

Masterarbeit

im Lernbereich Naturwissenschaften

tiptoi im Sachunterricht
Interaktive Arbeitsblätter im Praxiseinsatz

tiptoi in science lessons

Interactive worksheets in practice

Vorgelegt von:

Elke Haas

Münster, den 20.03.2018

Erstgutachter: Dr. Alexander Pusch

Zweitgutachter: Prof. Dr. Stefan Heusler

Institution: Westfälische Wilhelms-Universität Münster
Fachbereich: Institut für Didaktik der Physik
Erstgutachter: Dr. Alexander Pusch
Zweitgutachter: Prof. Dr. Stefan Heusler

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Der tiptoi-Stift	7
2.1	Allgemeines zum tiptoi-Stift	7
2.2	Relevanz des tiptoi-Stiftes	10
2.3	Funktionsweise des tiptoi-Stiftes.....	11
3	Entwicklung von Funktionen	16
3.1	Vorlesen.....	17
3.2	Gestufte Hilfen.....	18
3.3	Überprüfen.....	20
3.4	Unterstützung von Lernenden mit hoher Begabung	21
4	Entwicklung von Arbeitsblättern	22
4.1	Das zugrundeliegende Unterrichtsmaterial.....	22
4.2	Umsetzung des Konzepts	23
4.3	Konkrete Umsetzung für den tiptoi-Stift.....	28
4.3.1	Planung und Erstellung des Arbeitsblattes	29
4.3.2	Planung der benötigten Hilfestufen/Audiodateien.....	30
4.3.3	Aufnahme der benötigten Audiodateien	30
4.3.4	Schreiben der Programmdatei in YAML.....	30
4.3.5	Erstellung von GME-Datei und OID-Codes.....	37
4.3.6	Zusammenführung von Arbeitsblatt und OID-Codes	39
5	Forschungsfragen, Untersuchungsdesign und Auswertungsmethodik	40
5.1	Forschungsfragen	40
5.2	Untersuchungsdesign.....	41
5.2.1	Leitfadeninterviews	41
5.2.2	Videoaufnahmen.....	42
5.2.3	Evaluation.....	42
5.2.4	Lehrerinterview	42
5.3	Auswertungsmethodik.....	43
6	Durchführung	45
7	Ergebnisse und Diskussion	47
7.1	Forschungsfrage 1: Nutzung der Funktionen	47
7.1.1	Wie häufig nutzen Lernende die tiptoi-Funktionen? (F1.1)	47
7.1.2	Welche der tiptoi-Funktionen nutzen Lernende? (F1.2)	49
7.2	Forschungsfrage 2: Validität der Funktionen	52
7.2.1	Wie nutzen Lernende die Vorlese-Funktion? (F2.1).....	54
7.2.2	Wie nutzen Lernende die gestuften Hilfen? (F2.2)	66
7.2.3	Wie nutzen Lernende die Überprüfen-Funktion? (F2.3)	74
7.2.4	Wie nutzen Lernende die Wissens-Funktion? (F2.4).....	83

7.3	Forschungsfrage 3: Probleme	86
7.3.1	Probleme mit dem tiptoi-Stift bzw. OID-Codes.....	87
7.3.2	Lautstärke/Kopfhörer	89
7.3.3	Sonstige Probleme	92
8	Fazit und Ausblick	94
9	Zusammenfassung	96
10	Quellenverzeichnis	97
10.1	Verwendete Software.....	103
10.2	Abbildungen, Audiodateien und Sachtexte der Arbeitsblätter....	104
10.3	Abbildungsverzeichnis.....	106
10.4	Tabellenverzeichnis.....	107
11	Anhang	108
A.1	tiptoi-Arbeitsblätter.....	109
A.2	Quellcodes.....	120
A.3	Unterrichtssequenzen	139

1 Einleitung

Besonders in der Grundschule ist die individuelle Förderung und Differenzierung ein didaktisches Thema, das nicht an Relevanz verliert. Da jedes Kind seine eigenen Lernvoraussetzungen mitbringt und die Heterogenität innerhalb der Klassen darüber hinaus beispielsweise durch kulturelle Heterogenität und die Realisierung inklusiver Konzepte zunimmt (Sturm 2016, S. 94ff. & S. 131ff.), wird die innere Differenzierung im aktuellen Heterogenitätsdiskurs bis hin zur vollständigen Individualisierung des Unterrichts gesteigert (Breidenstein und Rademacher 2017, S. 2f.). Dadurch gilt es Möglichkeiten zu finden, das Unterrichtsangebot so zu gestalten, dass es nicht nur Gruppen von Lernenden, sondern individuell jedem einzelnen Mitglied der Lerngruppe gerecht wird (ebd., S. 1ff.).

Der tiptoi-Stift der Firma Ravensburger ist ein audiodigitales Lernsystem, das ursprünglich für Kinder ab einem Alter von 4 Jahren konzipiert wurde und seit 2010 verkauft wird (Ravensburger Spieleverlag GmbH 2015). Mittlerweile umfasst das Angebot Produkte für alle Altersstufen in der Zielgruppe von 3 bis 10 Jahren (Ravensburger Spieleverlag GmbH 2017). Der tiptoi-Stift ist dabei kein Stift im herkömmlichen Sinne. Er erkennt optische Codes, die auf den zugehörigen Produkten des Verlages, z.B. auf Büchern, Spielen und Spielfiguren, aufgedruckt werden (Ravensburger Spieleverlag GmbH 2015). Durch das Tippen auf unterschiedliche Bereiche, beispielsweise in einem Buch, erkennt der tiptoi-Stift die unterschiedlichen Codes und reagiert jeweils mit dem Abspielen passender Geräusche, Sprache oder Musik (ebd.). Auf diese Weise können Kinder interaktiv die Inhalte der Produkte entdecken (ebd.). Der Verlag Ravensburger bewirbt auch den Einsatz des tiptoi-Stiftes in der Schule und bietet bereits verschiedene Produkte zu diesem Zweck an (Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH 2016). Auch Rechlitz und Lampert kommen in einer explorativen Studie zu dem Ergebnis, dass digitale Audiostifte für die gezielte Lese- und Sprachförderung ein sinnvolles Hilfsmittel darstellen können (2016, S. 6).

Da das bisherige Angebot von tiptoi-Lernmaterialien insbesondere in Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht derzeit noch begrenzt ist (Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH 2016; Kohnhorst 2016, S. 1), befasst sich diese Arbeit mit der

Entwicklung und Erstellung von interaktiven Arbeitsblättern für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule. Diese sollen bereits bestehenden Unterricht durch Funktionen des tiptoi-Stiftes ergänzen.

Die so entstehenden interaktiven Arbeitsblätter werden in einem dritten Schuljahr, was der Alterszielgruppe des tiptoi-Stiftes entspricht, erprobt und ihr Einsatz unter der Fragestellung, ob und wie Lernende die angebotenen Funktionen nutzen, untersucht. Den Kern der Untersuchung bilden Leitfadeninterviews, die im Anschluss an die Unterrichtssequenzen mit den Lernenden durchgeführt werden sollen. Diese werden ergänzt durch eine Evaluation, Videoanalysen und ein abschließendes Interview der Lehrkraft.

2 Der tiptoi-Stift

Dieses Kapitel gibt zunächst allgemeine Informationen zum tiptoi-Stift (Abbildung 1) und klärt seine Relevanz für die Untersuchungsklasse. Anschließend wird die Funktionsweise des tiptoi-Stiftes erläutert.



Abbildung 1: Der tiptoi-Stift (Version ab 2015)

2.1 Allgemeines zum tiptoi-Stift

Der tiptoi-Stift erkennt, wie andere audiodigitale Stifte, optische Codes auf Produkten und spielt hinterlegte Audiodateien ab (Ravensburger Spieleverlag GmbH 2015). Er folgt dabei dem EVA-Prinzip aus Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe (Bratzke 2017, S. 30). Dazu dient eine nahinfrarotfähige Kamera in der Stiftspitze (Pusch 2017, S. 261) als Eingabegerät¹, ein Microcontroller zur Datenverarbeitung und ein Lautsprecher, bzw. Kopfhörer, zur Ausgabe (Abbildung 2).

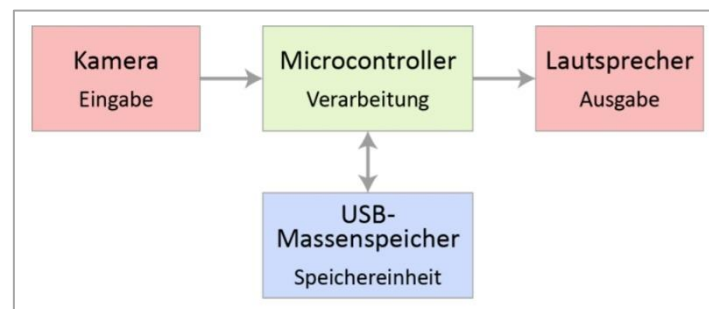


Abbildung 2: EVA-Prinzip bei Audiostiften (entnommen aus: Bratzke 2017, S. 30)

¹ Neben der Kamera befinden sich in der Stiftspitze außerdem zwei LEDs (Bratzke 2017, S. 15), wodurch der tiptoi-Stift unabhängig vom Umgebungslicht funktioniert.

Damit der tiptoi-Stift die entsprechenden Audiodateien abspielen kann, muss zu jedem Produkt die jeweilige Datei via USB auf den tiptoi-Stift geladen werden (Ravensburger Spielverlag GmbH 2015). Die Produktdateien können mit dem Programm „tiptoi Manager“ heruntergeladen und auf dem tiptoi-Stift gespeichert werden (Ravensburger Spielverlag GmbH). Der tiptoi-Stift funktioniert danach in Verbindung mit dem zugehörigen haptischen Produkt, auf dem die optischen Codes aufgedruckt sind (Bratzke 2017, S. 14).

Die grundsätzlichen Funktionen werden im Folgenden am Beispiel eines tiptoi-Buches beschrieben. Die Bedienung anderer tiptoi-Produkte, wie Spielfiguren oder Spiele, funktioniert auf ähnliche Weise. Auf der ersten Seite eines jeden tiptoi-Buches befindet sich ein Anmeldezeichen für das Produkt (beispielsweise Friese und Schargan 2013). Dieses Anmeldezeichen muss nach Einschalten des tiptoi-Stiftes zunächst berührt werden, da ansonsten das Produkt nicht genutzt werden kann.² Außerdem befindet sich in den tiptoi-Büchern auf jeder Doppelseite eine Bedienleiste (Abbildung 3). Die Funktionen variieren etwas je nach Seite, da beispielsweise nicht auf jeder Buchseite Lieder abgespielt oder Spiele gespielt werden können.



Abbildung 3: Bedienleiste in einem tiptoi-Buch (entnommen aus: Friese und Schargan 2013)

Durch Tippen auf das jeweilige Bedienfeld wechselt der tiptoi-Stift in den ausgewählten Modus, danach kann das Buch auf der jeweiligen „Erlebnisebene“ entdeckt werden (Ravensburger Spielverlag GmbH 2015). In Abbildung 3 sind die Bedienfelder zu den Erlebnisebenen Entdecken, Wissen, Erzählen und Spielen abgebildet. Das Auge steht dabei für „Entdecken“ (ebd.). In diesem Modus werden beispielsweise

² Die Hintergründe hierzu werden in Kapitel 2.3 erläutert.

Geräusche wiedergegeben und Dinge benannt (Ravensburger Spieleverlag GmbH 2015). Die Glühbirne steht für „Wissen“ und spielt Sachtexte zu der berührten Bildstelle ab (ebd.). Die Sprechblase steht für „Erzählen“. In diesem Modus erzählen z.B. abgebildete Personen, was in der gezeigten Szenerie geschieht. Der Würfel kennzeichnet den „Spiele-Modus“ (ebd.) und die Noten (nicht in Abbildung 3, S. 8, zu sehen) kennzeichnen den „Lieder-Modus“. Abgedruckte Texte werden auf Antippen vorgelesen, sofern der Spiele-Modus nicht aktiviert ist. Weitere Symbole sind ein Quadrat, um das Abspielen einer Audiodatei abzubrechen, und zwei Pfeile, die einen Kreis beschreiben, mit denen die zuletzt angehörte Audiodatei erneut wiedergegeben werden kann.

Die Buchseiten sind vollständig mit einem für das bloße Auge schwer erkennbaren Punktmuster bedruckt. Damit Bildbereiche unterschiedliche Stift-Reaktionen auslösen können, unterscheiden sie sich in diesem aufgedruckten Muster.³

Seit September 2015 befindet sich eine neuere Version des tiptoi-Stiftes auf dem Markt, die sich vor allem durch einen integrierten Audio-Player, einfacheren Zugriff auf das Batteriefach und die Anschlüsse und einer robusteren Stiftspitze von der Vorgänger-Version unterscheidet (Spielwarenmesse eG 2015). Durch den Audio-Player ist der tiptoi-Stift in der Lage vom Ravensburger Verlag angebotene Hörbücher und Lieder abzuspielen (ebd.).

Der tiptoi-Stift ist mit einer Größe von circa 16cm und einem Gewicht von 80g (inklusive benötigter Batterien) recht handlich, wodurch er sich gut transportieren lässt. Während andere Medien, wie beispielsweise Laptops, im Klassenraum eine Sichtbarriere darstellen (Elzen-Rump und Leutner 2013, S. 52), ist dies beim tiptoi-Stift durch seine geringe Größe nicht zu erwarten. Außerdem können durch seinen begrenzten Funktionsumfang Lernende das Medium während des Unterrichts nicht für private Zwecke, wie beispielsweise das Lesen von E-Mails oder Surfen im Internet, nutzen und dadurch abgelenkt werden, wie es bei der Laptopnutzung beobachtet werden konnte (ebd.). Die vergleichsweise robuste Bauart und einfache Bedienung machen ihn insbesondere für den Einsatz in der Grundschule interessant. Im Vergleich zu

³ Die Hintergründe hierzu werden ebenfalls in Kapitel 2.3 erläutert.

Laptops oder Smartphones entstehen für den tiptoi-Stift außerdem geringere Anschaffungskosten.

Unter Verwendung des Programms tttool (Breitner 2013) ist es möglich, selbst interaktives Lernmaterial für den tiptoi-Stift zu erstellen (Bratzke 2017; Breitner und Poldszun 2015; Kohnhorst 2016). Das tttool ist ein Kommandozeilenprogramm, welches die Analyse und Erstellung von GME-Dateien für den tiptoi-Stift ermöglicht (tttool). Es ist kein Produkt des Ravensburger Verlages, sondern wurde von unabhängigen Softwareentwicklern durch Reverse Engineering entwickelt (ebd.).

Da der tiptoi-Stift darauf ausgelegt ist, in erster Linie von einem Kind individuell benutzt zu werden, bietet sich die Benutzung im Unterricht in Einzelarbeitsphasen an. Die für den tiptoi-Stift lesbaren optischen Codes können dazu auf Arbeitsblättern realisiert werden (Kohnhorst 2016, S. 25).

2.2 Relevanz des tiptoi-Stiftes

Der tiptoi-Stift ist in rund jedem zweiten Haushalt mit Kindern zwischen vier und acht Jahren vorhanden (Spielwarenmesse eG 2017), daher ist eine hohe Relevanz für Kinder in dieser Altersgruppe anzunehmen. Dennoch war es aus praktischen Gründen im Vorfeld der Untersuchung notwendig, die Relevanz für die Schülerinnen und Schüler der Untersuchungsklasse zu klären. Dabei ging es einerseits darum, ob die Lernenden selbst einen tiptoi-Stift oder ein Konkurrenzprodukt (z.B. TING-Stift oder AnyBook Reader) zu Hause nutzen⁴ und andererseits darum, ob das Bedienprinzip zuvor bekannt war. Eine Erhebung in der Klasse, an der 24 Schüler teilnahmen, ergab, dass drei Viertel der Schülerinnen und Schüler zu Hause einen tiptoi-Stift nutzen (Abbildung 4, S. 11).

In den späteren Interviews zeigte sich, dass lediglich zwei Lernende der Untersuchungsklasse den tiptoi-Stift zuvor noch nie genutzt hatten. Der tiptoi-Stift

⁴ Da für die Untersuchung nur zwanzig tiptoi-Stifte für eine Klasse mit 25 Lernenden zur Verfügung standen, war es wichtig zu klären, ob Lernende eigene tiptoi-Stifte mitbringen konnten und somit sichergestellt werden konnte, dass für jede Sequenz für jedes Kind ein funktionierender tiptoi-Stift bereitlag.

war ihnen jedoch aus der Werbung ein Begriff. Schwierigkeiten mit der Bedienung ergaben sich hieraus nicht.

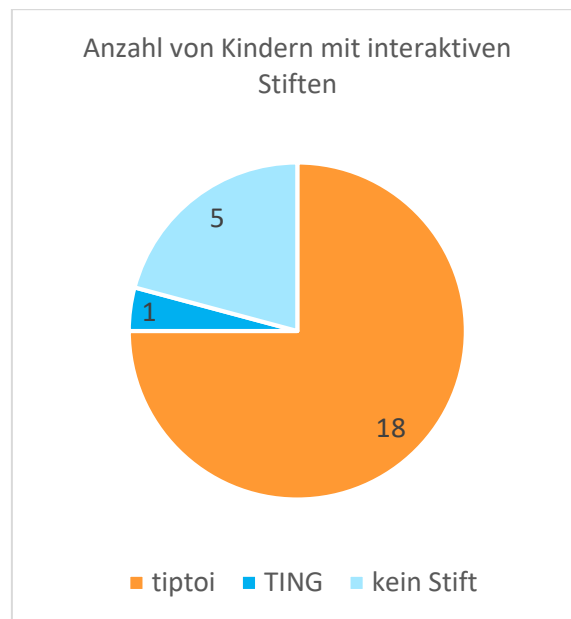


Abbildung 4: Erhebung in der Untersuchungsklasse (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

In Bezug auf die befragte Klasse lässt sich somit belegen, dass der tiptoi-Stift den Lernenden bekannt und auch zu Hause der am häufigsten verwendete interaktive Stift ist. Aufgrund der Relevanz auf Seiten der Lernenden lässt sich somit argumentieren, dass dem tiptoi-Stift beim Einsatz im Unterricht gegenüber Konkurrenzprodukten Vorrang zu gewähren ist. Nach Klärung der Relevanz für die Untersuchungsklasse soll im Folgenden die Funktionsweise des tiptoi-Stiftes, ausgehend von den auf tiptoi-Produkten aufgedruckten Codes, beleuchtet werden.

2.3 Funktionsweise des tiptoi-Stiftes

Bei den bereits erwähnten aufgedruckten Codes handelt es sich um optische Identifikationscodes, sogenannte OID-Codes (Breitner 2018a, S. 11). Bei genauer Betrachtung sind diese auch auf den Originalprodukten insbesondere in hellen Bildbereichen sichtbar. In der Vergrößerung werden unterschiedliche Codes für unterschiedliche tiptoi-Felder erkennbar, wie in Abbildung 5 (S. 12) rot markiert. Für den tiptoi-Stift ist dabei jeder Code 1mm² groß und wird innerhalb eines tiptoi-Feldes wiederholt und

aneinandergesetzt, bis die Fläche gefüllt ist (Bratzke 2017, S. 15ff.). Die Kamera erkennt diese Punktmuster und der Mikrocontroller errechnet aus jedem Code eine Zahl (ebd.). Diese Zahl verweist auf eine Stelle im Programm der Produktdatei, sodass die entsprechende Audiodatei abgespielt werden kann (ebd.). Die Codes anderer Audiosäfte sind nicht mit dem tiptoi-Stift kompatibel (ebd.).

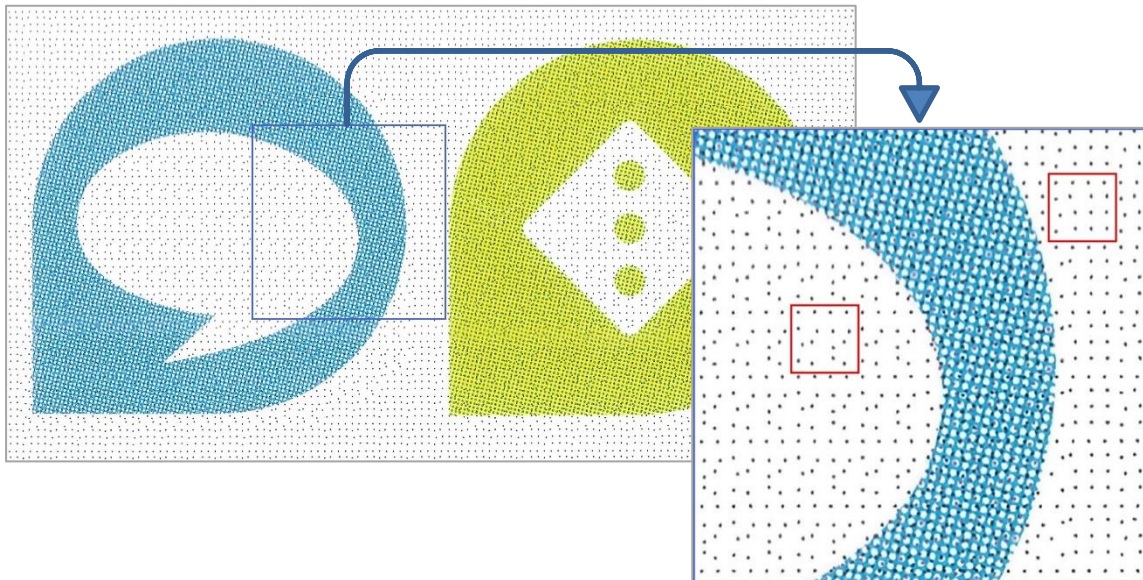


Abbildung 5: Ausschnitt aus Originalbedienleiste (entnommen und verändert aus Originalprodukt: Friese und Schargan 2013)

Jeder einzelne OID-Code besteht aus 16 Punkten, von denen jeweils sieben Raster- und neun Wertepunkte darstellen (Pusch 2017, S. 261). In Abbildung 6 (S. 13) ist zu erkennen, dass die grau hinterlegten Rasterpunkte ein Raster aufspannen, aus deren Schnittpunkten die Wertepunkte (bunt hinterlegt) in vier Richtungen verschoben sind. Der dritte Rasterpunkt in der ersten Spalte ist ebenfalls aus dem Schema verschoben und dient dem tiptoi-Stift zur Erkennung der Orientierung des Codes (ebd.). Die Wertepunkte können je nachdem in welche Richtung sie verschoben sind die vier Werte von null bis drei annehmen. Der Wertepunkt oben links dient als Prüfsumme und wird nachfolgend separat erläutert. Die Wertigkeit der übrigen Punkte steigt zeilenweise von unten rechts nach oben links (Bratzke 2017, S. 16). Der linke rot markierte Code aus Abbildung 5 codiert somit im Vierersystem die Zahl 00202131, die sich zur Dezimalzahl 2205 umrechnen lässt (Abbildung 6 und Tabelle 1, S. 13). Das tiptoi-Feld in der Bedienleiste in Abbildung 5 hat somit die (Roh-)OID 2205. Der

tip-toi-Stift ordnet dieser mittels einer Zuordnungstabelle intern eine andere Zahl zu (Breitner 2015), in diesem Fall ist es beispielsweise die OID 6749.⁵

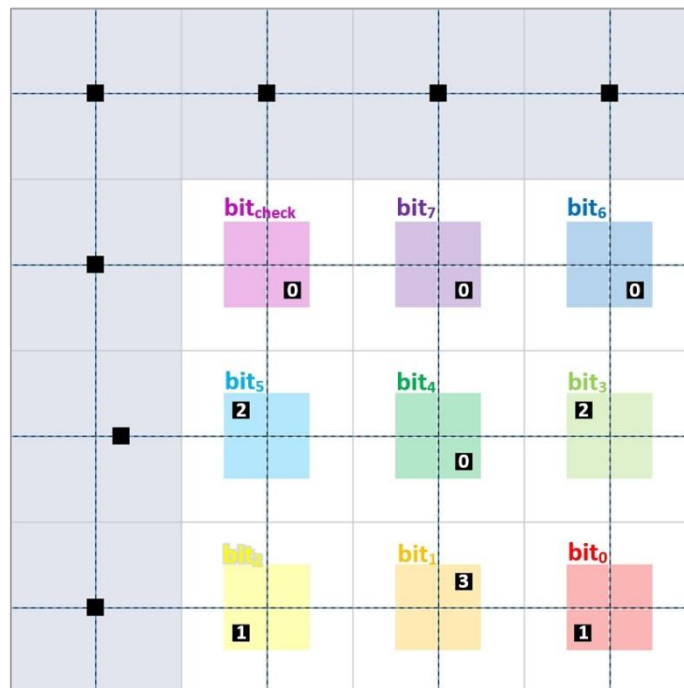


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Rasterstruktur eines OID-Codes (eigene Darstellung nach: tip-toi-reveng 2015b)

Tabelle 1: Umrechnung in Dezimalzahl

(eigene Darstellung nach: tip-toi-reveng 2015b)

0	0	2	0	2	1	3	1	$\Sigma = 2205$
							bit ₀	$1 \cdot 4^0 = 1$
							bit ₁	$3 \cdot 4^1 = 12$
							bit ₂	$1 \cdot 4^2 = 16$
							bit ₃	$2 \cdot 4^3 = 128$
							bit ₄	$0 \cdot 4^4 = 0$
							bit ₅	$2 \cdot 4^5 = 2048$
							bit ₆	$0 \cdot 4^6 = 0$
							bit ₇	$0 \cdot 4^7 = 0$

⁵ Der tip-toi-Stift hat im Debug-Modus die Funktion, die internen OIDs auf Chinesisch vorzulesen. Diese Funktion startet beim Stift mit Mediaplayer durch längeres gleichzeitiges Drücken der Einschalttaste und der Zurück-Taste (beim tip-toi-Stift ohne Player sind es die Einschalttaste und die Minus-Taste) und anschließendes Drücken der Plus-Taste (tip-toi-reveng 2015a).

Insgesamt sind auf diese Weise theoretisch $4^8 = 65536$ verschiedene OID-Codes möglich (Pusch 2017, S. 261). Es werden für den tiptoi-Stift jedoch nur 15000 unterschiedliche OIDs genutzt (tip-toi-reveng 2015b). Durch die Verwendung einer individuellen Medien-OID für jedes Produkt, die sich jeweils auf dem Einschaltzeichen befindet und vor Verwendung des Produktes angetippt werden muss, können die übrigen OID-Codes in unterschiedlichen Produkten mit jeweils anderen Funktionen und hinterlegten Audiodateien verwendet werden. Zur Erstellung neuer Lernmaterialien für den tiptoi-Stift ist dies von Bedeutung, da dabei jedem Produkt manuell eine Medien-OID zugewiesen werden muss.⁶ Da der Ravensburger Verlag die OIDs wie in Tabelle 2 zu sehen für Originalprodukte nutzt, empfehlen Breitner und Podszun für eigene Projekte Medien-OIDs ausgehend von neunhundert aufwärts zu verwenden (2015, S. 157).

Tabelle 2: Belegungen der tiptoi-OID-Codes nach Breitner 2015

Verwendungszweck	OID-Bereich
Medien-OIDs	0 - ...
<i>Empfehlung für Medien-OIDs eigener Projekte</i>	900 - ...
Sprach-OIDs	... - 999
Objekt-OIDs	1000 - 14999

Zur Berechnung der Prüfsumme ist bislang nur eine Formel für den TING-Audiostift veröffentlicht (Dames 2015), welche jedoch für die Berechnung der Prüfsumme der tiptoi-OIDs herangezogen werden kann, da das Prüfbit von TING-OIDs jeweils dem Prüfbit von tiptoi-OIDs diagonal gegenüberliegt⁷ (Bratzke 2017, S. 17; tip-toi-reveng 2014). Zur Berechnung der Prüfsumme müssen die Bit-Positionen in Binärzahlen umgewandelt (Abbildung 7, S. 15), in die Formel der Prüfsumme (Tabelle 3, S. 15) eingesetzt und bitweise aufgelöst werden (Bratzke 2017, S. 17). Tabelle 3 (S. 15) zeigt

⁶ Wie die Erstellung eigener tiptoi-Materialien funktioniert wird in Kapitel 4.3 erläutert.

⁷ An dieser Stelle wird deutlich, weshalb tiptoi- und TING-Produkte nicht kompatibel sind (Bratzke 2017, S. 17).

3 Entwicklung von Funktionen

Aufgrund der steigenden Heterogenität in vielen Klassen (Sturm 2016, S. 94ff., S. 131ff.), ist innere Differenzierung ein wichtiger Aspekt der Gestaltung von Unterricht. Die Rücksichtnahme auf die Lernmöglichkeiten der einzelnen Lernenden ist dabei von zentraler Bedeutung (Niggli 2013, S. 33). Besonders wenn Unterricht Anteile der selbstständigen Erarbeitung von Inhalten anhand von Lernaufgaben enthält, ist Differenzierung notwendig, um allen Lernenden die Teilhabe am Unterricht zu ermöglichen (Leisen 2006, S. 262). Dazu sind für leistungsschwächere Lernende strukturierende Lernhilfen notwendig (Hänze et al. 2007, S. 198; Leisen 2006, S. 265; Niggli 2013, S. 29). Die selbstständige Erarbeitung von Inhalten anhand von Lernaufgaben ist Teil der „neuen, erweiterten Aufgabenkultur“ (Adamina 2013, S. 118f.), bei der es unter anderem darum geht, den Einsatz von Aufgaben in unterschiedlichen Phasen des Unterrichts, beispielsweise als Erarbeitungs-, Anwendungs- und Transferaufgaben (Kircher et al. 2015, S. 452), zu verbessern und Aufgaben „fruchtbar“ zu machen (Adamina 2013, S. 118f.; Leisen 2006, S. 260).

Die Kopplung des klassischen Arbeitsblattes, als visuelles Medium, mit dem audiodigitalen Lernsystem tiptoi-Stift, kann verschiedene Lernhilfen bereitstellen. Dies könnte es unterschiedlichen Lernenden ermöglichen, individuelle Zugänge zu den Aufgaben zu finden und heterogene Lernvoraussetzungen auszugleichen. Da der tiptoi-Stift von jedem Lernenden einzeln bedient wird, könnte ein individueller interaktiver Lernprozess stattfinden.

Während Kohnhorst bereits unterschiedliche Aufgabenkonzepte zum Einsatz des tiptoi-Stiftes im Physikunterricht vorgestellt hat (2016, S. 23ff.) befassen sich die folgenden Unterkapitel mit der Entwicklung von tiptoi-Funktionen für den Sachunterricht an Grundschulen, die sich als Gesamtkonzept auf verschiedene Arbeitsblätter übertragen lassen. Die Funktionen folgen dabei, mit Ausnahme der Wissens-Funktion, dem Kompensationsprinzip, d.h. unterschiedliche Lernvoraussetzungen auf Seiten der Lernenden werden auszugleichen versucht (Niggli 2013, S. 36).

3.1 Vorlesen

Da die Wiedergabe von Sprachaufzeichnungen eine grundlegende Funktion des tiptoi-Stiftes darstellt, ist es eine naheliegende Funktion, durch den tiptoi-Stift Texte und Arbeitsanweisungen auf Arbeitsblättern wiedergeben zu lassen, sodass der Eindruck entsteht, der tiptoi-Stift würde die Arbeitsblätter vorlesen.⁸ Diese Vorlesefunktion findet sich auch in den tiptoi-Büchern des Ravensburger Verlages (z.B. Friese und Schargan 2013) und ist somit Kindern, die den tiptoi-Stift schon zuvor genutzt haben, bereits bekannt. Durch diese Vorerfahrung kann bei den Lernenden, die den tiptoi-Stift bereits kennen, eine gewisse Erwartungshaltung, dass der tiptoi-Stift auch Arbeitsblätter vorlesen würde, angenommen werden.

Nach der PISA-Studie gelingt es im OECD-Durchschnitt etwa 20% der getesteten Lernenden nicht, mit ihren Leseleistungen das Grundkompetenzniveau zu erreichen (OECD 2016, S. 4) und nach dem IGLU-Lesetest besteht für 18,9% der getesteten Viertklässlerinnen und Viertklässler in Deutschland ein Förderbedarf (IGLU 2016 2017, S. 26, 127). Bei diesen insgesamt besorgniserregenden Ergebnissen ist die Diskrepanz zwischen dem Lesen literarischer und sachlicher Texte zu Ungunsten des Lesens von Sachtexten in Deutschland besonders ausgeprägt (ebd., S. 16). Leseförderung ist somit auch im Kontext des Sachunterrichts von großer Bedeutung.

Die Vorlese-Funktion durch den tiptoi-Stift spricht einen zusätzlichen Sinneskanal an und bietet sich insbesondere für leseschwache Schülerinnen und Schüler an, die durch das Vorlesen unter Umständen eher in der Lage sind, einen (leichteren) Zugang zur Bearbeitung der Aufgaben zu erhalten und nicht am Lesen zu scheitern (Knechtel 2011, S. 141). Beim Zuhören „(...) haben (...) schlechte Leser/innen eine bessere Chance, den Text zu verstehen als beim selbstständigen stillen Lesen, da die Dekodierung beim Vorlesen kontinuierlich verläuft und schneller eine globale Kohärenz gebildet wird“ (Belgrad et al. 2003, S. 8). Vorlesen könnte somit für leseschwache Lernende zu einem besseren Verständnis von Sachtexten beitragen (Knechtel 2011,

⁸ Dabei sei angemerkt, dass der tiptoi-Stift im eigentlichen Sinne nicht in der Lage ist, Texte vorzulesen, sondern lediglich hinterlegte Audiodateien abspielt. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird diese Funktion im Folgenden dennoch lediglich als Vorlesen bezeichnet.

S. 141). Belgrad, Grütz und Pfaff stellten in einer empirischen Untersuchung zum Verstehen von Sachtexten in der Grundschule fest, dass die Methodenkombination aus Vorlesen und Unterstreichen in aufeinanderfolgenden Rezeptionsdurchgängen gute (jedoch nicht signifikante) Ergebnisse lieferte (Belgrad et al. 2003, S. 25). In einer weiteren Studie mit Hauptschülern zeigte sich, dass regelmäßiges Vorlesen die basale Lesekompetenz, insbesondere von Lernenden mit deutscher Muttersprache, aber auch von Lernenden mit Deutsch als Zweitsprache, deutlich erhöht (Belgrad et al. 2010). Obwohl das Vorlesen durch die Lehrkraft einem Vorlesen durch ein digitales Medium⁹ vorzuziehen ist (Herdegen 2012 zitiert nach: Belgrad et al. 2012), ist denkbar, dass auch die Vorlese-Funktion des tiptoi-Stiftes das Leseverständnis der Lernenden unterstützt. Mit der tiptoi-Vorlesefunktion wird somit intendiert, dass sie von Lernenden genutzt wird, die Lese- oder Verständnisprobleme mit der Aufgabe haben, und ihnen bei diesen Problemen weiterhilft.

3.2 Gestufte Hilfen

Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel und Wodzinski entwickelten für die Sekundarstufe ein konkretes Aufgabenformat für gestufte Hilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht, um Lernaufgaben zu ermöglichen, die den Anforderungen der neuen Aufgabenkultur entsprechen (Franke-Braun et al. 2008, S. 27). Das Aufgabenformat lässt sich nach Anpassung auch für die Grundschule verwenden (Wodzinski 2007, 8ff.).

Die Aufgaben zu den gestuften Hilfen sind komplex, meist eher von geschlossener Form, und orientieren sich am oberen Leistungsniveau der Zielgruppe (Franke-Braun et al. 2008, 27ff.). Es ist jedoch ebenso möglich, das Konzept auf offenere Aufgaben und Aufgaben, die sich experimentell lösen lassen, zu übertragen (Wodzinski 2007, 8f.). In diesem Fall zeigen die Hilfestufen einen Lösungsweg auf, lassen aber Raum für alternative Lösungswege (Wodzinski 2007, 8f.). Die zur Verfügung gestellten Hilfen sind Impulse lernstrategischer oder inhaltlicher Art und lassen sich einer oder

⁹ Die zitierte Untersuchung vergleicht Vorlesen durch die Lehrkraft und den Einsatz von Hörbüchern.

mehreren der Kategorien Paraphrasierung, Fokussierung, Elaboration von Unterzielen, Aktivierung von Vorwissen, Visualisierung und Verifikation¹⁰ zuordnen (Franke-Braun et al. 2008, 27ff.). Jede Lernhilfe besteht dabei aus zwei Teilen: Die erste Stufe beinhaltet eine Handlungsaufforderung oder Frage und die zweite Stufe die zugehörige Antwort als Teillösung (ebd.). Nach Wodzinski fördern gestufte Lernhilfen selbstständiges Lernen und lassen individuelle Lernwege zu (2013, 45ff.). Der Einsatz von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen lässt außerdem erwarten, dass komplexere Aufgaben möglich werden, die Differenzierung verbessert wird, gedankliche Ausstiege und das Abbrechen des Lernprozesses bei Lernenden, die nicht ohne Hilfe weiterkommen, vermieden werden und somit insgesamt die Lernzeit effektiver genutzt werden kann (ebd.). In der praktischen Umsetzung werden die Hilfestufen so auf Papier gedruckt, dass der Lernende zunächst die Frage oder Handlungsaufforderung liest und durch Auffalten des Blattes die jeweilige Teillösung aufdeckt (ebd., S. 47). Das Auslegen dieser Hilfsätze am Lehrertisch hat sich nicht bewährt, da Lernende sich dadurch kontrolliert und beobachtet fühlten (ebd.).

Die Umsetzung der Hilfestufen mit dem tiptoi-Stift bietet sich einerseits daher an, dass der Stift die Hilfen nacheinander in der richtigen Reihenfolge geben kann, und sich andererseits die Lernenden durch die Hilfen direkt am Platz nicht in die gerade beschriebene Bloßstellungssituation begeben müssen. Da durch die Benutzung des tiptoi-Stiftes auch das Auffalten von Hilfsblättern entfällt und Außenstehende nur unter sehr genauer Beobachtung feststellen könnten, welche tiptoi-Funktion ein Lernender gerade nutzt¹¹, können Lernende gewissermaßen gänzlich unbeobachtet Hilfen in Anspruch nehmen.

Nach Breidenstein und Rademacher kommt es in individualisierten Lernphasen beim selbstständigen Arbeiten von Lernenden unvermeidbar zu Fragen, Problemen und anderweitigen Anliegen, die geklärt werden müssen (2017, 66ff.). Wenn ein Teil dieser Fragen und Probleme mithilfe der tiptoi-Funktionen geklärt werden könnte, würde dies möglicherweise die Bildung überlanger Warteschlangen (Niggli 2013, S. 48) und

¹⁰ Beispiele für die konkrete Umsetzung finden sich in Kapitel 4.2.

¹¹ Die konkrete Umsetzung und Bedienung wird in Kapitel 4.2 erläutert.

damit das Problem der Knappheit der Ressource Lehrkraft im dezentrierten Unterricht (Breidenstein und Rademacher 2017, S. 66) abmildern. Durch den Einsatz von Aufgaben mit gestuften Hilfen könnte sich die Lehrkraft auch in Hinblick auf die Lenkungsrolle im Unterricht zurücknehmen und diese Zeit nutzen, um die Lernprozesse der einzelnen Lernenden zu beobachten und sich ihnen individuell zuzuwenden (Hänze et al. 2007, S. 201).

Die intendierte Nutzung der gestuften Hilfen durch den tiptoi-Stift ist somit einerseits, dass Lernende, die bei der Bearbeitung der Aufgaben allein nicht weiterkommen, die Hilfen nutzen, bis sie die Aufgabe lösen können, und andererseits, dass Lernende, die die Aufgaben lösen können, sich die Hilfen anhören, um den eigenen Lösungsweg zu verifizieren oder zu vervollständigen. Darüber hinaus soll die Funktion die Lehrkraft, wie beschrieben, entlasten.

3.3 Überprüfen

Die Verifikation stellt nach Franke-Braun, Schmidt-Weigand, Stäudel und Wodzinski immer die letzte der bereitgestellten Hilfestufen dar (2008, S. 29). In ihrer Studie wurde die Aufgabenlösung der Schüler zur Leistungsmessung herangezogen und deshalb den Schülern, entgegen der Methode, die Musterlösung zur Verifikation ihrer eigenen Aufgabenlösung vorenthalten. Da dies nach Franke-Braun et al. die aus didaktischer Sicht nicht zufriedenstellenden Ergebnisse in der Lösungsqualität beim Problemlösen möglicherweise teilweise begründete (ebd., 39f.), soll auf diese Hilfestufe auf den neu erstellten Arbeitsblättern keinesfalls verzichtet werden. Bei Franke-Braun et al. wurden die Lernenden ermutigt, am Ende alle dargebotenen Hilfen durchzulesen, unabhängig davon, ob sie diese benötigten oder nicht, um neben der Richtigkeit der Lösung, auch Vollständigkeit und strategisches Vorgehen im Lösungsweg zu überprüfen und zu vermitteln (ebd., S. 30). Da es durch das eigenständige Lesen den Schülerinnen und Schülern in dem Fall jedoch freigestellt bleibt, ob sie wirklich alle Hilfen durchlesen oder gegebenenfalls Teile überspringen, sich dies mit dem tiptoi-Stift jedoch nicht analog realisieren lässt, wird die letzte Stufe der Hilfen

von den sonstigen Hilfestellungen abgekoppelt und separat als Lösung zum Überprüfen angeboten. Auf diese Weise können die Lernenden ebenfalls selbst wählen, ob sie sich alle angebotenen Hilfestellungen anhören möchten oder nur ihr Ergebnis verifizieren möchten.

Beim Vergleich der Lösungen im Plenum, oft gekennzeichnet durch „Richtig-Falsch-Frage-Antwort-Sequenzen“ (Niggli 2013, S. 17), bei dem lernschwächere Schülerinnen und Schüler ein größeres Risiko eingehen (oder vermeiden) eine falsche Antwort zu geben und gute Schülerinnen und Schüler durch ihre Leistungen als erfolgreich wahrgenommen werden, beeinflusst dies das motivationale Klima in der Klasse negativ (ebd.). Diese Situation soll durch die bereitgestellte Lösung abgemildert werden, da bei einer anschließenden Besprechung im Plenum die Lernenden bereits wissen können, ob die eigene Lösung korrekt ist. Mit der Überprüfen-Funktion des tiptoi-Stiftes wird somit intendiert, dass Lernende ihre eigene Lösung überprüfen und gegebenenfalls überarbeiten.

3.4 Unterstützung von Lernenden mit hoher Begabung

Individuelles Fördern beschränkt sich nicht nur auf das Fördern von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten oder -rückständen, sondern umfasst auch die Unterstützung von Lernenden mit hoher Begabung (Eckert 2010, S. 92). Neben den bereits erwähnten Funktionen kann der tiptoi-Stift für leistungsstarke Lernende zusätzliche Inhalte bereithalten. Dies können beispielsweise zusätzliche oder schwierigere Aufgaben sein, weiterführende Inhalte oder Spiele. Diese didaktischen Reserven können der quantitativen oder qualitativen Differenzierung, der Anreicherung der Inhalte für besonders begabte Schülerinnen und Schüler (Enrichment), sowie motivationalen Aspekten dienen. Da leistungsstarke Lernende sich ohne Unterbrechung weiter beschäftigen können und keine Zeit für die Organisation weiterer Aufgaben verloren geht, kann sich der Anteil echter Lernzeit erhöhen (Meyer 2010, 39f.).

4 Entwicklung von Arbeitsblättern

In diesem Kapitel geht es um die praktische Umsetzung des in Kapitel 3 entwickelten Konzepts aus vier unterschiedlichen tiptoi-Funktionen. Zunächst wird auf die Arbeitsblätter, dann auf die Umsetzung der tiptoi-Funktionen und zuletzt auf die technische Realisierung eingegangen.

4.1 Das zugrundeliegende Unterrichtsmaterial

Um den Forderungen einer erweiterten Aufgabenkultur (Kapitel 3) nachzukommen, wird dem neu erstellten tiptoi-Unterrichtsmaterial bereits erprobter Unterricht zugrunde gelegt, der die konstruktivistische Sicht des Lernens unterstützt und dessen Aufgaben unter anderem Kriterien, wie das Anknüpfen an Vorwissen, die Eingebundenheit in Kontext und die Förderung des Aufbaus sachbezogener Konzepte (Adamina 2013, S. 120) berücksichtigen. Adamina nennt die KiNT¹²-Boxen (Uni Münster, Didaktik des Sachunterrichts und Spectra Verlag) als Beispiel zur Konstruktion von Lernaufgaben aus Lehrmitteln (2013, S. 132). Diese Boxen sind auch unter dem Namen Klasse(n)kisten bekannt und es existieren bereits mehrere Kisten zu unterschiedlichen Themen des Sachunterrichts. Die Kisten und ihre Begleitordner enthalten unter anderem Unterrichtsentwürfe, Kopiervorlagen für Arbeitsblätter und Stationskarten, sowie Versuchsmaterialien. Dabei folgen die Klasse(n)kisten dem konstruktivistischen Ansatz und sollen Lernenden durch forschend-entdeckenden Unterricht den Aufbau, Wechsel und Ausbau von tragfähigen Konzepten ermöglichen (Möller et al. 2007, S. 7ff.).

In Rücksprache mit der Klassenlehrkraft der Durchführgungsklasse, wurde für den Unterricht das Thema „Luft“, bzw. schwerpunktmäßig „Warme Luft erforschen“ anhand der Inhalte der Klassenkisten ausgewählt. Da es sich anbietet neue Methoden, wie die Nutzung gestufter Hilfen, an einfachen Beispielen einzuführen (Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2009), geht der eigentlichen Unterrichtsreihe

¹² „Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik“ (Möller et al. 2007, S. 2)

eine Einführungsstunde zum tiptoi-Stift voraus, in der die Lernenden anhand übersichtlicher Mathematikarbeitsblätter die entwickelten Funktionen kennenlernen können.

Da das Thema „Luft“ in dieser Klasse zuvor ausschließlich im Kontext des Unterrichts zum Thema „Wetter“ Erwähnung fand, jedoch nicht vertieft wurde, die Klassenkisten jedoch aufeinander, bzw. je nach Schwerpunkt auf Vorwissen, aufbauen, beginnt die eigentliche Unterrichtsreihe dann mit einer Einzelstunde zur Aktivierung von Vorwissen (Eigenschaften der Luft), gefolgt von einer Doppelstunde mit Experimenten, in denen die Lernenden entdecken, dass Luft Platz braucht. Daran schließen Unterrichtssequenzen zu den Aspekten „Bedeutung der Luft für uns und unsere Umwelt“, „Was passiert mit eingesperrter erwärmter Luft?“, „Warme Luft steigt auf (Der Heißluftballon)“, „Warme Luft treibt an (Das Wärmerad und die Wärmeschlange)“ und „Sauerstoff in der Luft ist wichtig“ an (Anhang 0). In Zuge der entsprechenden Sequenzen werden Verhaltens- und Sicherheitsregeln beim Experimentieren und insbesondere Aspekte des Brandschutzes thematisiert.

Dem neu erstellten tiptoi-Unterrichtsmaterial liegen die Kopiervorlagen der Klassenkiste II, zum Thema Luft und Luftdruck (Möller et al. 2007, S. 209-213, 232-238) zu Grunde, die an einer Stelle durch eine Kopiervorlage aus der Bergedorfer Grundschulpraxis (Dechant et al. 2005, S. 42) ergänzt wurde, weil im zeitlichen Rahmen der Durchführungsphase nicht alle Sequenzen der Klassenkisten II, Luft und Luftdruck-Reihe durchgeführt werden konnten und dieses Arbeitsblatt wichtige Aspekte der ausgelassenen Sequenzen aufgreift.

4.2 Umsetzung des Konzepts

Um die tiptoi-Arbeitsblätter für die Lernenden übersichtlich und leicht bedienbar zu gestalten, wurde auf einen einheitlichen Aufbau geachtet. So befindet sich oben auf jedem Arbeitsblatt eine Bedienleiste für den tiptoi-Stift (Abbildung 8, S. 24). Diese Bedienleiste orientiert sich an der Bedienung des tiptoi-Stiftes, die viele der Schülerinnen und Schüler bereits von den tiptoi-Produkten des Ravensburger Verlags kennen (vgl. Kapitel 2.1). Jedes Arbeitsblatt wird zunächst initialisiert, indem mit dem

tiptoi-Stift auf das Anmeldezeichen getippt wird. Der Pfeil, der einen Kreis beschreibt, wiederholt die zuletzt abgespielte Audiodatei.

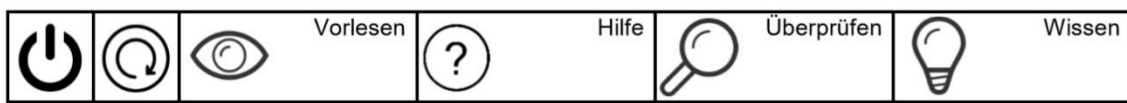


Abbildung 8: Bedienleiste der erstellten Arbeitsblätter (Icons entnommen aus: Iconfinder.com, dort zur Verfügung gestellt durch Designmodo, Lung und Santis.)

Auf ein Bedienfeld zum Abbrechen der Wiedergabe wurde verzichtet, da das Tippen auf jedes beliebige Bedienfeld die aktuelle Wiedergabe unterbricht. Der Vorteil jegliche Audiowiedergabe sofort unterbinden zu können, wurde abgewogen gegenüber der Übersichtlichkeit und schnelleren Erlernbarkeit für Schülerinnen und Schüler, denen die Bedienung zuvor noch nicht bekannt war. Für ältere Lernende und sehr lange Audiodateien könnte diese Funktion jedoch durchaus sinnvoll sein. Gleiches gilt für ein Bedienfeld mit der Funktion zum Ende einer Audiodatei springen zu können, welches einige tiptoi-Spiele, z.B. „Abenteuer Tierwelt“ (Kramer 2010), anbieten. Im Kontext der gestuften Hilfen, die hier realisiert wurden, ist diese Funktion jedoch nicht wünschenswert, da einzelne Hilfestufen nicht überspringbar sein sollen. Die für den Unterricht entwickelten Funktionen lassen sich genau wie bei den Originalprodukten durch einfaches Antippen aktivieren. Da die Symbole von den tiptoi-Symbolen abweichen und die Schülerinnen und Schüler der Zielklasse bereits lesen können, wurden die Funktionen beschriftet. Ebenfalls vergleichbar mit den Originalprodukten wird der tiptoi-Stift bei Anmeldung in der Funktion „Vorlesen“ initialisiert. Um die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die Aufgaben zu lenken, befinden sich auf den Arbeitsblättern vor allen Aufgaben Bedienfelder für den tiptoi-Stift, die mit einem Stift gekennzeichnet sind (Abbildung 9).



Abbildung 9: Aufgabe mit Bedienfeld (Icon entnommen aus: Iconfinder.com, dort zur Verfügung gestellt durch Designmodo)

Während sich bei den Originalprodukten überall auf den Seiten optische Codes verbergen, die die Kinder zum Spielen und Entdecken anregen sollen, werden diese „Entdeckerfelder“ bei den entwickelten Arbeitsblättern nur in stark reduzierter Anzahl oder wenn sie einen Mehrwert für die Aufgabenstellung bieten (siehe Arbeitsblatt „Eigenschaften der Luft“ im Anhang A.1.3), eingesetzt. Dieses Vorgehen soll die Aufmerksamkeit auf die Aufgaben lenken bzw. die Ablenkung reduzieren. Es wurde nicht vollständig auf Entdeckerfelder verzichtet, da viele Kinder den tiptoi-Stift bereits kennen und in gewisser Weise eine Erwartungshaltung, dass sich mit dem Stift zusätzliche Inhalte entdecken lassen, anzunehmen ist. Bei der Erprobung der Arbeitsblätter durch zwei Kinder vor der Durchführung in der Schule, äußerte sich ein Kind regelrecht enttäuscht, wenn beim Antippen einer Abbildung durch den tiptoi-Stift keine Reaktion erfolgte. Rechlitz und Lampert konnten ebenfalls bei „Lücken“ der Originalprodukte Irritationen bzw. Enttäuschung bei Kindern beobachten (2016, S. 25). Aus mediendidaktischer Sicht ergibt sich außerdem eine neue Qualität, wenn Inhalte in verschiedenen Symbolsystemen, beispielsweise Bild und gesprochener Text, angeboten werden (Kircher et al. 2015, S. 197f.). Darüber hinaus ist es denkbar, dass Entdeckerfelder die Inhalte für die Lernenden „lebendiger“ machen, das Lernen mit mehreren Sinnen aktivieren, motivierend wirken und nicht zuletzt einfach Spaß machen.

Da es beim Einsatz gestufter Hilfen wichtig ist kleine „Hürden“ einzubauen, damit Lernende nicht die Aufgaben unreflektiert anhand der angebotenen (Teil-)Lösungen lösen (Forschergruppe Universität Kassel 2007, S. 43), spielt der tiptoi-Stift die Hilfestellungen nur ab, wenn das Bedienfeld vor der Aufgabe angetippt wurde. Für jede weitere Hilfestufe muss dieses Bedienfeld erneut angetippt werden. Durch Tippen auf das Wiederholungszeichen kann ein Hinweis erneut angehört werden. Wird die Aufgabe oder der Bedienmodus zwischen den Hilfestufen gewechselt, beginnen die gestuften Hilfen wieder mit dem ersten Hinweis, sobald die Aufgabe erneut im Hilfemodus angetippt wird. So soll sichergestellt werden, dass den Lernenden jederzeit alle Hilfestufen in richtiger Reihenfolge zur Verfügung stehen, auch wenn sie den tiptoi-Stift zwischenzeitlich zum Ausprobieren anderer Bedienfelder genutzt haben. Die

Hilfestufen wurden in Anlehnung an Franke-Braun et al. erstellt, die sie in die in Tabelle 4 genannten Kategorien aufgliedern.

Tabelle 4: Beispiele gestufter Hilfen nach Franke-Braun et al. (2008, S. 28f.)

Kategorie	Beispiele nach Franke-Braun et al.
Paraphrasierung	„Erklärt euch die Aufgabenstellung noch einmal in eigenen Worten.“
Fokussierung	„Schaut euch die Informationen aus dem Aufgabentext an.“
Elaboration von Unterzielen	„Überlegt euch, welche der Eigenschaften am einfachsten zu bestimmen ist.“
Aktivierung von Vorwissen	„Erinnert euch: Wie lautet die Formel, mit der man aus der Masse und dem Volumen die Dichte bestimmt?“
Visualisierung	„Zeichnet eine Skizze dazu, wie ihr den Bodensatz von einer gesättigten Salzlösung trennen könnt. Denkt daran, die Skizze auch zu beschriften.“
Verifikation	Lösung

Bei Franke-Braun et al. bestehen die Lernhilfen jeweils aus zwei Teilen: Einer Handlungsaufforderung oder Frage und der dazugehörigen Teillösung bzw. Antwort (2008, 27ff.). Dieses Muster wurde in der praktischen Umsetzung für die tiptoi-Arbeitsblätter größtenteils beibehalten. Die Ausnahme bildet dabei jedoch die Kategorie „Paraphrasierung“. Während bei Franke-Braun et al., die Lernenden zunächst dazu aufgefordert werden, die Aufgabenstellung selbst zu formulieren, gibt der tiptoi-Stift sofort die Aufgabenstellung in anderen Worten wieder, weil die Zielgruppe jünger als bei Franke-Braun et al. ist und von der Aufforderung zur Umformulierung unter Umständen irritiert bzw. überfordert sein könnte.

Wurden alle Hilfestufen angehört, ist der nächste Hinweis „Wenn du weitere Hilfe benötigst, melde dich.“. Neben der offensichtlichen Aufforderung kennzeichnet dies, dass der tiptoi-Stift mit weiterem Antippen nun wieder von vorne beginnt, die Hilfestufen abzuspielen. Die Hilfestufen zum einführenden Übungsblatt für den tiptoi-Stift (im Anhang A.1.1) zur Aufgabe „Welche der untenstehenden Zahlen sind ohne Rest durch 3 teilbar?“, lauten somit beispielsweise wie Tabelle 5 (S. 27) zu entnehmen.

Tabelle 5: Hilfestufen zum Übungsblatt AB 1 „Teilbarkeit“

Lernhilfe/Teillösung		Typ der Lernhilfe
1	Finde heraus, welche der Zahlen unten im Kas-ten durch drei teilbar sind und schreibe sie auf.	(Äquivalent zur) Paraphrasierung
2	Erinnere dich an die Teilbarkeitsregel.	Aktivierung von Vorwissen (Handlungsaufforderung)
	Eine Zahl ist durch drei teilbar, wenn ihre Quersumme durch drei teilbar ist.	Teillösung/Antwort
3	Wie bildest du die Quersumme?	Fokussierung/Aktivierung von Vorwissen (Frage)
	Du bildest die Quersumme einer Zahl, indem du alle Ziffern einer Zahl addierst. Das kannst du dir im Feld unten rechts auf dem Arbeitsblatt noch einmal genauer ansehen.	Antwort
4	Überprüfe, ob die Quersumme der Zahl durch drei teilbar ist.	Fokussierung/Elaboration von Unterzielen (Handlungsaufforderung)
	Ist die Quersumme der Zahl durch drei teilbar, so ist auch die Zahl durch drei teilbar.	Fokussierung/Elaboration von Unterzielen (Teillösung)
	Wenn du weitere Hilfe benötigst, melde dich.	
	Von den untenstehenden Zahlen sind folgende durch drei teilbar: 27, 60, 75, 144, 162, 189, 333, 456, 741, 3459, 12.345	Verifikation (im Modus „Überprüfen“)

Die Hilfestufen und sonstigen auf dem tiptoi-Stift hinterlegten Texte zu allen Arbeitsblättern, sind auf Anfrage erhältlich. Sofern im zugrundeliegenden Unterrichtsmaterial geeignete Hilfen vorhanden waren (z.B. Hinweise zur Führung des Unterrichtsgesprächs beim Besprechen der Lösungen), wurden diese als Hilfestufen umgesetzt.

Die Überprüfen-Funktion zur Verifikation, der letzten Stufe der gestuften Hilfen nach Franke-Braun et al., beinhaltet ebenfalls eine „Hürde“ (Forschergruppe Universität Kassel 2007, S. 43). Die Lernenden können die Funktion nur durch dreimaliges Tippen auf das Bedienfeld, wobei sie die erfolgte Bearbeitung der Aufgaben bestätigen, aktivieren. Das Überprüfen der Aufgaben mithilfe des tiptoi-Stiftes ist ein fester Bestandteil der Arbeitsblätter und daher auch als Arbeitsanweisung vermerkt. Ist die Überprüfen-Funktion aktiviert, wird die jeweilige Lösung durch Tippen auf das Bedienfeld vor der Aufgabe genannt.

Innerhalb der Wissens-Funktion wurden unterschiedliche Aspekte, wie in Kapitel 3.4 beschrieben, realisiert. Sechs Arbeitsblätter beinhalten schwierigere Expertenaufgaben (AB1, AB2, AB4, AB6, AB7, AB9), zwei Arbeitsblätter bieten Zusatzaufgaben mit spielerischem Charakter (AB3, AB8) und ein Arbeitsblatt enthält zusätzliche Sachtexte (AB5). Die Arbeitsblätter finden sich im Anhang A.1 (S. 109ff.). Um zu vermeiden, dass Lernende vor Bearbeitung des Arbeitsblattes die Wissens-Funktion nutzen, lässt sich diese erst aktivieren, wenn die Überprüfen-Funktion zuvor genutzt wurde.

4.3 Konkrete Umsetzung für den tiptoi-Stift

Damit ein Arbeitsblatt mit dem tiptoi-Stift nutzbar wird, muss ein optischer Code aufgedruckt werden und eine zugehörige Programmdatei, die die gewünschten Audio-dateien enthält, auf den tiptoi-Stift geladen werden (Kohnhorst 2016). In der praktischen Umsetzung ist dies mit mehreren Zwischenschritten verbunden, die beispielsweise bei Breitner und Podszun (2015, S. 156–158), Kohnhorst (2016, S. 6ff.) und Bratzke (Bratzke 2017, S. 30ff.) bereits beschrieben wurden. Da sich für die Umsetzung des entwickelten Konzepts jedoch Abweichungen im Vorgehen als zweckmäßig erwiesen, geben Tabelle 6 (S. 29) und die folgenden Unterkapitel einen Überblick mit Hinweisen.

Tabelle 6: Schritte bei der Erstellung von tiptoi-Arbeitsblättern

Arbeitsschritt	Programme/Hilfsmittel ¹³
Planung und Erstellung des Arbeitsblattes (sowie Digitalisierung und Aufbereitung der Vorlagen)	Word (Microsoft 2015), IrfanView (Skiljan 2015), GIMP 2, Scanner und zugehörige Software
Planung der benötigten Hilfestufen/Audiodateien	Word (Microsoft 2015)
Aufnahme der benötigten Audiodateien	Audacity, Mikrofon
Schreiben der Programmdatei in YAML¹⁴	Notepad++
Umwandlung in eine gme-Datei	tttool (Breitner 2013)
Erstellung der OID-Codes	tttool (Breitner 2013)
Zusammenführung von Arbeitsblatt und OID-Codes	GIMP 2
Druck	Drucker mit mindestens 600dpi ¹⁵
Aufspielen der Dateien auf die tiptoi-Stifte	Kabel (Mini-USB)

4.3.1 Planung und Erstellung des Arbeitsblattes

Während Breitner und Podszun (2015, 156ff.) und Kohnhorst (2016) tiptoi-Projekte mit Bildbearbeitungsprogrammen erstellten, war es für die Umsetzung dieses Konzepts komfortabler, die zugrundeliegenden Arbeitsblätter mit einem Textverarbeitungsprogramm zu bearbeiten. Dadurch ergeben sich insbesondere Änderungen beim Zusammenführen des Arbeitsblattes und der OID-Codes, die im Weiteren beschrieben werden. Arbeitsblätter können wie gewohnt erstellt und bereits (leere) Bedienfelder für den tiptoi-Stift eingefügt werden. Die benötigten OID-Codes werden nachträglich eingefügt. Nach Fertigstellung der Vorlage muss die Datei ins PDF-Format exportiert werden.

¹³ Die Verwendung alternativer Programme ist möglich.

¹⁴ YAML Ain't Markup Language

¹⁵ vorzugsweise Laserdrucker mit 1200dpi

4.3.2 Planung der benötigten Hilfestufen/Audiodateien

Es erwies sich als zweckmäßig, die audiodigitalen Inhalte im Vorfeld genau zu planen und schriftlich zu fixieren. Dies erleichterte die Erstellung der Hilfestufen, die Aufnahme der Audiodateien und das Schreiben der Programmdatei erheblich.

4.3.3 Aufnahme der benötigten Audiodateien

Die Audiodateien sollten, wie bei Breitner und Podszun beschrieben, mit 22050 Hz und in Mono aufgenommen und ins Ogg-Vorbis-Format umgewandelt werden (2015, S. 157). Dabei ist auf eine angemessene Lautstärke zu achten (Kohnhorst 2016, S. 14). Aus zeitökonomischen Gründen bietet es sich an, alle Audiosequenzen zu einem Arbeitsblatt zunächst in einer Audiodatei aufzunehmen und anschließend mit dem Programm in einzelne Audiodateien zu schneiden. Eine systematische Bezeichnung der einzelnen Dateien erleichtert das Schreiben der Programmdatei.¹⁶

4.3.4 Schreiben der Programmdatei in YAML

Die Programmdatei kann in einem beliebigen Texteditor geschrieben werden (Bratzke 2017, S. 30; Breitner und Podszun 2015). Die Verwendung von Editoren mit Syntaxhervorhebung erleichtert jedoch das Auffinden und Vermeiden von Fehlern. Der tiptoi-Stift arbeitet den auszuführenden Programmcode von oben nach unten ab (Bratzke 2017, S. 30). Abbildung 10 (S. 31) zeigt, wie ein solches Programm aussehen könnte. Zunächst muss die Produkt-ID festgelegt werden (Zeile 1), welche der Medien-OID entspricht, die in Kapitel 2.3 erläutert wurde. Wenn Audioaufnahmen verwendet werden, die nicht im gleichen Verzeichnis wie die yaml-Datei und das tttool liegen, muss der Dateipfad angegeben werden (ebd.). Das Kürzel „%s“ dient in diesem Fall als Platzhalter für den Dateinamen (Zeile 2) (Breitner 2018a, S. 19). Anschließend werden die Begrüßung (Zeile 3), die nach Tippen auf das Anmeldezeichen abgespielt wird, die Sprache¹⁷ (Zeile 4) und die Initialisierung der Register festgelegt

¹⁶ Eine Audiodatei könnte beispielsweise „AB3F2H1“ heißen und dem Arbeitsblatt 3, tiptoi-Feld 2, Hilfestufe 1 zugeordnet werden.

¹⁷ Diese Angabe ist nur notwendig, wenn die Sprachsynthese (Abschnitt „speak“) verwendet wird (Breitner 2018a, S. 20).

(Zeile 5). Register werden mit „\$“ angesprochen und können als Variablen betrachtet werden (Bratzke 2017, S. 31; Breitner 2018a, S. 21). Register, die an dieser Stelle nicht aufgeführt werden, werden automatisch mit dem Wert Null initialisiert (Breitner 2018a, S. 21).

```
1 product-id: 923
2 media-path: Audioaufnahmen/%s
3 welcome: Willkommen
4 language: de
5 init: $modus := 1 $gefragt := 1
6 scripts:
7   Vorlesen:
8     - $modus := 1 P(Vorlesen)
9   Hilfe:
10    - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(Ansage1)
11    - $modus == 2? $gefragt != 2? $gefragt := 2 P(Ansage2)
12    - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(Ansage3)
13 speak:
14   Willkommen: "Herzlich Willkommen auf dem Arbeitsblatt"
15   Vorlesen: "Vorlesen"
16   Ansage1: "Hilfe"
17   Ansage2: "Tippe nun auf die Aufgabe, zu der du Hilfe benötigst."
18   Ansage3: "Wenn du weitere Hilfe benötigst, melde dich."
```

Abbildung 10: Beispielprogramm

Der Abschnitt „scripts“ bildet den Kern des Programms. An dieser Stelle werden die Elemente (Zeile 7 und 9) festgelegt, denen später ein OID-Code zugeordnet wird. Das sind auf dem späteren Arbeitsblatt die Felder, die mit dem tiptoi-Stift angetippt werden können. Sie können mit Namen oder mit (OID-)Nummern von 1000 bis 14999 benannt werden (Bratzke 2017, S. 31; Breitner 2018a). Die Skriptzeilen, die den Elementen untergeordnet und eingerückt sind, folgen dem in Tabelle 7 (S. 32) gezeigten Aufbau. Dabei können in einer Skriptzeile mehrere Vergleichsoperationen, die jeweils mit einem Fragezeichen enden, hintereinander folgen und dadurch mehrere Register geprüft werden (Bratzke 2017, S. 31; Breitner 2018a, S. 24). Wird eine Vergleichsoperation nicht mit wahr beantwortet, wird zur nächsten Skriptzeile übergegangen (Bratzke 2017, S. 31; Breitner 2018a, S. 24). Werden alle Vergleichsoperationen mit wahr beantwortet, werden die nachfolgenden Befehle ausgeführt und die weiteren Skriptzeilen zum Element werden ignoriert (Bratzke 2017, S. 31; Breitner 2018a, S. 24). Tabelle 7 zeigt außerdem mögliche Vergleichsoperatoren und die in den Arbeitsblättern verwendeten Befehle¹⁸. Pro

¹⁸ Weitere Befehle finden sich beispielsweise bei Breitner 2018a, S. 22ff.

Skriptzeile können maximal acht Befehle genutzt werden, da ansonsten Probleme auftreten können vor denen das ttool warnt (Breitner 2018a, S. 21).

Tabelle 7: Aufbau einer Skriptzeile nach: Bratzke 2017; Breitner 2018a, 2018b

	Vergleichsoperationen	Befehle (Neuzuweisungen und Aktionen)
Struktur & Beispiel	- <code>\$register == wert?</code> - <code>\$gefragt == 2?</code>	<code>\$register := wert P(Audiodatei)</code> <code>\$gefragt := 3 P(Ansage2)</code>
Operatoren/ Befehle und ihre Bedeutung	<code>==</code> gleich	<code>\$m := n</code> Setzt Register m auf den Wert n
	<code>>=</code> größer oder gleich	<code>\$m += n</code> Erhöht den Wert in Register m um n
	<code><=</code> kleiner oder gleich	<code>\$m -= n</code> Verringert den Wert in Register m um n
	<code>></code> größer	<code>P(m)</code> Spielt die Audiodatei m ab
	<code><</code> kleiner	<code>P(m,n)</code> Spielt eine der Audiodateien m oder n ab
	<code>!=</code> ungleich	

Wird das Programm wie in Abbildung 10 (S. 31) um den Abschnitt „speak“ erweitert (Zeile 13-18), werden keine Audioaufnahmen benötigt, da ein integriertes Text-to-Speech Werkzeug im ttool in diesem Fall mit einer computergenerierten Stimme die hinterlegten Texte spricht (Breitner 2018a, S. 20; Kohnhorst 2016, S. 10). Sind gleichnamige Audiodateien vorhanden, wird diesen automatisch Vorrang gewährt (Breitner 2018a, S. 20).

Bedienleiste

Im Nachfolgenden wird an einem Beispiel beschrieben, wie die Bedienleiste mit YAML realisiert werden kann.¹⁹ Abbildung 11 zeigt in Zeile 4, dass der Stift im Vorlese-Modus (1) initialisiert wird. Beim Tippen auf die jeweiligen Bedienfelder kann außerdem in die Modi Hilfe (2), Überprüfen (4) und Wissen (5) gewechselt werden. Tabelle 8 (S. 34) gibt die Inhalte der zugehörigen Audiodateien an.

Um unterschiedliche Stiftreaktionen je nach Anzahl des Tippens auf ein Feld zu ermöglichen, ist es notwendig, ein zusätzliches Register zu verwenden, welches in diesem Fall mit „\$gefragt“ benannt wurde. So wird beispielsweise beim Tippen auf das Bedienfeld „Hilfe“ erst die Funktion benannt (Zeile 9), beim zweiten Tippen wird die Bedienung kurz beschrieben (Zeile 10) und beim dritten Tippen wird der Nutzer aufgefordert sich zu melden, sollte er weitere Hilfe benötigen (Zeile 11). Um die Überprüfen-Funktion zu nutzen, muss als kleine Hürde dreimal auf das Bedienfeld getippt werden (Zeile 13 bis 15) und dabei die Bearbeitung der Aufgabe bestätigt werden (Tabelle 8, S. 34).

```
1 product-id: 920
2 welcome: Willkommen
3 language: de
4 init: $modus := 1 $gefragt := 1
5 scripts:
6 Vorlesen:
7 - $modus := 1 P(Vorlesen)
8 Hilfe:
9 - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(Hilfe1)
10 - $modus == 2? $gefragt != 2? $gefragt := 2 P(Hilfe2)
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(Hilfe3)
12 Überprüfen:
13 - $modus <= 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(Überprüfen1)
14 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(Überprüfen2)
15 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(Überprüfen3)
16 - $modus >= 4? P(Überprüfen3)
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(Wissen1)
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(Wissen2)
20 - $modus == 5? P(Wissen2)
```

Abbildung 11: Beispiel Bedienleiste (Wechsel der Modi)

¹⁹ Die Wiederholungsfunktion wird zur besseren Übersicht separat erläutert.

Tabelle 8: Inhalte der Audiodateien

Audiodatei	Wiedergegebener Text
Willkommen	Herzlich Willkommen auf dem Arbeitsblatt! Du bist jetzt angemeldet.
Vorlesen	Vorlesen
Hilfe1	Hilfe
Hilfe2	Du bist bereits im Modus Hilfe. Tippe nun auf das tiptoi-Feld vor der Aufgabe, zu der du Hilfe benötigst.
Hilfe3	Wenn du weitere Hilfe benötigst, melde dich.
Überprüfen1	Benutze diesen Modus erst, wenn du alle Aufgaben fertig hast. Tippe dann noch einmal diesen Modus an.
Überprüfen2	Bist du mit der Aufgabe schon fertig? Dann tippe noch einmal auf die Lupe!
Überprüfen3	Du bist jetzt im Modus Überprüfen. Tippe nun auf das tiptoi-Feld vor der Aufgabe, die du überprüfen möchtest.
Wissen1	Die Expertenaufgabe wird freigeschaltet, sobald du die anderen Aufgaben fertig und überprüft hast.
Wissen2	Expertenaufgabe: ...

Das Programm für die Bedienleiste funktioniert für alle Arbeitsblätter gleichermaßen, wobei für Arbeitsblätter, zu denen die Wissens-Funktion lediglich Expertenaufgaben bereitstellt, Modus 5 redundant ist, da die Aufgabe auch in Modus 4 auf dem Bedienfeld der Wissens-Funktion wiedergegeben werden könnte. Der Modus wird lediglich dann benötigt, wenn zusätzliche Sachtexte oder Spiele auf dem Arbeitsblatt untergebracht werden sollen. Wie eine Aufgabe zur Bedienleiste aufgebaut sein kann, wird im Beispiel in Abbildung 12 (S. 35) des nächsten Abschnitts, an dem die Wiederholungs-Funktion erläutert wird, gezeigt.

Wiederholungs-Funktion

Da es in YAML lediglich möglich ist, Zahlen in Registern zu speichern, ist die Umsetzung der Wiederholungs-Funktion nur über einen Umweg möglich. Abbildung 12 (S. 35) zeigt ein Beispiel. In jeder Zeile des Scripts, deren Audiodatei wiederholt werden können soll, muss eine Zahl in ein Register (hier: \$zg – „zuletzt gesagt“) gespeichert werden, wobei jede Audiodatei (oder Kombination dieser) einer Zahl entspricht. Das Bedienfeld der Wiederholungs-Funktion fragt den Zustand des Registers \$zg ab und spielt die entsprechende Audiodatei ab.

```

20 Wiederholen:
21 - $zg == 1? P(VorlesenAufg1)
22 - $zg == 2? P(A1Hilfestufel)
23 - $zg == 3? P(A1Hilfestufe2)
24 - $zg == 4? P(Hilfe3)
25 - $zg == 5? P(Überprüfen2)
26 - $zg == 6? P(Aufgabenlösung1)
27 - $zg == 7? P(Expertenaufgabe)
28 - $zg == 8? P(VorlesenAufg2)
29 - $zg == 9? P(A2Hilfestufel)
30 - $zg == 10? P(A2Hilfestufe2)
31 - $zg == 11? P(Aufgabenlösung2)
32 Aufgabe1:
33 - $modus == 1? P(VorlesenAufg1) $zg := 1
34 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(A1Hilfestufel) $zg := 2
35 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(A1Hilfestufe2) $zg := 3
36 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 2 P(Hilfe3) $zg := 4
37 - $modus == 2? $gefragt >= 5? $gefragt := 3 P(A1Hilfestufel) $zg := 2
38 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(Überprüfen2) $zg := 5
39 - $modus == 4? P(Aufgabenlösung1) $zg := 6
40 - $modus == 5? P(Expertenaufgabe) $zg := 7
41 Aufgabe2:
42 - $modus == 1? P(VorlesenAufg2) $zg := 8
43 - $modus == 2? $gefragt <= 4? $gefragt := 5 P(A2Hilfestufel) $zg := 9
44 - $modus == 2? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(A2Hilfestufe2) $zg := 10
45 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 2 P(Hilfe3) $zg := 4
46 - $modus == 2? $gefragt >= 7? $gefragt := 5 P(A2Hilfestufel) $zg := 9
47 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(Überprüfen2) $zg := 5
48 - $modus == 4? P(Aufgabenlösung2) $zg := 11
49 - $modus == 5? P(Expertenaufgabe) $zg := 7

```

Abbildung 12: Beispiel Wiederholungs-Funktion

Abbildung 12 zeigt außerdem exemplarisch, wie mehrere Hilfestufen umgesetzt werden können (z.B. Zeile 34 bis 37). Das Register \$gefragt wird dabei für alle Aufgaben verwendet, um sicherzustellen, dass die Hilfe zu einer Aufgabe immer mit der ersten Hilfestufe beginnt. Probieren Lernende die Funktion beispielsweise zunächst nur (an unterschiedlichen Aufgaben) aus, so können sie nach der Nutzung des tiptoi-Stiftes bei einer anderen Aufgabe oder in einem anderen Modus dennoch die Hilfestufen von Beginn an und in korrekter Reihenfolge nutzen.²⁰

²⁰ Zum Schreiben der Programmdatei wäre es einfacher, für jede Aufgabe ein eigenes Hilfestufen-Register zu nutzen, jedoch müsste dieses beim Wechsel von Aufgaben jeweils zurückgesetzt werden, sodass sich die Anzahl von Aktionen je nach Aufgabenanzahl schnell summieren würde, was es aufgrund der Begrenzung im ttool auf maximal acht Befehle pro Skriptzeile (Breitner 2018a, S. 21) zu vermeiden gilt.

Suchspiel

Beim Suchspiel, das auf dem Arbeitsblatt 3 „Eigenschaften der Luft“ (Anhang A.1.3) umgesetzt wurde, sollen die Lernenden acht Bildstellen mit eingeschlossener Luft finden.²¹ Abbildung 13 zeigt ein Beispiel, bei welchem vier von fünf Feldern gefunden werden müssen. Die Verwendung des Registers \$punkte gewährleistet, dass die Felder in beliebiger Reihenfolge angetippt werden können und der Punktestand jeweils um eins erhöht wird. Jedes Feld hat außerdem ein eigenes Register (\$a bis \$e), das am Anfang der Programmdatei mit Null initialisiert und beim ersten Tippen auf Eins gesetzt wird (z.B. Zeile 51). Dadurch wird verhindert, dass ein Feld mehrfach gezählt wird; Der tiptoi-Stift sagt dann an, dass die Stelle bereits gefunden wurde (z.B. Zeile 54). Beim Finden des vorletzten Feldes weist der tiptoi-Stift darauf hin, dass nun nur noch eine Bildstelle fehlt (z.B. Zeile 52), und beim Finden des letzten Feldes wird ein Tusch gespielt und dem Lernenden mitgeteilt, dass er das Spiel erfolgreich abgeschlossen hat (z.B. Zeile 54).

```
50 FeldA:
51 - $modus == 5? $a == 0? $punkte <= 1? $a := 1 $punkte += 1 P(Richtig)
52 - $modus == 5? $a == 0? $punkte == 2? $a := 1 $punkte += 1 P(EinsFehlt)
53 - $modus == 5? $a == 0? $punkte >= 3? $a := 1 $punkte += 1 P(Tusch)
54 - $modus == 5? $a == 1? P(BereitsGefunden)
55 FeldB:
56 - $modus == 5? $b == 0? $punkte <= 1? $b := 1 $punkte += 1 P(Richtig)
57 - $modus == 5? $b == 0? $punkte == 2? $b := 1 $punkte += 1 P(EinsFehlt)
58 - $modus == 5? $b == 0? $punkte >= 3? $b := 1 $punkte += 1 P(Tusch)
59 - $modus == 5? $b == 1? P(BereitsGefunden)
60 FeldC:
61 - $modus == 5? $c == 0? $punkte <= 1? $c := 1 $punkte += 1 P(Richtig)
62 - $modus == 5? $c == 0? $punkte == 2? $c := 1 $punkte += 1 P(EinsFehlt)
63 - $modus == 5? $c == 0? $punkte >= 3? $c := 1 $punkte += 1 P(Tusch)
64 - $modus == 5? $c == 1? P(BereitsGefunden)
65 FeldD:
66 - $modus == 5? $d == 0? $punkte <= 1? $d := 1 $punkte += 1 P(Richtig)
67 - $modus == 5? $d == 0? $punkte == 2? $d := 1 $punkte += 1 P(EinsFehlt)
68 - $modus == 5? $d == 0? $punkte >= 3? $d := 1 $punkte += 1 P(Tusch)
69 - $modus == 5? $d == 1? P(BereitsGefunden)
70 FeldE:
71 - $modus == 5? $e == 0? $punkte <= 1? $e := 1 $punkte += 1 P(Richtig)
72 - $modus == 5? $e == 0? $punkte == 2? $e := 1 $punkte += 1 P(EinsFehlt)
73 - $modus == 5? $e == 0? $punkte >= 3? $e := 1 $punkte += 1 P(Tusch)
74 - $modus == 5? $e == 1? P(BereitsGefunden)
75 FalschesFeld:
76 - $modus == 5? P(LeiderFalsch)
```

Abbildung 13: Beispiel Suchspiel

²¹ Insgesamt sind dort neun Bildstellen vorhanden.

Wärmeschlange

Auf der Bastelvorlage zum Arbeitsblatt 8 (Anhang A.1.8) wurde ein kleines Ausmal-Spiel umgesetzt, bei dem die gebastelte Wärmeschlange ansagt, in welchen Farben sie angemalt werden möchte. Bei der Verwendung des Befehls „P“ mit mehreren Argumenten (Abbildung 14), wird eine der Audiodateien zufällig abgespielt, wobei noch nicht geklärt ist, wie dieser Pseudozufallsgenerator funktioniert und es Hinweise darauf gibt, dass das erste Argument insgesamt häufiger abgespielt wird (Breitner 2018a, S. 27). Die Gruppierung der Farben (z.B. Zeile 83) gewährleistet, dass die Schlange dennoch möglichst bunt angemalt und die gleiche Farbe nicht zweimal nacheinander genannt werden kann. Auf diese Weise erhält mit hoher Wahrscheinlichkeit jedes Kind am Ende eine Wärmeschlange mit individueller Bemalung. Die Verwendung des Befehls „P“ in Verbindung mit mehreren Argumenten führt allerdings dazu, dass die Wiederholungs-Funktion, wie sie vorgestellt wurde, an dieser Stelle nicht zwangsläufig die gleiche Farbe wiederholt.²²

```
80 Schlangennase:
81 - $modus != 5? P(Schlange)
82 - $modus == 5? $tipp == 1? $tipp += 1 P(Anmalen)
83 - $modus == 5? $tipp == 2? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(blau,lila,gruen)
84 - $modus == 5? $tipp == 3? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(rot,gelb,orange)
85 - $modus == 5? $tipp == 4? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(braun,gruen,blau)
86 - $modus == 5? $tipp == 5? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(lila,rot,orange)
87 - $modus == 5? $tipp == 6? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(gelb,blau,schwarz)
88 - $modus == 5? $tipp == 7? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(gruen,braun,rot)
89 - $modus == 5? $tipp == 8? $tipp -= 6 P(jetztbitte) P(gelb,orange,lila)
```

Abbildung 14: Beispiel Mal-Spiel der Wärmeschlange

4.3.5 Erstellung von GME-Datei und OID-Codes

Die Umwandlung in eine GME-Datei geschieht mittels des Programms tttool (Breitner 2013). Dazu wird die erstellte YAML-Datei im selben Verzeichnis wie das tttool gespeichert. Die benötigten Audiodateien müssen ebenfalls in diesem oder dem in der YAML-Datei hinterlegten Verzeichnis (Kapitel 4.3.4) liegen. Anschließend kann

²² Auf das Umschreiben der Funktion wurde nach einer Aufwand-Nutzen-Abwägung an dieser Stelle verzichtet. Eine Möglichkeit zur Realisierung einer Wiederholungsfunktion für pseudozufällige Audiodateien besteht dabei theoretisch über die Nutzung des internen Timers des tiptoi-Stiftes (vgl. dazu Breitner 2018a, S. 27f.).

zum Beispiel mit dem Kommandozeilenbefehl „`tttool assemble AB1.yaml`“²³ die GME-Datei „`AB1.gme`“ erzeugt werden (Breitner 2013).²⁴ Diese Datei muss auf den tiptoi-Stift geladen werden, damit das Projekt vom Stift erkannt wird. Der Befehl „`tttool oid-codes AB1.yaml`“ erzeugt die zugehörigen OID-Codes. Standardmäßig werden die Codes mit einer Auflösung von 1200dpi, in Pixel-Größe 2 und in einer Größe von 30x30mm erzeugt und im selben Ordner, in dem sich die anderen Dateien bereits befinden, als PNG-Dateien gespeichert (ebd.). Während Breitner und Podszun 2015 noch dazu rieten für große Bedienfelder den erzeugten OID-Code mehrfach zu importieren und im Bildbearbeitungsprogramm aneinanderzusetzen (Breitner und Podszun 2015, S. 158), bietet das `tttool` mittlerweile die Möglichkeit, die OID-Codes in der benötigten Größe zu erstellen. Dies hat den Vorteil, dass keine Brüche innerhalb der Bedienfelder entstehen, die erstens mit bloßem Auge sichtbar und zweitens für den tiptoi-Stift problematisch zu erkennen sein können. Im `tttool` funktioniert das Erstellen größerer OID-Codes mittels Eingabe von „`--code-dim W[xH]`“ in den Befehl, der die OID-Codes erstellt, wobei für `W[xH]` die benötigte Größe in Millimetern eingesetzt werden muss (`tttool` 2018).²⁵ Je nach verwendetem Drucker kann es außerdem notwendig sein, die Auflösung und Pixel-Größe zu verändern. So hat sich bei Kohnhorst beispielsweise eine Auflösung von 600dpi bewährt (Kohnhorst 2016, S. 7). In eigenen Tests erzielte die Kombination aus einer Auflösung von 1200dpi und der Pixel-Größe 3²⁶ auf einem Laserdrucker das beste Resultat. Der Befehl

```
„tttool --code-dim 50 --dpi 1200 --pixel-size 3 oid-codes AB1.yaml“
```

erstellt die benötigten OID-Codes mit dieser Einstellung in einer Größe von 50x50mm.²⁷

²³ Dies gilt für Windows. Für Mac OS weichen die Befehle geringfügig ab (Breitner 2018b; Kohnhorst 2016).

²⁴ Falls die Elemente innerhalb der YAML-Datei mit Namen benannt wurden, wird an dieser Stelle zeitgleich die Datei „`AB1.codes.yaml`“ erzeugt. Diese Datei beinhaltet die Zuweisung von Elementen und OIDs und wird benötigt, damit bei einer erneuten Erstellung der Datei keine abweichenden OIDs zu bestehenden Elementen vergeben werden (Breitner 2018a, S. 20).

²⁵ Die Angabe der Höhe ist dabei optional. Wird keine Höhe vorgegeben, erstellt das `tttool` einen quadratischen OID-Code.

²⁶ An dieser Stelle einen herzlichen Dank an Micha Reischuck, der nach vielen frustrierenden Fehlversuchen den Hinweis gab, es mit dieser Einstellung zu versuchen.

²⁷ Dabei ist die Angabe der Auflösung in diesem Fall redundant, da 1200dpi die Standardeinstellung ist.

4.3.6 Zusammenführung von Arbeitsblatt und OID-Codes

Um die OID-Codes auf das erstellte Arbeitsblatt drucken zu können, bietet es sich an, zunächst in einem geeigneten Bildbearbeitungsprogramm (z.B. GIMP) ein neues Bild im DinA4 Format mit einer Auflösung von 1200ppi zu erstellen. Anschließend wird über „Datei öffnen“ der Ordner mit der PDF-Datei des einzufügenden Arbeitsblattes geöffnet und die Datei als neue Ebene auf die erstellte Bilddatei gezogen. Dabei öffnet sich ein Dialogfenster, indem die Auflösung auf 1200ppi korrigiert werden muss, bevor die PDF-Datei importiert werden kann (Abbildung 15).

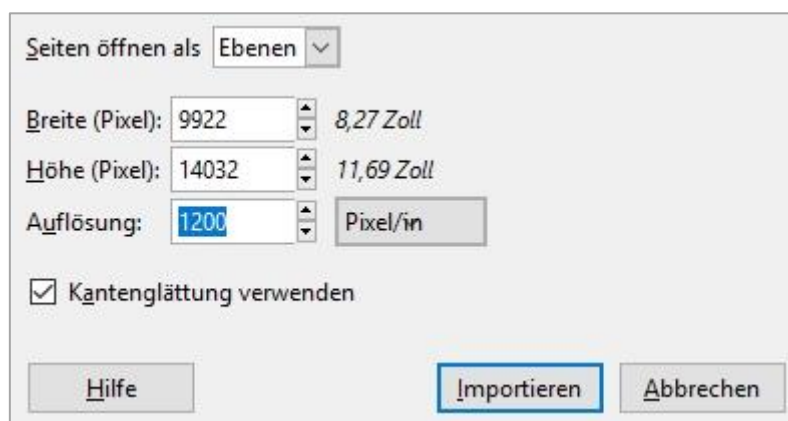


Abbildung 15: Ausschnitt Dialogfenster GIMP 2 (Quelle: GIMP)

Im Anschluss können die benötigten OID-Codes auf die gleiche Weise als neue Ebenen auf die Bilddatei gezogen werden. Die OID-Codes dürfen nur verschoben und zugeschnitten, nicht aber skaliert werden (Breitner und Podszun 2015, S. 158).

Beim anschließenden Druck darf die Bilddatei ebenfalls nicht skaliert, also keine Anpassung an die Seitengröße vorgenommen, werden und die verwendete Auflösung, hier 1200dpi, muss eingestellt werden (ebd.). Je nach Drucker bringt der Druck in Graustufen oder in Farbe unterschiedlich gute Ergebnisse. Kopien der Arbeitsblätter wiesen eine deutlich schlechtere Erkennungsrate durch den tiptoi-Stift auf, weshalb die Arbeitsblätter in ausreichender Anzahl gedruckt, statt nachträglich kopiert werden sollten.

5 Forschungsfragen, Untersuchungsdesign und Auswertungsmethodik

In diesem Kapitel werden zunächst grundsätzliche Forschungsfragen, die den Einsatz des tiptoi-Stiftes im Sachunterricht des dritten Schuljahres betreffen, formuliert. Sie werden an späterer Stelle (Kapitel 7) aufgegriffen, präzisiert und differenziert. Außerdem wird in diesem Kapitel das konkrete Untersuchungsdesign vorgestellt und die Auswertungsmethodik erläutert.

5.1 Forschungsfragen

In Hinblick auf das entwickelte Konzept stellt sich die grundsätzliche Frage, ob Lernende die durch den tiptoi-Stift bereitgestellten Funktionen nutzen.

Forschungsfrage 1: Nutzung der Funktionen

F1: Nutzen Lernende die durch den tiptoi-Stift bereitgestellten Funktionen?

Unter der Annahme, dass Lernende die bereitgestellten Funktionen nutzen, schließt sich die Fragestellung an, ob die Funktionen, wie beabsichtigt und in Kapitel 3 beschrieben, genutzt werden.

Forschungsfrage 2: Validität der Funktionen

F2: Wie nutzen Lernende die durch den tiptoi-Stift bereitgestellten Funktionen?

Darüber hinaus soll die Fragestellung beantwortet werden, welche Schwierigkeiten beim Einsatz des tiptoi-Stiftes im Unterricht auftreten.

Forschungsfrage 3: Probleme

F3: Welche Schwierigkeiten treten beim Einsatz des tiptoi-Stiftes im Unterricht auf?

5.2 Untersuchungsdesign

Um die Forschungsfragen zu beantworten, werden mehrere Untersuchungsmethoden eingesetzt. Die Untersuchung basiert auf Leitfadeninterviews, in denen die Lernenden gefragt werden, welche tiptoi-Funktionen sie in der jeweiligen Unterrichtssequenz wie genutzt haben. Die Frage nach dem „Wie“ steht dabei in engem Zusammenhang mit der Frage, warum Lernende die Funktionen nutzen. Da diese Frage in letzter Konsequenz schwierig zu beantworten ist, sollen dabei die Gründe und Vorteile, die die Lernenden selbst äußern, in den Fokus gestellt werden.

Zusätzlich werden Videoaufnahmen während des Unterrichts gemacht, in denen ersichtlich wird, wie die Lernenden mit dem tiptoi-Stift arbeiten und in den Fällen hinzugezogen, in denen zusätzlicher Erkenntnisgewinn möglich erscheint oder Schülerinnen und Schüler im Interview Probleme haben, über die Nutzung des tiptoi-Stiftes zu reflektieren oder ihre Erfahrungen zu verbalisieren. Zum Abschluss der Durchführungsphase wird ein Evaluationsbogen eingesetzt und ein Interview mit der Klassenlehrkraft geführt. Nachfolgend werden die bereits erwähnten Untersuchungsmethoden im Detail erläutert.

5.2.1 Leitfadeninterviews

Die Leitfadeninterviews bilden die Grundlage dieser qualitativen Untersuchung. Es werden jeweils sechs Leitfadeninterviews im Anschluss an jede Unterrichtssequenz durchgeführt und mittels eines Diktiergerätes aufgenommen. Die Interviews dauern etwa fünf Minuten und beinhalten Fragen nach den in der jeweiligen Unterrichtssequenz genutzten tiptoi-Funktionen. Der zugrundeliegende Interview-Leitfaden ist dabei nicht statisch und verbindlich, sondern lediglich eine Wegleitung. Im Sinne eines zirkulären Vorgehens sollen Zwischenergebnisse die weiteren Interviews und insbesondere die abschließende Evaluation beeinflussen, um die Gegenstandsnahe zu verbessern (Döring und Bortz 2016, S. 26). Das Leitfadeninterview besteht aus geschlossenen und offenen Fragen, da besonders für Kinder im Grundschulalter Methodenwechsel in der Interviewführung vorteilhaft sind (Trautmann 2010, S. 108).

5.2.2 Videoaufnahmen

Da nicht auszuschließen ist, dass einige der Lernenden im Leitfadeninterview Schwierigkeiten haben, ihre Erfahrungen mit dem tiptoi-Stift detailliert zu verbalisieren, werden zusätzlich Videos aufgenommen, die im Bedarfsfall in die Auswertung miteinbezogen werden können. Dieses Vorgehen bietet außerdem die Möglichkeit, die Verwendung des tiptoi-Stiftes aus einem anderen Blickwinkel zu untersuchen, welches der Triangulation von Ergebnissen dienen könnte.

Aus untersuchungspraktischen Gründen werden pro Unterrichtssequenz vier Kinder gefilmt, die im Anschluss auch interviewt werden. Bei dieser Anzahl Lernender ist es möglich, mittels einer Kamera sowohl die Interaktionen der Kinder, als auch die Tippbewegungen des tiptoi-Stiftes zu erfassen.

5.2.3 Evaluation

Die abschließende Evaluation dient der Triangulation der qualitativen Untersuchung (Döring und Bortz 2016, S. 27). Da konkrete Richtlinien für die Itemanzahl für Grundschüler noch nicht vorliegen (Lenske 2016, S. 97), wird die Itemanzahl so gering wie möglich gehalten, um eine Überforderung der Schüler zu vermeiden. Des Weiteren wird auf eine kindgerechte Formulierung, sowie optische Hilfen geachtet (ebd.).

Die Evaluation besteht aus 13 Items im geschlossenen Format mit je vier Antwortmöglichkeiten sowie zwei offenen Fragen. Im Sinne des induktiven Vorgehens (Döring und Bortz 2016, S. 35) leiten sich die Items aus den Interviewergebnissen ab.

Der Evaluationsbogen wird vor Durchführung den Lernenden vorgelesen und beinhaltet darüber hinaus die Vorlese-Funktion durch den tiptoi-Stift, da das Vorlesen von Items nach Lenske für Grundschüler empfohlen wird (Lenske 2016, S. 163).

5.2.4 Lehrerinterview

Das Lehrerinterview wird als offenes Interview nach Abschluss der Erhebungsphase mit der Klassenlehrkraft der Untersuchungsklasse durchgeführt. Die Lehrkraft hat die

Aufgabe, während der Erhebungsphase die Lernenden hinsichtlich Veränderungen im Lernverhalten zu beobachten.

5.3 Auswertungsmethodik

Im Folgenden wird erläutert, wie die in der Durchführungsphase erhobenen Daten aufbereitet und ausgewertet wurden.

Zunächst wurden die Audioaufzeichnungen der durchgeführten Interviews noch während der Durchführungsphase mit dem Programm f4transkript transkribiert. Dazu wurden die erweiterten Regeln nach Dresing und Pehl (2015, 21 ff.) angewendet, um eine hinreichende Genauigkeit zu gewährleisten. Diese frühe Auseinandersetzung mit den erhobenen Daten diente im Sinne eines induktiven Vorgehens einerseits dazu, Verbesserungspotenzial frühzeitig aufzudecken und gegebenenfalls noch in der Durchführungsphase Anpassungen vorzunehmen und andererseits dazu, Items für die abschließende Evaluation zu bilden.

Nach Abschluss der Transkription wurden alle Interviews unter Verwendung der Software MAXQDA ausgewertet. Da diese Software es ermöglicht alle codierten Textstellen jederzeit auf die Gültigkeit von Codes zu überprüfen, kann dies die Objektivität der Auswertung erhöhen (Pusch 2014, S. 36). Eine quantitative Interpretation der vergebenen Codings ist dabei nicht immer sinnvoll, da ein häufig genannter Code zwar ein Indiz dafür darstellt, dass dieser Code auf viele Befragte zutrifft, im Umkehrschluss ein wenig genannter Code jedoch nicht zwangsläufig bedeutet, dass er nur wenige Lernende betrifft (ebd., S. 35).

Bei der Kodierung selbst wurde zunächst eine Textsegmentanalyse durchgeführt, bei welcher sämtliche Textstellen, die zur Beantwortung einer Forschungsfrage relevant sein könnten, gekennzeichnet wurden. In weiteren Durchgängen wurden Codes erstellt und Codings vergeben. Dabei wurde ausgehend von den Forschungsfragen mit deduktiven Codes begonnen. Währenddessen ergaben sich induktiv aus Codings neue Codes, die in weiteren Durchgängen dann auf alle Transkripte angewendet wurden. Zur Erhöhung der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit wurden die Codes mit erklärenden Memos versehen.

Da es im Rahmen dieser Untersuchung aus ökonomischen Gründen nicht möglich war, alle Videoaufzeichnungen zu transkribieren und auszuwerten, wurden nur die Videos analysiert, die durch Hinweise in den Interviews oder Beobachtungen der Lehrkraft einen zusätzlichen Erkenntnisgewinn vermuten ließen. Die Textstellen aufgrund derer eine Videoaufzeichnung hinzugezogen wurde, wurden zur Erhöhung der Nachvollziehbarkeit in MAXQDA kodiert und mit einem Memo versehen. Die entsprechenden Videoaufzeichnungen wurden mit dem Augenmerk auf der Bearbeitung der Aufgaben und der Verwendung des tiptoi-Stiftes transkribiert und ebenfalls in MAXQDA kodiert.

Die Freiantworten der Evaluation wurden ebenso mittels der Software MAXQDA kodiert und ausgewertet. Den unterschiedlichen Antwortmöglichkeiten der übrigen Items wurden Zahlenwerte zugeordnet, um sie unter Verwendung von Excel 2016 (Microsoft 2015) zu digitalisieren und auszuwerten.

Nach diesen Einblicken zum Aufbau der Studie, befasst sich das folgende Kapitel mit der konkreten Durchführung der Untersuchung in der Schule.

6 Durchführung

Die Durchführungsphase umfasste zwölf Unterrichtsstunden und erstreckte sich über einen Zeitraum von zwei Monaten mit einer Unterbrechung durch eine Projektwoche und Ferien. Der Unterricht wurde im dritten Schuljahr einer ländlich gelegenen Grundschule durchgeführt. In der Klasse gab es insgesamt 25 Schülerinnen und Schüler, davon 14 Mädchen und 11 Jungen. Zu jeder Unterrichtsstunde brachten immer mindestens sieben Kinder ihre eigenen tiptoi-Stifte mit. Einige Lernende verwendeten außerdem ihre eigenen Kopfhörer. Für die übrigen Kinder wurden tiptoi-Stifte und Kopfhörer bereitgestellt. Einmal wöchentlich wurden die tiptoi-Stifte im Klassenraum mit den benötigten Dateien bespielt, da jede Woche andere, bzw. weitere, Kinder ihre eigenen tiptoi-Stifte mitbrachten und verwenden wollten.

Die Durchführungsphase begann mit einer einführenden Sequenz zum tiptoi-Stift anhand von anschaulichen Mathematikarbeitsblättern, dann folgten sieben Sequenzen zum Thema „Luft“, wie bereits in Kapitel 4.1 beschrieben, und den Abschluss bildete die Evaluation.

Zu Beginn jeder Unterrichtssequenz wurde geklärt, welche Schülerinnen und/oder Schüler an diesem Tag gefilmt und interviewt wurden. Dazu meldeten sich die Lernenden freiwillig und es wurden je vier Kinder für Filmaufnahme und Interview, sowie zwei weitere Kinder ausschließlich für das Interview ausgewählt. Die Kinder wurden danach ausgewählt, ob und wie oft sie bereits gefilmt und befragt wurden, um möglichst viele verschiedene Kinder beobachten zu können. Die Filmaufnahmen wurden größtenteils an einem Gruppentisch im hinteren Bereich des Klassenraums durchgeführt, an dem vier Kinder Platz hatten. Während der Arbeitsphasen mit dem tiptoi-Stift begaben sich die jeweils ausgewählten Kinder an diesen Tisch. Die Kamera wurde so platziert, dass sie die Arbeitsblätter der Kinder mit den Tipp-Bewegungen des tiptoi-Stiftes aufzeichnete. Die Interviews wurden jeweils direkt nach der Unterrichtssequenz durchgeführt und mit einem Diktiergerät aufgenommen. Die fünfminütigen Interviews, die in der Pause stattfanden, wurden im Klassenraum geführt. Interviews, die während der nächsten Unterrichtsstunde geführt wurden, wurden au-

ßerhalb des Klassenraums geführt. Der genaue Durchführungszeitpunkt des Interviews wurde individuell mit dem jeweiligen Kind und dem Fachlehrer abgesprochen, damit kein Nachteil hieraus entstand. Nach der ersten Unterrichtssequenz wurden acht Interviews geführt, um eventuell auftretende grundsätzliche Probleme frühzeitig zu erkennen und Änderungen für die weiteren Sequenzen rechtzeitig vornehmen zu können. Nach allen weiteren Sequenzen wurden sechs Interviews geführt. In einer Unterrichtssequenz konnte kein Gruppentisch gefilmt werden, weil an diesem Tag Lernende aus einer anderen Klasse vertretungsweise im Klassenraum mitunterrichtet wurden und für diese Schülerinnen und Schüler keine Einverständniserklärung der Eltern vorlag.

Es zeigte sich bereits zu Beginn der Durchführung, dass die Kombination aus den bereitgestellten Kopfhörern und tiptoi-Stiften für viele Kinder problematisch war, weil die Kopfhörer schlecht passten und die tiptoi-Stifte als zu leise empfunden wurden. Zur Abhilfe wurden im weiteren Verlauf spezielle Kinderkopfhörer verwendet, die jedoch nicht in Klassenstärke vorhanden waren.²⁸

Die Schülerinnen und Schüler waren sehr am tiptoi-Stift und am handlungsintensiven Unterricht interessiert und arbeiteten über die gesamte Projektphase hindurch motiviert mit. An den fünfzig geführten Interviews nahmen 24 Schülerinnen und Schüler der Klasse, je ein- bis dreimal, teil. Gefilmt wurden insgesamt 22 Lernende je ein- bis zweimal. Das Lehrerinterview wurde nach Ablauf der Durchführungsphase telefonisch geführt und ebenfalls aufgezeichnet, transkribiert und unter Verwendung von MAXQDA ausgewertet.

²⁸ Auf dieses Problem wird in Kapitel 7.3 genauer eingegangen.

7 Ergebnisse und Diskussion

In den folgenden Unterkapiteln werden die Forschungsfragen präzisiert, ihre Ergebnisse auf Grundlage der durchgeführten Interviews und Evaluation vorgestellt und anschließend jeweils diskutiert.

7.1 Forschungsfrage 1: Nutzung der Funktionen

Da die Lernenden durch die Aufgabenstellung auf den jeweiligen Arbeitsblättern dazu verpflichtet wurden, den tiptoi-Stift zumindest zum Überprüfen ihrer Lösungen zu nutzen, ist erwartbar, dass der tiptoi-Stift wenigstens zu diesem Zweck verwendet wurde. Die Schüler wurden außerdem dazu ermuntert, bei Bedarf die sonstigen Funktionen zu nutzen. Dies gehörte jedoch nicht zum verbindlichen Aufgabenteil. Die Forschungsfrage 1 nach der generellen Nutzung der Funktionen sollte somit wie folgt präzisiert werden:

F1.1: Wie häufig nutzen Lernende die durch den tiptoi-Stift bereitgestellten Funktionen?

F1.2: Welche der durch den tiptoi-Stift bereitgestellten Funktionen (Vorlesen, gestufte Hilfen, Überprüfen, Wissen) nutzen Lernende?

7.1.1 Wie häufig nutzen Lernende die tiptoi-Funktionen? (F1.1)

Zu F1.1 zeigte sich in der Evaluation über den Gesamtzeitraum insgesamt eine häufige Nutzung des tiptoi-Stiftes, wie die Ergebnisse zu Item 1 („Hast du den tiptoi-Stift im Unterricht benutzt?“) in Tabelle 9 zeigen.

Tabelle 9: Evaluationsergebnisse Item 1 (Nutzung des tiptoi-Stiftes im Gesamtzeitraum)

Hast du den tiptoi-Stift im Unterricht benutzt?				
	gar nicht	selten	häufig	immer
Lernende	0	4	11	9

In den fünfzig durchgeführten Interviews, in denen jeweils nach der Nutzung der tiptoi-Funktionen in einer konkreten Unterrichtssequenz gefragt wurde, verteilten

sich die Antworten wie Tabelle 10 zu entnehmen. In 49 Interviews wurde mindestens eine tiptoi-Funktion genutzt. Unter Ausschluss der Funktion „Überprüfen“, die möglicherweise nur aufgrund ihrer Verbindlichkeit genutzt wurde, ergibt sich, dass in 46 der 50 geführten Interviews die Lernenden angaben, mindestens eine der anderen Funktionen (Vorlesen, Hilfe und Wissen) verwendet zu haben.

Tabelle 10: Nutzungskombinationen der tiptoi-Funktionen in Interviews (N=50)

Vorlesen	Hilfe	Überprüfen	Wissen	Anzahl Interviews
✓	×	✓	×	10
✓	✓	✓	×	10
✓	×	×	×	6
×	×	✓	✓	6
✓	✓	×	×	5
✓	×	✓	✓	4
×	×	✓	×	3
×	✓	×	×	2
✓	✓	×	✓	1
×	✓	✓	×	1
✓	✓	✓	✓	1
×	×	×	×	1
				50
✓ = Funktion genutzt		×		×
		= Funktion nicht genutzt		

Auch die Klassenlehrkraft beobachtete insgesamt eine sehr hohe Motivation mit dem tiptoi-Stift zu arbeiten (Klassenlehrkraft 2017). Nach ihrer Einschätzung zeigten sich einige Kinder durch den tiptoi-Stift stärker am Sachunterricht interessiert als normalerweise (ebd.). Sie vermutete jedoch, dass dieser Effekt darauf zurückzuführen sei, dass der tiptoi-Stift für die Lernenden etwas „Neues“ darstellte und der Sachunterricht mit dem tiptoi-Stift aus diesem Grund so gut angenommen wurde (ebd.).

Diskussion

Es lässt sich vermuten, dass die Verbindlichkeit („Überprüfen“), bzw. Ermunterung zur Nutzung der sonstigen Funktionen, mitausschlaggebend für die häufige Nutzung des tiptoi-Stiftes waren. Viele Lernende kannten den tiptoi-Stift außerdem bereits zuvor und zeigten sich von Beginn an sehr aufgeschlossen. Diese positive Grundhaltung

gilt es auch in der weiteren Auswertung zu berücksichtigen, da sie möglicherweise die Einschätzungen der Lernenden zugunsten des tiptoi-Stiftes beeinflusst hat. An dieser Stelle lässt sich nicht beantworten, wie häufig der tiptoi-Stift tatsächlich bei einem längerfristigen Einsatz von den Lernenden verwendet werden würde.

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F1.1

Es ließ sich insgesamt eine häufige Nutzung des tiptoi-Stiftes während der Durchführung beobachten.

7.1.2 Welche der tiptoi-Funktionen nutzen Lernende? (F1.2)

Während sich die Nutzung der tiptoi-Funktionen in den einzelnen Unterrichtssequenzen wie in Tabelle 10 (S. 48) darstellte, wurden die Lernenden in der abschließenden Evaluation gefragt, welche tiptoi-Funktionen sie insgesamt häufig genutzt haben. Die Antworten verteilten sich dabei, wie Tabelle 11 zu entnehmen.

Tabelle 11: Nutzungskombinationen der tiptoi-Funktionen in Evaluation (N=24)

Vorlesen	Hilfe	Überprüfen	Wissen	Anzahl in Evaluation
✓	×	✓	×	8
×	×	✓	×	6
✓	×	×	×	5
✓	×	✓	✓	2
✓	✓	✓	×	1
✓	✓	×	×	1
✓	×	×	✓	1
				24
✓ = Funktion häufig genutzt		× = Funktion nicht häufig genutzt		

Die konkreten Ergebnisse beider Erhebungen sind in Tabelle 12 (S. 50) abzulesen und in Abbildung 16 (S. 50) visualisiert. Die Funktionen „Vorlesen“ und „Überprüfen“ wurden in beiden Erhebungen von (knapp) drei Vierteln der Lernenden als genutzt angegeben und ihr prozentualer Anteil an den Befragungen stimmt weitgehend überein (Abbildung 16, S. 50).

Die Funktion „Hilfe“ wurde von weniger als der Hälfte der Befragten verwendet, die Funktion „Wissen“ nur von knapp einem Viertel. Die Abweichungen in den beiden Erhebungen lassen sich auf die unterschiedliche Fragestellung zurückführen, da die Schüler in der Evaluation lediglich die von ihnen häufig verwendeten Funktionen angeben sollten, während in den Interviews alle in der jeweiligen Unterrichtssequenz verwendeten Funktionen erfasst wurden.

Tabelle 12: Häufigkeit der Nutzung nach Funktionen

Datenquelle	Vorlesen	Hilfe	Überprüfen	Wissen
Interviews ²⁹ (50 Interviews) Lernende gaben an, welche Funktionen sie in der jeweiligen Unterrichtssequenz genutzt haben.	37	20	35	12
Evaluation ³⁰ (24 Teilnehmer) Lernende gaben an, welche Funktionen sie in der gesamten Unterrichtsreihe häufig genutzt haben.	18	2	17	3

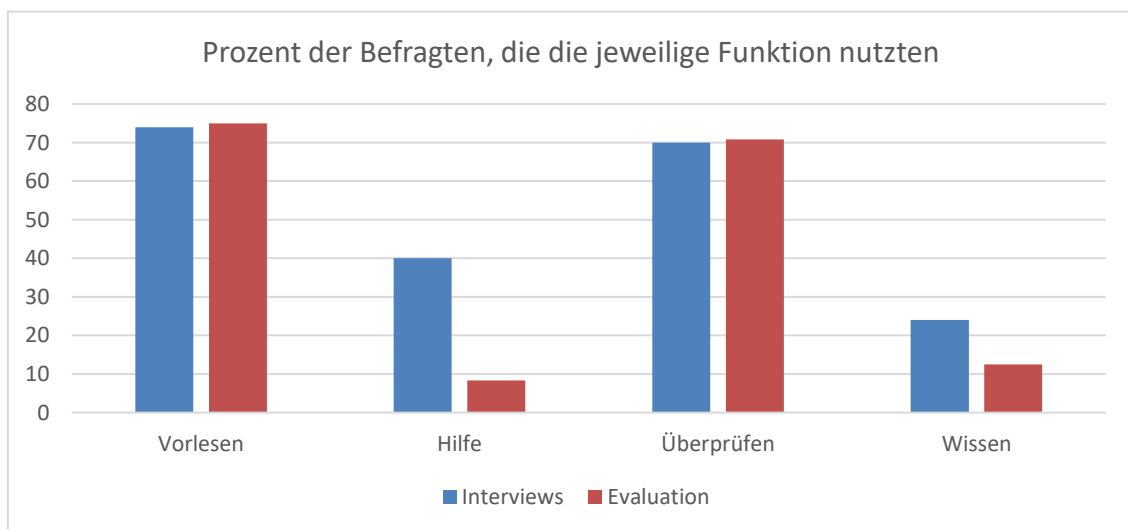


Abbildung 16: Anteile aller Interviews/Evaluationsbögen, in denen die Funktionen als (häufig) genutzt angegeben wurden (Zur besseren Erfassbarkeit wurden die Ergebnisse von N=24 Befragten in Prozent angegeben.)

²⁹ In insgesamt drei Interviews blieb die Nutzung einer Funktion (in einem Fall zweier Funktionen) unklar. Diese Interviews wurden in der Auswertung als „Funktion nicht genutzt“ gewertet.

³⁰ Bei dieser Frage waren Mehrfach-Antworten erlaubt, da die Schüler alle Funktionen angeben sollten, die sie häufig verwendet haben.

Die Klassenlehrkraft vermutete, dass Lernende die Nutzung der Hilfe-Funktion zwischenzeitlich vergaßen (Klassenlehrkraft 2017). Auch in den Interviews mit den Lernenden gaben drei Kinder an, Funktionen vergessen zu haben³¹.

Diskussion

Die häufige Nutzung der Vorlese-Funktion könnte ein Hinweis darauf sein, dass diese Funktion von den Lernenden als besonders hilfreich empfunden wurde. Da die Überprüfen-Funktion verbindlicher Teil der Aufgabenstellung war, darf die häufige Nutzung nicht überbewertet werden. Die Hintergründe zur Nutzung dieser Funktionen werden in Kapitel 7.2.1 und 7.2.3 beleuchtet.

Das Vergessen von einzelnen tiptoi-Funktionen könnte ein Hinweis darauf sein, dass Lernende eine längere Einführungsphase für den tiptoi-Stift und das Konzept benötigen. Die seltenere Nutzung der Funktionen „Hilfe“ und „Wissen“ kann außerdem auf eine geringere Validität der Funktionen hinweisen. Dies gilt es in den folgenden Kapiteln zu erörtern.

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F1.2

Die Vorlese- und Überprüfen-Funktion wurden von den Lernenden am häufigsten genutzt.

³¹ Ein Kind sagte, es habe den Wiederholungsbutton und die Hilfe-Funktion vergessen. Zwei Kinder gaben an, die Überprüfen-Funktion vergessen zu haben.

7.2 Forschungsfrage 2: Validität der Funktionen

Nachdem die grundsätzliche Nutzung der Funktionen geklärt wurde, ist es von Interesse, den Fokus darauf zu legen, wie die Lernenden die jeweiligen Funktionen genutzt haben und ob dies der intendierten Nutzung entspricht.

F2: Wie nutzen Lernende die durch den tiptoi-Stift bereitgestellten Funktionen?

Die Art der Nutzung der jeweiligen Funktion ist prinzipiell davon abhängig, aus welchen Gründen die Schülerinnen und Schüler die Funktion verwendet haben. Im Nachfolgenden werden somit für jede Funktion zunächst die Gründe und Vorteile, die die Lernenden für die Nutzung der jeweiligen tiptoi-Funktion in den Interviews genannt haben, aufgezeigt und aufbauend darauf im Sinne des induktiven Vorgehens weiterführende Aspekte erörtert, anhand derer die Validität beurteilt werden soll.

Die Forschungsfrage 2 kann für die einzelnen Funktionen wie folgt präzisiert werden:

F2.1: Wie nutzen Lernende die Vorlese-Funktion?

F2.2: Wie nutzen Lernende die gestuften Hilfen nach Franke-Braun et al.?

F2.3: Wie nutzen Lernende die Überprüfen-Funktion?

F2.4: Wie nutzen Lernende die Wissens-Funktion?

Bevor diese Fragen beantwortet werden können, soll an dieser Stelle ein Sachverhalt Erwähnung finden, der die Auswertung strikt getrennt nach den soeben formulierten Forschungsfragen verhinderte.

Unterscheidung der Funktionen

Während bei der Frage, welche Funktionen die Schülerinnen und Schüler grundsätzlich genutzt haben, die Lernenden klar zwischen den jeweiligen Funktionen unterschieden (Kapitel 7.1.2), vermischten einzelne Kinder die unterschiedlichen Funktionen, wenn es um die genauere Beschreibung ging, wie sie das Arbeitsblatt mit Hilfe der Funktionen bearbeitet haben, wie folgende Belegstelle zeigt:

B: „Also einmal brauchte ich Hilfe, dann habe ich draufgeklickt, dann musste ich noch mal draufklicken und dann noch mal und dann war ich im Überprü/ dann war ich im Hilfemodus. Und dann habe ich da/ Auf jeden Fall das war jetzt ein anderes Blatt. Dann habe ich zum Beispiel auf die Aufgabe getippt und dann hat der mir die Hilfe gegeben.“ (S07, Interview19)

Diskussion

Die teils fehlende Unterscheidung der Funktionen lässt sich möglicherweise einerseits damit erklären, dass im Falle der grundsätzlichen Nutzung die Schülerinnen und Schüler lediglich erinnern mussten, ob sie den jeweiligen Modus mit dem tiptoi-Stift angetippt und danach die Funktion verwendet hatten, während sich Fragen nach dem Ablauf der Nutzung komplexer darstellten. Dieser Umstand illustriert andererseits möglicherweise auch, dass die unterschiedlichen Funktionen von den Lernenden als Gesamtkonzept wahrgenommen und aus diesem Grund nicht unterschieden wurden.

Um dennoch unterschiedliche Aspekte der einzelnen Funktionen zu beleuchten, werden die Ergebnisse zur Validität zunächst, soweit möglich, anhand der einzelnen Funktionen vorgestellt und eingeordnet. Aufgrund fließender Übergänge und inhaltlicher Überschneidungen werden einige Fragestellungen konzeptübergreifend beantwortet. Diese werden gekennzeichnet und im Kontext derjenigen Funktion behandelt, in deren Zusammenhang sich eine besondere Relevanz ergab.

7.2.1 Wie nutzen Lernende die Vorlese-Funktion? (F2.1)

Wie bereits beschrieben, wird die Frage nach der Validität ausgehend von den durch die Lernenden genannten Gründen und Vorteilen beantwortet. Zu F2.1 wurden die in Tabelle 13 enthaltenen Vorteile und Gründe zur Benutzung der Vorlese-Funktion in den durchgeführten Interviews genannt. Auf Grundlage dieser genannten Codes wurden Items für die abschließende Evaluation entwickelt. Die Codes werden in den folgenden Unterkapiteln in der Reihenfolge ihrer Nennung in Tabelle 13 vorgestellt und mit den zugehörigen Ergebnissen aus der Evaluation, sowie des Lehrerinterviews, ergänzt.

Tabelle 13: Vorteile und Gründe der Nutzung der Vorlese-Funktion (Interviews, N=24, Mehrfachnennungen möglich)

Codes ³²	N	Beschreibung
1) Verstehen/ kein Verlesen	15	SuS nutzen Vorlesen, weil es ihnen beim Verstehen hilft und/oder sie sich nicht verlesen können.
2) Bequemlichkeit	9	SuS geben an, die Vorlese-Funktion sei bequemer oder sie seien zu faul zum Lesen.
3) Ausprobieren	6	SuS benutzen Vorlesen zum Ausprobieren.
4) Zeitersparnis	5	SuS nutzen Vorlesen, weil es schneller geht/ sie währenddessen weiterdenken können.
5) Gefallen an der Funktion	3	SuS nutzen Vorlesen, weil ihnen die Funktion gefällt.
6) Mitschüler(in)	2	SuS nutzen die Funktion aufgrund von anderen SuS (Anweisung/Vorbild).
7) Lautstärke	2	SuS geben an, die Vorlese-Funktion hätte Einfluss auf die Lautstärke in der Klasse.
8) Keine Bloßstellung	1	SuS gefällt, dass andere nicht bemerken, wenn jemand nicht so gut lesen kann.

³² Einzelne Lernende nannten einen Code in unterschiedlichen Interviews mehrfach, sie wurden für jeden genannten Code jedoch nur einfach gezählt.

7.2.1.1 Verstehen

Der Code „Verstehen/ kein Verlesen“ wurde am häufigsten in den Interviews für die Nutzung der Vorlese-Funktion kodiert und repräsentiert im Wesentlichen die intendierte Nutzung dieser. Belegstellen aus den Interviews finden sich in Tabelle 14. Wie beispielsweise den Aussagen von S07 und S16 zu entnehmen ist, stehen aus Sicht der Lernenden Verlesen und Verständnisschwierigkeiten in engem Zusammenhang. Aus diesem Grund wurden die Codes zusammengefasst.

Tabelle 14: Kodierungen zu „Verstehen/ kein Verlesen“ (Interviews, N=24)

Code „Verstehen/ kein Verlesen“	
N	Beispielhafte Belegstellen
15	B: „Weil ich also ich kann ja nicht so/ wenn ich mir das so lese, dann verstehe ich das also nicht immer wenn ich so ein Arbeitsblatt habe, aber wenn der tiptoi-Stift mir das vorliest, dann versteht man das noch ein bisschen besser, also ich.“ (S22, Interview18)
	B: „Weil, dann höre ich das und manchmal beim Lesen verlese ich mich ja auch und tiptoi-Stift verliest sich halt nicht.“ (S07, Interview19)
	B: „Weil ich das dann besser verstehe und manchmal verkuddelmuddel ich mich halt und verstehe das Wort nicht und beim Vorlesen, ja.“ (S07, Interview19)
	B: „Es hat mir dabei geholfen, weil ich/ da sind ja auch ein paar schwierige Wörter drin und wenn ich die selbst lese, dann lese ich die wahrscheinlich auch falsch und das ist halt das Blöde daran und dann kapiere ich das Ganze nicht.“ (S16, Interview34)
	B: „Also das ging besser, weil man sich dann nicht verlesen kann.“ (S17, Interview39)
	B: „Dann konnte man das Ganze ein bisschen besser verstehen, weil wenn man das selber liest, kann man auch meistens nicht so gut verstehen.“ (S21, Interview45)

Die häufige Nennung ist ein Indiz dafür, dass der Code für viele Lernende zutrifft. Aufgrund der Offenheit der Leitfadeninterviews darf dies jedoch nicht überbewertet werden. Daher wurde dieser Aspekt durch Item 9 („Ich habe die Aufgaben besser verstanden, wenn der tiptoi-Stift sie vorgelesen hat.“) in die Evaluation aufgenommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 17 (S. 56) visualisiert: 20 von 24 Lernenden stimmten der Aussage zu.

Auch aus Sicht der Klassenlehrkraft stellt die Vorlese-Funktion für einige Lernende aus diesem Grund eine große Hilfe dar: Sie nennt insbesondere Kinder mit Lese-Rechtschreib-Schwäche und Deutsch als Fremdsprache (Klassenlehrkraft 2017).

Ihrer Erfahrung nach verstehen Lernende mit Deutsch als Fremdsprache die Aufgabenstellungen besser, wenn sie ihnen vorgelesen werden (Klassenlehrkraft 2017). Für Kinder mit Lese-Rechtschreib-Schwäche sieht die Lehrkraft die Chance darin, dass der tiptoi-Stift den Druck herausnimmt, Arbeitsblätter selbst erlesen zu müssen und ihnen damit ermöglicht, besser am Unterricht teilhaben und auch eine gute Note erreichen zu können (ebd.).

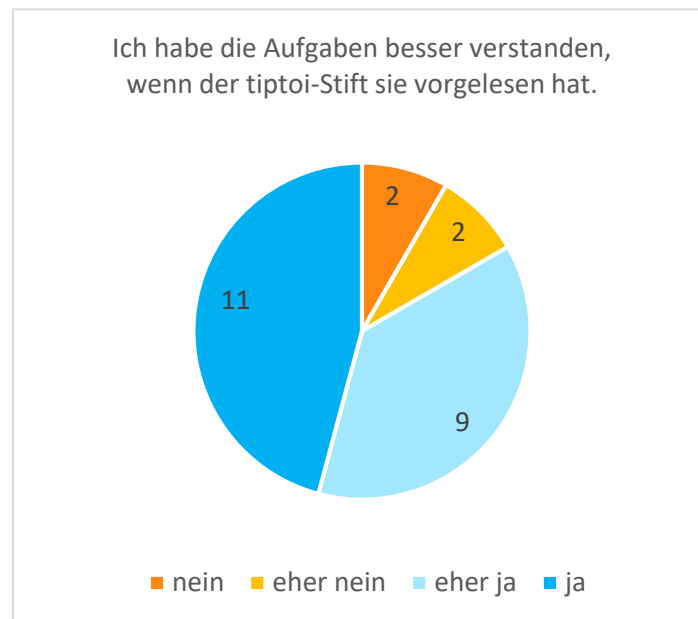


Abbildung 17: Evaluationsergebnis Item 9 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Die Lehrkraft konnte jedoch auch beobachten, dass ein Kind, welches Lese- und Konzentrationsschwierigkeiten hat, den tiptoi-Stift zwar motiviert zum Vorlesen nutzte, allerdings wiederholt Aufgaben in anderer Reihenfolge erledigte, Aufgabenteile vergaß und abgelenkt wurde – auch durch den tiptoi-Stift, bzw. schlechtsitzende Kopfhörer (Klassenlehrkraft 2017). Anhand der Videoaufnahme des entsprechenden Kindes konnte in der gefilmten Sequenz nicht beobachtet werden, dass das Kind durch den tiptoi-Stift, wohl aber durch fehlendes Schreibmaterial, das immer wieder von Mitschülerinnen und Mitschülern geliehen werden musste, von der Bearbeitung der Aufgaben abgehalten wurde (Video39). Es zeigte sich jedoch bei einem anderen Kind, welches durch wiederholtes Stören auffiel, dass der tiptoi-Stift und die Kopf-

hörer, aber auch die aufgestellte Kamera, zusätzliche Ablenkungsmöglichkeiten darstellen (Video50). Aus Sicht der Lehrkraft ist der Einsatz des tiptoi-Stiftes zum Vorlesen insbesondere dann sinnvoll, wenn Lernende ausschließlich eine Leseschwäche oder Schwierigkeiten mit Deutsch als Fremdsprache haben (Klassenlehrkraft 2017).

Diskussion

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Vorlese-Funktion sowohl aus Sicht der Lernenden (Aufgabenverständnis), als auch aus Sicht der Lehrkraft (Förderung und Teilhabe), prinzipiell den intendierten Zweck erfüllt. Die Beobachtungen der Lehrkraft weisen jedoch ebenso darauf hin, dass beispielsweise Konzentrationsschwierigkeiten auf Seiten der Lernenden, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, der adäquaten Nutzung des tiptoi-Stiftes im Wege stehen könnten. Wie bereits in Kapitel 6 angemerkt, gab es jedoch Schwierigkeiten mit den bereitgestellten Kopfhörern (Kapitel 7.3.2), sodass ein Teil der Ablenkung möglicherweise darauf zurückzuführen ist. Hierauf deuten auch Beobachtungen der Klassenlehrkraft hin, die beispielsweise beobachten konnte, dass Lernende Kopfhörer wiederholt austauschten (Klassenlehrkraft 2017). In Hinblick auf Kapitel 7.2.1.7, indem es um die Auswirkungen der Verwendung des tiptoi-Stiftes auf die Lautstärke in der Klasse geht, ist außerdem denkbar, dass nach Behebung technischer Probleme die Verwendung von tiptoi-Stift und Kopfhörer zu einer ruhigeren Arbeitsatmosphäre beitragen und somit konzentrierteres Arbeiten ermöglichen könnte. Das Vorlesen durch den tiptoi-Stift könnte diesen Effekt noch verstärken, da in einer Studie, zur Leseförderung durch Vorlesen, Lehrkräfte und Lernende ebenfalls von einer Verbesserung der Arbeitsatmosphäre und der Konzentration berichteten (Belgrad und Schünemann 2011, S. 167). Dies ist für die Verwendung des tiptoi-Stiftes an dieser Stelle jedoch nicht zu belegen und sollte somit Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein.

7.2.1.2 Bequemlichkeit

In den Interviews zeigte sich außerdem, dass neun Lernende angaben, die Lese-Funktion aus Bequemlichkeit, bzw. zum Vermeiden des selbstständigen Lesens, genutzt zu haben (Tabelle 13, S. 54). Beispielhafte Belegstellen werden in Tabelle 15 genannt. Zu dieser Thematik merkte die Klassenlehrkraft an, dass das selbstständige Erlesen eine Übungsfunktion für das Lesen und Leseverständnis innehatte und aus diesem Grund sinnvoll sei (Klassenlehrkraft 2017).

Tabelle 15: Kodierungen zu „Bequemlichkeit“ (Interviews, N=24)

Code „Bequemlichkeit“	
N	Beispielhafte Belegstellen
9	B: „War zu faul zum Lesen.“ (lacht) (S03, Interview07)
	B: „Dass der mit dem Vorlesen, das fand ich auch sehr toll. Da musste man nämlich nicht selber lesen.“ (lacht) (S16, Interview08)
	B: „Also, ich habe Vorlesen einmal benutzt, weil ich keine Lust hatte, zu lesen.“ (S17, Interview28)

Diskussion

Die Nutzung der Vorlese-Funktion aus Bequemlichkeit, wie von neun Lernenden im Interview angegeben, liefert Anlass, den (uneingeschränkten) Einsatz der Funktion zu diskutieren. Auch in einer explorativen Studie von Rechlitz und Lampert zum Einsatz digitaler Audiostifte in der Familie betrachteten drei Expertinnen, aufgrund von Erfahrungen, die sie im Rahmen ihrer Arbeit in (Kinder-)Bibliotheken gemacht haben, digitale Audiostifte mitunter als hinderlich für die Lesemotivation, da sie zur Vermeidung des selbstständigen Lesens genutzt würden und somit möglicherweise sogar der kindlichen Lesekompetenz entgegen stehen würden (2016, S. 31). Andere Untersuchungen belegen hingegen, dass regelmäßiges Vorlesen (durch die Lehrkraft) die Lesebereitschaft in der Schule erhöht und die basale Lesekompetenz steigert – insbesondere dann, wenn die Lernenden nur Zuhören und nicht selbst mitlesen (Belgrad und Schünemann 2011, S. 160–167). Im Rahmen dieser Untersuchung ist eine quali-

fizierte Aussage über tatsächliche negative Konsequenzen durch die Vorlese-Funktion des tiptoi-Stiftes nicht möglich. Im Zweifelsfall könnte es jedoch eine Lösung sein, die Vorlese-Funktion für lesestarke Lernende zu deaktivieren oder auf sehr lange Texte zu beschränken.

7.2.1.3 Ausprobieren

Sechs Lernende gaben an, die Vorlese-Funktion lediglich ausprobiert zu haben. Die Äußerungen von S21 und S24 (Tabelle 16) wurden in Interviews nach der ersten Unterrichtssequenz gemacht. Aus der Äußerung von S04 geht hervor, dass der tiptoi-Stift ausprobiert wurde, weil er zuvor länger nicht genutzt wurde.

Auch die Lehrkraft konnte beobachten, dass Lernende, die vorher weniger am Sachunterricht interessiert waren, den tiptoi-Stift ausprobierten (Klassenlehrkraft 2017).

Tabelle 16: Kodierungen zum „Ausprobieren“ (Interviews, N=24)

Code „Ausprobieren“	
N	Beispielhafte Belegstellen
6	B: „Ich habe davon das Vorlesen einmal ausprobiert und das Überprüfen.“ (S21, Interview01)
	B: „Äh, also (..) Ich habe das Vorlesen ausprobiert und das hat auch gut geklappt und dann habe ich gemerkt, dass der auch die Fragen vor/ die Zahlen vorliest.“ (S24, Interview03)
	B: „Weil ich mal hören wollte, wie die Stimme dann noch mal so ist. Weil zu Hause habe ich in letzter Zeit auch lange nicht mehr gespielt.“ (S04, Interview31)

Diskussion

Da vermutet werden kann, dass das Ausprobieren von Funktionen hauptsächlich damit zusammenhängt, dass die Funktionen etwas Neues darstellten, bzw. nach längerer Nichtnutzung neu entdeckt werden konnten, wird dieser Grund nicht weiter vertieft. Auch die Lehrkraft schätzte ihre Beobachtung bezüglich der Nutzung des tiptoi-Stiftes von Lernenden, die vorher weniger am Sachunterricht interessiert waren, als eine temporäre Erscheinung aufgrund dessen, dass der tiptoi-Stift eine Neuerung darstellte, ein (Klassenlehrkraft 2017).

7.2.1.4 Zeitersparnis

Belegstellen zu diesem Code finden sich in Tabelle 17. Die Nutzung des tiptoi-Stiftes aus praktischen Gründen wird zur Vermeidung von Überschneidungen in Kapitel 7.2.2 weiterführend erörtert und auch dort diskutiert.

Tabelle 17: Kodierungen zu „Zeitersparnis“ (Interviews, N=24)

Code „Zeitersparnis“	
N	Beispielhafte Belegstellen
5	B: „Weil ich dann schon überlegen konnte, wie ich das machen sollte schon im Kopf.“ (S05, Interview15)
	B: „Ja, weil das Lesen halt dauert viel länger, als Vorlesen zu lassen.“ (S11, Interview22)
	B: „Also ich fand das gut, weil wenn man dann zum Beispiel/ das war jetzt auf den Arbeitsblättern nicht drauf, aber wenn man dann zum Beispiel mal so lange Texte hat, dann muss man die nicht durchlesen. Dann geht das schneller, wenn man das vorgelesen bekommt.“ (S01, Interview41)

7.2.1.5 Gefallen an der Funktion

Drei Lernende äußerten im Interview, sie hätten die Vorlese-Funktion genutzt, weil sie ihnen gefiel. Während S24 und S12 angaben, sie fänden die Funktion „cool“ oder „gut“, betonte S10 den Spaß, den die Funktion bereitete (Tabelle 18).

Tabelle 18: Kodierungen zu „Gefallen an der Funktion“ (Interviews, N=24)

Code „Gefallen an der Funktion“	
N	Belegstellen
3	B: „Einfach so. Weil ich das cool finde, dass der das macht.“ (S24, Interview03)
	B: „Weil dann muss man nicht immer nur lesen, weil dann kann er eben der tiptoi-Stift das dann noch mal erklären oder vorlesen und das finde ich dann gut und das macht damit auch viel mehr Spaß.“ (S10, Interview09)
	B: „Ich habe Vorlesen benutzt.“ I: „Mhm (bejahend), kannst du mir beschreiben, wie das war?“ B: „Das fand ich gut.“ (S12, Interview14)

Da dies einen motivationalen Aspekt darstellen könnte, der alle Funktionen betrifft, wurde dieser Aspekt funktionsübergreifend in der Evaluation aufgegriffen. Das Er-

gebnis von Item 7 („Es hat mir Spaß gemacht, den tiptoi-Stift im Unterricht zu benutzen.“) ist in Abbildung 18 dargestellt. 23 von 24 Lernenden gaben an, die Nutzung des tiptoi-Stiftes im Unterricht habe ihnen Spaß gemacht. Auf die Frage „Was hat dir besonders gefallen?“ nannte in der abschließenden Evaluation mehr als ein Viertel der Lernenden die Vorlese-Funktion des tiptoi-Stiftes.



Abbildung 18: Evaluationsergebnis Item 7 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Diskussion

Wie von der Lehrkraft beobachtet und bereits in Kapitel 7.1.1 angeführt, scheint der tiptoi-Stift (zumindest kurzfristig) einen großen motivationalen Einfluss zu haben und den Kindern Spaß zu machen. Ob dieser Effekt bei einem längerfristigen Einsatz des tiptoi-Stiftes im Unterricht bestehen bleiben würde, lässt sich an dieser Stelle jedoch nicht beantworten.

7.2.1.6 Mitschüler(in)

Die Vorlese-Funktion wurde in zwei Fällen genutzt, weil Mitschüler(innen) dazu aufforderten, bzw. die Funktion selbst nutzten und sich an ihnen orientiert wurde (Tabelle 19).

Tabelle 19: Kodierungen zu „Mitschüler(in)“ (Interviews, N=24)

Code „Mitschüler(in)“	
N	Belegstellen
2	B: „Weil S07 und S05 (SuS am gleichen Gruppentisch), hatten dann manchmal dann so laut und N22 (Sitznachbar/in) hat dann auch immer so gelesen und dann bin ich auch mal da draufgegangen.“ (S23, Interview16)
	B: „Weil S03 gesagt hat, dass ich das Vorlesen benutzen soll.“ (S02, Interview27)

7.2.1.7 Lautstärke

Weiterhin äußerten zwei Kinder, dass die Vorlese-Funktion Auswirkungen auf die Lautstärke in der Klasse gehabt hätte (Tabelle 20). In den Interviews fanden sich an anderen Stellen (nicht nur bezüglich der Vorlese-Funktion) weitere Aussagen zur Lautstärke unter Verwendung des tiptoi-Stiftes (Tabelle 21, S. 63).

Da dieser Aspekt die Verwendung des tiptoi-Stiftes im Allgemeinen betrifft, wurde er ebenfalls funktionsübergreifend durch Item 8 („Es war in der Klasse leiser, wenn wir den tiptoi-Stift benutzt haben“) in der Evaluation aufgegriffen. Item 8 brachte ein geteiltes Ergebnis, welches in Abbildung 19 (S. 63) dargestellt ist.

Tabelle 20: Kodierung zu „Lautstärke“ (bzgl. Vorlese-Funktion) (Interviews, N=24)

Code „Lautstärke“	
N	Beispielhafte Belegstelle ³³
2	B: „Also ich fand das gut, weil man dann auch nicht so laut ist und dann auch noch flüstern vielleicht auch andere und so und dann kommt das so durcheinander.“ (S12, Interview14)

³³ Die zweite Belegstelle findet sich als letzte Nennung in Tabelle 21 (S. 63).

Tabelle 21: Kodierungen zu Lautstärke bei Verwendung des tiptoi-Stiftes (Interviews, N=24)

Code ³⁴	N	Beispielhafte Belegstellen
Durch den tiptoi-Stift ist es leiser	4	B: „Dass es nicht so laut wird in der Stunde, weil wenn jetzt alle mit dem Nachbar reden, das wird dann ja später ganz laut. Aber wenn man dann eben den tiptoi-Stift und die Kopfhörer hat, kann der andere ja nicht mit dem reden, weil der die Kopfhörer ja anhat.“ (S16, Interview34)
		B: „Dass man nicht so viel reden muss, wenn man vorliest, und dass man auch besser für sich etwas machen kann und nicht dauernd die ganze Zeit flüstern muss, wenn wir lesen.“ I: „Findest du, es ist ruhiger, wenn wir den tiptoi-Stift benutzen?“ B: „Mhm (bejahend), am meisten mit Kopfhörer.“ (S12, Interview44)
Einerseits leiser, andererseits nicht	1	B: „Weil dann müssen da nicht immer so viele laut rum lesen, weil die einfach nicht leise lesen können.“ I: „Okay, findest du es ruhiger in der Klasse, wenn wir mit dem tiptoi-Stift arbeiten?“ B: „Es geht, weil dann ist der tiptoi-Stift ja an und der schreit dann ja auch rum, wenn man keine Kopfhörer auf hat. Und das würde dann halt auch nerven.“ ³⁵ (S06, Interview11)



Abbildung 19: Evaluationsergebnis Item 8 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

³⁴ Einzelne Lernende nannten einen Code in unterschiedlichen Interviews mehrfach, sie wurden für jeden genannten Code jedoch nur einfach gezählt.

³⁵ Die Verwendung ohne Kopfhörer wurde in Einzelfällen erlaubt. Die Hintergründe werden in Kapitel 7.3 erläutert.

In den Freiantworten der Evaluation findet sich ebenfalls ein Hinweis auf dieses zweigeteilte Ergebnis. Dort gaben drei Lernende an, es hätte ihnen besonders gefallen, dass es durch den tiptoi-Stift leise(r) war. Eines dieser Kinder gab in der nächsten Frage an, es wäre laut gewesen (Tabelle 22). Wie auch der Äußerung von S06 in Tabelle 21 (S. 63) zu entnehmen, wurde die Lautstärke nicht nur von Kind zu Kind, sondern auch vom selben Kind je nach Situation unterschiedlich empfunden.

Tabelle 22: Freiantworten Evaluation bzgl. Lautstärke in der Klasse (Evaluation, N=24)

Was hat dir besonders gefallen?	Was hat dir gar nicht gefallen?
„Das mit der wärme Schlange und das es manchmal leise war.“	„Das es so laut war.“
„Das als wir den tiptoi®-Stift gearbeitet haben das es in der Klasse leiser wurd.“	„Das ich auf Obtion hilfe gedrückt habe aber der Stift hat nicht reagirt.“
„Das es ganz leise war.“	„Das die nicht sofort reagiert haben.“

Der Klassenlehrkraft fiel auf, dass es durch aufgetretene technische Probleme zu Unruhe in der Klasse kam (Klassenlehrkraft 2017). Durch die Klassengröße von 25 Kindern meldeten sich immer gleich zahlreiche Lernende, sobald grundsätzliche Probleme auftraten (ebd.).

Diskussion

Es lässt sich vermuten, dass es im Unterricht durch die Verwendung von tiptoi-Stift und Kopfhörer, wie von mehreren Kindern angegeben, leiser wurde, dieser Effekt durch technische Probleme, die das Gegenteil bewirkten, jedoch relativiert wurde. Auch bei Rechlitz und Lampert konnte im außerunterrichtlichen Kontext beobachtet werden, dass sich still mit dem tiptoi-Stift beschäftigt wurde, bzw. der tiptoi-Stift Ruhe hereinbrachte (Rechlitz und Lampert 2016, S. 24 & 31). Dies könnte sich positiv auf die Arbeitsatmosphäre auswirken und den Lernenden konzentrierteres Arbeiten ermöglichen (vgl. dazu Kapitel 7.2.1.1).

7.2.1.8 Keine Bloßstellung

Es wurde ausschließlich von einem Kind der Grund genannt, dass durch die Vorlese-Funktion die eigenen Schwächen für die Mitschüler nicht sichtbar würden.

„Weil das sehr nützlich ist, weil dann hören das halt nicht alle, wenn man nicht so gut lesen kann, dann hört man das ja bei allen eigentlich.“ (S08, Interview30)

Da es, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, eine Intention der Hilfe-Funktion ist, dass Lernende Hilfen nutzen können ohne sich in eine Beobachtungssituation begeben zu müssen, wurde dieser Aspekt funktionsübergreifend in die Evaluation aufgenommen. Item 11 („Mir hat gefallen, dass niemand mitbekommen hat, wenn ich noch Hilfe brauchte.“) stimmten, wie in Abbildung 20 dargestellt, 21 von 24 Lernenden zu.

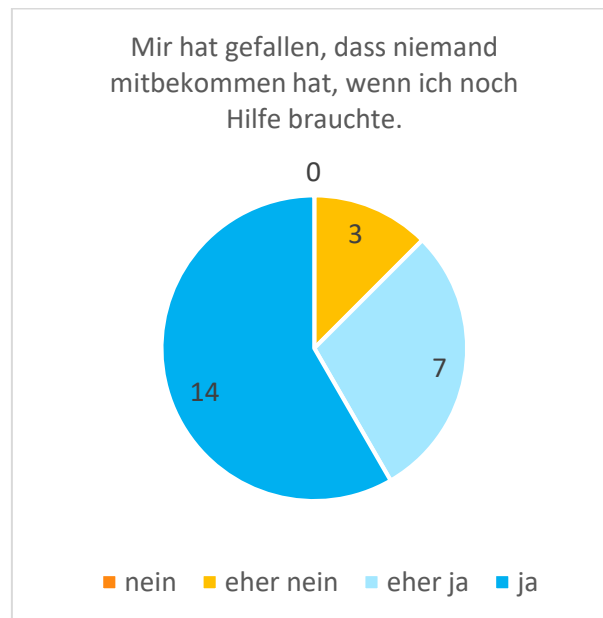


Abbildung 20: Evaluationsergebnis Item 11 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Diskussion

Der Aspekt, dass Lernende durch die Nutzung des tiptoi-Stiftes unbeobachtet Hilfen in Anspruch nehmen können, war eingangs eine der Intentionen der gestuften Hilfen durch den tiptoi-Stift (siehe Kapitel 3.2). Die Nennung im Kontext der Vorlese-Funk-

tion könnte ein weiteres Indiz dafür sein, dass die Vorlese-Funktion als Teil der gestuften Hilfen und nicht als Einzelfunktion wahrgenommen wird. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass es vielen Lernenden wichtig ist, durch die Inanspruchnahme von Hilfen nicht bloßgestellt zu werden.³⁶ Da Schwierigkeiten einzelner Lernender nicht nur vor Mitschülerinnen und Mitschülern verborgen bleiben, sondern mitunter auch vor der Lehrkraft, ist dies durchaus kritisch zu betrachten.³⁷

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F2.1

Die Vorlese-Funktion scheint grundsätzlich den intendierten Nutzen zu erfüllen und aus Sicht der Lernenden zu einem besseren Aufgabenverständnis beizutragen.

7.2.2 Wie nutzen Lernende die gestuften Hilfen? (F2.2)

Zu F2.2 wurden von den Lernenden in den Interviews die in Tabelle 23 angegebenen Gründe und Vorteile genannt. Im Folgenden wird unter Einbezug weiterer Ergebnisse auf die einzelnen Codes eingegangen.

Tabelle 23: Vorteile und Gründe der Nutzung der Hilfe-Funktion (Interviews, N=24, Mehrfachnennungen möglich)

Codes ³⁸	N	Beschreibung
1) Hilfe benötigt	11	SuS geben an, die Hilfefunktion genutzt zu haben, weil sie Hilfe benötigten (Verständnisprobleme, kein Weiterkommen bei einer Aufgabe, ...).
2) Praktische Gründe	5	SuS geben an, die Hilfe aus praktischen Gründen genutzt zu haben (Zeitersparnis, nicht zur Lehrkraft gehen müssen, Lautstärke).
3) Ausprobieren ³⁹	1	SuS geben an, die Hilfefunktion zum Ausprobieren genutzt zu haben.

³⁶ Außerdem zeigt das Ergebnis, dass eine seltene Nennung in den Interviews nicht gleichbedeutend damit ist, dass die entsprechende Aussage nur für wenige Lernende zutrifft.

³⁷ Dieser Aspekt wird in einem anderen Kontext in Kapitel 7.2.3.2 vertieft.

³⁸ Einzelne Lernende nannten einen Code in unterschiedlichen Interviews mehrfach, sie wurden für jeden genannten Code jedoch nur einfach gezählt.

³⁹ Da das Ausprobieren von Funktionen bereits im Kontext der Vorlese-Funktion in Kapitel 7.2.1.3 diskutiert wurde, wird der Code in diesem Kapitel nicht erneut aufgegriffen.

7.2.2.1 Hilfe benötigt

Die meisten Lernenden gaben an, die Funktion genutzt zu haben, weil sie bei einer Aufgabe nicht weiterkamen, bzw. Hilfe benötigten. Tabelle 24 beinhaltet exemplarische Belegstellen zu diesem Code.

Tabelle 24: Kodierungen zu „Hilfe benötigt“ (Interviews, N=24)

Code: „Hilfe benötigt“	
N	Beispielhafte Belegstellen
11	B: „Also ich bin hier nicht auf die Quersumme gekommen und dann habe ich da einmal den Hilfe-Tipp gegeben und dann hat der mir hiervon die Quersumme gesagt.“ (S04, Interview06)
	B: „Also ich habe halt auf Hilfe gedrückt, weil ich bei einer Sache nicht weiterkam. Und dann hat der mir das so erklärt, wie man das machen muss.“ (S05, Interview15)
	B: „Und einmal habe ich auch Hilfe genommen, weil ich dann hier nicht weiterkam.“ I: „Mhm (bejahend), wie war das, als du Hilfe benutzt hast?“ B: „Also da habe ich zuerst eben ein bisschen Hilfe bekommen, dann habe ich das auch verstanden, dann habe ich hingeschrieben, was ich mir gedacht habe und dann bin ich eigentlich auf Überprüfen gegangen und habe zuerst das überprüft (Aufgabe links auf dem Blatt) und dann die andere.“ (S17, Interview28)
	B: „Weil ich das noch nicht verstanden hatte, was ich da machen musste und ich hatte mir das halt ganz oft durchgelesen, dann habe ich aber auf Hilfe gedrückt und das hat mir sehr dabei geholfen, weil ich das eine überhaupt gar nicht verstanden habe.“ (S16, Interview32)

Da die Lernenden angaben, die Funktion genutzt zu haben, weil sie Hilfe benötigten, schließt sich die Frage an, wie hilfreich die Lernenden den tiptoi-Stift empfanden. Dieses wurde durch zwei Items in der Evaluation erfasst. Die Items wurden dabei funktionsübergreifend formuliert, ihre Ergebnisse beschränken sich somit nicht auf die Hilfe-Funktion. Dies erschien zweckmäßig, da die Lernenden, wie bereits angemerkt, die Funktionen ohnehin teils als Gesamtkonzept auffassten.

Die Ergebnisse, visualisiert in Abbildung 21 (S. 68), zeigen, dass insgesamt 22 von 24 Lernenden den tiptoi-Stift als hilfreich empfanden und 19 von 24 Lernenden dem konkreteren Item „Der tiptoi-Stift hat mir weitergeholfen.“ zustimmten. Dies zeigt allerdings auch, dass nicht alle Lernenden den tiptoi-Stift als hilfreich empfanden.

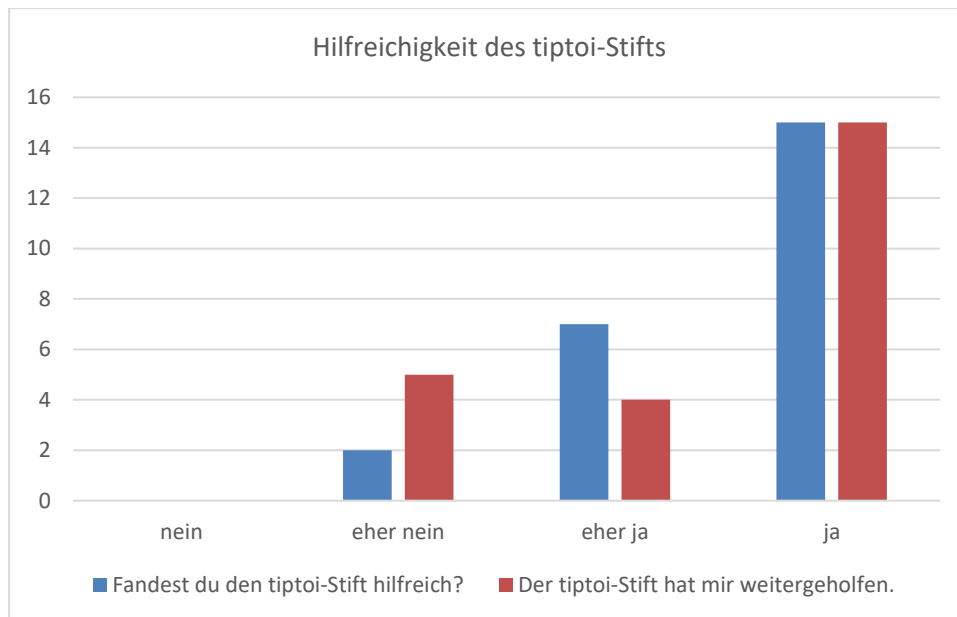


Abbildung 21: Evaluationsergebnisse bzgl. Hilfreichigkeit des tiptoi-Stiftes

Auch in den Interviews gab es Hinweise darauf, dass die Hilfe-Funktion nicht allen Lernenden weiterhalf. Es äußerten beispielsweise sechs Lernende, dass die Hilfe-Funktion nicht wie erwartet funktionierte, und ein Kind vergaß die Funktion (Tabelle 25). Das Vergessen von Funktionen wurde bereits in Kapitel 7.1.2 beschrieben.

Tabelle 25: Belegstellen für Probleme mit Hilfe-Funktion (Interviews, N=24, Mehrfachnennungen möglich)

Code	N	Beispielhafte Belegstellen
Hilfe hat nicht weitergeholfen	3	<p>B: „Einmal, aber das hat nicht richtig funktioniert.“ I: „Okay, bei welcher Aufgabe war das?“ B: „Bei der“ (deutet auf erste Textaufgabe) I: „Okay, was wolltest du denn da herausfinden?“ B: „Na die Frage, weil ich hab da erst was Falsches hingeschrieben.“ I: „Mhm (bejahend), ja, das kann der Stift leider nicht erkennen, was du geschrieben hast.“ (S13, Interview02)</p> <hr/> <p>I: „Mhm (bejahend). Wie war das dann, als du die Hilfe benutzt hast? Hat dir das geholfen?“ B: „Hm, nein. Weil ich wusste jetzt nicht so genau, was ich fragen soll und die haben nur gesagt, ich habe/ eins war gut, aber die andere war nicht so gut - wo man mit Fragewort anfangen soll, weil ich wusste nicht, was für eins.“ (S11, Interview22)</p>

Diese Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgesetzt.

Fortsetzung zu Tabelle 25: Belegstellen für Probleme mit Hilfe-Funktion (Interviews, N=24, Mehrfachnennungen möglich)

Code	N	Beispielhafte Belegstellen
Erste Hilfestufe wurde für Vorlesen gehalten	2	B: „Ich bin nicht so auf die Frage gekommen und dann bin ich auf die Hilfe gedrückt, aber die hat mir auch nicht sehr viel weitergeholfen. Dann bin ich da draufgedrückt, dann hat die das nur immer vorgelesen.“ (S21, Interview01)
		B: „Also immer wenn ich also als wir auch noch diese anderen Arbeitsblätter gemacht haben, da bin ich auf Hilfe gegangen, da hat er mir einfach nur wieder das vorgelesen.“ (S22, Interview18)
Keine Hilfe für Expertenaufgaben	1	B: „Halt dass, wenn man hier auf Hilfen geht“ (deutet auf Expertenaufgabe) „und dann Hilfe will, dass der dann nichts sagt.“ (S04, Interview06)
Funktion vergessen	1	B: „Ja, ich habe die Hilfe-Funktion irgendwie vergessen.“ (S11, Interview20)

Aufgrund der weiteren Schüleräußerungen in Tabelle 25 wurde Item 10 („Die Hilfe-Funktion hat mir das gesagt, was ich wissen wollte.“) in die Evaluation aufgenommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 22 dargestellt und zeigt, dass die Hilfe-Funktion für ein Drittel der Lernenden nicht wie von ihnen erwartet funktionierte.

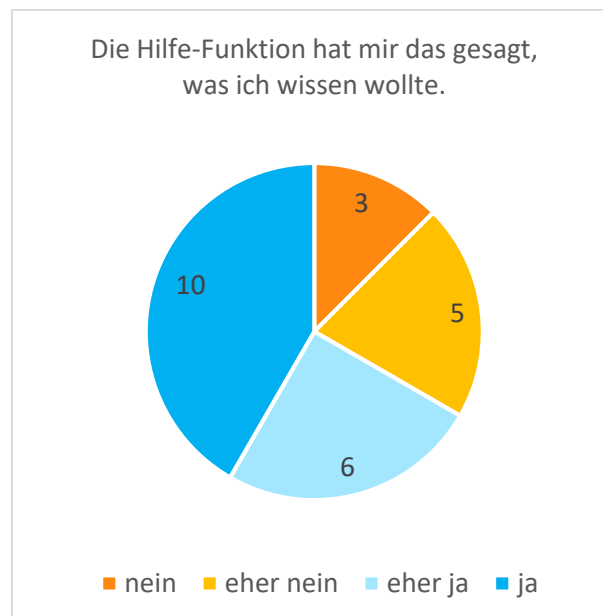


Abbildung 22: Evaluationsergebnis Item 10 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Die Klassenlehrkraft berichtete im Lehrerinterview (Klassenlehrkraft 2017), dass sie unabhängig vom tiptoi-Stift im Unterricht die Erfahrung gemacht hätte, dass einige Lernende angebotene Hilfestellungen nicht annehmen würden, weil sie „von zu Hause oder so“ (ebd.) die Erwartungshaltung hätten, Lösungen „vorgesehen“ zu bekommen.

Mehrstufige Nutzung

Zur Beantwortung der Fragestellung, wie Lernende die Hilfe-Funktionen verwenden, stellt sich im Kontext des Codes „Hilfe benötigt“ darüber hinaus die Frage, ob sie bei Bedarf, wie intendiert, mehrere Stufen der Hilfe verwendet haben. In den Interviews finden sich dazu Schüleräußerungen (Tabelle 26), die belegen, dass die gestuften Hilfen von zumindest einzelnen Lernenden trotz der aufgetretenen Probleme wie intendiert genutzt wurden.

Tabelle 26: Belegstellen Benutzung mehrerer Hilfestufen

Belegstellen für die Benutzung mehrerer Hilfestufen
<p>I: „Mhm (bejahend), wie war das als du die Hilfe benutzt hast?“ B: „Erst wusste ich gar nicht, was ich da bei diesen, bei der Karteikarte machen musste und dann hat das aber mir weitergeholfen.“ I: „Mhm (bejahend), kannst du das genauer beschreiben, wie der dir weitergeholfen hat?“ B: „Dann habe ich da draufgetippt und dann hat der gesagt, dass ich vier (..) hat der erst gesagt ‚Denke dir fünf Fragen aus‘ und dann hinterher hat der auch gesagt, dass ‚Woraus besteht die Luft?‘ und dann habe ich das als Frage genommen.“ (Interview26, S13)</p>
<p>I: „Okay. Wie war das, als du die Hilfe benutzt hast?“ B: „Die Hilfe hat sehr gut geholfen.“ I: „Kannst du mir sagen, warum die geholfen hat?“ B: „Weil ich das noch nicht verstanden hatte, was ich da machen musste und ich hatte mir das halt ganz oft durchgelesen, dann habe ich aber auf Hilfe gedrückt und das hat mir sehr dabei geholfen, weil ich das eine überhaupt gar nicht verstanden habe.“ I: „Okay. Und wie hat die Hilfe dir dann weitergeholfen?“ B: „Die Hilfe hat mir dabei weitergeholfen, halt nicht das vorgelesen, sondern richtig erklärt.“ I: „Okay. Hast du mehrere Stufen von der Hilfe benutzt?“ B: „Ja“ (Interview32, S16)</p>

Diskussion

Insbesondere die Aussagen der Lernenden, die in Tabelle 24 (S. 67) zusammengefasst wurden, weisen darauf hin, dass die Hilfestufen aus den intendierten Gründen, wie in

Kapitel 3.2 beschrieben, genutzt wurden (bzw. bei Bedarf würden). Während die Hilfe-Funktion einzelnen Lernenden weiterhalf, entsprach die Funktion nicht den Erwartungen anderer Lernender. Auch die im Vergleich zu den Funktionen „Vorlesen“ und „Überprüfen“ geringere Nutzungshäufigkeit ist ein Hinweis darauf, dass die Funktion in ihrer Umsetzung nicht valide ist. Die Gründe konnten im Rahmen dieser Untersuchung nicht abschließend ermittelt werden. Die Beobachtung der Lehrkraft bezüglich der Erwartung auf Seiten der Lernenden, Lösungen „vorgesehen“ zu bekommen, könnte auch die durch den tiptoi-Stift angebotenen Hilfen betroffen haben, da sie Hilfen zur Erarbeitung durch die Lernenden darstellen und keine fertigen Lösungen präsentieren.

Eine weitere denkbare Ursache könnte sein, dass die Lernenden an den tiptoi-Stift ähnliche Erwartungen hatten, wie an die Hilfestellung durch die Lehrkraft, z.B. individuelle, passgenaue Hilfestellungen und Rückmeldung zum eigenen Lösungsfortschritt zu erhalten. Die Nennungen in Tabelle 25 (S. 68) sind Indizien hierfür. Auch wenn der tiptoi-Stift die Lehrkraft grundsätzlich nicht ersetzen kann, könnte eine Verbesserung darin bestehen, die einzelnen Hilfestufen zu überarbeiten, um eine größere Passung mit den Lernwegen der Lernenden zu erzielen. Darüber hinaus könnte es sinnvoll sein, eine längere Einführungsphase mit einfachen Beispielen einzuplanen und die Funktion im Klassengespräch genauer zu thematisieren, um eine realistischere Erwartungshaltung auf Seiten der Lernenden herzustellen und zu vermeiden, dass Lernende die Funktion vergessen (Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2009, S. 3).

7.2.2.2 Praktische Gründe

Die praktischen Gründe und Vorteile, die zur Nutzung der Hilfe-Funktion angeführt wurden (Tabelle 27, S. 72), wurden durch Item 12 („Es war bequemer, den tiptoi-Stift als Hilfe zu benutzen, als die Lehrerin zu fragen.“) in die Evaluation aufgenommen und in Abbildung 23 (S. 72) visualisiert. Es zeigte sich, dass die meisten Lernenden angaben, es als bequemer empfunden zu haben, den tiptoi-Stift als Hilfe zu nutzen, anstatt die Lehrkraft zu fragen.

Tabelle 27: Kodierungen zu „Praktische Gründe“ (Interviews, N=24)

Code: „Praktische Gründe“	
N	Beispielhafte Belegstellen
5	B: „Ja, weil man dann halt, man kriegt mehr schneller was erklärt und muss dann manchmal nicht ewig aufzeigen bis man da Hilfe kriegt und so und da muss man halt ja einfach nur Tippen und das finde ich schon sehr toll, wenn man nicht mehr so/ zur Lehrerin gehen und so fragen.“ (S14, Interview13)
	B: „Also man muss dann halt nicht immer zu (Name der Lehrkraft) gehen, dann kann die auch ihre Sachen machen, die sie gerade machen muss, und wir können unsere Sachen machen, die wir machen müssen. Also dann können wir halt selbst die Hilfe benutzen. Dann müssen wir nicht immer zu (Name der Lehrkraft) rennen und wieder zurück.“ (S05, Interview15)
	B: „Weil man dann nicht immer zu (Name der Lehrkraft) gehen muss. Dann gibt das auch nicht so eine Aufruhr in der Klasse, weil man da halt schon Hilfe hat.“ (S05, Interview23)
	B: „Also, dass wenn ich mal wirklich Hilfe brauche, dass ich dann nicht irgendwie immer nach vorne laufen muss, sondern, weil ich sitze ja auch relativ weit hinten, und dann muss ich nicht den ganzen Weg immer nach vorne gehen, sondern dann kann ich einfach auf Hilfe gehen und der gibt mir der Reihe nach Tipps.“ (S04, Interview 31)

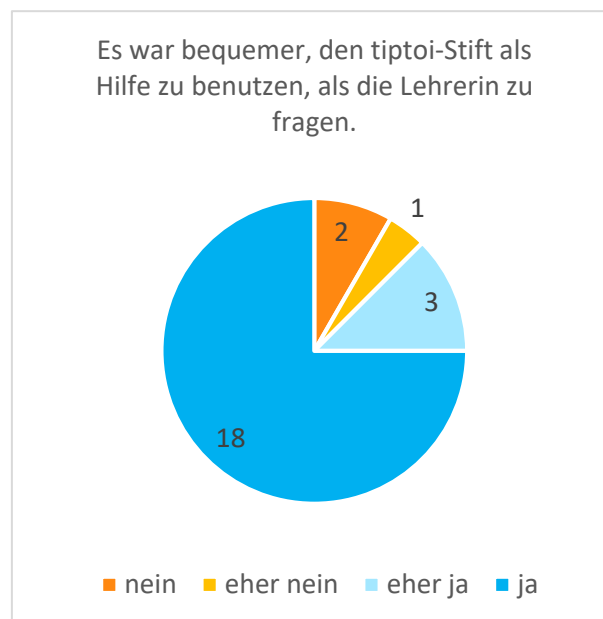


Abbildung 23: Evaluationsergebnis Item 12 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Diskussion

Aus mehreren Schüleräußerungen (Tabelle 27, S. 72) geht hervor, dass die Lehrkraft, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, auch aus Sicht der Lernenden eine knappe Ressource im dezentralisierten Unterricht darstellt. Insbesondere die erste Äußerung von S05 (Tabelle 27, S. 72) zeigt, dass die Funktion auch als Entlastung der Lehrkraft gesehen wird. Die Lehrkraft empfand den Einsatz des tiptoi-Stiftes aufgrund auftretender technischer Probleme jedoch als anstrengend (Klassenlehrkraft 2017). Die durch die Funktion angestrebte Entlastung der Lehrkraft (Kapitel 3.2) trat nicht ein, es wurden keine zeitlichen Kapazitäten zur Beobachtung von Lernprozessen und für individuelle Hilfestellungen inhaltlicher Art frei (Hänze et al. 2007, S. 201). Anstatt bei inhaltlichen Fragen weiterzuhelfen, musste die Lehrkraft auf technischer Ebene helfen (Klassenlehrkraft 2017). Die aufgetretenen technischen Probleme werden in Kapitel 7.3 behandelt. Die zweite Äußerung von S05 in Tabelle 27 (S. 72) ist ein Hinweis darauf, dass der tiptoi-Stift nicht nur durch die Verwendung von Kopfhörern zu einer ruhigeren Arbeitsatmosphäre (Kapitel 7.2.1.7), sondern auch durch die Hilfen direkt am Platz, die ein Herumlaufen für Nachfragen reduzieren können, beitragen kann. Die von einigen Lernenden in Tabelle 27 (S. 72) angemerkte Zeitersparnis wird in Kapitel 7.2.3.1 behandelt, da sie für die Lernenden im Kontext der Überprüfen-Funktion besonders relevant erschien.

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F2.2

Die Hilfe-Funktion stellte sich für einige Lernende als wirksam heraus, da sie zum Beispiel bei Verständnisschwierigkeiten weiterhalf und die weitere Bearbeitung von Aufgaben ermöglichte. Von anderen Lernenden wurde die Funktion nicht als hilfreich empfunden, da sie beispielsweise nicht ihren Erwartungen entsprechend funktionierte.

7.2.3 Wie nutzen Lernende die Überprüfen-Funktion? (F2.3)

Zu F2.3 wurden die in Tabelle 28 aufgezeigten Gründe und Vorteile zur Benutzung der Überprüfen-Funktion in den durchgeführten Interviews genannt, die in den folgenden Unterkapiteln anhand der Auswertung der Interviews und weiterer Ergebnisse behandelt werden.

Tabelle 28: Gründe und Vorteile zur Nutzung der Überprüfen-Funktion (Interviews, N=24, Mehrfachnennungen möglich)

Codes ⁴⁰	N	Beschreibung
1) Praktische Gründe	12	SuS nannten praktische Gründe zur Verwendung der Funktion (Nicht zur Lehrkraft gehen zu müssen, Zeitersparnis, keine Warteschlange, Lautstärke, ...).
2) Verifikation	11	SuS gaben an, die Funktion genutzt zu haben, weil sie ihr Ergebnis verifizieren wollten.
3) Aufgrund der Anweisung	2	SuS gaben an, die Funktion aufgrund der Anweisung genutzt zu haben.

7.2.3.1 Praktische Gründe

Zur Nutzung der Überprüfen-Funktion aus praktischen Gründen finden sich Belegstellen in Tabelle 29 (S. 75). Die Schüleräußerungen geben ein weiteres Mal Anhaltspunkte dafür, dass die Lehrkraft von den Lernenden als knappe Ressource empfunden wurde. Vor allem die Vermeidung von Warteschlangen und Wartezeiten war bei der Nutzung des tiptoi-Stiftes zum Überprüfen für viele Lernende von zentraler Bedeutung, daher wurde Item 13 („Mir hat gefallen, dass ich meine Antworten sofort überprüfen konnte.“) mit in die Evaluation aufgenommen. Das Ergebnis ist in Abbildung 24 (S. 75) visualisiert: 22 der 24 Befragten stimmten der Aussage zu.

⁴⁰ Einzelne Lernende nannten einen Code in unterschiedlichen Interviews mehrfach, sie wurden für jeden genannten Code jedoch nur einfach gezählt.

Tabelle 29: Kodierungen zu „Praktische Gründe“ (Funktion „Überprüfen“, Interviews, N=24)

Code: „Praktische Gründe“	
N	Beispielhafte Belegstellen
12	B: „Mhm (bejahend) und bei Überprüfen da konnte man das dann hinterher selber machen und muss nicht immer zu (Name der Lehrkraft) gehen und dann steht da auch nicht immer so eine Schlange.“ (S13, Interview02)
	B: „Weil sonst muss man immer zur Lehrerin gehen zum Pult oder man muss dann wieder sich sowas abholen und man muss das dann selber überprüfen und dann muss nicht mehr die Lehrerin... und dann muss man auch nicht mehr immer so lange anstehen. Deswegen finde ich das gut.“ (S10, Interview09)
	B: „Ich finde das eigentlich viel schöner, als wenn man jetzt immer zu (Name der Lehrkraft) geht, weil dann muss sie ja auch sehr viel machen, wenn da sich jetzt jedes Kind anstellt und dann/ und das ist auch (..) und dann und weil man ja die Kopfhörer aufhat, dann ist es auch nicht so laut.“ (S13, Interview26)
	B: „Weil dann muss man/, dann muss man sich nicht vorne anstellen und ewig warten, da kann man einfach so überprüfen kurz, das dauert fünf Mi/ eine Minute oder zwei oder drei halt und sonst dauert das vier oder fünf Minuten, das ist dann irgendwie auch nervig.“ (S15, Interview29)
	B: „Da muss man nicht die Eltern fragen oder zu dem Lehrer gehen, dann muss man einfach nur mit dem tiptoi-Stift auf Überprüfen gehen und dann sagt der, ob das richtig oder falsch ist.“ (S03, Interview40)
	B: „Also das war gut, weil wenn man dann da drauf geht, dann/ sonst muss man immer zur Lehrerin und wenn man Pech hat, dann ist da so eine Schlange. Das ist dann immer blöd.“ (S23, Interview48)



Abbildung 24: Evaluationsergebnis Item 13 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Auch in den Freiantworten der Evaluation fand sich eine diesbezügliche Häufung. Auf die Frage „Was hat dir besonders gefallen?“ nannte ein Viertel der Befragten die Überprüfen-Funktion bzw. für Hilfe oder zum Überprüfen nicht zur Lehrkraft gehen zu müssen.

Diskussion

Die häufige Nennung von Zeitersparnis ist ein Anhaltspunkt dafür, dass sich durch die Verwendung des tiptoi-Stiftes Warteschlangen und Wartezeiten für die Lernenden reduzieren können und sich somit der Anteil echter Lernzeit erhöhen kann (Meyer 2010, S. 39f.). Ob und inwieweit durch die Verwendung des tiptoi-Stiftes tatsächlich der Anteil echter Lernzeit erhöht wurde, lässt sich an dieser Stelle jedoch nicht abschließend beantworten.

7.2.3.2 Verifikation

Die Nutzung der Überprüfen-Funktion zur Verifikation entspricht im Wesentlichen der intendierten Nutzung, die in Kapitel 3.3 beschrieben wurde. In den Interviews äußerten elf Lernende (Tabelle 30), dass sie die Funktion auf diese Art nutzten.

Tabelle 30: Kodierungen zu „Verifikation“ (Interviews, N=24)

Code: „Verifikation“	
N	Beispielhafte Belegstellen
11	B: „Weil wenn da hinterher was falsch ist, wenn ich mich einmal verrechnet habe, dann kann es auch schon falsch sein und wenn ich auf Überprüfen drücke, dann überprüft der das.“ (S13, Interview02)
	B: „Weil ich wusste jetzt nicht, ob alles sofort richtig ist und dann habe ich da auch mal geguckt und mich mit den anderen besprochen und dann (unv.) hat der mir dann auch so gesagt, was ich dann noch hier so, zum Beispiel das Segelboot habe dann hinterher erst aufgeschrieben, weil ich das nicht wusste.“ (S09, Interview10)
	B: „Weil also S22 (Sitznachbar/in) hat dann da auch was gesagt und dann waren wir uns nicht einig, ob das richtig war, dann bin ich da halt noch ma/ dann bin ich halt da draufgegangen.“ (S23, Interview16)
	B: „Das war hilfreich, denn zwei Fehler hatte ich, die ich eigentlich ohne das Überprüfen nicht gesehen hätte. Ich dachte, das wäre richtig. Und so hatte ich zwei Fehler gesehen.“ (S07, Interview19)
	B: „Wegen den Fehlern, weil ich ein bisschen viel Fehler hatte.“ (S25, Interview49)

Ausgehend von den Schüleräußerungen schließt sich die Frage an, ob die Kinder bei Bedarf, wie intendiert, ihre Ergebnisse überarbeitet haben. In den Interviews fanden sich dazu drei Kategorien von Antworten, die in Tabelle 31 dargestellt sind. Die meisten Befragten gaben an, nach Benutzung der Überprüfen-Funktion die eigene Antwort überarbeitet (korrigiert oder ergänzt) zu haben bzw. dies nicht getan zu haben, weil die eigene Lösung bereits korrekt war. Drei Lernende gaben an, ihre Lösung trotz Notwendigkeit nicht korrigiert oder ergänzt zu haben.

Tabelle 31: Aufgabenkorrektur nach Nutzung der Überprüfen-Funktion (Interviews, N=24)

Code ⁴¹	N	Beispielhafte Belegstellen
Antworten wurden korrigiert/ ergänzt	13	I: „Hast du deine Antworten überprüft?“ B: „Mhm“ (bejahend) I: „Kannst du mir beschreiben, wie das war?“ B: „Das hat eigentlich auch gut geklappt, dann habe ich aber noch hinten ein paar Sachen dazu geschrieben, die mir nicht aufgefallen sind oder nicht eingefallen sind und/“ (lacht) (S01, Interview12)
		I: „Hast du danach deine Antworten noch mal korrigiert oder überarbeitet nach dem Überprüfen?“ B: „Ich habe die noch mal richtig korrigiert.“ (S16, Interview32)
		I: „Wie war das?“ B: „Auch gut, denn, der hat dann so erkl/ da muss (unv.) ich habe ein Wort nicht richtig eingesetzt, dann habe ich das noch mal eingesetzt.“ (S07, Interview42)
		B: „Da konnte ich noch mal gucken, ob das auch stimmte oder nicht. Und wenn das nicht gestimmte, dann habe ich halt das noch mal ein bisschen verbessert.“ (S21, Interview45)
		B: „Aber dann habe ich halt hier auf jede Funk/ hier einmal auf jedes draufgedrückt, also das hier jetzt nicht, weil da muss man ja nichts machen, aber dann habe ich auf die vier draufgedrückt und dann hat er mir gesagt, was man hier halt/ was hier halt stehen sollte und hier was da gezeichnet oder schreiben soll und hier auch und hier auch und dann hat mir das auch weitergeholfen, weil ich hatte da ein paar Fehler drin.“ (S05, Interview47)

Diese Tabelle wird auf der nächsten Seite fortgesetzt.

⁴¹ Einzelne Lernende gaben wiederholt Antworten, die einem Code zuzuordnen sind. Sie wurden für jeden Code nur einfach gezählt.

Fortsetzung zu Tabelle 31: Aufgabenkorrektur nach Nutzung der Überprüfen-Funktion (Interviews, N=24)

Code	N	Beispielhafte Belegstellen
Antworten wurden nicht korrigiert, weil sie zuvor richtig waren	4	I: (...) „Hast du, wenn du die Überprüfen-Funktion benutzt hast, hast du dann danach dein Ergebnis noch korrigiert?“ B: „//Mhm (bejahend). Ähm (.).“ I: „Wenn was falsch // war?“ B: „Ich hatte da keine Fehler.“ I: „Du hattest da keine Fehler. Okay.“ B: „Aber ich glaube, wenn ich Fehler hätte, hätte ich das wohl korrigiert.“ (S04, Interview06)
		I: „Hast du deine Lösung danach noch einmal korrigiert, wenn etwas falsch war?“ B: „Ja, hätte ich, wenn irgendetwas falsch gewesen wäre.“ (S15, Interview29)
Antworten wurden trotz Fehler(n) nicht korrigiert	3	I: „Hast du das danach noch mal überarbeitet, korrigiert?“ B: „Mhm“ (verneinend) I: „War vorher schon alles richtig?“ B: „Nein.“ (S08, Interview30)
		B: „Da wurde mir das eben gesagt, was falsch oder richtig war. Und bei manchen Stellen habe ich das dann eben auch so gelassen, weil ich wollte jetzt nicht so einen langen Text schreiben.“ (S17, Interview39)

Anhand der Videoaufzeichnungen konnte bei zwei der Lernenden, die angaben ihre Antworten trotz Fehler(n) nicht korrigiert oder ergänzt zu haben, nachvollzogen werden, wie sie die Überprüfen-Funktion nutzten. S17 nutzte die Überprüfen-Funktion nach Bearbeitung der Aufgaben, korrigierte dann wie angegeben jedoch nichts. S08 hatte in der aufgezeichneten Unterrichtssequenz Schwierigkeiten, die Kopfhörer richtig aufzusetzen und schien dadurch sowie durch die Lautstärke in der Klasse (Stationen mit Experimenten, inklusive einer geräuschintensiven Station mit Haartrockner) abgelenkt zu sein. Nachdem S08 sich die Aufgaben mehrfach hatte vorlesen lassen, hörte er/sie sich schließlich die Lösungen an und bearbeitete die Aufgaben erst anschließend (Video30).

Um den Lernenden die Möglichkeit zu geben, zur Korrektur der Aufgaben anonym Antwort zu geben, wurde Item 14 („Ich konnte meine Antworten dank des tiptoi-

Stiftes korrigieren.“) in die Evaluation aufgenommen. Die Visualisierung des Ergebnisses in Abbildung 25 zeigt, dass bis auf eine Ausnahme alle Lernenden zustimmten, dass sie dank des tiptoi-Stiftes ihre Antworten korrigieren konnten.



Abbildung 25: Evaluationsergebnis Item 14 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Während den Lernenden die Überprüfen-Funktion entgegen kam, äußerte die Klassenlehrkraft im Interview eine zweigeteilte Meinung. Einerseits gefiel ihr die Überprüfen-Funktion (Klassenlehrkraft 2017). Andererseits fiel ihr auf, dass die Lehrkraft durch den tiptoi-Stift weniger Kontrolle darüber hatte, wie die Lernenden arbeiteten, und es insbesondere beim Überprüfen nicht möglich war, regulierend einzugreifen, wenn Lernende ihre Lösungen nur oberflächlich reflektierten (ebd.).

Eingebautes Hindernis

In den Interviews gab es keine Hinweise darauf, dass Lernende die Überprüfen-Funktion nutzten, bevor sie die Aufgaben bearbeitet hatten. Sieben Lernende betonten explizit, die Funktion erst am Ende genutzt zu haben. Die Videoaufzeichnungen zeigten, dass drei Lernende die Überprüfen-Funktion antippten, bevor sie die Aufgaben bearbeitet hatten, sich dann jedoch (zunächst) umentschieden und die Lösungen nicht anzuhören. Zwei der Lernenden wechselten im Verlauf der Sequenz jedoch erneut in

den Überprüfen-Modus, hörten sich die Lösung(en) an und bearbeiteten erst dann die Aufgabe(n).

Drei Lernende fühlten sich gegen Ende der Unterrichtsreihe von der Notwendigkeit, die Bearbeitung der Aufgabe mehrfach zu bestätigen, bevor die Überprüfen-Funktion verwendet werden konnte, gestört (Tabelle 32).

Tabelle 32: Kodierungen zu „Mehrfaches Antippen für Überprüfen stört“ (Interviews, N=24)

Code „Probleme“, Subcode „Mehrfaches Antippen für Überprüfen stört“	
N	Exemplarische Belegstellen
3	B: Also ich habe dann hier halt auf jedes Zeichen gedrückt, dann hat er mir das noch mal/ dann muss man erstmal hier dreimal draufdrücken, damit man erst zum Überprüfen kommt und das gefällt mir auch nicht, weil man muss halt dreimal da draufdrücken und das ist halt blöd, weil man halt/ bei den anderen Funktionen muss man ja auch nur einmal draufdrücken, damit man drin ist. (S05, Interview47)
	I: Mhm (bejahend), kannst du mir beschreiben, wie das war, als du Überprüfen benutzt hast? B: Ich finde das immer so ein bisschen nervig, dass man da ein paar Mal draufklicken muss. (S07, Interview42)

Diskussion

Die Schüleräußerungen, die unter „Verifikation“ zusammengefasst sind, zeigen im Wesentlichen, dass die Funktion wie beabsichtigt genutzt wurde. Besonders das Überarbeiten der eigenen Lösungen entspricht der beschriebenen intendierten Nutzung. Das eingebaute Hindernis, die Notwendigkeit der mehrfachen Bestätigung, dass die Aufgabe bereits bearbeitet wurde, bevor die Überprüfen-Funktion eine Lösung nennt, erfüllte größtenteils ihren Zweck. Lernende wurden (zumindest zunächst) davon abgehalten, sich die Lösung vor Bearbeitung der Aufgabe anzuhören. Dass einzelne Lernende schlussendlich die Lösungen anhörten und notierten bevor sie eine eigene Lösung aufgeschrieben hatten, sollte zwar einerseits prinzipiell vermieden werden, andererseits werden auf diesem Wege möglicherweise Ausstiege verhindert. So beschäftigen sich Lernende eventuell weiter mit einer Aufgabe, die sie ohne die Funktion des tiptoi-Stiftes unter Umständen gar nicht bearbeiten würden. Wie die Lehrkraft anmerkte, ist es von ihrer Seite aus schwierig nachzuvollziehen, wie sorgfältig Lernende ihre Aufgabenlösungen tatsächlich überprüfen (Klassenlehrkraft 2017).

Auch durch die Nutzung der Hilfefunktion ist es unter Umständen für die Lehrkraft schwieriger nachzuvollziehen, welche Lernenden Hilfestellungen benötigen, da Nachfragen bei der Lehrkraft immer auch eine Rückmeldung darstellen. Da es den Lernenden den Ergebnissen zu Folge entgegen kam, „unbeobachtet“ Hilfestellungen und Lösungen nutzen zu können, bietet es sich an, den tiptoi-Stift im Unterricht so einzusetzen, dass den gegensätzlichen Interessen ausgewogen begegnet werden kann. Dies könnte beispielsweise die Begrenzung der Nutzung des tiptoi-Stiftes auf besondere Forder- und Förder-Situationen oder zeitliche Begrenzung im Rahmen von Projekten, sowie beispielsweise für einzelne Lernstationen oder die Arbeit in Kleingruppen sein. Dies entspricht auch der Nutzung, die die Lehrkraft im Interview für die dauerhafte Integration des tiptoi-Stiftes in den Unterrichtsalltag vorschlug (Klassenlehrkraft 2017).

Da sich einzelne Lernende gegen Ende der Unterrichtsreihe durch das dreimalige Tippen zum Wechsel in den Überprüfen-Modus gestört fühlten, ist für den längerfristigen Einsatz des tiptoi-Stiftes im Unterricht ein alternatives Hindernis überlegenswert.

7.2.3.3 Aufgrund der Anweisung

Da die Überprüfen-Funktion fester Bestandteil der Aufgabenstellung war, überrascht es nicht, dass Lernende angaben, sie aufgrund der Anweisung genutzt zu haben (Tabelle 33).

Tabelle 33: Kodierungen zu „Aufgrund der Anweisung“ (Interviews, N=24)

Code „Aufgrund der Anweisung“	
N	Belegstellen
2	I: Warum hast du die benutzt? B: Weil du das gesagt hast. (lacht) (S01, Interview12)
	I: Hast du Überprüfen benutzt? B: Ja, muss ich ja. (S17, Interview39)

Der Lehrkraft fiel auf, dass einige Lernende trotz der konkreten Arbeitsanweisung wiederholt daran erinnert werden mussten, die Überprüfen-Funktion auch zu nutzen (Klassenlehrkraft 2017). Auch in den Interviews wurde geäußert, dass die Überprüfen-Funktion vergessen wurde (Tabelle 34).

Tabelle 34: Kodierungen zu „Funktion vergessen“ (Interviews, N=24)

Code „Funktion vergessen“, Subcode „Überprüfen-Funktion“	
N	Belegstellen
2	I: Hast du die Funktion Überprüfen benutzt? B: Ne (lacht)//, das habe ich vergessen. (S05, Interview15)
	I: Okay. Hast du Überprüfen benutzt auf dem Zettel? B: Nein, habe ich vergessen. (S07, Interview19)

Diskussion

Da für die Überprüfen-Funktion zuvor jeweils eine konkrete mündliche und schriftliche Nutzungsanweisung gegeben wurde, die Funktion aber dennoch gelegentlich vergessen wurde, ist dies ein Hinweis darauf, dass die Nutzung des tiptoi-Stiftes im Unterricht für die Lernenden ungewohnt ist und einer Einführungsphase bedarf. Wie bereits in Kapitel 7.1.2 beschrieben, sollte im Kontext des Vergessens von tiptoi-Funktionen über eine längere Einführungsphase des tiptoi-Stiftes nachgedacht werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F2.3

Insgesamt wurde die Überprüfen-Funktion von den Lernenden gut angenommen und scheint größtenteils den intendierten Zweck, dass Lernende ihre Ergebnisse überprüfen und gegebenenfalls korrigieren, erfüllt zu haben.

7.2.4 Wie nutzen Lernende die Wissens-Funktion? (F2.4)

Die Wissens-Funktion wurde von den Lernenden insgesamt selten genutzt (Kapitel 7.1.2). Innerhalb dieser Funktion wurden unterschiedliche Aspekte realisiert, die getrennt voneinander zu betrachten sind. Es gab sechs Arbeitsblätter, die unter der Wissens-Funktion schwierigere Aufgaben (Expertenaufgaben) bereithielten (AB1, AB2, AB4, AB6, AB7, AB9), zwei Arbeitsblätter mit Zusatzaufgaben mit spielerischem Charakter (AB3, AB8) und ein Arbeitsblatt mit zusätzlichen Sachtexten (AB5). Tabelle 35 beinhaltet unter anderem die genaue Verteilung und zeigt, dass hauptsächlich die Aufgaben mit spielerischem Charakter angenommen wurden, nur ein Kind bearbeitete in zwei Unterrichtssequenzen die Expertenaufgaben. Aufgrund der seltenen Nutzung ist es an dieser Stelle sinnvoll, die Validität der Funktion ausgehend von den Gründen der Nicht-Nutzung bzw. aufgetretener Probleme zu untersuchen. Tabelle 35 zeigt die Häufigkeit, mit der Gründe der Nicht-Nutzung, bzw. Probleme bezüglich der Wissens-Funktion, angegeben wurden.

Tabelle 35: Verteilung bzgl. Nutzung und Problemen der Wissens-Funktion

Art d. Aufg. Codes	Expertenaufgaben	Spiele	Sachtexte
	Anzahl Lernender (Anzahl Interviews)	Anzahl Lernender (Anzahl Interviews)	Anzahl Lernender (Anzahl Interviews)
Funktion genutzt	1 (2)	9 (10)	0 (0)
Zeitmangel	5 (5)	2 (2)	0 (0)
Technische Probleme	1 (1)	3 (3)	0 (0)
Zusatzfunktion fehlte	3 (4)	1 (1)	0 (0)
Alternative Aufgabe	3 (3)	0 (0)	0 (0)
Aufgabe zu schwierig	2 (2)	0 (0)	0 (0)

Zeitmangel wurde als häufigster Grund für die Nicht-Nutzung der Funktion genannt.

Die technischen Probleme, die bezüglich der Wissens-Funktion auftraten, waren, dass einzelne tiptoi-Stifte nicht reagierten, sich „aufhängten“ oder versehentlich doppelt getippt wurde.⁴² Einzelne Lernende vermissten die Hilfe-, bzw. Überprüfen-Funktion für die Expertenaufgabe (Belegstellen siehe Tabelle 36). Ein Kind kritisierte, dass beim Ausmalen der Wärmeschlange die Farben nicht wiederholt werden konnten.⁴³

Tabelle 36: Kodierungen zu „Fehlen von Funktionen“ (Interviews, N=24)

Code „Fehlen von Funktionen“	
N	Belegstellen
3	B: Aber Überprüfen habe ich bei der Wissensaufgabe, da wusste ich nicht, wie ich das da benutzen soll und sonst ist eigentlich alles gut gelaufen. (S11, Interview20)
	B: Ja, bei den anderen Arbeitsblättern. Bei dem ersten zum Ausprobieren, da wollte ich die Wissensaufgabe machen und die war mir zu schwierig, dann bin ich zwar auf Hilfen gegangen, aber der hat mir dann dabei dann nicht geholfen. (S04, Interview31)
	B: Ich fand das ein bisschen blöd, dass ich die Farben dann nicht noch mal hören konnte, die die Schlange wollte. (S15, Interview43)

Für eine bessere Passung und um den Charakter der Freiwilligkeit der Nutzung des tiptoi-Stiftes zu erhalten, gab es neben der Wissens-Funktion weitere Aufgaben als didaktische Reserve, die parallel angeboten wurden. Einige Lernende gaben an, diese stattdessen bearbeitet zu haben. In den Interviews äußerten außerdem zwei Kinder, die Wissens-Funktion hätte Spaß gemacht und ein Kind sagte, die dort gestellte Aufgabe hätte ihm geholfen, die vorherige Aufgabe noch einmal zu ergänzen.

Der Lehrkraft gefiel insbesondere die Möglichkeit, durch diese tiptoi-Funktion leistungsstarke Lernende fordern zu können (Klassenlehrkraft 2017). Sie merkte an, dass es auch Lernende gäbe, die mit ihren Aufgaben einfach schnell fertig sein wollen würden und freiwillige Zusatzaufgaben schlecht annähmen (ebd.). Ihr Vorschlag lautete diesbezüglich, dass alle Lernenden verpflichtet werden sollten, sobald sie fertig wären, eine Zusatzaufgabe zu machen und diese wahlweise das gleiche Schwierigkeitsniveau haben oder schwieriger sein könnte (ebd.).

⁴² Auf die technischen Probleme wird in Kapitel 7.3 eingegangen.

⁴³ Dies war aufgrund der Zufälligkeit der Farben technischbedingt nicht möglich (vgl. Kapitel 4.3).

Diskussion

Da die Wissens-Funktion als didaktische Reserve für besonders schnelle Lernende intendiert war, widerspricht die Nennung von Zeitmangel nicht grundsätzlich der Validität der Funktion. Dass die Expertenaufgaben von einzelnen Kindern als zu schwierig eingestuft wurden, kann ein Hinweis darauf sein, dass die Aufgaben zu schwierig gewählt wurden. Es beweist dieses jedoch nicht, da Expertenaufgaben sich an den Kompetenzen der leistungstärkeren Lernenden orientieren sollen.

Insgesamt bleibt festzustellen, dass relativ viele Probleme bezüglich der Wissens-Funktion auftraten, die Funktion selten genutzt wurde und die Validität der Funktion somit nicht ausreichend belegt werden konnte. Da die Funktion selbst dennoch durchaus Potenzial birgt, wie die Lehrkraft feststellte, sollte vor allem die Umsetzung überdacht werden. Das Fehlen der Zusatzfunktionen, welches von mehreren Lernenden kritisiert wurde, könnte beispielsweise behoben werden, indem die Wissens-Funktion nicht als Bedienmodus, sondern als weitere Aufgabe, bzw. Wahlaufgaben, auf den Arbeitsblättern realisiert werden würde.

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F2.4

Die Validität der Wissens-Funktion konnte anhand der Ergebnisse nicht ausreichend belegt werden. Eine Überarbeitung der Umsetzung scheint erforderlich.

7.3 Forschungsfrage 3: Probleme

Während der Durchführung traten unterschiedliche Probleme auf. Einige Probleme, die den tiptoi-Funktionen zugeordnet werden konnten, wurden bereits erläutert, an anderen Stellen wurde auf dieses Kapitel verwiesen. Die Forschungsfrage lautete:

F3: Welche Schwierigkeiten treten beim Einsatz des tiptoi-Stiftes im Unterricht auf?

Um diese Fragestellung umfassend zu beantworten, beinhaltet Tabelle 37 eine Übersicht aller Probleme und Schwierigkeiten, die in den Interviews in Erscheinung traten, inklusive derer, die bereits angesprochen wurden.

Tabelle 37: Aufgetretene Probleme (Interviews, N=24, Mehrfachnennungen möglich)

Codes ⁴⁴	N	Beschreibung
1) Probleme mit dem tiptoi-Stift, bzw. OID-Codes	9	SuS berichten, dass der tiptoi-Stift nicht reagiert, versehentlich doppelt reagiert oder sich „aufhängt“.
2) Lautstärke/Kopfhörer	6	SuS berichten über zu leise tiptoi-Stifte und/oder schlechtsitzende Kopfhörer.
Abweichende Erwartungen an Hilfe-Funktion	6	siehe Kapitel 7.2.2
Fehlen von Funktionen (z.B. Hilfe-funktion für Expertenaufgabe)	3	siehe Kapitel 7.2.4
Benutzung von Funktionen vergessen	3	siehe Kapitel 7.1.2
Mehrfach Bestätigung für Überprüfen-Funktion störte	3	siehe Kapitel 7.2.3.2
Wissens-Funktion zu schwierig	2	siehe Kapitel 7.2.4
3) Sonstige Probleme	2	SuS berichten über Ablenkung oder Unsicherheit bei der Bedienung.

⁴⁴ Einzelne Lernende nannten einen Code in unterschiedlichen Interviews mehrfach, sie wurden für jeden genannten Code jedoch nur einfach gezählt.

Neben den Schwierigkeiten, die die Lernenden in den Interviews äußerten, ließen sich in den Videos weitere Probleme beobachten, wie Ablenkung durch den tiptoi-Stift und/oder die Kopfhörer (Kapitel 7.2.1.1 und 7.3.3).

7.3.1 Probleme mit dem tiptoi-Stift bzw. OID-Codes

Es traten wiederholt Probleme bei der Erkennung der OID-Codes durch den tiptoi-Stift auf. Dabei reagierte der tiptoi-Stift entweder nicht (und es musste erneut getippt werden), der tiptoi-Stift reagierte versehentlich doppelt oder der tiptoi-Stift „hängte sich auf“ und reagierte bis zu einem Neustart gar nicht mehr. Belegstellen finden sich in Tabelle 38.

Tabelle 38: Kodierungen zu „Probleme mit dem tiptoi-Stift/ OID-Codes“ (Interviews, N=24)

Code „Probleme mit dem tiptoi-Stift, bzw. OID-Codes“	
N	Exemplarische Belegstellen
9	B: Nur ich finde das doof, wenn man immer öfter drauftippen muss, weil der das nicht nimmt. (S24, Interview03)
	B: Manchmal, wenn ich auf da draufgehe oder so, dann ist der irgendwie aus oder so. (S22, Interview18)
	B: Ja, aber der Stift hat das gemerkt, der hat das erste Wort gesagt, dann hat der sofort das andere gesagt, weil ich habe zu lange draufgehalten. (S11, Interview22)
	B: Ja. Wenn ich auf Wissen, also letztes Mal habe ich auf Wissen draufgegangen und da ist nichts gekommen, also das hat dann nicht geklappt. (S25, Interview35)

Während die tiptoi-Stifte unter optimalen Bedingungen (korrekte Stifthaltung und Vermeidung des Tippens auf sonstige gedruckte Inhalte innerhalb der OID-Felder) sehr gute Erkennungsraten⁴⁵ lieferten, reagierten die Stifte nur sporadisch unter schlechteren Bedingungen. Insbesondere das Tippen auf sonstige gedruckte Inhalte (Texte, Symbole) innerhalb der OID-Felder verschlechterte die Erkennungsrate immens. Dies wurde bereits bei der Einführung des tiptoi-Stiftes besprochen und die Lernenden darauf hingewiesen, dass der tiptoi-Stift nur die grauen Bereiche in den

⁴⁵ Die neue Stiftversion reagierte in einem Test mit einem der gedruckten Arbeitsblätter und 100 Tipp-Versuchen in 100 Fällen, die alte Stiftversion in 94 Fällen.

tiptoi-Feldern erkennen kann. Insbesondere bei kleinen OID-Feldern (mit Symbol/Text/Bild) traten dennoch Schwierigkeiten auf. So entfallen vier der neun Kodierungen auf das Arbeitsblatt 3 („Eigenschaften der Luft“, im Anhang A.1.3), auf dem zum Teil recht kleine OID-Codes auf einem Bild umgesetzt wurden.

Das „Aufhängen“ von tiptoi-Stiften ließ sich vermehrt bei OID-Feldern beobachten, die mit komplexeren Kommandos in der Programmdatei verbunden waren, bzw. bei (ungeduldigem) Mehrfach-Tippen in kurzen Abständen auf diese Felder.

Diskussion

Dass die tiptoi-Stifte die OID-Codes der Originalprodukte auch auf dunklen Hintergründen problemlos erkennen, auf den gedruckten Arbeitsblättern jedoch nicht, lässt sich damit erklären, dass die Originalprodukte mit einer speziellen Tinte gedruckt werden, welche mithilfe der Ausleuchtung durch zwei LEDs in der Stiftspitze und eines UV-Filters auch auf dunklen Hintergründen für die nahinfrarotfähige Kamera erkennbar gemacht werden (Breitner und Podszun 2015, S. 156; Bratzke 2017, S. 12; Pusch 2017, S. 261). Bei der Verwendung eines Laserdruckers mit handelsüblichem Toner ist für eine gute Erkennungsrate durch den tiptoi-Stift ein möglichst großer Kontrast zwischen OID-Code und Hintergrund notwendig (Breitner und Podszun 2015, S. 156). Die Arbeitsblätter könnten diesbezüglich verbessert werden, indem die Texte und Symbole außerhalb der OID-Felder aufgedruckt bzw. die OID-Felder vergrößert würden. Um OID-Codes auf Abbildungen für den tiptoi-Stift besser erkennbar zu machen, könnten die Abbildungen auf einem Tintenstrahldrucker gedruckt werden und die Codes nachträglich mit einem Laserdrucker darüber gedruckt werden (ebd., S. 158; Schmid 2017).

Insgesamt schien die alte Version des tiptoi-Stiftes häufiger Schwierigkeiten zu bereiten. Stifte, die schlecht reagierten, wiesen oft eine deformierte Spitze auf (Abbildung 26, S. 89, rechts). Der Kunststoff verdeckte teils den optischen Sensor. Dem Hersteller scheint das Problem bekannt zu sein, dass beispielsweise durch Stürze oder heftiges Tippen auf Produkte die tiptoi-Spitze Schaden nehmen kann, denn die neuere Stiftversion weist, wie in Abbildung 26 (S. 89) zu sehen, eine veränderte Spitze auf.



Abbildung 26: tiptoi-Spitzen im Vergleich - neue Version (links), alte Version (rechts)

Das „Aufhängen“ des tiptoi-Stiftes bei Verwendung selbst erstellter tiptoi-Materialien wurde auch von Bratzke beobachtet (Bratzke 2017, S. 52). Im ttool wird bei Verwendung von acht oder mehr Kommandos pro Zeile bei Erstellung der GME-Datei eine Warnung ausgegeben. Das Aufhängen des tiptoi-Stiftes konnte jedoch auch bei Verwendung von weniger Kommandos beobachtet werden und tritt vereinzelt auch bei Originalprodukten (z.B. dem Spiel „Abenteuer Tierwelt“ (Kramer 2010)) auf.

7.3.2 Lautstärke/Kopfhörer

Aus ökonomischen Gründen wurden für die Untersuchung zunächst einfache Kopfhörer für Erwachsene angeschafft, die mit den tiptoi-Stiften funktionierten und die Audiodateien aus Sicht mehrerer erwachsener Probanden in ausreichender Lautstärke abspielten. Im Unterricht durften die Lernenden diese Kopfhörer oder ihre eigenen, von zu Hause mitgebrachten, Kinderkopfhörer nutzen. Während des Unterrichts und auch in den Interviews wurde jedoch wiederholt von Lernenden geäußert, die bereitgestellten Erwachsenenkopfhörer seien zu leise und/oder würden schlecht sitzen (Tabelle 39, S. 90).

Tabelle 39: Kodierungen zu „Probleme mit Lautstärke/Kopfhörer“ (Interviews, N=24)

Code „Lautstärke/Kopfhörer“	
N	Exemplarische Belegstellen
6	B: „Zum Beispiel, wenn ich jetzt die Kopfhörer aufhabe, zum Beispiel so welche (zeigt auf bereitgestellte Erwachsenenkopfhörer), dann ist es hier ja so ein bisschen locker und wenn ich jetzt auf Plus drücke, dann wird es ja immer lauter, aber das ist dann genau gleich laut. Das wird irgendwie nicht lauter bei mir.“ (S25, Interview17)
	I: „Mhm (bejahend), warum hast du die Funktion nicht benutzt?“ B: „Weil, wenn, weil die Kopfhörer, die sind immer zu leise, deswegen habe ich das dann selbst vorgelesen. Weil die Kopfhörer zu leise sind.“ (S07, Interview19)
	B: „Ja, nur halt mit den Kopfhörern, die sind nicht so gut.“ I: „Okay. Das heißt, die müssten etwas lauter sein, damit es besser funktioniert?“ B: „Ja und vielleicht auch andere, damit die mehr über den Ohren liegen.“ (S05, Interview23)

Da von mehreren Kindern in den Interviews geäußert wurde, die bereitgestellten Erwachsenenkopfhörer würden schlecht sitzen (Aussagen von S05 und S25 in Tabelle 39) und die Kombination aus diesen Kopfhörern und den tiptoi-Stiften sei zu leise (Aussage von S07 in Tabelle 39), die tiptoi-Stifte aus Sicherheitsgründen jedoch nicht insgesamt lauter eingestellt werden konnten, wurde ein Teil der verwendeten Kopfhörer während der Durchführungsphase durch spezielle Kinderkopfhörer ersetzt.⁴⁶ Es kam jedoch auch bei diesen Kinderkopfhörern wiederholt zu Schwierigkeiten, da diese durch einen Schiebeschalter eingeschaltet werden mussten und sich mehrfach Lernende meldeten, weil ihre Kopfhörer nicht funktionierten, diese jedoch lediglich versehentlich ausgeschaltet worden waren. Wenn alle Kinderkopfhörer bereits in Benutzung waren und einzelne Lernende mit den Erwachsenenkopfhörern gar nicht arbeiten konnten, wurde in diesen Einzelfällen den Lernenden erlaubt, den tiptoi-Stift mit reduzierter Lautstärke ohne Kopfhörer zu nutzen. In der abschließenden Evaluation gaben trotz dieser Interventionen dennoch knapp zwei Drittel der Lernenden an, der tiptoi-Stift sei zu leise gewesen (Abbildung 27, S. 91).

⁴⁶ Die Kinderkopfhörer standen bedauerlicherweise nicht in Klassenstärke zu Verfügung.

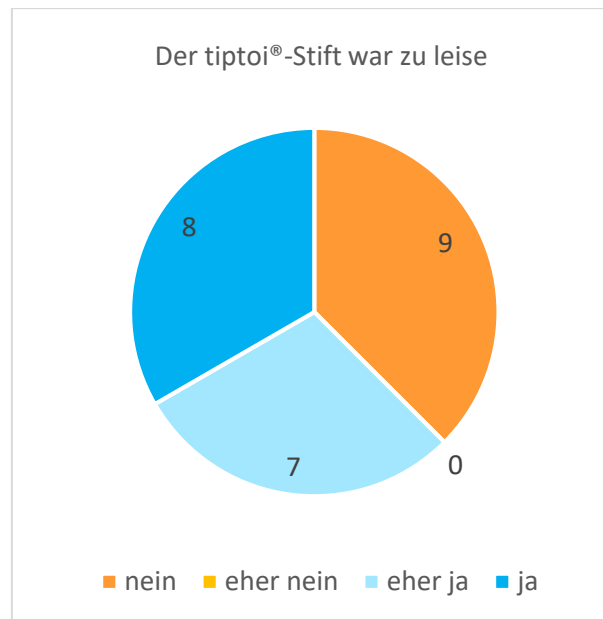


Abbildung 27: Evaluationsergebnis Item 15 (Zur besseren Erfassbarkeit wurde das Ergebnis von N=24 Befragten im Diagramm dargestellt.)

Diskussion

Die Ergebnisse aus den Interviews und der Evaluation zeigen, dass die verwendeten Erwachsenenkopfhörer ungünstig für den Einsatz in der Grundschule sind. Probleme, die auf die Verwendung dieser Kopfhörer zurückzuführen sind, hatten Einfluss auf die Nutzung, wie beispielsweise von Kind S07 (Tabelle 39, S. 90) im Interview geäußert wurde. Auch die Verwendung ohne Kopfhörer stellt keine Praxislösung dar, wie Kind S06 schilderte:

B: „Weil dann müssen da nicht immer so viele laut rum lesen, weil die einfach nicht leise lesen können.“

I: „Okay, findest du es ruhiger in der Klasse, wenn wir mit dem tiptoi-Stift arbeiten?“

B: „Es geht, weil dann ist der tiptoi-Stift ja an und der schreit dann ja auch rum, wenn man keine Kopfhörer aufhat. Und das würde dann halt auch nerven.“ (S06, Interview11)

Dass neun Lernende den tiptoi-Stift nicht als zu leise empfanden, ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass diese Lernenden häufig mit eigenen oder gestellten Kinderkopfhörern gearbeitet haben. Aufgrund der Anonymität der Evaluation ist dies jedoch nicht nachprüfbar. Eine weitere Aussage von S07 im Interview belegt jedoch, dass der tiptoi-Stift mit geeigneten Kopfhörern häufiger genutzt werden würde.

„Also ich habe die ja bei manchen Arbeitsblättern nur benutzt vorher schon, weil ich da andere Kopfhörer hatte, nämlich die Grünen⁴⁷, die sind auch lauter, und da war das dann besser, da habe ich mehr verstanden. Deswegen habe ich dann auch öfter Vorlesen benutzt.“ (S07, Interview19)

Für den weiteren Einsatz von tiptoi-Stiften in der Grundschule ist die Verwendung geeigneter Kinderkopfhörer daher dringend empfehlenswert.

7.3.3 Sonstige Probleme

Einzelne Lernende nannten weitere Schwierigkeiten bei der Verwendung des tiptoi-Stiftes (Tabelle 40), wie Ablenkung und Unsicherheiten während der Nutzung.

Tabelle 40: Kodierungen zu „Sonstige Probleme“ (Interviews, N=24)

Code „Sonstige Probleme“	
N	Belegstellen
2	B: Weil das war gut, weil dann muss man nicht die ganze Zeit lesen, weil wenn man liest, dann kann das auch langsamer sein oder nicht, weil das Dumme ist auch, wenn man dann kurz abgelenkt ist und der andere der Partner etwas zeigen möchte, dann hat man nicht verstanden, was er gesagt hat, der tiptoi-Stift. (S11, Interview20)
	B: Also ich habe hier draufgedrückt, dann habe ich nicht verstanden, wo ich jetzt gucken soll, also wo ich jetzt draufdrücken soll, als du (Stimme des tiptoi-Stiftes) mir das gesagt hast. Dann habe ich die anderen gefragt, dann habe ich hier draufgedrückt und dann hat er mir ein paar Sachen gesagt, was ich (unv.) so gemacht hab, dann habe ich das hier hinten alles aufgeschrieben und dann habe ich hinterher darauf gedrückt. (S09, Interview10)

Anhand der Videoaufzeichnung von S09 in der zugehörigen Unterrichtssequenz lässt sich nachvollziehen, dass S09 auf dem Arbeitsblatt 3 („Eigenschaften der Luft“, A.1.3) nach Bearbeitung der Kernaufgabe und Überprüfung dieser mit Hilfe des tiptoi-Stiftes zunächst Schwierigkeiten hatte, das Suchspiel (Wissens-Funktion) zu bedienen. Er/Sie konnte das Spiel mit dem tiptoi-Stift starten, versuchte dann jedoch, die Bildstellen ohne Nutzung des tiptoi-Stiftes zu finden. Nach einem Hinweis durch eine(n) Mitschüler(in) war S09 in der Lage, das Suchspiel allein fortzusetzen.

⁴⁷ Bereitgestellte Kinderkopfhörer

In der Videoaufzeichnung eines Kindes ließ sich außerdem beobachten, dass das Kind während der Arbeitsphase die auf der neueren Version des tiptoi-Stiftes vorinstallierten Medien⁴⁸ anhörte und währenddessen das Arbeitsblatt ausmalte, anstatt weitere Aufgaben zu bearbeiten (Video39).

Diskussion

Die Nutzung der vorinstallierten Medien zeigt, dass die tiptoi-Stifte zwar nicht im Umfang wie Laptops für private Zwecke genutzt werden können (Kapitel 2.1), jedoch dennoch Ablenkungspotenzial bieten (vgl. dazu auch Kapitel 7.2.1.1). Die vorinstallierten Medien können auf tiptoi-Stiften, die von der Lehrkraft gestellt werden, vor Einsatz im Unterricht deinstalliert werden. Dies gilt jedoch nicht für von Kindern privat mitgebrachte tiptoi-Stifte. Da im Unterricht für die Lehrkraft nahezu nicht nachvollziehbar ist, welche Inhalte sich Lernende gerade mit dem tiptoi-Stift über Kopfhörer anhören, gilt es abzuwägen, ob die Mitglieder einer Lerngruppe sich an Regeln bezüglich der Nutzung installierter Lieder und Hörbücher im Unterricht halten oder private tiptoi-Stifte für die Nutzung im Unterricht ausgeschlossen werden sollten.

Die anderen genannten Schwierigkeiten könnten möglicherweise durch eine ausführlichere Einführungsphase des tiptoi-Stiftes behoben werden, da beispielsweise bei Ablenkung während des Anhörens einer Audiosequenz diese mit der Wiederholungsfunktion einfach erneut abgespielt werden könnte.

Zusammenfassung der Ergebnisse zu F3

Es traten, neben den in den vorherigen Kapiteln geschilderten, vor allem technische Probleme auf, die sich durch die Nutzung kindgerechter Kopfhörer und die Umsetzung größerer Bedienfelder (ohne sonstige Inhalte) beheben lassen könnten.

⁴⁸ Auf den tiptoi-Stiften mit Media-Player sind ab Werk zwei Lieder und zwei Hörbücher vorinstalliert, die über die Bedientaste mit der Note und Play gestartet werden können.

8 Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass der tiptoi-Stift von den Lernenden im Unterricht gut angenommen und häufig verwendet wurde. Insbesondere die Vorlese- und die Überprüfen-Funktion des tiptoi-Stiftes wurden von den Lernenden sehr gut angenommen und größtenteils wie intendiert genutzt. Demgegenüber gibt es Verbesserungspotenzial bezüglich der Hilfe- und Wissens-Funktion. Es zeigte sich außerdem, dass für den Einsatz in der Grundschule unbedingt kindgerechte Kopfhörer benötigt werden.

Den Lernenden gefiel insbesondere, dass sie durch den tiptoi-Stift für unterschiedliche Fragestellungen nicht zur Lehrkraft gehen und somit Warteschlangen vermeiden konnten. Es ist daher denkbar, dass durch den Einsatz der entwickelten tiptoi-Funktionen Wartezeiten vermieden und der Anteil echter Lernzeit erhöht werden kann. Durch den Einsatz des tiptoi-Stiftes und die Verwendung von Kopfhörern wurde es außerdem in den Arbeitsphasen zeitweise sehr still im Klassenraum, was wiederum den Lernenden eine bessere Konzentration und effektiveres Lernen ermöglichen könnte. Das Auftreten technischer Probleme führte jedoch wiederholt zu Unruhe, sodass eine Behebung dieser für weitere Untersuchungen notwendig ist.

Des Weiteren erscheint es sinnvoll, eine längere Einführungsphase für die Nutzung des tiptoi-Stiftes einzuplanen, damit Lernende die Nutzung von Funktionen einerseits nicht vergessen und andererseits realistischere Erwartungshaltungen, beispielsweise an die Hilfe-Funktion, entwickeln.

Darüber hinaus sollte die Wissens-Funktion als zusätzliche Aufgabe umgesetzt werden, für die ebenfalls die Hilfe- und Überprüfen-Funktion genutzt werden können. Das Angebot sollte um Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades ergänzt werden, um für alle Lernenden passgenau differenzieren zu können.

Während die Vorlese-Funktion vielen Lernenden half, die Aufgaben besser zu verstehen, nutzten einige Lernende die Funktion aus Bequemlichkeit. Es stellt sich daher die Frage, ob der tiptoi-Stift der Lesemotivation im Wege steht und sich somit eventuell sogar negativ auf die Lesekompetenz auswirkt oder ob er leseschwache Lernende

ermuntert, öfter oder überhaupt zu lesen. Dies könnte Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein.

Da das eigenständige Lesen eine Übungsfunktion innehat, könnte eine Weiterentwicklung für lesestarke Lernende darin bestehen, dass der tiptoi-Stift nur Fremdwörter oder sehr lange Texte vorliest. Es wäre technisch möglich, für unterschiedliche Lernende den tiptoi-Stift individuell zu initialisieren, sodass jedem Kind ein geeigneter Funktionsumfang und Zusatzaufgaben mit passgenauem Schwierigkeitsgrad zur Verfügung stünden. Der tiptoi-Stift könnte so leistungsschwächere Lernende unterstützen und fördern, während er leistungsstarke Lernende fordert. Die Qualität ist dabei wesentlich davon abhängig, wie genau die Lehrkraft die Lernwege ihrer Lernenden vorausahnt und in der Umsetzung für den tiptoi-Stift berücksichtigt. Da dies mit einem erheblichen Aufwand verbunden ist, bietet sich für die längerfristige Nutzung der gezielte Einsatz für einzelne Lernende mit Förder- bzw. Förderbedarf und die Nutzung im individualisierten Unterricht für bestimmte Aufgaben, beispielsweise beim Stationenlernen oder Wochenplan, an.

Da diese Untersuchung auf der Erprobung des entwickelten Unterrichtsmaterials in einer Klasse und der Auswertung durch eine Person basiert, sind weitere Untersuchungen mit größeren Stichproben und Kontrollgruppen sowie erprobten Instrumenten notwendig, um die Wirksamkeit des tiptoi-Stiftes und seiner Funktionen zu belegen. Diese explorative Studie zur Entwicklung von tiptoi-Funktionen zur Erhöhung der individuellen Passung und Verbesserung der Differenzierung im Sachunterricht, sowie der Untersuchung der Validität dieser Funktionen, bildet die Grundlage für diese weiteren Untersuchungen zum Einsatz des tiptoi-Stiftes im Unterrichtskontext.

9 Zusammenfassung

Für die vorliegende Untersuchung wurden zunächst theoriegeleitet Funktionen für den tiptoi-Stift herausgearbeitet, die die individuelle Passung von Arbeitsblättern im naturwissenschaftlichen Sachunterricht der Grundschule für Lernende erhöhen sollen. Im Einzelnen umfassten die Funktionen eine Vorlese-Funktion, gestufte Hilfen, eine Überprüfen-Funktion, sowie zusätzliche Aufgaben und Inhalte für besonders schnell arbeitende Lernende. Diese Funktionen wurden zu einem Konzept zusammengefasst, das sich auf unterschiedliche Arbeitsblätter übertragen ließ und auf Grundlage von vorhandenem Unterrichtsmaterial, welches auf einer konstruktivistischen Sichtweise des Lernens basiert, für den Praxiseinsatz umgesetzt.

Die entstandenen Arbeitsblätter wurden im Sachunterricht eines dritten Schuljahres erprobt und die Nutzung und Validität der Funktionen mittels Leitfadeninterviews, Videoaufnahmen im Unterricht, einer abschließenden Evaluation sowie eines Lehrkraftinterviews untersucht. Die Kombination der unterschiedlichen Methoden diente der Triangulation der Ergebnisse sowie der Erhöhung der Güte der Untersuchung. Insgesamt muss jedoch berücksichtigt werden, dass alle Ergebnisse auf dem Einsatz des entwickelten Konzeptes in einer Schulklasse und auf der Auswertung durch eine Person beruhen.

Es ließ sich insgesamt eine häufige Nutzung des tiptoi-Stiftes während der Durchführung beobachten, wobei die Vorlese- und Überprüfen-Funktion von den Lernenden am häufigsten genutzt wurden. Diese Funktionen scheinen grundsätzlich den intendierten Nutzen zu erfüllen und trugen aus Sicht der Lernenden beispielsweise zu einem besseren Aufgabenverständnis bei. Ebenso stellte sich die Hilfe-Funktion für einige Lernende als wirksam heraus, da sie zum Beispiel bei Verständnisschwierigkeiten weiterhalf und die weitere Bearbeitung von Aufgaben ermöglichte. Von anderen Lernenden wurde die Funktion nicht als hilfreich empfunden, da sie beispielsweise nicht ihren Erwartungen entsprechend funktionierte. Die Validität der Wissens-Funktion konnte anhand der Ergebnisse nicht ausreichend belegt werden. Außerdem traten vor allem technische Probleme auf, die sich durch die Nutzung kindgerechter Kopfhörer und die Umsetzung größerer Bedienfelder beheben lassen könnten.

10 Quellenverzeichnis

Adamina, Marco (2013): Mit Lernaufgaben grundlegende Kompetenzen fördern. In: Peter Labudde (Hg.): Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.- 9. Schuljahr. 2. korrigierte Aufl. Bern, Stuttgart: Haupt; UTB (utb-studi-e-book, 3248), S. 117–132.

Belgrad, Jürgen; Grütz, Doris; Pfaff, Harald (2003): FORSCHUNGSBERICHT: Verstehen von Sachtexten in der Grundschule. Eine empirische Studie in der 4. Klasse. Pädagogische Hochschule Weingarten – Fak. II / Deutsch. Online verfügbar unter http://www.ph-weingarten.de/deutsch/downloads/lehrende-belgrad-projekte_Verstehen_von_Sachtexten_in_der_Grundschule.pdf, zuletzt geprüft am 14.08.2017.

Belgrad, Jürgen; Knapp, Werner; Lindel, Matthias (2012): LESEFÖRDERUNG DURCH VORLESEN - ein Forschungsprojekt an der Pädagogischen Hochschule Weingarten. Online verfügbar unter <http://www.lesefoerderung-durch-vorlesen.de/images/Dokumente/Publicationen/Projekt-LESEFÖRDERUNG%20DURCH%20VORLESEN-Kurzbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Belgrad, Jürgen; Schünemann, Ralf (2011): Leseförderung durch Vorlesen: Ergebnisse und Möglichkeiten eines Konzepts zur basalen Leseförderung. Unter Mitarbeit von Iris Hentschel und Barbara Schupp. In: Ulrike Behrens und Birgit Eriksson (Hg.): Sprachliches Lernen zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit. 1. Auflage. Bern: Hep der Bildungsverlag (Mündlichkeit, 1), S. 144–170.

Belgrad, Jürgen; Schupp, Barbara; Druba, Volker; Schünemann, Ralf (2010): LESEFÖRDERUNG DURCH VORLESEN. Projektbericht November 2010. Unter Mitarbeit von Jürgen Belgrad, Volker Druba, Ralf Schünemann, Barbara Schupp, Susanne Bührlé, Sabrina Kantzow et al. Pädagogische Hochschule Weingarten. Online verfügbar unter http://www.lesefoerderung-durch-vorlesen.de/images/Dokumente/Publicationen/LDV_Projektbericht_2010_11_17.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Bratzke, Tabea (2017): Entwicklung einer interaktiven Adipositas-Präventionsbrochure für Kinder im Alter von 4-8 Jahren auf Basis der Audiostifttechnologie. Bachelorarbeit. Universität Lüneburg, Lüneburg. Wirtschaftsinformatik. Online verfügbar unter https://github.com/MachEsEinfach/tiptoi_Abschlussarbeit/blob/master/Abschlussarbeit.pdf, zuletzt geprüft am 09.03.2018.

Breidenstein, Georg; Rademacher, Sandra (2017): Individualisierung und Kontrolle. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Breitner, Joachim (2015): Der Tiptoi-Stift. Spielzeug Reverse Engineering. Online verfügbar unter <https://entropia.de/images/b/b3/GPN15-Tiptoi.pdf>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Breitner, Joachim (2018a): Das ttool-Buch. Release 1.7.0. Online verfügbar unter <https://media.readthedocs.org/pdf/ttool/latest/ttool.pdf>, zuletzt aktualisiert am 09.01.2018, zuletzt geprüft am 17.01.2018.

Breitner, Joachim (2018b): tip-toi-reveng. GitHub zum ttool. Online verfügbar unter <https://github.com/entropia/tip-toi-reveng>, zuletzt aktualisiert am 09.01.2018, zuletzt geprüft am 11.01.2018.

Breitner, Joachim; Podszun, Carsten (2015): Stiftzauber. Eigene Bücher und Spiele für den Tiptoi vertonen. In: *c't: Magazin für Computertechnik* 2015 (8), S. 156–158. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/ct/ausgabe/2015-8-Eigene-Buecher-und-Spiele-fuer-den-Tiptoi-vertonen-2578001.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Dames, Martin (2015): Ting-el-Tangel (Das Ting-Stift-Projekt). Code-IDs und Ting-IDs. Online verfügbar unter https://www.ting-el-tangel.de/doku.php?id=code-ids_ting-ids, zuletzt aktualisiert am 22.01.2016, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Döring, Nicola; Bortz, Jürgen (2016): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Unter Mitarbeit von Sandra Pöschl. 5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer (Springer-Lehrbuch).

Dresing, Thorsten; Pehl, Thorsten (2015): Praxisbuch Interview, Transkription & Analyse. Anleitungen und Regelsysteme für qualitativ Forschende. 6. Auflage. Marburg: Dr. Dresing und Pehl GmbH.

Eckert, Ela (2010): Individuelles Fördern. In: Hilbert Meyer (Hg.): Was ist guter Unterricht? 7. Auflage. Berlin: Cornelsen, S. 86–97.

Elzen-Rump, Viola den; Leutner, Detlev (2013): Das Laptop-Projekt. Lernen mit Laptops im Unterricht einer gymnasialen Oberstufe. Berlin: Logos Berlin.

Forschergruppe Universität Kassel um Hänze, Martin; Stäudel, Lutz; Wodzinski, Rita (2007): Schritt für Schritt zur Lösung. Differenzierung durch Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Unter Mitarbeit von Blum, Simone; Franke-Braun, Gudrun; Schmidt-Weigand, Florian. In: *Unterricht Physik* 18 (99/100), S. 42–45. Online verfügbar unter http://www.staedel.de/schriften_LS/259%20schritt_fuer_schritt_F.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Franke-Braun, Gudrun; Schmidt-Weigand, Florian; Stäudel, Lutz; Wodzinski, Rita (2008): Aufgaben mit gestuften Lernhilfen - ein besonderes Aufgabenformat zur kognitiven Aktivierung der Schülerinnen und Schüler und zur Intensivierung der sachbezogenen Kommunikation. In: Kasseler Forschergruppe (Hg.): Lernumgebungen auf dem Prüfstand. Zwischenergebnisse aus den Forschungsprojekten, Bd. 2. Kassel: Kassel Univ. Press (Lehren - Lernen - Literacy, 2), S. 27–42. Online verfügbar unter <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-394-6.volltext.frei.pdf>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Friese, Inka; Schargan, Constanze (2013): Komm mit in den Wald. Mit über 800 Geräuschen und Texten; 4 - 7 Jahre. Ravensburg: Ravensburger (Wieso? Weshalb? Warum?, 8).

Haas, Elke (2017): Lehrerinterview am 03.05.2017. Interview mit Klassenlehrkraft.

Hänze, Martin; Schmidt-Weigand, Florian; Blum, Simone (2007): Mit gestuften Lernhilfen im naturwissenschaftlichen Unterricht selbstständig lernen und arbeiten. In: Kerstin Rabenstein und Sabine Reh (Hg.): Kooperatives und selbstständiges Arbeiten von Schülern. Zur Qualitätsentwicklung von Unterricht. 1. Aufl. Wiesbaden:

VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden, S. 197–208.

Herdegen, Tanja (2012): Leseförderung durch Vorlesen oder Hörbücher. - Eine vergleichende Untersuchung in einer sechsten und achten Klasse Realschule. Wissenschaftliche Hausarbeit zur ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Realschulen: Pädagogische Hochschule Weingarten, Weingarten.

IGLU 2016. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich (2017). 1. Auflage. Münster: Waxmann. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/IGLU_2016_Berichtsband.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Kircher, Ernst; Girwidz, Raimund; Häußler, Peter (Hg.) (2015): Physikdidaktik. Theorie und Praxis. 3. Aufl. Berlin: Springer Spektrum (Springer-Lehrbuch).

Knechtel, Nora (2011): Mündliche und schriftliche Texte verstehen: Hör- und Leseverstehen in der Primarschule im Vergleich. In: Ulrike Behrens und Birgit Eriksson (Hg.): Sprachliches Lernen zwischen Mündlichkeit und Schriftlichkeit. 1. Auflage. Bern: Hep der Bildungsverlag (Mündlichkeit, 1), S. 125–143.

Kohnhorst, Carina (2016): tiptoi - eine neue Möglichkeit für multimediale Lernmaterialien im Physikunterricht? Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster. Institut für Didaktik der Physik.

Kramer, Wolfgang (2010): Abenteuer Tierwelt. Vier Wissensspiele zum Thema Tiere. Ravensburg: Ravensburger Spieleverlag.

Leisen, Josef (2006): Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *MNU ; Organ des Deutschen Vereins zur Förderung des Mathematischen und Naturwissenschaftlichen Unterrichts e.V.* (59/5), S. 260–266. Online verfügbar unter <http://www.josefleisen.de/downloads/aufgabenkultur/01%20Aufgabenkultur%20im%20mathematisch-naturwissenschaftlichen%20MNU%202006.pdf>, zuletzt geprüft am 06.03.2018.

Lenske, Gerlinde (2016): Schülerfeedback in der Grundschule. Untersuchungen zur Validität. Dissertation. Münster, New York: Waxmann Verlag (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 92).

Meyer, Hilbert (Hg.) (2010): Was ist guter Unterricht? 7. Auflage. Berlin: Cornelsen.

Möller, Kornelia; Baumann, Stefanie; Henry, Walburga; Nachtigäller, Ingrid (2007): Klassenkisten für den Sachunterricht Luft und Luftdruck. Unter Mitarbeit von Eva Blumberg, Berenike Gais, Angela Jonen, Franz-Hermann Kock, Klaus Lemmen, Michael Mühlmann et al. Essen: Spectra-Verlag.

Niggli, Alois (2013): Didaktische Inszenierung binnendifferenzierter Lernumgebungen. Theorie - Empirie - Konzepte - Praxis. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.

OECD (Hg.) (2016): PISA 2015. Ergebnisse im Fokus. Online verfügbar unter http://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-studie/PISA_2015_Zusammenfassung.pdf, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz (Hg.) (2009): for.mat - Fortbildungskonzepte und -materialien zur kompetenz- bzw. standardbasierten Unterrichtsentwicklung. Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Online verfügbar unter http://www.kmk-format.de/material/Nawi/Aufgaben/A4_Hoehe/A4-3_Welche_Anregungen_geben_die_Anforderungsbereiche_fuer_die_Binnendifferenzierung/A4-3-1_Aufgaben_mit_gestuften_Lernhilfen.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.01.2009, zuletzt geprüft am 22.02.2018.

Pusch, Alexander (2014): Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik. Zugl.: Duisburg-Essen, Univ., Diss., 2014. Berlin: Logos-Verl. (Studien zum Physik- und Chemielernen, 173).

Pusch, Alexander (2017): Interaktive Lernmaterialien mit dem tiptoi-Stift. Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Dresden 2017. In: *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*, S. 261–264. Online verfügbar unter <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/download/756/905>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Ravensburger Buchverlag Otto Maier GmbH (Hg.) (2016): Informationen zum Einsatz von tiptoi® in der Schule. Online verfügbar unter https://www.tiptoi.com/content/wcm/mediadata/RBV_tiptoi_Infoblatt_Schule_02-2016_WEB.PDF, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Ravensburger Spieleverlag GmbH (Hg.): tiptoi® Manager. Online verfügbar unter <https://www.tiptoi.com/de/tiptoi-manager/index.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Ravensburger Spieleverlag GmbH (Hg.) (2015): tiptoi® Konzept. Online verfügbar unter <https://www.tiptoi.com/de/tiptoi-konzept/index.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Ravensburger Spieleverlag GmbH (Hg.) (2017): tiptoi® ab 3 Jahren. Online verfügbar unter <https://www.tiptoi.com/de/start/tiptoi-ab-3-jahren/index.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Rechlitz, Marcel; Lampert, Claudia (2016): Digitale Audiotifte in der Familie - eine explorative Studie. Unter Mitarbeit von Sabrina Maaß und Kira Stomberg. Hamburg: Hans-Bredow-Institut für Medienforschung an der Universität Hamburg (Arbeitspapiere des Hans-Bredow-Instituts, Nr. 37). Online verfügbar unter <https://www.hans-bredow-institut.de/uploads/media/Publikationen/cms/media/c97a5024db583f41bea6d5142f00410cab1a1c5.pdf>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Schmid, André (2017): Pia's personalisiertes TipToi-Buch. Die TipToi-Projekt-Webseite. Bad Waldsee. Online verfügbar unter <http://tiptoi.as-webstyling.de>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Spielwarenmesse eG (Hg.) (2015): Ravensburger bringt tiptoi Stift mit neuen Features. Online verfügbar unter <https://www.spielwarenmesse.de/branchennews/detailseite/ravensburger-bringt-tiptoi-stift-mit-neuen-features>, zuletzt aktualisiert am 01.07.2015, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Spielwarenmesse eG (Hg.) (2017): Ravensburger: Eine Dekade Wachstum. Online verfügbar unter <https://www.spielwarenmesse.de/branchennews/detailseite/ravens>

[burger-eine-dekade-wachstum](#), zuletzt aktualisiert am 31.01.2017, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Sturm, Tanja (2016): Lehrbuch Heterogenität in der Schule. 2., überarbeitete Auflage. München, Basel: Ernst Reinhardt Verlag (utb, 3893).

tip-toi-reveng (Hg.) (2015a): Firmware. Test mode. Online verfügbar unter <https://github.com/entropia/tip-toi-reveng/wiki/Firmware>, zuletzt aktualisiert am 28.01.2018, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

tip-toi-reveng (2015b): OID (Optical ID) and codes. Online verfügbar unter [https://github.com/entropia/tip-toi-reveng/wiki/OID-\(Optical-ID\)-and-codes](https://github.com/entropia/tip-toi-reveng/wiki/OID-(Optical-ID)-and-codes), zuletzt aktualisiert am 09.02.2017, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Trautmann, Thomas (Hg.) (2010): Interviews mit Kindern. Grundlagen, Techniken, Besonderheiten, Beispiele. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.

tttool. Das Schweizer Taschenmesser für den Tiptoi-Bastler. Online verfügbar unter <http://tttool.entropia.de>, zuletzt geprüft am 10.01.2018.

Wodzinski, Rita (2013): Lernen mit gestuften Hilfen. Gestufte Lernhilfen fördern selbstständiges Lernen und lassen individuelle Lernwege zu. In: *Physik Journal* 12 (3), S. 45–49. Online verfügbar unter <http://www.pro-physik.de/details/articlePdf/4376501/issue.html>, zuletzt geprüft am 12.03.2018.

Wodzinski, Rita (2007): Eigenständig lernen – Gemeinsam lernen. Beschreibung des Naturwissenschaftsmoduls G8. Kiel. Online verfügbar unter http://www.sinus-angrundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_STG/NaWi-Module/N8.pdf, zuletzt aktualisiert am 16.03.2011, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

10.1 Verwendete Software (Erstellung von Arbeitsblättern, Datenanalyse)

Audacity. Version 2.1.2. Online verfügbar unter <http://www.audacity.de>, zuletzt geprüft am 02.01.2018.

Breitner, Joachim (2013): ttool. Das Schweizer Taschenmesser für den Tiptoi-Bastler. Version 1.7.0.4. Online verfügbar unter <https://github.com/entropia/tip-toi-reveng>, zuletzt geprüft am 10.01.2018.

f4transkript. Demoversion. Version v6.2.4: dr. dresing & pehl GmbH. Online verfügbar unter <https://www.audiotranskription.de>, zuletzt geprüft am 02.01.2018.

GIMP. Gnu Image Manipulation Program. Version 2.8. Online verfügbar unter <https://www.gimp.org>, zuletzt geprüft am 02.01.2018.

MAXQDA. Analytics Pro 12. Version 12.3.1: Verbi GmbH Berlin.

Microsoft (2015): Office Professional Plus 2016. Version 1712.

Notepad++. Version 7.5.1. Online verfügbar unter <https://notepad-plus-plus.org>, zuletzt geprüft am 02.01.2018.

Skiljan, Irfan (2015): IrfanView. Version 4.40. Online verfügbar unter <http://www.irfanview.com>, zuletzt geprüft am 19.01.2018.

tip-toi-reveng (2014): oid-decoder. Version. Online verfügbar unter <http://htmlpreview.github.io/?https://github.com/entropia/tip-toi-reveng/blob/master/oid-decoder.html>, zuletzt geprüft am 09.03.2018.

10.2 Abbildungen, Audiodateien und Sachtexte der Arbeitsblätter

Backbeat (2011): Schlussakkord. Online verfügbar unter <https://www.audiyou.de/beitrag/schlussakkord-3182.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Chertier, Gilles (2009): Froschkonzert im Garten. Online verfügbar unter <http://www.audiyou.de/beitrag/froschkonzert-im-garten-1071.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Mona Dechant, Karl-Walter Kohrs, Joachim Weyers: Sachunterricht - 3./4. Klasse (2005) © Persen Verlag, Hamburg - AAP Lehrerfachverlage GmbH

Designmodo: Auge-, Stift-, Glühbirne- und Lupe-Icon. Online verfügbar unter <https://www.iconfinder.com/designmodo>, CC 3.0, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Iconfinder.com. Online verfügbar unter <https://www.iconfinder.com>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Kuchenbecker, Eckhard (2015): Glockenläuten. Online verfügbar unter <http://www.audiyou.de/beitrag/glockenluten-7058.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

leolein94 (2008): Fahrradklingel-4. Online verfügbar unter <http://www.audiyou.de/beitrag/fahrradklingel-4-117.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Lung, Yannick: Power-Icon. Online verfügbar unter <https://www.iconfinder.com/yanlu>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Martin66 (2008): Pool Splash. Online verfügbar unter <http://www.audiyou.de/beitrag/pool-splash-608.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Möller, Kornelia; Baumann, Stefanie; Henry, Walburga; Nachtigäller, Ingrid (2007): Klassenkisten für den Sachunterricht Luft und Luftdruck. Unter Mitarbeit von Eva Blumberg, Berenike Gais, Angela Jonen, Franz-Hermann Kock, Klaus Lemmen, Michael Mühlmann et al. Essen: Spectra-Verlag.

Niebäumer, Anja (2012): Luftdruck. Bielefeld. Online verfügbar unter http://129.70.40.49/nawi/lernprogramme/Wasser/themen/salz&eis/fachbegriffe/fb_luftdruck.html, zuletzt aktualisiert am 03.04.2012, zuletzt geprüft am 30.01.2018.

Santis, Daniele de: Replay-Icon. Online verfügbar unter <https://www.iconfinder.com/danieledesantis>, CC 3.0, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

soundscape (2015): Heftige Sturmböen. Online verfügbar unter <http://www.audiyou.de/beitrag/heftige-sturmben-7105.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Stiller, Jo (2008): fabrikgefangen (sound art). Online verfügbar unter <http://www.audiyou.de/beitrag/fabrikgefangen-sound-art-585.html>, zuletzt geprüft am 08.03.2018.

Tessloff Verlag: Wie viele und was für Schichten hat die Atmosphäre? Hg. v. Ragnar Tessloff GmbH & Co. KG. Nürnberg. Online verfügbar unter <https://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/wie-viele-und-was-fuer-schichten-hat-die-atmosphaere.html>, zuletzt geprüft am 30.01.2018.

10.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der tiptoi-Stift (Version ab 2015).....	7
Abbildung 2: EVA-Prinzip bei Audiostiften.....	7
Abbildung 3: Bedienleiste in einem tiptoi-Buch.....	8
Abbildung 4: Erhebung in der Untersuchungsklasse.....	11
Abbildung 5: Ausschnitt aus Originalbedienleiste.....	12
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Rasterstruktur eines OID-Codes .	13
Abbildung 7: Bit-Positionen mit zugeordneten Binärzahlen	15
Abbildung 8: Bedienleiste der erstellten Arbeitsblätter	24
Abbildung 9: Aufgabe mit Bedienfeld	24
Abbildung 10: Beispielprogramm	31
Abbildung 11: Beispiel Bedienleiste (Wechsel der Modi).....	33
Abbildung 12: Beispiel Wiederholungs-Funktion	35
Abbildung 13: Beispiel Suchspiel.....	36
Abbildung 14: Beispiel Mal-Spiel der Wärmeschlange	37
Abbildung 15: Ausschnitt Dialogfenster GIMP 2.....	39
Abbildung 16: Anteile aller Interviews/Evaluationsbögen	50
Abbildung 17: Evaluationsergebnis Item 9	56
Abbildung 18: Evaluationsergebnis Item 7	61
Abbildung 19: Evaluationsergebnis Item 8	63
Abbildung 20: Evaluationsergebnis Item 11	65
Abbildung 21: Evaluationsergebnisse bzgl. Hilfreichigkeit des tiptoi-Stiftes	68
Abbildung 22: Evaluationsergebnis Item 10	69
Abbildung 23: Evaluationsergebnis Item 12	72
Abbildung 24: Evaluationsergebnis Item 13	75
Abbildung 25: Evaluationsergebnis Item 14	79
Abbildung 26: tiptoi-Spitzen im Vergleich	89
Abbildung 27: Evaluationsergebnis Item 15	91

10.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Umrechnung in Dezimalzahl	13
Tabelle 2: Belegungen der tiptoi-OID-Codes	14
Tabelle 3: Berechnung der Prüfsumme.....	15
Tabelle 4: Beispiele gestufter Hilfen nach Franke-Braun et al.....	26
Tabelle 5: Hilfestufen zum Übungsblatt AB 1 „Teilbarkeit“	27
Tabelle 6: Schritte bei der Erstellung von tiptoi-Arbeitsblättern	29
Tabelle 7: Aufbau einer Skriptzeile.....	32
Tabelle 8: Inhalte der Audiodateien	34
Tabelle 9: Evaluationsergebnisse Item 1.....	47
Tabelle 10: Nutzungskombinationen der tiptoi-Funktionen in Interviews	48
Tabelle 11: Nutzungskombinationen der tiptoi-Funktionen in Evaluation.....	49
Tabelle 12: Häufigkeit der Nutzung nach Funktionen	50
Tabelle 13: Vorteile und Gründe der Nutzung der Vorlese-Funktion.....	54
Tabelle 14: Kodierungen zu „Verstehen/ kein Verlesen“	55
Tabelle 15: Kodierungen zu „Bequemlichkeit“	58
Tabelle 16: Kodierungen zum „Ausprobieren“	59
Tabelle 17: Kodierungen zu „Zeitersparnis“	60
Tabelle 18: Kodierungen zu „Gefallen an der Funktion“	60
Tabelle 19: Kodierungen zu „Mitschüler(in)“	62
Tabelle 20: Kodierung zu „Lautstärke“ (bzgl. Vorlese-Funktion)	62
Tabelle 21: Kodierungen zu Lautstärke bei Verwendung des tiptoi-Stiftes.....	63
Tabelle 22: Freiantworten Evaluation bzgl. Lautstärke in der Klasse	64
Tabelle 23: Vorteile und Gründe der Nutzung der Hilfe-Funktion	66
Tabelle 24: Kodierungen zu „Hilfe benötigt“	67
Tabelle 25: Belegstellen für Probleme mit Hilfe-Funktion	68
Tabelle 26: Belegstellen Benutzung mehrerer Hilfestufen	70
Tabelle 27: Kodierungen zu „Praktische Gründe“	72
Tabelle 28: Gründe und Vorteile zur Nutzung der Überprüfen-Funktion.....	74
Tabelle 29: Kodierungen zu „Praktische Gründe“	75
Tabelle 30: Kodierungen zu „Verifikation“	76
Tabelle 31: Aufgabenkorrektur nach Nutzung der Überprüfen-Funktion	77
Tabelle 32: Kodierungen zu „Mehrfaches Antippen für Überprüfen stört“	80
Tabelle 33: Kodierungen zu „Aufgrund der Anweisung“	81
Tabelle 34: Kodierungen zu „Funktion vergessen“	82
Tabelle 35: Verteilung bzgl. Nutzung und Problemen der Wissens-Funktion...	83
Tabelle 36: Kodierungen zu „Fehlen von Funktionen“	84
Tabelle 37: Aufgetretene Probleme	86
Tabelle 38: Kodierungen zu „Probleme mit dem tiptoi-Stift/ OID-Codes“	87
Tabelle 39: Kodierungen zu „Probleme mit Lautstärke/Kopfhörer“	90
Tabelle 40: Kodierungen zu „Sonstige Probleme“.....	92

11 Anhang

A.1	tiptoi-Arbeitsblätter.....	109
A.1.1	AB 1: Übung zu tiptoi-Funktionen (Teilbarkeit)	110
A.1.2	AB 2: Übung zu tiptoi-Funktionen (Textaufgaben)	111
A.1.3	AB 3: Eigenschaften der Luft.....	112
A.1.4	AB 4: Trichterversuch	113
A.1.5	AB 5: Ohne Luft gibt es kein Leben	114
A.1.6	AB 6: Flaschengeist und Luftballonflasche	115
A.1.7	AB 7: Der Heißluftballon.....	116
A.1.8	AB 8: Die Wärmeschlange	117
A.1.9	AB 9: Feuer in Gläsern.....	119
A.2	Quellcodes.....	120
A.3.1	Quellcode zu AB 1 (Teilbarkeit)	120
A.3.2	Quellcode zu AB 2 (Textaufgaben)	123
A.3.3	Quellcode zu AB 3 (Eigenschaften Luft).....	125
A.3.4	Quellcode zu AB 4 (Trichterversuch)	128
A.3.5	Quellcode zu AB 5 (Ohne Luft)	130
A.3.6	Quellcode zu AB 6 (Flaschengeist).....	132
A.3.7	Quellcode zu AB 7 (Der Heißluftballon).....	134
A.3.8	Quellcode zu AB 8 (Die Wärmeschlange)	135
A.3.9	Quellcode zu AB 9 (Feuer in Gläsern).....	136
A.3	Unterrichtssequenzen	139

A.1 tiptoi-Arbeitsblätter







Auf den nachfolgenden Seiten finden sich die erstellten tiptoi-Arbeitsblätter in der Reihenfolge, wie sie im Unterricht eingesetzt wurden:

A.1.1	AB 1: Übung zu tiptoi-Funktionen (Teilbarkeit)	110
A.1.2	AB 2: Übung zu tiptoi-Funktionen (Textaufgaben)	111
A.1.3	AB 3: Eigenschaften der Luft	112
A.1.4	AB 4: Trichterversuch	113
A.1.5	AB 5: Ohne Luft gibt es kein Leben	114
A.1.6	AB 6: Flaschengeist und Luftballonflasche	115
A.1.7	AB 7: Der Heißluftballon.....	116
A.1.8	AB 8: Die Wärmeschlange	117
A.1.8a	AB 8: Bastelvorlage zur Wärmeschlange	118
A.1.9	AB 9: Feuer in Gläsern.....	119


A.1.1 AB 1: Übung zu tiptoi-Funktionen (Teilbarkeit)


Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierendel

  VorlesenHilfeÜberprüfenWissen

Übung zu tiptoi®-Funktionen

 Welche der untenstehenden Zahlen sind ohne Rest durch 3 teilbar?

 Überprüfe und ergänze deine Antwort mit Hilfe des tiptoi®-Stiftes.

333

27

60

14

75

634

326

19

741

456

189

2036

162

144

3459

12345

Tipp:

Die Quersumme einer Zahl ist die Summe ihrer einzelnen Ziffern.

Die Quersumme von 123 berechnet sich so:

$$1 + 2 + 3 = 6$$

Alles fertig? Eine Expertenaufgabe findest du oben bei der Glühbirne!

A.1.3 AB 3: Eigenschaften der Luft

Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierende!

			Vorlesen		Hilfe		Überprüfen		Wissen
--	--	--	----------	--	-------	--	------------	--	--------

Luft

Welche Eigenschaften der Luft erkennst du hier?
Schreibe auf die Rückseite.

Überprüfe und ergänze deine Antworten mit Hilfe des tiptoi®-Stiftes.

Eine Expertenaufgabe findest du oben bei der Glühbirne!

Aus: Klasse(n)kisten für den Sachunterricht, „Luft und Luftdruck“, S. 168, © 2007 by Spectra-Verlag, verändert durch Elke Haas

(Entnommen und verändert aus: Möller et al. 2007, S. 168)

A.1.4 AB 4: Trichterversuch

Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

			Vorlesen		Hilfe		Überprüfen		Wissen
--	--	--	----------	--	-------	--	------------	--	--------

Station 5:
Ist der Trichter verstopft?

Lies dir zunächst die folgende Versuchsbeschreibung durch und stelle dir das genau vor. Führe den Versuch aber noch nicht durch:

Ein Trichter wird über ein Becken gehalten und mit Wasser gefüllt. Das Wasser fließt durch den Trichter.

Nun wird der gleiche Trichter fest auf eine Flasche geschraubt und wieder mit Wasser gefüllt.

Was passiert nun mit dem Wasser im Trichter?

Schreibe deine Vermutung auf:

Durchführung: Führe nun den Versuch wie oben beschrieben durch und beobachte genau, was jeweils mit dem Wasser passiert.

Schreibe oder zeichne deine Beobachtungen auf:

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierende!

Alles fertig? Dann findest du eine Expertenaufgabe oben bei der Glühbirne!

Aus: Klasse(n)kisten für den Sachunterricht, „Luft und Luftdruck“, S. 213, © 2007 by Spectra-Verlag, verändert durch Elke Haas

(Entnommen und verändert aus: Möller et al. 2007, S. 213)

A.1.5 AB 5: Ohne Luft gibt es kein Leben

Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

			Vorlesen		Hilfe		Überprüfen		Wissen
--	--	--	----------	--	-------	--	------------	--	--------

Ohne Luft gibt es kein Leben

Lies den Text und setze die fehlenden Wörter ein.

Schreibe fünf Fragen, die sich aus dem Text beantworten lassen, auf eine Karteikarte.

Versuche die Fragen deiner Nachbarn auswendig zu beantworten.

Du kannst die Luft nicht Und doch ist sie überall, wo nichts anderes ist. Sie strömt dorthin, wo irgend etwas leer wird. Aus einer kann nur Flüssigkeit fließen, wenn Luft nachkommen kann. Wenn du deine öffnest, trägst du darin eine Säule von Luft.

Die Luft umgibt unsere Erde wie ein dicker Wir nennen diese Lufthülle Atmosphäre. Sie besteht aus mehreren Schichten. Nach außen hin wird die Luft immer dünner. Im Weltall gibt es keine Luft mehr. Die Lufthülle schützt uns vor den schädlichen Strahlen der .

Luft ist ein Gasgemisch. Die wichtigsten Bestandteile sind Stickstoff und Sauerstoff. Menschen und brauchen den Sauerstoff aus der Luft. Ohne Luft gibt es kein Leben. Die Luft hat auch mit unserem Wetter zu tun: Wind ist nichts anderes als bewegte Luft.

Alles fertig? Dann findest du eine Expertenaufgabe oben bei der Glühbirne!

Aus: Bergedorfer Grundschulpraxis: Sachunterricht – 3./4. Klasse, Natur und Leben, S. 42 © Persen Verlag, verändert durch Elke Haas

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierendel

(Entnommen und verändert aus: Dechant et al. 2005, S. 42)

A.1.7 AB 7: Der Heißluftballon

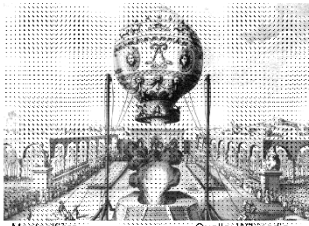
Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

Das Arbeitsblatt ist in einer digitalen Umgebung eingebettet, die oben eine Reihe von Werkzeugen zeigt: Ein Power-Symbol, ein Kreislauf-Symbol, ein Augensymbol, ein Fragezeichen-Symbol, ein Suchglas-Symbol und ein Leuchtendesign-Symbol. Die Beschriftungen sind 'Vorlesen', 'Hilfe', 'Überprüfen' und 'Wissen'.

Der Heißluftballon

Lies die Geschichte der Brüder Montgolfier.

1783 bauten die Brüder Montgolfier den ersten Heißluftballon. Das kam so:
Als die beiden Brüder Joseph und Etienne einmal vor ihrem Kamin saßen und den aufsteigenden Rauch beobachteten, kam ihnen die Idee, ein Fluggerät zu bauen. Sie wollten einen Ballon bauen. Ihre ersten Versuche unternahmen sie mit Ballons aus Papier – kein Wunder, ihr Vater besaß eine Papierfabrik. Sie füllten die Ballons mit heißer Luft, indem sie darunter Stroh und Schafswolle verbrannten. Immer wieder gingen die Ballons in Flammen auf. Dann bauten sie einen Ballon aus Seide. Wieder zündeten sie unter dem Ballon ein Feuer an. Nach den vielen missglückten Versuchen vorher trauten sich die beiden Brüder aber nicht, in den Korb des Ballons einzusteigen. Die ersten Passagiere waren ein Huhn, eine Ente, und ein Schaf. Die drei Tiere sollten die Elemente vertreten: Das Huhn stand für die Luft, die Ente für das Wasser und das Schaf für die Erde. Der Ballon stieg am 19. September 1783 tatsächlich auf und kehrte nach 8 Minuten zur Erde zurück. Nach der Landung des Heißluftballons waren Ente und Schaf wohlauf, nur das Huhn hatte einen gebrochenen Flügel (weil das Schaf vermutlich das Huhn getreten hatte). Darüber, dass der Ballon tatsächlich aufgestiegen ist, waren die Brüder Montgolfier selbst erstaunt! Einen Monat später stiegen zwei Menschen mit dem Ballon in die Höhe.

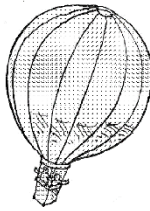


Zeichne auf einem separaten Blatt den Aufstieg des ersten Heißluftballons aus der Geschichte der Brüder Montgolfier!
Du kannst auch zeichnen, wie ein moderner Heißluftballon funktioniert. Einen Informationstext dazu findest du unten auf diesem Arbeitsblatt.

Überprüfe, ob du alle wichtigen Aspekte gezeichnet hast.

Der moderne Heißluftballon

Ein Brenner über dem Korb erwärmt die Luft. Die erwärmte Luft steigt nach oben in den Ballon und füllt diesen mit heißer Luft. Wenn der Ballon ganz gefüllt ist, steigt er nach oben in die Luft. Wenn die Luft wieder kalt wird, sinkt der Ballon. Wird der Brenner über dem Korb erneut angezündet, wird die Luft im Ballon wieder heiß und der Ballon steigt. Wenn der Ballon landen soll, lässt man die Luft im Ballon kalt werden. Dann sinkt der Ballon zu Boden.



Alles fertig? Dann findest du eine Expertenaufgabe oben bei der Glühbirne!

Aus: Klasse(n)kisten für den Sachunterricht, „Luft und Luftdruck“, S. 92f., 168, 233, © 2007 by Spectra-Verlag, verändert durch E. Haas

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlags vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierendel

(Entnommen und verändert aus: Möller et al. 2007, S. 92f.)

A.1.8 AB 8: Die Wärmeschlange


Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

Das Arbeitsblatt ist in einem Rahmen mit einer vertikalen Copyright-Nachricht auf der linken Seite und einer horizontalen Navigationsleiste oben angeordnet.

Copyright-Nachricht (vertikal links): Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierende!

Navigationsleiste (oben): Enthält Symbole für Power, Zurück, Vorlesen, Hilfe, Überprüfen und Wissen.

Wärmeschlange

Aufgabe 1:  Zeichne den Versuch „Wärmeschlange“.

Aufgabe 2:  Erkläre, warum sich die Wärmeschlange dreht.

Aufgabe 3:  Überprüfe deine Ergebnisse mit dem tiptoi®-Stift.

Alles fertig? Dann findest du eine Expertenaufgabe oben bei der Glühbirne!

Aus: Klasse(n)kisten für den Sachunterricht, „Luft und Luftdruck“, S. 234f., © 2007 by Spectra-Verlag, verändert durch Elke Haas



(Entnommen und verändert aus: Möller et al. 2007, S. 234f.)

A.1.8a AB 8: Bastelvorlage zur Wärmeschlange

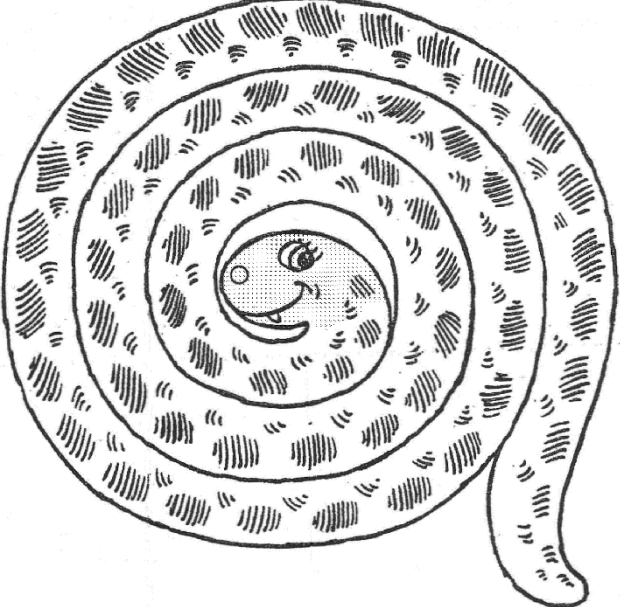
Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierende!

**Bastelvorlage:
„Wärmeschlange“**

1. Schneide die Wärmeschlange aus und befestige an der Spitze (Nasenloch) einen dünnen Faden. Halte die Wärmeschlange über eine warme Heizung oder über ein Teelicht.
2. Halte sie vorsichtig **neben** die Flamme!

Beobachte die Wärmeschlange.



Aus: Klasse(n)kisten für den Sachunterricht, „Luft und Luftdruck“, S. 234f., © 2007 by Spectra-Verlag, verändert durch Elke Haas

(Entnommen und verändert aus: Möller et al. 2007, 234f.)

A.1.9 AB 9: Feuer in Gläsern

Aus technischen Gründen ist an dieser Stelle nur eine Vorschau des Arbeitsblattes möglich. Eine für den Druck mit 1200dpi optimierte XCF-Datei befindet sich jedoch ebenfalls auf diesem Speichermedium.

Darf nicht ohne Erlaubnis des Verlages vervielfältigt und nur für Forschung und Universitäre Lehre innerhalb des Institutes eingesetzt werden. Kein Nutzungsrecht für Studierende!

			Vorlesen		Hilfe		Überprüfen:		Wissen:
--	--	--	----------	--	-------	--	-------------	--	---------

Feuer in Gläsern

Was wird passieren, wenn ein großes Glas über die Kerze gestülpt ist oder wenn ein kleines Glas über die Kerze gestülpt ist?

Ich vermute:

Ich überprüfe meine Vermutung in einem Experiment:
(Zeichne oder schreibe)

Das Ergebnis meines Experiments:

Ich habe herausgefunden:

Überprüfe deine Ergebnisse mit dem tiptoi®-Stift.

Alles fertig? Dann findest du eine Expertenaufgabe oben bei der Glühbirne!

Aus: Klasse(n)kisten für den Sachunterricht, „Luft und Luftdruck“, S. 236, © 2007 by Spectra-Verlag, verändert durch Elke Haas

(Entnommen und verändert aus: Möller et al. 2007, S. 236)

A.2 Quellcodes

A.3.1 Quellcode zu AB 1 (Teilbarkeit)

```
1 product-id: 927
2 welcome: MWillkommen
3 language: de
4 init: $modus := 1 $gefragt := 1 $tipp :=1
5 scripts:
6 Vorlesen:
7 - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8 Hilfe:
9 - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB1U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(AB2W) $zg := 9
20 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB2F1V) $zg := 10
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB2F1H1) $zg := 11
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB2F1H2) $zg := 12
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(AB2F1H3) $zg := 13
26 - $modus == 2? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(AB2F1H4) $zg := 14
27 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB2F1H5) $zg := 15
28 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB2F1H6) $zg := 16
29 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(AB2F1H7) $zg := 17
30 - $modus == 2? $gefragt == 9? $gefragt := 10 P(AB1H) $zg := 4
31 - $modus == 2? $gefragt >= 10? $gefragt := 3 P(AB2F1H1) $zg := 11
32 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 1 P(AB1U2) $zg := 6
33 - $modus == 4? $tipp == 1? $tipp := 2 P(AB2F1U1) $zg := 18
34 - $modus == 4? $tipp == 2? $tipp := 1 P(AB2F1U2) $zg := 19
35 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
36 Feld2:
37 - $modus == 1? P(AB2F2V) $zg := 20
38 - $modus == 2? $gefragt <= 11? $gefragt := 12 P(AB2F2H1) $zg := 21
39 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(AB1H) $zg := 4
40 - $modus == 2? $gefragt >= 13? $gefragt := 12 P(AB2F2H1) $zg := 21
41 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
42 - $modus == 4? P(AB2F2U) $zg := 22
43 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
44 Z27:
45 - $modus == 1? P(27) $zg := 27
46 - $modus == 2? $gefragt <= 13? $gefragt := 14 P(AB2ZH1) $zg := 23
47 - $modus == 2? $gefragt == 14? $gefragt := 15 P(AB2ZH2) P(9) $zg := 24
48 - $modus == 2? $gefragt == 15? $gefragt := 16 P(AB2ZH3) $zg := 25
49 - $modus == 2? $gefragt == 16? $gefragt := 17 P(AB2ZH4a) $zg := 26
50 - $modus == 2? $gefragt == 17? $gefragt := 13 P(AB1H) $zg := 4
51 - $modus == 2? $gefragt >= 18? $gefragt := 14 P(AB2ZH1) $zg := 23
52 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
53 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
54 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
55 Z333:
56 - $modus == 1? P(333) $zg := 43
57 - $modus == 2? $gefragt <= 18? $gefragt := 19 P(AB2ZH1) $zg := 23
58 - $modus == 2? $gefragt == 19? $gefragt := 20 P(AB2ZH2) P(9) $zg := 24
59 - $modus == 2? $gefragt == 20? $gefragt := 21 P(AB2ZH3) $zg := 25
60 - $modus == 2? $gefragt == 21? $gefragt := 22 P(AB2ZH4a) $zg := 26
61 - $modus == 2? $gefragt == 22? $gefragt := 23 P(AB1H) $zg := 4
62 - $modus == 2? $gefragt >= 23? $gefragt := 19 P(AB2ZH1) $zg := 23
63 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
64 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
65 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
66 Z60:
67 - $modus == 1? P(60) $zg := 44
```



```

68 - $modus == 2? $gefragt <= 23? $gefragt := 24 P(AB2ZH1) $zg := 23
69 - $modus == 2? $gefragt == 24? $gefragt := 25 P(AB2ZH2) P(6) $zg := 29
70 - $modus == 2? $gefragt == 25? $gefragt := 26 P(AB2ZH3) $zg := 25
71 - $modus == 2? $gefragt == 26? $gefragt := 27 P(AB2ZH4a) $zg := 26
72 - $modus == 2? $gefragt == 27? $gefragt := 28 P(AB1H) $zg := 4
73 - $modus == 2? $gefragt >= 28? $gefragt := 24 P(AB2ZH1) $zg := 23
74 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
75 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
76 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
77 z75:
78 - $modus == 1? P(75) $zg := 45
79 - $modus == 2? $gefragt <= 28? $gefragt := 29 P(AB2ZH1) $zg := 23
80 - $modus == 2? $gefragt == 29? $gefragt := 30 P(AB2ZH2) P(12) $zg := 30
81 - $modus == 2? $gefragt == 30? $gefragt := 31 P(AB2ZH3) $zg := 25
82 - $modus == 2? $gefragt == 31? $gefragt := 32 P(AB2ZH4a) $zg := 26
83 - $modus == 2? $gefragt == 32? $gefragt := 33 P(AB1H) $zg := 4
84 - $modus == 2? $gefragt >= 33? $gefragt := 29 P(AB2ZH1) $zg := 23
85 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
86 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
87 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
88 z456:
89 - $modus == 1? P(456) $zg := 46
90 - $modus == 2? $gefragt <= 33? $gefragt := 34 P(AB2ZH1) $zg := 23
91 - $modus == 2? $gefragt == 34? $gefragt := 35 P(AB2ZH2) P(15) $zg := 31
92 - $modus == 2? $gefragt == 35? $gefragt := 36 P(AB2ZH3) $zg := 25
93 - $modus == 2? $gefragt == 36? $gefragt := 37 P(AB2ZH4a) $zg := 26
94 - $modus == 2? $gefragt == 37? $gefragt := 38 P(AB1H) $zg := 4
95 - $modus == 2? $gefragt >= 38? $gefragt := 34 P(AB2ZH1) $zg := 23
96 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
97 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
98 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
99 z741:
100 - $modus == 1? P(741) $zg := 47
101 - $modus == 2? $gefragt <= 38? $gefragt := 39 P(AB2ZH1) $zg := 23
102 - $modus == 2? $gefragt == 39? $gefragt := 40 P(AB2ZH2) P(12) $zg := 30
103 - $modus == 2? $gefragt == 40? $gefragt := 41 P(AB2ZH3) $zg := 25
104 - $modus == 2? $gefragt == 41? $gefragt := 42 P(AB2ZH4a) $zg := 26
105 - $modus == 2? $gefragt == 42? $gefragt := 43 P(AB1H) $zg := 4
106 - $modus == 2? $gefragt >= 43? $gefragt := 39 P(AB2ZH1) $zg := 23
107 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
108 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
109 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
110 z162:
111 - $modus == 1? P(162) $zg := 48
112 - $modus == 2? $gefragt <= 43? $gefragt := 44 P(AB2ZH1) $zg := 23
113 - $modus == 2? $gefragt == 44? $gefragt := 45 P(AB2ZH2) P(9) $zg := 24
114 - $modus == 2? $gefragt == 45? $gefragt := 46 P(AB2ZH3) $zg := 25
115 - $modus == 2? $gefragt == 46? $gefragt := 47 P(AB2ZH4a) $zg := 26
116 - $modus == 2? $gefragt == 47? $gefragt := 48 P(AB1H) $zg := 4
117 - $modus == 2? $gefragt >= 48? $gefragt := 44 P(AB2ZH1) $zg := 23
118 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
119 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
120 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
121 z189:
122 - $modus == 1? P(189) $zg := 53
123 - $modus == 2? $gefragt <= 48? $gefragt := 49 P(AB2ZH1) $zg := 23
124 - $modus == 2? $gefragt == 49? $gefragt := 50 P(AB2ZH2) P(18) $zg := 32
125 - $modus == 2? $gefragt == 50? $gefragt := 51 P(AB2ZH3) $zg := 25
126 - $modus == 2? $gefragt == 51? $gefragt := 52 P(AB2ZH4a) $zg := 26
127 - $modus == 2? $gefragt == 52? $gefragt := 53 P(AB1H) $zg := 4
128 - $modus == 2? $gefragt >= 53? $gefragt := 49 P(AB2ZH1) $zg := 23
129 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
130 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
131 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
132 z3459:
133 - $modus == 1? P(3459) $zg := 54
134 - $modus == 2? $gefragt <= 53? $gefragt := 54 P(AB2ZH1) $zg := 23
135 - $modus == 2? $gefragt == 54? $gefragt := 55 P(AB2ZH2) P(21) $zg := 33
136 - $modus == 2? $gefragt == 55? $gefragt := 56 P(AB2ZH3) $zg := 25
137 - $modus == 2? $gefragt == 56? $gefragt := 57 P(AB2ZH4a) $zg := 26
138 - $modus == 2? $gefragt == 57? $gefragt := 58 P(AB1H) $zg := 4
139 - $modus == 2? $gefragt >= 58? $gefragt := 54 P(AB2ZH1) $zg := 23
140 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
141 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28

```

```

142 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
143 Z12345:
144 - $modus == 1? P(12345) $zg := 52
145 - $modus == 2? $gefragt <= 58? $gefragt := 59 P(AB2ZH1) $zg := 23
146 - $modus == 2? $gefragt == 59? $gefragt := 60 P(AB2ZH2) P(15) $zg := 31
147 - $modus == 2? $gefragt == 60? $gefragt := 61 P(AB2ZH3) $zg := 25
148 - $modus == 2? $gefragt == 61? $gefragt := 62 P(AB2ZH4a) $zg := 26
149 - $modus == 2? $gefragt == 62? $gefragt := 63 P(AB1H) $zg := 4
150 - $modus == 2? $gefragt >= 63? $gefragt := 59 P(AB2ZH1) $zg := 23
151 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
152 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
153 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
154 Z144:
155 - $modus == 1? P(144) $zg := 55
156 - $modus == 2? $gefragt <= 63? $gefragt := 64 P(AB2ZH1) $zg := 23
157 - $modus == 2? $gefragt == 64? $gefragt := 65 P(AB2ZH2) P(9) $zg := 24
158 - $modus == 2? $gefragt == 65? $gefragt := 66 P(AB2ZH3) $zg := 25
159 - $modus == 2? $gefragt == 66? $gefragt := 67 P(AB2ZH4a) $zg := 26
160 - $modus == 2? $gefragt == 67? $gefragt := 68 P(AB1H) $zg := 4
161 - $modus == 2? $gefragt >= 68? $gefragt := 64 P(AB2ZH1) $zg := 23
162 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
163 - $modus == 4? P(teilbar) $zg := 28
164 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
165 Z14:
166 - $modus == 1? P(14) $zg := 34
167 - $modus == 2? $gefragt <= 68? $gefragt := 69 P(AB2ZH1) $zg := 23
168 - $modus == 2? $gefragt == 69? $gefragt := 70 P(AB2ZH2) P(5) $zg := 36
169 - $modus == 2? $gefragt == 70? $gefragt := 71 P(AB2ZH3) $zg := 25
170 - $modus == 2? $gefragt == 71? $gefragt := 72 P(AB2ZH4b) $zg := 35
171 - $modus == 2? $gefragt == 72? $gefragt := 73 P(AB1H) $zg := 4
172 - $modus == 2? $gefragt >= 73? $gefragt := 69 P(AB2ZH1) $zg := 23
173 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
174 - $modus == 4? P(nichtteilbar) $zg := 37
175 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
176 Z19:
177 - $modus == 1? P(19) $zg := 38
178 - $modus == 2? $gefragt <= 73? $gefragt := 74 P(AB2ZH1) $zg := 23
179 - $modus == 2? $gefragt == 74? $gefragt := 75 P(AB2ZH2) P(10) $zg := 39
180 - $modus == 2? $gefragt == 75? $gefragt := 76 P(AB2ZH3) $zg := 25
181 - $modus == 2? $gefragt == 76? $gefragt := 77 P(AB2ZH4b) $zg := 35
182 - $modus == 2? $gefragt == 77? $gefragt := 78 P(AB1H) $zg := 4
183 - $modus == 2? $gefragt >= 78? $gefragt := 74 P(AB2ZH1) $zg := 23
184 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
185 - $modus == 4? P(nichtteilbar) $zg := 37
186 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
187 Z326:
188 - $modus == 1? P(326) $zg := 49
189 - $modus == 2? $gefragt <= 78? $gefragt := 79 P(AB2ZH1) $zg := 23
190 - $modus == 2? $gefragt == 79? $gefragt := 80 P(AB2ZH2) P(11) $zg := 40
191 - $modus == 2? $gefragt == 80? $gefragt := 81 P(AB2ZH3) $zg := 25
192 - $modus == 2? $gefragt == 81? $gefragt := 82 P(AB2ZH4b) $zg := 35
193 - $modus == 2? $gefragt == 82? $gefragt := 83 P(AB1H) $zg := 4
194 - $modus == 2? $gefragt >= 83? $gefragt := 79 P(AB2ZH1) $zg := 23
195 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
196 - $modus == 4? P(nichtteilbar) $zg := 37
197 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
198 Z634:
199 - $modus == 1? P(634) $zg := 50
200 - $modus == 2? $gefragt <= 83? $gefragt := 84 P(AB2ZH1) $zg := 23
201 - $modus == 2? $gefragt == 84? $gefragt := 85 P(AB2ZH2) P(13) $zg := 41
202 - $modus == 2? $gefragt == 85? $gefragt := 86 P(AB2ZH3) $zg := 25
203 - $modus == 2? $gefragt == 86? $gefragt := 87 P(AB2ZH4b) $zg := 35
204 - $modus == 2? $gefragt == 87? $gefragt := 88 P(AB1H) $zg := 4
205 - $modus == 2? $gefragt >= 88? $gefragt := 84 P(AB2ZH1) $zg := 23
206 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
207 - $modus == 4? P(nichtteilbar) $zg := 37
208 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
209 Z2036:
210 - $modus == 1? P(2036) $zg := 51
211 - $modus == 2? $gefragt <= 88? $gefragt := 89 P(AB2ZH1) $zg := 23
212 - $modus == 2? $gefragt == 89? $gefragt := 90 P(AB2ZH2) P(11) $zg := 40
213 - $modus == 2? $gefragt == 90? $gefragt := 91 P(AB2ZH3) $zg := 25
214 - $modus == 2? $gefragt == 91? $gefragt := 92 P(AB2ZH4b) $zg := 35
215 - $modus == 2? $gefragt == 92? $gefragt := 93 P(AB1H) $zg := 4

```

```

216 - $modus == 2? $gefragt >= 93? $gefragt := 89 P(AB2ZH1) $zg := 23
217 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
218 - $modus == 4? P(nichtteilbar) $zg := 37
219 - $modus == 5? P(AB2W) $zg := 9
220 Tipp:
221 - P(AB2Tipp) $zg := 42
222 Wiederholen:
223 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
224 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
225 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
226 - $zg == 4? P(AB1H)
227 - $zg == 5? P(AB5U1)
228 - $zg == 6? P(AB1U2)
229 - $zg == 7? P(AB1U3)
230 - $zg == 8? P(AB1W1)
231 - $zg == 9? P(AB2W)
232 - $zg == 10? P(AB2F1V)
233 - $zg == 11? P(AB2F1H1)
234 - $zg == 12? P(AB2F1H2)
235 - $zg == 13? P(AB2F1H3)
236 - $zg == 14? P(AB2F1H4)
237 - $zg == 15? P(AB2F1H5)
238 - $zg == 16? P(AB2F1H6)
239 - $zg == 17? P(AB2F1H7)
240 - $zg == 18? P(AB2F1U1)
241 - $zg == 19? P(AB2F1U2)
242 - $zg == 20? P(AB2F2V)
243 - $zg == 21? P(AB2F2H1)
244 - $zg == 22? P(AB2F2U)
245 - $zg == 23? P(AB2ZH1)
246 - $zg == 24? P(AB2ZH2) P(9)
247 - $zg == 25? P(AB2ZH3)
248 - $zg == 26? P(AB2ZH4a)
249 - $zg == 27? P(27)
250 - $zg == 28? P(teilbar)
251 - $zg == 29? P(AB2ZH2) P(6)
252 - $zg == 30? P(AB2ZH2) P(12)
253 - $zg == 31? P(AB2ZH2) P(15)
254 - $zg == 32? P(AB2ZH2) P(18)
255 - $zg == 33? P(AB2ZH2) P(21)
256 - $zg == 34? P(14)
257 - $zg == 35? P(AB2ZH4b)
258 - $zg == 36? P(AB2ZH2) P(5)
259 - $zg == 37? P(nichtteilbar)
260 - $zg == 38? P(19)
261 - $zg == 39? P(AB2ZH2) P(10)
262 - $zg == 40? P(AB2ZH2) P(11)
263 - $zg == 41? P(AB2ZH2) P(13)
264 - $zg == 42? P(AB2Tipp)
265 - $zg == 43? P(333)
266 - $zg == 44? P(60)
267 - $zg == 45? P(75)
268 - $zg == 46? P(456)
269 - $zg == 47? P(741)
270 - $zg == 48? P(162)
271 - $zg == 49? P(326)
272 - $zg == 50? P(634)
273 - $zg == 51? P(2036)
274 - $zg == 52? P(12345)
275 - $zg == 53? P(189)
276 - $zg == 54? P(3459)
277 - $zg == 55? P(144)

```

A.3.2 Quellcode zu AB 2 (Textaufgaben)

```

1 product-id: 924
2 welcome: MWillkommen
3 language: de
4 init: $modus := 1 $gefragt := 1
5 scripts:
6 Vorlesen:
7 - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8 Hilfe:

```

```

9 - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB1U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(ABBW2) $zg := 9
20 - $modus == 5? P(ABBW2) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(ABBF1V) $zg := 10
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(ABBF1H1) $zg := 11
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(ABBF1H2) $zg := 12
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(ABBF1H3) $zg := 13
26 - $modus == 2? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(ABBF1H4) $zg := 14
27 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(ABBF1H5) $zg := 15
28 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(ABBF1H6) $zg := 16
29 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(ABBF1H7) $zg := 17
30 - $modus == 2? $gefragt >= 9? $gefragt := 3 P(ABBF1H1) $zg := 11
31 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 1 P(AB1U2) $zg := 6
32 - $modus == 4? P(ABBF1U) $zg := 20
33 - $modus == 5? P(ABBW2) $zg := 9
34 Feld2:
35 - $modus == 1? P(ABBF2V) $zg := 21
36 - $modus == 2? $gefragt <= 11? $gefragt := 12 P(ABBF2H1) $zg := 22
37 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(ABBF2H2) $zg := 23
38 - $modus == 2? $gefragt == 13? $gefragt := 14 P(ABBF2H3) $zg := 24
39 - $modus == 2? $gefragt == 14? $gefragt := 15 P(ABBF2H4) $zg := 25
40 - $modus == 2? $gefragt == 15? $gefragt := 16 P(ABBF2H5) $zg := 26
41 - $modus == 2? $gefragt == 16? $gefragt := 17 P(ABBF2H6) $zg := 27
42 - $modus == 2? $gefragt == 17? $gefragt := 18 P(ABBF2H7) $zg := 28
43 - $modus == 2? $gefragt == 18? $gefragt := 19 P(ABBF2H8) $zg := 29
44 - $modus == 2? $gefragt == 19? $gefragt := 11 P(ABBF2H9) $zg := 30
45 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
46 - $modus == 4? P(ABBF2U) $zg := 31
47 - $modus == 5? P(ABBW2) $zg := 9
48
49 Wiederholen:
50 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
51 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
52 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
53 - $zg == 4? P(AB1H)
54 - $zg == 5? P(AB5U1)
55 - $zg == 6? P(AB1U2)
56 - $zg == 7? P(AB1U3)
57 - $zg == 8? P(AB1W1)
58 - $zg == 9? P(ABBW2)
59 - $zg == 10? P(ABBF1V)
60 - $zg == 11? P(ABBF1H1)
61 - $zg == 12? P(ABBF1H2)
62 - $zg == 13? P(ABBF1H3)
63 - $zg == 14? P(ABBF1H4)
64 - $zg == 15? P(ABBF1H5)
65 - $zg == 16? P(ABBF1H6)
66 - $zg == 17? P(ABBF1H7)
67 - $zg == 20? P(ABBF1U)
68 - $zg == 21? P(ABBF2V)
69 - $zg == 22? P(ABBF2H1)
70 - $zg == 23? P(ABBF2H2)
71 - $zg == 24? P(ABBF2H3)
72 - $zg == 25? P(ABBF2H4)
73 - $zg == 26? P(ABBF2H5)
74 - $zg == 27? P(ABBF2H6)
75 - $zg == 28? P(ABBF2H7)
76 - $zg == 29? P(ABBF2H8)
77 - $zg == 30? P(ABBF2H9)
78 - $zg == 31? P(ABBF2U)

```

A.3.3 Quellcode zu AB 3 (Eigenschaften Luft)

```
1 product-id: 921
2 welcome: MWillkommen
3 language: de
4 init: $modus := 1 $gefragt := 1 $p := 0 $a :=0 $b :=0 $c :=0 $d :=0 $e :=0 $f :=0
   $g :=0 $h :=0 $i :=0
5 scripts:
6 Vorlesen:
7 - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8 Hilfe:
9 - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB1U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB1U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 $p := 0 P(AB1W2) $zg := 9
20 - $modus == 5? $p := 0 P(AB1W2) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB1F1V) $zg := 53
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB1F1H1) $zg := 10
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB1F1H2) $zg := 11
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(AB1F1H3) $zg := 12
26 - $modus == 2? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(AB1F1H4) $zg := 13
27 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB1F1H5) $zg := 14
28 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB1F1H6) $zg := 15
29 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(AB1F1H7) $zg := 16
30 - $modus == 2? $gefragt == 9? $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 4
31 - $modus == 2? $gefragt >= 10? $gefragt := 3 P(AB1F1H1) $zg := 10
32 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
33 - $modus == 4? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1FU) $zg := 17
34 - $modus == 4? $gefragt == 2? $gefragt := 3 P(AB1FU2) $zg := 18
35 - $modus == 4? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB1FU3) $zg := 19
36 - $modus == 4? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(AB1FU4) $zg := 20
37 - $modus == 4? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(AB1FU5) $zg := 21
38 - $modus == 4? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB1FU6) $zg := 22
39 - $modus == 4? $gefragt == 7? $gefragt := 1 P(AB1FU7) $zg := 23
40 - $modus == 5? P(AB1W2) $zg := 9
41 Feld2:
42 - $modus == 1? P(AB1F2V) $zg := 54
43 - $modus == 2? $gefragt <= 10? $gefragt := 11 P(AB1F2H1) $zg := 55
44 - $modus == 2? $gefragt == 11? $gefragt := 12 P(AB1F2H2) $zg := 56
45 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 10 P(AB1H) $zg := 4
46 - $modus == 2? $gefragt >= 13? $gefragt := 11 P(AB1F2H1) $zg := 55
47 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
48 - $modus == 4? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1FU) $zg := 17
49 - $modus == 4? $gefragt == 2? $gefragt := 3 P(AB1FU2) $zg := 18
50 - $modus == 4? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB1FU3) $zg := 19
51 - $modus == 4? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(AB1FU4) $zg := 20
52 - $modus == 4? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(AB1FU5) $zg := 21
53 - $modus == 4? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB1FU6) $zg := 22
54 - $modus == 4? $gefragt == 7? $gefragt := 1 P(AB1FU7) $zg := 23
55 - $modus == 5? P(AB1W2) $zg := 9
56 aBallon:
57 - $modus <= 4? P(Ballon,Brenner) $zg := 24
58 - $modus == 5? $a == 0? $p <= 5? $a := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
59 - $modus == 5? $a == 0? $p == 6? $a := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
60 - $modus == 5? $a == 0? $p >= 7? $a := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
61 - $modus == 5? $a == 1? P(Gefunden) $zg := 28
62 Drache:
63 - P(Drache) $zg := 29
64 bFahrrad:
65 - $modus == 1? P(Fahrrad,Gegenwind) $zg := 30
66 - $modus == 2? P(AB1F1H7) $zg := 31
67 - $modus == 3? P(Fahrrad,Gegenwind) $zg := 30
68 - $modus == 4? P(AB1F1H7) $zg := 31
69 - $modus == 5? $b == 0? $p <= 5? $b := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
70 - $modus == 5? $b == 0? $p == 6? $b := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
71 - $modus == 5? $b == 0? $p >= 7? $b := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
```

```

72 - $modus == 5? $b == 1? P(Gefunden) $zg := 28
73 Wohnwagen:
74 - P(Wohnwagen) $zg := 32
75 cSeifenblasen:
76 - $modus <= 4? P(Fisch) $zg := 33
77 - $modus == 5? $c == 0? $p <= 5? $c := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
78 - $modus == 5? $c == 0? $p == 6? $c := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
79 - $modus == 5? $c == 0? $p >= 7? $c := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
80 - $modus == 5? $c == 1? P(Gefunden) $zg := 28
81 Fisch:
82 - $modus == 1? P(Fisch) $zg := 33
83 - $modus == 2? P(AB1FU4) $zg := 34
84 - $modus == 3? P(Fisch) $zg := 33
85 - $modus == 4? P(AB1FU4) $zg := 34
86 - $modus == 5? P(Fisch) $zg := 33
87 Ente:
88 - $modus == 1? P(Ente) $zg := 35
89 - $modus == 2? P(AB1FU4) $zg := 34
90 - $modus == 3? P(Ente) $zg := 35
91 - $modus == 4? P(AB1FU4) $zg := 34
92 - $modus == 5? P(Ente) $zg := 35
93 Frosch:
94 - $modus == 1? P(Frosch,Frosch2) $zg := 36
95 - $modus == 2? P(AB1FU4) $zg := 34
96 - $modus == 3? P(Frosch,Frosch2) $zg := 36
97 - $modus == 4? P(AB1FU4) $zg := 34
98 - $modus == 5? P(Frosch,Frosch2) $zg := 36
99 Windrad:
100 - $modus == 1? P(Windrad) $zg := 37
101 - $modus == 2? P(AB1F1H3) $zg := 12
102 - $modus == 3? P(Windrad) $zg := 37
103 - $modus == 4? P(AB1FU3) $zg := 19
104 - $modus == 5? P(Windrad) $zg := 37
105 dLuftmatratze:
106 - $modus <= 4? P(Puh,Luftpumpe) $zg := 38
107 - $modus == 5? $d == 0? $p <= 5? $d := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
108 - $modus == 5? $d == 0? $p == 6? $d := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
109 - $modus == 5? $d == 0? $p >= 7? $d := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
110 - $modus == 5? $d == 1? P(Gefunden) $zg := 28
111 Fallschirm:
112 - $modus == 1? P(Fallschirm) $zg := 39
113 - $modus == 2? P(AB1FU7) $zg := 23
114 - $modus == 3? P(Fallschirm) $zg := 39
115 - $modus == 4? P(AB1FU7) $zg := 23
116 - $modus == 5? $i == 0? $p <= 5? $i := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
117 - $modus == 5? $i == 0? $p == 6? $i := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
118 - $modus == 5? $i == 0? $p >= 7? $i := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
119 - $modus == 5? $i == 1? P(Gefunden) $zg := 28
120 eSchwimmen:
121 - $modus == 1? P(schwimmfluegel) $zg := 40
122 - $modus == 2? P(AB1FU3) $zg := 19
123 - $modus == 3? P(schwimmfluegel) $zg := 40
124 - $modus == 4? P(AB1FU3) $zg := 19
125 - $modus == 5? $e == 0? $p <= 5? $e := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
126 - $modus == 5? $e == 0? $p == 6? $e := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
127 - $modus == 5? $e == 0? $p >= 7? $e := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
128 - $modus == 5? $e == 1? P(Gefunden) $zg := 28
129 Surfer:
130 - P(Surfer,Surfer1) $zg := 41
131 Boot:
132 - $modus == 1? P(Wind) $zg := 42
133 - $modus == 2? P(AB1FU2) $zg := 18
134 - $modus == 3? P(Wind) $zg := 42
135 - $modus == 4? P(AB1FU2) $zg := 18
136 - $modus == 5? P(Wind) $zg := 42
137 KindmitWindrad:
138 - $modus == 1? P(Hui) $zg := 43
139 - $modus == 2? P(AB1F1H3) $zg := 12
140 - $modus == 3? P(Hui) $zg := 43
141 - $modus == 4? P(AB1F1H3) $zg := 12
142 - $modus == 5? P(Hui) $zg := 43
143 KindmitBoot:
144 - P(Weltmeere,Wasser) $zg := 44
145 Schnorchler:

```

```

146 - $modus == 1? P(Schnorchler) $zg := 45
147 - $modus == 2? P(AB1FU4) $zg := 34
148 - $modus == 3? P(Schnorchler) $zg := 45
149 - $modus == 4? P(AB1FU4) $zg := 34
150 - $modus == 5? P(Schnorchler) $zg := 45
151 fBallonaufpusten:
152 - $modus <= 4? P(Luftballon) $zg := 46
153 - $modus == 5? $f == 0? $p <= 5? $f := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
154 - $modus == 5? $f == 0? $p == 6? $f := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
155 - $modus == 5? $f == 0? $p >= 7? $f := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
156 - $modus == 5? $f == 1? P(Gefunden) $zg := 28
157 Fabrik:
158 - P(Fabrik1) $zg := 47
159 Kirche:
160 - $modus == 1? P(Glocken1) $zg := 48
161 - $modus == 2? P(AB1FU5) $zg := 21
162 - $modus == 3? P(Glocken1) $zg := 48
163 - $modus == 4? P(AB1FU5) $zg := 21
164 - $modus == 5? P(Glocken1) $zg := 48
165 gWasserball:
166 - $modus <= 4? P(Wasserball) $zg := 49
167 - $modus == 5? $g == 0? $p <= 5? $g := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg :=
25
168 - $modus == 5? $g == 0? $p == 6? $g := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
169 - $modus == 5? $g == 0? $p >= 7? $g := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
170 - $modus == 5? $g == 1? P(Gefunden) $zg := 28
171 hSchwimmring:
172 - $modus == 1? P(Wasser) $zg := 50
173 - $modus == 2? P(AB1FU3) $zg := 19
174 - $modus == 3? P(Wasser) $zg := 50
175 - $modus == 4? P(AB1FU3) $zg := 19
176 - $modus == 5? $h == 0? $p <= 5? $h := 1 $p += 1 P(Richtig,Super,Genau) $zg := 25
177 - $modus == 5? $h == 0? $p == 6? $h := 1 $p += 1 P(Sieben) $zg := 26
178 - $modus == 5? $h == 0? $p >= 7? $h := 1 $p += 1 P(Abgeschlossen) $zg := 27
179 - $modus == 5? $h == 1? P(Gefunden) $zg := 28
180 Blumen:
181 - $modus == 1? P(Blumen) $zg := 51
182 - $modus == 2? P(AB1FU6) $zg := 22
183 - $modus == 3? P(Blumen) $zg := 51
184 - $modus == 4? P(AB1FU6) $zg := 22
185 - $modus == 5? P(Blumen) $zg := 51
186 Papierflieger:
187 - P(Papierflieger) $zg := 52
188 Wiederholen:
189 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
190 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
191 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
192 - $zg == 4? P(AB1H)
193 - $zg == 5? P(AB1U1)
194 - $zg == 6? P(AB1U2)
195 - $zg == 7? P(AB1U3)
196 - $zg == 8? P(AB1W1)
197 - $zg == 9? P(AB1W2)
198 - $zg == 10? P(AB1F1H1)
199 - $zg == 11? P(AB1F1H2)
200 - $zg == 12? P(AB1F1H3)
201 - $zg == 13? P(AB1F1H4)
202 - $zg == 14? P(AB1F1H5)
203 - $zg == 15? P(AB1F1H6)
204 - $zg == 16? P(AB1F1H7)
205 - $zg == 17? P(AB1FU)
206 - $zg == 18? P(AB1FU2)
207 - $zg == 19? P(AB1FU3)
208 - $zg == 20? P(AB1FU4)
209 - $zg == 21? P(AB1FU5)
210 - $zg == 22? P(AB1FU6)
211 - $zg == 23? P(AB1FU7)
212 - $zg == 24? P(Ballon,Brenner)
213 - $zg == 25? P(Richtig,Super,Genau)
214 - $zg == 26? P(Sieben)
215 - $zg == 27? P(Abgeschlossen)
216 - $zg == 28? P(Gefunden)
217 - $zg == 29? P(Drache)
218 - $zg == 30? P(Fahrrad,Gegenwind)

```

```

219 - $zg == 31? P(AB1F1H7)
220 - $zg == 32? P(Wohnwagen)
221 - $zg == 33? P(Fisch)
222 - $zg == 34? P(AB1FU4)
223 - $zg == 35? P(Ente)
224 - $zg == 36? P(Frosch,Frosch2)
225 - $zg == 37? P(Windrad)
226 - $zg == 38? P(Puh,Luftpumpe)
227 - $zg == 39? P(Fallschirm)
228 - $zg == 40? P(schwimmfluegel)
229 - $zg == 41? P(Surfer,Surfer1)
230 - $zg == 42? P(Wind)
231 - $zg == 43? P(Hui)
232 - $zg == 44? P(Weltmeere,Wasser)
233 - $zg == 45? P(Schnorchler)
234 - $zg == 46? P(Luftballon)
235 - $zg == 47? P(Fabrik1)
236 - $zg == 48? P(Glocken1)
237 - $zg == 49? P(Wasserball)
238 - $zg == 50? P(Wasser)
239 - $zg == 51? P(Blumen)
240 - $zg == 52? P(Papierflieger)
241 - $zg == 53? P(AB1F1V)
242 - $zg == 54? P(AB1F2V)
243 - $zg == 55? P(AB1F2H1)
244 - $zg == 56? P(AB1F2H2)

```

A.3.4 Quellcode zu AB 4 (Trichterversuch)

```

1  product-id: 920
2  welcome: AB5Willk
3  language: de
4  init: $modus := 1 $gefragt := 1
5  scripts:
6  Vorlesen:
7  - $modus := 1 P(Vorlesen) $zg := 1
8  Hilfe:
9  - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt != 2? $gefragt := 2 P(Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB5H) $zg := 4
12 Überprüfen:
13 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
14 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
15 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB5U3) $zg := 7
16 Wissen:
17 - $modus != 4? P(AB5W1) $zg := 8
18 - $modus == 4? $modus := 5 P(AB5W2) $zg := 9
19 Bild:
20 - P(AB5Wasser) $zg := 10
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB5F1Vn) $zg := 11
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB5F1H1) $zg := 12
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB5F1Vn) $zg := 13
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 2 P(AB5H) $zg := 14
26 - $modus == 2? $gefragt >= 5? $gefragt := 3 P(AB5F1H1) $zg := 15
27 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 16
28 - $modus == 4? P(AB5U) $zg := 17
29 - $modus == 5? P(AB5W2) $zg := 18
30 Feld2:
31 - $modus == 1? P(AB5F2V) $zg := 19
32 - $modus == 2? $gefragt <= 5? $gefragt := 6 P(AB5F2H1) $zg := 20
33 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB5F2H2) $zg := 21
34 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB5F2H3) $zg := 22
35 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 5 P(AB5H) $zg := 23
36 - $modus == 2? $gefragt >= 9? $gefragt := 6 P(AB5F2H1) $zg := 24
37 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 25
38 - $modus == 4? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5F2U) $zg := 26
39 - $modus == 4? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB5F2H3) $zg := 22
40 - $modus == 5? P(AB5W2) $zg := 27
41 Feld3:
42 - $modus == 1? P(AB5F3Vn) $zg := 28
43 - $modus == 2? $gefragt <= 9? $gefragt := 10 P(AB5F3H1) $zg := 29
44 - $modus == 2? $gefragt == 10? $gefragt := 11 P(AB5F3H2) $zg := 30

```



```

45 - $modus == 2? $gefragt == 11? $gefragt := 12 P(AB5F3H3) $zg := 31
46 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(AB5F3H4) $zg := 32
47 - $modus == 2? $gefragt == 13? $gefragt := 14 P(AB5F3H5) $zg := 34
48 - $modus == 2? $gefragt == 14? $gefragt := 9 P(AB5H) $zg := 33
49 - $modus == 2? $gefragt >= 15? $gefragt := 10 P(AB5F3H1) $zg := 35
50 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 36
51 - $modus == 4? P(AB5U) $zg := 37
52 - $modus == 5? P(AB5W2) $zg := 38
53 Feld4:
54 - $modus == 1? P(AB5F4V) $zg := 39
55 - $modus == 2? $gefragt <= 15? $gefragt := 16 P(AB5F4H1) $zg := 40
56 - $modus == 2? $gefragt == 16? $gefragt := 17 P(AB5F4H2) $zg := 41
57 - $modus == 2? $gefragt == 17? $gefragt := 18 P(AB5F4H3) $zg := 42
58 - $modus == 2? $gefragt == 18? $gefragt := 19 P(AB5F4H4) $zg := 43
59 - $modus == 2? $gefragt == 19? $gefragt := 15 P(AB5H) $zg := 44
60 - $modus == 2? $gefragt >= 20? $gefragt := 16 P(AB5F4H1) $zg := 45
61 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 46
62 - $modus == 4? P(AB5F4Un) $zg := 47
63 - $modus == 5? P(AB5W2) $zg := 48
64 Feld5:
65 - $modus == 1? P(AB5F5V) $zg := 49
66 - $modus == 2? $gefragt <= 20? $gefragt := 21 P(AB5F5H1) $zg := 50
67 - $modus == 2? $gefragt == 21? $gefragt := 20 P(AB5H) $zg := 51
68 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 52
69 - $modus == 4? P(AB5U) $zg := 53
70 - $modus == 5? P(AB5W2) $zg := 54
71 Wiederholen:
72 - $zg == 1? P(Vorlesen)
73 - $zg == 2? P(Hilfe)
74 - $zg == 3? P(Hilfe2)
75 - $zg == 4? P(AB5H)
76 - $zg == 5? P(AB5U1)
77 - $zg == 6? P(AB5U2)
78 - $zg == 7? P(AB5U3)
79 - $zg == 8? P(AB5W1)
80 - $zg == 9? P(AB5W2)
81 - $zg == 10? P(AB5Wasser)
82 - $zg == 11? P(AB5F1Vn)
83 - $zg == 12? P(AB5F1H1)
84 - $zg == 13? P(AB5F1V)
85 - $zg == 14? P(AB5H)
86 - $zg == 15? P(AB5F1H1)
87 - $zg == 16? P(AB5U2)
88 - $zg == 17? P(AB5U)
89 - $zg == 18? P(AB5W2)
90 - $zg == 19? P(AB5F2V)
91 - $zg == 20? P(AB5F2H1)
92 - $zg == 21? P(AB5F2H2)
93 - $zg == 22? P(AB5F2H3)
94 - $zg == 23? P(AB5H)
95 - $zg == 24? P(AB5F2H1)
96 - $zg == 25? P(AB5U2)
97 - $zg == 26? P(AB5F2U)
98 - $zg == 27? P(AB5W2)
99 - $zg == 28? P(AB5F3Vn)
100 - $zg == 29? P(AB5F3H1)
101 - $zg == 30? P(AB5F3H2)
102 - $zg == 31? P(AB5F3H3)
103 - $zg == 32? P(AB5F3H4)
104 - $zg == 33? P(AB5H)
105 - $zg == 34? P(AB5F3H5)
106 - $zg == 35? P(AB5F3H1)
107 - $zg == 36? P(AB5U2)
108 - $zg == 37? P(AB5U)
109 - $zg == 38? P(AB5W2)
110 - $zg == 39? P(AB5F4V)
111 - $zg == 40? P(AB5F4H1)
112 - $zg == 41? P(AB5F4H2)
113 - $zg == 42? P(AB5F4H3)
114 - $zg == 43? P(AB5F4H4)
115 - $zg == 44? P(AB5H)
116 - $zg == 45? P(AB5F4H1)
117 - $zg == 46? P(AB5U2)
118 - $zg == 47? P(AB5F4Un)

```

```

119 - $zg == 48? P(AB5W2)
120 - $zg == 49? P(AB5F5V)
121 - $zg == 50? P(AB5F5H1)
122 - $zg == 51? P(AB5H)
123 - $zg == 52? P(AB5U2)
124 - $zg == 53? P(AB5U)
125 - $zg == 54? P(AB5W2)

```

A.3.5 Quellcode zu AB 5 (Ohne Luft)

```

1  product-id: 925
2  welcome: Willkommen1
3  language: de
4  init: $modus := 1 $gesucht := 1 $getippt := 1
5  scripts:
6  Vorlesen:
7  - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8  Hilfe:
9  - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB5U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(AB7W2) $zg := 9
20 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB7F1V) $zg := 10
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB7F1H1) $zg := 11
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB7F1H2) $zg := 12
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
26 - $modus == 2? $gefragt >= 5? $gefragt := 3 P(AB7F1H1) $zg := 11
27 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
28 - $modus == 4? P(AB7F1U) $zg := 13
29 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
30 Feld2:
31 - $modus == 1? P(AB7F2V) $zg := 14
32 - $modus == 2? $gefragt <= 5? $gefragt := 6 P(AB7F2H1) $zg := 15
33 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB7F2H2) $zg := 16
34 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB7F2H3) $zg := 17
35 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(AB7F2H4) $zg := 18
36 - $modus == 2? $gefragt == 9? $gefragt := 10 P(AB7F2H5) $zg := 19
37 - $modus == 2? $gefragt == 10? $gefragt := 11 P(AB1H) $zg := 4
38 - $modus == 2? $gefragt >= 11? $gefragt := 1 P(AB7F2H1) $zg := 15
39 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
40 - $modus == 4? P(AB7F2U) $zg := 51
41 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
42 Feld3:
43 - $modus == 1? P(AB7F3V) $zg := 20
44 - $modus == 2? $gefragt <= 11? $gefragt := 12 P(AB7F3H1) $zg := 21
45 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(AB7F3H2) $zg := 22
46 - $modus == 2? $gefragt == 13? $gefragt := 14 P(AB7F3H3) $zg := 23
47 - $modus == 2? $gefragt == 14? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
48 - $modus == 2? $gefragt >= 15? $gefragt := 12 P(AB7F3H1) $zg := 21
49 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
50 - $modus == 4? P(AB7F3U) $zg := 24
51 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
52 Text1:
53 - $modus <= 2? P(Text1) $zg := 25
54 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
55 - $modus == 4? P(Loesung1) $zg := 26
56 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
57 Text2:
58 - $modus <= 2? P(Text2) $zg := 27
59 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
60 - $modus == 4? P(Loesung2) $zg := 28
61 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
62 Text3:
63 - $modus <= 2? P(Text3) $zg := 29

```

```

64 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
65 - $modus == 4? P(Loesung3) $zg := 30
66 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
67 Sehen:
68 - $modus == 1? P(Text1) $zg := 25
69 - $modus == 2? P(AB7HL1) $zg := 31
70 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
71 - $modus == 4? P(Sehen) $zg := 32
72 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
73 Flasche:
74 - $modus == 1? P(Text1) $zg := 25
75 - $modus == 2? P(AB7HL2) $zg := 33
76 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
77 - $modus == 4? P(Flasche) $zg := 34
78 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
79 Hand:
80 - $modus == 1? P(Text1) $zg := 25
81 - $modus == 2? P(AB7HL3) $zg := 35
82 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
83 - $modus == 4? P(Hand) $zg := 36
84 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
85 Mantel:
86 - $modus == 1? P(Text2) $zg := 27
87 - $modus == 2? P(AB7HL4) $zg := 37
88 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
89 - $modus == 4? P(Mantel) $zg := 38
90 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
91 Sonne:
92 - $modus == 1? P(Text2) $zg := 27
93 - $modus == 2? P(Sonne) $zg := 39
94 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
95 - $modus == 4? P(Sonne1) $zg := 40
96 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
97 Tiere:
98 - $modus == 1? P(Text3) $zg := 29
99 - $modus == 2? P(AB7HL6) $zg := 41
100 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
101 - $modus == 4? P(Tiere) $zg := 42
102 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
103 Pflanzen:
104 - $modus == 1? P(Text3) $zg := 29
105 - $modus == 2? P(AB7HL7) $zg := 43
106 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
107 - $modus == 4? P(Pflanzen) $zg := 44
108 - $modus == 5? P(AB7W2) $zg := 9
109 Kinder:
110 - $modus != 5? P(Bild1) $zg := 45
111 - $modus == 5? P(Luftsaule) $zg := 46
112 Erde:
113 - $modus != 5? P(Erdel) $zg := 47
114 - $modus == 5? $getippt == 1? $getippt := 2 P(Schichten) P(genauer) $zg := 52
115 - $modus == 5? $getippt == 2? $getippt := 1 P(Erde) $zg := 48
116 Ballspiel:
117 - $modus != 5? P(Fang) $zg := 49
118 - $modus == 5? P(Gasgemisch) $zg := 50
119 Wiederholen:
120 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
121 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
122 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
123 - $zg == 4? P(AB1H)
124 - $zg == 5? P(AB5U1)
125 - $zg == 6? P(AB5U2)
126 - $zg == 7? P(AB5U3)
127 - $zg == 8? P(AB1W1)
128 - $zg == 9? P(AB7W2)
129 - $zg == 10? P(AB7F1V)
130 - $zg == 11? P(AB7F1H1)
131 - $zg == 12? P(AB7F1H2)
132 - $zg == 13? P(AB7F1U)
133 - $zg == 14? P(AB7F2V)
134 - $zg == 15? P(AB7F2H1)
135 - $zg == 16? P(AB7F2H2)
136 - $zg == 17? P(AB7F2H3)
137 - $zg == 18? P(AB7F2H4)

```

```

138 - $zg == 19? P(AB7F2H5)
139 - $zg == 20? P(AB7F3V)
140 - $zg == 21? P(AB7F3H1)
141 - $zg == 22? P(AB7F3H2)
142 - $zg == 23? P(AB7F3H3)
143 - $zg == 24? P(AB7F3U)
144 - $zg == 25? P(Text1)
145 - $zg == 26? P(Loesung1)
146 - $zg == 27? P(Text2)
147 - $zg == 28? P(Loesung2)
148 - $zg == 29? P(Text3)
149 - $zg == 30? P(Loesung3)
150 - $zg == 31? P(AB7HL1)
151 - $zg == 32? P(Sehen)
152 - $zg == 33? P(AB7HL2)
153 - $zg == 34? P(Flasche)
154 - $zg == 35? P(AB7HL3)
155 - $zg == 36? P(Hand)
156 - $zg == 37? P(AB7HL4)
157 - $zg == 38? P(Mantel)
158 - $zg == 39? P(Sonne)
159 - $zg == 40? P(Sonne1)
160 - $zg == 41? P(AB7HL6)
161 - $zg == 42? P(Tiere)
162 - $zg == 43? P(AB7HL7)
163 - $zg == 44? P(Pflanzen)
164 - $zg == 45? P(Bild1)
165 - $zg == 46? P(Luftsaerule)
166 - $zg == 47? P(Erdel)
167 - $zg == 48? P(Erde)
168 - $zg == 49? P(Fang)
169 - $zg == 50? P(Gasgemisch)
170 - $zg == 51? P(AB7F2U)
171 - $zg == 52? P(Schichten) P(genauer)

```

A.3.6 Quellcode zu AB 6 (Flaschengeist)

```

1 product-id: 923
2 welcome: MWillkommen
3 language: de
4 init: $modus := 1 $gefragt := 1
5 scripts:
6 Vorlesen:
7 - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8 Hilfe:
9 - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $modus := 2 $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $modus := 2 $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 5
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 6
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $modus := 3 $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 7
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB1U3) $zg := 8
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 9
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(AB8W2) $zg := 10
20 - $modus == 5? $modus := 5 P(AB8W2) $zg := 11
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB8F1V) $zg := 50
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $modus := 2 $gefragt := 3 P(AB8F1H1) $zg := 12
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $modus := 2 $gefragt := 4 P(AB8F1H2) $zg := 13
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $modus := 2 $gefragt := 5 P(AB8F1H3) $zg := 14
26 - $modus == 2? $gefragt == 5? $modus := 2 $gefragt := 6 P(AB8F1H4) $zg := 15
27 - $modus == 2? $gefragt == 6? $modus := 2 $gefragt := 7 P(AB8F1H5) $zg := 16
28 - $modus == 2? $gefragt == 7? $modus := 2 $gefragt := 8 P(AB8FH6) $zg := 17
29 - $modus == 2? $gefragt == 8? $modus := 2 $gefragt := 9 P(AB8FH7) $zg := 18
30 - $modus == 2? $gefragt == 9? $modus := 2 $gefragt := 10 P(AB8F1H8) $zg := 19
31 - $modus == 2? $gefragt == 10? $modus := 2 $gefragt := 11 P(AB8F1H9) $zg := 20
32 - $modus == 2? $gefragt == 11? $modus := 2 $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 21
33 - $modus == 2? $gefragt >= 12? $modus := 2 $gefragt := 3 P(AB8F1H1) $zg := 22
34 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $modus := 3 $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 23
35 - $modus == 4? P(AB8F1U) $zg := 24
36 - $modus == 5? P(AB8W2) $zg := 25

```

```

37 Feld2:
38 - $modus == 1? P(AB8F2V) $zg := 26
39 - $modus == 2? $gefragt <= 11? $modus := 2 $gefragt := 12 P(AB8F2H1) $zg := 27
40 - $modus == 2? $gefragt == 12? $modus := 2 $gefragt := 13 P(AB8F2H2) $zg := 28
41 - $modus == 2? $gefragt == 13? $modus := 2 $gefragt := 14 P(AB8F2H3) $zg := 29
42 - $modus == 2? $gefragt == 14? $modus := 2 $gefragt := 15 P(AB8F2H4) $zg := 30
43 - $modus == 2? $gefragt == 15? $modus := 2 $gefragt := 16 P(AB8F2H5) $zg := 31
44 - $modus == 2? $gefragt == 16? $modus := 2 $gefragt := 17 P(AB8FH6) $zg := 32
45 - $modus == 2? $gefragt == 17? $modus := 2 $gefragt := 18 P(AB8FH7) $zg := 33
46 - $modus == 2? $gefragt == 18? $modus := 2 $gefragt := 19 P(AB8F2H8) $zg := 34
47 - $modus == 2? $gefragt == 19? $modus := 2 $gefragt := 20 P(AB8F2H9) $zg := 35
48 - $modus == 2? $gefragt == 20? $modus := 2 $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 36
49 - $modus == 2? $gefragt >= 21? $modus := 2 $gefragt := 12 P(AB8F2H1) $zg := 37
50 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $modus := 3 $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 38
51 - $modus == 4? P(AB8F2U) $zg := 39
52 - $modus == 5? P(AB8W2) $zg := 40
53 Feld3:
54 - $modus == 1? P(AB8F3V) $zg := 41
55 - $modus == 2? $gefragt <= 20? $modus := 2 $gefragt := 21 P(HilfeU) $zg := 42
56 - $modus == 2? $gefragt == 21? $modus := 2 $gefragt := 22 P(AB1H) $zg := 43
57 - $modus == 2? $gefragt >= 22? $modus := 2 $gefragt := 21 P(HilfeU) $zg := 44
58 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $modus := 3 $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 45
59 - $modus == 4? P(ABU) $zg := 46
60 - $modus == 5? P(AB8W2) $zg := 47
61 Flaschengeist:
62 - P(Flaschengeist) $zg := 48
63 Ballonflasche:
64 - P(Luftballonflasche) $zg := 49
65 Wiederholen:
66 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
67 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
68 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
69 - $zg == 4? P(AB1H)
70 - $zg == 5? P(AB1Hilfe2)
71 - $zg == 6? P(AB5U1)
72 - $zg == 7? P(AB1U2)
73 - $zg == 8? P(AB1U3)
74 - $zg == 9? P(AB1W1)
75 - $zg == 10? P(AB8W2)
76 - $zg == 11? P(AB8W2)
77 - $zg == 12? P(AB8F1H1)
78 - $zg == 13? P(AB8F1H2)
79 - $zg == 14? P(AB8F1H3)
80 - $zg == 15? P(AB8F1H4)
81 - $zg == 16? P(AB8F1H5)
82 - $zg == 17? P(AB8FH6)
83 - $zg == 18? P(AB8FH7)
84 - $zg == 19? P(AB8F1H8)
85 - $zg == 20? P(AB8F1H9)
86 - $zg == 21? P(AB1H)
87 - $zg == 22? P(AB8F1H1)
88 - $zg == 23? P(AB1U2)
89 - $zg == 24? P(AB8F1U)
90 - $zg == 25? P(AB8W2)
91 - $zg == 26? P(AB8F2V)
92 - $zg == 27? P(AB8F2H1)
93 - $zg == 28? P(AB8F2H2)
94 - $zg == 29? P(AB8F2H3)
95 - $zg == 30? P(AB8F2H4)
96 - $zg == 31? P(AB8F2H5)
97 - $zg == 32? P(AB8FH6)
98 - $zg == 33? P(AB8FH7)
99 - $zg == 34? P(AB8F2H8)
100 - $zg == 35? P(AB8F2H9)
101 - $zg == 36? P(AB1H)
102 - $zg == 37? P(AB8F2H1)
103 - $zg == 38? P(AB1U2)
104 - $zg == 39? P(AB8F2U)
105 - $zg == 40? P(AB8W2)
106 - $zg == 41? P(AB8F3V)
107 - $zg == 42? P(HilfeU)
108 - $zg == 43? P(AB1Vorlesen)
109 - $zg == 44? P(HilfeU)
110 - $zg == 45? P(AB1U2)

```

```

111 - $zg == 46? P(ABU)
112 - $zg == 47? P(AB8W2)
113 - $zg == 48? P(Flaschengeist)
114 - $zg == 49? P(Luftballonflasche)
115 - $zg == 50? P(AB8F1V)

```

A.3.7 Quellcode zu AB 7 (Der Heißluftballon)

```

1  product-id: 922
2  welcome: MWillkommen
3  language: de
4  init: $modus := 1 $gefragt := 1 $tipp := 1
5  scripts:
6  Vorlesen:
7  - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8  Hilfe:
9  - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB1U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(AB6W2) $zg := 9
20 - $modus == 5? P(AB6W2) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB6F1V) P(Montgolfier) $zg := 10
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB6F1H1) $zg := 11
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(Montgolfier) $zg := 12
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 4
26 - $modus == 2? $gefragt >= 5? $gefragt := 2 P(Montgolfier) $zg := 12
27 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
28 - $modus == 4? P(ABU) $zg := 13
29 - $modus == 5? P(AB6W2) $zg := 9
30 Feld2:
31 - $modus == 1? P(AB6F2V) $zg := 14
32 - $modus == 2? $gefragt <= 5? $gefragt := 6 P(AB6F2H1) $zg := 15
33 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB6F2H2) $zg := 16
34 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB6F2H3) $zg := 17
35 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(AB6F2H4) $zg := 18
36 - $modus == 2? $gefragt == 9? $gefragt := 10 P(AB6F2H5) $zg := 19
37 - $modus == 2? $gefragt >= 10? $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 4
38 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
39 - $modus == 4? P(AB6F2U1) $zg := 20
40 - $modus == 5? P(AB6W2) $zg := 9
41 Feld3:
42 - $modus == 1? P(AB6F3V) $zg := 21
43 - $modus == 2? $gefragt <= 10? $gefragt := 11 P(AB6F3H1) $zg := 22
44 - $modus == 2? $gefragt >= 11? $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 4
45 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
46 - $modus == 4? P(AB6F2U1) $zg := 20
47 - $modus == 5? P(AB6W2) $zg := 9
48 Text:
49 - $modus == 1? P(AB6TV) $zg := 23
50 - $modus == 2? $gefragt <= 11? $gefragt := 12 P(AB6TV) $zg := 23
51 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(Brenner1) $zg := 24
52 - $modus == 2? $gefragt >= 13? $gefragt := 2 P(AB1H) $zg := 4
53 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
54 - $modus == 4? P(ABU) $zg := 13
55 - $modus == 5? P(AB6TV) $zg := 23
56 Ballon:
57 - $modus != 2? $tipp <= 3? $tipp := 4 P(Ballon) $zg := 25
58 - $modus != 2? $tipp == 4? $tipp := 5 P(Brenner) $zg := 29
59 - $modus != 2? $tipp == 5? $tipp := 1 P(Bild4) $zg := 28
60 - $modus == 2? P(Brenner1) $zg := 24
61 Montgolfiere:
62 - $tipp == 1? $tipp := 2 P(Bild2) $zg := 26
63 - $tipp == 2? $tipp := 1 P(Bild3) $zg := 27
64 - $tipp >= 3? $tipp := 2 P(Bild2) $zg := 26
65 Wiederholen:

```

```

66 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
67 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
68 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
69 - $zg == 4? P(AB1H)
70 - $zg == 5? P(AB5U1)
71 - $zg == 6? P(AB1U2)
72 - $zg == 7? P(AB1U3)
73 - $zg == 8? P(AB1W1)
74 - $zg == 9? P(AB6W2)
75 - $zg == 10? P(AB6F1V) P(Montgolfier)
76 - $zg == 11? P(AB6F1H1)
77 - $zg == 12? P(Montgolfier)
78 - $zg == 13? P(ABU)
79 - $zg == 14? P(AB6F2V)
80 - $zg == 15? P(AB6F2H1)
81 - $zg == 16? P(AB6F2H2)
82 - $zg == 17? P(AB6F2H3)
83 - $zg == 18? P(AB6F2H4)
84 - $zg == 19? P(AB6F2H5)
85 - $zg == 20? P(AB6F2U1)
86 - $zg == 21? P(AB6F3V)
87 - $zg == 22? P(AB6F3H1)
88 - $zg == 23? P(AB6TV)
89 - $zg == 24? P(Brenner1)
90 - $zg == 25? P(Ballon)
91 - $zg == 26? P(Bild2)
92 - $zg == 27? P(Bild3)
93 - $zg == 28? P(Bild4)
94 - $zg == 29? P(Brenner)

```

A.3.8 Quellcode zu AB 8 (Die Wärmeschlange)

```

1  product-id: 926
2  welcome: Willkommen1
3  language: de
4  init: $modus := 1 $gefragt := 1
5  scripts:
6  Vorlesen:
7  - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8  Hilfe:
9  - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4
12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB5U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 $tipp := 1 P(AB3W2) $zg := 9
20 - $modus == 5? P(AB3W2) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB3F1V) $zg := 10
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB3F1H1) $zg := 11
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB3F1H2) $zg := 12
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(AB3F1H3) $zg := 13
26 - $modus == 2? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(AB3F1H4) $zg := 14
27 - $modus == 2? $gefragt == 6? $gefragt := 7 P(AB3F1H5) $zg := 15
28 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB3F1H6) $zg := 16
29 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(AB3F1H7) $zg := 17
30 - $modus == 2? $gefragt == 9? $gefragt := 10 P(AB1H) $zg := 4
31 - $modus == 2? $gefragt >= 10? $gefragt := 3 P(AB3F1H1) $zg := 11
32 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
33 - $modus == 4? P(AB3F1U) $zg := 18
34 - $modus == 5? P(AB3W2) $zg := 9
35 Feld2:
36 - $modus == 1? P(AB3F2V) $zg := 19
37 - $modus == 2? $gefragt <= 10? $gefragt := 11 P(AB3F2H1) $zg := 20
38 - $modus == 2? $gefragt == 11? $gefragt := 12 P(AB3F2H2) $zg := 21
39 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(AB3F2H3) $zg := 22
40 - $modus == 2? $gefragt == 13? $gefragt := 14 P(AB3F2H4) $zg := 23
41 - $modus == 2? $gefragt == 14? $gefragt := 15 P(AB3F2H5) $zg := 24

```

```

42 - $modus == 2? $gefragt == 15? $gefragt := 16 P(AB1H) $zg := 4
43 - $modus == 2? $gefragt >= 16? $gefragt := 11 P(AB3F2H1) $zg := 20
44 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
45 - $modus == 4? P(AB3F2U) $zg := 25
46 - $modus == 5? P(AB3W2) $zg := 9
47 Feld3:
48 - $modus == 1? P(AB3F3V) $zg := 26
49 - $modus == 2? $gefragt <= 16? $gefragt := 17 P(AB3F3H1) $zg := 27
50 - $modus == 2? $gefragt == 17? $gefragt := 18 P(AB1H) $zg := 4
51 - $modus == 2? $gefragt >= 18? $gefragt := 17 P(AB3F3H1) $zg := 27
52 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB5U2) $zg := 6
53 - $modus == 4? P(ABU) $zg := 28
54 - $modus == 5? P(AB3W2) $zg := 9
55 Schlange:
56 - P(Schlange) $zg := 29
57 Schlangennase:
58 - $modus != 5? P(Schlange)
59 - $modus == 5? $tipp == 1? $tipp += 1 P(Anmalen) $zg := 30
60 - $modus == 5? $tipp == 2? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(blau,lila,gruen) $zg := 31
61 - $modus == 5? $tipp == 3? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(rot,gelb,orange) $zg := 31
62 - $modus == 5? $tipp == 4? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(braun,gruen,blau) $zg := 31
63 - $modus == 5? $tipp == 5? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(lila,rot,orange) $zg := 31
64 - $modus == 5? $tipp == 6? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(gelb,blau,schwarz) $zg :=
31
65 - $modus == 5? $tipp == 7? $tipp += 1 P(jetztbitte) P(gruen,braun,rot) $zg := 31
66 - $modus == 5? $tipp == 8? $tipp -= 6 P(jetztbitte) P(gelb,orange,lila) $zg := 31
67 Wiederholen:
68 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
69 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
70 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
71 - $zg == 4? P(AB1H)
72 - $zg == 5? P(AB5U1)
73 - $zg == 6? P(AB5U2)
74 - $zg == 7? P(AB5U3)
75 - $zg == 8? P(AB1W1)
76 - $zg == 9? P(AB3W2)
77 - $zg == 10? P(AB3F1V)
78 - $zg == 11? P(AB3F1H1)
79 - $zg == 12? P(AB3F1H2)
80 - $zg == 13? P(AB3F1H3)
81 - $zg == 14? P(AB3F1H4)
82 - $zg == 15? P(AB3F1H5)
83 - $zg == 16? P(AB3F1H6)
84 - $zg == 17? P(AB3F1H7)
85 - $zg == 18? P(AB3F1U)
86 - $zg == 19? P(AB3F2V)
87 - $zg == 20? P(AB3F2H1)
88 - $zg == 21? P(AB3F2H2)
89 - $zg == 22? P(AB3F2H3)
90 - $zg == 23? P(AB3F2H4)
91 - $zg == 24? P(AB3F2H5)
92 - $zg == 25? P(AB3F2U)
93 - $zg == 26? P(AB3F3V)
94 - $zg == 27? P(AB3F3H1)
95 - $zg == 28? P(ABU)
96 - $zg == 29? P(Schlange)
97 - $zg == 30? P(Anmalen)
98 - $zg == 31? P(jetztbitte) P(blau, gelb, rot, gruen, lila, orange, braun,
schwarz)

```

A.3.9 Quellcode zu AB 9 (Feuer in Gläsern)

```

1 product-id: 929
2 welcome: MWillkommen
3 language: de
4 init: $modus := 1 $gefragt := 1
5 scripts:
6 Vorlesen:
7 - P(AB1Vorlesen) $modus := 1 $zg := 1
8 Hilfe:
9 - $modus != 2? $modus := 2 $gefragt := 1 P(AB1Hilfe) $zg := 2
10 - $modus == 2? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
11 - $modus == 2? $gefragt == 2? $gefragt := 1 P(AB1H) $zg := 4

```



```

12 - $modus == 2? $gefragt >= 3? $gefragt := 2 P(AB1Hilfe2) $zg := 3
13 Überprüfen:
14 - $modus != 3? $modus := 3 $gefragt := 1 P(AB5U1) $zg := 5
15 - $modus == 3? $gefragt == 1? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
16 - $modus == 3? $gefragt == 2? $modus := 4 $gefragt := 1 P(AB1U3) $zg := 7
17 Wissen:
18 - $modus <= 3? P(AB1W1) $zg := 8
19 - $modus == 4? $modus := 5 P(AB9FW) $zg := 9
20 - $modus == 5? P(AB9FW) $zg := 9
21 Feld1:
22 - $modus == 1? P(AB9FF1V) $zg := 10
23 - $modus == 2? $gefragt <= 2? $gefragt := 3 P(AB9FF1H1) $zg := 11
24 - $modus == 2? $gefragt == 3? $gefragt := 4 P(AB9FF1H2) $zg := 12
25 - $modus == 2? $gefragt == 4? $gefragt := 5 P(AB9FF1H3) $zg := 13
26 - $modus == 2? $gefragt == 5? $gefragt := 6 P(AB1H) $zg := 4
27 - $modus == 2? $gefragt >= 6? $gefragt := 3 P(AB9FF1H1) $zg := 11
28 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 1 P(AB1U2) $zg := 6
29 - $modus == 4? P(AB9FF1U) $zg := 14
30 - $modus == 5? P(AB9FW) $zg := 9
31 Feld2:
32 - $modus == 1? P(AB9FF2V) $zg := 15
33 - $modus == 2? $gefragt <= 6? $gefragt := 7 P(AB9FF2H1) $zg := 16
34 - $modus == 2? $gefragt == 7? $gefragt := 8 P(AB9FF2H2) $zg := 17
35 - $modus == 2? $gefragt == 8? $gefragt := 9 P(AB9FF2H3) $zg := 18
36 - $modus == 2? $gefragt == 9? $gefragt := 10 P(AB1H) $zg := 4
37 - $modus == 2? $gefragt >= 10? $gefragt := 7 P(AB9FF2H1) $zg := 16
38 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
39 - $modus == 4? P(AB9FF2U) $zg := 19
40 - $modus == 5? P(AB9FW) $zg := 9
41 Feld3:
42 - $modus == 1? P(AB9FF3V) $zg := 20
43 - $modus == 2? $gefragt <= 10? $gefragt := 11 P(AB9FF3H1) $zg := 21
44 - $modus == 2? $gefragt == 11? $gefragt := 12 P(AB9FF3H2) $zg := 22
45 - $modus == 2? $gefragt == 12? $gefragt := 13 P(AB9FF3H3) $zg := 23
46 - $modus == 2? $gefragt == 13? $gefragt := 14 P(AB1H) $zg := 4
47 - $modus == 2? $gefragt >= 14? $gefragt := 11 P(AB9FF3H1) $zg := 21
48 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
49 - $modus == 4? P(AB9FF3U) $zg := 24
50 - $modus == 5? P(AB9FW) $zg := 9
51 Feld4:
52 - $modus == 1? P(AB9FF4V) $zg := 25
53 - $modus == 2? $gefragt <= 14? $gefragt := 15 P(AB9FF4H1) $zg := 26
54 - $modus == 2? $gefragt == 15? $gefragt := 16 P(AB9FF4H2) $zg := 27
55 - $modus == 2? $gefragt == 16? $gefragt := 17 P(AB9FF4H3) $zg := 28
56 - $modus == 2? $gefragt == 17? $gefragt := 18 P(AB1H) $zg := 4
57 - $modus == 2? $gefragt >= 18? $gefragt := 15 P(AB9FF4H1) $zg := 26
58 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
59 - $modus == 4? P(AB9FF4U) $zg := 29
60 - $modus == 5? P(AB9FW) $zg := 9
61 Feld5:
62 - $modus == 1? P(AB9FF5V) $zg := 30
63 - $modus == 2? $gefragt <= 18? $gefragt := 19 P(AB9FF5H1) $zg := 31
64 - $modus == 2? $gefragt == 19? $gefragt := 20 P(AB1H) $zg := 4
65 - $modus == 2? $gefragt >= 21? $gefragt := 19 P(AB9FF5H1) $zg := 31
66 - $modus == 3? $gefragt <= 2? $gefragt := 2 P(AB1U2) $zg := 6
67 - $modus == 4? P(AB9FF5U) $zg := 32
68 - $modus == 5? P(AB9FW) $zg := 9
69 Wiederholen:
70 - $zg == 1? P(AB1Vorlesen)
71 - $zg == 2? P(AB1Hilfe)
72 - $zg == 3? P(AB1Hilfe2)
73 - $zg == 4? P(AB1H)
74 - $zg == 5? P(AB5U1)
75 - $zg == 6? P(AB1U2)
76 - $zg == 7? P(AB1U3)
77 - $zg == 8? P(AB1W1)
78 - $zg == 9? P(AB9FW)
79 - $zg == 10? P(AB9FF1V)
80 - $zg == 11? P(AB9FF1H1)
81 - $zg == 12? P(AB9FF1H2)
82 - $zg == 13? P(AB9FF1H3)
83 - $zg == 14? P(AB9FF1U)
84 - $zg == 15? P(AB9FF2V)
85 - $zg == 16? P(AB9FF2H1)

```

86 - \$zg == 17? P (AB9FF2H2)
87 - \$zg == 18? P (AB9FF2H3)
88 - \$zg == 19? P (AB9FF2U)
89 - \$zg == 20? P (AB9FF3V)
90 - \$zg == 21? P (AB9FF3H1)
91 - \$zg == 22? P (AB9FF3H2)
92 - \$zg == 23? P (AB9FF3H3)
93 - \$zg == 24? P (AB9FF3U)
94 - \$zg == 25? P (AB9FF4V)
95 - \$zg == 26? P (AB9FF4H1)
96 - \$zg == 27? P (AB9FF4H2)
97 - \$zg == 28? P (AB9FF4H3)
98 - \$zg == 29? P (AB9FF4U)
99 - \$zg == 30? P (AB9FF5V)
100 - \$zg == 31? P (AB9FF5H1)
101 - \$zg == 32? P (AB9FF5U)

A.3 Unterrichtssequenzen

Sequenz	Inhalte	Arbeitsblätter
1 1 Std.	<p>Hinweise zum Experiment tiptoi</p> <p>Kamera/Interviews Wer macht heute mit?</p> <p>Einführung zur Nutzung des tiptoi-Stiftes: Funktionen (Poster) Bedienleiste auf den ABs/Poster Bearbeiten des Arbeitsblattes</p>	<p>AB „Übung zu tiptoi-Funktionen“/Teilbarkeit (tiptoi)</p> <p>AB „Übungsblatt zu tiptoi-Funktionen“/Textaufgaben (tiptoi)</p>
2 1 Std.	<p>Einstieg in die Unterrichtsreihe „Luft“ Kurze Wiederholung zur Verwendung des tiptoi-Stiftes</p> <p>Probleme der letzten Stunde noch einmal aufgreifen (Stift reagiert nicht immer, schwierige Expertenaufgabe ohne Hilfe)</p> <p>Einstieg ins Thema/Aktivierung von Vorwissen</p> <p>AB im Plenum besprechen</p>	<p>AB zu „Eigenschaften der Luft“ (tiptoi)</p>
3 2 Std.	<p>Luft braucht Platz</p> <p>Stiller Impuls: „Lehrerversuch Taucherglocke“</p> <p>Wiederholung: Experimentieren</p> <p>Experimentierphase in Partnerarbeit, SuS experimentieren selbstständig und tragen ihre Vermutungen, Beobachtungen und Erklärungen in die Arbeitsblätter ein.</p> <p>Besprechung der Experimente im Sitzkreis, dabei Experimente nochmals zeigen und besprechen, wie die Erklärungen lauten können. Was hat gut geklappt, was nicht?</p>	<p>AB Die Taucherglocke AB Das U-Boot AB Luft umfüllen AB Luftballonflasche AB Station 5: „Ist der Trichter verstopft?“ (tiptoi)</p> <p>Weitere Station mit Expertenaufgaben</p>
4 1 Std.	<p>Bedeutung der Luft für uns und unsere Umwelt, Eigenschaften der Luft</p> <p>[Demonstrationsversuch aus Sequenz 6: Solarzeppelin draußen (wetterabhängig)]</p>	<p>AB „Ohne Luft gibt es kein Leben“ (tiptoi)</p> <p>(Klassenquiz)</p>
5 2 Std.	<p>(Eingespernte) erwärmte Luft</p> <p>Stiller Impuls: „Teebeutelrakete“</p> <p>Experimentierphase in Kleingruppen SuS experimentieren selbstständig</p>	<p>Flaschengeist/Luftballonflaschen-Experimente</p> <p>Münze/Luftballon auf Flasche legen/stülpen und mit</p>

Sequenz	Inhalte	Arbeitsblätter
	<p>und tragen ihre Vermutungen, Beobachtungen und Erklärungen auf dem Arbeitsblatt ein.</p> <p>Besprechung der Experimente im Sitzkreis, dabei Experimente nochmals zeigen und besprechen, wie die Erklärungen lauten können. Was hat gut geklappt, was nicht?</p>	<p>- Händen - Fön - Wasserbad - Wärmflasche erwärmen</p> <p>AB Flaschengeist und Luftballonflasche (tiptoi)</p>
6 1 Std.	<p>Warme Luft steigt auf – der Heißluftballon</p> <p>Demonstrationsversuch: Solarzeppelin draußen (wetterabhängig, daher bereits in Sequenz 4 durchgeführt)</p> <p>Himmelslaterne als Anschauungsmaterial</p> <p>Wiederholung: „Teebeutelrakete“</p> <p>Geschichte: „Die Brüder Montgolfier“</p> <p>Besprechen, wie ein moderner Heißluftballon funktioniert (Bildkarten)</p>	<p>AB „Der Heißluftballon“ (tiptoi)</p>
7 2 Std.	<p>Warme Luft steigt auf und treibt an (optional)</p> <p>Sicherheitshinweise/Brandschutz</p> <p>Wärmeschlange (und Windtester) basteln</p> <p>Wärmeschlange/Feder besprechen</p> <p>Demonstrationsversuch: Wärmerad</p> <p>Wärmerad mit mehr Kerzen</p>	<p>AB „Wärmeschlange“ (tiptoi)</p> <p>AB „Bastelvorlage Wärmeschlange“ (tiptoi)</p> <p>[AB „Windtester“ (für Kinder, die besonders schnell fertig sind)]</p>
8 1 Std.	<p>Sauerstoff in der Luft ist wichtig</p> <p>Wiederholung: Sicherheitshinweise/Brandschutz</p> <p>SuS entwickeln selbst einen Versuch und führen ihn durch</p> <p>Die unterschiedlichen Versuche (Zeit gemessen/ Sekunden gezählt/ Gläser gleichzeitig über die Kerzen gestülpt) werden vorgeführt und reflektiert.</p>	<p>AB „Feuer in Gläsern“ (tiptoi)</p>

(Möller et al. 2007; Dechant et al. 2005)