

**Universität Duisburg-Essen**

Fakultät für Mathematik

Didaktik der Mathematik

LA Bachelor an Grundschulen

**Programmablaufpläne als Mittel zur Sprachförderung  
im Mathematikunterricht**

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

**Bachelor of Arts**

Gina Maria Graynert

Erstgutachter: Dr. Ulrich Schwätzer

Zweitgutachterin: Dr. Stephanie Weskamp-Kleine

Oberhausen, 08.07.2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung .....</b>	<b>2</b>
<b>2 Theoretische Grundlagen.....</b>	<b>3</b>
2.1 Vorstellung des Projektes „ProMaPrim“ .....	3
2.1.1 Forschungshintergrund.....	3
2.1.2 Aufbau der Lernumgebungen .....	4
2.1.3 Basismodul 1 – Was ist ein Programm? (BP) .....	5
2.1.4 Basismodul 3 – Unterscheidungen und Schleifen (BU) .....	6
2.1.5 Didaktische Analyse der Lernumgebungen .....	7
2.2 Algorithmisches Denken .....	8
2.2.1 Der Begriff Algorithmus und seine Bedeutung.....	8
2.2.2 Aspekt des Computational Thinking.....	10
2.2.3 Einordnung in den Schulkontext.....	10
2.3 Programmablaufpläne .....	12
2.3.1 Definition .....	12
2.3.2 Relevanz für das Projekt ProMaPrim .....	14
2.4 Sprache im Mathematikunterricht .....	15
2.4.1 Die Bedeutung und Rolle der Sprache.....	15
2.4.2 Sprachliche Mittel .....	17
2.4.3 Sprachförderung.....	18
2.4.4 Scaffolding .....	19
2.4.5 Wortspeicher .....	19
<b>3 Methodisches Vorgehen.....</b>	<b>20</b>
3.1 Qualitative Forschung .....	20
3.1.1 Zentrale Prinzipien.....	20
3.1.2 Qualitative Interviews .....	21
3.2 Design Research .....	22
<b>4 Darstellung der Analyseergebnisse .....</b>	<b>23</b>
4.1 Vorstellung des Settings .....	23
4.2 Erste Erprobungsphase.....	24
4.2.1 Basismodul 1 .....	24
4.2.2 Basismodul 3.....	26
4.2.3 Schlussfolgerungen .....	28
4.3 Zweite Erprobungsphase .....	29
4.3.1 Basismodul 1 .....	29
4.3.2 Basismodul 3.....	31
4.3.3 Schlussfolgerungen .....	32
4.4 Vergleich und Interpretation .....	33
<b>5 Fazit und Ausblick.....</b>	<b>35</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>37</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>40</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>41</b>

## 1 Einleitung

Stellen Sie sich vor, Sie erhalten folgende Aufgabenstellung: „Eine t olitie soll vor-schazor werden. Wie viele muger sind notwendig?“ Wie würden Sie diese Aufgabe lösen? – Wahrscheinlich werden Sie zunächst ins Stocken geraten und sich fragen, worum es in der Aufgabe geht. Immer wieder stellen Sie Vermutungen darüber an, was in der Aufgabe gefordert oder auch gesucht werden könnte. Letztlich können Sie sich jedoch nie sicher sein.

Das einführende Gedankenexperiment soll verdeutlichen, dass das Lösen einer Aufgabe, dessen sprachliche Voraussetzungen man nicht beherrscht, in den meisten Fällen vergeblich ist. Unabhängig vom mathematischen Inhalt scheint eine Lösung dieser Aufgabe aufgrund der sprachlichen Schwierigkeiten schier unmöglich. Die Sprache kann also beim Lösen von mathematischen Aufgaben und Problemen ein Hindernis darstellen. Aber wie kann das sein, in einem doch so „spracharmen“ Fach, wie einige Menschen es behaupten? Augenscheinlich können jene Aussagen über das Fach Mathematik nicht umfassend korrekt sein. Unabhängig von solchen Vorurteilen zeigt bereits das einführende Gedankenexperiment, dass Sprache in der Mathematik eine elementare Rolle spielt und die Basis für den Mathematikunterricht in der Schule darstellt. Um eine vollumfängliche Thematisierung von mathematischen Phänomenen und Problemen uneingeschränkt im Rahmen der „doch nicht so spracharmen“ Mathematik zu ermöglichen, scheint eine entsprechende Sprachförderung unabdingbar. Diese empirische Arbeit befasst sich daher mit einem exemplarischen Beispiel jener Sprachförderung im Mathematikunterricht.

Die vorliegende Arbeit soll Programmablaufpläne als Mittel zur Sprachförderung im Mathematikunterricht untersuchen. Dabei wird der Frage nachgegangen, inwieweit Programmablaufpläne sich als Mittel zur Sprachförderung im Mathematikunterricht der Grundschule eignen und wie Kinder mit jenen umgehen. Um eine Grundlage für die Auswertung und Analyse der empirischen Untersuchung zu schaffen, wird im ersten Schritt dieser Arbeit auf die theoretischen Grundannahmen eingegangen. Im Rahmen dessen wird die Arbeit zunächst in das Projekt *ProMaPrim* eingeordnet, der zentrale Begriff des *algorithmischen Denkens* erläutert sowie die Relevanz der Sprache und Sprachförderung im Mathematikunterricht herausgearbeitet. Anschließend wird das methodische Verfahren, welches der empirischen Untersuchung zugrunde liegt, vorgestellt. Dabei wird insbesondere auf die qualitative Forschung sowie das sogenannte *Design Research* eingegangen. Auf Grundlage der theoretischen als auch methodischen Hintergründe werden im Anschluss daran die Analyseergebnisse der empirischen Untersuchung dargestellt. Abschließend wird ein Fazit als Ergebnis des dargestellten Sachverhalts mit Rückschluss auf die übergeordnete Fragestellung gezogen.

## 2 Theoretische Grundlagen

Um die übergeordnete Fragestellung untersuchen zu können, muss zunächst die theoretische Grundlage der Untersuchungsgegenstände geschaffen werden. Da die vorliegende Arbeit im Rahmen des Forschungsprojektes *ProMaPrim* entstanden ist, wird zunächst jenes Projekt vorgestellt und die Arbeit entsprechend eingebettet. Weiterführend wird sich mit dem theoretischen Hintergrund der in dieser Arbeit zentralen Programmablaufpläne<sup>1</sup> befasst. Daran anschließend wird auf den Begriff Algorithmik und insbesondere das algorithmische Denken, welches sowohl im Projekt allgemein als auch in den PAPs eine bedeutende Rolle spielt, eingegangen. Letztlich sollen die theoretischen Grundlagen für die Sprachförderung im Mathematikunterricht geschaffen werden.

### 2.1 Vorstellung des Projektes „ProMaPrim“

#### 2.1.1 Forschungshintergrund

Wie zuvor bereits erläutert, ist diese Arbeit im Kontext des Forschungsprojektes *ProMaPrim* (Programmieren im Mathematikunterricht der Primarstufe) entstanden. Mit der Gründung dieses Forschungsprojektes im Jahre 2021 an der Universität Duisburg-Essen wurde das Ziel gesetzt, das Programmieren, welches oftmals als Element der Informatik angesehen wird, als Bestandteil des Faches Mathematik und insbesondere als fachlicher Inhalt des Mathematikunterrichts der Grundschule anzusehen (vgl. Schwätzer 2022).

Die Grundposition des Projektes ist es, vom Fach aus zu denken, und fachliche Inhalte mit einem mathematisch-algorithmischen Ideenkernel durch eigene, konstruierende Programmieraktivitäten der Schülerinnen und Schüler in digitalen Lernumgebungen in der Programmierumgebung Scratch zugänglich zu machen. (Schwätzer 2022, S. 131)

Im Rahmen dessen soll ein Kurssystem als Lernumgebung entwickelt, erprobt und die damit verbundenen Lernprozesse betrachtet werden (vgl. Schwätzer 2022). Das Forschungsprojekt untersucht dementsprechend, ob und inwieweit Grundschüler:innen aus der dritten und vierten Klasse mathematisch-algorithmische Themen eigenständig in digitalen Programmierumgebungen erstellen und verwenden können (vgl. Schwätzer 2023). Als digitale Programmierumgebung dient hierbei die Website *Scratch*, in welcher mit farbigen Codeblöcken kleine Sequenzen kindergerecht programmiert werden können (vgl. Schwätzer 2022). Zentraler Bestandteil jener Programmierumgebungen stellen die

---

<sup>1</sup> Einfachheit halber wird im Folgenden für „Programmablaufplan“ das Kürzel „PAP“ verwendet

mathematischen Themen mitsamt algorithmischer Struktur dar, welche sowohl „im Curriculum des Mathematikunterrichts der Grundschule liegen“ (Schwätzer 2022, S. 131) als auch ein Bestandteil von lösbaren Programmierproblemen sind (vgl. Schwätzer 2022).

Um das Projekt wissenschaftlich fundiert entwickeln und durchführen zu können, wurden bereits entwickelte unterrichtspraktische Kurssysteme (vgl. z.B. Geldreich 2019; Geldreich et al. 2019, 2017; Geldreich & Hubwieser 2020) oder Erfahrungen, die im Rahmen vor Vorstudien durch Schwätzer (2018) gemacht wurden, in das Projekt integriert (vgl. Schwätzer 2022). Methodisch folgt das Projekt *ProMaPrim* dem sogenannten *Design Research*, sodass sich der Forschungsprozess in verschiedene Abschnitte aufgliedert und eventuell weitere Unterprojekte entstehen (vgl. Schwätzer 2022). Eine genauere Vorstellung jener Methodik wird im Verlaufe dieser Arbeit erfolgen. Allgemein soll sich hierbei jeder Entwicklungszyklus eines Kursmoduls in zwei Phasen gliedern (vgl. Schwätzer 2022). Während die erste Phase die prototypische Entwicklung des jeweiligen Moduls umfasst, geht es in der zweiten Phase, welche sich weiterführend in mehrere Mikrozyklen einteilen lässt, um die Erprobung und Überarbeitung des in der ersten Phase entwickelten Moduls (vgl. Schwätzer 2022). Die entsprechenden Mikrozyklen werden so lange wiederholt, bis die jeweiligen Module in der Praxis einsetzbar sind und demnach veröffentlicht werden können (vgl. Schwätzer 2022). Die in diesem Rahmen durchgeführten Klassenerprobungen, Lehrendenbefragungen und Interviews wurden daraufhin ausgewertet und die Module entsprechend überarbeitet (vgl. Schwätzer 2022).

### 2.1.2 Aufbau der Lernumgebungen

Allgemein können die *ProMaPrim* Lern- bzw. Programmierumgebungen in sogenannte Basis- und weiterführende Mathemodule unterscheiden (vgl. Schwätzer 2022). Während die Basismodule als Einführung in das Programmieren im Mathematikunterricht und insbesondere der Verwendung der Website *Scratch* dienen, werden im Mathe-Modul jene Grundlagen auf mathematische Problemstellungen und Phänomene übertragen (vgl. Schwätzer 2022). Derzeit umfasst das Forschungsprojekt vier verschiedene Basismodule sowie zwei Mathe-Module, welche sich jedoch noch in ständiger Überarbeitung befinden (vgl. Schwätzer 2022). Da die PAPs in dieser Arbeit den Untersuchungsgegenstand darstellen und diese im Rahmen der Basismodule eingeführt werden, wird im Folgenden ein grober Überblick über die Basismodule gegeben.

BP – BASISMODUL 1 – WAS IST EIN PROGRAMM?  
BS – BASISMODUL 2 – WAS IST SCRATCH?  
BU – BASISMODUL 3 – UNTERSCHIEDUNGEN UND SCHLEIFEN  
BZ – BASISMODUL 4 – ZAHLEN UND ZÄHLEN

Abbildung 1: Übersicht der Basismodule (*ProMaPrim* o.J.-a, S. 1)

Schaut man sich die aufgeführte Übersicht der Basismodule genauer an, so fällt auf, dass sich diese thematisch in zwei Kategorien unterteilen lässt (siehe Abbildung 1). Während die Basismodule 1 & 3 auf der allgemeinen Ebene der Programmstrukturen bleiben, beziehen sich die Basismodule 2 & 4 spezifisch auf das Programmieren in *Scratch* (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Die nachfolgende Beschreibung der einzelnen Basismodule orientiert sich dabei an dieser thematischen Untergliederung. Im ersten Basismodul (BP) geht es um das Kennenlernen von ersten Programmstrukturen bzw. informatischen Grundideen wie zum Beispiel der *Sequenz* und darum, was Programme überhaupt sind (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Im Rahmen dessen lernen die Kinder die sogenannten PAPs kennen, welche später eine „wichtige Vermittlerrolle im Transfer zwischen arithmetischem und digitalem Algorithmus“ (ProMaPrim o.J.-a, S. 2) übernehmen. Im Zuge des dritten Basismoduls (BU) findet eine Erweiterung des ersten Moduls statt, indem die informatischen Grundideen *Bedingung* und *Wiederholung* sowohl einzeln als auch in Kombination aufgegriffen werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Im Gegensatz dazu beschäftigen sich Basismodule 2 & 4 mit der Programmierumgebung *Scratch*. Die Einführung in erste zentrale Elemente, welche im zweiten Basismodul (BS) gegeben wird, wird innerhalb des vierten Basismoduls (BZ) weiter vertieft und durch den Kontext *Zahlen und Zählen* auf eine mathematische Ebene gebracht (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Insbesondere die Basismodule 1 und 3 spielen in dieser Arbeit eine relevante Rolle, weshalb jene im Folgenden genauer betrachtet werden.

### 2.1.3 Basismodul 1 – Was ist ein Programm? (BP)

Wie zuvor bereits erwähnt lernen die Kinder im Rahmen des ersten Basismoduls (BP) ein Programm und die erste informatische Grundidee kennen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). So sollen sich die Kinder zu Beginn dieser Lernumgebung ein Video anschauen, in welchem PAPs und gleichermaßen die Basisstruktur *Sequenz* vorgestellt werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Auf Grundlage dieses Wissens sollen die Kinder in der nächsten Aufgabe die Faltfolge beim „Handtuch falten“, wie in einem Video gezeigt, verschriftlichen, wobei der zuvor vorgestellte PAP als Hilfsmittel verwendet werden soll (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Was ein PAP ist und welche Rolle ein solcher übernimmt wird im Verlaufe des Theoriekapitels aufgegriffen. Insbesondere der Zusatz „Er soll möglichst kurz sein, aber er soll alles Wichtige enthalten“ innerhalb der Aufgabenstellung soll eine Reflexion im Hinblick auf die relevanten Kernaspekte der Faltfolge des Handtuchs anregen (vgl. ProMaPrim o.J.-a).

Hintergrund der Aufgabenstellung ist, dass ein Aspekt von algorithmischem Denken die Fähigkeit der Reduktion komplexerer Vorgänge auf ihre Kernidee ist, die aber gleichsam noch präzise genug sein muss, damit sie eindeutig wiederholbar bleibt. (ProMaPrim o.J.-a, S. 3)

Im Fokus der nächsten beiden Aufgabenstellungen steht das Formulieren von korrekten Algorithmen mithilfe von PAPs und das Überprüfen jener erstellten Algorithmen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Hierzu sollen die Kinder die zwei Faltarten, welche in den Videos dargestellt wurden, arbeitsteilig in einem PAP verschriftlichen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Die erstellten PAPs sollen nachfolgend ausgetauscht und bezüglich ihrer Zielfähigkeit überprüft werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Im Gegensatz zu den vorherigen Aufgaben sollen die Kinder zum Abschluss dieses Basismoduls keine eigenen PAPs erstellen, sondern die vorgegeben PAPs rekodieren und den entsprechenden Videos zuordnen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Bezüglich einer begründeten Entscheidung müssen die Kinder die entsprechenden Indikatoren, welche die Videos unterscheiden, kenntlich machen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Modul entsprechend überarbeitet. Die entsprechende Überarbeitung findet sich im Anhang und wird im Rahmen der Darstellung der Analyseergebnisse genauer vorgestellt (siehe Anhang 1.1, S. 42).

#### 2.1.4 Basismodul 3 – Unterscheidungen und Schleifen (BU)

Im Gegensatz zum ersten Basismodul beschäftigt sich das dritte Basismodul thematisch nicht nur um die informatische Grundidee *Sequenz*, sondern auch um die Basisstrukturen *Unterscheidungen* und *Schleifen* (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Dabei lässt sich das Modul in drei Abschnitte untergliedern. Während es im ersten Abschnitt um das Erstellen von PAPs mit *Unterscheidung* geht, fokussiert der zweite Abschnitt das Erstellen von PAPs mit *Schleife* (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Im letzten Schritt werden die beiden informatischen Grundideen zusammengebracht, indem die Kinder PAPs mit einer *Schleife* mit *Bedingung* erstellen sollen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Die informatische Grundidee der *Unterscheidung* soll zunächst durch das Beispiel der Faltung eines Briefes je nach Umschlagformat dargestellt werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). So müssen die Kinder auf Grundlage der im Video vorgestellten Basisstruktur einen PAP mit entsprechender Verzweigung erstellen, sodass beide Faltarten aufgegriffen werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Um die informatische Grundidee der *Schleife* kennenzulernen, wird innerhalb des einführenden Videos das Beispiel des Tischdeckens aufgeführt (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Darauf aufbauend sollen die Kinder im nächsten Schritt mithilfe von vorgefertigten Elementen Sportübungen, die im Video gezeigt werden, als Algorithmus darstellen (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Abschließend soll die Idee des „wiederhole... bis...“, also der Kombination aus *Unterscheidung* und *Schleife*, durch das Einschütten eines Glases vorgestellt werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Das erlernte Wissen soll daraufhin in verschiedenen Videos mit unterschiedlichen Sachsituationen angewendet und entsprechende PAPs gestaltet werden (vgl. ProMaPrim o.J.-a). Auch dieses Basismodul wurde im Rahmen dieser Arbeit überarbeitet. Die entsprechende Überarbeitung findet sich ebenso im Anhang und wird im Rahmen der Darstellung der Analyseergebnisse genauer vorgestellt (siehe Anhang 1.2, S. 46).

### 2.1.5 Didaktische Analyse der Lernumgebungen

Weiterführend sollen die zuvor vorgestellten Basismodule didaktisch analysiert werden. Hierbei wird sowohl ein Bezug zu den Bildungsstandards für das Fach Mathematik im Primarbereich als auch zum Lehrplan NRW Mathematik für die Primarstufe hergestellt. Zudem sollen die Lernumgebungen bezüglich ihres inhaltlichen bzw. mathematischen Hintergrunds eingeordnet werden. Im Rahmen dessen bezieht sich diese didaktische Analyse nicht auf jede einzelne Aufgabe, sondern ist aufgabenübergreifend. In beiden Lernumgebungen steht die Erstellung eigener PAPs, also die Verschriftlichung einer bestimmten Abfolge bzw. eines bestimmten Algorithmus im Fokus. Insbesondere dieser Aspekt wird im Folgenden analysiert.

Bezüglich der sogenannten prozessbezogenen Kompetenzen fällt beim Aspekt der Verschriftlichung von Algorithmen auf, dass insbesondere das *Problemlösen* ein zentraler Bestandteil ist. Darunter verstehen beispielsweise die Bildungsstandards, „dass Schülerinnen und Schüler mathematische Aufgabenstellungen bearbeiten, die mit vorhandenen Kenntnissen und Fähigkeiten nicht routiniert gelöst werden können“ (KMK 2022, S. 10). Bezieht man dies auf die beiden Lernumgebungen dann zeigt sich, dass die Kinder einerseits die relevanten Schritte herausfiltern und benennen und sich andererseits mögliche Vorgehensweisen überlegen sowie strukturiert bzw. algorithmisch vorgehen müssen (vgl. MSW NRW 2021; KMK 2022). Darüber hinaus müssen die Kinder der im Video dargestellten Situationen die wichtigsten Informationen entnehmen und die reale Situation in ein mathematisches Modell übertragen, was sich unter der prozessbezogenen Kompetenz *Modellieren* verbirgt (vgl. MSW NRW 2021; KMK 2022). Die Kinder sollen den in der Sachsituation dargestellten Algorithmus, wie zum Beispiel das Falten eines Handtuchs, mithilfe von einem PAP in einen mathematischen Algorithmus übertragen. Weiterführend lässt sich die prozessbezogene Kompetenz *Darstellen* erkennen, da die Kinder bei der Verschriftlichung der dargestellten Algorithmen eine Art der Darstellung in eine andere Darstellungsform übertragen müssen (vgl. MSW NRW 2021; KMK 2022).

Die vorangegangene Analyse der prozessbezogenen Kompetenzen hat gezeigt, dass ein Begriff innerhalb der beiden Lernumgebungen des *ProMaPrim*-Projektes immer wieder auftaucht: der Algorithmus. Das ist nicht überraschend, wenn man bedenkt, dass es sich bei dem algorithmischen Denken um den mathematischen Hintergrund der Lernumgebungen handelt. Demnach ist eine Verschriftlichung der Faltfolgen ohne algorithmisches Denken seitens der Kinder nur schwer möglich. Daraus lässt sich schließen, dass insbesondere das *Problemlösen* im Kontext des algorithmischen Denkens im Fokus des Forschungsprojektes *ProMaPrim* steht.

## 2.2 Algorithmisches Denken

Im Zuge der Vorstellung des Projektes *ProMaPrim* stellte sich heraus, dass insbesondere das algorithmische Denken ein zentraler Bestandteil der Lernumgebungen und dem Forschungsprojekt allgemein ist. So handelt es sich bei *ProMaPrim* um einen Versuch, das algorithmische Denken im Mathematikunterricht der Grundschule mehr zu integrieren und präsenter zu machen. Inwieweit sich ein solcher Versuch der stärkeren Einbindung von algorithmischem Denken in den Mathematikunterricht der Grundschule legitimieren lässt, soll im Folgenden erarbeitet werden. Gleichmaßen soll dargestellt werden, wie vielschichtig und komplex das algorithmische Denken ist. Hierbei wird zunächst geklärt, was unter dem Begriff Algorithmus zu verstehen ist. Darüber hinaus wird das algorithmische Denken als Aspekt des *Computational Thinking* vorgestellt und letztlich in den schulischen Kontext eingebettet, sodass dessen Relevanz deutlich wird. Die nachfolgende Übersicht zum algorithmischen Denken im Mathematikunterricht der Grundschule dient als strukturelle Orientierung und verdeutlicht die Vielschichtigkeit sowie die entsprechenden Zusammenhänge (siehe Abbildung 2).

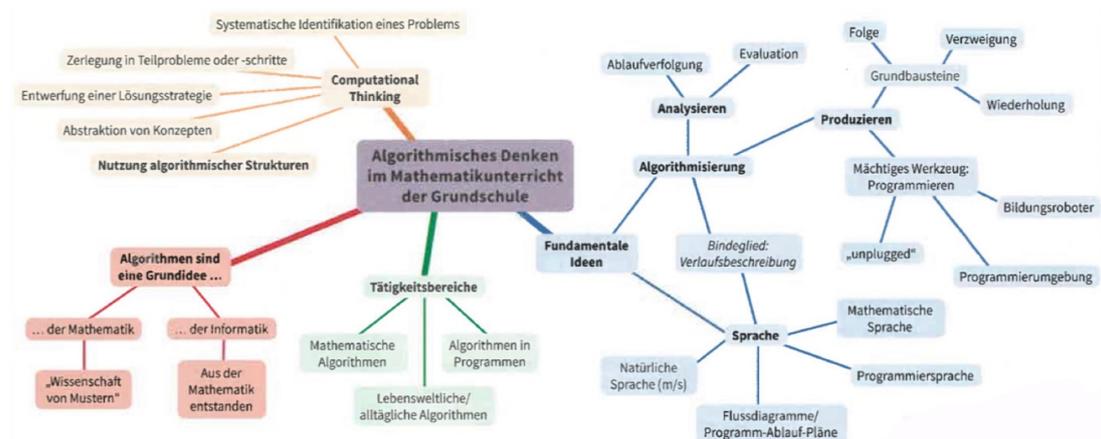


Abbildung 2: Übersicht algorithmisches Denken (Schwätzer 2023, S. 7)

### 2.2.1 Der Begriff Algorithmus und seine Bedeutung

Um verstehen zu können, was unter dem sogenannten algorithmischen Denken zu verstehen ist, muss man sich zunächst den Begriff *Algorithmus* anschauen. Bei einem Algorithmus handelt es sich um „eine endliche Folge von eindeutig bestimmten Elementaranweisungen, die den Lösungsweg eines Problems exakt und vollständig beschreiben“ (Bruder et al. 2015, S. 307). Demnach kann man sich unter einem Algorithmus eine Art schrittweises Verfahren vorstellen, welches ein Problem möglichst genau und umfassend lösen soll. Betrachtet man jene Definition genauer, so lassen sich zwei Merkmale ausfindig machen, welche für den Begriff Algorithmus elementar sind. Einerseits spielen die

Elementaranweisungen eine entscheidende Rolle. Verknüpft man jene Elementaranweisungen mit bestimmten Operationen wie zum Beispiel der *Gruppierung*, *Fallunterscheidung* oder *Wiederholung*, so erhält man Anweisungen, die entsprechend ausgeführt werden sollen (vgl. Bruder et al. 2015). Zwar sind solche Elementaranweisungen vom jeweiligen Kontext des Problems abhängig, aber in den meisten Fällen gehören die arithmetischen Grundrechen-Operationen dazu (vgl. Bruder et al. 2015). Ebenso scheinen Exaktheit und Vollständigkeit grundlegend für Algorithmen zu sein. Da jene Merkmale sicherstellen, dass das jeweilige Ziel des entsprechenden Algorithmus erreicht wird, stellen sie eine Voraussetzung für diesen dar.

Meyer und Neppert (2012) gehen jedoch noch weiter und definieren einen Algorithmus durch die sechs Merkmale: Eindeutigkeit, Finitheit, Ausführbarkeit, Terminierung, Determiniertheit sowie Determinismus. Die Eigenschaft der Eindeutigkeit, dass alle Beschreibungen eindeutig sein müssen, wurde bereits zuvor aufgegriffen (vgl. Meyer & Neppert 2012). Während das Merkmal der Finitheit besagt, dass der entsprechende Algorithmus endlich sein muss, geht es bei der Ausführbarkeit darum, dass die einzelnen Anweisungen ausführbar sowie in ihrer Wirkung eindeutig festgelegt sein müssen (vgl. Meyer & Neppert 2012). Die sogenannte Terminierung umfasst, dass der Algorithmus nach einer bestimmten Anzahl an Anweisungen enden und sein Ziel erreichen muss, wobei jede Anweisung berücksichtigt werden muss (vgl. Meyer & Neppert 2012). In diesem Kontext muss der Algorithmus bei gleichen Ausgangsvoraussetzungen das gleiche Ergebnis liefern, was sich in der Eigenschaft der Determiniertheit widerspiegelt (vgl. Meyer & Neppert 2012). Letztlich besagt die Eigenschaft Determinismus, dass die Abfolge der jeweiligen Anweisungen eindeutig bestimmt sein muss (vgl. Meyer & Neppert 2012).

Häufig wird der Begriff Algorithmus nur mit Computern und allgemein dem Bereich der Informatik verbunden. Jedoch finden sich Algorithmen nicht nur innerhalb der Informatik. Dabei sind wir tagtäglich von Algorithmen umgeben: sei es beim Umgang mit Social-Media, beim Autofahren, beim Zähneputzen oder beim Falten der Wäsche. Bewusst und unbewusst begegnen uns im Alltag verschiedene Algorithmen. Es zeigt sich also, dass die Algorithmen vielschichtig sind und demnach verschiedene Tätigkeitsbereiche aufweisen, auf welche im Verlauf des Kapitels noch genauer eingegangen wird (vgl. Schwätzer 2023).

### 2.2.2 Aspekt des Computational Thinking

Die Übersicht zum algorithmischen Denken im Mathematikunterricht der Grundschule verdeutlicht, dass das algorithmische Denken ein Teil des sogenannten *Computational Thinking* ist (siehe Abbildung 2). „Computational thinking is reformulating a seemingly difficult problem into one we know how to solve, perhaps by reduction, embedding, transformation, or simulation“ (Wing 2006, S. 3). Unter dem *Computational Thinking* kann dementsprechend die Fähigkeit verstanden werden, ein scheinbar unlösbares Problem mittels Reduktion, Einbettung, Transformation oder Simulation zu lösen (vgl. Wing 2006). Daraus folgt, dass insbesondere das Problemlösen mithilfe von algorithmischen Strukturen beim *Computational Thinking* im Vordergrund steht. *Computational Thinking* „gilt als eine menschliche Kompetenz zur Lösung von Problemen“ (Schwätzer 2023, S. 7), weshalb sie einen hohen Stellenwert in der Gesellschaft besitzt (vgl. Schwätzer 2023). Dabei setzt sich das *Computational Thinking* aus fünf Komponenten zusammen: der systematischen Identifikation eines Problems, der Zerlegung in Teilprobleme oder -schritte, die Entwerfung einer Lösungsstrategie, der Abstraktion von Konzepten sowie der Nutzung algorithmischer Strukturen (siehe Abbildung 2). Das algorithmische Denken lässt sich vor allem in die letzte Komponente einordnen (vgl. Schwätzer 2023).

### 2.2.3 Einordnung in den Schulkontext

Es hat sich gezeigt, dass Algorithmen und das algorithmische Denken vielschichtig und in weit mehr Bereichen als nur der Informatik vorzufinden sind. So finden Algorithmen sowohl in informatischen Programmen als auch im alltäglichen Leben ihre Anwendung (vgl. Schwätzer 2023). Gleichmaßen spielen Algorithmen aber auch beim Lösen von mathematischen Aufgaben oder Problemen, also im Bereich der Mathematik, eine entscheidende Rolle (vgl. Schwätzer 2023). Folglich lassen sich Algorithmen in Programmen, lebensweltliche bzw. alltägliche Algorithmen und mathematische Algorithmen voneinander abgrenzen (siehe Abbildung 2). Gleichmaßen handelt es sich hierbei um Tätigkeitsfelder, durch die algorithmisches Denken im Mathematikunterricht der Grundschule thematisiert werden kann (vgl. Schwätzer 2023). Aufgrund der curricularen Übereinstimmung scheinen insbesondere die mathematischen Algorithmen, die sich beispielsweise in Form von Rechenverfahren wie der schriftlichen Multiplikation wiederfinden lassen, am naheliegendsten (vgl. Schwätzer 2023). Auch bei der Untersuchung von figurierten Zahlen- oder Punktemustern, bei der Beschäftigung mit Iterations- und Rechenverfahren wie zum Beispiel der Multiplikation als eine sich wiederholende Addition sowie bei Spielen, die mit einer rekursiven Strategie arbeiten, kommen die Kinder weiterführend mit mathematischen Algorithmen in Kontakt (vgl. Bruder et al. 2015). Darüber hinaus lassen sich jedoch nicht nur mathematischen Algorithmen im

Mathematikunterricht thematisieren, wie die folgenden Beispiele zeigen werden. Als Beispiel für Algorithmen in Programmen lassen sich hierbei unter anderem verschiedene Programmierumgebungen für Kinder anführen wie zum Beispiel *Scratch*, in denen Kinder mithilfe von Codeblöcken kleine Sequenzen programmieren können (vgl. Schwätzer 2023). Im Bereich der lebensweltlichen Algorithmen könne Kinder beispielsweise das Falten von Handtüchern bzw. Briefen sowie das Tischdenken für mehrere Personen bezüglich ihrer Algorithmen untersuchen (vgl. Schwätzer 2023).

Algorithmen gelten als eine Grundidee der Mathematik und Mathematik wird als Wissenschaft von Mustern bezeichnet. Ebenso gehören Algorithmen zu den Grundideen der Informatik, die als Disziplin selbst einmal aus der Mathematik hervorgegangen ist. (Schwätzer 2023, S. 6)

Das Zitat verdeutlicht, dass das algorithmische Denken im Mathematikunterricht eine bedeutende Rolle spielt, da der Algorithmus sowohl eine Grundidee der Mathematik als auch eine Grundidee der Informatik darstellt (siehe Abbildung 2). Gleichmaßen handelt es sich bei der *Algorithmisierung* um eine fundamentale Idee der Informatik, welche insbesondere für die Grundschule anpassbar sei (vgl. Kortenkamp et al. 2021). Im Kontext der *Algorithmisierung* spielt die *Sprache*, welche eine weitere fundamentale Idee der Informatik ist, ebenso eine bedeutende Rolle (vgl. Kortenkamp et al. 2021). Die *Verlaufsbeschreibung* dient dabei als Bindeglied zwischen jenen fundamentalen Ideen (vgl. Kortenkamp et al. 2021). Die fundamentale Idee *Algorithmisierung* „beschreibt Tätigkeiten, die algorithmische Strukturen explizieren können“ (Schwätzer 2023, S. 8). Hierbei kann man das *Analysieren* und *Produzieren* von algorithmischen Strukturen differenzieren (vgl. Schwätzer 2023). Während es beim *Analysieren* eher um das Nachvollziehen und Überprüfen von gegebenen algorithmischen Strukturen geht, fokussiert das *Produzieren* die Erstellung von algorithmischen Strukturen (vgl. Schwätzer 2023). Insbesondere das eigenständige Produzieren von Algorithmen stellt eine zentrale Aktivität für die Förderung des algorithmischen Denkens dar (vgl. Schwätzer 2023). „Bei der Versprachlichung algorithmischer Strukturen müssen Regeln beachtet werden, damit diese die zugrunde liegende Idee repräsentieren kann“ (Schwätzer 2023, S. 9). Jene Versprachlichung befindet sich auf Ebene der fundamentalen Idee *Sprache*. Dabei kann eine entsprechende Versprachlichung innerhalb des Mathematikunterrichts auf verschiedenen sprachlichen Ebenen stattfinden, sodass beispielsweise mündliche und schriftliche Äußerungen denkbar sind (vgl. Schwätzer 2023). Gleichmaßen können algorithmische Strukturen auch mittels Programmiersprache wie zum Beispiel *Scratch* oder mathematischer Sprache erfasst werden (vgl. Schwätzer 2023). *Verlaufsbeschreibungen* fungieren hierbei als wichtiges Zwischenglied zwischen *Algorithmisierung* und *Sprache*, da sie beide Ideen widerspiegeln (vgl. Schwätzer 2023). Hierbei eignen sich vor allem die sogenannten PAPs, welche im nachfolgenden Kapitel genauer betrachtet werden (siehe Kapitel 2.3, S. 12).

Auch aus fachdidaktischer Sicht ist das algorithmische Denken relevant, da es sich bei dem Algorithmus ebenso um eine fundamentale Idee der Mathematik handelt (vgl. Fehrmann et al. 2022). Fundamentale Ideen der Mathematik sind „Ideen, die starke Bezüge der Wirklichkeit haben, verschiedene Aspekte und Zugänge aufweisen, ... und [sich] in den folgenden Schuljahren immer weiter ausbauen lassen“ (Winter 1976, S. 15). Aufgrund der Tatsache, dass hinter vielen mathematische Themen ein Algorithmus steckt, ist es nicht überraschend, dass sich Algorithmen im Verlaufe des Mathematikunterrichts immer wiederfinden lassen (vgl. Fehrmann et al. 2022). Vom Zählen, über die Mustererkennung hin zu verschiedenen Rechenverfahren scheinen die Kinder im Verlauf des Mathematikunterrichts stetig von Algorithmen begleitet zu werden, bewusst als auch unbewusst (vgl. Fehrmann et al. 2022). Darüber hinaus bieten Algorithmen, wie in der Definition der fundamentalen Ideen der Mathematik gefordert, einen Anlass, Bezüge zum alltäglichen Leben der Kinder herzustellen (vgl. Fehrmann et al. 2022).

Insbesondere im Bereich des Problemlösens scheint die Verwendung des *Computational Thinking* durch das algorithmische Denken sehr wirksam zu sein (vgl. Yadav et al. 2017). Ebenso hat sich gezeigt, wie vielschichtig das algorithmische Denken ist und wie viele verschiedene Anlässe es gibt, dieses im Mathematikunterricht der Grundschule zu integrieren. Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass die stärkere Einbindung des algorithmischen Denkens vor allem bezüglich einer Förderung der allgemeinen Problemlösekompetenz sinnvoll ist und diese vielfältig erfolgen kann.

## 2.3 Programmablaufpläne

An verschiedenen Stellen der vorangegangenen Arbeit wurden die sogenannten PAPs erwähnt und deren Relevanz allgemein, in Bezug auf das Forschungsprojekt *ProMaPrim* als auch bezüglich dieser Arbeit verdeutlicht. Eine genaue Erklärung der PAPs ist jedoch noch nicht erfolgt, weshalb sich dieses Kapitel der Vorstellung dieser widmet. Hierzu soll im Folgenden zunächst eine Definition der PAPs erfolgen. Darauf aufbauend soll die didaktische Perspektive auf die PAPs eingenommen werden, sodass diese schlussendlich auf das Projekt *ProMaPrim* bezogen und ihre Relevanz für das entsprechende Forschungsprojekt herausgearbeitet werden kann.

### 2.3.1 Definition

Programmablaufpläne sind gerichtete, knotenmarkierte Graphen mit verschiedenen Typen von Knoten. Sie erlauben eine graphische Darstellung kausaler Zusammenhänge (Kontrollfluß) zwischen einzelnen Verarbeitungsschritten eines Verarbeitungsprozesses. (Parsch 1991, S. 77)

Demnach handelt es sich bei einem PAP (auch Fluss- bzw. Ablaufdiagramm) nach dem DIN 66001 um eine Art graphische Darstellung, welche den Ablauf eines Algorithmus veranschaulichen soll (vgl. Partsch 1991). Wie bereits die einleitende Definition zeigt, setzen sich PAPs aus verschiedenen Symbolen zusammen. Dabei werden die jeweiligen Bedeutungen in das entsprechende Symbol eingetragen (vgl. Partsch 1991). Um die kausalen Zusammenhänge sowie den entsprechenden Ablauf zu verdeutlichen, werden die einzelnen Symbole mithilfe von Pfeilen verbunden (vgl. Partsch 1991). Nach dem DIN 66001 lassen sich zehn Sinnbilder für PAPs unterscheiden (siehe Abbildung 3).

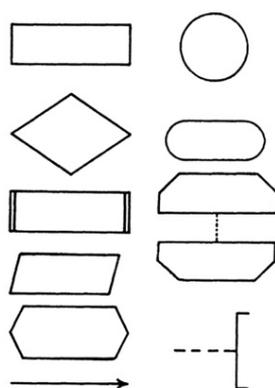


Abbildung 3: Sinnbilder für Programmablaufpläne (Kohler 1985, S. 4)

Aus fachdidaktischer Perspektive sind insbesondere fünf dieser Sinnbilder bezüglich einer Thematisierung von PAPs im Mathematikunterricht der Grundschule relevant. So handelt es sich bei dem rechteckigen Symbol um eine allgemein Operation, die eine ausführliche Anweisung repräsentieren soll. Die Raute soll eine sogenannte Verzweigung verdeutlichen, bei welcher auf Grundlage einer Bedingung verschiedene Pfade gewählt werden müssen (vgl. Kohler 1985). Entsprechende Ablauflinien werden durch Pfeile dargestellt, die entweder von links nach rechts sowie von oben nach unten an die anderen Sinnbilder ergänzt werden können (vgl. Kohler 1985). Sie stellen also eine Verbindung der verschiedenen Symbole dar und verdeutlichen die Reihenfolge der verschiedenen Anweisungen. Weiterführend soll das abgerundete Rechteck sogenannte Grenzstellen wie zum Beispiel den Start oder das Ende des Algorithmus markieren (vgl. Kohler 1985). Letztlich handelt es sich bei dem vorletzten Sinnbild um die sogenannte Schleifenbegrenzung (vgl. Kohler 1985). Sie „definieren Anfang und Ende einer Schleife, ohne, daß noch Ablauflinien notwendig sind“ (Kohler 1985, S. 4). Bereits jene Sinnbilder eignen sich, um den Ablauf von einem Algorithmus im Bereich der Grundschule zu visualisieren. Bereits Ladel (2023) hat in diesem Kontext angeführt, dass durch solche PAPs eine Thematisierung von Algorithmen im Mathematikunterricht auf einer anderen Darstellungsebene erfolgen kann (vgl. Ladel 2023). Gleichermäßen zeigt sich aber auch, dass jene Symbole insbesondere in Kombination sehr komplex sein und dementsprechend schnell zur Überforderung seitens Kinder führen können.

### 2.3.2 Relevanz für das Projekt ProMaPrim

Bei der Erstellung der PAPs hat sich das Forschungsprojekt *ProMaPrim* an den zuvor vorgestellten Sinnbildern für PAPs nach dem DIN 66001 orientiert. Eine umfassende eigenständige Erstellung von PAPs ist seitens der Kinder aufgrund der Komplexität und zunächst noch unbekanntem Symbolen kaum möglich. Daher arbeitet das Projekt mit einer vorgefertigten Vorlage eines PAPs, welche von den Kindern entsprechend ausgefüllt und eventuell ergänzt werden muss. Jene Vorlage besteht aus der allgemeinen Operation, also dem Rechteck, beschrifteten Grenzstellen sowie den entsprechenden Ablauflinien (siehe Abbildung 4). Im Verlaufe der Lernumgebungen soll eine Erweiterung der Symbole beispielsweise durch die Einführung der Sinnbilder der *Bedingung* und *Schleife* erfolgen.

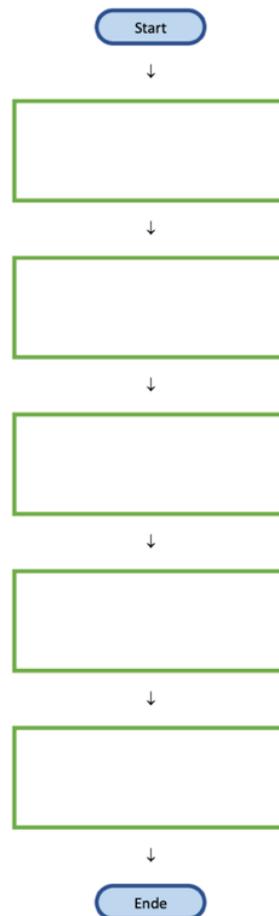


Abbildung 4: Vorlage PAP (ProMaPrim o.J.-b)

Wie bereits erwähnt stellen solche PAPs als Verlaufsbeschreibung im Kontext der fundamentalen Ideen der Informatik ein Zwischenglied zwischen der fundamentalen Idee der *Algorithmisierung* sowie der *Sprache* dar (vgl. Schwätzer 2023). So vermitteln solche PAPs zwischen mathematisch-algorithmischen und digital-algorithmischen Strukturen (vgl. Schwätzer 2023).

Zum einen ist es hier möglich, die mathematisch-algorithmische Kernidee kompakt darzustellen, aber konstruierendes Programmieren zuzulassen und zu ermöglichen, zum anderen können diese umgekehrt als Scaffolding-Instrument bei der Gestaltung digital-algorithmischer Strukturen dienen, da sie einen fokussierten Zugriff auf die mathematisch-algorithmische Kernidee ermöglichen. (Schwätzer 2023, S. 9)

Im Kontext des Forschungsprojektes *ProMaPrim* sollen die PAPs dementsprechend zur Versprachlichung Algorithmen dienen und gleichermaßen jene Versprachlichung erleichtern. Insbesondere auf den Aspekt der PAPs als Scaffolding-Instrument wird im Verlaufe des nachfolgenden Kapitels eingegangen (siehe Kapitel 2.4.4, S. 19).

## 2.4 Sprache im Mathematikunterricht

Wie das Gedankenexperiment zu Beginn dieser Arbeit bereits herausgestellt hat, stellt die Sprache eine elementare Voraussetzung für den Mathematikunterricht dar. Entgegen vorherrschenden Vorurteilen handelt es sich bei dem Mathematikunterricht um kein spracharmes Fach, sodass Sprache dementsprechend ein Hindernis für das mathematische Lernen sein kann. Um mathematische Themen und Phänomene im Rahmen des Mathematikunterrichts thematisieren und untersuchen zu können, muss daher eine entsprechende Sprachförderung erfolgen. Hierzu soll im Folgenden zunächst die Bedeutung der Sprache im Bereich der Mathematik und somit die Relevanz einer entsprechenden Förderung der sprachlichen Mittel des Faches herausgearbeitet werden. Daraufhin werden die sprachlichen Mittel, mit denen Kinder im Mathematikunterricht konfrontiert werden, vorgestellt. Auf Grundlage dessen wird geschaut, wodurch sich eine entsprechende Sprachförderung charakterisieren lässt. Hierbei werden insbesondere die Konzepte *Scaffolding* und *Wortspeicher*, welche zentral für die weitere Arbeit sind, in den Themenkomplex der Sprachförderung eingeordnet und erläutert.

### 2.4.1 Die Bedeutung und Rolle der Sprache

Bereits Götze (2015) hat herausgestellt, dass „der heutige Mathematikunterricht ... hohe sprachliche Anforderungen an die Kinder [stellt]“ (Götze 2015, S. 5). Ein Blick in die leitführenden Vorgaben für den Mathematikunterricht bestätigt diese Aussage. So verdeutlichen die Bildungsstandards, dass es im Mathematikunterricht nicht nur um das Erlernen von mathematischen Kenntnissen, sondern viel eher um die Entwicklung prozessbezogener in Verbindung mit den jeweiligen inhaltsbezogenen Kompetenzen geht (vgl. KMK 2022). Analog dazu wird im Lehrplan NRW zwischen sogenannten prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen unterschieden (vgl. MSW 2021). In beiden Fällen umfassen diese das Problemlösen, Modellieren, Kommunizieren, Argumentieren und Darstellen von Mathematik (siehe Abbildung 5).

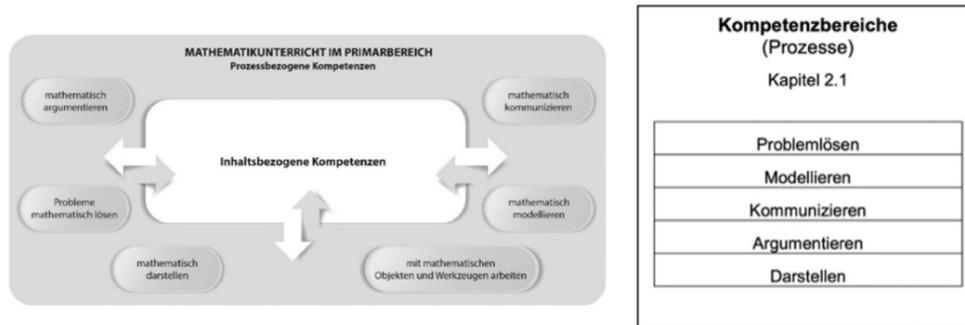


Abbildung 5: Prozessbezogene Kompetenzen (KMK 2022, S. 9; MSW 2021, S. 77)

Während die Kinder im Rahmen des Mathematikunterrichts bei der Auseinandersetzung mit den jeweiligen mathematischen Inhalten unter anderem Probleme lösen, gemeinsam kommunizieren und argumentieren, müssen diese über ihre Ergebnisse sprechen und diese ebenso verschriftlichen (vgl. Götze 2015). Hierbei handelt es sich um Sprache, die die Kinder nur in den seltensten Fällen eigenständig in den Mathematikunterricht einbringen (vgl. Götze 2015). Grund dafür ist, dass sich die konzeptionell schriftliche Fachsprache deutlich von der konzeptionell mündlichen Alltagssprache, welche die Kinder als Lernvoraussetzung miteinbringen, abhebt (vgl. Götze 2015). Neben der Alltags- und Fachsprache spielt ebenso die Bildungssprache im Rahmen des Mathematikunterrichts eine zentrale Rolle, welche sich beispielsweise in Aufgaben aus Schulbüchern oder in der Sprache der Lehrkraft wiederfinden lässt (vgl. Götze 2015). Zwar besitzt die Bildungssprache Ähnlichkeit zur Fachsprache, aber im Gegensatz zur Fachsprache ist die Bildungssprache nicht fachbezogen, sondern fächerübergreifend (vgl. Götze 2015). Im Kontext der Alltags-, Fach- und Bildungssprache zeigt sich, dass die Kinder jene Anforderungen, die durch Fach- und Bildungssprache gesetzt sind, auf Grundlage der Alltagssprache nicht erreichen können (vgl. Götze 2015). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass „das Fach Deutsch zwar wichtige sprachliche Grundlagen legen, es ... aber nicht auf die Fachsprache bzw. die sprachlichen Mittel des jeweiligen Fachs vorbereiten [kann]“ (Götze 2015, S. 11). Demnach müssen die sprachlichen Mittel eines spezifischen Fachs im Rahmen einer Sprachförderung auch im entsprechenden Fachunterricht eingeführt und gefördert werden (vgl. Götze 2015). Was unter jenen sprachlichen Mitteln im Rahmen des Mathematikunterrichts zu verstehen ist und inwieweit sich eine solche Sprachförderung charakterisiert, wird in den folgenden Kapiteln untersucht.

## 2.4.2 Sprachliche Mittel

Im Mathematikunterricht der Grundschule kommen Kinder mit unterschiedlichen sprachlichen Mitteln in Kontakt, welche sie nutzen müssen, um mathematische Probleme untersuchen, erklären und somit am Unterrichtsgeschehen teilnehmen zu können. Kinder im Mathematikunterricht der Grundschule benötigen so „das Wissen um mathematische Fachbegriffe“ (Götze 2015, S. 12) sowie „fach- und aufgabenspezifische sprachliche Mittel zur Entwicklung einer gemeinsamen Sprachbasis“ (Götze 2015, S. 12). Auf jene zwei Ebenen der sprachlichen Mittel soll im Folgenden genauer eingegangen werden.

Schaut man sich mathematische Bereiche an, die im Mathematikunterricht der Grundschule aufgegriffen werden, so fällt auf, dass jenes Fach durch verschiedenste mathematische Fachbegriffe geprägt ist, die sich grundlegend von den anderen Fächern unterscheiden (vgl. Götze 2015). So lassen beispielsweise Begriffe wie *Vorgänger*, *Addition*, *Subtraktion*, *Gleichung*, *Verdoppeln* oder *Differenz* insbesondere dem Fach Mathematik zuzuordnen. Demnach müssen Kinder jene mathematischen Fachbegriffe kennen, um mit diesen operieren zu können. In den meisten Schulbüchern werden solche mathematischen Fachbegriffe mit einer Selbstverständlichkeit verwendet, obwohl die Kinder nur in den seltensten Fällen eine inhaltliche Vorstellung zu den jeweiligen mathematischen Fachbegriffen aufweisen (vgl. Götze 2015). Dabei ist ein reines Auswendiglernen dieser mathematischen Fachbegriffe nicht gewinnbringend (vgl. Götze 2015). Es zeigt sich, dass die jeweiligen Fachbegriffe nicht nur auswendig gelernt, sondern gleichermaßen auch inhaltlich gefüllt werden müssen, was unter anderem durch offene Gespräche über die jeweiligen Begriffe erfolgen kann (vgl. Götze 2015).

Erst durch die inhaltliche Vorstellung, was, d.h. welche Handlung oder Vorstellung, sich hinter dem Begriff mathematisch verbirgt, kann der Begriff für die Kinder nutzbar werden. ... Erst dann kann er in den aktiven Wortschatz des Kindes übergehen. (Götze 2015, S. 13)

Neben den inhaltlichen Kompetenzen stellt unter anderem das Erklären des eigenen Rechenweges sowie das Entdecken bestimmter Muster und Strukturen einen elementaren Bestandteil des heutigen Mathematikunterrichts der Grundschule dar (vgl. Götze 2015). Hierzu müssen zum Teil Begriffe oder auch Satzphrasen verwendet werden, welche unter anderem nur in der jeweiligen Aufgabe vorzufinden sind, dementsprechend also aufgabenspezifisch sind (vgl. Götze 2015). Die Kombination aus jenen mathematischen Fachbegriffen sowie der fach- bzw. aufgabenspezifischen Wörter stellen somit die Grundlage für eine gemeinsame Sprachbasis dar, „um über mathematische Muster und Strukturen in Aufgaben sprechen zu können“ (Götze 2015, S. 15).

### 2.4.3 Sprachförderung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde gezeigt, inwieweit Sprache im Mathematikunterricht der Grundschule relevant ist. Rückblickend wurde deutlich, dass eine Auseinandersetzung mit Sprache im Mathematikunterricht unabdingbar ist, da es sich bei dieser fachbezogenen Sprache einerseits um einen *Lerngegenstand*, andererseits um ein *Lernmedium* und ebenso um eine *Lernvoraussetzung* bzw. *Lernhürde* handelt (vgl. Meyer & Tiedemann 2017). Sprache als *Lerngegenstand* soll die Teilhabe an der Sprachgemeinschaft und am Unterrichtsgeschehen ermöglichen, damit die Verständigung über mathematische Aufgaben und Probleme unmissverständlich möglich ist (vgl. Meyer & Tiedemann 2017). Gleichmaßen ist ein Austausch über jene mathematischen Aufgaben und Probleme im Mathematikunterricht nur dann möglich, wenn sie sprachlich vermittelt werden können, was sowohl mündlich als auch schriftlich erfolgen kann (vgl. Meyer & Tiedemann 2017). Im Kontext dessen bewegt man sich im Bereich der Sprache als *Lernmedium* (vgl. Meyer & Tiedemann 2017). Ebenso stellt Sprache eine *Lernvoraussetzung* bzw. *Lernhürde*, da es bei sprachlichen Schwierigkeiten zu Verständnisschwierigkeiten kommen kann und somit die notwendigen Voraussetzungen für eine Teilhabe am Unterrichtsgespräch über die mathematischen Inhalte nur begrenzt möglich ist (vgl. Meyer & Tiedemann 2017). Dies lässt sich nicht nur bei Kindern einer anderen Muttersprache als die im Unterricht vorherrschende Sprache vorfinden, sondern auch bei denen, die eine zu große Diskrepanz zwischen Alltagssprache und der mathematischen Fachsprache aufweisen (vgl. Götze 2015).

Um von der Alltagssprache zur Fachsprache zu gelangen ist eine entsprechende Sprachförderung, also eine Förderung der fachbezogenen sprachlichen Mittel der Mathematik notwendig, sodass ein gemeinsamer Austausch über die mathematischen Inhalte möglich ist (vgl. Götze 2015). Bei dem Prozess der Sprachförderung handelt es sich um einen kontinuierlichen und individuellen Prozess, der eine ständige Führung und Begleitung benötigt (vgl. Götze 2015). Die Sprachförderung stellt „eine kontinuierliche Anreicherung der alltagssprachlichen durch bildungs- und fachsprachliche Kompetenzen sowohl auf Wort- als auch auf Satzebene dar“ (Götze 2015, S. 22). Daher sollte eine gewinnbringende Sprachförderung an der Alltagssprache, also an den individuellen Kompetenzen der Kinder ansetzen (vgl. Götze 2015). Eine entsprechende Förderung der fachsprachlichen Kompetenzen im Mathematikunterricht kann auf zwei verschiedene Arten erfolgen. Während sich die sogenannte aufgabenübergreifende Förderung auf „die gesamte Lernumgebung auch über Schuljahre und Aufgabenformate hinweg“ (Götze 2015, S. 28) bezieht, erfolgt bei der aufgabengebundenen Förderung eine Förderung der sprachlichen Mittel immer im Kontext eines spezifischen Aufgabenformats (vgl. Götze 2015).

#### 2.4.4 Scaffolding

Um die Fachsprache sukzessiv aufbauen und gleichermaßen die Versprachlichung unterstützen zu können, eignet sich unter anderem das *Prinzip des Scaffoldings*. Der Begriff *Scaffolding* stammt aus dem Englischen und bedeutet übersetzt *Gerüst* (vgl. Prediger 2020). „Mit Gerüsten soll Lernende Sprach- und Denkhandlungen vollbringen, die sie ohne Stütze noch nicht bewältigen würden“ (Prediger 2020, S. 196). Beim *Scaffolding* handelt es sich demnach um ein Prinzip, welches auf die gezielte Unterstützung der sprachlichen Handlungen der Kinder durch die Lehrkraft ausgelegt ist und somit eine Bearbeitung von Aufgaben bzw. Versprachlichung von Inhalten möglich macht, die ohne zusätzliche Hilfestellungen noch zu komplex wären (vgl. Prediger 2020). Zentral für das Prinzip des *Scaffoldings* ist es jedoch, dass das unterstützende Gerüst nur eine vorübergehende Lösung darstellt (vgl. Prediger 2020). So sollen die Kinder das jeweilige Gerüst nach einiger Zeit verinnerlichen, sodass jenes daraufhin sukzessiv abgebaut werden kann (vgl. Prediger 2020). *Scaffolding* lässt sich in verschiedenen Bereichen einsetzen, für diese Arbeit ist jedoch insbesondere der Einsatz in mathematischen Kontexten relevant. Hierbei wird das Prinzip häufig in Verbindung mit graphischen sowie sprachlichen *Scaffolds* umgesetzt (vgl. Prediger 2020). Während die graphischen *Scaffolds* die logischen Strukturen der mathematischen Inhalte verdeutlichen und gleichermaßen die entsprechende Versprachlichung stützen sollen, handelt es sich bei den sprachlichen *Scaffolds* um ein Angebot von Satzbausteinen, die die logische Struktur erläutern sollen (vgl. Prediger 2020). Bezüglich jener sprachlichen *Scaffolds* lassen sich beispielhaft die sogenannten Wortspeicher anführen, welche im Folgenden genauer erläutert werden (vgl. Götze 2015).

#### 2.4.5 Wortspeicher

Insbesondere im Kontext der Grundschule finden Wortspeicher in verschiedenen Fächern häufig Anwendung. Dabei handelt es sich um eine Sammlung von Fachbegriffen oder auch Satzphrasen, die Kinder für Beschreibungen oder Begründungen verschiedener Inhalte benötigen und gleichermaßen auch sukzessiv erweitert werden kann (vgl. Götze 2015). „Der Wortspeicher kann den Kindern somit eine Orientierung im Sinne des Scaffoldings [...] bei ihren Beschreibungen und Begründungen bieten“ (Götze 2015, S. 34). Unstrukturierte sowie unübersichtliche Wortspeicher scheinen in diesem Kontext jedoch keine Unterstützung für die Kinder zu sein (vgl. Götze 2015). Um eine entsprechende Förderung der Beschreibungs- und Begründungskompetenz seitens der Kinder zu erreichen, sollten jene Wortspeicher die Fachbegriffe bzw. Satzphrasen beispielsweise durch eine Einteilung in die verschiedenen Begriffsgruppen strukturiert darstellen (vgl. Götze 2015). Ebenso könnten Ergänzungen in Form von vorformulierten Fachbegriffen, Satzphrasen oder auch Sätzen unterstützend wirken (vgl. Götze 2015).

## 3 Methodisches Vorgehen

Nachdem im vorherigen Kapitel die theoretische Grundlage geschaffen wurde, soll im Folgenden das methodische Vorgehen dieser Arbeit genauer geschildert werden. Um den Umgang mit PAPs sowie den Rückgriff auf die entsprechenden Wortspeicher, welche in den vorangegangenen Kapiteln erläutert wurden, im Rahmen der empirischen Erhebungen erfassen zu können, muss bei der Datenerhebung entsprechend methodisch vorgegangen werden. Hierzu wurden im Rahmen dieser Arbeit qualitative Interviews durchgeführt. Das folgende Kapitel befasst sich dementsprechend mit der qualitativen Forschung und insbesondere den qualitativen Interviews. Während der erste Teil dieses Kapitels die Gütekriterien qualitativer Forschung sowie die qualitativen Interviews mitsamt seinen Merkmalen fokussiert, beschäftigt sich der zweite Teil mit der Forschungsmethode des *Design Research* aus dem übergeordneten Projekt, welche sich somit gleichermaßen auch innerhalb dieser Arbeit wiederfindet.

### 3.1 Qualitative Forschung

„Qualitative Forschung hat den Anspruch, Lebenswelten «von innen heraus» aus der Sicht der handelnden Menschen zu beschreiben“ (Flick et al. 2019, S. 14). Es handelt sich hierbei also um eine besondere und hochwertige Art der Forschung. Im Gegensatz zu anderen Forschungen ist diese nicht auf die Masse, sondern auf das einzelne Individuum bezogen (vgl. Flick et al. 2019). Die Aufgabe qualitativer Forschung ist es demnach, die subjektive Sichtweise des Individuums zu rekonstruieren (vgl. Helferich 2011). Im Rahmen qualitativer Forschung geht es darum, den subjektiven und intentionalen Sinngehalt zu erfassen, beschreiben und nachzuvollziehen, sodass diese Forschung das „Verstehen“ fokussiert (vgl. Lamnek 2005). Dabei ist qualitative Forschung eher theorieentwickelnd und stützt sich auf induktives Vorgehen (vgl. Lamnek 2005). Zentrale Erhebungsmethoden sind hierbei unter anderem Gruppendiskussionen, Beobachtungen, Dokumentenanalyse, kleine Stichproben sowie (Einzel-)Interviews (vgl. Lamnek 2005). Letztere sind für die vorliegende Arbeit insbesondere zentral, weshalb diese im nachfolgenden Kapitel genauer fokussiert werden.

#### 3.1.1 Zentrale Prinzipien

Um die Qualität der Erhebungen und der entsprechenden Daten zu sichern und wissenschaftlich gültig zu arbeiten, stützt sich qualitative Forschung auf sechs verschiedenen Prinzipien. Das erste Prinzip der *Offenheit* soll dafür sorgen, dass der gesamte Forschungsprozess möglichst offen gestaltet wird und nicht nur Hypothesen bestätigt, die im Vorhinein aufgestellt wurden (vgl. Lamnek 2005). Mithilfe einer offenen Grundhaltung

gegenüber den Untersuchungspersonen, der Untersuchungssituation sowie der jeweiligen Methode sollen Hypothesen frei von Vorurteilen generiert werden (vgl. Lamnek 2005). Der Aspekt *Forschung als Kommunikation* verdeutlicht, dass qualitative Forschung „als Kommunikation zwischen Forscher und Erforschenden zu denken“ (Lamnek 2005, S. 22) ist und sich daher durch Interaktion auszeichnet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Wahrnehmung der verschiedenen Personen innerhalb der Interaktion jeweils perspektivabhängig ist (vgl. Lamnek 2005). Dabei werden die Aussagen der Erforschenden innerhalb der qualitativen Forschung „als prozesshafte Ausschnitte der Reproduktion und Konstruktion sozialer Realitäten“ (Lamnek 2005, S. 23) angesehen. Dementsprechend werden solche Aussagen und gleichermaßen die jeweilige Forschung als nicht dauerhaft, sondern wandelbar betrachtet, was sich im *Prozesscharakter von Forschung und Gegenstand* zeigen soll (vgl. Lamnek 2005). Mit dem Prinzip der *Reflexivität von Gegenstand und Analyse* soll verdeutlicht werden, dass die Bedeutung einer Aussage nur dann erfasst werden kann, wenn der entsprechende Kontext mitgedacht wird, „da jede Bedeutung reflexiv auf das Ganze verweist“ (Lamnek 2005, S. 24). Der Aspekt der *Explikation* bezieht sich auf die Transparenz des gesamten Forschungsprozesses, sodass die Schlussfolgerungen intersubjektiv nachvollziehbar sind (vgl. Lamnek 2005). Hierzu dient unter anderem die Verwendung fundierter Verfahren und Regeln. Letztlich geht es bei dem Prinzip der Flexibilität darum, dass der gesamte Forschungsprozess nicht festgeschrieben ist, sondern entsprechend den Erkenntnissen immer neu angepasst und verändert werden kann (vgl. Lamnek 2005). So handelt es sich hierbei also um einen flexiblen Forschungsprozess.

### 3.1.2 Qualitative Interviews

Das Interview stellt einen ersten Zugang dar, um die unterschiedlichen subjektiven Wirklichkeitswahrnehmungen rekonstruieren zu können. Hierbei handelt es sich um „eine Gesprächssituation, die bewusst und gezielt von den Beteiligten hergestellt wird, damit der eine Frage stellt, die vom anderen beantwortet werden“ (Lamnek 2005, S. 330). Im Gegensatz zu anderen Erhebungsmethoden kann hier die subjektive Ebene im besonderen Maße erfragt und somit erforscht werden. Indem man mit den Erforschenden spricht, erfährt man etwas über die subjektive Wahrnehmung dieser Person bezüglich des entsprechenden Untersuchungsgegenstandes. Bezüglich ihrem Strukturierungsgrad können Interviews in standardisierte, halboffene bzw. halb-/semi-strukturierte und offene/unstrukturierte/narrative Interviews unterschieden werden (vgl. Misoch 2019). Für die vorliegende Arbeit ist insbesondere das halboffene Interview relevant. Hierbei stellt der Interviewleitfaden ein zentrales Instrument dar, an welchem sich orientiert wird (vgl. Misoch 2019). In einem solchen Leitfaden wird geklärt, „was wie gefragt bzw. zu welchen Aspekten wie zu einer Erzählung aufgefordert werden soll“ (Helfferich 2011, S. 178). Es handelt sich also um ein Instrument, welches Anweisungen für Fragen und

Erzählaufforderungen für das durchzuführende Interview festhält (vgl. Helfferich 2011). Den Interviewleitfaden kann man als „roten Faden“ ansehen, welcher das Thema rahmt, die relevanten Themenbereiche, die im Laufe des Interviews angesprochen werden sollen, aufführt und somit als Strukturierung der Interviewsituation dient (vgl. Misoch 2019). Zudem soll ein solcher Interviewleitfaden als Vergleichsgrundlage der Daten fungieren (vgl. Misoch 2019).

### 3.2 Design Research

Was man unter dem sogenannten *Design Research* verstehen kann, ist nicht eindeutig festgelegt, da diese Forschungsmethode nicht klar definiert ist (vgl. Prediger et al. 2015). Dies liegt unter anderem daran, dass sich die Methode aufgrund diverser Bedürfnisse an unterschiedlichen Orten mit verschiedenen Bezeichnungen entwickelt hat, sodass es diesbezüglich zu Differenzen innerhalb der Merkmalsausprägungen gekommen ist (vgl. Prediger et al. 2015). Unabhängig von den unterschiedlichen Ursprüngen sind die Forschungsprojekte, die sich dem *Design Research* zugehörig fühlen, in Kontexten entstanden, in denen kein oder nur begrenztes Wissen zu der jeweiligen Thematik vorhanden war (vgl. Prediger et al. 2015). Durch solch eine Forschungsmethode konnte somit Theorie entwickelt bzw. generiert werden (vgl. Prediger et al. 2015). Bei diesem Aspekt handelt es sich bereits um eines der fünf Merkmale, die die Forschungsmethode *Design Research* ausmacht. In Worten von Prediger et al. (2015) sind *Design Research* - Methoden „interventionist, theory generative, prospective and reflective, iterative, an ecologically valid and practice-oriented“ (Prediger et al. 2015, S. 879). Neben der Entwicklung sowie Verfeinerung von Theorie, soll eine solche Methode gleichermaßen neue Unterrichtsformen intervenierend entwickeln und untersuchen (vgl. Prediger et al. 2015). „The connection between theory and experiment is twofold, namely *prospective and reflective*“ (Prediger et al. 2015, S. 879). Das Zitat verdeutlicht die zweifache Verbindung von Theorie und Experiment: einerseits dient die Theorie im Voraus als Grundlage für die ersten Entwürfe, andererseits wird diese gleichermaßen auf Basis der Erkenntnisse weiterentwickelt (vgl. Prediger et al. 2015). Insbesondere der Aspekt der iterativen Zyklen spielt bei dem *Design Research* eine zentrale Rolle. Demnach zeichnet sich die Forschungsmethode durch sich wiederholende Kreisläufe bestehend aus Erfindung und Überarbeitung aus, welche sich wiederum in verschiedene Mikro- sowie Makro-Kreisläufe untergliedern lassen (vgl. Prediger et al. 2015). Letztlich sind jene Forschungsmethoden ökologisch valide und praxisorientiert, da die Experimente im Rahmen eines Unterrichtsgeschehens entstehen und somit die Komplexität der praktischen Umsetzung widerspiegeln (vgl. Prediger et al. 2015). Jene experimentelle Unterrichtssituation lässt sich jedoch nicht mit einer regulären Unterrichtssituation gleichsetzen (vgl. Prediger et al. 2015).

## 4 Darstellung der Analyseergebnisse

Auf Basis der theoretischen und methodischen Grundlagen kann im Folgenden die Darstellung der Analyseergebnisse der durchgeführten empirischen Untersuchung erfolgen. Während im ersten Schritt das Setting, in welchem die Erprobungen stattgefunden haben, vorgestellt wird, fokussiert der zweite Schritt die Darstellung der Analyseergebnisse, welche sich nach den entsprechenden Erprobungsphasen sowie Basismodulen strukturiert. Nachfolgend werden die Analyseergebnisse entsprechend der übergeordneten Thematik und Fragestellung interpretiert.

### 4.1 Vorstellung des Settings

Da sich diese Arbeit und somit auch die darin enthaltende empirische Untersuchung in das Forschungsprojekt *ProMaPrim* einbetten lässt, orientiert sich die Erprobung an dem Vorgehen innerhalb des Projektes. Die entsprechende Forschungsmethode *Design Research* spiegelt sich hierbei insofern wider, dass die empirische Untersuchung in mehrere Zyklen unterteilt wurde. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Erprobungsphasen durchgeführt. Entsprechend der Forschungsmethode sollten die entwickelten Lernmaterialien in der ersten Phase erprobt und auf Grundlage der jeweiligen Erkenntnisse überarbeitet werden. Daraufhin folgen erneute Erprobungen und Überarbeitungen der entsprechenden Materialien innerhalb der zweiten Phase. Während die erste Erprobungsphase mit Kindern aus der vierten Klasse stattgefunden hat, wurden im Rahmen der zweiten Phase Kinder aus der dritten Klasse interviewt. Die jeweiligen Interviews wurden in Zweiertteams durchgeführt, um so den Austausch und mögliche Diskussionen anzuregen. Allgemein fanden die Interviews in ruhigen Räumen innerhalb der Schule der Kinder statt, sodass die Kinder in einer bekannten Umgebung interviewt wurden. Die jeweiligen Aufgabenkarten der verschiedenen Basismodule dienten dabei als Interviewleitfaden und Strukturierung für die jeweilige Sitzung. Wie in der Vorstellung des Forschungsprojektes bereits erläutert wurde, wurde in den Interviews zum Teil abgewandelte und gekürzte Versionen der jeweiligen Basismodule verwendet, um so mehr über die PAPs als Mittel zur Sprachförderung und Verwendung der entsprechenden Wortspeicher zu erfahren.

In ersten Erprobungen im Rahmen des Projektes *ProMaPrim* haben sich große sprachliche Anforderungen beim Umgang mit PAPs gezeigt. Daher soll nun eine zusätzliche Einführung und Auseinandersetzung der PAPs erfolgen mitsamt einer weiteren sprachlichen Unterstützung durch Wortspeicher. Dementsprechend ging es bei diesen Erhebungen unter anderem um die Entwicklung und Erprobung von entsprechenden Wortspeichern für das Basismodul, um so Verständnis- und sprachliche Schwierigkeiten beim Umgang mit PAPs vorzubeugen.

Da sich diese Arbeit insbesondere auf die Sprache fokussiert und diese vor allem bezüglich des Erstellens von PAPs notwendig ist, werden im Folgenden nur entsprechende Aufgaben betrachtet, in denen die Kinder eigenständig PAPs erstellen müssen. Bei den anderen Aufgaben der Basismodule liegen kaum sprachliche Anforderungen vor, da es hierbei eher um das Verständnis der verschiedenen informatischen Grundideen geht. Auch wenn im Rahmen der Erprobungen zunächst alle Basismodule erprobt wurden, kristallisierte sich im Forschungsprozess ein Fokus auf Basismodul 1 & 3 sowie weiterführend auf die Entwicklung von PAP zur Sachsituation „Handtuch falten“, „Briefe falten“ und „Stift anspitzen“ heraus. Im Folgenden sollen die entsprechenden Analyseergebnisse zu den erstellten PAPs bezüglich der übergeordneten Thematik und Forschungsfrage dargestellt werden.

## 4.2 Erste Erprobungsphase

Wie bereits zuvor erwähnt, wurde zu Beginn dieser Phase die Lernumgebungen von *ProMaPrim* entsprechend gekürzt und um Wortspeicher ergänzt. Die entsprechende Überarbeitung der Basismodule 1 & 3 findet sich im Anhang (siehe Anhang 1.1, S. 42-45 & Anhang 1.2, S. 46-50). Innerhalb dieser Erprobungsphase wurden zwei Jungen einer vierten Klasse interviewt.

### 4.2.1 Basismodul 1

Bezüglich der Versprachlichung des Algorithmus zeigt sich, dass die Kinder an einigen Stellen unpräzise und unmathematische Formulierungen verwendet haben. So haben sie unter anderem Anweisungen wie „dann nach rechts oder links falten“ in die Kästchen geschrieben (siehe Anhang 1.3, S. 51-52). Auch wenn die Bezeichnungen „rechts“ und „links“ allgemein nicht falsch sind, reichen sie für die Beschreibung des entsprechenden Vorgangs jedoch nicht aus. Es bleibt zudem unklar, was und wie nach links oder rechts gefaltet werden soll. Ebenso spiegelt sich in einer solchen Formulierung ein interessanter Aspekt wider. Insbesondere das „oder“ verdeutlicht, dass die Kinder erkannt haben, dass es egal ist, ob man nun von links nach rechts oder von rechts nach links faltet. In beiden Fällen würde man zum selben Ergebnis kommen.

Weiterführend lässt sich erkennen, dass der entwickelte Wortspeicher kaum bzw. fast gar nicht verwendet wurde. So könnte die Verwendung der mathematisch unpräzisen Bezeichnungen beispielsweise auf einen fehlenden Rückgriff des Wortspeicher zurückzuführen sein. Innerhalb der gemeinsamen Reflexion hat sich gezeigt, dass die Kinder diesen anfänglich genutzt haben, wie auch das Durchstreichen erster Begriffe zeigt (siehe Anhang 1.3, S. 51). Nach eigenen Aussagen hätten sie den Wortspeicher weiterführend nicht mehr gebraucht, was im folgenden Transkriptionsausschnitt deutlich wird.

4	A	Ich guck da nicht drauf.
5	J	Hä. Was heißt Handtuch-Tisch-Kante?
6	I	Also weißt du nicht, was eine Kante ist?
7	J	Doch! Aber nicht was Handtuch - [zeigt auf die drei Begriffe „Handtuch“, „Tisch“ und „Kante“ im Wortspeicher]
8	I	Nein, nein! Das sind nur einzelne Wörter, die man quasi verwenden kann.

Abbildung 6: Ausschnitt Transkript "Handtuch falten" (1) (siehe Anhang 3.1, S. 69)

Auf Grundlage des Transkriptionsausschnittes kann man vermuten, dass den Kindern das Format der Wortspeicher noch unbekannt ist und sie nicht wissen, wie man mit ihnen arbeitet. So dachten sie beispielsweise, dass alle drei Begriffe ein Wort wären. Insbesondere hier zeigt sich, dass eine explizite Einführung notwendig gewesen wäre. Demnach würde sich die fehlende Orientierung am Wortspeicher auf das Unwissen bezüglich dieses Formates begründen. Bei der Reflexion des Wortspeichers wurde zudem deutlich, dass die Kinder den Algorithmus möglichst reduziert versprachlichen wollen. Hierzu fehlen ihnen jedoch die konkreten Ausdrücke, die sie im Wortspeicher hätten finden können. Die Erkenntnis, dass ein ausführlicherer PAP nicht unbedingt der bessere ist, passt zum Aspekt der Reduktion eines Algorithmus auf die wichtigsten Stellen.

Einer solchen Reduktion des Algorithmus steht jedoch ein weiterer Prozess beim Erstellen der PAPs entgegen, was sich im folgenden Transkriptionsausschnitt zeigt.

2	I	Okay. (...) Hast du alle Schritte drin, die im Video gezeigt wurden?
3	J	Ja! Sind ja nur zwei.
4	I	Okay. Ja, alles gut.
5	A	(50 sec. Pause) Da sind wirklich nur zwei. Wieso sind dann da vier?

Abbildung 7: Ausschnitt Transkript "Handtuch falten" (2) (siehe Anhang 3.2, S. 70)

Obwohl die Kinder erkannt haben, dass man theoretisch nur zwei Schritte bräuchte, um das Handtuch zu falten, haben sie trotzdem alle vier Felder der Vorlage ausgefüllt. So haben sie unter anderem in das letzte Kästchen, was sonst frei geblieben wäre, „Jetzt bist du fertig“ geschrieben (siehe Anhang 1.3, S. 51). Eine solche Anweisung scheint überflüssig, wenn man bedenkt, dass bereits die beschriftete Grenzstelle das Ende des Algorithmus verdeutlicht. Die Kinder wussten zwar, dass der Prozess eigentlich abgeschlossen ist, wollten das Kästchen jedoch nicht leer lassen. Durch die Vorlage des PAPs wurden den Kindern suggeriert, dass diese Anzahl an Kästchen richtig wäre und entsprechend ausgefüllt werden müsse, um richtig zu sein.

#### 4.2.2 Basismodul 3

Das dritte Basismodul und somit auch die Einführung der informatischen Grundideen *Unterscheidungen* und *Schleifen* waren von gravierenden Schwierigkeiten bei der Verschriftlichung der PAPs geprägt, was sich wiederum in den mehreren benötigten Startversuchen der Kinder und verschiedenen Stellen des Interviews zeigt. Dabei lassen sich jene Schwierigkeiten beim Erstellen der PAPs sowohl beim Sachkontext „Briefe falten“ als auch beim Sachkontext „Stift anspitzen“ wiederfinden (siehe Anhang 1.4, S. 53-58).

So war die Erstellung der PAPs beim Sachkontext „Briefe falten“ insbesondere durch Schwierigkeiten beim Verständnis und Umgang mit dem Symbol für die *Unterscheidung* gekennzeichnet. Wie zuvor bereits erwähnt, mussten die Kinder teilweise mehrere Male von vorne anfangen, da sie immer beim Falten der Briefe starten und somit die Entscheidung für einen Umschlag überspringen wollten. Im gesamten Prozess der Verschriftlichung des Algorithmus war demnach eine größere Unterstützung, Anleitung sowie Erklärung seitens des Interviewenden notwendig. Insgesamt orientierten sich die beiden Kinder stark an der Vorlage des PAPs, die im Video gezeigt wurde, und ergänzten diese entsprechend. Ähnliche Schwierigkeiten zeigten sich ebenso bei der Erstellung der PAPs beim Sachkontext „Stift anspitzen“. So wurde das Symbol der *Schleife* nicht korrekt, sondern wie eine allgemeine Operation, also wie eine Sequenz, genutzt (siehe Anhang 1.4, S. 57).

Der Aspekt der ungenauen Formulierungen, welche sich bereits im ersten Basismodul gezeigt hat, lässt sich ebenso bei der Erstellung der PAP zum Sachkontext „Briefe falten“ anführen, was sich an der folgenden beispielhaften Bearbeitung zeigt.

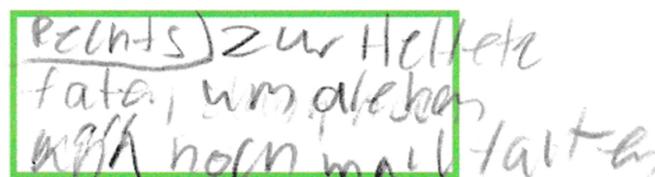


Abbildung 8: Ausschnitt PAP "Papier falten" (siehe Anhang 1.4, S. 53)

In vielfacher Hinsicht ist diese Anweisung unpräzise formuliert, da viele Elemente weggelassen wurden, was eine eindeutige Ausführung unmöglich macht. Bereits die erste Formulierung „zur Hälfte falten“ lässt Interpretationsspielraum zu. Es ist nicht klar, wie genau man das Papier zur Hälfte falten soll. Einerseits könnte man die lange Kante auf die andere lange Kante oder auch andererseits die kurze Kante auf die andere kurze Kante falten. Zudem kann man sich fragen was überhaupt „zur Hälfte falten“ bedeutet. Auch innerhalb der Aussage „nochmal falten“ kommt jene unpräzise Formulierung erneut zum Vorschein. Da keine weiteren Angaben zum Falten getätigt werden, sind diverse

Faltungen möglich. Auf Nachfragen bezüglich der Bedeutung dieser Aussage, erfolgte nur eine Erklärung anhand des Videos. Es ist jedoch nicht gedacht, dass der PAP nur in Verbindung mit dem Video den entsprechenden Algorithmus ermöglicht. Auch ohne das Video sollte man den jeweiligen Algorithmus nachvollziehen und eindeutig durchführen können. Eventuell lässt sich diese ungenaue Formulierung analog zum ersten Basismodul durch den fehlenden Rückgriff auf den Wortspeicher aufgrund des Unwissens bezüglich des entsprechenden Formates zurückführen.

Insbesondere im Bereich des Sachverhalts „Stift anspitzen“ kann ein guter Vergleich zwischen der eigenständigen Entwicklung von PAPs ohne und mit Wortspeichern erfolgen. So war es im Rahmen der ersten Erprobungsphase möglich, dass die Kinder jenen PAP zum Abschluss einer Sitzung ohne und zu Beginn der nächsten Sitzung mit Wortspeicher erstellen. Im Folgenden werden exemplarisch die beiden Lösungen eines Kindes gegenübergestellt.

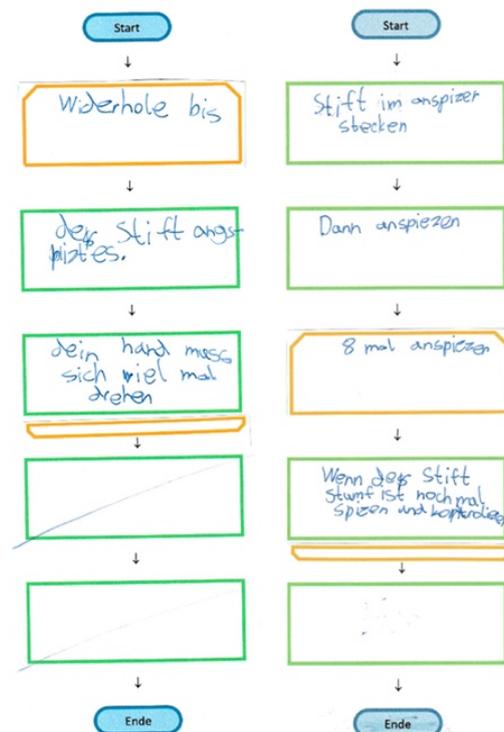


Abbildung 9: Vergleich PAP ohne (l.) und mit (r.) Wortspeicher (siehe Anhang 1.4, S. 56;58)

Bereits an der Länge der PAPs wird deutlich, dass die Variante mit Wortspeicher ausführlicher ist. So weist dieser PAP mehr Eigenschaften auf, die den Algorithmus genauer bzw. präziser beschreiben. Vor allem die Begriffe „spitz“ und „kontrollieren“ kommen durch den Wortspeicher hinzu, um so genauere Anweisungen zu geben. Zwar handelt es sich bei dem PAP mit dem gegebenen Wortspeicher auch um keine perfekte, fehlerfreie und präzise Versprachlichung, aber sie kann man genauer bzw. besser verstehen.

### 4.2.3 Schlussfolgerungen

Allgemein kann festgehalten werden, dass die selbst erstellten PAPs aus der ersten Erhebungsphase eine fundierte Basis aufweisen, in welcher einige Begriffe jedoch noch unpräzise und unmathematisch zu sein scheinen. Allein durch die von den Kindern erstellten PAPs können die jeweiligen Algorithmen nicht eindeutig durchgeführt werden. Es ist jedoch in jedem Fall zu beachten, dass es sich hierbei um die ersten Versuche der Verschriftlichung eines Algorithmus handelt. Insbesondere die Kinder haben sich das Erstellen von PAPs laut eigenen Aussagen schwieriger vorgestellt. Nichtsdestotrotz können die noch zu unspezifischen bzw. unpräzisen PAPs verschiedene Ursache haben. So könnte dies einerseits an der fehlenden Übung beim Erstellen von PAPs liegen. Andererseits könnten die unpräzisen Begriffe auf die fehlenden sprachlichen Mittel zur Versprachlichung seitens der Kinder hindeuten. Auch wenn jene sprachlichen Mittel im angegebenen Wortspeicher vorhanden sind, nutzen die Kinder diese nicht. Insbesondere bei der Versprachlichung der Sachsituationen bei den neu eingeführten informatischen Grundideen im Rahmen des dritten Basismoduls zeigte sich eine große Überforderung.

Schlussendlich lässt sich zusammenfassen, dass es sich bei den in der ersten Erprobungsphase erstellten PAPs um erste Versuche handelt die entsprechenden Sachsituationen möglichst reduziert darzustellen. Dabei liegt die Betonung auf dem „Versuch“, da zum Teil noch wichtige sprachliche Elemente fehlen, um den PAP und damit auch den entsprechenden Algorithmus eindeutig zu bestimmen. An einigen Stellen ist demnach eine Überarbeitung beispielsweise in Form von präziseren Begrifflichkeiten notwendig. In diesem Kontext scheint eine stärkere Einbindung der Wortspeichern seitens der Kinder sinnvoll.

Dementsprechend stellt sich nach der Analyse und Reflexion der ersten Erprobungsphase die Frage, wie man den Wortspeicher mehr in das Bewusstsein der Kinder integrieren kann, um so bestenfalls präzisere und eindeutige PAPs seitens der Kinder bewirken zu können. Eine erste Überlegung war es hierbei, die Kinder bei der Konzipierung der Wortspeicher teilhaben zu lassen. Dementsprechend sollte im Rahmen der Überarbeitung der Materialien aus der ersten Erprobungsphase die gegebenen Wortspeicher entsprechend entfernt und eine gemeinsame Entwicklung von Wortspeichern ergänzt werden. So soll letztlich die aktive Erarbeitung und Auseinandersetzung von bzw. mit den Wortspeichern zu einem höheren Bewusstsein und Rückgriff bezüglich der Wortspeicher dienen.

### 4.3 Zweite Erprobungsphase

Entsprechend der Erkenntnisse aus der ersten Erprobungsphase steht das gesteigerte Bewusstsein und Nutzen der Wortspeicher im Zentrum der zweiten Erprobungsphase, sodass die vorherigen Materialien um eine gemeinsame Konzeption der Wortspeicher ergänzt wurden. Die entsprechenden Überarbeitungen der Materialien befinden sich im Anhang (siehe Anhang 2.1, S. 59-60 & Anhang 2.2, S. 61-62). Im Gegensatz zur ersten Erprobungsphase wurden im Rahmen dieser Phase zwei Jungen einer dritten Klasse interviewt.

#### 4.3.1 Basismodul 1

Bereits zu Beginn der Erstellung der PAPs zu der Sachsituation „Handtuch falten“ zeigten sich Probleme im Umgang mit dem Wortspeicher, was sich im folgenden Transkriptionsausschnitt widerspiegelt.

4	F	Sollen wir das [ <i>zeigt auf den Begriff „Quadrat“ im Wortspeicher</i> ] nehmen?
5	O	Mhm. [ <i>nickt zustimmend</i> ] Nur Quadrat schreiben?
6	F	Okay!
7	O	Nur Quadrat schreiben?
8	F	Ja nur ein Wort.
9	F & O	[ <i>schreiben den Begriff „Quadrat“ in das erste grüne Kästchen</i> ]
10	F	Okay. Was wollen wir jetzt schreiben?
11	O	Mhm – (...) Links?
12	F	Okay!

Abbildung 10: Ausschnitt Transkript "Handtuch falten" (siehe Anhang 3.3, S. 71)

Es wird deutlich, dass die Kinder zunächst nur einzelne Wörter in die Kästchen eintragen wollten, was unter anderem an der irreführenden Bezeichnung als Wortspeicher liegen könnte. Danach hatten die Kinder jedoch schnell begriffen, dass es nicht sinnvoll sei, einzelne Wörter zu verwenden, um einen Ablauf zu verschriftlichen. Die falsche Bezeichnung des Handtuchs als Quadrat zeigt, dass bei der Versprachlichung des Algorithmus der Wortspeicher mit Selbstverständlichkeit und ohne Hinterfragen verwendet wurde.

Schaut man sich die PAPs an, so fällt auf, dass hier zwei verschiedene Konzepte miteinander konkurrieren (siehe Anhang 2.3, S. 64). Einerseits setzen sich die Kinder mit dem Handtuch als Rechteck und dem, was überhaupt ein Rechteck ist, auseinander. Hierbei befindet man sich auf der Ebene der Beschreibung eines Standbildes. Andererseits versuchen die Kinder den Prozess „Handtuch falten“ darzustellen. Der nachfolgende Ausschnitt aus dem PAP verdeutlicht jene Konkurrenz der beiden Konzepte.

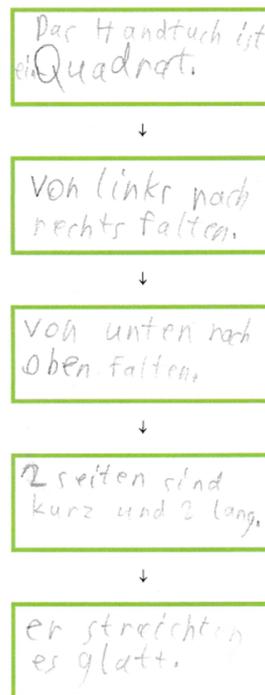


Abbildung 11: Ausschnitt PAP "Handtuch falten" (siehe Anhang 2.3, S. 64)

Das erste als auch das vierte Kästchen befindet sich eher auf der Beschreibungsebene eines Standbildes. So beschreiben die Kinder hier die Charaktereigenschaften des Handtuchs mithilfe geometrischer Eigenschaften. Im Gegensatz dazu nimmt das zweite, dritte sowie fünfte Kästchen die einzelnen Schritte bzw. die Abfolge des entsprechenden Algorithmus in den Blick. Wie und warum der erneute Wechsel von der Prozessebene auf die Beschreibungsebene zustande gekommen ist, lässt sich hier nur vermuten. Eventuell haben die Kinder den Prozess zu Ende geschrieben, und bemerkt, dass noch ein bzw. zwei Kästchen übrig sind. Daraufhin sind sie wieder auf die Beschreibungsebene des Rechtecks übergegangen, um so den leeren Platz durch „etwas Schlaues“ zu ergänzen. Auch im Kontext der letzten beiden Kästchen zeigt sich, dass die Kinder alle Kästchen füllen wollen, da es sich hierbei anscheinend um die richtige Angabe handeln würde.

Ähnlich wie in der ersten Erprobungsphase lassen sich hier ebenso unpräzise Bezeichnungen erkennen. So formulieren die Kinder beispielsweise Anweisungen wie „von unten nach oben falten“ (siehe Abbildung 11). Die Begriffe „oben“ und „unten“ sind nicht falsch, weil jene Angaben im Video definiert werden. Sobald sich diese Gegebenheiten jedoch ändern, kann der Algorithmus allgemein nicht durchgeführt werden. Zwar ist ein Rückgriff auf jene mathematischen Begriffe vorhanden, aber noch nicht präzise genug. Dies zeigt wiederum, dass die Kinder mathematisch präzise Begriffe brauchen, um das zu beschreiben, was im Video dargestellt wird. Teilweise hat sich in diesem Kontext zudem gezeigt, dass bei der Versprachlichung oft die Verben vergessen wurden, was wiederum enorme Auswirkungen auf die Nachvollziehbarkeit des Algorithmus hat.

In dem gesamten Prozess der Verschriftlichung des Algorithmus im ersten Basismodul wurde deutlich, dass die Kinder sich sehr stark an dem zuvor entwickelten Wortspeicher orientierten. Ebenso haben sie den gemeinsam erstellten Wortspeicher auf Nachfrage als positiv und hilfreich bewertet. Teilweise versteiften sie sich jedoch darauf, alle Wörter in den PAP miteinzubringen. Dies liegt unter anderem daran, dass sie wissen, dass das, was besprochen und aufgeschrieben wurde, in irgendeiner Art und Weise relevant sein muss. Gleichmaßen lässt sich aber auch ein gegenteiliger Prozess erkennen. So konnten die Kinder beim Vergleich der Wörter im Wortspeicher und der verwendeten Wörter die eher unrelevanten Wörter, die sie vorher als wichtig empfanden, entsprechend der Reduktion von Algorithmen anmerken. So kam es im Interview unter anderem zu Aussagen wie „Ich glaube, dass das, was wir jetzt aufgeschrieben haben, das Wichtigste ist“. Im Zuge dessen konnte man erkennen, dass Begriffe, die durch den Interviewenden beim Erstellen des Wortspeichers entsprechend dem Prinzip der Zone der nächsten Entwicklung angebracht wurden wie zum Beispiel das Wort „Kante“, von den Kindern nicht angenommen wurden. Dies zeigt, dass die Kinder die Zone der nächsten Entwicklung noch nicht erreicht haben.

#### 4.3.2 Basismodul 3

Ähnlich wie beim dritten Basismodul der ersten Erprobungsphase war auch das dieses Modul der zweiten Phase durch Verständnisschwierigkeiten und somit auch Schwierigkeiten bei der Versprachlichung geprägt. Um die Verschriftlichung des Algorithmus zu ermöglichen, war auch hier somit eine stärkere Unterstützung und Anleitung seitens des Interviewenden notwendig. Analog zur ersten Erprobungsphase orientierten sich die Kinder stark an der im Video vorgestellten Vorlage des PAPs und ergänzten diese entsprechend. Hierbei lässt sich jedoch anmerken, dass die Schwierigkeiten im Gegensatz zur ersten Erprobungsphase vor allem zu Beginn der Erstellung des PAP vorzufinden waren. Im Verlauf der Verschriftlichung lösten sich diese Schwierigkeiten auf. Im Rahmen dessen konnten die Kinder weittragende Erkenntnisse für eine reduzierte Versprachlichung finden, wie der nachfolgende Transkriptionsausschnitt zeigt.

1	F	Das Ende passt. Ich kann das jetzt so machen! [ <i>malt den entsprechenden Pfeil</i> ]
2	I	Aha. Und - Was meinst du mit dem Pfeil, dass du da wieder zurück gehst?
3	F	Ja dann in den Umschlag tun. Man tut ja bei der anderen Seite auch in den Umschlag.
4	I	Also macht man da [ <i>zeigt auf das letzte grüne Kästchen</i> ]denselben Schritt? Egal ob der Umschlag breit oder schmal ist?
5	F	Ja man tut es ja irgendwann in den Umschlag

Abbildung 12: Ausschnitt Transkript "Briefe falten" (siehe Anhang 3.4, S. 72)

Anstatt dass die Kinder mit zwei einzelnen Schritte arbeiten, haben sie einen entsprechenden Pfeil angeführt und somit den PAP kürzer gestaltet. So haben sie gemerkt, dass jener Schritt bei beiden Umschlägen, unabhängig von der jeweiligen Größe bzw. dem Format, gleich ist. Innerhalb der ersten Erprobungsphase wurde eine solche Erkenntnis aufgrund der gravierenden Verständnisschwierigkeiten nicht eigenständig eingebracht.

Ähnlich wie bei beim ersten Basismodul zeigt sich hier im gesamten Prozess der Versprachlichung eine starke Orientierung am Wortspeicher. Insbesondere bei Fragen bezüglich der richtigen Schreibung von bestimmten Wörtern griffen die Kinder auf den Wortspeicher zurück, was wiederum seinen Nutzen widerspiegelt.

#### 4.3.3 Schlussfolgerungen

Auf Grundlage der zweiten Erprobungsphase kann festgehalten werden, dass eine gemeinsame Konzeption der Wortspeicher zu einer stärkeren Orientierung an den entsprechenden Wortspeichern geführt hat. Eine aktive Beteiligung am Erschaffungsprozess der Wortspeicher scheint demnach wirksam zu sein, sodass jenes Mittel zur Sprachförderung mehr im Bewusstsein der Kinder vorhanden ist. Teilweise haben sich die Kinder so stark am Wortspeicher orientiert, dass es zu Fehlern gekommen ist. Inwieweit ein stärkerer Rückgriff auf die Wortspeicher zu einer präziseren Versprachlichung Algorithmen geführt hat, ist nur bedingt eindeutig erkennbar. Trotz stärkeren Rückgriffs auf die Wortspeicher mit den mathematisch präziseren Begriffen lassen sich auch im Rahmen der zweiten Erprobungsphase noch ungenaue Beschreibungen vorfinden.

Analog zur ersten Erprobungsphase hat sich auch innerhalb der zweiten Phase das Problem gezeigt, dass die Vorlage des PAPs mit vier bzw. fünf vorgegebenen Kästchen suggeriert, dass alle Kästchen ausgefüllt werden müssen. Für weitere Erprobungen müsste demnach an diesem Punkt angesetzt und geschaut werden, inwieweit hier eine Überarbeitung der Lernumgebung umsetzbar ist.

Letztlich hat die zweite Erprobungsphase verdeutlicht, dass es bei der Versprachlichung von Algorithmen zu einer Konkurrenz von zwei grundlegenden Ideen kommen kann. So können sich die Kinder einerseits auf einer Beschreibungsebene von bestimmten Momenten aus dem Algorithmus bewegen. Andererseits erfolgt die Versprachlichung der Algorithmen auf der Prozessebene, bei welcher die Abfolge der Schritte im Vordergrund steht. Dementsprechend lassen sich bei der Erstellung von PAPs statische und dynamische Beschreibungen voneinander unterscheiden. Dabei erfüllen die dynamischen Beschreibungen, also Formulierungen, die den Ablauf des Prozesses fokussieren, mehr den sprachlichen Anforderungen, die bei der Versprachlichung eines Algorithmus notwendig sind.

#### 4. 4 Vergleich und Interpretation

Nachdem nun eine Darstellung der Analyseergebnisse aus den jeweiligen Erprobungsphasen erfolgt ist, sollen die Erkenntnisse im Folgenden zusammengeführt, miteinander verglichen und weiterführend Schlussfolgerungen zusammengefasst werden, die für weitere Erprobungen genutzt werden können.

Vergleicht man die beiden Erkenntnisse aus den zwei Erprobungsphasen miteinander, so lassen sich sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede erkennen. In beiden Fällen handelt es sich bei den erstellten PAPs um Versuche, die Algorithmen möglichst präzise und knapp zu verschriftlichen, ohne dabei jedoch elementare Schritte wegzulassen. Es zeigt sich, dass bei der Erstellung von PAPs fokussiert werden kann. Allgemein kann man bei den PAPs beliebig nah „reinzoomen“ sowie „rauszoomen“. Während das „Reinzoomen“ die detailreiche Beschreibung des Algorithmus beschreibt, umfasst das „Rauszoomen“ die möglichst knappe und präzise Beschreibung dieser. Irgendwo zwischen diesen beiden Stufen liegt der Abstraktionsgrad, welche beim Erstellen von PAPs erreicht werden soll. Entsprechend den Merkmalen von Algorithmen soll der PAP nicht zu detailreich sein, aber darf auch nichts Relevantes weggelassen. In jedem Fall muss nachvollziehbar sein, wie der Algorithmus abläuft. Insbesondere jene möglichst präzise und eindeutige, aber auch reduzierte Verschriftlichung der Algorithmen benötigt Übung und ein Repertoire an sprachlichen Mitteln, wodurch sich eine hohe sprachliche Anforderung ergibt. Im Rahmen dessen fungieren die PAPs als auch die Wortspeicher als Scaffolding-Elemente, um die Verschriftlichung zu unterstützen.

Beim Erstellen der PAPs greifen die Kinder auf die jeweiligen Videos oder enaktive Handlungen zurück, um den Algorithmus zu verinnerlichen und entsprechend einer Reduktion die wichtigsten Schritte zu identifizieren. Ein entscheidender Unterschied liegt darin, inwieweit die Kinder den jeweiligen Wortspeicher genutzt haben. Während in der ersten Erprobung kaum ein Rückgriff zu erkennen war, orientierten sich die Kinder innerhalb der zweiten Phase sehr stark am entwickelten Wortspeicher. So wurde deutlich, dass eine aktive Beteiligung beim Erstellen der Wortspeicher ein höheres Bewusstsein für jene schafft. Unabhängig vom jeweiligen Grad der Orientierung am Wortspeicher lässt sich in beiden Phasen die Verwendung mathematisch unpräziser Wörter wie zum Beispiel „oben/ unten“ oder „rechts/ links“ erkennen. Wie zuvor bereits erwähnt sind jene Begriffe nicht falsch, da sie im Video definiert sind. Eine eindeutige Ausführung des Algorithmus wäre mit solchen Begrifflichkeiten nicht möglich. Um jenen Algorithmus allgemein zu beschreiben, müsste man beispielsweise mit dem Begriff „lange/kurze Kante“ arbeiten. Eine Verbesserung bezüglich der präziseren Verschriftlichung der Algorithmen auf Grundlage der stärkeren Orientierung am Wortspeicher lässt sich nur bedingt erkennen.

Weiterführend lassen sich die beiden Erprobungsphasen bezüglich der jeweiligen Beschreibungsebenen unterscheiden. So hat insbesondere die zweite Phase gezeigt, dass die Beschreibungen sowohl statisch als auch dynamisch sein können. Auffällig ist jedoch, dass sich jene statischen Beschreibungen in den Erprobungen mit den Viertklässlern nicht gezeigt haben. Inwieweit sich dieser Aspekt auf den Altersunterschied zurückzuführen lässt, kann hier nur vermutet werden. Um eine genaue Erkenntnis zu erlangen, sind weiterführende Untersuchungen notwendig.

Ein letzter Aspekt, welcher sich in beiden Erprobungen widerspiegelt, war die Tatsache, dass die Vorlage der PAPs aus Sicht der Kinder den Umfang einer richtigen Lösung suggerieren. Da eine entsprechende Anzahl an Kästchen vorgegeben ist, gehen sie davon aus, dass jedes Kästchen entsprechend ausgefüllt werden muss. Da sich dies in beiden Erprobungen gezeigt hat, sollte jener ein Ansatzpunkt sein, welcher in weiterführenden Erprobungen verändert und untersucht werden sollte. Eine erste Idee, wie man dieser Manipulation gegenwirken und besser umsetzen kann, wäre beispielsweise, dass man den Kindern keine Vorlage gibt, sondern nur die einzelnen Elemente und die Kinder somit ihren PAP vollständig eigenständig gestalten und beschriften können. Hierbei ist jedoch die Frage, inwieweit dies in Kombination mit den Schwierigkeiten innerhalb der Verschriftlichung zu Überforderung führt. Bereits beim dritten Basismodul hatte sich eine Überforderung angedeutet, als die Kinder den Algorithmus versprachlichen und gleichzeitig mit zusätzlichen PAP-Symbolen arbeiten mussten.

Schlussendlich kann festgehalten werden, dass sich bei den Versuchen einer Verschriftlichung der Algorithmen allgemein eine gute Substanz bzw. Basis erkennen lässt, welche im gleichen Zuge jedoch noch optimierbar bzw. ausbaufähig ist. Allgemein sind viele verschiedene Varianten denkbar, in welchem der Algorithmus unterschiedlich nah rein- oder rausgezoomt beschrieben werden kann. Gleichgültig ob ohne oder mit Wortspeicher führt das Fehlen mathematischer präziser Fachbegriffe dazu, dass man sich im PAP immer wieder fragt, was und wie die entsprechende Anweisung ausgeführt werden muss. Im Rahmen dessen wären oft wichtige Ergänzungen notwendig. Die Wortspeicher führen zu einer Verschiebung der jeweiligen Abstraktionsgrade hin zu einer detailreicheren Beschreibung. Ebenso kann durch die Fütterung der Wortspeicher seitens der Lehrkraft entsprechend dem Prinzip der Zone der nächsten Entwicklung Begriffsbildungsprozesse anregen werden, welche wieder zu einer höheren Verdichtung der jeweiligen Begriffe führen kann. Wichtig zu beachten ist, dass die Kinder nur dann neue Begriffe annehmen, wenn sie diese eigenständig erarbeitet und nicht nur inhaltslos gelernt haben. Eventuell kann dadurch der Abstraktionsgrad erreicht werden, bei welcher die Verschriftlichung der Algorithmen für jeden vollständig nachvollziehbar und eindeutig replizierbar ist.

## 5 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde aufgezeigt, dass es sich entgegen vielen Meinungen bei dem Fach Mathe um kein spracharmes Fach handelt, sondern die Sprache auch im Mathematikunterricht eine relevante Rolle spielt. Um sich über mathematische Inhalte zu verständigen, sei es mündlich oder schriftlich, sind Sprache und insbesondere sprachliche Mittel wie zum Beispiel mathematische Fachbegriffe grundlegend notwendig. Da jene sprachlichen Mittel von den Kindern aufgrund einer großen Diskrepanz zwischen Alltags- und Fach- bzw. Bildungssprache nicht eigenständig in den Mathematikunterricht der Grundschule integriert werden können, muss eine entsprechende Sprachförderung im Fach selbst stattfinden. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, die eine Förderung der sprachlichen Mittel im Mathematikunterricht bewirken. Der Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit stellt dabei nur einen kleinen Bestandteil jener Methoden dar. Es zeigt sich also, dass die Sprache und eine entsprechende Sprachförderung in allen Bereichen des Faches Mathematik notwendig ist, ebenso im Bereich der Algorithmik.

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass Algorithmen nicht nur im Bereich der Informatik, sondern auch im Alltag und ebenso in der Mathematik eine wichtige Rolle spielen. Da es sich bei Algorithmen und dem damit verbundenen algorithmischen Denken um eine wichtige Schlüsselqualifikation in der heutigen Gesellschaft handelt, ist neben der Sprachförderung auch die Förderung des algorithmischen Denkens im Rahmen des Mathematikunterrichts der Grundschule relevant. Zur Förderung des algorithmischen Denkens im Sinne einer Nutzung algorithmischer Strukturen und somit als Teilaspekt des sogenannten *Computational Thinking* bietet sich in der Grundschule die Thematisierung von Programmablaufplänen an. Dabei dienen diese als Verlaufsbeschreibung und Sprachförderung im Sinne eines Scaffolding-Elements, um verschiedene Algorithmen zu verschriftlichen. Dabei stellen die Programmablaufpläne ein Bindeglied zwischen den fundamentalen Ideen der Informatik *Algorithmisierung* und *Sprache*, die zuvor erläutert wurden, dar.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Erprobungen, welche sich in das Forschungsprojekt *ProMaPrim* einbetten lassen, haben gezeigt, dass die Programmablaufpläne eine Versprachlichung der Algorithmen auf unterschiedlichen Ebenen bzw. Abstraktionsstufen ermöglichen. Von kurzen und präzisen hin zu detailreichen und ausführlichen Beschreibungen können sich die unterschiedlichen Lösungen entsprechend einer natürlichen Differenzierung zwischen diesen Polen bewegen. Es wurde deutlich, dass insbesondere eine möglichst präzise und eindeutige, aber gleichzeitig auch reduzierte Verschriftlichung der Algorithmen bei der Erstellung von Programmablaufplänen ein großes Repertoire an sprachlichen Mitteln benötigt, sodass sich hohe sprachliche Anforderungen für die Kinder ergeben. Insgesamt wurde deutlich, dass die Kinder zum Teil noch

mathematisch unpräzise Begrifflichkeiten verwenden, sodass der Algorithmus nicht eindeutig ausführbar ist. Auch die zusätzlich entwickelten Wortspeicher, die als weiteres Scaffolding-Element dienen sollten, führten nur zu einer Verschiebung des Abstraktionsgrades, hin zu einer detailreicheren Beschreibung. Auch hier ließen sich weiterhin mathematisch unpräzise Begrifflichkeiten vorfinden.

Inwieweit dies auf eine möglicherweise nicht ausreichende Sprachförderung oder auf fehlende Übung bezüglich der Versprachlichung von Algorithmen zurückzuführen ist, konnte diese Arbeit jedoch nicht allgemeingültig zeigen, da es sich bei den durchgeführten Erprobungen um qualitative Forschung handelt. Demnach wurden also die subjektiven Wahrnehmungen der interviewten Kinder ergründet, die zwar repräsentativ für sie gelten, aber nicht direkt auf die Allgemeingültigkeit schließen lassen. In diesem Kontext sind weitere Erprobungen und Überarbeitungen notwendig, um die Allgemeingültigkeit der Erkenntnisse dieser Arbeit zu untersuchen und zu schauen, inwieweit sich ähnliche Erkenntnisse in größeren Erhebungen wie zum Beispiel Klassenerhebungen zeigen.

## Literaturverzeichnis

- Bruder, R., Hefendehl-Hebeker, L., Schmidt-Thieme, B., & Weigand, H.-G. (2015). *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Springer Spektrum.
- Fehrmann, R., Tiedke, A., & Zeinz, H. (2022). Maker Education im Mathematikunterricht der Grundschule: Wie durch die Verwendung des Lernroboters Ozobot am Ansatz des Computational Thinking prozessbezogene Kompetenzen gefördert werden können. In S. Ladel & U. Kortenkamp (Hrsg.), *Informatisch-algorithmische Grundbildung im Mathematikunterricht der Primarstufe: Bd. 8. Lernen, Lehren und Forschen*. WTM.
- Flick, U., Kardorff, E., & Steinke, I. (2019). Was ist qualitative Forschung? Einleitung und Überblick. In U. Flick, E. von Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung: ein Handbuch* (13. Auflage) (S. 13-29). Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Geldreich, K. (2019). Programmieren in der Grundschule - aber wie? *Schulwelt NRW*, 12(1), 6-8.
- Geldreich, K., Funke, A., & Hubwieser, P. (2017). Willkommen im Programmierzirkus – Ein Programmierkurs für Grundschulen. In I. Diethelm (Hrsg.), *Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt: 17. GI-Fachtagung Informatik und Schule* ; 13.-15. September 2017 (S. 327-334). Köllen.
- Geldreich, K., & Hubwieser, P. (2020). Implementierung einer Unterrichtssequenz zu Algorithmen und Programmierung in der Grundschule. Eine qualitative Interviewstudie mit Grundschullehrkräften. In M. Thumel, R. Kammerl & T. Irion (Hrsg.), *Digitale Bildung im Grundschulalter Grundsatzfragen zum Primat des Pädagogischen* (S. 375-397). kopaed. <https://doi.org/10.25593/978-3-86736-543-7>
- Geldreich, K., Simon, A., & Hubwieser, P. (2019). Design-Based Research als Ansatz zur Einführung von Algorithmik und Programmierung an bayerischen Grundschulen; A Design-Based Research Approach for introducing Algorithmics and Programming to Bavarian Primary Schools. *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 33, 53-75.
- Götze, D. (2015). *Sprachförderung im Mathematikunterricht*. Cornelsen.

- Helfferrich, C. (2011). *Die Qualität qualitativer Daten: Manual für die Durchführung qualitativer Interviews* (4. Aufl.). VS Verlag.
- KMK (Hrsg., 2022). *Bildungsstandards im Fach Mathematik Primarbereich. Beschluss vom 15.10.2004, i.d.F. vom 23.06.2022*. Wolters Kluwer. Online abrufbar unter: [https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2022/2022\\_06\\_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf) (letzter Zugriff: 08.07.2023)
- Kohler, H. (1985). *Fortran-Trainer* (2., bearbeitete und erweiterte Aufl.). Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-322-93816-9>
- Kortenkamp, U., Etzold, H., & Mahns, P. (2021) Algorithmen im Alltag zur Umsetzung fundamentaler Ideen der Informatik in der Grundschule. In V. Frederking & S. Ladel (Hrsg.), *Grundschule digital: Innovative Konzepte für die Fächer Deutsch und Mathematik* (S. 163-181). Waxmann.
- Ladel, S. (2023). Algorithmen im Fach Mathematik: Beispiele zur Förderung des algorithmischen Denkens mit mathematischen Inhalten. *Mathematik differenziert: Zeitschrift für die Grundschule*, 2, 6-9.
- Lamnek, S. (2005). *Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch* (4., vollständig überarbeitete Auflage). Beltz.
- Meyer, M., & Neppert, B. (2012). *Java: Algorithmen und Datenstrukturen*. Herdecke: W3L Aktiengesellschaft.
- Meyer, M., & Tiedemann, K. (2017). *Sprache im Fach Mathematik*. Springer Spektrum.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalens (MSW NRW 2021). *Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen*. Online abrufbar unter: [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_PS/ps\\_lp\\_sammelband\\_2021\\_08\\_02.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf) (letzter Zugriff: 08.07.2023).
- Misoch, S. (2019). *Qualitative Interviews* (2., erweiterte und aktualisierte Auflage). De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110545982>
- Partsch, H. (1991). *Requirements Engineering*. De Gruyter Oldenbourg. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110703801/html>

- Prediger, S. (2020). *Sprachbildender Mathematikunterricht in der Sekundarstufe: ein forschungs-basiertes Praxisbuch*. Cornelsen.
- Prediger, S, Gravemeijer, K., & Confrey, J. (2015). Design research with a focus on learning processes: an overview on achievements and challenges. *ZDM*, 47(6), 877-891.
- ProMaPrim. (o.J.-a). Didaktischer Kommentar Basismodule. Verfügbar unter: [https://promaprim.de/wp-content/uploads/Kommentar\\_Basismodule\\_V4.pdf](https://promaprim.de/wp-content/uploads/Kommentar_Basismodule_V4.pdf) (letzter Zugriff: 08.07.2023).
- ProMaPrim. (o.J.-b). Aufgabenkarte Basismodul 1 (BP): Was ist ein Programm? Verfügbar unter: <https://promaprim.de/wp-content/uploads/BP1.pdf> (letzter Zugriff: 08.07.2023).
- Schwätzer, U. (2018). *Programmieren in der Grundschule: Erfahrungen | Scratch-Codes | Tipps & Tricks*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Schwätzer, U. (2022). ProMaPrim: Konstruierendes Programmieren in der Grundschule. In S. Ladel & U. Korten-kamp (Hrsg.), *Informatisch-algorithmische Grundbildung im Mathematikunterricht der Primarstufe: Bd. 8. Lernen, Lehren und Forschen*. WTM.
- Schwätzer, U. (2023). Algorithmisches Denken im Mathematikunterricht: Was unter der Förderung algorithmischen Denkens verstanden wird und warum das Fach Mathematik sich dazu anbietet. *Mathematik differenziert: Zeitschrift für die Grundschule*, 2, 6-9.
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J., & McLean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education. In P.J. Rich & C.B. Hodges (Eds.), *Emerging Research, Practice and Policy on Computational Thinking* (pp. 205-220). Springer. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-52691-1\\_13](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-52691-1_13)
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Winter, H. (1976). Was soll Geometrie in der Grundschule? *Zentralblatt der Didaktik der Mathematik*, 14-18.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Basismodule (ProMaPrim o.J.-a, S. 1) .....	4
Abbildung 2: Übersicht algorithmisches Denken (Schwätzer 2023, S. 7) .....	8
Abbildung 3: Sinnbilder für Programmablaufpläne (Kohler 1985, S. 4) .....	13
Abbildung 4: Vorlage PAP (ProMaPrim o.J.-b).....	14
Abbildung 5: Prozessbezogene Kompetenzen (KMK 2022, S. 9; MSW 2021, S. 77) ..	16
Abbildung 6: Ausschnitt Transkript "Handtuch falten" (1) (siehe Anhang 3.1, S. 69)...	25
Abbildung 7: Ausschnitt Transkript "Handtuch falten" (2) (siehe Anhang 3.2, S. 70)...	25
Abbildung 8: Ausschnitt PAP "Papier falten" (siehe Anhang 1.4, S. 53) .....	26
Abbildung 9: Vergleich PAP ohne (l.) und mit (r.) Wortspeicher (siehe Anhang 1.4, S. 56;58).....	27
Abbildung 10: Ausschnitt Transkript "Handtuch falten" (siehe Anhang 3.3, S. 71) .....	29
Abbildung 11: Ausschnitt PAP "Handtuch falten" (siehe Anhang 2.3, S. 64).....	30
Abbildung 12: Ausschnitt Transkript "Briefe falten" (siehe Anhang 3.4, S. 72).....	31

# Anhang

## Anhangsverzeichnis

<b>Anhang 1: Materialien der ersten Erprobungsphase.....</b>	<b>42</b>
<i>Anhang 1.1: Basismodul 1 (unbearbeitet) .....</i>	<i>42</i>
<i>Anhang 1.2: Basismodul 3 (unbearbeitet) .....</i>	<i>46</i>
<i>Anhang 1.3: Basismodul 1 (bearbeitet) .....</i>	<i>51</i>
<i>Anhang 1.4: Basismodul 3 (bearbeitet) .....</i>	<i>53</i>
<b>Anhang 2: Materialien der zweiten Erprobungsphase .....</b>	<b>59</b>
<i>Anhang 2.1: Basismodul 1 (unbearbeitet) .....</i>	<i>59</i>
<i>Anhang 2.2: Basismodul 3 (unbearbeitet) .....</i>	<i>61</i>
<i>Anhang 2.3: Basismodul 1 (bearbeitet) .....</i>	<i>63</i>
<i>Anhang 2.4: Basismodul 3 (bearbeitet) .....</i>	<i>66</i>
<b>Anhang 3: Transkripte .....</b>	<b>69</b>
<i>Anhang 3.1: Erste Erprobungsphase - „Handtuch falten“ (1).....</i>	<i>69</i>
<i>Anhang 3.2: Erste Erprobungsphase - „Handtuch falten“ (2).....</i>	<i>70</i>
<i>Anhang 3.3: Zweite Erprobungsphase - „Handtuch falten“ .....</i>	<i>71</i>
<i>Anhang 3.4: Zweite Erprobungsphase - „Briefe falten“ .....</i>	<i>72</i>

# Anhang 1: Materialien der ersten Erprobungsphase

## Anhang 1.1: Basismodul 1 (unbearbeitet)

### Aufgabenkarte

**BP Basismodul 1**  
Was ist ein Programm?

# 3yp.de	Aufgabe	
BP1	Anleitung lesen	<input checked="" type="checkbox"/>
BP2	Was ist ein PAP (Programm-Ablauf-Plan)? 1. Seht euch das Video BP2 an.	<input type="checkbox"/>
BP3	Einen PAP selbst aufschreiben 1. Seht euch das Video BP3 an. 2. Erstellt* einen eigenen PAP dazu. Er soll möglichst kurz sein, aber er soll alles Wichtige enthalten.	<input type="checkbox"/>
BP6	Einen PAP zuordnen 1. Bearbeitet das Arbeitsblatt BP6.	<input type="checkbox"/>

\* PAP-Vorlage benutzen, ggf. mehrere davon

Eure Namen:

## Anleitung

BP1

So bearbeitet ihr die Aufgaben auf einem Tablet-PC:

1. Öffnet die Internet-App.
2. Gebt die Adresse 3yp.de ein.

BP – Basismodul 1 – Was ist ein Pro

BP2

BP3

BP4

BP5

B

3. Tippt dort die Aufgabe der Aufgabenkarte an, die ihr bearbeiten wollt.
4. Es öffnet sich ein Video in einem neuen Tab. Seht euch das Video an.
5. Wenn ihr fertig seid, schließt den Video-Tab.
6. Manchmal müsst ihr ein Aufgaben-Blatt ausdrucken. Eure Lehrerin hilft euch dabei.

Diese Anleitung ist für ein iPad geschrieben.  
Vielleicht sieht bei euch alles ein bisschen anders aus.  
Eure Lehrerin kann euch dann helfen.

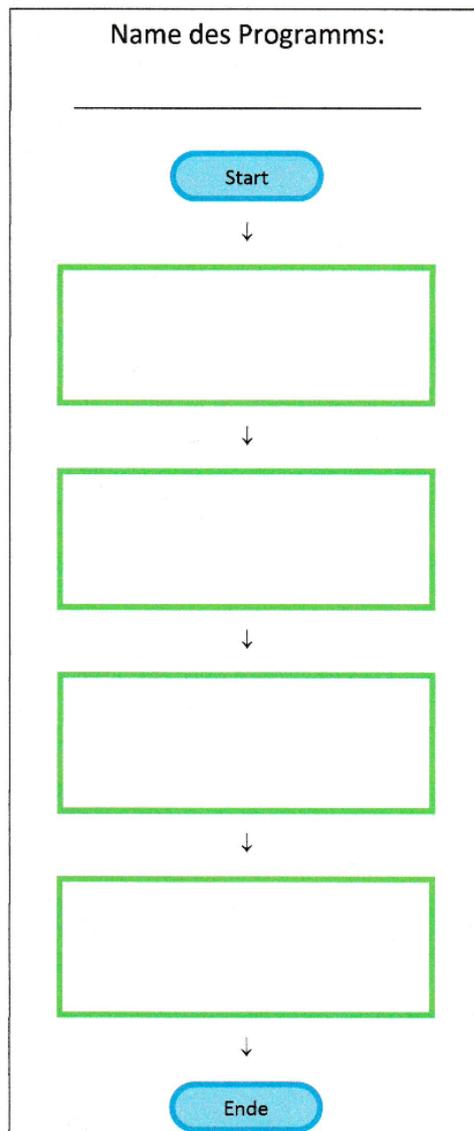


# Einen PAP\* selbst erstellen

Arbeitsblatt  
BP3

Eure Namen:

Seht euch das Video BP3 an. Überlegt euch einen Namen für das Programm.  
Teilt das Programm in sinnvolle Schritte ein.



Diese Wörter und Satzteile  
können euch helfen:

Handtuch  
Tisch  
Kante

falten  
... auf ... falten  
streichen  
legen  
hinlegen

lang  
kurz  
aufeinander  
glatt  
genau

Als Erstes...  
Danach...  
Als Nächstes...  
Zum Schluss...

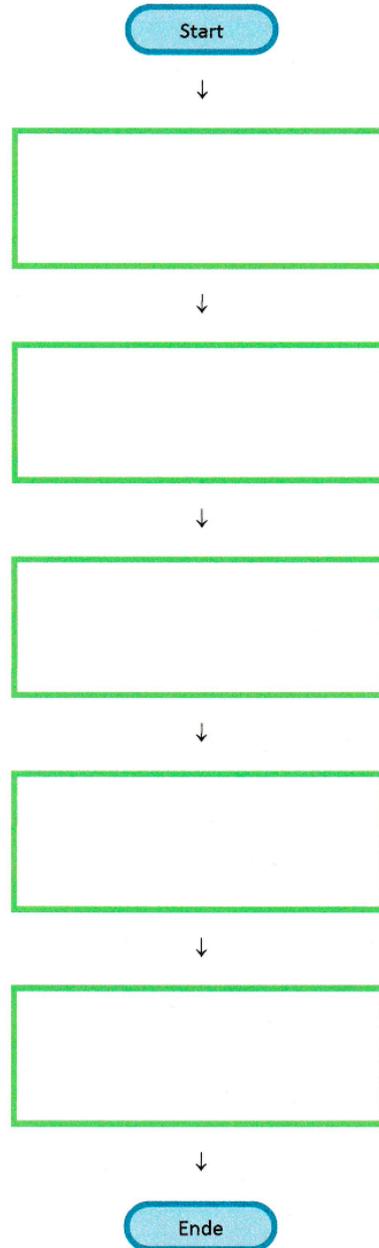
\* Programm-Ablauf-Plan



# PAP-Vorlage

Eure Namen:

Name des Programms: \_\_\_\_\_



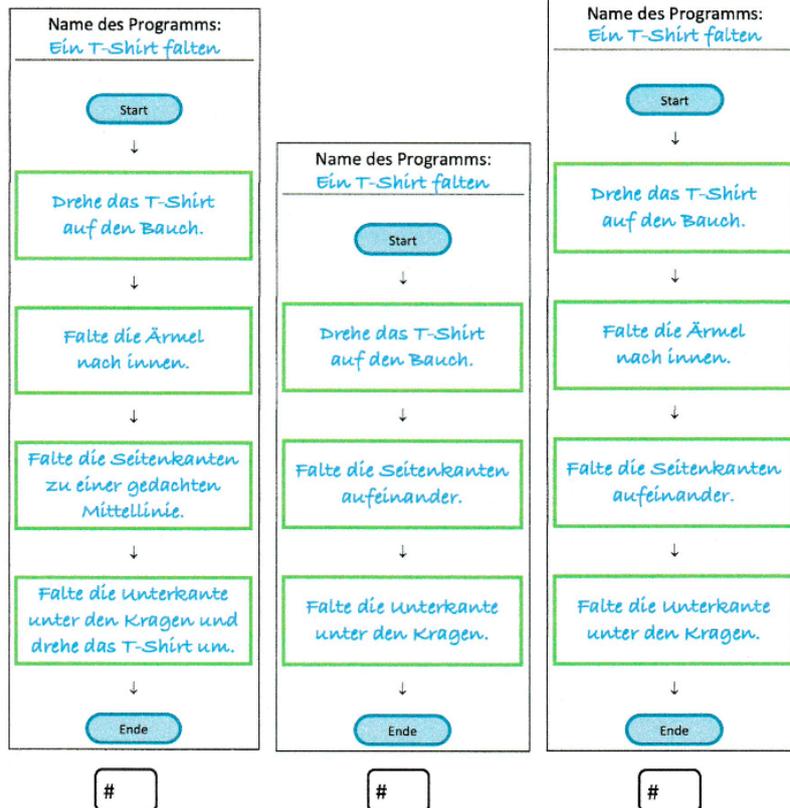


# Ein T-Shirt falten

Arbeitsblatt  
BP6

Eure Namen:

1. Seht euch das Video BP6 an.
2. Welche Nummer gehört zu welchem PAP?



3. Macht oben Markierungen, begründet eure Entscheidung:

## Anhang 1.2: Basismodul 3 (unbearbeitet)



### Aufgabenkarte

**BU** Basismodul 3  
Unterscheidung  
und Schleifen

Eure Namen:

3yp.de	Aufgabe	✓
BU2	<b>Einen PAP mit einer <i>Unterscheidung</i> erstellen</b> 1. Seht euch das Video BU2 an. 2. Erstellt* <i>einen</i> PAP mit einer Bedingung, so dass <i>beide</i> Faltarten darin vorkommen. 3. <del>Vergleicht euren PAP mit dem PAP eines anderen Teams.</del>	<input type="checkbox"/>   <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>
BU3 BU4	<b>Einen PAP mit einer <i>Schleife</i> erstellen</b> 1. Seht euch das Video BU3 an. 2. Seht euch das Video BU4 an. 3. Erstellt* mit den Symbolen von Arbeitsblatt BU4 jeweils einen PAP für die Sportprogramme 1 bis 3. 4. <i>Freiwillig</i> : Könnt ihr auch einen PAP erstellen für das Sportprogramm 4?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>
BU5 BU6 BU7 BU8 BU9	<b>Einen PAP mit einer <i>Schleife mit Bedingung</i> erstellen</b> 1. Seht euch das Video BU5 an. 2. Seht euch die Videos BU6 bis BU9 an. Entscheidet euch für eines der Videos. Erstellt* einen PAP dafür. 3. <i>Freiwillig</i> : Erstellt weitere PAP zu den restlichen Videos.	<input type="checkbox"/>   <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>

\* PAP-Vorlage benutzen, ggf. mehrere davon

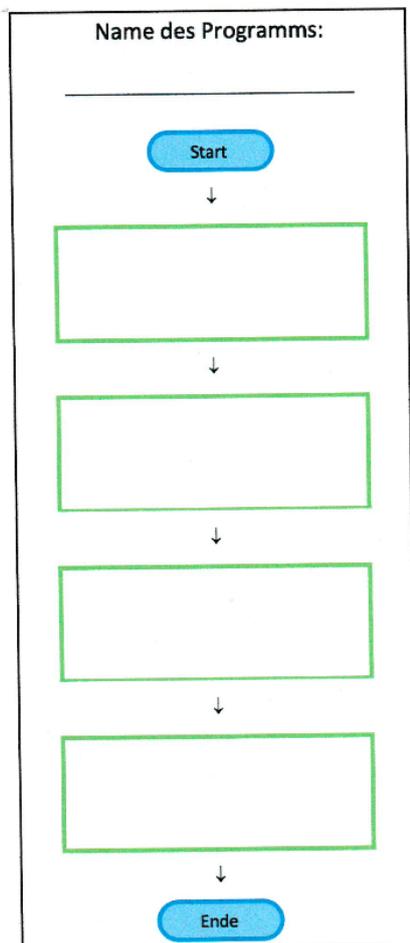


## Einen PAP\* mit einer Unterscheidung erstellen

Arbeitsblatt  
BU2

Eure Namen:

Seht euch das Video BU2 an. Erstellt einen PAP mit einer Bedingung, so dass beide Faltarten darin vorkommen. Nutzt hierzu die **PAP-Vorlage** und die weiteren (ausgeschnittenen) **Programmsymbole**.



Diese Wörter und Satzteile können euch helfen:

Papier  
(Brief-)Umschlag  
Tisch  
Ecke  
Kante  
Hälfte/ Mitte

falten  
... auf ... falten  
halbieren  
(hin)legen

klein  
schmal  
breit  
groß  
aufeinander

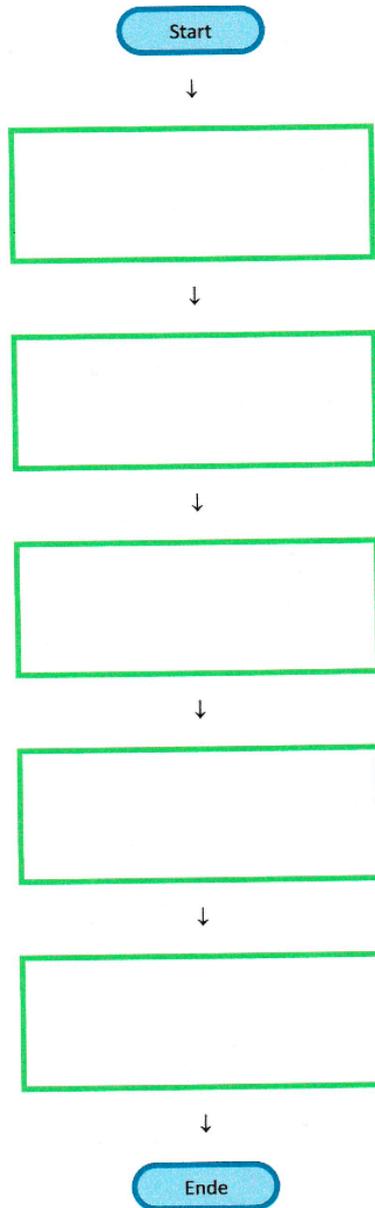
Zuerst  
Als Erstes...  
Danach...  
Als Nächstes...  
Zum Schluss...



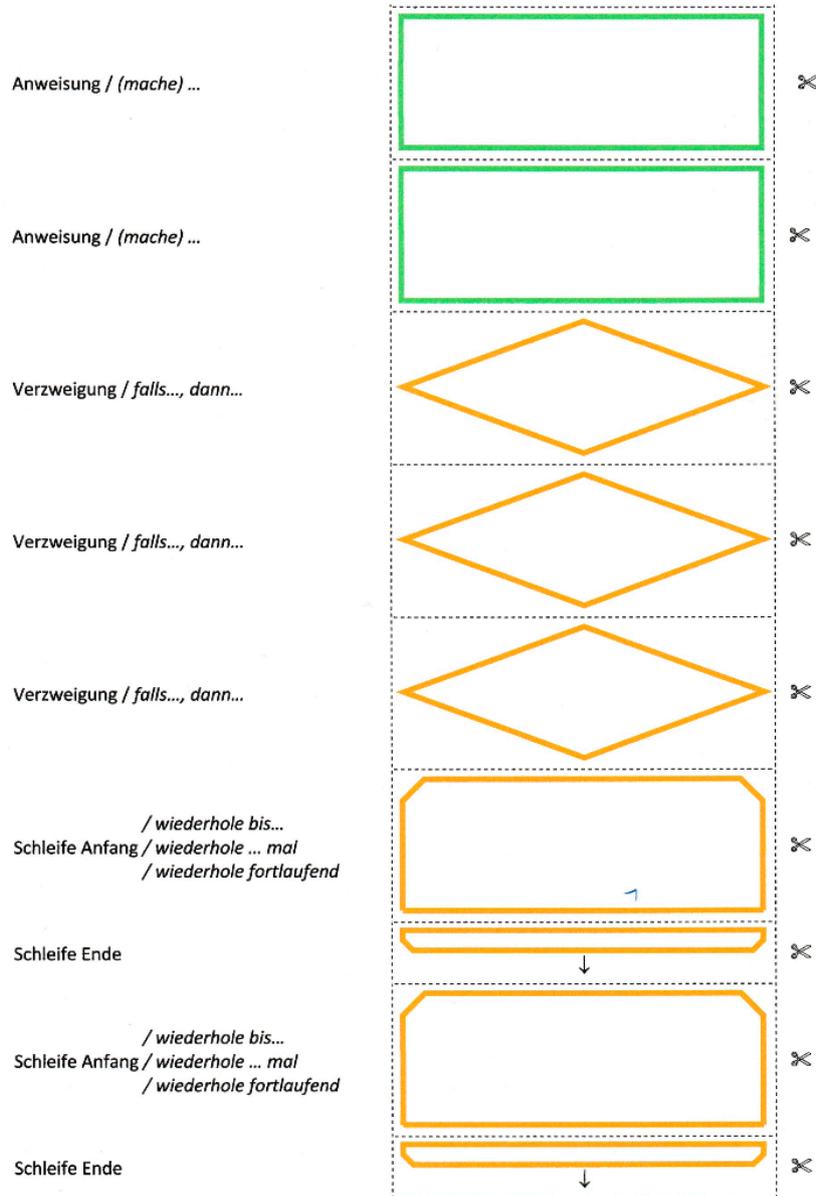
# PAP-Vorlage

Eure Namen:

Name des Programms: \_\_\_\_\_



Weitere Programmsymbole:





# Sport-Programme

Arbeitsblatt  
BU4

Wiederhole 2 mal	
Wiederhole 2 mal	Wiederhole 3 mal
Wiederhole 4 mal	Wiederhole 3 mal
Wiederhole 2 mal	Wiederhole 4 mal
Mache einen Knieheber.	Mache eine Kniebeuge
Mache eine Rumpfbeuge.	Mache einen Knieheber.
Mache eine Rumpfbeuge.	Mache eine Kniebeuge

Anhang 1.3: Basismodul 1 (bearbeitet)

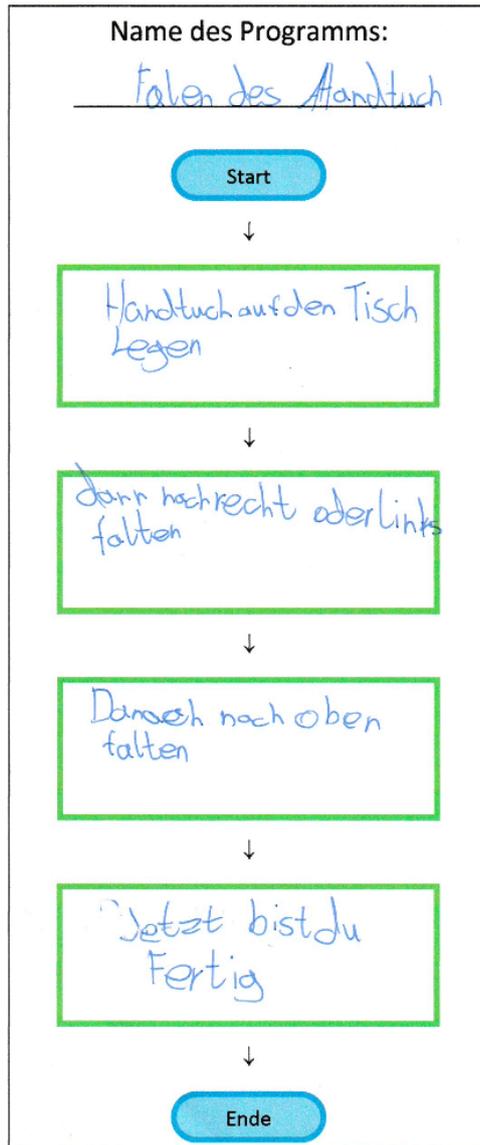


# Einen PAP\* selbst erstellen

Arbeitsblatt  
BP3

Eure Namen: A und J

Seht euch das Video BP3 an. Überlegt euch einen Namen für das Programm.  
Teilt das Programm in sinnvolle Schritte ein.



Diese Wörter und Satzteile  
können euch helfen:

- Handtuch
- Tisch
- Kante
  
- falten
- ... auf ... falten
- streichen
- legen
- hinlegen
  
- lang
- kurz
- aufeinander
- glatt
- genau
  
- Als Erstes...
- Danach...
- Als Nächstes...
- Zum Schluss...

\* Programm-Ablauf-Plan



# Einen PAP\* selbst erstellen

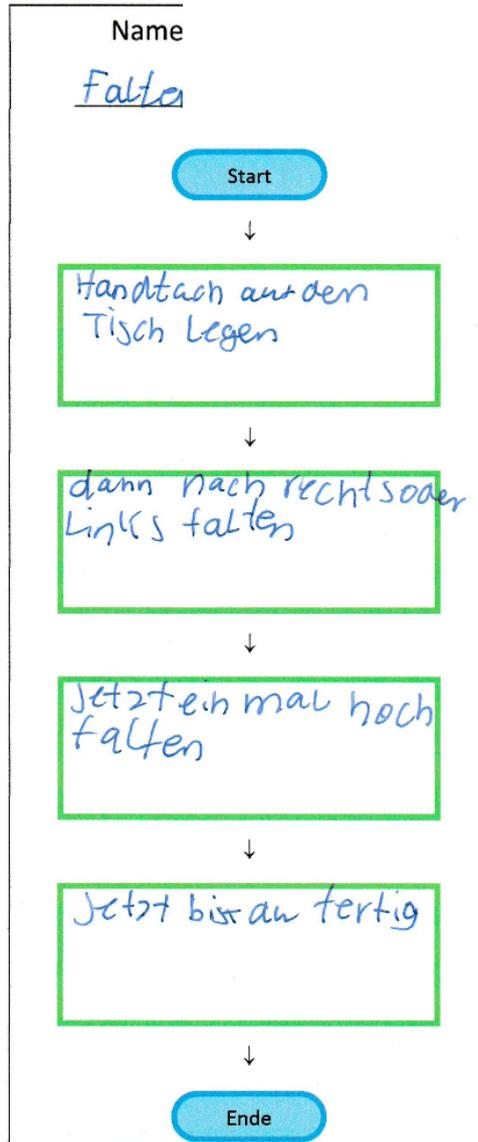
Arbeitsblatt  
BP3

Eure Namen: J

A

Seht euch das Vi  
Teilt das Prograr

Einigen Namen für das Programm.



Diese Wörter und Satzteile  
können euch helfen:

Handtuch  
Tisch  
Kante

falten  
... auf ... falten  
streichen  
legen  
hinlegen

lang  
kurz  
aufeinander  
glatt  
genau

Als Erstes...  
Danach...  
Als Nächstes...  
Zum Schluss...

\* Programm-Ablauf-Plan

Anhang 1.4: Basismodul 3 (bearbeitet)

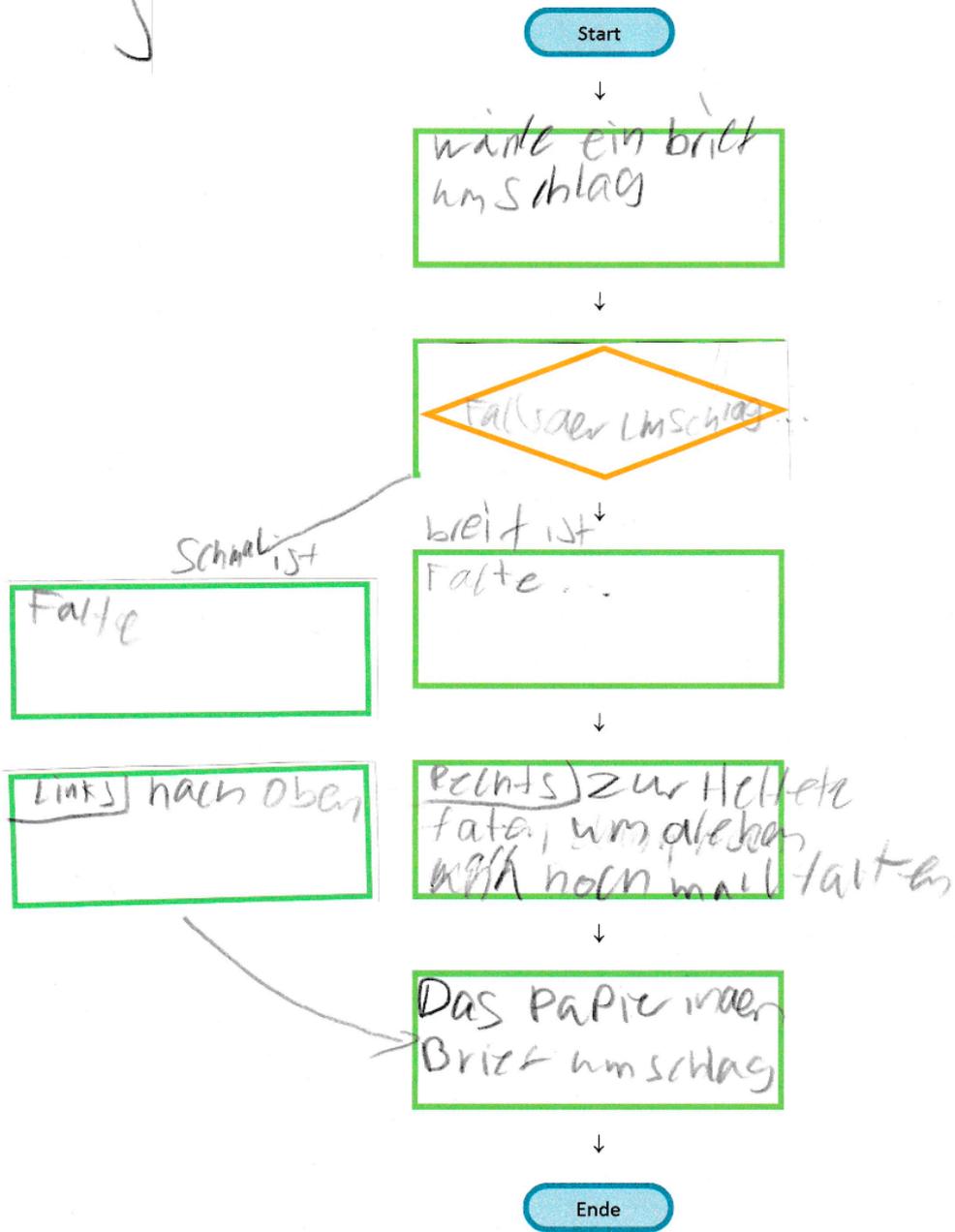


**PAP-Vorlage**

Eure Namen:

Name des Programms:

faltten



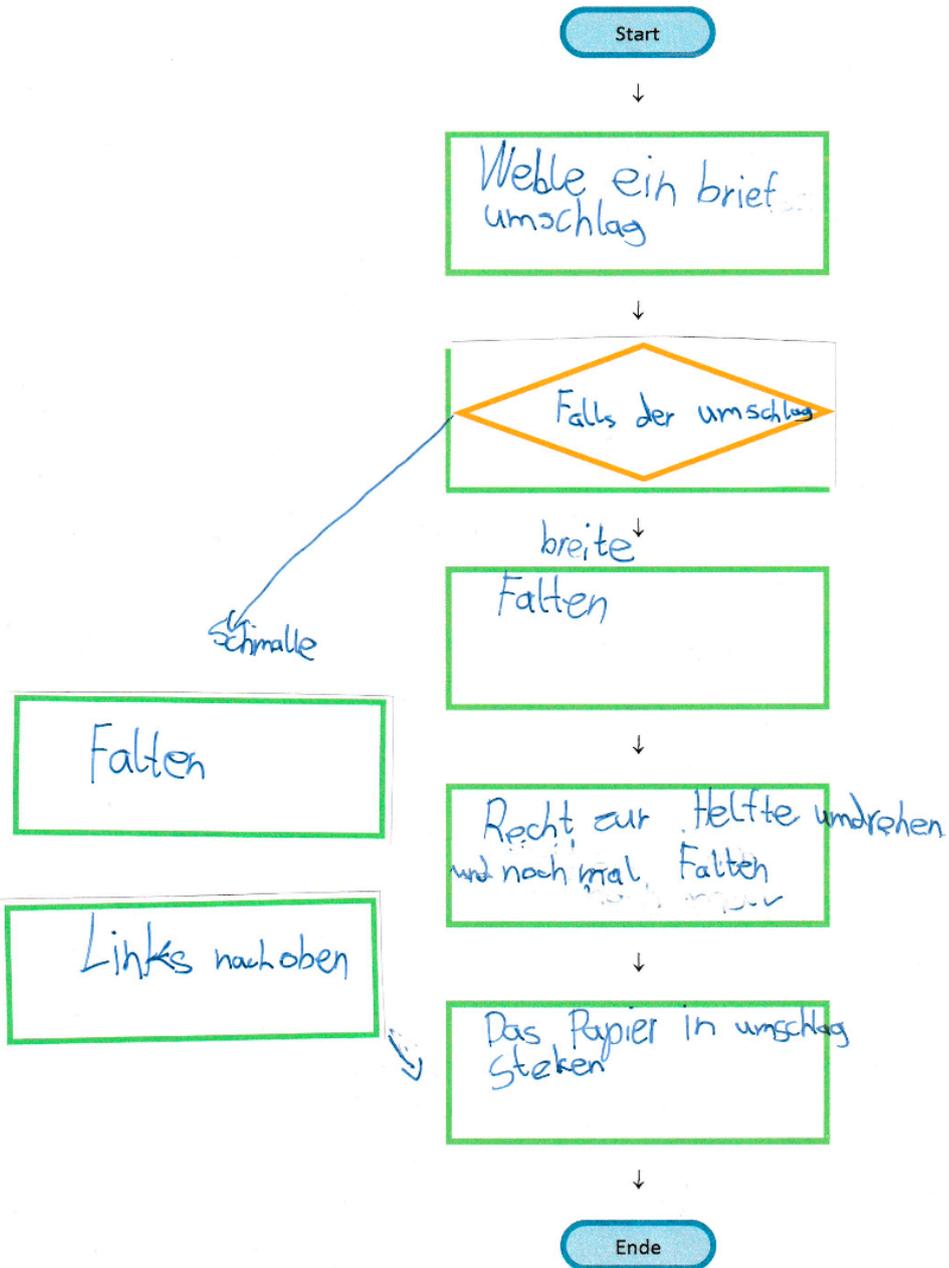


# PAP-Vorlage

Eure Namen:

Name des Programms:

Papier Falten

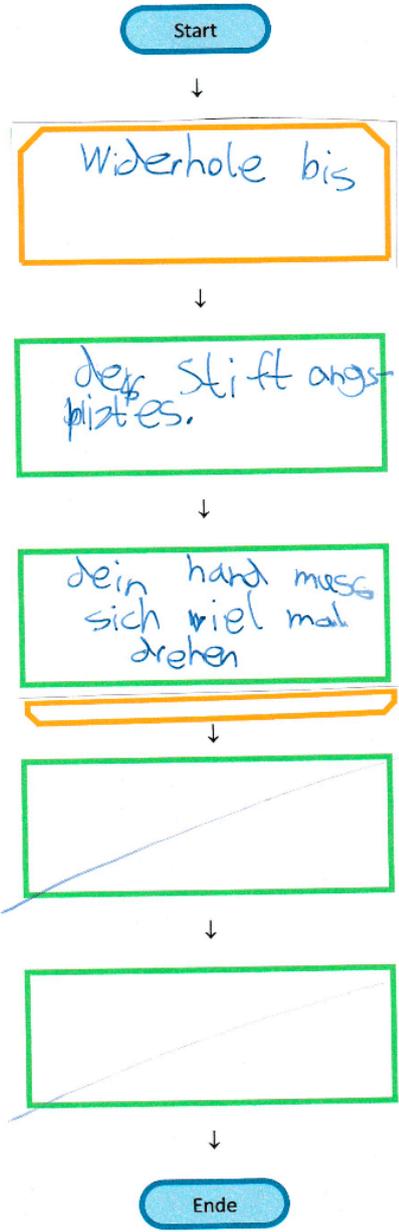




# PAP-Vorlage

Eure Namen: A

Name des Programms: Stift anspitzen





# PAP-Vorlage

Eure Namen: J

Name des Programms:

Ein spitzes Dreieck

Start



Wiederhol



bis der spitz  
angezeichnet



Der beiden spitz



Ende

Name des Programms:

Stift anspitzen

Start



Stift anspitzen



1 mal wiederholen



gucken obz ange  
spitz ist



rausnehmen  
stumpf



Wieder statt stumpf  
normal wiederholen  
man noch spitz ist



Ende

Folgende Wörter und Satzteile können euch helfen:

- Stift
- Anspitzer
- drehen
- kontrollieren
- gucken
- wiederholen
- abgebrochen
- stumpf
- spitz
- langsam
- So lange...bis

Name des Programms:

Stift anspizen

Start



Stift im Anspitzer stecken



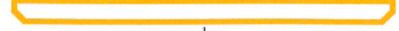
Dann anspizen



8 mal anspizen



Wenn der Stift stumpf ist noch mal spizen und kontrollieren.



Stift



Ende

Folgende Wörter und Satzteile können euch helfen:

- Stift
- Anspitzer
- drehen
- kontrollieren
- gucken
- wiederholen
- abgebrochen
- stumpf
- spitz
- langsam
- So lange...bis

## Anhang 2: Materialien der zweiten Erprobungsphase

### Anhang 2.1: Basismodul 1 (unbearbeitet)

	<b>Aufgabenkarte</b>	<b>BP Basismodul 1</b> <small>Was ist ein Programm?</small>	
	<b>Aufgabe</b>		<input checked="" type="checkbox"/>
BP1	Anleitung lesen		<input type="checkbox"/>
BP2	<b>Was ist ein PAP (Programm-Ablauf-Plan)?</b> 1. Seht euch das Video BP2 an. <b>Einen PAP selbst aufschreiben</b> 1. Seht euch das Video BP3 an. 2. Erstellt* einen eigenen PAP dazu. Er soll möglichst kurz sein, aber er soll alles Wichtige enthalten.		<input type="checkbox"/>
BP3			<input type="checkbox"/>
BP6	<b>Einen PAP zuordnen</b> 1. Bearbeitet das Arbeitsblatt BP6.		<input type="checkbox"/>

\* PAP-Vorlage benutzen, ggf. mehrere davon

---

Eure Namen:

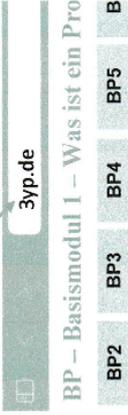


## Anleitung

BP1

So bearbeitet ihr die Aufgaben auf einem Tablet-PC:

1. Öffnet die Internet-App. 
2. Gebt die Adresse 3yp.de ein.



BP – Basismodul 1 – Was ist ein Pro

BP2

BP3

BP4

BP5

B

3. Tippt dort die Aufgabe der Aufgabenkarte an, die ihr bearbeiten wollt.
4. Es öffnet sich ein Video in einem neuen Tab. Seht euch das Video an.
5. Wenn ihr fertig seid, schließt den Video-Tab.
6. Manchmal müsst ihr ein Aufgaben-Blatt ausdrucken. Eure Lehrerin hilft euch dabei.

Diese Anleitung ist für ein iPad geschrieben.  
Vielleicht sieht bei euch alles ein bisschen anders aus.  
Eure Lehrerin kann euch dann helfen.

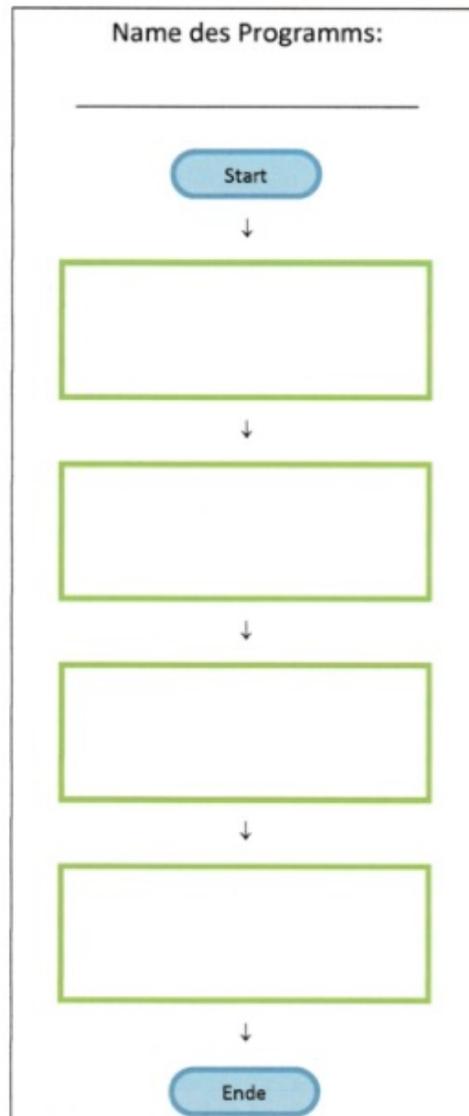


## Einen PAP\* selbst erstellen

Arbeitsblatt  
BP3

Eure Namen:

Seht euch das Video BP3 an. Überlegt euch einen Namen für das Programm.  
Teilt das Programm in sinnvolle Schritte ein.



\* Programm-Ablauf-Plan

## Anhang 2.2: Basismodul 3 (unbearbeitet)



### Aufgabenkarte

**BU** Basismodul 3  
Unterscheidung  
und Schleifen

Eure Namen:

3yp.de	Aufgabe	✓
BU2	<b>Einen PAP mit einer Unterscheidung erstellen</b> 1. Seht euch das Video BU2 an. 2. Erstellt* <i>einen</i> PAP mit einer Bedingung, so dass <i>beide</i> Faltarten darin vorkommen. 3. Vergleicht euren PAP mit dem PAP eines anderen Teams.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
BU3 BU4	<b>Einen PAP mit einer Schleife erstellen</b> 1. Seht euch das Video BU3 an. 2. Seht euch das Video BU4 an. 3. Erstellt* mit den Symbolen von Arbeitsblatt BU4 jeweils einen PAP für die Sportprogramme 1 bis 3. 4. <i>Freiwillig</i> : Könnt ihr auch einen PAP erstellen für das Sportprogramm 4?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
BU5 BU6 BU7 BU8 BU9	<b>Einen PAP mit einer Schleife mit Bedingung erstellen</b> 1. Seht euch das Video BU5 an. 2. Seht euch die Videos BU6 bis BU9 an. Entscheidet euch für eines der Videos. Erstellt* einen PAP dafür. 3. <i>Freiwillig</i> : Erstellt weitere PAP zu den restlichen Videos.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

\* PAP-Vorlage benutzen, ggf. mehrere davon

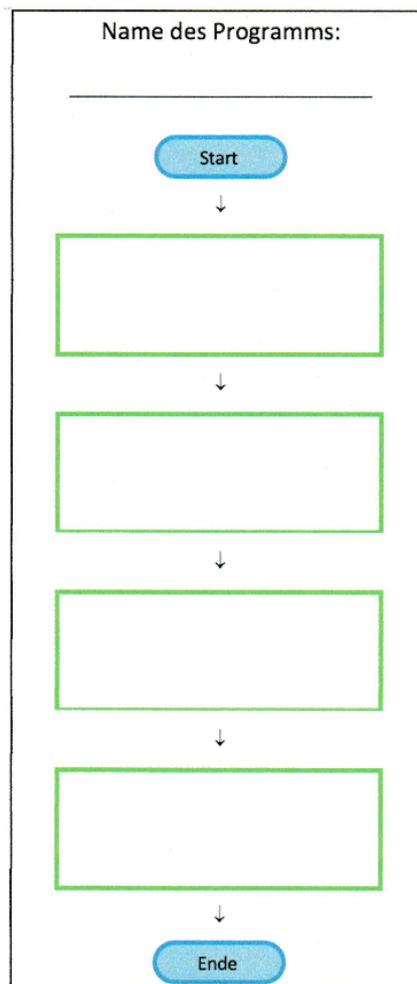


## Einen PAP\* mit einer Unterscheidung erstellen

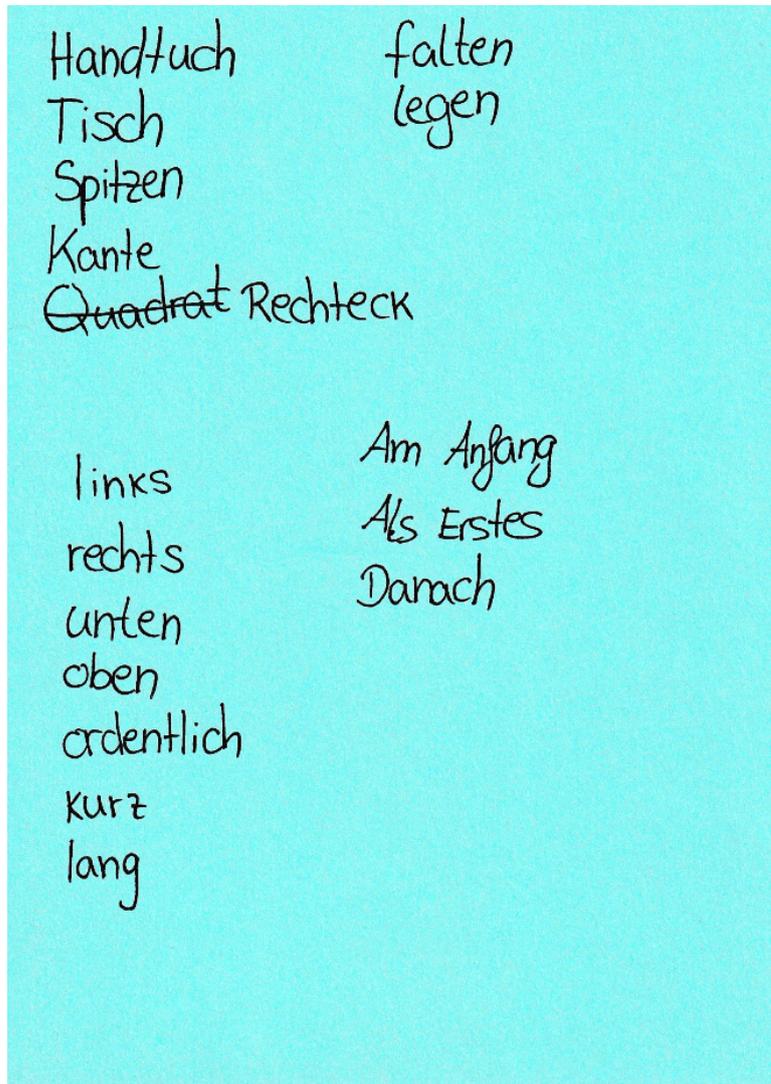
Arbeitsblatt  
BU2

Eure Namen:

Seht euch das Video BU2 an. Erstellt einen PAP mit einer Bedingung, so dass beide Faltarten darin vorkommen. Nutzt hierzu die **PAP-Vorlage** und die weiteren (ausgeschnittenen) **Programmsymbole**.



Anhang 2.3: Basismodul 1 (bearbeitet)





## PAP-Vorlage

Eure Namen:

Name des Programms:

F Handtuch falten

Start



Das Handtuch ist ein Quadrat.



Von links nach rechts falten.



Von unten nach oben falten.



2 Seiten sind kurz und 2 lang.



es streichen es glatt.



Ende



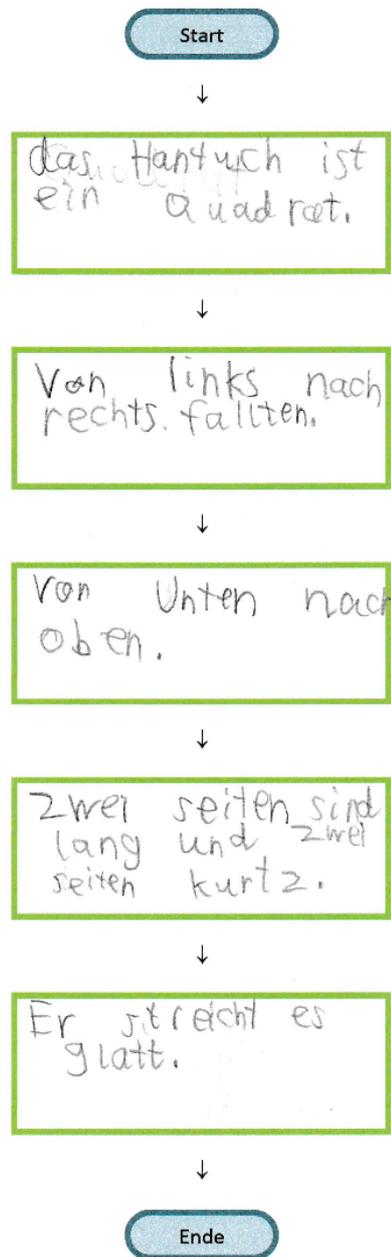
# PAP-Vorlage

Eure Namen:

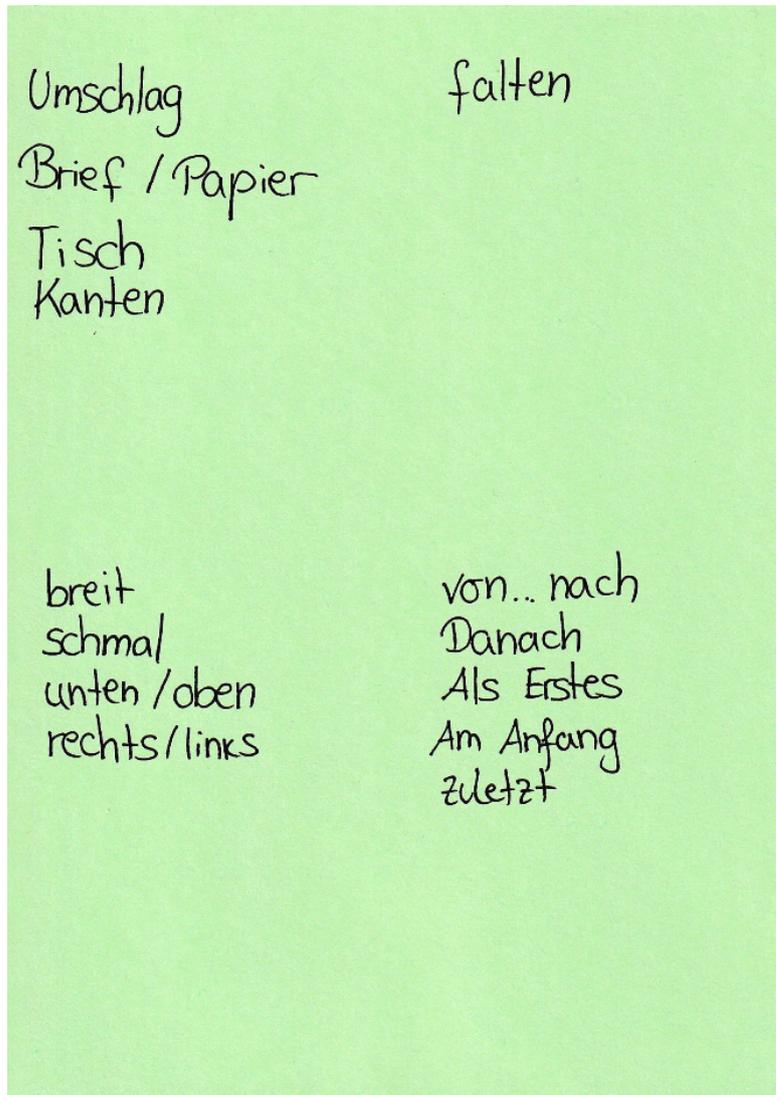
Name des Programms:

o

Hantuch falten,



Anhang 2.4: Basismodul 3 (bearbeitet)



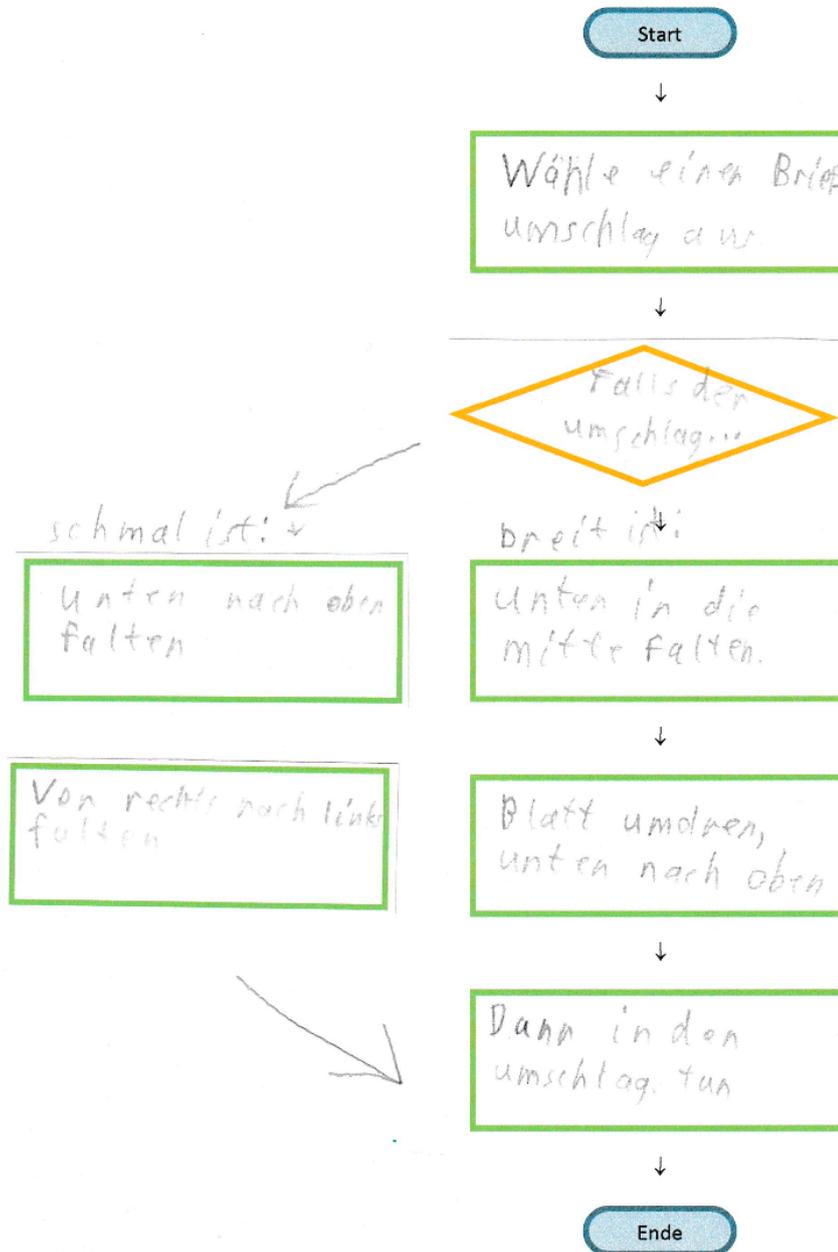


# PAP-Vorlage

Eure Namen: F

Name des Programms:

ein Umschlag falten



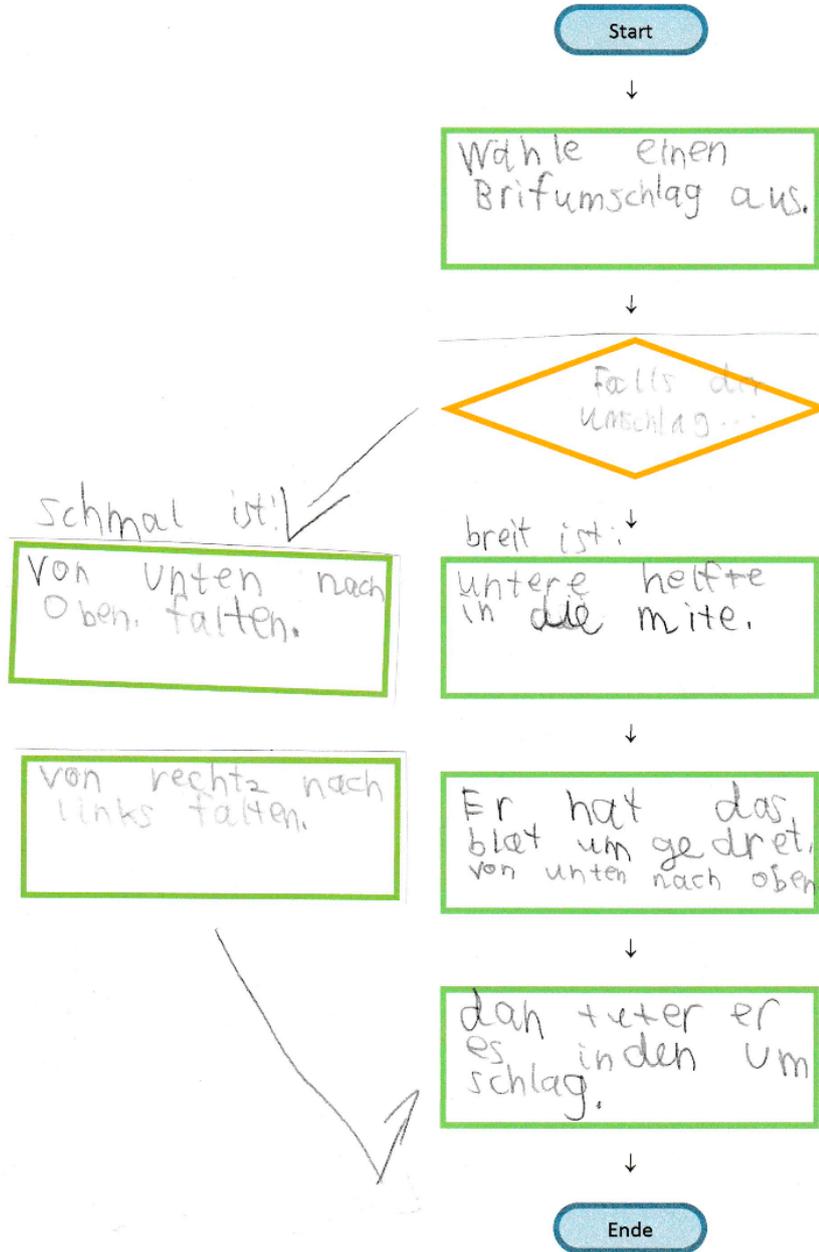


# PAP-Vorlage

Eure Namen:

Name des Programms:

0 Ein Umschlag falten.



## Anhang 3: Transkripte

### Transkriptionsregeln:

I	Interviewende
A/ J	Kind 1 & 2 (aus der ersten Erprobungsphase)
F/ O	Kind 3 & 4 (aus der zweiten Erprobungsphase)
-	zeigt den Abbruch einer Aussage
[...]	kursiv Gedrucktes und in eckige Klammern Gesetztes beschreibt die Handlungen, Interaktionen und nonverbale Äußerungen
(...)	Pause

### Anhang 3.1: Erste Erprobungsphase - „Handtuch falten“ (1)

Zeile	Sprecher	Inhalt
1	I	Habt ihr den Wortspeicher irgendwie gebraucht? Also die Wörter, die da neben standen, nennt man Wortspeicher.
2	A	Ne.
3	I	Nein? Okay, ne gut. Nur so als Information für uns, ob das hilfreich ist oder ob das verwirrend ist. (...) Die bringen nichts die Worte, würdet ihr sagen?
4	A	Ich guck da nicht drauf.
5	J	Hä. Was heißt Handtuch-Tisch-Kante?
6	I	Also weißt du nicht, was eine Kante ist?
7	J	Doch! Aber nicht was Handtuch - <i>[zeigt auf die drei Begriffe „Handtuch“, „Tisch“ und „Kante“ im Wortspeicher]</i>
8	I	Nein, nein! Das sind nur einzelne Wörter, die man quasi verwenden kann.
9	J	Aha!
10	I	Zum Beispiel „Handtuch“ hast du verwendet. Du könntest auch „Tisch“ verwenden. Hast du ja auch gemacht. „Kante“ hättest du zum Beispiel auch verwenden können.
11	J	Ah (...) ich dachte, das wäre ein Wort.
12	I	Nein das ist nicht ein Wort.

### Anhang 3.2: Erste Erprobungsphase - „Handtuch falten“ (2)

<b>Zeile</b>	<b>Sprecher</b>	<b>Inhalt</b>
1	J	Ich bin fertig!
2	I	Okay. (...) Hast du alle Schritte drin, die im Video gezeigt wurden?
3	J	Ja! Sind ja nur zwei.
4	I	Okay. Ja, alles gut.
5	A	(50 sec. Pause) Da sind wirklich nur zwei. Wieso sind dann da vier?
6	I	Vielleicht – Man kann ja auch kleinere Schritte noch schreiben. Also wie man das schreiben möchte. Da ist nichts vorbestimmt. Die vier Plätze sind nur einfach so da, damit man genug Platz hat, wenn man den braucht.
7	J	(35 sec. Pause) Der letzte Schritt fehlt mir.
8	I	(...) Du musst auch nicht alle Kästchen ausfüllen, wenn du meinst da sind alle Schritte drin, dann...
9	J	Handtuch auf den Tisch legen. Dann nach rechts oder links falten.
10	I	Mhm.
11	J	Und einmal nach oben falten
12	I	Mhm. Ja. Wenn im Video nichts mehr zu sehen ist und wenn du keine Wörter brauchst, dann ist das vollkommen richtig. Da gibt es Tausend verschiedene Lösungen, die möglich sind.
13	J	Also bin ich jetzt fertig?
14	I	Ja.

### Anhang 3.3: Zweite Erprobungsphase - „Handtuch falten“

<b>Zeile</b>	<b>Sprecher</b>	<b>Inhalt</b>
1	I	Dann könnt ihr jetzt einen Programmablaufplan eigenständig schreiben. Und zwar mit der Hilfe von dem Wortspeicher, den wir gerade selbst erarbeitet haben.
2	F	Sollen wir erst das <i>[zeigt auf den Begriff „Handtuch“ im Wortspeicher]</i> oder das <i>[zeigt auf den Begriff „Quadrat“ im Wortspeicher]</i> ?
3	I	Also das könnt ihr jetzt (...) untereinander gerne reden. Ich nehme mich da ein bisschen mehr zurück.
4	F	Sollen wir das <i>[zeigt auf den Begriff „Quadrat“ im Wortspeicher]</i> nehmen?
5	O	Mhm. <i>[nickt zustimmend]</i> Nur Quadrat schreiben?
6	F	Okay!
7	O	Nur Quadrat schreiben?
8	F	Ja nur ein Wort.
9	F & O	<i>[schreiben den Begriff „Quadrat“ in das erste grüne Kästchen]</i>
10	F	Okay. Was wollen wir jetzt schreiben?
11	O	Mhm – (...) Links?
12	F	Okay!
13	I	Achso ihr müsst – Ihr braucht nicht nur ein Wort schreiben. Ihr könnt auch wirklich Sätze dahin schreiben. Also beispielsweise wie ähm (..) legt das Handtuch ähm (...) auf den Tisch.
14	O	Können wir auch links nach rechts schreiben?
15	I	Oder nach rechts falten? Ja genau
16	O	Von links nach rechts falten?
17	I	Ja!

### Anhang 3.4: Zweite Erprobungsphase - „Briefe falten“

<b>Zeile</b>	<b>Sprecher</b>	<b>Inhalt</b>
1	F	Das Ende passt. Ich kann das jetzt so machen! [ <i>malt den entsprechenden Pfeil</i> ]
2	I	Aha. Und - Was meinst du mit dem Pfeil, dass du da wieder zurück gehst?
3	F	Ja dann in den Umschlag tun. Man tut ja bei der anderen Seite auch in den Umschlag.
4	I	Also macht man da [ <i>zeigt auf das letzte grüne Kästchen</i> ] denselben Schritt? Egal ob der Umschlag breit oder schmal ist?
5	F	Ja man tut es ja irgendwann in den Umschlag
6	I	Das ist eine sehr gute Erkenntnis!
7	O	[ <i>zeichnet den entsprechenden Pfeil</i> ] So?
8	I	Ich glaub – Ich glaub F – Guck mal hier. Muss der O hier den Pfeil irgendwie anders malen oder ist der so richtig?
9	F	Also vielleicht so ein bisschen [ <i>zeigt in Richtung des letzten Kästchens</i> ] mehr dahin. Weil das geht mehr aufs Ende.
10	I	Hätte ich auch so gesagt!

# DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN

*Offen im Denken*

ub | universitäts  
bibliothek

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

**DOI:** 10.17185/duepublico/79251

**URN:** urn:nbn:de:hbz:465-20231109-152318-7

Alle Rechte vorbehalten.