikatoren sowohl auf Item- als auch auf Skalenebene.

Das Antwortverhalten der Kinder bei Items wird in einer dezidierten Datenbankarchitektur protokolliert. Um die Ergebnisse aus verschiedenen Verfahren, das mit einem Kind durchgeführt wurde, eindeutig diesem bei gleichzeitiger Wahrung des Datenschutzes zuordnen zu können, wurde jedem Kind ein Identifikationscode zugewiesen (Pseudonymisierung). Das automatisierte Bewertungssystem wertet jede Antwort in Echtzeit aus, klassifiziert sie unmittelbar als korrekt oder inkorrekt und erzeugt aggregierte Skalenwerte.

Diese automatisierte Infrastruktur gewährleistet somit eine effiziente Datenerfassung, eine objektive und zuverlässige Bewertung sowie die Erzeugung interpretierbarer Rückmeldungen, die die Stärken jedes Kindes und Bereiche mit Förderbedarf aufzeigen. Der kodierte Datensatz dient als primäre Grundlage für nachfolgende Analysen, während die systematische Erfassung sowohl die Genauigkeit der Early Literacy-Diagnostik erhöht.

Zur Erhebung der Erzählfähigkeiten der Kinder wurde der Protokollbogen zur Erzählfähigkeit eingesetzt, der in Auszügen in *Abbildung 4* dargestellt ist. Das Instrument basiert auf der Analyse der Makrostruktur von Geschichten und umfasst die Hauptelemente Einleitung, Hauptteil und Schluss. Für jede Unterkategorie (z. B. Nennung von Charakteren, Ort, Aktivität, emotionalen Reaktionen, Problem–Lösungs-Struktur) werden Punkte nach vordefinierten Kodierregeln vergeben.

- Einleitung/Kulisse (z. B. Charaktere, Ort, Aktivität)
- Hauptteil (z. B. Problem, Plan, Umsetzung des Plans/Lösungsversuch, Ergebnis der Aktion)

- Schluss (z. B. Interne/Emotionale Reaktion, moralische Aussage). Die vollständige Kodierung erfolgt auf einer Skala von insgesamt 21 Punkten. Ankerbeispiele innerhalb des Bogens sichern die Vergleichbarkeit und Objektivität der Bewertung

| | Geschichtenteil | Beschreibung | Ankerbeispiele | Bewertete Textpassage | Pkt. |
|--|--|--|--|-----------------------|------|
| Einleitung (Kulisse bzw. Nennung von Charakteren, Ort und Aktivität) | Kulisse Das Kind führt zu Beginn in die Geschichte ein, d.h. Das Kind nennt gleich in den ersten zwei Sätzen Personen und Ort und/oder Aktivität. | Vergeben Sie 2 Punkte, wenn 3 Informationen genannt werden: z.B. „Kinder“ (Charaktere), „Strand“ (Ort) und „Essen kaufen/essen/wollen“ (Aktivität). | Bsp.: „Max und Stine führen mit Mama zum Strand. Und dann zum Fischladen und die kaufen ein Brötchen.“ Bsp.: „Zwei Kinder gingen zum Bäcker und ne zum Dönerladen und kauften sich dort ein Döner.“ | | 2 |
| | | Vergeben Sie 1 Punkt, wenn nur 2 Informationen genannt werden: z.B. „Kinder“ (Personen) und „Essen kaufen“ (Aktivität). | „Also zwei Kinder wollten Brötchen kaufen.“ | | 1 |
| | | Vergeben Sie 0 Punkte, wenn das Kind entweder nur eine Information zur Kulisse gibt (z.B. Aktivität) oder die Informationen zur Kulisse über die Geschichte verteilt gibt. Irgendwo in der Mitte oder am Ende. | Bsp.: „Die kaufen sich 'n Burger. Und essen den dann.“ Bsp.: „Die holen sich ein Brötchen. Da ist eine Möwe.“ | | 0 |
| | Nennung der Charaktere Junge und Mädchen An irgendeiner Stelle der Erzählung! | Vergeben Sie 2 Punkte, wenn das Kind sowohl das Mädchen als auch den Jungen erwähnt (zulässig sind auch Namen für die Kinder oder „Bruder“ und „Schwester“) oder „2 Kinder“, „2 Jungen“ oder „2 Mädchen“ sagt. | Bsp.: „Und ein Junge und ein Mädchen.“ Bsp.: „Da hat die Möwe das Brötchen von den kleinen Mädchen geklaut. Der Junge ist schnell ausgewichen.“ Bsp.: „Und hier sind eine Möwe und zwei Kinder.“ | | 2 |
| | | Vergeben Sie 1 Punkt, wenn das Kind in seiner Mädchen oder den Jungen erwähnt oder „die Geschwister“ sagt. | Bsp.: „Und die Kinder, die wollten das essen, aber sie brauchten Geld.“ | | 1 |
| | | Vergeben Sie 0 Punkte, wenn das Kind „die“, „das“, „er“, „sie“ oder „es“ anstelle von „ein Mädchen“, „ein Junge“, „2 die Kinder“ äußert bzw. Gar keine Äußerungen zur Beteiligung der Kinder macht. | Bsp.: „Die kaufen sich 'n Burger.“ | | 0 |

| Punktzahl Einleitung /7 | | | | | |
|-------------------------|---|--|--|--|---|
| Hauptteil | Verursachendes Geschehen Das Kind verspricht das Problem der Geschichte. In diesem Fall wurde den Kindern das Fischbrötchen geklaut. | Vergeben Sie 1 Punkt, wenn das Kind in der Erzählung erwähnt, dass die Möwe das Fischbrötchen geklaut hat/wegnimmt/hat. | Bsp.: „Sie aßen ihn und da kam eine Möwe, schnappte das Mädchen den Döner aus der Hand.“ Bsp.: „Aber eine Möwe klagt von einem Kind leider das Brötchen.“ | | 1 |
| | | Vergeben Sie 0 Punkte, wenn das Kind nicht erwähnt, dass das Brötchen weg ist. Die Möwe hat das Brötchen geklaut. | Bsp.: „Dann da sitzt nämlich eine Möwe auf einem Stammstab und die das Brötchen auf. Sie schluckt versch. und Stine nahm das Brötchen aus der Hand und legte sich auf die Steinmauer.“ | | 0 |
| | Interne Reaktion (Emotion) auf den Brötchendiebstahl | Vergeben Sie 1 Punkt, wenn das Kind in der Erzählung die Gedanken/Gefühle des Mädchens u/o. des Jungen u/o. der Möwe hinsichtlich des Brötchendiebstahls erwähnt. Die Emotion muss dabei nicht korrekt gedeutet werden. | Bsp.: „... und die hat auch das geguckt und dann ist sie traurig.“ | | 1 |
| | | Vergeben Sie 0 Punkte, wenn das Kind keine Gedanken/Gefühle des Mädchens u/o. des Jungen u/o. der Möwe auf den Diebstahl des Fischbrötchens erwähnt oder nur Reaktionen aber nicht Emotionen schildert (z.B. lachen statt glücklich, erschrecken). | Bsp.: „Dann klagt die Möwe das Fischbrötchen und fliegt in die Luft und der Junge lacht und das Mädchen nicht.“ Bsp.: „Dann hatte er der sich erschreckt.“ | | 0 |
| | Plan Das Kind erzählt davon, dass der Junge eine Idee hat. (Das sieht man an seinem erhobenen Finger und dem Ausdruck auf seinem Gesicht.) | Vergeben Sie 1 Punkt, wenn das Kind in der Erzählung erwähnt, dass der Junge eine Idee hat/einen Plan hat, um das Brötchen zurückzubekommen. | Bsp.: „Da fiel Max etwas ein.“ Bsp.: „Der Bruder hatte aber eine Idee.“ | | 1 |
| | | Vergeben Sie 0 Punkte, wenn das Kind nicht erwähnt, dass der Junge sich etwas überlegt/nachdenkt/einen Plan hat etc. | Bsp.: „Und dann war sie traurig, weil sie das Brot weggeschnappt hat und dann haben sie es aber wiedergeholt.“ | | 0 |

Abbildung 4. Auszug aus dem Protokollbogen zur Erfassung der Erzählfähigkeit
Insgesamt können 21 Punkte erzielt werden. Ankerbeispiele innerhalb des Bogens sichern die Vergleichbarkeit und Objektivität der Bewertung. Das Auswertungsraster wurde pilotiert und die Interrater-Reliabilität an $n = 31$ Geschichtenerzählungen geprüft (Kendall's Tau = .84).

6.3.3 Kalibrierungsphase

In der Kalibrierungsphase (Phase 1 des Verbundprojektes) wurden Analysen auf Basis der gewonnenen Daten mit dem Prototypen der EuLeApp© durchgeführt, um die Struktur und Funktionalität der Items zu evaluieren. Eine erste Faktorenanalyse wurde in AMOS durchgeführt; diese Methode war jedoch in ihrer Fähigkeit, item-spezifische Eigenschaften abzubilden, eingeschränkt. Daher basierten die anschließenden Analysen, einschließlich der Hauptkalibrierung und Validierung, auf einem IRT-basierten CAT-Rahmen, der in R implementiert wurde. Dieser adaptive Ansatz ermöglichte eine feinere Analyse der kindlichen Antworten und lieferte individualisierte Fähigkeitsabschätzungen, die besser mit den Zielsetzungen des Verbundprojekts übereinstimmten.

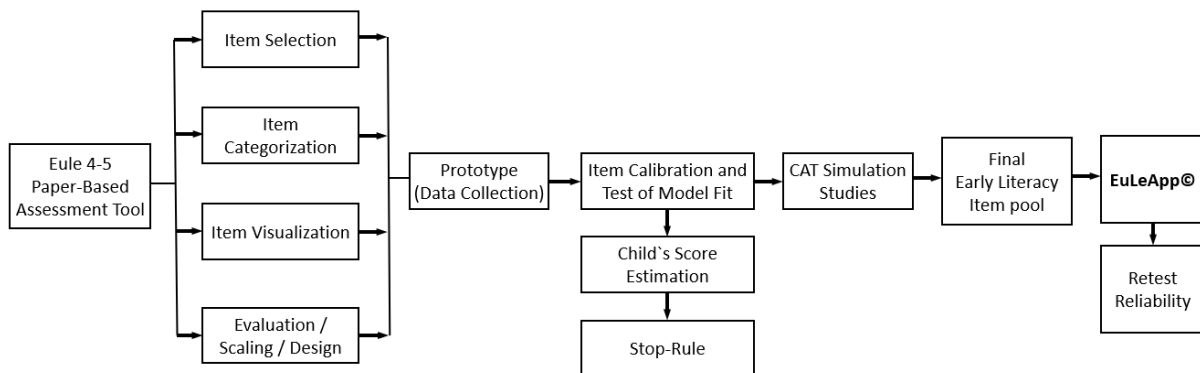


Abbildung 5. Beispiel zur Implementierung des CAT auf der Basis der IRT

Die Abbildung 5 zeigt ein Beispiel für den strukturierten Prozess, der zur Implementierung des CAT-Rahmenwerks auf Basis der Item-Response-Theorie in der EuLeApp© verwendet wurde:

- a. *Erstellung einer kalibrierten Itembank*: Relevante Items aus dem Paper-Pencil-Verfahren EuLe 4-5 wurden ausgewählt, kategorisiert und visualisiert, um die Konsistenz zwischen der Papier- und der digitalen Version zu gewährleisten.
- b. *Auswahl der Startitems*: Ein Prototyp wurde entwickelt und Kalibrierungsdaten erhoben. Die Modellanpassung wurde überprüft, um die Genauigkeit und Reliabilität der Itemparameter sicherzustellen.
- c. *Kontinuierliche Fähigkeitschätzung*: Während der CAT-Simulationsstudien wurde die Fähigkeit jedes Kindes kontinuierlich geschätzt. Dabei wurde eine Abbruchregel angewendet, die auf vordefinierten Präzisionskriterien basierte, um die Testdauer zu minimieren und gleichzeitig die Messgenauigkeit aufrechtzuerhalten.

d. *Finaler Item-Pool und Validierung*: Auf Grundlage der Simulationsergebnisse wurde ein validierter Item-Pool erstellt, in die EuLeApp© integriert und durch Analysen der Test-Retest-Reliabilität überprüft.

6.4 Psychometrische Entwicklung der EuLeApp©

Die psychometrische Entwicklung der EuLeApp© erfolgte unter Verwendung des R-Pakets mirtCAT (Chalmers, 2016). Es ermöglicht die Umsetzung eines multidimensionalen computergestützten adaptiven Testverfahrens (MCAT) auf Basis der Item-Response-Theorie (IRT). Der Itempool wurde aus dem Test EuLe 4–5 abgeleitet, dessen Inhalts- und Konstruktvalidität bereits nachgewiesen wurde (Meindl & Jungmann, 2019).

6.4.1 Kalibrierung und Strukturanalyse

Die Kalibrierung des Itempools basierte auf Daten aus der Prototypphase. Zur Überprüfung der dimensional Struktur wurden explorative und konfirmatorische Item-Faktorenanalysen (IFA) durchgeführt. Die Modellgüte wurde anhand der Indizes CFI, TLI, RMSEA und SRMR bewertet. Items, die nicht den strukturellen oder psychometrischen Anforderungen entsprachen, wurden ausgeschlossen.

Die Strukturanalyse ergab, dass sich innerhalb der Skala Buchstabenkenntnis eine weitere Unterskala Frühes Lesen identifizieren lässt. Auf Basis dieser Befunde wurde das Modell angepasst und umfasst nun sechs Hauptskalen sowie zwei itemspezifische Dimensionen der Skala Schriftwissen, numerisches und bildbasiertes Schriftwissen. Insgesamt wurden sechs Items aufgrund unzureichender Modellpassung entfernt.

Modellspezifikation und Itemauswahl

Das konfirmatorische IRT-Modell ordnete die Items sechs latenten Dimensionen zu, die den zu messenden Fähigkeitsbereichen entsprechen:

- Schriftbewusstheit (Items 1–40)
- Schriftwissen (Items 41–59)
- Wortbewusstheit (Items 60–71)
- Phonologische Bewusstheit (Items 72–100)
- Buchstabenkenntnis (Items 101–146)
- Frühes Lesen (Items 147–183)

Für die CAT-Analyse wurden spezifische Item Auswahlkriterien und Abbruchregeln definiert, um die Testeffizienz und Präzision zu erhöhen (Ebenbeck & Gebhardt, 2022). Standardverfahren des CAT, einschließlich Startitem-Definition, Regressionsanalyse und Optimierung der Abbruchkriterien, kamen zum Einsatz (Roberts et al., 2000).

6.4.2 Modellbewertung und finale Kalibrierung

Zur Identifikation des optimalen Modells wurden konkurrierende IRT-Spezifikationen (2PL-, 3PL- und 4PL-Modelle) miteinander verglichen. Die Kalibrierung ergab eine solide psychometrische Grundlage für das adaptive Testverfahren und gewährleistet, dass der Itempool sowohl theoretisch fundiert als auch empirisch zuverlässig ist.

Tabelle 5 fasst die Ergebnisse des Modellvergleichs zusammen und enthält sowohl Modellgütewerte (M2, RMSEA, SRMSR, TLI, CFI) als auch Effizienzindikatoren (SEM, % der im MCAT eingesetzten Items). Über alle Modelle hinweg lagen die Gütewerte im akzeptablen Bereich; das Vier-Parameter-Logistische Modell (4PL) zeigte jedoch durchgängig die besten Ergebnisse. Es wies niedrigere RMSEA- und SRMSR-Werte sowie höhere TLI- und CFI-Werte auf und erzielte somit die beste Modellanpassung und Stabilität über die Dimensionen hinweg.

Insbesondere Modell 10 der 4PL-Familie (M4PL Nr. 10) lieferte die ausgewogensten Ergebnisse mit einer insgesamt hervorragenden Modellpassung (RMSEA = 0.0182 [0.0163; 0.0200]), einem geringen standardisierten Restfehler (SRMR = 0.0563) sowie exzellenten Anpassungswerten (TLI = 0.9904; CFI = 0.9908).

Auf dieser Grundlage wurde das 4PL-Modell als endgültiges Kalibrierungsmodell für die adaptive Testung der EuLeApp© ausgewählt. Dieses Modell bietet das beste Gleichgewicht zwischen statistischer Genauigkeit, Interpretierbarkeit und Testeffizienz und bildet damit die psychometrische Grundlage des computerbasierten adaptiven Testverfahrens. Detaillierte Informationen zu den statistischen Modellierungs- und Kalibrierungsverfahren finden sich bei Yumuş et al. (2025).

Die vollständigen Parameterschätzungen des im Projekt verwendeten Modells sind nachfolgend dokumentiert. Es ist zu beachten, dass abhängig von zukünftigen Datenaktualisierungen oder modelltheoretischen Anforderungen auch alternative IRT-Spezifikationen (z. B. 3PL- oder 2PL-Modelle) in Betracht gezogen und implementiert werden können.

Tabelle 8. Koeffizienten des finalen M4PL-Modells

| Item | SBN a_1 | SBI a_2 | SB a_3 | SW a_4 | WB a_5 | PB a_6 | BK a_7 | EL a_8 | γ_j d | χ_j g | Y_j u | A_j MDISC | Δ_j MDIFF |
|---------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-----------------|--------------|----------------|---------------------|
| SK01_01 | 0 | 1,21 | 0 | 0 | 3,69 | 0 | 0 | 0 | 3,08 | 0,17 | 0,94 | 3,89 | -0,79 |
| SK01_02 | 0 | 25,82 | 0 | 0 | 21,53 | 0 | 0 | 0 | 2,03 | 0,46 | 0,93 | 33,62 | -0,06 |
| SK01_03 | 0 | 18,34 | 0 | 0 | 14,48 | 0 | 0 | 0 | -0,60 | 0,36 | 0,99 | 23,37 | 0,03 |
| SK01_04 | 0 | 12,41 | 0 | 0 | 16,15 | 0 | 0 | 0 | -1,48 | 0,37 | 0,90 | 20,37 | 0,07 |
| SK01_06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,31 | 0 | 0 | 0 | -6,51 | 0,58 | 1 | 5,31 | 1,23 |
| SK01_08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,41 | 0 | 0 | 0 | 0,73 | 0,20 | 1 | 1,41 | -0,52 |
| SK01_09 | 4,30 | 0 | 3,51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,69 | 0,15 | 1 | 5,55 | 0,12 |
| SK01_10 | 12,28 | 0 | 9,73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3,18 | 0,14 | 1 | 15,66 | 0,20 |
| SK01_11 | 7,30 | 0 | 7,94 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2,38 | 0,12 | 0,99 | 10,78 | 0,22 |
| SK01_12 | 7,33 | 0 | 8,45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1,86 | 0,23 | 1 | 11,18 | 0,17 |
| SK01_13 | 26,69 | 0 | 27,46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,56 | 0,21 | 0,97 | 38,30 | -0,09 |
| SK01_14 | 28,29 | 0 | 29,53 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,75 | 0,15 | 0,95 | 40,89 | -0,14 |
| SK01_15 | 3,68 | 0 | 4,09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,22 | 0,12 | 0,98 | 5,50 | 0,04 |
| SK01_16 | 3,37 | 0 | 3,65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,61 | 0,10 | 0,98 | 4,96 | -0,12 |
| SK01_17 | 2,41 | 0 | 3,61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 | 0,18 | 1 | 4,34 | -0,04 |
| SK01_18 | 9,67 | 0 | 9,83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,79 | 0,08 | 0,91 | 13,79 | -0,49 |
| SK01_19 | 2,94 | 0 | 4,63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,75 | 0,14 | 0,99 | 5,49 | -0,32 |
| SK01_20 | 12,56 | 0 | 20,11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,83 | 0,24 | 0,76 | 23,71 | 0,03 |
| SK01_21 | 2,51 | 0 | 4,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2,39 | 0,24 | 0,89 | 5,16 | 0,46 |
| SK01_22 | 0 | 0 | 1,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,16 | 0 | 0,87 | 1,81 | -0,64 |
| SK01_23 | 0 | 0 | 1,66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,07 | 0 | 1 | 1,66 | -0,64 |
| SK01_24 | 2,42 | 0 | 12,21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -18,86 | 0,29 | 1 | 12,45 | 1,51 |
| SK01_25 | 0 | 6,22 | 4,65 | 0 | 3,28 | 0 | 0 | 0 | 7,15 | 0 | 0,99 | 8,43 | -0,85 |
| SK01_26 | 0 | 19,85 | 11,58 | 0 | 7,43 | 0 | 0 | 0 | 15,48 | 0,02 | 1 | 24,15 | -0,64 |
| SK01_27 | 0 | 21,26 | 18,12 | 0 | 5,17 | 0 | 0 | 0 | 18,87 | 0 | 1 | 28,41 | -0,66 |
| SK01_28 | 0 | 20,38 | 21,69 | 0 | 3,34 | 0 | 0 | 0 | 19,80 | 0,03 | 1 | 29,95 | -0,66 |
| SK01_29 | 0 | 1,70 | 3,16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,41 | 0,01 | 0,96 | 3,59 | -0,11 |
| SK01_30 | 0 | 1,72 | 2,66 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,64 | 0 | 1 | 3,17 | -0,20 |
| SK01_31 | 0 | 2,34 | 4,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,60 | 0 | 0,98 | 4,72 | -0,34 |
| SK01_32 | 0 | 1,16 | 1,89 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,23 | 0,02 | 1 | 2,22 | -0,10 |
| SK01_33 | 0 | 2,91 | 6,61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,20 | 0,11 | 1 | 7,22 | -0,03 |
| SK01_34 | 0 | 1,53 | 4,17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,35 | 0,07 | 0,97 | 4,44 | -0,08 |
| SK01_35 | 0 | 3,15 | 8,15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,33 | 0,20 | 1 | 8,73 | -0,04 |
| SK01_36 | 0 | 1,19 | 3,57 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,32 | 0 | 0,98 | 3,76 | -0,09 |
| SK01_37 | 0 | 1,39 | 4,75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,42 | 0,14 | 0,98 | 4,95 | -0,09 |
| SK01_38 | 0 | 0 | 9,17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,88 | 0,31 | 0,98 | 9,17 | 0,10 |
| SK01_39 | 0 | 0 | 2,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,39 | 0,11 | 1 | 2,81 | -0,14 |
| SK01_40 | 0 | 0 | 3,97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,03 | 0,10 | 0,94 | 3,97 | 0,01 |
| SK02_02 | 0 | 0 | 0 | 1,13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,81 | 0 | 1 | 1,13 | -1,60 |
| SK02_03 | 0 | 0 | 0 | 1,04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,47 | 0 | 0,97 | 1,04 | -1,41 |
| SK02_04 | 0 | 0 | 0 | 2,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,37 | 0,48 | 0,96 | 2,68 | -0,89 |
| SK02_05 | 0 | 0 | 0 | 1,41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,82 | 0,01 | 0,95 | 1,41 | -2,01 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-------|---|-------|-------|-------|---|------|--------|------|------|-------|-------|
| SK02_06 | 0 | 0 | 0 | 24,38 | 0 | 0 | 0 | 0 | -11,55 | 0,27 | 0,81 | 24,38 | 0,47 |
| SK02_07 | 0 | 0 | 0 | 2,78 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2,13 | 0,40 | 1 | 2,78 | 0,77 |
| SK02_08 | 0 | 0 | 0 | 27,51 | 0 | 0 | 0 | 0 | -8,27 | 0,22 | 0,64 | 27,51 | 0,30 |
| SK02_09 | 0 | 0 | 0 | 2,50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,16 | 0,12 | 0,99 | 2,50 | -0,46 |
| SK02_10 | 0 | 0 | 0 | 3,30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,60 | 0,06 | 1 | 3,30 | -0,18 |
| SK02_11 | 0 | 0 | 0 | 9,85 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14,25 | 0 | 0,88 | 9,85 | -1,45 |
| SK02_12 | 0 | 0 | 0 | 6,70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,89 | 0 | 0,99 | 6,70 | -1,62 |
| SK02_13 | 0 | 0 | 0 | 2,20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,77 | 0 | 0,98 | 2,20 | -0,81 |
| SK02_14 | 0 | 0 | 0 | 5,80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,73 | 0 | 0,96 | 5,80 | -1,33 |
| SK02_16 | 0 | 0 | 0 | 9,22 | 0 | 0 | 0 | 0 | -14,06 | 0,12 | 0,71 | 9,22 | 1,53 |
| SK02_17 | 0 | 0 | 0 | 0,85 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1,14 | 0,27 | 0,99 | 0,85 | 1,33 |
| SK02_19 | 0 | 8,36 | 0 | 0 | 3,97 | 0 | 0 | 4,96 | -9,30 | 0,22 | 0,86 | 10,50 | 0,89 |
| SK02_20 | 0 | 17,80 | 0 | 0 | 18,09 | 0 | 0 | 6,27 | -16,97 | 0,24 | 0,81 | 26,14 | 0,65 |
| SK03_01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,31 | 0 | 0 | 0 | 0,11 | 0,05 | 1 | 2,31 | -0,05 |
| SK03_02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,79 | 0 | 0 | 0 | -1,42 | 0 | 1 | 1,79 | 0,80 |
| SK03_03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,18 | 0 | 0 | 0 | -1,36 | 0 | 1 | 1,18 | 1,15 |
| SK03_04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,22 | 0 | 0 | 0 | 0,82 | 0 | 0,99 | 1,22 | -0,67 |
| SK03_05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,27 | 0 | 0 | 0 | -0,49 | 0 | 0,71 | 1,27 | 0,38 |
| SK03_06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,32 | 0 | 0 | 0 | 0,12 | 0,07 | 1 | 2,32 | -0,05 |
| SK03_07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,13 | 0 | 0 | 0 | -0,15 | 0 | 0,89 | 1,13 | 0,13 |
| SK03_08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,60 | 0 | 0 | 0 | -0,20 | 0,28 | 1 | 1,60 | 0,13 |
| SK03_09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,89 | 0 | 0 | 0 | -0,52 | 0,21 | 1 | 1,89 | 0,27 |
| SK03_10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,72 | 0 | 0 | 0 | -1,44 | 0 | 1 | 1,72 | 0,84 |
| SK03_11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,81 | 0 | 0 | 0 | -1,12 | 0,08 | 1 | 1,81 | 0,62 |
| SK03_12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,38 | 0 | 0 | 0 | -0,19 | 0 | 1 | 1,38 | 0,14 |
| SK04_01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,88 | 0 | 0 | 4,53 | 0,06 | 0,99 | 1,88 | -2,41 |
| SK04_03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15,99 | 0 | 0 | 17,96 | 0,90 | 0,97 | 15,99 | -1,12 |
| SK04_04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,36 | 0 | 0 | -1,53 | 0,97 | 1 | 5,36 | 0,28 |
| SK04_05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,92 | 0 | 0 | 8,71 | 0,55 | 0,92 | 7,92 | -1,10 |
| SK04_06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,02 | 0 | 0 | 3,24 | 0 | 1 | 1,02 | -3,17 |
| SK04_07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,29 | 0 | 0 | 22,42 | 0 | 0,97 | 9,29 | -2,41 |
| SK04_08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,91 | 0 | 0 | 3,14 | 0 | 0,69 | 1,91 | -1,64 |
| SK04_09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,16 | 0 | 0 | -2,50 | 0,57 | 1 | 3,16 | 0,79 |
| SK04_10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17,63 | 0 | 0 | -10,19 | 0,24 | 0,52 | 17,63 | 0,58 |
| SK04_11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,93 | 0 | 0 | -13,27 | 0,51 | 1 | 6,93 | 1,91 |
| SK04_12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,97 | 0 | 0 | -1,45 | 0,30 | 0,79 | 2,97 | 0,49 |
| SK04_13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,16 | 0 | 0 | -7,67 | 0,40 | 1 | 4,16 | 1,84 |
| SK04_14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,28 | 0 | 0 | -0,78 | 0,24 | 1 | 1,28 | 0,61 |
| SK04_15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,64 | 0 | 0 | -0,17 | 0,24 | 0,95 | 1,64 | 0,10 |
| SK04_16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,24 | 0 | 0 | 0,76 | 0,32 | 1 | 2,24 | -0,34 |
| SK04_17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,77 | 0 | 0 | 1,92 | 0,66 | 0,99 | 13,77 | -0,14 |
| SK04_18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,14 | 0 | 0 | -1,88 | 0,52 | 0,99 | 2,14 | 0,88 |
| SK04_19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,58 | 0 | 0 | -2,96 | 0,20 | 1 | 3,58 | 0,83 |
| SK04_20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,43 | 0 | 0 | -1,73 | 0,34 | 1 | 2,43 | 0,71 |
| SK04_22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,68 | 0 | 0 | -4,52 | 0,45 | 0,94 | 13,68 | 0,33 |
| SK04_23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,17 | 0 | 0 | -4,48 | 0,34 | 0,77 | 8,17 | 0,55 |
| SK04_24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,99 | 0 | 0 | -4,77 | 0,44 | 0,93 | 9,99 | 0,48 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|--------|------|------|-------|-------|
| SK04_25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,44 | 0 | 0 | -3,95 | 0,20 | 0,79 | 6,44 | 0,61 |
| SK04_26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,51 | 0 | 0 | -0,55 | 0,20 | 1 | 1,51 | 0,36 |
| SK04_27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,81 | 0 | 0 | -9,41 | 0,52 | 0,77 | 12,81 | 0,73 |
| SK04_28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,37 | 0 | 0 | 0,44 | 0,27 | 0,99 | 1,37 | -0,32 |
| SK04_29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,52 | 0 | 0 | -1,71 | 0,40 | 0,93 | 3,52 | 0,48 |
| SK05_01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,94 | 0 | -1,51 | 0,24 | 1 | 1,94 | 0,78 |
| SK05_02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,67 | 0 | -0,99 | 0,12 | 1 | 1,67 | 0,59 |
| SK05_03 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,62 | 0 | -1,47 | 0,34 | 0,96 | 2,62 | 0,56 |
| SK05_04 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,01 | 0 | 0,65 | 0,34 | 1 | 3,01 | -0,22 |
| SK05_05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,97 | 0 | -0,70 | 0,14 | 0,95 | 4,97 | 0,14 |
| SK05_06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,87 | 0 | -0,78 | 0 | 1 | 0,87 | 0,90 |
| SK05_07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,03 | 0 | -1,06 | 0,21 | 1 | 2,03 | 0,52 |
| SK05_08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25,55 | 0 | 1,76 | 0,53 | 0,97 | 25,55 | -0,07 |
| SK05_09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,10 | 0 | -2,27 | 0,15 | 0,81 | 3,10 | 0,73 |
| SK05_10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,05 | 0 | -3,42 | 0,28 | 1 | 5,05 | 0,68 |
| SK05_11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,49 | 0 | -1,95 | 0,23 | 1 | 2,49 | 0,78 |
| SK05_12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,87 | 0 | -0,61 | 0,27 | 1 | 2,87 | 0,21 |
| SK05_13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,68 | 0 | -1,83 | 0,18 | 1 | 1,68 | 1,09 |
| SK05_14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,31 | 0 | 0,55 | 0,17 | 1 | 2,31 | -0,24 |
| SK05_15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,76 | 0 | -9,73 | 0,37 | 0,74 | 7,76 | 1,25 |
| SK05_16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,59 | 0 | -0,04 | 0,21 | 1 | 2,59 | 0,02 |
| SK05_17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,49 | 0 | 0,09 | 0 | 1 | 1,49 | -0,06 |
| SK05_18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,52 | 0 | -1,38 | 0,22 | 1 | 1,52 | 0,91 |
| SK05_19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,89 | 0 | -0,25 | 0 | 0,96 | 1,89 | 0,13 |
| SK05_20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,03 | 0 | -6,30 | 0,39 | 1 | 6,03 | 1,05 |
| SK05_21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,21 | 0 | -2,81 | 0,17 | 0,88 | 4,21 | 0,67 |
| SK05_22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,33 | 0 | -0,79 | 0,16 | 0,94 | 2,33 | 0,34 |
| SK05_23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,05 | 0 | -1,49 | 0,18 | 0,86 | 3,05 | 0,49 |
| SK05_24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,29 | 0 | -0,13 | 0,09 | 1 | 1,29 | 0,10 |
| SK05_25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,20 | 0 | 2,09 | 0 | 0,95 | 2,20 | -0,95 |
| SK05_26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,25 | 0 | -1,63 | 0,22 | 1 | 2,25 | 0,73 |
| SK05_27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,79 | -3,98 | 0,25 | 1 | 3,79 | 1,05 |
| SK05_28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,56 | -7,77 | 0,20 | 1 | 5,56 | 1,40 |
| SK05_29 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,78 | -2,19 | 0,24 | 1 | 2,78 | 0,79 |
| SK05_30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,43 | -3,25 | 0,24 | 1 | 2,43 | 1,34 |
| SK05_31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,22 | -4,52 | 0,11 | 0,69 | 5,22 | 0,87 |
| SK05_32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,89 | -6,91 | 0,25 | 0,87 | 4,89 | 1,41 |
| SK05_33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,48 | -20,68 | 0,25 | 1 | 12,48 | 1,66 |
| SK05_34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,35 | -2,65 | 0,30 | 1 | 2,35 | 1,12 |
| SK05_35 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,21 | -9,66 | 0,25 | 1 | 6,21 | 1,55 |
| SK05_36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,33 | -4,61 | 0,16 | 1 | 2,33 | 1,98 |
| SK05_37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,14 | -0,33 | 0,31 | 1 | 2,14 | 0,16 |
| SK05_28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7,84 | -12,44 | 0,20 | 1 | 7,84 | 1,59 |
| SK05_39 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,56 | -3,13 | 0,14 | 0,87 | 3,56 | 0,88 |
| SK05_40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,49 | -3,94 | 0,19 | 0,91 | 3,49 | 1,13 |
| SK05_41 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,31 | -3,85 | 0,29 | 1 | 4,31 | 0,89 |
| SK05_42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,64 | -4,36 | 0,25 | 1 | 2,64 | 1,65 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|---|---|---|---|---|-------|-------|--------|------|------|-------|-------|
| SK05_43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,87 | -4,23 | 0,23 | 1 | 2,87 | 1,47 |
| SK05_44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,71 | -5,06 | 0,20 | 1 | 4,71 | 1,07 |
| SK05_45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,99 | -5,78 | 0,23 | 1 | 2,99 | 1,93 |
| SK05_46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14,63 | -32,12 | 0,25 | 1 | 14,63 | 2,20 |
| SK06_01s | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,99 | 0 | -2,31 | 0,03 | 1 | 3,99 | 0,58 |
| SK06_01a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,24 | 0 | -0,23 | 0,07 | 1 | 3,24 | 0,07 |
| SK06_01p | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,44 | 0 | -3,21 | 0,01 | 0,98 | 4,44 | 0,72 |
| SK06_01m | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,27 | 0 | -1,56 | 0 | 1 | 3,27 | 0,48 |
| SK06_01o | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,95 | 0 | 0,67 | 0,08 | 0,95 | 2,95 | -0,23 |
| SK06_01i | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,44 | 0 | -1,38 | 0 | 1 | 3,44 | 0,40 |
| SK06_02u | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,80 | 0 | -3,00 | 0 | 1 | 3,80 | 0,79 |
| SK06_02n | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,89 | 0 | -3,42 | 0 | 0,99 | 3,89 | 0,88 |
| SK06_02l | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,56 | 0 | -2,02 | 0 | 1 | 3,56 | 0,57 |
| SK06_02r | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,39 | 0 | -2,83 | 0 | 1 | 3,39 | 0,83 |
| SK06_02e | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,46 | 0 | -1,23 | 0 | 1 | 2,46 | 0,50 |
| SK06_02b | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,34 | 0 | -2,79 | 0 | 1 | 3,34 | 0,84 |
| SK06_03t | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,16 | 0 | -2,44 | 0 | 1 | 3,16 | 0,77 |
| SK06_03h | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,10 | 0 | -4,46 | 0,03 | 0,96 | 5,10 | 0,87 |
| SK06_03d | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,00 | 0 | -5,58 | 0 | 0,96 | 5,00 | 1,11 |
| SK06_03k | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,57 | 0 | -7,59 | 0,04 | 0,84 | 8,57 | 0,89 |
| SK06_03f | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,91 | 0 | -4,82 | 0,03 | 1 | 5,91 | 0,82 |
| SK06_03g | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,93 | 0 | -3,47 | 0 | 0,96 | 1,93 | 1,80 |
| SK06_04z | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,99 | 0 | -2,81 | 0 | 1 | 2,99 | 0,94 |
| SK06_04y | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,99 | 0 | -3,83 | 0,02 | 0,71 | 3,99 | 0,96 |
| SK06_04w | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,97 | 0 | -4,95 | 0 | 1 | 3,97 | 1,25 |
| SK06_04x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,44 | 0 | -2,39 | 0,05 | 0,90 | 2,44 | 0,98 |
| SK06_04j | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,47 | 0 | -6,38 | 0,06 | 0,86 | 6,47 | 0,99 |
| SK06_04v | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,86 | 0 | -4,58 | 0,01 | 0,86 | 4,86 | 0,94 |
| SK06_04c | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13,42 | 0 | -10,73 | 0,04 | 0,69 | 13,42 | 0,80 |
| SK06_04q | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,41 | 0 | -8,48 | 0 | 0,57 | 8,41 | 1,01 |
| SK06_05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,37 | -9,90 | 0 | 1 | 8,37 | 1,18 |
| SK06_06 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,26 | -5,55 | 0 | 1 | 4,26 | 1,30 |
| SK06_07 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,80 | -14,21 | 0,01 | 0,86 | 12,80 | 1,11 |
| SK06_08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,62 | -6,60 | 0 | 1 | 4,62 | 1,43 |
| SK06_09 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,00 | -6,83 | 0 | 1 | 4,00 | 1,71 |
| SK06_10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,09 | -13,87 | 0 | 1 | 10,09 | 1,38 |
| SK06_11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,35 | -10,30 | 0 | 1 | 5,35 | 1,93 |
| SK06_12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,25 | -7,16 | 0 | 0,84 | 5,25 | 1,36 |
| SK06_13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14,83 | -22,99 | 0 | 1 | 14,83 | 1,55 |
| SK06_14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8,15 | -13,90 | 0 | 1 | 8,15 | 1,71 |
| SK06_15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9,95 | -16,79 | 0 | 1 | 9,95 | 1,69 |

Hinweis: Die Spaltenbeschriftungen orientieren sich an der Ausgabe des R-Pakets *mir*. Die Spalten a1 bis a8 enthalten die Itemdiskriminationsparameter α_j . In Spalte d steht die Konstante γ_j der logistischen Regressionsgleichung, in Spalte g der Itemrateparameter χ_j , in Spalte u der Itemnachlässigkeitsparameter Y_j , in Spalte MDISC der multidimensionale Itemdiskriminationsindex A_j und in Spalte MDIFF der multidimensionale Itemschwierigkeitsindex Δ_j (der sich aus $\Delta_j = -\gamma_j/A_j$ ergibt). Die Dimensionsabkürzungen bedeuten: SB = Schriftbewusstheit, SW = Schriftwissen, WB = Wortbewusstheit, PB = Phonetische Bewusstheit, BK = Buchstabenkenntnis, EL = Erstes Lesen, IND = itemspezifische numerische Dimension, IID = itemspezifische ikonische Dimension.

Tabelle 9. IRT-Modelle

| Model | Nr. | # of Parameters | M_2 | dF | p | RMSEA | Confidence Interval | | SRMSR | TLI | CFI | Items in MCAT SEM < 0.447 | | | |
|-------|-----|-----------------|---------|-------|-------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------------|-------|------|----|
| | | | | | | | 5% | 95% | | | | M | Mdn | SD | % |
| | | | | | | | LB | UB | | | | | | | |
| M2PL | 1 | 408 | 16495.4 | 15345 | 0.000 | 0.0157 | 0.0134 | 0.0176 | 0.0641 | 0.9929 | 0.9930 | 93.4 | 77 | 44.9 | 19 |
| | 2 | 408 | 16520.7 | 15345 | 0.000 | 0.0158 | 0.0136 | 0.0178 | 0.0641 | 0.9928 | 0.9929 | 92.8 | 76 | 45.2 | 19 |
| | 3 | 408 | 16529.9 | 15345 | 0.000 | 0.0159 | 0.0137 | 0.0178 | 0.0641 | 0.9927 | 0.9928 | 92.2 | 76 | 44.4 | 18 |
| | 4 | 408 | 16549.0 | 15345 | 0.000 | 0.0160 | 0.0138 | 0.0180 | 0.0640 | 0.9926 | 0.9927 | 92.8 | 76 | 45.0 | 19 |
| M3PL | 1 | 585 | 16352.0 | 15168 | 0.000 | 0.0160 | 0.0137 | 0.0179 | 0.0679 | 0.9926 | 0.9928 | 71.5 | 36 | 62.9 | 25 |
| | 2 | 585 | 16454.5 | 15168 | 0.000 | 0.0166 | 0.0145 | 0.0185 | 0.0667 | 0.9920 | 0.9922 | 67.5 | 36 | 59.7 | 21 |
| | 3 | 585 | 16792.0 | 15168 | 0.000 | 0.0187 | 0.0168 | 0.0204 | 0.0614 | 0.9899 | 0.9902 | 86.2 | 48 | 66.2 | 33 |
| | 4 | 585 | 16946.4 | 15168 | 0.000 | 0.0196 | 0.0177 | 0.0212 | 0.0594 | 0.9889 | 0.9892 | 72.4 | 34 | 63.9 | 25 |
| M4PL | 1 | 762 | 15902.6 | 14991 | 0.000 | 0.0141 | 0.0116 | 0.0163 | 0.0559 | 0.9943 | 0.9945 | 62.6 | 28 | 63.9 | 23 |
| | 2 | 762 | 16000.5 | 14991 | 0.000 | 0.0148 | 0.0124 | 0.0169 | 0.0609 | 0.9936 | 0.9939 | 55.3 | 26 | 58.5 | 18 |
| | 3 | 762 | 16086.4 | 14991 | 0.000 | 0.0155 | 0.0131 | 0.0175 | 0.0690 | 0.9931 | 0.9934 | 48.3 | 25 | 55.7 | 15 |
| | 4 | 762 | 16106.5 | 14991 | 0.000 | 0.0156 | 0.0133 | 0.0176 | 0.0677 | 0.9930 | 0.9932 | 83.7 | 34 | 71.1 | 36 |
| | 5 | 762 | 16169.9 | 14991 | 0.000 | 0.0160 | 0.0138 | 0.0180 | 0.0578 | 0.9926 | 0.9929 | 91.6 | 51 | 73.7 | 42 |
| | 6 | 762 | 16215.1 | 14991 | 0.000 | 0.0163 | 0.0141 | 0.0183 | 0.0600 | 0.9923 | 0.9926 | 50.4 | 26 | 55.8 | 16 |
| | 7 | 762 | 16249.1 | 14991 | 0.000 | 0.0166 | 0.0144 | 0.0185 | 0.0594 | 0.9921 | 0.9924 | 78.5 | 40 | 64.7 | 29 |
| | 8 | 762 | 16255.9 | 14991 | 0.000 | 0.0166 | 0.0145 | 0.0185 | 0.0615 | 0.9920 | 0.9923 | 50.6 | 23 | 59.6 | 18 |
| | 9 | 762 | 16394.1 | 14991 | 0.000 | 0.0175 | 0.0154 | 0.0193 | 0.0595 | 0.9912 | 0.9915 | 67.1 | 29 | 66.4 | 26 |
| | 10 | 762 | 16515.6 | 14991 | 0.000 | 0.0182 | 0.0163 | 0.0200 | 0.0563 | 0.9904 | 0.9908 | 36.5 | 21 | 45.4 | 9 |
| | 11 | 762 | 16541.2 | 14991 | 0.000 | 0.0184 | 0.0164 | 0.0201 | 0.0759 | 0.9902 | 0.9906 | 63.9 | 30 | 63.8 | 23 |
| | 12 | 762 | 16544.2 | 14991 | 0.000 | 0.0184 | 0.0164 | 0.0202 | 0.0690 | 0.9902 | 0.9906 | 47.8 | 20 | 59.8 | 17 |
| | 13 | 762 | 16594.4 | 14991 | 0.000 | 0.0187 | 0.0168 | 0.0204 | 0.0694 | 0.9899 | 0.9903 | 47.8 | 24 | 55.8 | 15 |
| | 14 | 762 | 16659.3 | 14991 | 0.000 | 0.0191 | 0.0172 | 0.0208 | 0.0626 | 0.9895 | 0.9899 | 53.4 | 28 | 56.0 | 15 |
| | 15 | 762 | 16672.3 | 14991 | 0.000 | 0.0191 | 0.0173 | 0.0208 | 0.0786 | 0.9894 | 0.9898 | 32.0 | 20 | 40.9 | 7 |
| | 16 | 762 | 16676.2 | 14991 | 0.000 | 0.0192 | 0.0173 | 0.0209 | 0.0592 | 0.9894 | 0.9898 | 72.9 | 36 | 68.2 | 29 |
| | 17 | 762 | 16917.5 | 14991 | 0.000 | 0.0205 | 0.0187 | 0.0221 | 0.0796 | 0.9879 | 0.9883 | 32.0 | 20 | 40.9 | 7 |

6.5 Automatisierte Auswertung von Kurzantworten

Die Integration einer automatisierten Auswertungskomponente stellt sowohl eine methodische Innovation als auch eine praxisorientierte Antwort auf Herausforderungen dar, die in der Bildungsdiagnostik häufig auftreten. Die computergestützte Bewertung offener Kurzantworten ist dabei nicht nur eine technische Hürde, sondern reagiert auf ein reales und wiederkehrendes Problem: die verlässliche und effiziente Auswertung freier sprachlicher Antworten (vgl. Ormerod et al., 2023).

Die traditionelle manuelle Auswertung hängt stark von der Erfahrung und Schulung einzelner Rater ab und kann sowohl zeitaufwändig als auch inkonsistent zwischen Beurteilenden sein. Im Gegensatz dazu gewährleistet die automatisierte Auswertungskomponente in der EuLeApp®, dass jede kindliche Antwort nach denselben Kriterien bewertet wird. Dadurch werden Objektivität und Konsistenz erhöht (Shermis, 2015). Zugleich wird der administrative Aufwand für pädagogische Fachkräfte reduziert, sodass mehr Zeit für förderliche Interaktionen und literacybezogene Alltagsaktivitäten bleibt. Die technische Bewertungsroutine wurde in enger

Zusammenarbeit mit der Digitalagentur Quellwerke sowie der DHL Data Science GmbH (Dr. Haug Leuschner) entwickelt und schrittweise verfeinert. In mehreren Abstimmungsrunden zwischen dem Verbundprojektteam und der technischen Entwicklerseite wurde die Bewertungsroutine anhand eines repräsentativen Datensatzes kindlicher Antworten trainiert, die zuvor manuell bewertet worden waren, um Bewertungsraster und Referenzpunkte festzulegen.

Durch die Kombination statistischer Modellierungstechniken mit expertenvalidierten Regeln unterscheidet die Bewertungsroutine zwischen einfachen und schwierigeren Items innerhalb der Altersgruppen von 4;0 bis 7;11 Jahren. Im Hinblick auf die Auswahl geeigneter Startitems zeigt Tabelle 8, dass die richtige Auswahl dargestellt wird, um eine präzise Fähigkeitsabschätzung in den jeweiligen Altersgruppen zu gewährleisten.

In der EuLeApp© wird basierend auf dem Antwortverhalten des Kindes das Item als nächstes ausgewählt, das in seiner Schwierigkeit am informativsten für die Ermittlung der individuellen Early Literacy-Kompetenzen ist. Um altersangemessene Starteritems zu identifizieren, wurden 24 der 183 verfügbaren Items auf der Basis inhaltlich-konzeptueller Betrachtungen ausgewählt.

Simulationsergebnisse zeigen, dass der adaptive Auswertungsprozess altersbezogene Unterschiede erfolgreich berücksichtigt und präzise Schätzungen der Early Literacy-Kompetenzen der Kinder ermöglicht. Insgesamt trägt dieser Ansatz dazu bei, dass der Bewertungsprozess sowohl psychometrisch fundiert als auch pädagogisch sinnvoll bleibt. Damit wird automatisierte Technologie mit entwicklungspsychologischer und bildungspraktischer Expertise verbunden.

Tabelle 10. Regressionsanalyse zur Identifizierung der optimalen Starteritems nach Altersgruppen

| Altersgruppen | Item | <i>B</i> | <i>SE</i> | <i>T</i> | <i>p</i> | <i>β</i> |
|---------------|-----------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|
| | (Intercept) | 57.91 | 1.74 | 33.20 | 0.000 | 0.164 |
| | SEM < .447 | 6.19 | 0.64 | 9.68 | 0.000 | 0.257 |
| 4 Jahre | SK01_25boot | -6.92 | 1.96 | -3.52 | 0.000 | -0.288 |
| | SK06_05mo | -3.23 | 2.42 | -1.33 | 0.184 | -0.134 |
| | SK06_01buchstaben1s | -2.93 | 2.42 | -1.21 | 0.226 | -0.122 |
| | SK05_27am | -1.85 | 2.42 | -0.76 | 0.445 | -0.077 |
| | SK04_16e | -0.91 | 2.42 | -0.38 | 0.708 | -0.038 |
| | SK01_01einbahnstraße | -0.55 | 2.42 | -0.23 | 0.820 | -0.023 |
| | SK02_09buchstabe1 | -0.48 | 2.10 | -0.23 | 0.819 | -0.020 |
| 5 Jahre | SK05_28im | -11.05 | 2.21 | -5.00 | 0.000 | -0.459 |
| | SK05_12r | -9.08 | 2.21 | -4.11 | 0.000 | -0.378 |
| | SK03_06luecke | -8.50 | 2.21 | -3.85 | 0.000 | -0.353 |
| | SK01_03friseur | -8.29 | 2.21 | -3.75 | 0.000 | -0.345 |
| | SK05_04u | -8.11 | 2.21 | -3.67 | 0.000 | -0.337 |
| | SK06_06am | -8.02 | 2.21 | -3.63 | 0.000 | -0.333 |
| | SK04_15f | -7.40 | 2.21 | -3.35 | 0.001 | -0.308 |
| | SK06_01buchstaben1i | -7.24 | 2.21 | -3.28 | 0.001 | -0.301 |
| 6 Jahre | SK05_29po | -10.83 | 2.69 | -4.03 | 0.000 | -0.450 |
| | SK05_19y | -10.18 | 2.69 | -3.79 | 0.000 | -0.423 |
| | SK02_07seite1 | -9.35 | 2.69 | -3.48 | 0.001 | -0.389 |
| | SK04_29kuh2 | -9.00 | 2.69 | -3.35 | 0.001 | -0.374 |
| | SK06_04buchstaben4q | -8.97 | 2.69 | -3.34 | 0.001 | -0.373 |
| | SK06_08pa | -8.72 | 2.69 | -3.25 | 0.001 | -0.363 |
| | SK06_02buchstaben2r | -6.79 | 2.69 | -2.53 | 0.011 | -0.282 |
| | SK03_11woerteranzahl3 | -6.65 | 2.69 | -2.47 | 0.013 | -0.276 |

Das EuLeApp©-Diagnosetool wurde entwickelt, um nicht nur die Early Literacy-Kompetenzen zu erfassen, sondern auch adaptives Feedback bereitzustellen, das die Selbstwirksamkeit und Motivation der Kinder während der Testung durch kleine Belohnungen stärkt.

Ein zentrales Element für die Förderplanung durch die pädagogischen Fachkräfte ist das „Ampelsystem“, das dem Early Literacy-Profil zugrunde liegt. Die Farbe der Ampel zeigt die Early Literacy-Kompetenzen an und verändert sich je nach Fortschritt des Kindes, sodass seine Entwicklung auch über wiederholte Testungen hinweg visuell nachvollzogen werden kann.

7 Weitere Verfahren zur Erfassung von Einflussfaktoren auf die Early Literacy-Kompetenzen der Kinder und zur Validierung der EuLeApp©

Sprachliche Kompetenzen. Die sprachlichen Kompetenzen der Kinder wurden a) als Einflussvariable auf den Erwerb der frühen literalen Kompetenzen und b) zur Validierung der EuLeApp© an allen Standorten mit ausgewählten Untertests des SET 3-5 (Petermann, Rißling & Metzger, 2016) bzw. des SET 5-10 (Petermann, 2018) erfasst, abhängig vom Alter des Kindes. Die Kinder bis zum Alter von 5;11 Jahren bekamen den SET 3-5, die Kinder ab 6;0 Jahren den SET 5-10 zur Bearbeitung vorgelegt. Die Durchführung dauert etwa 45 Minuten und erfolgt im Einzelsetting. Die aufsummierten Rohwertpunkte wurden in T-Werte ($M = 50$, $SD = 10$) transformiert. Kinder, die in einem gemittelten T-Wert über alle Untertests hinweg einen Wert von < 40 erreichten, wurden als sprachauffällig eingestuft. Die interne Konsistenz für die durchgeführten Untertests des SET 3-5 lag zwischen $\alpha = 0.70$ und $\alpha = 0.93$ (Petermann et al., 2016), für die durchgeführten Untertests des SET 5-10 zwischen $\alpha = 0.71$ und $\alpha = 0.91$ (Petermann, 2018).

LRS-Risiko. Zur Validierung der EuLeApp© wurde bei den Kindern im letzten Kindergartenjahr das Würzburger Screening zur Früherkennung von Leserechtschreibschwierigkeiten (LRS-Screening, Endlich et al., 2019) eingesetzt. Die Durchführung erfolgt im Einzelsetting und dauert etwa 25 Minuten. Die interne Konsistenz für die Gesamtskala liegt bei $r = .96$. Über einen Zeitraum von sechs Monaten weist das Verfahren eine hohe Test-Retest-Reliabilität auf ($r_{tt} = .86$). Für Zusammenhänge zwischen der Einschätzung der Fachkräfte und der Testleistung in den entsprechenden Aufgaben des LRS-Screenings wurden moderate bis hohe Werte ermittelt, ebenso wie für die Testleistung und spätere Lese- und Rechtschreibtests (prognostische Validität).

8 Erfassung der häuslichen Lernumgebung und der soziodemografischen Daten

Über einen Elternfragebogen wurden Daten zum sozioökonomischen Status (SÖS) der Familie sowie zur häuslichen literalen Lernumgebung (HLE) in Anlehnung an Niklas et al. (2016) erhoben. Er umfasst 20 Items zum familiären Hintergrund und der Lebenssituation des Kindes, zu möglichen Förderbedarfen des Kindes, seiner sprachlichen Entwicklung und zum Nutzungsverhalten verschiedener Medien. Weiterhin werden das Einkommen, die berufliche Stellung sowie der Ausbildungs-/Schulabschluss der Erziehungsberechtigten erfragt.

Tabelle 11. Deskriptive Ergebnisse des Elternfragebogens – Leseverhalten der Eltern (Phase 1)

| Item | nie (n/%) | selten (n/%) | manchmal (n/%) | häufig (n/%) | immer (n/%) | N (gültig) |
|--|----------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann stelle ich meinem Kind Fragen zu der Geschichte. | 21 (3,3%) | 26 (4,1%) | 28 (4,4%) | 111 (17,3%) | 76 (11,8%) | 272 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann ermutige ich mein Kind, Wörter selbst auszusprechen. | 21 (3,3%) | 45 (7,0%) | 49 (7,6%) | 78 (12,1%) | 78 (12,1%) | 271 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann lasse ich mein Kind Sätze der Geschichte wiederholen. | 84 (13,1%) | 95 (14,8%) | 45 (7,0%) | 38 (5,9%) | 10 (1,6%) | 272 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann wiederhole und ergänze ich, was mein Kind sagt. | 21 (3,3%) | 31 (4,8%) | 35 (5,3%) | 115 (17,9%) | 70 (10,9%) | 272 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann erzähle ich Dinge, die über den Text des Buches hinausgehen. | 37 (5,8%) | 48 (7,5%) | 48 (7,5%) | 93 (14,5%) | 44 (6,9%) | 270 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann rege ich mein Kind dazu an, die Bilder zu beschreiben. | 12 (1,9%) | 17 (2,6%) | 29 (4,5%) | 116 (18,1%) | 100 (15,6%) | 274 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann beziehe ich die Geschichten auf unseren Alltag. | 17 (2,6%) | 44 (6,9%) | 49 (7,6%) | 111 (17,3%) | 51 (7,9%) | 272 |
| Wenn ich meinem Kind vorlese, dann sind die Freude am Vorlesen und die gemeinsame Zeit am wichtigsten. | 2 (0,3%) | 3 (0,5%) | 21 (3,3%) | 86 (13,4%) | 160 (25,0%) | 272 |

Hinweis: Die Werte in Klammern geben die Prozente der gültigen Antworten an. N (gültig) bezeichnet die Anzahl der Befragten, die auf das jeweilige Item geantwortet haben. Fehlende Werte (Missing Data) wurden bei der Prozentberechnung ausgeschlossen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Eltern im Allgemeinen regelmäßig mit ihren Kindern lesen und dabei verschiedene Formen der Interaktion nutzen. Besonders häufig geben sie an, ihrem Kind Fragen zur Geschichte zu stellen oder das Gesagte zu wiederholen und zu ergänzen. Weniger häufig fordern Eltern ihre Kinder dazu auf, Sätze aus der Geschichte zu wiederholen oder Wörter selbstständig auszusprechen. Diese Befunde deuten darauf hin, dass Eltern eher auf das gemeinsame Erleben und den Austausch während des Vorlesens fokussiert sind, während

explizite sprachfördernde Strategien (z. B. Nachsprechen, Wiederholen) weniger häufig angewendet werden.

Tabelle 12. Eltern-Kind-Aktivitäten im Bereich Schrift- und Sprachbewusstsein (Phase 1)

| Item | gar nicht (n/%) | weniger (n/%) | etwas (n/%) | stark (n/%) | sehr stark (n/%) | N (gültig) |
|---|--------------------|------------------|----------------|----------------|---------------------|---------------|
| Ich erkläre meinem Kind, dass von links nach rechts gelesen wird. | 53 (8,3%) | 26 (4,0%) | 36 (5,6%) | 65 (10,1%) | 83 (12,9%) | 263 |
| Ich erkläre meinem Kind, was ein Wort ist. | 51 (7,9%) | 38 (5,9%) | 57 (8,9%) | 52 (8,1%) | 67 (10,4%) | 265 |
| Ich erkläre meinem Kind, was ein Satz ist und wo er startet und endet. | 65 (10,1%) | 64 (10,0%) | 58 (9,0%) | 42 (6,5%) | 35 (5,5%) | 264 |
| Ich vermittele meinem Kind, was Buchstaben sind und wie diese geschrieben werden. | 103 (16,0%) | 93 (14,5%) | 29 (4,5%) | 7 (1,1%) | 15 (2,3%) | 247 |
| Ich spreche oder singe mit meinem Kind das ABC. | 65 (10,1%) | 133 (20,7%) | 18 (2,8%) | 4 (0,6%) | 13 (2,0%) | 233 |
| Ich ermutige mein Kind, z.B. den eigenen Namen oder den Namen seines Lieblingstieres zu erkennen. | 46 (7,2%) | 112 (17,4%) | 48 (7,5%) | 25 (3,9%) | 26 (4,0%) | 257 |
| Mein Kind kennt viele Gedichte, Lieder oder Reime. | 51 (7,9%) | 111 (17,3%) | 45 (7,0%) | 24 (3,7%) | 39 (6,1%) | 270 |

Hinweis: Die Werte in Klammern geben die Prozente der gültigen Antworten an. Fehlende Werte wurden bei der Prozentberechnung ausgeschlossen.

Die Ergebnisse zeigen, dass Eltern ihre Kinder unterschiedlich stark beim Erwerb von Early Literacy-Kompetenzen unterstützen. Während Aktivitäten wie das Erklären von Satz- oder Wortstrukturen weniger häufig vorkommen, berichten mehr Eltern, mit ihren Kindern das Alphabet zu singen oder Reime und Lieder zu nutzen. Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine Bevorzugung informeller, spielerischer Lernformate hin.

8.1.1 Phase 2 – Überarbeitung und Evaluation des Elternfragebogens

Die erste Version lieferte keine ausreichend differenzierten Ergebnisse, insbesondere in Bezug auf das interaktive Leseverhalten der Eltern (z. B. das Auffordern der Kinder, Teile der Geschichte nachzuerzählen oder Wörter selbstständig auszusprechen). Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wurde der Fragebogen in Phase 2 überarbeitet und neu strukturiert. Die überarbeitete Version enthält klarer formulierte Items, verbesserte Antwortoptionen sowie zusätzliche Fragen, um die Interaktion zwischen Eltern und Kindern beim gemeinsamen Lesen präziser zu erfassen. Der Fragebogen der zweiten Phase wurde anschließend an einer Stichprobe erneut durchgeführt.

Im Rahmen der zweiten Erhebungsphase wurde der Elternfragebogen in sieben thematische Blöcke unterteilt. Diese Blöcke erfassen unterschiedliche Dimensionen der häuslichen Lese- und Medioumwelt (Home Literacy Environment, HLE).

Block 1 Kulturelles literales Kapital

Dieser Block umfasst Indikatoren zum kulturellen Kapital der Familie im Bereich Lesen und Bildung. Dies umfasst die Anzahl der Bücher im Haushalt, die Zahl der Kinderbücher sowie das Alter, in dem die Eltern dem Kind erstmals vorgelesen haben. Diese Items geben Aufschluss über die strukturellen Voraussetzungen der familiären Lesesozialisation. Die interne Konsistenz ist als akzeptabel einzustufen (Cronbach's $\alpha = 0.72$).

Block 2 Informelle Literacyaktivitäten

Erfasst werden informelle Leseaktivitäten im Alltag, etwa wie häufig dem Kind vorgelesen wird, ob das Kind selbstständig Bücher betrachtet oder wie viele Minuten täglich vorgelesen wird (an Arbeits- und freien Tagen). Zudem werden verschiedene interaktive Vorleseverhaltensweisen der Eltern abgebildet (z. B. Fragen zur Geschichte stellen, Wörter wiederholen, Bilder beschreiben oder Geschichten mit dem Alltag verknüpfen). Der Block *Informelle Literacyaktivitäten* zeigt eine hohe interne Konsistenz (Cronbach's $\alpha = 0.89$).

Block 3 Formelle Literacyaktivitäten

Dieser Block enthält Items, die explizit auf schriftsprachliche Förderung abzielen, wie das Erklären von Lese- und Sprachstrukturen (z. B. Lesen von links nach rechts, Wort- und Satzerklärung, Buchstabenkenntnis, gemeinsames Singen des ABC). Auch Aktivitäten wie das

Erkennen des eigenen Namens und der Umgang mit Reimen oder Liedern sind enthalten. Für den Block *Formelle Literacyaktivitäten* fällt die interne Konsistenz gut aus (Cronbach's $\alpha = 0.84$).

Block 4 Einstellungen zum Lesen

Hier wird die Einstellung der Eltern zum Lesen im häuslichen Umfeld erfasst. Beispiele sind: „Bei uns zu Hause wird gerne gelesen“ oder „Lesen ist bei uns eine wichtige Aktivität“. Diese Items spiegeln die wahrgenommene Bedeutung und Wertschätzung des Lesens im Familienalltag wider. Der Block *Einstellungen zum Lesen* wies mit einem Cronbach's α von 0.81 ebenfalls eine gute interne Konsistenz auf.

Block 5 Mediennutzung des Kindes

Dieser Block enthält Angaben zu Art und täglichen Dauer der Mediennutzung durch das Kind (z. B. gemeinsames oder alleiniges Ansehen von Filmen, Videoclips, Serien, Hörspielen an Arbeitstagen, freien Tagen). Die umcodierten Variablen wurden zur Vereinheitlichung der Antwortkategorien genutzt, jedoch nicht in der Berichtsdarstellung berücksichtigt. Für diesen Block liegt die interne Konsistenz im akzeptablen Bereich (Cronbach's $\alpha = 0.75$). Die Variablen geben Aufschluss über die bevorzugten Medienformen und Nutzungskontexte. Die interne Konsistenz liegt im noch akzeptablen Bereich (Cronbach's $\alpha = 0.70$).

Block 6 Vorhandensein von Medien und Lernmaterialien mit Literacybezug

Hier werden die verfügbaren Medien- und Lernmaterialien mit Literacybezug im Haushalt erfasst (z. B. Kinderbücher, digitale Lernspiele, Tablets, Computer, Streamingdienste, soziale Medien). Die Variablen sind dichotom kodiert (0 = Nein, 1 = Ja) und beschreiben die materielle Ausstattung der familiären Medioumwelt. Für diesen Block liegt die interne Konsistenz ebenfalls im zufriedenstellenden Bereich (Cronbach's $\alpha = .77$).

Block 7 Digitale Mediennutzung der Eltern

Erfasst wird, wie viel Zeit die Eltern selbst mit digitalen Medien verbringen (z. B. Filme, Serien oder digitale Medien an Arbeits- und freien Tagen). Diese Items ermöglichen Vergleiche zwischen kindlicher und elterlicher Mediennutzung. Die interne Konsistenz ist gut (Cronbach's Alpha: .80).

Tabelle 13. Deskriptive Kennwerte der Themenblöcke im Elternfragebogen (Phase 2)

| Block | Beschreibung | Anzahl Items | M | SD | N (gültig) |
|----------------|---|-----------------|-------|------|---------------|
| Block 1 | Kulturelles literales Kapital | 3 | 8,54 | 2,91 | 246 |
| Block 2 | Informelle Literacyaktivitäten | 12 | 38,42 | 7,86 | 246 |
| Block 3 | Formelle Literacyaktivitäten | 7 | 15,69 | 5,62 | 246 |
| Block 4 | Einstellungen zum Lesen | 4 | 10,67 | 3,04 | 246 |
| Block 5 | Mediennutzung des Kindes | 6 | 2,41 | 1,00 | 245 |
| Block 6 | Vorhandensein von Medien und Lernmaterialien mit Literacybezug | 17 | 11,04 | 3,52 | 238 |
| Block 7 | Digitale Mediennutzung der Eltern | 4 | 6,58 | 2,92 | 234 |

9 Alltagsintegrierte, adaptive Early Literacy-Förderung

Die im Rahmen des Verbundprojektes entwickelten Fördermaterialien wurden bereits kurz in Kapitel 2.2 vorgestellt. Neben der Förderlandkarte „Die EuLe-Insel“ umfasst die Förderschatzkiste neben einer Fülle von spielerischen Anregungen für die literacyförderliche Alltagsgestaltung in den Bereichen Schriftwissen, Schriftbewusstheit, phonologische Bewusstheit, Wortbewusstheit, Buchstabenkenntnis und Erzählfähigkeiten auch

- Empfehlungen für räumliche Gestaltung der Lernumgebung Kita bzw. Schulklasse,
- Hinweise auf den Förderkarten, wie die spielerischen Aktivitäten in den Alltag eingebettet werden können,
- Hinweise zum adaptiven Einsatz der Spiele, um diese an individuelle Entwicklungsprofile und die unterschiedlichen Lernvoraussetzungen der Kinder (auch mit körperlich-motorischen, sozial-emotionalen oder sprachlich-kognitiven Problemen) anpassen zu können und ihnen somit maximale Teilhabe und Partizipation an den Aktivitäten zu ermöglichen,
- Ein begleitendes Handbuch für die Fach- und Lehrkräfte, um den Einsatz der Materialien an die diagnostischen Informationen aus der EuLeApp© anzupassen.
- Angebot von begleitenden Schulungen und Workshops, um die Professionalisierung von Fach- und Lehrkräften in Kindertagesstätten und Schulen zu fördern.

Die Implementierung der förderdiagnostischen Materialien (EuLeApp© und Förderlandkarte, Förderschatzkiste) erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Praxispartnern in Kindertagesstätten

und Grundschulen. Die pädagogischen Fach- und Lehrkräfte sollten aktiv an der Weiterentwicklung der Materialien beteiligt werden, um ihre Praxistauglichkeit und nachhaltige Nutzung im Alltag sicherzustellen. Durch den formativen Evaluationsprozess sollte das Programm fortlaufend weiterentwickelt werden und Rückmeldungen aus der Praxis und Zwischenergebnisse systematisch in die Optimierung einfließen.

9.1 Forschungsziel

In Phase 2 des Verbundprojekts stand die Umsetzung und Evaluation der alltagsintegrierten Early-Literacy-Förderung mit den entwickelten Materialien im Mittelpunkt. Neben der grundlegenden Frage, ob sich die Förderung positiv auf die Early Literacy-Entwicklung auswirkt, wurde insbesondere untersucht, inwiefern sich durch die Teilnahme am Projekt die Haltung der pädagogischen Fach- und Lehrkräfte zur Early-Literacy-Diagnostik und -Förderung sowie ihr konkretes literacyförderliches Handeln im Kita- und Schulalltag verändert.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Begleitung in Phase 2 lag auf der Evaluation der Implementation, Nutzung und wahrgenommenen Wirkung der Fördermaterialien aus Sicht der pädagogischen Fach- und Lehrkräfte. Hierzu wurden standardisierte Befragungen sowie qualitative Interviews vor und nach der Durchführungsphase eingesetzt. Im Zentrum der Phase-2 standen folgende übergeordnete Fragestellungen:

1. Wie werden die entwickelten alltagsintegrierten Fördermaterialien in der pädagogischen Praxis eingesetzt und wahrgenommen? (u. a. Umsetzbarkeit, Akzeptanz, Passung in den pädagogischen Alltag)
2. Inwiefern beeinflusst die Teilnahme am Verbundprojekt die Haltung der pädagogischen Fach- und Lehrkräfte zur Early-Literacy-Förderung sowie die konkrete Gestaltung literacybezogener Alltagsaktivitäten?

Ergänzend wird in diesem Bericht die geplante Intervention mit den analogen Förderaktivitäten im Kindergarten- bzw. Schulalltag hinsichtlich ihres Konzepts, ihrer Struktur und ihrer Umsetzung beschrieben.

9.2 Intervention

Die Materialien bieten die Möglichkeit zur Unterstützung einer analogen, alltagsintegrierten Förderung der Early Literacy-Komponenten im Kindergarten sowie in der Schuleingangsphase

durch Impulse für eine literacyförderliche Raumgestaltung sowie spielerische Aktivitäten für alle Standardsituationen im Kitaalltag (z. B. Morgenkreis, freies Spiel, Malen und Basteln). Jedem Early Literacy-Bereich sind detailliert beschriebene Impulse und Spiele zugeordnet. Jede Förderkarte enthält Informationen zur Gruppengröße, Durchführungsdauer, benötigtem Material und Informationen zur Variation der Schwierigkeit der Aktivität.

Die Intervention war über den Zeitraum von einem Jahr in fünf Kindertagesstätten angesetzt. Die teilnehmenden pädagogischen Fachkräfte sollten mindestens an zwei Schulungsterminen à 45 Minuten teilnehmen, die vom Projektteam angeboten werden sollte. Die erste Schulung sollte zu Beginn des Interventionszeitraums stattfinden, die zweite etwa zwei Wochen später, um die frühen Umsetzungsphasen zu unterstützen. Mehrheitlich haben die Fachkräfte die Schulungen mit der Begründung, dass „das Material selbsterklärend“ sei, nicht in Anspruch genommen. In einem geringen Teil der Einrichtungen in Mecklenburg-Vorpommern konnte zumindest eine Kurzschulung realisiert werden.

9.3 Spielbasierte, adaptive Fördermaterialien

Aufbauend auf den Ergebnisse der diagnostischen Erfassung der Early Literacy-Profile wurden die adaptiven, spielerischen Förderaktivitäten entwickelt. Den Rahmen für diese Aktivitäten bildet die Förderlandkarte *Die Eulen-Insel* (Abbildung 6). Die Karte besteht aus sechs illustrierten Landschaftsbereichen, die jeweils eine der sechs Early Literacy-Kompetenzen repräsentieren. Gemeinsam mit der Handpuppe Eulalie können die Kinder diese Bereiche erkunden (Stuhr et al., 2023)



Abbildung 6. Förderlandkarte *Die Eulen-Insel*

Jedem Bereich sind Impulse und Spielideen in der *Förderschatzkiste* (Tabelle 14) zugeordnet.

Tabelle 14. Übersicht über die Förderschatzkiste

| Landschaftsbereich | Early Literacy Kompetenz | Anzahl der Spiele und Impulse |
|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| „Dorf der Schrift“ | Schriftbewusstheit | 11 Spiele, 14 Impulse |
| „See des Schriftwissens“ | Schriftwissen | 6 Spiele, 4 Impulse |
| „Moor der Worte“ | Wortbewusstheit | 19 Spiele, 3 Impulse |
| „Wald der Laute“ | Phonologische Bewusstheit | 31 Spiele, 1 Impuls |
| „Wiese der Buchstaben“ | Buchstabenkenntnis | 21 Spiele, 2 Impulse |
| „Strand der Geschichten“ | Erzählfähigkeit | 15 Spiele, 7 Impulse |

Insgesamt handelt es sich dabei um 103 Ideen für analoge, alltagsintegrierte Early Literacy-Spiele sowie 31 Impulse für die Gestaltung einer literacyförderlichen Lernumgebung. Die

Aktivitäten sind für den flexiblen Einsatz im Kita- bzw. im Schulalltag konzipiert und kommen allen Kindern zugute. Gleichzeitig eröffnen sie durch individuelle Variations- und Anpassungsmöglichkeiten auch Kindern mit besonderen Bedarfen sinnvolle Zugänge im Sinne des Universal Design for Learning (Campbell, Kennedy & Milbourne, 2012).

Jede Karte enthält auf der Vorderseite Angaben zur kontextbezogenen Verwendung (z. B. Bilderbuchbetrachtung, Morgenkreis, Freispiel, Musizieren), zur geschätzten Dauer, zur empfohlenen Altersgruppe, zur Gruppengröße sowie zu den benötigten Materialien. Die Durchführung der Aktivität wird dabei knapp, aber möglichst anschaulich beschrieben. Um Differenzierung und Adaptivität zu gewährleisten, sind drei Schwierigkeitsstufen vorgesehen, die es ermöglichen, die sprachlichen, kognitiven und motorischen Anforderungen der Spiele an die individuellen Lernvoraussetzungen der Kinder anzupassen.

Auf der Rückseite der Karten finden sich Vorschläge für weitere Variationen, Beispiel-Fragen an die Kinder, Reflexionsanregungen für pädagogische Fachkräfte sowie Hinweise auf weiterführende Literatur und Materialien. Abbildung 7 zeigt exemplarisch eine Karte aus der Förderschatzkiste im Bereich Wortbewusstheit. Zusätzlich stehen Blanko-Karten zur Verfügung, mit denen pädagogische Fachkräfte eigene Förderideen einbringen und das Material erweitern können (Stuhr et al., 2023).



Abbildung 7. Beispiel einer Spielkarte aus der Förderschatzkiste für eine alltagsintegrierte und adaptive Förderung

Das Materialset wird durch ein Handbuch im DIN-A5-Format ergänzt. Dieses enthält Hintergrundinformationen zu Early-Literacy-Aktivitäten, praktische Anleitungen für den Einsatz der Förderlandkarte, der Förderschatzkiste und der Handpuppe im Gruppen- wie auch im Einzelförderkontext sowie Hinweise auf weiterführende Materialien und Literaturempfehlungen (Yumus et al., 2025).

Die Fördermaterialien zeigen die folgenden fünf Schlüsselmerkmale:

Anschluss der Förderung an die Diagnostik mit der EuLeApp©:

- ❖ Erfassung der frühen Lese- und Schreibfähigkeiten von Kindern mit der EuleApp in sechs Bereichen der Early Literacy
- ❖ Ampelsystem zur Visualisierung der Early Literacy-Profile
- ❖ Motivierender Ansatz durch Belohnungssystem (Boxen) und Gamification-Elemente (Rahmenhandlung, Avatar)

Einfache Anwendbarkeit

- ❖ Die Materialien sind so konzipiert, dass sie von pädagogischen Fachkräften und Lehrkräften in der Kita und in der Schuleingangsphase leicht eingesetzt werden können
- ❖ Die Materialien und Aktivitäten können durch die pädagogischen Fachkräfte an die Lernausgangslagen in der Gruppe und einzelner Kinder angepasst und nach eigenen Interessen, Bedarfen und Spielvorlieben erweitert werden (Blankokarten)

Wiederholbarkeit

- ❖ Durch das adaptive Vorgehen in der Erfassung der Early Literacy-Kompetenzen kann die EuLeApp© prozessdiagnostisch eingesetzt werden.
- ❖ Die Förderspiele und Impulse für die Raumgestaltung schaffen Gelegenheiten im Alltag sich auf vielfältige und wiederholte Weise mit Schrift auseinandersetzen.

Spielbasierte, adaptive Alltagsaktivitäten

- ❖ Spielerische Alltagsaktivitäten steigern die Lernmotivation der Kinder
- ❖ Die Impulse und Spiele können differenziert nach den Interessen und Bedürfnissen einzelner Kinder gestaltet werden.

9.4 Entwicklung der Instrumente für die formative Evaluation

Zur Bewertung der Umsetzungsqualität kamen verschiedene Instrumente zum Einsatz. Dazu gehörten strukturierte Befragungen pädagogischer Fachkräfte sowie leitfadengestützte Interviews, um die Einschätzungen der Fachkräfte zu Umsetzbarkeit, Akzeptanz und praktischer Relevanz der EuLeApp© und der Fördermaterialien zu erfassen.

Die Entwicklung dieser Erhebungsinstrumente erfolgte in enger Abstimmung im Team. Entwürfe der Fragebögen und Interviewleitfäden wurden gemeinsam geprüft, um eine inhaltliche Kohärenz mit dem theoretischen Rahmen und den Zielen des Projekts sicherzustellen. Die Instrumente umfassten zentrale Dimensionen wie die wahrgenommene

Nützlichkeit der adaptiven Fördermaterialien, deren Integration in den pädagogischen Alltag, den Unterstützungsbedarf der Fachkräfte sowie beobachtete Veränderungen im Engagement und in literalen Aktivitäten der Kinder.

Ausführliche Ergebnisse und methodische Dokumentationen zu diesen Instrumenten finden sich in den qualitativen Datenberichten (Wandel et al., 2025).

10 Datenschutz und ethischer Rahmen

Das Projekt EuLe-F wurde gemäß den Datenschutzbestimmungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sowie der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) der Europäischen Union durchgeführt. Alle Erhebungs- und Verarbeitungsverfahren personenbezogener Daten entsprachen den geltenden gesetzlichen Bestimmungen. Die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg und die Universität Rostock fungierten als unabhängige Verantwortliche im Sinne der DSGVO. Beide Universitäten bestimmten Zweck und Mittel der Verarbeitung personenbezogener Daten im Einklang mit den vom BMBF genehmigten Forschungszielen. Die Datenverarbeitung erfolgte nach den Prinzipien der Datenminimierung, Zweckbindung und Vertraulichkeit. Personenbezogene Daten wurden ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken und nur im erforderlichen Umfang erhoben. Die Speicherung und Verarbeitung erfolgten auf gesicherten Servern der beteiligten Hochschulen.

Alle Projektaktivitäten wurden durch die Ethikkommissionen der beteiligten Universitäten geprüft und genehmigt. Die Teilnahme von Einrichtungen, pädagogischen Fachkräften, Eltern und Kindern erfolgte freiwillig und auf Grundlage einer schriftlichen Einverständniserklärung.

Erhoben wurden:

- Diagnostische Ergebnisse aus EuLeApp©,
- Beobachtungsdaten und Feldnotizen zur Implementierung,
- Interviewdaten mit Fachkräften und Projektpartnern,
- Institutionsbezogene Metadaten (z. B. Einrichtungsart, Größe, regionale Merkmale)

Alle identifizierenden Informationen wurden unmittelbar nach der Erhebung durch die Vergabe einer eindeutigen Fall-ID pseudonymisiert und getrennt von den Forschungsdaten gespeichert. Der Pseudonymisierungsschlüssel, der die Zuordnung zwischen Fall-ID und personenbezogenen Angaben ermöglicht, war ausschließlich autorisiertem Projektpersonal

zugänglich. Datenübermittlungen an technische Partner (z. B. Quellwerk GmbH) erfolgten ausschließlich zu Forschungszwecken und auf Grundlage eines Auftragsverarbeitungsvertrags gemäß DSGVO. Nach Abschluss des Projekts werden anonymisierte Datensätze gemäß den Richtlinien des BMBF und der beteiligten Hochschulen archiviert und für die wissenschaftliche Nachnutzung unter kontrollierten Zugangsbedingungen bereitgestellt

Literaturverzeichnis

Campbell, P. H., Milbourne, S. A., & Kennedy, A. A. (2012). *Cara's kit for toddlers: Creating adaptations for routines and activities*. Paul H. Brookes Pub.

Chalmers, R. P. (2015) mirtCAT: computerized adaptive testing with multidimensional item response theory. R package version 0.6, 1.

Carson, K., Boustead, T., and Gillon, G. (2015). Content validity to support the use of a computer-based phonological awareness screening and monitoring assessment (com PASMA) in the classroom. *International Journal of Speech and Language Pathologies*, 17(5), 500–510. doi: 10.3109/17549507.2015.1016107

Darling-Hammond, L., Herman, J., Pellegrino, J., Abedi, J., Aber, J. L., Baker, E., & Steele, C. M. (2013). *Criteria for high-quality assessment*. Stanford Center for Opportunity Policy in Education. https://edpolicy.stanford.edu/sites/default/files/publications/criteria-higher-quality-assessment_2.pdf

Ebenbeck, N., & Gebhardt, M. (2024). Differential performance of computerized adaptive testing in students with and without disabilities. A simulation study. *Journal of Special Education Technology*, 39(4), 481-490. doi: [10.1177/01626434241232117](https://doi.org/10.1177/01626434241232117)

Endlich, D., Küspert, P., Lenhard, W., Marx, P., & Schneider, W. (2019). LRS-Screening. *Laute, Reime, Sprache–Würzburger Screening zur Früherkennung von Leserechtschreibschwierigkeiten*. Göttingen: Hogrefe.

Meindl, M., & Jungmann, T. (2014). Erfassung der frühen Erzähl-und Lesekompetenzen im Vorschulalter zur primären Prävention von Schwierigkeiten im Schriftspracherwerb. *Empirische Sonderpädagogik*, 6(3), 211-226. doi: 10.25656/01:9931

Niklas, F., Nguyen, C., Cloney, D., Tayler, C. & Adams R. (2016). Self-report measures of the home learning environment in large scale research: Measurement properties and associations with key developmental outcomes. *Learning Environments Research*, 19(2):181–202. doi: 10.1007/s10984-016-9206-9

- Ormerod, C., Lottridge, S., Harris, A. E. et al. (2023). Automated short answer scoring using an ensemble of neural networks and latent semantic analysis classifiers. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(3), 467-496. doi: 10.1007/s40593-022-00294-2
- Petermann, F. (2018). *SET 5–10. Sprachstandserhebungstest für Kinder im Alter zwischen 5 und 10 Jahren*. Göttingen: Hogrefe.
- Petermann, F., Reißling, J.-K., and Metzger, J. (2016). *SET 3–5. Sprachstandserhebungstest für Kinder im Alter zwischen 3 und 5 Jahren*. Göttingen: Hogrefe.
- Schneider, P., Hayward, D., & Dubé, R. V. (2006). Storytelling from pictures using the Edmonton narrative norms instrument. *Journal of speech language pathology and audiology*, 30(4), 224. https://cjslpa.ca/files/2006_JSLPA_Vol_30/No_04_209-263/Schneider_Hayward_Dube_JSLPA_2006.pdf
- Schelten-Cornish, S. (2022). *Förderung der kindlichen Erzählfähigkeit: Geschichten erzählen mit Übungen und Spielen*. Idstein: Schulz-Kirchner.
- Shermis, M. D. (2015). Contrasting state-of-the-art in the machine scoring of short-form constructed responses. *Educational Assessment*, 20(1), 46–65. doi: 10.1080/10627197.2015.997617
- Stein, N. L., & Glenn, C. G. (1979). An analysis of story comprehension in elementary school children. *New directions in discourse processing*, 2, 53-120.
- Stuhr, C., Testa, T., Meindl, M., & Jungmann, T. (2023). Prävention von Lese-Rechtschreibstörungen durch prozessorientierte Diagnose und adaptive, alltagsintegrierte Förderung der Early Literacy-Kompetenzen mit der EuLeApp. *Sprachförderung und Sprachtherapie in Schule und Praxis*, 12(2), 58-67. doi: 10.25656/01:33884; 10.35468/6186-14
- Yumus, M., Stuhr, C., Meindl, M., Leuschner, H., & Jungmann, T. (2025). EuleApp©: a computerized adaptive assessment tool for early literacy skills. *Frontiers in Psychology*, 16, 1522740. doi: 10.3389/fpsyg.2025.1522740