

Mathematisches Modellieren in der Mittelstufe

Bachelorarbeit

im Rahmen der Ausbildung 12-15

im Studienbereich Mathematik, Natur, Mensch, Gesellschaft

von

Rahel Bürki

Hauptstrasse 19

9030 Abtwil

16. Januar 2015

Begleitung und Begutachtung: Prof. Dr. Gerda Buhl

Abstract

Die vorhandene, produktorientierte Bachelorarbeit wurde im Rahmen der Ausbildung an der Pädagogischen Hochschule St.Gallen erstellt. Sie widmet sich der Frage, welche Materialien und Sachaufgaben Schülerinnen und Schüler der Mittelstufe, insbesondere der 5. Klasse, beim mathematischen Modellieren unterstützen können. Es entstanden zu vier lebensnahen Themen handlungsorientierte Modellierungsaufgaben und eine Materialsammlung, welche die Kinder beim Lösen der Aufgaben unterstützen. Weiter wurde ein Fachteil erstellt, welcher die aktuelle Lage der Modellierungsaufgaben in der Wissenschaft aufzeigt und die erstellten Aufgaben aufgrund dieser Lage beurteilen.

Keywords: handlungsorientierte Sachaufgaben, unterstützendes Material, Kriterien für gute Modellierungsaufgaben

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	5
2	MATHEMATISCHES MODELLIEREN.....	7
2.1	WAS IST MATHEMATISCHES MODELLIEREN?	7
2.2	DER MODELLIERUNGSKREISLAUF.....	7
2.2.1	Modellierungskreislauf nach Blum und Leiss	8
2.2.2	Modellierungskreislauf nach Maass.....	9
2.2.3	Modellierungskreislauf von Schupp	10
2.2.4	Kreislauf nach Schupp, abgewandelt von Rahel Bürki	11
2.3	SCHWIERIGKEITEN BEIM MODELLIEREN	12
2.3.1	Herausforderungen für die Lernenden.....	12
2.3.2	Schwierigkeiten für die Lehrpersonen	13
2.4	DIE FUNKTIONEN DER HANDLUNGSORIENTIERTEN MATERIALIEN BEIM MODELLIEREN ...	14
3	KRITERIEN FÜR GUTE MODELLIERUNGSAUFGABEN	14
3.1	AUTHENTIZITÄT / LEBENSNAHE	14
3.2	OFFENHEIT	14
3.3	DIFFERENZIERUNGSMÖGLICHKEITEN	16
4	DAS PRODUKT IN VERBINDUNG MIT DEM FACHTeil	17
4.1	DIE MATERIALBOX.....	17
4.2	DIE AUFGABEN	18
4.2.1	Allgemeine Differenzierungshilfe	18
4.2.2	„Erkundung unserer Schulräume“	18
4.2.3	„Vom Weltrekord zu unserer Schulreise“	28
4.2.4	„Domino Day in unserem Klassenzimmer“	34
4.2.5	„Altpapier und Wasserverbrauch“	40
5	ZUSAMMENFASSUNG.....	46
	LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS	49
	TABELLENVERZEICHNIS	50
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	51
	ANHANG	52
	AUFGABE - ERKUNDUNG UNSERER SCHULRÄUME	52

AUFGABE - VOM WELTREKORD ZU UNSERER SCHULREISE	54
AUFGABE - DOMINO DAY IN UNSEREM KLASSENZIMMER	55
AUFGABE - ALTPAPIER UND WASSERVERBRAUCH.....	56

1 Einleitung

Im heutigen Mathematikunterricht ist das Sachrechnen immer noch ein zentraler Bestandteil und wird häufig mit Hilfe der Mathematiklehrmittel abgearbeitet. Die Inhalte sind meistens lebensfern und erlauben kaum ein sinnvolles mathematisches Modellieren durch die Lernenden. Hinzu kommt, dass auf der Mittelstufe kaum mehr handelnde Aufgaben zu finden sind. Häufig sind die Aufgaben ziemlich eng gesetzt und geben nur wenige Möglichkeiten zu differenzieren bzw. werden häufig als geschlossene Aufgaben mit einer möglichen Lösung präsentiert.

Macht man sich auf die Suche nach solchen Aufgaben im Internet oder in der wenigen Literatur zum Modellieren, findet man einige Aufgaben zur Unterstufe und Oberstufe, aber leider nur sehr wenige für die Mittelstufe.

Aufgrund der unterschiedlichen Aspekte, die obengenannt wurden, geht diese Bachelorarbeit der Frage nach, welche Materialien und Sachaufgaben die Schülerinnen und Schüler der Mittelstufe (insbesondere in der 5. Klasse) beim mathematischen Modellieren unterstützen. Damit die Fragestellung bestmöglich beantwortet werden kann, wurden die folgenden Unterfragen entwickelt:

- Wie können SuS bei Modellierungsaufgaben mit handlungsorientiertem Material unterstützt werden?
- Welche Kriterien muss eine gute Modellierungsaufgabe erfüllen?
- Welche Themen, die aus dem Leben der SuS stammen, eignen sich gut für Modellierungsaufgaben?
- Welche Teilkompetenzen werden bei der Bearbeitung einer Modellierungsaufgabe gefördert?

Das Produkt bezieht sich auf die 5. Klasse, da Textaufgaben in der Mittelstufe selten mit Materialien unterstützt werden und diese oft wenig offen im Lösungsweg und in den Resultaten sind.

Die Arbeit besteht am Ende aus einem fachlichen und einem inhaltlichen Hintergrund, auf welchem das Produkt entwickelt wurde.

Der Fachteil erläutert zuerst das mathematische Modellieren, welches auf der aktuellen Literatur zum Thema mathematisches Modellieren basiert. Es werden unterschiedliche Modellierungskreisläufe vorgestellt und am Ende entscheidet sich die

Autorin für einen Kreislauf.

Darauf folgen die Herausforderungen beim Modellieren für Lehrpersonen und Lernenden haben können und welche Funktion das handlungsorientierte Material hat. Danach werden die Kriterien präsentiert, nach welchen die erarbeiteten Aufgaben und das handlungsorientierte Material nach ihrer Qualität und Eignung begründet.

Der Produktteil besteht aus einer Kiste mit dem handlungsorientiertem Material und einem Heft, welches die Aufgabenstellungen und Kopiervorlagen enthält.

2 Mathematisches Modellieren

2.1 Was ist mathematisches Modellieren?

Beim mathematischen Modellieren geht es nicht darum, zwei Zahlen aus einer Sachaufgabe herauslesen zu können und diese mit den bekannten Rechenverfahren zusammenzubringen, sondern ein mathematisches Modell anhand einer meist offenen und realitätsnahen Aufgabe zu erstellen. Dieses Modell stellt die Realität vereinfacht dar und hilft mit, eine komplexe Aufgabe zu lösen. Das entstehende Resultat kann aufgrund des Prozesses beim mathematischen Modellieren argumentativ belegt werden. (vgl. Franke, Ruwisch, 2010, S.69)

Modellierungsaufgaben sind meist offen und authentisch gestaltet und lassen sich als Differenzierungsaufgaben in der Klasse gebrauchen. Da diese drei Merkmale in dieser Arbeit als Merkmale für die Modellierungsaufgaben gebraucht werden, verweist die Autorin an dieser Stelle auf das Kapitel 4 „Kriterien für gute Modellierungsaufgaben“, welches die drei Merkmale erklärt.

2.2 Der Modellierungskreislauf

Der Modellierungskreislauf wird nicht schrittweise durchlaufen, sondern es kann zu Rückschritten oder Überschneidungen der einzelnen Phasen kommen. Der Modellkreislauf unterscheidet sich in der aktuellen Literatur meist in den Begriffen und in ganz kleinen Abweichungen. In den folgenden Unterkapiteln werden verschiedene Modellkreisläufe vorgestellt und deren Unterschiede erläutert.

2.2.1 Modellierungskreislauf nach Blum und Leiss

Der erste Kreislauf, welcher in dieser Arbeit vorgestellt wird, ist der Modellierungskreislauf von Blum und Leiss.

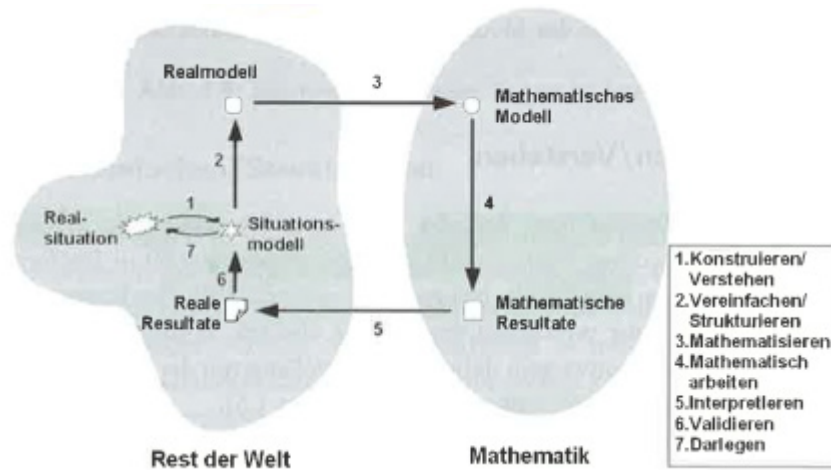


Abbildung 1: Modellierungskreislauf nach Blum und Leiss (Blum, 2006, S.6)

In diesem Modellierungskreislauf wird die Mathematik vom Rest der Welt klar ersichtlich abgegrenzt, da dies für Schüler und Schülerinnen oft eine Schwierigkeit darstellt. Die Phasen in diesem Modell sind so gewählt, dass die Schwierigkeiten der Lernenden ersichtlich werden und dadurch eine Differenzierungshilfe für die Lehrperson sein kann. Der Modellierungskreislauf ist in dieser Form nicht für die Lernenden geeignet.

Die Schritte sehen wie folgt aus:

1. Konstruieren/Verstehen

In diesem Schritt geht es darum, dass die Lernenden die wichtigen Informationen dem Text entlocken können und die Fragestellung verstehen. Anhand der gewonnen Informationen wird ein Situationsmodell gewählt.

2. Vereinfachen/Strukturieren

Anhand des Situationsmodells wird ein Realmodell hergestellt durch die Kenntnisse über den Kontext der Aufgabe.

3. Mathematisieren

Aus dem Realmodell wird nun ein mathematisches Modell. Schritt 2 und 3 sind oft nicht trennscharf und fließen ineinander.

4. Mathematisch arbeiten

Jetzt wird die Lösung des Problems gesucht und das mathematische Modell bearbeitet.

5. Interpretieren

Die Lösung des Schritts 4 wird auf das Realmodell bezogen, wodurch ein reales Resultat entsteht.

6. Validieren

Die Lösung des mathematischen Modells wird kontrolliert, damit bei allfälligen Fehlern der Modellierungskreislauf nochmals durchgegangen werden kann und die Lösung angepasst wird.

7. Darlegen

Das erarbeitete Resultat soll in der Klasse vorgestellt und mit Argumenten versehen werden.

(vgl. Hinrichs, 2008, S. 19 ff.)

2.2.2 Modellierungskreislauf nach Maass

Katja Maass' Modellierungskreislauf sieht wie folgt aus:

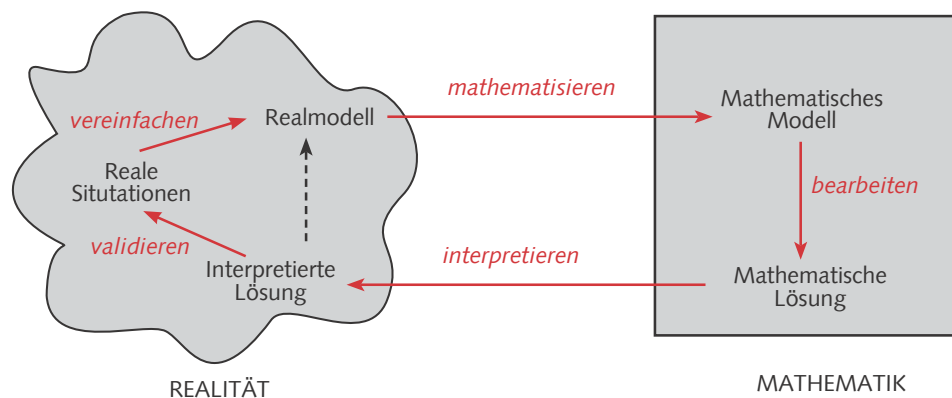


Abbildung 2: Modellierungskreislauf nach Maass (Maass, 2011, S.4)

Dieser Modellierungskreislauf ist dem von Blum und Leiss sehr ähnlich. Auch Maass zeigt eine klare Abgrenzung zwischen Mathematik und Realität auf, wählt jedoch andere Begriffe für die beiden Bereiche. Dadurch wird nicht nur die Schwierigkeit aufgezeigt, die Realität in die Mathematik zu verpacken, sondern auch, wann man sich in der Mathematik und wann in der Realität befindet. (vgl. K. Maass, 2011, S.3f.)

Die Phasen unterscheiden sich nur minim von den Phasen im Kreislauf von Blum und Leiss. In ihrem Modellierungskreislauf lässt sie den Zwischenschritt von der Realsituation zu einem Situationsmodell weg und verpackt das Verstehen in die Phase des Vereinfachens hinein. Danach sind die Schritte mit dem Modell von Blum und Leiss gleich bis auf den Schritt bearbeiten, welcher anders benannt wird bei Blum und Leiss und der letzte Schritt „Darlegen“ wird weggelassen. Dieser Schritt wird fällt weg, weil es sich dabei eher um eine didaktische Angelegenheit handelt.

2.2.3 Modellierungskreislauf von Schupp

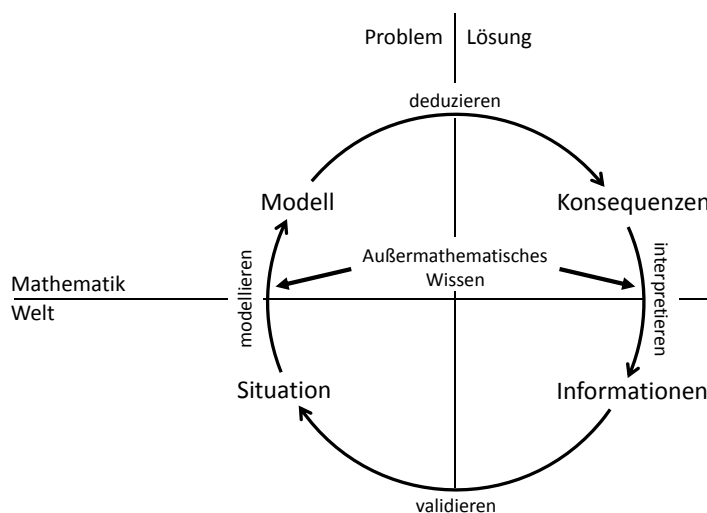


Abbildung 3: Modellierungskreislauf nach Schupp (Schupp, 1988, S.11)

In diesem Modellierungskreislauf wird die Realsituation, von der die Kinder ausgehen nicht klar ersichtlich dargestellt, aber ist dennoch im Feld Situation vorhanden. Die Hauptphasen Modellieren, Deduzieren (Bearbeiten), Interpretieren und Validieren sind vorhanden und unterscheiden sich kaum von den oben genannten Kreisläufen, sind jedoch durch die Begriffe schwieriger zu verstehen.

Der Kreislauf beginnt bei der Situation, welche die Ausgangslage und das Sachproblem bildet. Danach wird ein Modell erstellt, welches dann bearbeitet wird. Aus der Bearbeitung des Modells entstehen die Konsequenzen, sprich das Resultat. Dieses gibt dann Informationen über die Realität, welche interpretiert werden müssen. Durch die Validierung der Lösung kehrt man zurück zur Situation.

Er zeigt die beiden Spannungsfelder Mathematik / Welt und Problem / Lösung klar ersichtlich auf. Die Problematik zwischen der Realität und der Mathematik schildern

auch Maass und Blum/Leiss in ihrem Prozess, sie heben sie jedoch nicht so gezielt hervor wie in dieser Abbildung.

2.2.4 Kreislauf nach Schupp, abgewandelt von Rahel Bürki

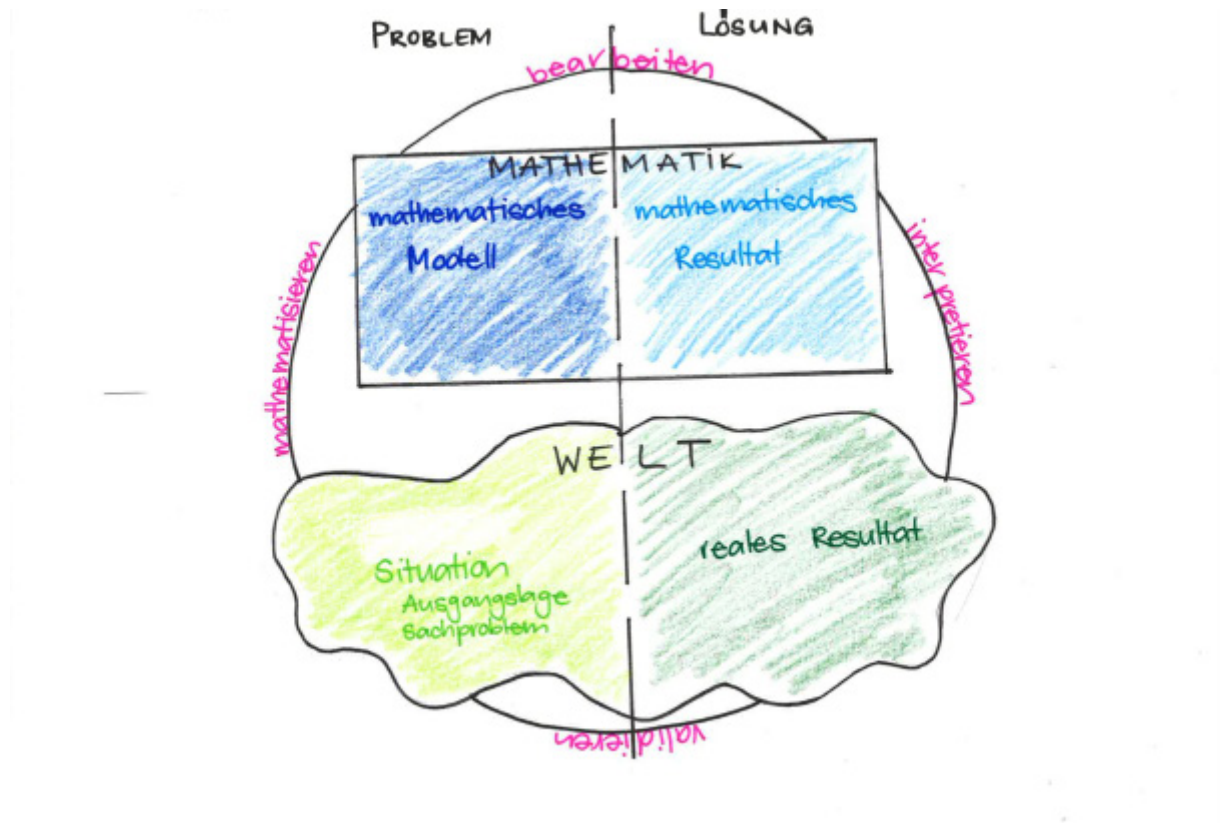


Abbildung 4: Modellierungskreislauf von Schupp, abgewandelt durch Rahel Bürki (vgl. Schupp, 1988, S.11)

Im Verlauf der weiteren Arbeit wird mit diesem Modellierungskreislauf gearbeitet. Der Kreislauf ist eine Zusammenstellung aus den Kreisläufen von Maass, Schupp und Blum und Leiss. Der Kreislauf von Schupp zeigt auf, dass der Modellierungskreislauf nicht zwingend Schritt für Schritt abläuft und ab und an auch ein Schritt zurückgegangen werden muss. Weiter ist sein Kreislauf vereinfacht dargestellt und übersichtlicher.

Die beiden Spannungsfelder Welt / Mathematik und Problem / Lösung sind von Schupp übernommen, jedoch werden die Welt und Mathematik ähnlich abgegrenzt wie bei Maass oder Blum und Leiss. Die Schwierigkeit zwischen Welt und Mathematik wird zusätzlich durch die beiden Farben klar aufgezeigt. Das Spannungsfeld Problem / Lösung ist etwas dezenter angezeigt, dies kommt daher, da die beiden Felder oft ineinander hineinfließen.

Die Begriffe in den farbigen Feldern sind nach den Schritten von Blum und Leiss benannt, weil sie verständlicher sind, als diejenigen im Kreislauf von Schupp. Einzig der Begriff „Situation“ stammt aus dem Kreislauf von Schupp, da dieser klar aufzeigt, dass das mathematische Modellieren bei einer Situation beginnt, welches ein Problem darstellt und wieder bei der Situation endet, die nun gelöst ist.

2.3 Schwierigkeiten beim Modellieren

PISA-Studien haben gezeigt, dass Lernende auf der ganzen Welt Mühe haben mit dem mathematischen Modellieren (vgl. Blum, 2007, S. 3). Zusätzlich zu den bekannten Hürden des Sachrechnens, dass nicht nur die mathematischen Kompetenzen, sondern auch Leseverständniskompetenzen eine wichtige Rolle spielen, kommen weitere Schwierigkeiten und mögliche Fehlerquellen hinzu. (vgl. Franke, Ruwisch, 2013, S.79)

Doch haben wirklich nur die Schüler und Schülerinnen Mühe mit dem Modellieren? Nein, auch Lehrpersonen haben ihre Schwierigkeiten mit dem mathematischen Modellieren. Die folgenden beiden Unterkapitel geben Aufschluss über die Schwierigkeiten, mit denen die Lernenden, aber auch die Lehrpersonen zu kämpfen haben.

2.3.1 Herausforderungen für die Lernenden

2.3.1.1 Kognitive Ansprüche

Die Lernenden müssen hohen kognitiven Ansprüchen gerecht werden beim Modellierungsprozess. Sie müssen den mathematischen Modellierungskreislauf beachten und es können in jedem Schritt unterschiedliche Herausforderungen auftauchen. Das mathematische Modellieren beinhaltet mehr Schritte, als das Durcharbeiten von eingekleideten Textaufgaben. Weiter müssen die Schüler und Schülerinnen problemlösende Strategien zeigen, argumentativ ihre Schritte begründen können und sollten auf ihr Vorwissen bezüglich der Realsituation oder der Mathematik zurückgreifen können beim Lösen der Modellierungsaufgabe. (vgl. Blum, 2007, S. 3 ff.)

Doch meist ist genau das die Schwierigkeit, denn auch heute noch, wird viel zu wenig mit Modellierungsaufgaben gearbeitet, wodurch sich die Fähigkeiten und Sicherheit der Schüler und Schülerinnen steigern könnten.

2.3.1.2 Schwierigkeiten aufgrund des „herkömmlichen“ Unterrichts mit Textaufgaben

Die Kinder gehen mit bestimmten Erwartungen an die jeweiligen Mathematikaufgaben, die in einem Text präsentiert werden. Diese Erwartungen stammen aus ihren Erfahrungen im Mathematikunterricht. Aus solch vermittelten Unterrichtskulturen konnte das Phänomen der Kapitänsaufgaben entstehen. Kapitänsaufgaben sind Aufgaben, bei denen viele unterschiedliche Angaben gemacht werden, doch die Frage am Ende des Textes kann sich nicht durch die Verknüpfung der Zahlen beantworten lassen. Die Kinder rechnen meist wild drauf los, weil man die Zahlen immer irgendwie zusammenrechnen, es eine Lösung geben muss und diese auch im Zweifelsfall nicht der Realität entsprechen kann. (vgl. Franke, Ruwisch, 2013, S.90 ff.)

2.3.2 Schwierigkeiten für die Lehrpersonen

Viele Lehrpersonen arbeiten kaum mit dem mathematischen Modellierungsprozess, da zum einen in den Lehrmitteln nur wenig Material vorhanden ist und zum anderen auch vieles von ihnen verlangt wird. Die Lehrpersonen müssen selber über gute mathematische Fähigkeiten verfügen, sind Lernbegleiter, die immer wieder vor unvorhergesehenen Situationen im Unterricht stehen, auf die sie sofort reagieren müssen. Der Unterricht wird weniger planbar, da jedes Kind andere Ansätze verfolgt und auf seinem Niveau arbeitet und dadurch andere Unterstützungsmöglichkeiten benötigt. Auch müssen die Lehrpersonen selber ein breites Vorwissen zu der jeweiligen Aufgabe besitzen. Was die Materialien betrifft gibt es heute viele zusätzliche Bücher, die Aufgaben zum mathematischen Modellieren liefern, leider begegnet man ihnen aber selten in den Jahrgangsbüchern zur Mathematik, wie dem Logisch oder dem Schweizer Zahlenbuch. (vgl. Blum, 2007, S. 3)

Weiter kommt hinzu, dass mathematisches Modellieren viel Zeit in Anspruch nimmt und dadurch der sonst schon straffe Jahresplan um ein zusätzliches Zeitpensum erweitert wird. Dies gilt vor allem, wenn man die Kinder selbstständig arbeiten lassen möchte. (vgl. Hinrichs, 2008, S.75)

Es ist bestimmt auch mit einem mehr Aufwand für die Lehrperson zu rechnen durch die Auseinandersetzung vor der Unterrichtsreihe mit dem Themengebiet und auch nachher, wenn sie die Lösungen der Schüler und Schülerinnen begutachtet, da jedes Resultat individuell durchgesehen werden muss.

2.4 Die Funktionen der handlungsorientierten Materialien beim Modellieren

Handlungsorientierte Materialien haben in erster Linie zum Ziel den Schülern und Schülerinnen eine Hilfe beim Lösen der Modellierungsaufgabe zu sein. Sie geben Aufschluss über wichtige Angaben, die man im mathematischen Modell benötigt und helfen mit, den Schritt zwischen Realsituation und mathematischem Modell, zu meistern.

3 Kriterien für gute Modellierungsaufgaben

Gute, handlungsorientierte Materialien ergeben sich aus einer guten mathematischen Modellierungsaufgabe. Eine solche Aufgabe lebt von ihrer Authentizität / Lebensnähe, Differenzierung und Offenheit. Diese drei Punkte werden im Folgenden ausführlicher betrachtet und beschrieben, da sie sowohl von Maass (2011), Büchter / Leuders (2014) und auch Hinrichs (2008) propagiert werden.

3.1 Authentizität / Lebensnähe

Modellierungsaufgaben leben durch ihren Realitätsbezug. Dieser sollte aus dem Leben der Schüler und Schülerinnen stammen und sollte mathematisch gelöst werden können. (vgl. Hinrichs, 2008, S.77)

Durch den Realitätsbezug aus der Welt der Kinder wird ihr Interesse angesprochen, sie widmen sich motivierter dem Thema und wollen etwas Neues entdecken. Dies kann erreicht werden durch aktuelle Themen, Weltrekorde etc. (vgl. Büchter, Leuders, 2014, S. 120 ff.)

3.2 Offenheit

Die meisten Aufgaben, die man heutzutage in den Lehrmitteln findet, sind geschlossen und eingekleidet, so dass der Lösungsweg bereits zu Beginn klar zu erkennen ist. Jedoch sind die mathematischen Aufgaben in der Realität meist offen und kein klar ersichtlicher Weg zum Bewältigen des Problems zu erkennen. Die Lernenden brauchen metakognitive Strategien bei offenen Aufgaben und ein produktiver Umgang wird verlangt. Beim Produktiven Üben handelt es sich um Aufgaben, welche komplex sind, zur Diskussion der Resultate anregen, den Lernende selbständiges

Lernen ermöglichen und sie ermuntern unterschiedliche Zugangsweisen zu wählen. (vgl. Hinrichs, 2008, S. 78 f.)

Die Offenheit einer Aufgabe kann unterschiedlich angelegt sein, wie die folgende Grafik zeigt.

	Start Situation, In- formation	Weg Methode, Ver- fahren	Ziel Ergebnis, Lö- sung	Aufgabentyp
Authentische Aufgaben	X	X	X	Beispielaufgabe
	X	X	-	Geschlossene Aufgabe
	X	-	X	Begründungsaufgabe
	X	-	-	Problemaufgabe
	-	-	-	Offene Situation
	-	X	X	Umkehraufgabe
	-		X	Problemumkehr
	-	X	-	Anwendungssuche
				Offene Aufgaben

Tabelle 1: Offene Aufgabentypen nach Büchter und Leuders (Büchter, Leuders2014, S.93)

Das Kreuz bedeutet, dass die jeweiligen Bereiche komplett oder auch teilweise gegeben sind.

Die Aufgaben, welche im grün-markierten Bereich stehen, wären Aufgaben, die in dieser Arbeit erstellt werden sollten. Vor allem die Problemaufgabe und offene Situation werden ins Auge gefasst, da man den Lernenden so wenig Vorgaben wie möglich macht und sie über ihr Verfahren und ihre Methode selber auswählen können. Mit authentischen Aufgaben ist hier gemeint, dass der Lösungsweg am Anfang nicht ersichtlich ist. (vgl. Büchter, Leuders, 2014, S. 92f.)

„Man kann jedoch auch Aufgaben so stellen, dass diese in sich Differenzierungspotenzial bergen.“ (Hinrichs, 2008, S. 80) Büchter und Leuders sprechen in ihrem Buch

von selbstdifferenzierenden Aufgaben. An diesen Aufgaben können alle Lernenden arbeiten und ihr Können beweisen.

3.3 Differenzierungsmöglichkeiten

In der Schule sind nicht alle Schüler und Schülerinnen gleich stark, dennoch sollte es das Ziel sein, dass alle an einer gleichen Aufgabe entsprechend ihrer Kompetenzen arbeiten können. Dies kann zum einen über unterschiedliche Materialien (enaktiv, ikonisch oder symbolisch) geschehen oder über gestufte Anforderungsniveaus. (vgl. Hinrichs, 2008, S. 80 und Büchter, Leuders, 2014, S.104)

Mit der folgenden Abbildung von Büchter und Leuders, 2014, S. 106 kann ungefähr geklärt werden, wo die jeweilige Aufgabe bezüglich des Niveaus angesiedelt werden.

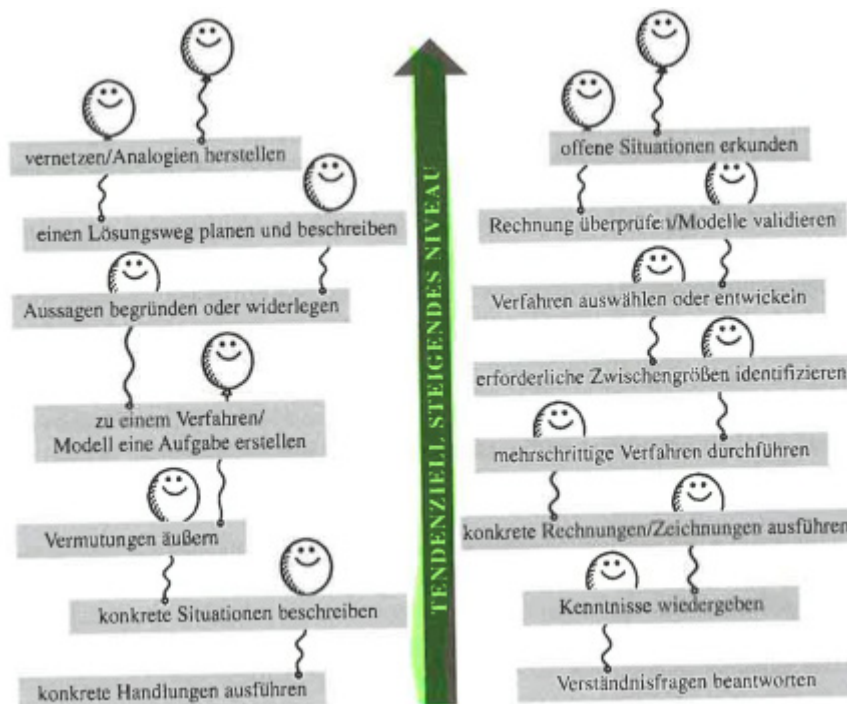


Abbildung 5: Einteilung Anforderungsniveaus der Aufgaben nach Büchter, Leuders (Büchter, Leuders, 2014, S. 106)

4 Das Produkt in Verbindung mit dem Fachteil

Es wurden zu den vier Themenbereichen „Erkundung unserer Schulräume“, „Vom Weltrekord zu unserer Schulreise“, „Domino Day in unserem Schulzimmer“ und „Altpapier und Wasserverbrauch“ eigene Sachaufgaben erstellt. Zu den Aufgaben wurden Lösungen und Unterstützungshinweise für die Lehrperson formuliert und in einem zusätzlichen Heft abgelegt. Weiter findet man die Kopiervorlagen zu den einzelnen Aufgaben darin. Die Aufgaben sind in dieser Arbeit im Anhang zu finden.

4.1 Die Materialbox



Abbildung 6: Materialbox (eigene Abbildung)

Die Materialbox enthält alle Materialien, welche für das Lösen der Aufgaben benötigt werden. Grundsätzlich sollte die Kiste in einem Teil des Schulzimmers aufbewahrt werden, zu dem die Schüler und Schülerinnen keinen direkten Zugriff haben. Das Material sollte dann zu tragen kommen, wenn die Schüler und Schülerinnen auf ihrem Weg zur Lösung danach fragen und es auch gebrauchen. Die

Materialbox ist eine Lernhilfe für SuS, die aus eigenen Ressourcen keinen Lösungsweg finden. Sie dient der Anregung und Unterstützung.

Natürlich kann die Materialbox auch offensichtlich im Klassenzimmer deponiert werden, dies sollte aber so geschehen, dass die Lehrperson nicht gross darauf hinweist, dass man das Material für die Aufgaben benutzen kann. Auch können sich dann in der Box Materialien befinden, die überhaupt nicht relevant sind für die vorhandenen Aufgaben.

4.2 Die Aufgaben

4.2.1 Allgemeine Differenzierungshilfe

Da der Modellierungsprozess viele Schritte beinhaltet und sich die Kinder zusätzlich zu diesen Schritten weitere Gedanken zu den Aufgaben machen müssen, enthält die Materialbox einen kleinen Fragenunterstützer in Form von einem kleinen Heft. Die Fragen wurden in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S. 161 formuliert:

- Welche Fragen habe ich an die Aufgabe?
- Was weiss ich bereits aus der Aufgabe?
- Was ist mir noch unbekannt und muss ich herausfinden, um die Aufgabe zu lösen?
- Welche Dinge benötige ich dazu?
- Wie komme ich zur Lösung? Wie muss ich Vorgehen?
- Stimmt mein Resultat wirklich?

Diese Fragen können die Lernenden im Anfangsunterricht bei Sachaufgaben jeglicher Art unterstützen und vor allem auch bei schwächeren Schüler und Schülerinnen noch weit über die Anfänge hinaus von Nutzen sein.

4.2.2 „Erkundung unserer Schulräume“

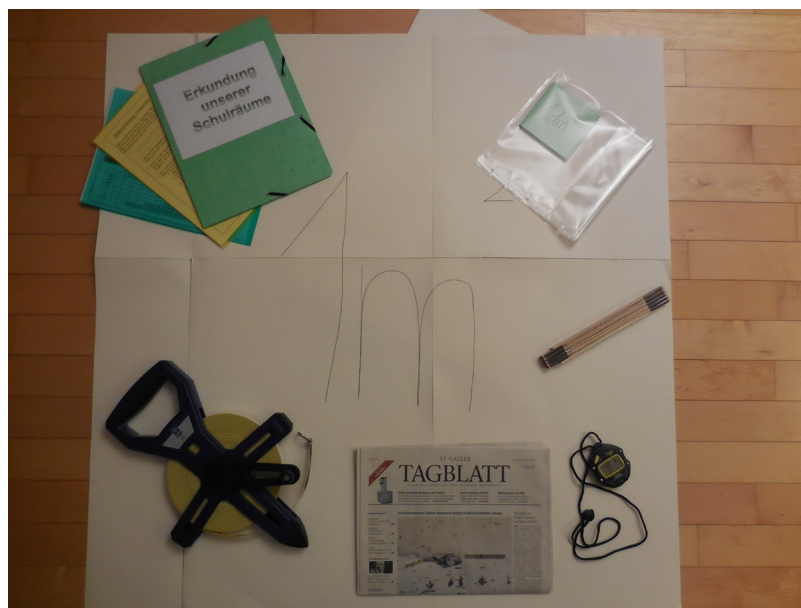


Abbildung 7: Material "Erkundung unserer Schulräume" (eigene Abbildung)

4.2.2.1 Authentizität / Lebensnähe

Die Schüler und Schülerinnen verbringen einen Grossteil ihres Lebens in der Schule, in ihrem Dorf, der Gemeinde und in der Schweiz. In den Aufgaben zum Thema „Erkundung unserer Schulräume“ stehen die Lernenden selber im Zentrum und nehmen ihren eigenen Raumanteil unter die Lupe. Durch das direkte Ansprechen der Kinder und der Nutzung ihres Lebensraums in den Modellierungsaufgaben erhalten die Aufgaben einen hohen Realitätsbezug und das Interesse der Lernenden wird geweckt. Tiere gehören in den Alltag der Kinder und es gibt kaum ein Kind, welches Tiere nicht mag. Das Thema „Tierhaltung“ entspringt selber nicht aus der Lebensnähe der Kinder, dennoch ist es immer wieder ein aktuelles Thema bei Erwachsenen, dass zu vielen Diskussionen führt und die Kinder am Rande mitbekommen.

4.2.2.2 Offenheit

In der Tabelle wird ersichtlich wie die Aufgaben bezüglich ihrer Offenheit eingeteilt werden. Die jeweiligen Farben zeigen an, welcher Aufgabentyp von Büchter und Leuders der Aufgabe zugeordnet werden kann. Die Legende gilt für alle weiteren Aufgaben in anderen Themenbereichen.

Geschlossene Aufgabe	Problemumkehraufgabe
Problemaufgabe	Offene Situation
Begründungsaufgabe	Anwendungssuche

Abbildung 8: Legende Aufgabenzuordnung (eigene Abbildung)

Aufgabe	Situation	Methode, Verfahren	Ergebnis
1. Aufgabe	-	-	eine Fläche aus Zeitungspapier in der Grösse 2,5 m ²
2. Aufgabe	Gegenstand ist die Fläche des Klassenzimmers	-	-
3. Aufgabe	Die Fläche des Klassenzimmers wurde	-	-

	bereits in der 2. Aufgabe errechnet		
3a. Aufgabe	Flächen miteinander vergleichen, wer mehr oder weniger Platz hat	-	-
3b. Aufgabe	Situation ist geklärt durch 2 neue Schüler und Schülerinnen	Anwenden der vorangegangenen Methode	-
3c. Aufgabe	Situation ist klar durch das Wegziehen 7 Schüler und Schülerinnen	Anwenden der vorangegangenen Methode	-
3d. Aufgabe	-	-	-
3e. Aufgabe	Hennenhaltung wird in einer extra Informationsbox angeboten; SuS wissen, welches Ergebnis angestrebt werden muss	-	-
4. Aufgabe	Gegenstand ist die Turnhallenfläche; Platz pro Person in der Klasse; Zeitungspapier	-	-
5. Aufgabe	-	-	-
6. Aufgabe	Fläche des Teers und der Wiese auf dem Pausenplatz finden	-	-
7. Aufgabe	Flächen miteinander vergleichen, wer mehr oder weniger Platz hat	-	-
8. Aufgabe	Fläche eines Biohuhnes ist in einer vorangehenden Aufgabe notiert	-	-
9a./9b. Aufgabe	Informationen sind teilweise vorhanden, aber nicht komplett	Methode ist von vorangehenden Aufgaben klar	-

9c. Aufgabe	-	-	-
9d. Aufgabe	Wichtige Daten zum Starten sind in der Aufgabe teilweise gegeben	Methode ist von vorangehenden Aufgaben klar	-
10. Aufgabe	Startinformationen für die Aufgabe sind gegeben	Grafik erstellen	-

Tabelle 2: Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Erkundung unserer Schulräume" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Wie man aus der Tabelle 2 entnehmen kann, bietet das Thema „Erkundung unserer Schulräume“ die Aufgabentypen Problemaufgaben, offene Aufgaben, geschlossene Aufgaben und auch die Problemumkehraufgabe.

Die Aufgabe 1 ist eine Problemumkehraufgabe. Das Ergebnis der Aufgabe ist den Lernenden teilweise gegeben. Sie müssen aus Zeitungen eine Fläche in der Grösse von $2,5 \text{ m}^2$ herstellen, doch die Form der Fläche ist offen, damit also auch die Länge und die Breite. Und da die Länge und die Breite von der Fläche nicht gegeben sind, fehlen den Kindern auch die Informationen zur Lösung.

Mit der Aufgabe 2 haben wir eine Problemaufgabe. Sie sagt den Lernenden, dass sie das Klassenzimmer genauer betrachten und die Fläche herausfinden müssen. Doch wie sie das anstellen, welches Verfahren sie dafür verwenden und welches das schlussendliche Ergebnis ist, bleibt offen. Beim Verfahren stellt sich die Frage, ob die Fläche der Möbel addiert wird oder ob man diese Fläche besser wegzieht. Das gleiche gilt für die Aufgabe 3 und 3a. Diese Aufgabe gibt zwar eine Methode an, dass man den Vergleich mit Zeitungspapieren machen soll, doch wie die Kinder wirklich verfahren gibt sie nicht vor. Legen sie die Flächen neben einander, achten sie darauf, dass sie eine gleiche Breite haben oder schneiden sie vielleicht von der grösseren Form den Rand ab um zu zeigen, dass die eine Fläche grösser ist? Ähnlich steht es mit der Aufgabe 3e. Bei ihr werden die Haltungsprinzipien der Hennen angegeben und die Lernenden müssen dann je ein Zeitungspapier anfertigen, wobei diese eingepackte Aufgabe eher einer Problemumkehraufgabe ähnelt. Am Ende geht es dann aber um den Vergleich der Flächen, wodurch die Schüler und Schülerinnen die gleichen Fragen beantworten müssen wie in der Aufgabe 3a.

Die Aufgabe 4 gibt im Informationstext vor, dass sie sich nun der Turnhalle zu wen-

den sollen. Danach erhalten die Lernenden zwei Aufgaben. Mit der Aufgabe a müssen sie die Turnhallenfläche berechnen, die ähnlich wie in Aufgabe 2 gelöst werden kann, nur gibt es hier keine grossen Möbel oder Ablageflächen, die das Resultat gross beeinflussen könnten. Der Vergleich mit dem Zeitungspapier wird hier mit der Aufgabe 3a gleich gesetzt und nicht mehr weiter erläutert.

Die Aufgabe 6 gibt die Situation klar zu verstehen, so dass die Lernenden die Fläche des Teers und der Wiese herausfinden müssen. Wie sie dabei vorgehen, ist ihnen überlassen. Ob sie nun die Fläche in lauter Quadrate oder in Rechtecke einteilen und welche Grösse diese haben, müssen die Kinder selber entscheiden.

Aufgabe 7 gibt den Lernenden klar vor, dass sie die Platzverhältnisse ihrer Schule, sprich des Pausenplatzes mit der Hennenhaltung, vergleichen müssen. Dazu können sie über die Methode und das Verfahren selber wählen und auch darüber, ob sie die gesamte Aussenfläche wählen oder doch nur die Wiese, da die Hennen auch auf der Wiese leben.

Die Aufgabe 8 lässt das Ergebnis und das Verfahren bzw. die Methode offen. Einige Kinder werden über ausprobieren auf die richtig Lösung stossen, andere erarbeiten sich den Lösungsweg über Rechnungen. Die Ergebnisse können dadurch variieren, welche Flächen als Wiesen betrachtet werden und ob ein Baum oder ein Gebüsch auch zu dieser Fläche zählt.

Zu den offenen Aufgaben gehören die 3d., 5. und 9c. Aufgabe. Warum sind sie offen? Die Aufgabe 3d besagt zwar, dass jedes Kind $2,5 \text{ m}^2$ Platz zur Verfügung haben muss, doch es gibt keine weiteren Bedingungen, welche die Aufgabe erfüllen muss. Die Kinder können über diese selber entscheiden, so kann es zum Beispiel sein, dass zusätzliche Stühle und Tische mit in die Aufgabenbedingungen integriert werden und dies wiederum beeinflusst das Ergebnis. Die Ergebnisse können dadurch stark variieren. Einige Schüler und Schülerinnen werden direkt berechnen, andere werden vielleicht per Zufall durch etwas ausprobieren auf die Lösung kommen. Dies hängt stark von den Ressourcen und Handlungskompetenzen der Schüler und Schülerinnen ab.

Die Aufgabe 5 behandelt das Thema des Pausenplatzes. Weder irgendwelche Längen, Breiten noch Formen zum Pausenplatz sind gegeben. Da dieser meist nicht einem Rechteck oder einem Quadrat gleicht, sondern eine verwinkelte Fläche sein wird, entscheiden die Lernenden selber darüber wie sie diese Fläche in kleinere Flä-

chen einteilen.

Mit der Aufgabe 9 haben wir eine klar offene Aufgabe. Die Kinder werden zwar ziemlich schnell herausfinden, wie gross die Schweiz ist und wie viele Einwohner und Einwohnerinnen sie hat, doch ist noch lange nicht klar wie man sie am gerechtesten aufteilt. Je nach Gedankengängen der Kinder können dadurch ganz unterschiedliche Methoden, Verfahren und Ergebnisse entstehen.

Eigentlich sollten keine geschlossenen Aufgaben vorkommen, doch bei den hier vorkommenden erhalten die Lernenden keinen Tipp mit welcher Methode oder mit welchem Verfahren sie arbeiten müssen. Dies können sie selber entscheiden. Doch durch die vorangehenden Aufgaben, wie zum Beispiel bei 3b. und 3c., haben sie eine ähnliche Rechnung bereits in der Aufgabe 3 durchgerechnet und ausprobiert.

Im Fall 3b. und 3c. handelt es sich weiter um Variationsaufgaben, die den Sinn hat zu zeigen, wie sich die Fläche verändert, wenn mehr oder weniger Schüler und Schülerinnen im Schulzimmer sind. Man könnte die Aufgaben auch so verpacken, in dem man die Lernenden fragt, wie sich die Fläche verändert wenn mehr Personen ins Klassenzimmer hinzukommen oder umgekehrt. Dies würde 5. Klässler eher überfordern, da man mit Brüchen operieren müsste und die direkte Proportionalität nur bei Vierteln auffällt.

Bei den Aufgaben 9a.; 9b. und 9d handelt es sich ebenfalls um geschlossene Aufgaben, da das gleiche Verfahren aus vorangehenden Aufgaben, wiederholt wird. Es ist einfach interessant zu sehen, wie sich die Flächengrössen innerhalb eines Landes verändern kann oder wie viele Leute wir aufnehmen müssten, um die gleiche Bevölkerungsdichte wie in Java zu erreichen.

4.2.2.3 Differenzierungsmöglichkeiten

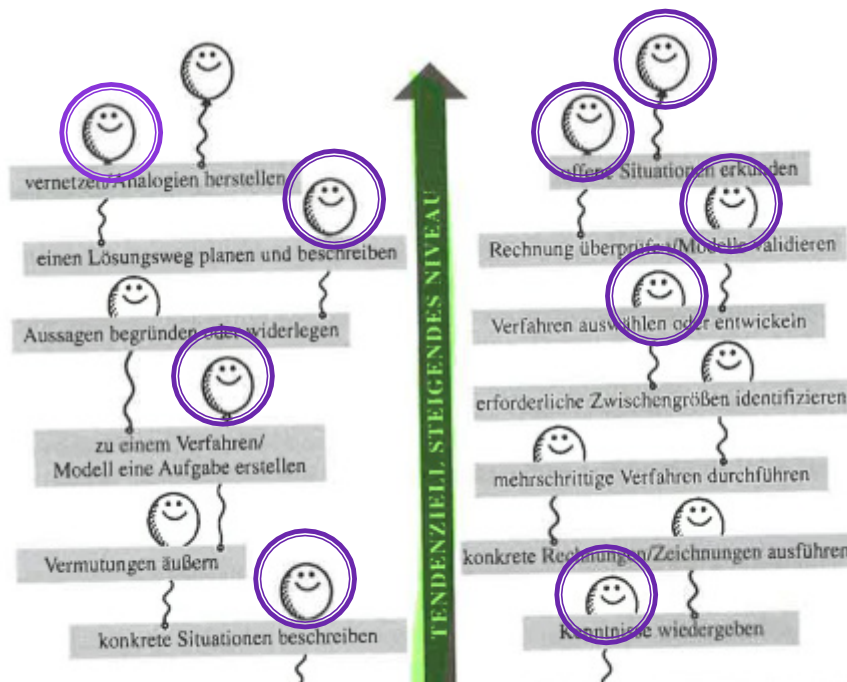


Abbildung 9: Anforderungsniveaus der Aufgaben "Erkundung unserer Schulräume" nach Büchter, Leuders, 2014, S.106, bearbeitet von Rahel Bürki

Wie man aus der Abbildung entnehmen kann, sind die Aufgaben zum Thema „Erkundung unserer Schulräume“ eher im höheren Bereich der Anforderungen angesiedelt und nur 2 Ballone befinden sich im unteren Bereich.

„Einen Lösungsweg planen und beschreiben“ ist eine wichtige Fertigkeit beim Modellieren. Diese Fertigkeit zeigt sich in jeder Aufgabe, ob sie nun geschlossen oder offen ist. Bei der geschlossenen müssen die Kinder weniger planen, aber dennoch genau wissen, wie sie vorgehen haben und die Beschreibung wird dem entsprechend kürzer sein. Umso mehr ist bei den offenen Aufgaben zu tun. Jede Überlegung, die sich die Schüler und Schülerinnen zum Beispiel in der Aufgabe 9c machen, müssen sie in ihrem Plan berücksichtigen und auch beschreiben können.

Das Ballonkärtchen „Aussagen begründen und widerlegen“ gehört in die Aufgaben 3a. und 7. Aufgabe. Da sie ihre Antwort und somit auch ihre Aussagen, die sie machen begründen müssen. Je nach dem gilt dies auch für die Vergleiche mit den Zeitungen in den Aufgaben 4b und 8, denn durch den Vergleich der Flächen mit den Zeitungspapieren, begründen die Lernenden ihre Antwort mit einer Zeitungsfläche. Die Antwort ist in dem Sinne auch eine Aussage, die sie selber getroffen haben.

Mit dem Ballonkärtchen „Vermutungen äussern“ wird prinzipiell der Schritt Validieren im Modellierungsprozess angesprochen und wird daher in jeder Aufgabe berücksichtigt, sogar in den geschlossenen Aufgaben. Den in der Mathematik und vor allem in mathematischen Sachaufgaben sollten die Kinder ihre Resultate immer kurz überschlagen. „Vermutungen äussern“ kommt speziell in der Aufgabe 2 und in den Aufgaben unter 9. vor.

Einen ähnlichen Ansatz hat das Ballonkärtchen „Rechnung überprüfen/Modelle validieren“, denn durch die Modellierungsaufgaben, wie schon oben erwähnt, muss dieser Schritt immer wieder vollzogen werden. Dies gilt oft auch für Textaufgaben.

„Konkrete Handlungen ausführen“ kommen in den Aufgaben 1, 2, 3, 3a, 3e, 4a, 4b, 5, 6 und 8 vor. Dabei müssen die Lernenden häufiger einen Raum vermessen oder ein Zeitungspapier herstellen.

„Konkrete Rechnungen/Zeichnungen ausführen“ kommen in den Aufgaben auch vor. So müssen die Lernenden in der Aufgabe 10 ein Diagramm erstellen aus den gesammelten Daten aus der Aufgabe 9. In der Pausenplatzaufgabe hilft den Kindern eine Karte, in welcher sie ihre Flächeneinteilungen einzeichnen können.

Der Ballon „Verfahren auswählen oder entwickeln“ wird in ziemlich jeder Aufgabe benötigt, in welcher das Verfahren nicht bereits vorgegeben wurde. Darunter fallen die offenen Aufgaben, Problemaufgaben, Begründungsaufgaben und Problemumkehraufgaben. In den geschlossenen Aufgaben ist das Verfahren meist offensichtlich und sogar angegeben.

„Erforderliche Zwischengrössen identifizieren“ wird in jeder Aufgabe, ausser der Aufgabe 10, benötigt. Denn bei den Flächenberechnungen müssen die Lernenden zuerst die Länge und Breite der Räume finden und diese Ergebnisse müssen dann wieder identifiziert werden in den einzelnen Aufgaben.

„Offene Situationen erkunden“ ist durch das Kapitel 5.3.2.2 Offenheit beschrieben worden.

Da die Anforderungen für die Aufgaben eher hoch sind, benötigen vor allem die schwächeren Schüler und Schülerinnen eine angemessene Differenzierung bzw. Unterstützung. Aus diesem Grund sind viele Aufgaben aufeinander aufbauend, so dass es für die Schwächeren einfacher sein sollte, wenn sie Schritt für Schritt durch die Aufgaben gehen. Um die vereinzelt Aufgaben besser durchlaufen zu können,

ist in der Kiste ein Fragebooklet vorhanden, dass die wichtigsten Schritte beinhaltet durch Fragen.

Bei den starken Lernenden ist es möglich einige Aufgaben wegzulassen, damit eine Aufgabe mehr Denkschritte erhält. So können die 2. Aufgabe, die 3b., 3c. und die 5. Aufgabe gut weggelassen werden für diese Lernenden.

Zur Unterstützung für alle gibt es eine Tabelle, um alle gefundenen Resultate zu notieren, damit sie sich nicht in ihren Notizen und Blättern verlieren, wenn sie ein bereits ausgerechnetes Resultat benötigen.

Weiter können Fehler beim Umrechnen der Flächenmasse durch die Umrechnungstabelle verhindert werden, Dies mit der Idee, dass diese schnell eingeschlichenen Fehler erst gar nicht entstehen.

Damit die Schwächeren die Proportionalität aus der Aufgabe 3d entdecken können, gibt es für sie extra eine Tabelle, die das Aufrechnen und somit das Ausprobieren strukturierter wirkt.

Da das eigene Zeichnen von Koordinatensystemen und die Einteilung der Zahlenwerte für die Kinder in der 5. Klasse eher schwierig ist, werden ihnen diese zur Verfügung gestellt. Für die unterschiedlichen Niveaus können unterschiedliche Varianten vorkommen. So zum Beispiel erhalten die Schwächeren ein Beispiel, während die starken Kinder nur das Raster mit den Werten erhalten.

Unter den Aufgaben befinden sich auch selbstdifferenzierende Aufgaben. Es beginnt bereits mit der ersten Aufgabe, da bei dieser die Lernenden selber entscheiden, welche Form das Zeitungspapier hat und auch wie die Länge und Breite gewählt wird. Dies gilt für alle Aufgaben, die mit Zeitungspapierflächen zu tun haben.

Mit der Aufgabe 3 ist es ähnlich. Die Lernenden entscheiden selber über die Bedingungen, die sie in die Aufgaben hineinnehmen. Darunter fällt zum Beispiel die Annahme, ob Möbel auch berücksichtigt werden oder nicht.

Auch die Aufgaben 5 und 6 fallen darunter, da die Schüler und Schülerinnen selber über die Einteilung des Pausenplatzes entscheiden können und so ihren Fähigkeiten entsprechend handeln können.

Mit der Aufgabe 8 haben wir eine Aufgabe die ein Ausprobieren und auch ein strukturiertes Vorgehen ermöglichen.

4.2.2.4 Das handlungsorientiertes Material

Aus den Aufgaben selber wird ersichtlich, dass das folgende Material benötigt wird:

- Einen Klappmeter oder ein Massband
- Zeitungspapier
- Allenfalls ein Lineal
- Kleber
- Scheren

Dieses Material erlaubt den Kindern handlungsorientiert zu arbeiten und sie müssen die Werte nicht schätzen.

4.2.2.5 Fazit

Das Kriterium der Authentizität und Lebensnähe wird damit vollumfänglich erreicht. Die Kinder werden direkt angesprochen und sie erkunden einen Lebensraum, den sie fast tagtäglich sehen.

Die Offenheit der Aufgaben ist sehr durchzogen, dennoch erlauben sie einen handlungsorientierten Umgang und vereinzelt sind offene Aufgaben anzutreffen.

Die Anforderungen sind zwar eher hoch, aber alle Kinder können an den Aufgaben in irgendeiner Form arbeiten. Sei es durch Ausprobieren oder durch ein strategisches Vorgehen. Zum Teil werden die Schwächeren durch Beispiele unterstützt.

Demzufolge kann der Themenbereich „Erkundung unserer Schulräume“ als gut eingestuft werden und ist definitiv handlungsorientiert.

4.2.3 „Vom Weltrekord zu unserer Schulreise“



Abbildung 10: Material "Vom Weltrekord zu unserer Schulreise" (eigene Abbildung)

4.2.3.1 Authentizität / Lebensnähe

Weltrekorde stammen selber nicht direkt aus dem Leben der Lernenden, doch blättern sie immer wieder gerne im Buch „Guinness World Records“ und sind erstaunt über die Rekorde. Weiter werden die Schüler und Schülerinnen in den Aufgaben direkt angesprochen und sie können ihre Schulreise selber planen. In der Aufgabe ist zwar vorgegeben von wo bis wo die Schulreise geht, aber man kann die Aufgabe öffnen und einen Wettbewerb draus machen, wohin die Schulreise mit dem Fahrrad gehen soll.

Durch die Handlungsorientierung in den einzelnen Aufgaben wird der Realitätsbezug weiter verstärkt.

4.2.3.2 Offenheit

Aufgabe	Situation	Methode, Verfahren	Ergebnis
1a. Aufgabe	Informationen um mit der Aufgabe starten zu können, sind mit 9.58s geklärt	- (teilweise durch Schätzstrategien vorgegeben)	-

1b. Aufgabe	Informationen um mit der Aufgabe starten zu können, sind mit 9.58s geklärt	-	-
1c. Aufgabe	durch vorangehende Aufgaben geklärt	Strecken abmessen und markieren, ist vorgegeben durch die Aufgabe	-
1d. Aufgabe	-	Weg-Diagramm	-
2a. Aufgabe	- (durch vorangehende Aufgaben geklärt)	-	-
2b. Aufgabe	-	Durchschnitt berechnen	-
2c. Aufgabe	-	-	-
3a. – 3d. Aufgabe	Teilweise vorgegeben	-	-
4a. Aufgabe	Informationen zu Usain Bolt sind gegeben oder durch die vorangehenden Aufgaben gelöst worden	- (teilweise durch Schätzstrategien vorgegeben)	-
4b. Aufgabe	durch vorangehende Aufgaben geklärt	Strecke abfahren und stoppen	-
4c. Aufgabe	durch vorangehende Aufgaben geklärt	Strecken abmessen und markieren, ist vorgegeben durch die Aufgabe	-
4d. Aufgabe	-	Weg-Diagramm	-
4e. Aufgabe	Zeitangabe ist gegeben	- (teilweise durch Schätzstrategien vorgegeben)	-
4f. Aufgabe		56.303 s fahren und die Strecke abmessen, abgefahrene Strecke mit Christ Hoy vergleichen	-

4g. Aufgabe	-	Doppelskala Zeit-Weg	-
4h. Aufgabe	100m weiter vorne starten und ab 0m für Christ Hoy Stoppuhr starten	Strecke abfahren	-
4i. Aufgabe	-	Durchschnitt berechnen	-
5a. Aufgabe	-	-	-
5b. Aufgabe	-	-	-

Tabelle 3: Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Vom Weltrekord zu unserer Schulreise" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Die Aufgaben können ihrer Offenheit entsprechend den offenen Aufgaben, den geschlossenen Aufgaben, den Problemaufgaben und den Anwendungsaufgaben zugeordnet werden.

Unter die offenen Aufgaben fallen die Aufgaben 2a, 2c und 5b.

Die Aufgabe 2a gehört zu den offenen Aufgaben, da noch nicht klar ist, welche Geschwindigkeit die Kinder gesprungen sind und welchen Umfang sie wählen. Wählen sie den Äquator, springen sie eine weitere Strecke, als wenn sie den nächsten Breitengrad der Schweiz wählen.

Die Aufgabe 2c gibt den Lernenden keine Informationen über die Schrittgrösse oder die Strecke um die Erde. Wie sie vorgehen, ist den Kindern selber überlassen und auch welche weiteren Bedingungen sie mit einbeziehen. Am Ende erhält jedes Kind ein anderes Resultat, da die Schrittgrössen von Kind zu Kind variieren.

Die Aufgabe 5a und 5b gehören zusammen. Sie liegen in den Händen der Schüler und Schülerinnen. Sie dürfen sich einen eigenen Weg überlegen, wie sie in 3 Tagen über den Ricken von Wattwil nach Rapperswil kommen. Die Aufgabe kann man weiter öffnen, in dem man ihnen die Wahl der Ortschaften überlässt und nur noch die Tagesanzahl gibt. Welche Bedingungen die Lernenden in den Aufgaben berücksichtigen ist ihnen überlassen, wie sie diese in ihr Rechenverfahren einbauen.

Zu den Problemaufgaben gehören die Aufgaben 1a, 1b, 3a, 3b, 3c und 3d.

Die Aufgabe 1a hat mit Schätzen zu tun. Die Situation ist klar vorgegeben und auch ein Teil der Methode durch das Schätzen, doch welche Schätzstrategien und Verfahren die Kinder für die Aufgaben wählen, ist ihnen überlassen und die Ergebnisse sind

nicht gegeben. Klar ist aber, dass das Ergebnis eingeschränkt ist durch den Weltrekord von Usain Bolt, da die Kinder sicher kein Ergebnis über 100m schätzen können. Streng genommen müsste also diese Aufgabe eher den geschlossenen Aufgaben zugeordnet werden.

Die Aufgabe 1b gibt den Kindern vor, dass sie 9.58s springen müssen, wie sie zu ihrem Resultat kommen, also ob sie die Strecke abmessen und stoppen oder vielleicht eine andere Methode finden, ist ihnen überlassen.

Die Aufgaben 3 gehören ebenfalls in die Kategorie Problemaufgaben, da nur die Tiere gegeben sind, vor denen Usain Bolt davon springt. Wie sie zu ihren Ergebnissen kommen und welche weiteren Bedingungen sie mit einbeziehen wird, von den Kindern selber gewählt.

Unter den Anwendungssuchaufgaben gehören die Aufgaben 1d, 2b, 4d, 4f, 4g und 4i dazu.

In den Aufgaben 1d, 2b, 4d, 4g und 4i haben wir ähnliche Situationen. Die Ergebnisse bestehen bereits von der ganzen Klasse, aber sie müssen zuerst zusammengetragen und kontrolliert werden. Das Verfahren ist ein Diagramm zu erstellen oder im Fall 2b, 4i den Durchschnitt zu berechnen. Die Ergebnisse sind dabei nicht gegeben. Die Aufgaben könnten daher auch der geschlossenen Aufgabe zugeordnet werden, wenn man sagt, dass die Ergebnisse der Klasse bereits vorhanden sind, dennoch werden sie in dieser Aufgabe eher diesem Aufgabentyp zugeordnet.

In diesem Themenbereich gibt es viele geschlossene Aufgaben. Dies könnte daran liegen, dass das Thema Geschwindigkeit eher schwierig für die Kinder in der 5. Klasse ist, vor allem da das Umrechnen von m/s zu km/h noch sehr abstrakt und zum Teil für die Kinder unverständlich sein kann. Häufig wirken die Aufgaben auch geschlossen, da die Aufgaben aufeinander aufbauend sind und so zum Teil Resultate bereits in vorangehenden Aufgaben berechnet wurden. Zu diesen Aufgaben gehören 1c, 4a, 4b und 4c. Ein weiteres Problem ist hier die Handlungsorientierung. Denn dadurch wird die Methode bereits bekannt gegeben und durch die Vergleiche mit den Weltrekorden werden die Werte den Kindern gegeben. Darunter fällt die Aufgabe 4h.

Dieses Aufgabenformat sollte nicht vorkommen, doch durch den starken Lebensweltbezug der Kinder und ihrer Motivation, die Weltrekordhalter zu schlagen, wird die Geschlossenheit nicht als solche wahrgenommen.

4.2.3.3 Differenzierungsmöglichkeiten

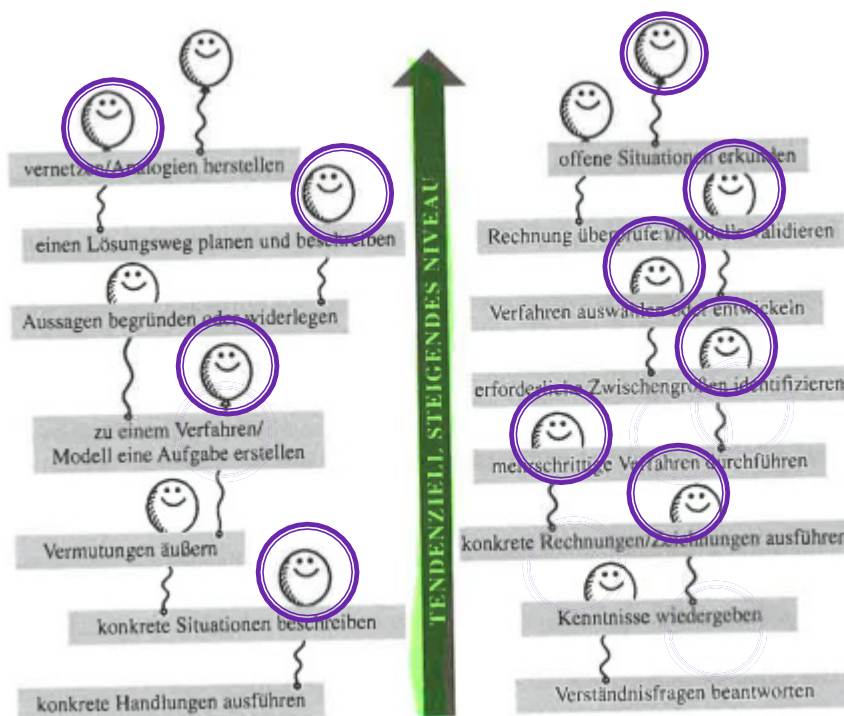


Abbildung 11: Anforderungsprofil der Aufgabe "Vom Weltrekord zu unserer Schulreise" von Büchter, Leuders, 2014, S.106 bearbeitet von Rahel Bürki

Die Aufgaben zum Thema „Vom Weltrekord zu unserer Schulreise“ sind in den Anforderungen der Aufgaben sehr ausgeglichen und ziemlich jedes Niveau ist vorhanden.

„Offene Situationen erkunden“ können die Kinder in den Aufgaben 2a, 2c, 5a und 5b nachgehen.

„Konkrete Handlungen ausführen“ wird ihnen in den Aufgaben 1b, 4f und 4h ermöglicht und durch die offenen Aufgaben müssen eventuell weitere Erkenntnisse durch Handlungen der Kinder gesammelt werden, die jedoch nicht konkret benannt werden.

In den Aufgaben 1a, 4a und 4e müssen die Kinder Vermutungen äussern, wie weit sie springen oder Fahrradfahren werden.

Die Modellierungsaufgaben verlangen weiterhin ein stetiges validieren der Ergebnisse und auch ein eigenständiges Planen und Beschreiben eines Lösungsweges. Darunter fallen auch Aussagen begründen oder widerlegen zu können, meist folgt auf

einen abgeschlossenen Modellierungskreislauf eine Diskussionsrunde über die Ergebnisse in der Klasse.

Vereinzelte Aufgaben ermöglichen allen Niveaugruppen in der Klasse daran zu arbeiten, da sie selbstdifferenzierend sind. Darunter fallen alle offenen Aufgaben, die Schätzaufgaben und auch die 3. Aufgaben.

In den offenen Aufgaben helfen die Fragekärtchen mit den wichtigsten Schritten zum Modellierungsprozess den schwächeren Kindern.

Damit das Lösen der Aufgaben mit Klassendurchschnitten und Diagrammen übersichtlicher wird, gibt es zu diesen Aufgaben vermehrt Tabellen um die Ergebnisse der ganzen Klasse zu sammeln. Da Diagramme selber herzustellen für die Lernenden in der 5. Klasse eher schwierig ist, sind die Gerüste als Arbeitsblatt und Hilfe für die Lernenden vorhanden. Doppelskalen sind sehr komplex und können für die Schwächeren und zum Teil auch für die mittleren Schüler und Schülerinnen überfordernd sein. Daher müssen diese Lernenden sicher zu Beginn durch die Lehrperson stark begleitet werden.

4.2.3.4 Das handlungsorientierte Material

Aus den Aufgaben wird ersichtlich das folgende Material benötigt werden, damit die Kinder handlungsorientiert in den Aufgaben vorgehen können:

- Stoppuhr
- 20m Massband
- Strassenkreiden
- Fahrrad der Kinder (nicht in der Materialbox vorhanden)

4.2.3.5 Fazit

Der Lebensweltbezug wird am Ende durch eine Schulreise geschaffen, die dann auch durchgeführt werden sollte. Weltrekorde faszinieren die Kinder, ziehen sie in den Bann und sie vergleichen sich gerne mit diesen Grössen. Daher ist auch in diesem Themenbereich das Kriterium Authentizität und Lebensnähe erfüllt.

Die Offenheit der Aufgaben ist auch hier eher durchzogen. Von geschlossenen bis hin zu offenen Aufgaben ist alles vorhanden. Mit unter sind die Aufgaben aber stark

voneinander abhängig, wodurch geschlossene Aufgaben nicht ganz vermieden werden können.

Die Anforderungen an die Aufgaben sind zwar eher hoch einzuschätzen, aber es gibt viele selbstdifferenzierende Aufgaben und es werden genügend Möglichkeiten aufgezeigt, wie man schwächere Kinder unterstützen kann.

Daraus kann man schliessen, dass der Themenbereich „Vom Weltrekord zu unserer Schulreise“ und seine Aufgaben als gut eingeschätzt werden darf.

4.2.4 „Domino Day in unserem Klassenzimmer“

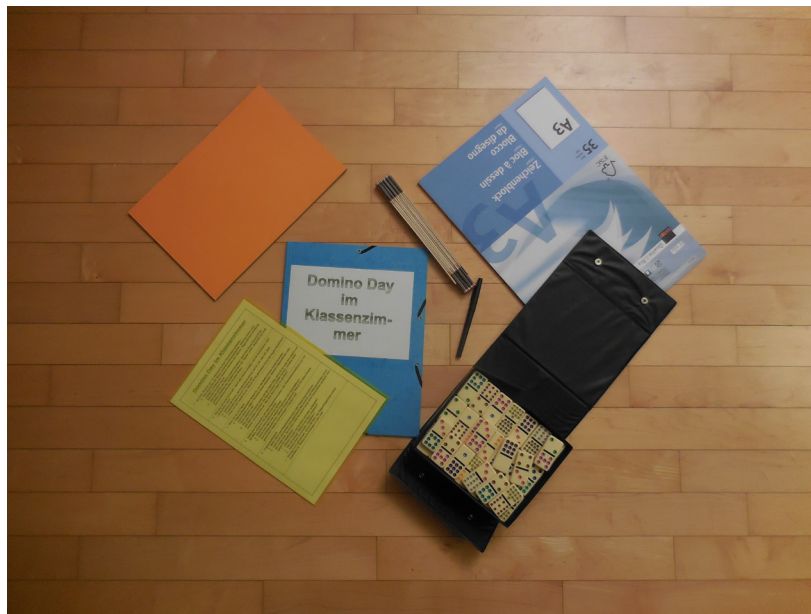


Abbildung 52: Material "Domino Day im Klassenzimmer (eigene Abbildung)

4.2.4.1 Authentizität / Lebensnähe

Das Thema Domino begeistert nicht nur Kinder, sondern auch Erwachsene. Es ist ein Phänomen, welches alle in den Bann zieht. Mit der Handlungsorientierung in den Aufgaben erforschen die Kinder in einer spielerischen Art und Weise die Mathematik. Spiele stammen definitiv aus der Lebensnähe der Kinder. Durch die beiden Wettbewerbe in den Aufgaben erhalten sie einen weiteren Lebensweltbezug. Denn Wettbewerbe werden von Kindern immer wieder veranstaltet, wie zum Beispiel wer schneller bei der nächsten Ecke ankommt oder wer mehr Tore im Fussball erzielen kann. Durch den Lebensweltbezug der Kinder werden die Aufgaben als motivierender und interessanter von den Kindern betrachtet.

4.2.4.2 Offenheit

Aufgabe	Situation	Methode, Verfahren	Ergebnis
1a. Aufgabe	Maximaler Abstand zwischen den Dominosteinen und sie müssen noch umfallen	-	-
1b. Aufgabe	Minimal Abstand zwischen den Dominosteinen, damit sie noch umfallen	-	-
2a. Aufgabe	Engste mögliche Kurve	Zeichnen der Kurve auf ein A4 oder A3	-
2b. Aufgabe	Durch die vorangegangene Aufgabe gezeichnete Kurve gegeben	Ausprobieren der Kurve	-
2c. Aufgabe	Engste Kurve finden	-	-
3a. Aufgabe	Blatt mit einer Dominobahn füllen	-	-
3b. Aufgabe	Blatt mit einer Dominobahn füllen, die möglichst viele Steine besitzt	-	-
4. Aufgabe	Dominobahn aus 100 Steinen	-	-
4a. Aufgabe	-	Skizze der erstellten Dominobahn	-
4b. Aufgabe	Gegenstand der Untersuchung ist die Gewinnermannschaft	-	Aussagen warum die Gruppe gewonnen hat
5a. Aufgabe	gehört in die Auftragserteilung und kann nicht in dieses Schema eingeteilt werden.		
5b. Aufgabe	-	-	-
5c. Aufgabe	Gegenstand der Untersuchung ist die Gewinnermannschaft		Aussagen warum die Gruppe gewonnen hat
6. Aufgabe	-	-	-

Tabelle 4 : Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Domino Day im Klassenzimmer" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Unter den Aufgaben findet man die Aufgabentypen geschlossene Aufgaben, offene Aufgaben, Problemaufgaben, Begründungsaufgaben und die Anwendungssuchaufgaben.

Zu den geschlossenen Aufgaben gehören die Aufgabe 2a und 2b. Bei der Aufgabe 2a ist vorgegeben, dass sie eine Kurve auf ein Blatt zeichnen müssen, dadurch ist die Information der engsten Kurve vorhanden und auch, dass sie dies auf ein A4 oder A3 zeichnen müssen. Die Aufgabe 2b sagt den Lernenden klar, dass sie die gezeichnete Kurve nun mit Dominosteinen ausprobieren müssen, womit das Vorgehen und die Situation geklärt wird.

Zu den Begründungsaufgaben zählen die Aufgaben 4b und 5c. In diesen Aufgaben müssen die Kinder Begründungen in den Verfahren und Methoden der jeweiligen Siegermannschaft finden. Das Verfahren ist daher selber nicht gegeben. Die Ergebnisse der Diskussionen werden in Aussagen niedergeschrieben.

Zu den Problemaufgaben gehören die Aufgabe 1a, 1b, 2c, 3a, 3b, 4.

In der Aufgabe 1a ist die Situation durch den maximalen Abstand geklärt. Wie die Kinder jedoch vorgehen, also ob sie den Abstand durch Probieren oder durch die Kombination der Steingrösse finden, ist nicht gegeben, wie auch das Ergebnis nicht. Bei der Aufgabe 1b handelt es sich um die umgekehrte Variante. Eine ebenfalls ähnliche Aufgabe ist die Aufgabe 2c mit der engsten Kurve. Das Vorgehen ist auch dieses Mal nicht gegeben, als auch das Ergebnis.

In der Aufgabe 3a ist die Situation geklärt durch das A3-Blatt und die Möglichkeiten zu finden um das Blatt ausfüllen zu können. Wie sie dabei vorgehen ist den Kinder nicht vorgegeben. Ähnlich ist es mit der Aufgabe 3b, in welcher die Kinder so viele Steine wie möglich auf das Papier stellen müssen, so dass die Steine noch umfallen. Wie sie dabei vorgehen und welche Methode sie wählen ist den Lernenden einmal mehr überlassen.

Mit der Aufgabe 4 ist die Situation mit 100 Dominosteinen vorgegeben, doch wie sie die Bahn aufstellen und welche Erkenntnisse sie berücksichtigen, ist ihnen überlassen.

Zu den offenen Aufgaben gehört die Aufgabe 5b und 6. Die Kinder wissen zwar, dass sie eine Bahn auf einer Treppe machen müssen und diese schneller sein muss, als die vom Gegner, aber es ist ihnen nicht vorgegeben wie diese Aussehen

muss oder wo sie gestartet werden darf. Diese Punkte müssen sie durch ein selbst gewähltes Verfahren oder Methode herausfinden und dann umsetzen.

Durch die meist klaren Situationen und Informationen in den Aufgaben erhalten die Kinder eine enge Führung in den Aufgaben und werden zum Teil stark angeleitet. Dies macht in den ersten Aufgaben auch Sinn, denn durch die gewonnenen Erkenntnisse aus den ersten beiden Aufgaben erhalten die Kinder eine Einsicht, wie man am besten eine Dominobahn erstellt und hilft ihnen vielleicht auch beim Bau der besseren und schnelleren Dominobahn. Dennoch wirken die Aufgaben durch diese Anleitung eher geschlossen als offen. Aus diesem Grund wurden die 4. und 5. Aufgabe mit in die Aufgaben genommen. Diese sind eher offen, da sie dem Aufgabentyp Problemaufgabe zugeordnet werden können. Die Lernenden benötigen ihre gewonnenen Erkenntnisse aus den Aufgaben, die sie zuvor gelöst haben, um die Aufgaben 4 und 5 optimal zu lösen. Die Aufgabe 5 besitzt sogar einen ganz neuen Kontext für die Lernenden. Denn in dieser Aufgabe müssen sie sich überlegen, ob es besser ist die Reihe von oben zu starten oder doch lieber von unten, welche Höhenabstände können sie höchstens machen, damit die Steine noch umfallen, muss ich die Bahn anders aufstellen, wenn ich sie von oben starten lasse etc.

Die Lernenden werden in den Aufgaben zwar stark angeleitet, aber welche Methode oder Verfahren sie für die Erreichung der Ergebnisse gebrauchen, ist ihnen selber überlassen. Sie können selber wählen, ob sie die Aufgaben durch Ausprobieren lösen oder ob sie vielleicht bereits die Grösse des Dominosteins und dessen Fall mit in ihr Verfahren einbeziehen.

4.2.4.3 Differenzierungsmöglichkeiten

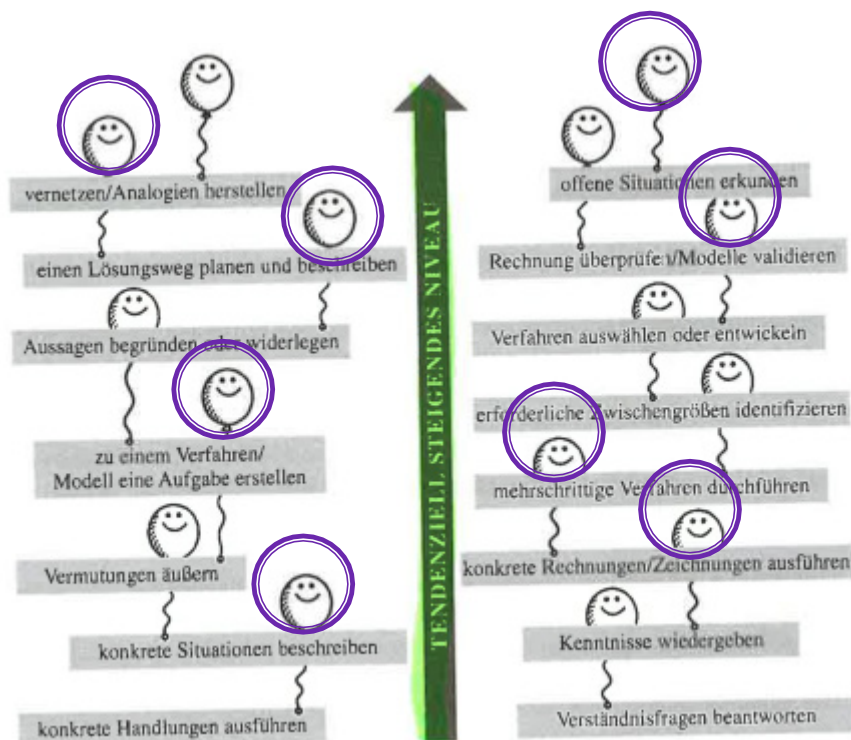


Abbildung 13 Anforderungsprofil der Aufgaben "Domino Day im Klassenzimmer" Büchter, Leuders, 2014, S.106 bearbeitet von Rahel Bürki

„Domino Day im Klassenzimmer“, wie man aus der Abbildung 7 entnehmen kann, hat ein relativ ausgeglichenes Anforderungsprofil für die Kinder. Dadurch können alle Kinder an den Aufgaben arbeiten.

Da die Aufgaben handlungsorientiert sein müssen, wird dies in diesem Themenbereich bei allen Aufgaben gerecht. In der 4. und 5. Aufgabe sind die Handlungen weniger konkret ausformuliert, wie in den Aufgaben 1-3. Dies entspricht dem Ballon „konkrete Handlungen ausführen“.

Explizit Vermutungen anstellen müssen die Kinder nur in der Aufgabe 2a. Eventuell werden auch Vermutungen als Aussagen in den Aufgaben 4b und 5c formuliert, wenn die Kinder sich ihrer Begründung nicht sicher sind. Auf jeden Fall müssen sie aber in der Gruppendiskussion ihre getätigten Aussagen gegenüber den anderen Gruppenmitglieder begründen und allenfalls Aussagen, die gemacht wurden widerlegen können. Dadurch werden bereits 2 Ballone („Vermutungen äussern“ und „Aussagen begründen oder widerlegen“) abgedeckt.

Einen eigenen Lösungsweg planen und beschreiben müssen die Kinder vor allem in der Aufgabe 4 und 5. In diesen Aufgaben müssen die Kinder ihren Lösungsweg be-

schreiben können, wenn sie ihren Gruppenmitgliedern erklären müssen, wie sie die Bahn aufstellen würden. Weiter müssen sie ihre gewonnen Kenntnisse aus den vorangegangenen Aufgaben wiedergeben können.

Konkrete Zeichnungen sind in der Aufgabe 2a und in der Aufgabe 3a gefragt.

Ein Verfahren auswählen oder entwickeln wird in allen Aufgabe gebraucht. Es stellt sich immer die Frage, wie die Lernenden vorgehen sollen um den Maximal- oder den Minimalabstand oder die engste Kurve zu finden. In der Aufgabe 4 und 5 müssen sie ein Verfahren entwickeln aus den gewonnenen Kenntnissen, welches die schnellste Dominobahn hervorbringt.

Offene Situationen erkunden können die Schüler und Schülerinnen in der Aufgabe 4 und 5.

Die 1.; 2. und 3. Aufgabe sind selbstdifferenzierend und benötigen dadurch keine zusätzlichen Differenzierungshilfen. In der ersten Aufgabe können die Kinder auf ihr Vorwissen in der Geometrie und physikalischen Erfahrungen mit dem Thema „Umfallen“ zurückgreifen, wenn sie solche verankert haben. Dies wird wahrscheinlich eher die mittleren und stärkeren Schüler und Schülerinnen betreffen. Die Schwächeren können jedoch die Aufgabe durch einfaches Handeln mit den Dominosteinen den Abstand selber herausfinden.

Dasselbe gilt für die 2. Aufgabe. Die Schwächeren werden hier durch Ausprobieren vorgehen und die Stärkeren werden mit der Zeit die Grösse des Dominosteins mit einbeziehen und diesen in der Kurve berücksichtigen.

In der 3a. Aufgabe kann die Lehrperson unterschiedlich viele Möglichkeiten von den Kindern verlangen. So reicht vielleicht bei einem schwachen Kind bereits die Spirale auf dem Blatt und beim starken Kind möchte sie zwei weitere Varianten sehen. Dies ist dann stark von der Leistung des Kindes abhängig. In der Aufgabe 3b werden die schwächeren Kinder eventuell mit Ausprobieren an die Aufgabe gehen, während die mittleren und stärkeren Kinder auf ihre Erfahrungen in den ersten beiden Aufgaben zurückgreifen.

Bei den Wettbewerbsaufgaben kann unterschiedlich vorgegangen werden, um zu differenzieren. Wenn man die Kinder selber die Gruppen wählen lässt, wird es schwierig mit der Differenzierung, doch wenn die Lehrperson die Gruppen bestimmt

kann sie diese unterschiedlich zusammensetzen. Es gäbe da die Variante die Kinder in homogenen Gruppen arbeiten und gleich starke Gruppen gegeneinander antreten zu lassen oder zum anderen kann sie die Kinder heterogen einteilen und dann die Kinder selber wählen lassen, gegen welche Gruppe sie antreten möchten.

4.2.4.4 Das Handlungsorientierte Material

Aus den Aufgaben wird das folgende handlungsorientierte Material ersichtlich:

- Dominosteine
- Lineal
- A4- und A3-Papier
- Klappmeter
- Allenfalls eine Stoppuhr

Auch hier erlaubt das Material den Kindern, die erforderlichen Werte mit Hilfe des Materials selber herauszufinden.

4.2.5 „Altpapier und Wasserverbrauch“

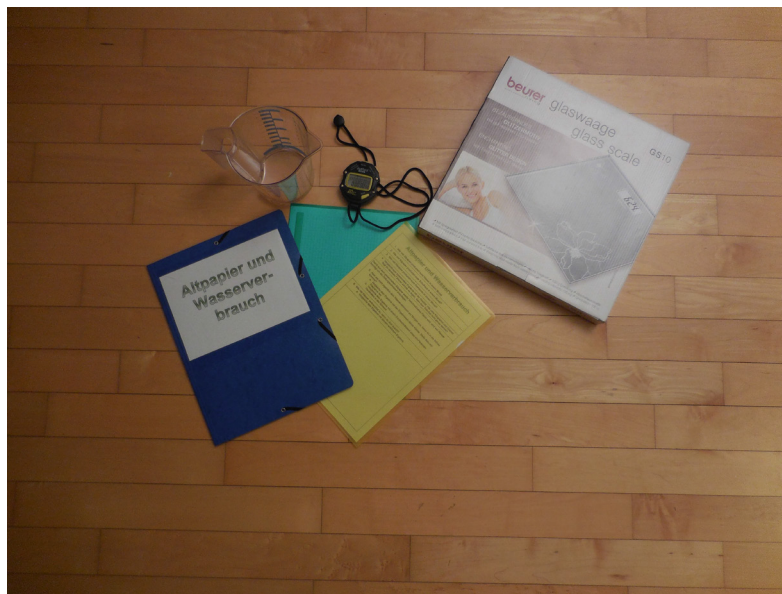


Abbildung 64: Material "Altpapier und Wasserverbrauch" (eigene Abbildung)

4.2.5.1 Authentizität / Lebensnähe

Das Thema „Altpapier und Wasserverbrauch“ ist nicht nur spannend für die Kinder zu untersuchen und zu berechnen, sondern ist auch ein hoch aktuelles Thema bezüglich sorgfältigerem Umgang mit der Natur. Das Thema selber stammt nicht direkt aus

dem Lebensweltbezug der Kinder, aber es ist eine authentische Aufgabe, welche die Kinder und ihr Verbrauch ins Zentrum stellen. Das Thema kann durch fächerübergreifenden Unterricht weiter vertieft werden und den Kindern wird dadurch vielleicht klarer, dass wir nur eine Welt zur Verfügung haben. Durch die Berechnungen und die tatsächlichen Werte, achten sie für mindestens eine kurze Zeit auf ihren Papier- und Wasserverbrauch.

4.2.5.2 Offenheit

Aufgabe	Situation	Methode, Verfahren	Ergebnis
1. Aufgabe	-	-	-
2. Aufgabe	-	-	-
3. Aufgabe	-	-	-
4. Aufgabe	Eigenes ausgerechnetes Resultat aus den Aufgaben 1-3 und Wert der Gemeinde, des gesammelten Papieres	Vergleich der beiden Werte; Subtraktion	-
5. Aufgabe	-	-	-
5a. Aufgabe	Resultate der Klasse vorhanden	Diagramm erstellen	-
5b. Aufgabe	Durchschnittsverbrauch Schweizer Haushalt	Diagramm erstellen	-
6. Aufgabe	-	-	-
6a. Aufgabe	Berechnetes Resultat der Kinder und wirkliches Resultat	Vergleich der Ergebnisse, Subtraktion	-

Tabelle 5: Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Altpapier und Wasserverbrauch" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Unter den Aufgaben befinden sich die Aufgabentypen offene Aufgaben und geschlossene Aufgaben.

Den offenen Aufgaben werden die Aufgaben 1, 2, 3, 5 und 6 zugeordnet. In sämtlichen Aufgaben fehlen genaue Angaben für die Kinder um zu arbeiten.

So müssen sich die Kinder in der 1. Aufgabe überlegen, wann im Klassenzimmer Altpapier produziert wird und was sie alles zum Altpapier zählen. Zählt zum Beispiel jeder Hefteintrag oder nur die kopierten Blätter der Lehrperson?

Ähnlich ist es in der Aufgabe 2. Dort kommt aber die Überlegung hinzu, ob jede Klasse gleich viel Altpapier produziert und, ob im Lehrpersonenzimmer irgendwelche Hefter oder Zeitungen täglich oder monatlich eintreffen.

Die 3. Aufgabe hat einen ähnlichen Aufbau nur dieses Mal müssen die Gedanken sich auf die gesamte Gemeinde beziehen. Gibt es mehr Familienhaushalte oder leben die Einwohner und Einwohnerinnen allein? Lesen alle Menschen Zeitungen? Wenn ja, wie viele lesen sie auf einem Tablet? Was ist mit Werbeflyern? Die Liste der Fragen kann noch unendlich weitergezogen werden. Das Verfahren und die Methode sind dadurch den Kindern freigestellt.

Die Aufgabe 5 bezieht sich auf den Wasserverbrauch am Morgen. Die Kinder müssen sich dabei überlegen, wann und wo überall das Wasser gebraucht wird und worin evtl. „verstecktes“ Wasser im Morgenessen vorhanden ist. Wie sie das herausfinden ist nicht vorgeschrieben.

In der Aufgabe 6 müssen sich die Kinder überlegen, wie sie herausfinden, wie viel Wasser den Abfluss herunterfließt, wenn sie duschen. Das Verfahren ist auch hier offen, wie auch das Resultat.

Es gibt zwar relativ viele geschlossene Aufgaben mit den Aufgaben 4, 5a, 5b und 6a, aber richtig geschlossen sind sie nicht.

In der Aufgabe 4 müssen die Lernenden zwei Zahlen miteinander vergleichen und begründen, warum das berechnete Resultat vom wirklichen Resultat variiert. Damit wird im Modellierungskreislauf der Schritt des Validierens explizit angesprochen und die geschlossene Aufgabe verliert etwas von seinem negativen Charakter.

Mit der Aufgabe 5a haben wir eine weitere geschlossene Aufgabe, da die Kinder ihre Resultate untereinander vergleichen müssen und dann in ein Diagramm übertragen. Die Aussagen, welche dann gemacht werden zum Diagramm, sind offen. Die Situation ist zu anfangs nicht ganz geklärt, da die Lernenden zuerst alle Resultate sammeln müssen. Wieder wird die geschlossene Aufgabe etwas abgeschwächt.

In der Aufgabe 5b hingegen müssen die Kinder zuerst den Wert eines Ein-Personen-Haushaltes suchen und dann mit dem eigenen Resultat vergleichen. Die Suche schwächt die geschlossene Aufgabe ab.

Die 6. Aufgabe ist sehr ähnlich der Aufgabe 5b und kann daher mit ihr verglichen werden.

4.2.5.3 Differenzierungsmöglichkeiten

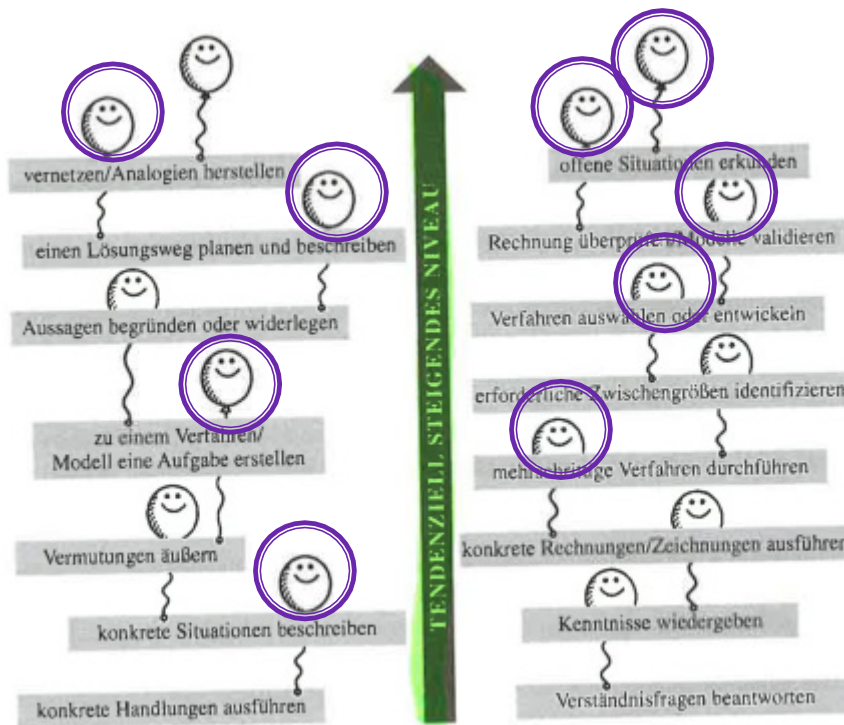


Abbildung 15: Anforderungsprofil der Aufgabe "Altpapier und Wasserverbrauch" Büchter, Leuders, 2014, S.106 bearbeitet von Rahel Bürki

In den Aufgaben zum Thema „Altpapier und Wasserverbrauch“ kommen viele offene Situationen vor, welche die Kinder selber untersuchen können. Dadurch wird schon eine hohe Anforderung an die Kinder gestellt, wie man aus der Abbildung entnehmen kann. In den offenen Aufgaben müssen die Kinder meist selber ein Verfahren auswählen oder eines entwickeln und bestimmte Zwischengrößen identifizieren. In den Aufgaben reicht es meist nicht nur einen Schritt auszuführen, wodurch die Verfahren mehrschrittig werden.

Auch kommt der Ballon „Rechnung überprüfen / Modell validieren“ immer wieder vor. Das Ausschliessen von Fehlern ist ein wichtiger Bestandteil von Sachaufgaben und wird im Modellierungsprozess mit einem expliziten Schritt erwähnt. Ähnlich steht es um den Ballon einen Lösungsweg zu planen und durchzuführen. Dies gehört einfach ins Modellieren hinein und muss von den Kindern durchlaufen werden.

Mit den Diagrammen müssen die Kinder konkrete Zeichnungen ausführen, damit das Diagramm als solches fertiggestellt werden kann. Dies kommt in der Aufgabe

5a vor. Eine konkrete Rechnung führen die Lernenden in der Aufgabe 5b aus, wenn sie den Durchschnitt berechnen müssen.

Konkrete Handlungen ausführen müssen die Kinder nicht direkt, aber sie sollten durch eigenes Denken und Handeln zu ihren Ergebnissen kommen.

Zu Vermutungsäusserungen kommt es in der Aufgabe 4, da sie dort erklären müssen, warum ihr Ergebnis von der Realität abweicht. Zum Teil können dort nicht hundertprozentig widerlegte Aussagen getroffen werden.

Diskussionen und Präsentationen der Ergebnisse in Kleingruppen oder im Klassenverband ermöglicht den Lernenden ihre Resultate zu begründen und die Resultate der anderen Kinder allenfalls zu widerlegen, sollten sie damit nicht einverstanden sein.

Die Aufgaben haben eher ein höheres Anforderungsprofil und dadurch ist es wichtig, dass die Schwächeren unterstützt werden. Dies kann durch Kleingruppenarbeiten erreicht werden.

Beim Thema Durchschnitt berechnen können die Schüler und Schülerinnen durch eine Tabelle unterstützt werden.

Das Diagramm zeichnen wird durch eine Vorlage der y- und x-Achse erleichtert. Je nach Niveau wird auch hier ein Beispiel gegeben oder die Zahlen notiert.

4.2.5.4 Das handlungsorientierte Material

Aus den Aufgaben ergeben sich die folgenden Materialien, die sich für einen handlungsorientierten Umgang eignen:

- Wage
- Zeitungen, Zeitschriften
- Litermass
- Bottich (Box selber)
- Trichter
- Stoppuhr

4.2.5.5 Fazit

Das Thema „Altpapier und Wasserverbrauch“ stammt nicht direkt aus der Lebensnähe der Kinder, aber es ist ein wichtiges Thema, dass in der Schule angesprochen

werden sollte. Durch den Einbezug der Kinder als Person in den Aufgaben wirkt sie authentischer.

Die Aufgaben in diesem Themenbereich sind sehr offen und nur zur Vertiefung der Ergebnisse werden geschlossene Typen gewählt

Die Anforderungen sind durch die vielen offenen Aufgaben sehr hoch. Dafür eignen sich vor allem Gruppenarbeiten, in denen die Gruppenzusammensetzung heterogen ist.

Die Aufgaben „Altpapier und Wasserverbrauch“ werden als sehr gut eingeschätzt.

5 Zusammenfassung

In dieser Bachelorarbeit wurde der Frage nachgegangen, welche Materialien und Sachaufgaben die Schüler und Schülerinnen in der Mittelstufe, insbesondere der 5. Klasse beim mathematischen Modellieren unterstützen. Damit diese Frage beantwortet werden konnte, wurden für den Fachteil und die Verbindung mit den Aufgaben Unterfragen formuliert. Die Unterfragen werden im Anschluss nochmals aufgezeigt und eine zusammenfassende Antwort wird gegeben.

Wie können SuS bei Modellierungsaufgaben mit handlungsorientiertem Material unterstützt werden?

Da die Modellierungsaufgaben aus der Lebensnähe der Kinder stammen sollten, dürfen in den Aufgaben nicht zu viele Vorgaben vorhanden sein. Die Themen müssen einen nahen Realitätsbezug haben und eine Untersuchung eines Gegenstands erlauben.

Die Materialien selber sollten den Kindern nicht gleich vor die Nase gesetzt oder zur Verfügung gestellt werden. Sie sollen sich eigene Gedanken dazu machen, wie sie auf die nicht vorhandenen Vorgaben kommen und so ihre Problemlösestrategien verbessern.

Nur so können dann die Aufgaben mit den entsprechenden handlungsorientierten Materialien unterstützt werden.

Welche Kriterien muss eine gute Modellierungsaufgabe erfüllen?

Eine gute Modellierungsaufgabe soll die Kinder motivieren und ihre bereits vorhandenen Kenntnisse integrieren. Damit dies erreicht werden konnte in dieser Arbeit wurden die Kriterien Authentizität / Lebensnähe, Offenheit und die Differenzierungsmöglichkeiten gesetzt.

Dadurch sollten die Aufgaben alle aus dem Lebensweltbezug der Kinder stammen, wenn möglich sie selber und ihre Interessen direkt ansprechen und sehr realistisch wirken.

Weiter sollten sie so offen wie möglich formuliert werden, damit die Lernenden kaum Einschränkungen durch den Aufgabentext erfahren.

Je offener eine Aufgabe formuliert ist, desto einfacher kann eine Aufgabe differenziert werden. An offenen Aufgaben kann jedes Kind entsprechend seinen Fähigkeiten arbeiten.

Welche Themen, die aus dem Leben der SuS stammen, eignen sich gut für Modellierungsaufgaben?

Die Themen sollten aus dem täglichen Leben der Kinder stammen und sie als Person mit einbeziehen. Dies wurde in dieser Arbeit dadurch erreicht, dass die Kinder zum einen ihr Schulhaus unter die Lupe nehmen in Sache Fläche und Platz, aber auch unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit mit dem Wasserverbrauch zu Hause am Morgen und der Produktion von Altpapier im Schulhaus.

Auch das Thema „Spiele“ eignet sich hervorragend für weitere Untersuchungen im mathematischen Bereich, ähnlich ist es mit den Weltrekorden. Diese stammen zwar nicht direkt aus der Lebensnähe der Kinder, aber sie begeistern sie doch sehr.

Wie sieht eine angemessene Differenzierung bei Sachaufgaben aus und wie setzt man sie am besten ein?

Eine angemessene Differenzierung bei Sachaufgaben erreicht man durch offene Aufgaben. Dadurch können alle Kinder entsprechend ihrer Fähigkeiten an der Aufgabe arbeiten.

Bei geschlossenen Aufgaben ist es wichtig, dass die Schwächeren mehr Unterstützung durch die Lehrpersonen erhalten oder ihnen zusätzliches Material zur Verfügung gestellt wird, dass ihnen bei der Lösung des Problems helfen sollten oder kann.

Welche Teilkompetenzen werden bei der Bearbeitung einer Modellierungsaufgabe gefördert?

Modellierungsaufgaben fördern unter anderem Problemlösefähigkeiten, Argumentationsfähigkeiten und die Verknüpfung des Vorwissens mit der Aufgabe. Das soll heissen, dass die Kinder ihr Wissen, dass sie sich im Mathematikunterricht angeeignet haben in den Modellierungsaufgaben nutzen und anwenden müssen.

Im Idealfall werden Neugierde, Überwindung von eigenen Grenzen und Freude am Lernen geweckt. Ihre entdeckten Strategien können die Lernenden in realen Lebenssituationen anwenden.

Da die Unterfrage kurz zusammengefasst beantwortet wurden, wird jetzt ein kurz über die Arbeit selber reflektiert.

Das Ziel dieser Arbeit war es, ein Produkt in der Hand zu haben, dass gute Aufgaben und das passende handlungsorientierte Material beinhaltet. Die Erkenntnis der Arbeit ist, dass es eine gute Mischung von offenen und geschlosseneren Aufgaben benötigt, um den unterschiedlichen Bedürfnissen und Ressourcen von SuS gerecht zu werden und auch die unterschiedlichen Modellierungsschritte ansprechen zu können. Zum Teil war es eine Herausforderung passende Differenzierungen zu den Aufgaben herzustellen. Das Thema Differenzieren war zwar Gegenstand in der Ausbildung an der PH, jedoch sehr allgemein und benötigte für diese Beispiele eine Differenzierung. Durch die enaktive Ebene in den Aufgaben wurde jedoch eine grobe Differenzierung der Kinder erreicht, so dass alle Kinder an den Aufgaben arbeiten können.

Die Handlungsorientierung kann in jedem Themenbereich gefunden und umgesetzt werden. Sie auf der Mittelstufe zu finden und durchzuführen benötigt einen erhöhten Zeitaufwand in der Vorbereitung, da aktuell wenig Material zur Verfügung steht.

Die Arbeit selber ist so wie sie vorhanden ist für eine 5. Klasse geeignet und kann mit der vorhandenen Materialbox gleich umgesetzt werden. Sie hilft mit den Mathematikunterricht und vor allem der Sachaufgabenunterricht in der Mathematik spannend und in einem neuen Kontext zu üben.

Literatur- und Quellenverzeichnis

Blum, W. (2007). Mathematisches Modellieren - zu schwer für Schüler und Lehrer?. Kassel. Online unter: <http://www.mathematik.tu-dortmund.de/ieem/cms/media/BzMU/BzMU2007/Blum.pdf> (27.9.2014)

Bruder, R. (2000). Heuristik – Problemlösen lernen. In Mathematik Lehren Heft 115

Büchter, A., Leuders, T.(2014). Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen. Berlin: Cornelsen Schulverlage GmbH.

Franke, M., Ruwisch, S.(2010). Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule. Heidelberg: Spektrum Verlag.

Hinrichs, G. (2008). Modellierung im Mathematikunterricht. Heidelberg: Spektrum Verlag.

Maass, K. (2011). Mathematisches Modellieren in der Grundschule. Kiel: IPN.

Schupp, H. (1988). Anwendungsorientierter Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I zwischen Tradition und neuen Impulsen. In: Der Mathematikunterricht, 6, S. 5-16.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Offene Aufgabentypen nach Büchter und Leuders (Büchter, Leuders2014, S.93)

Tabelle 2: Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Erkundung unserer Schulräume"(Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Tabelle 3: Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Vom Weltrekord zu unserer Schulreise" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Domino Day im Klassenzimmer" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Tabelle 5: Aufgabentypen bezüglich ihrer Offenheit auf einen Blick zum Thema "Altpapier und Wasserverbrauch" (Zusammenstellung R. Bürki in Anlehnung an Büchter und Leuders, 2014, S.93)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellierungskreislauf nach Blum und Leiss (Blum, 2006, S.6)

Abbildung 2: Modellierungskreislauf nach Maass (Maass, 2011, S.4)

Abbildung 3: Modellierungskreislauf nach Schupp (Schupp, 1988, S.11)

Abbildung 4: Modellierungskreislauf von Schupp, abgewandelt durch Rahel Bürki

Abbildung 5: Einteilung Anforderungsniveaus der Aufgaben nach Büchter, Leuders (Büchter, Leuders, 2014, S. 106)

Abbildung 6: Materialbox (eigene Abbildung)

Abbildung 7: Material "Erkundung unserer Schulräume" (eigene Abbildung)

Abbildung 8: Legende Aufgabenzuordnung (eigene Abbildung)

Abbildung 9: Anforderungsniveaus der Aufgaben "Erkundung unserer Schulräume" nach Büchter, Leuders, 2014, S.106 bearbeitet von Rahel Bürki

Abbildung 10: Material "Vom Weltrekord zu unserer Schulreise" (eigene Abbildung)

Abbildung 11: Anforderungsprofil der Aufgabe "Vom Weltrekord zu unserer Schulreise" Büchter, Leuders, 2014, S.106, bearbeitet von Rahel Bürki

Abbildung 52: Material "Domino Day im Klassenzimmer (eigene Abbildung)

Abbildung 13 Anforderungsprofil der Aufgaben "Domino Day im Klassenzimmer" nach Büchter, Leuders, 2014, S.106, bearbeitet von Rahel Bürki

Abbildung 64: Material "Altpapier und Wasserverbrauch" (eigene Abbildung)

Abbildung 15: Anforderungsprofil der Aufgabe "Altpapier und Wasserverbrauch" nach Büchter, Leuders, 2014, S.106, bearbeitet von Rahel Bürki

Anhang

Aufgabe - Erkundung unserer Schulräume

Habt ihr euch schon einmal Gedanken dazu gemacht, wie gross euer Schulzimmer ist und wie viel Platz euch alleine gehört im Schulzimmer? – Nein, dann wird es jetzt Zeit dafür! Schaut euch zuerst an, welche Mindestanforderungen der Kanton Zürich für die Unterrichtsräume hat.

Der Kanton Zürich schreibt vor, dass jede Schülerin und jeder Schüler eine Bodenfläche von $2,5 \text{ m}^2$ zur Verfügung im Schulzimmer hat.

1. Lege mit Zeitungspapier eine Fläche von $2,5 \text{ m}^2$ aus. Erscheint dir die Fläche gross oder eher klein?
2. Nimm nun dein Klassenzimmer unter die Lupe. Welche Gesamtfläche besitzt dein Klassenzimmer? Schätze zuerst deine Antwort und vergleiche sie dann mit dem Ergebnis.
3. Wie viel Platz darfst du für dich alleine in Anspruch nehmen in eurem Klassenzimmer? Lege auch diese Fläche mit Zeitungspapier aus.
 - a. Hast du mehr oder weniger Platz als die Zürcher Kinder? Begründe deine Antwort mit Zeitungspapierflächen.
 - b. Wie viel Platz hättest du, wenn ihr 2 neue Schüler erhaltet?
 - c. Wie viel Platz hättest du, wenn ihr 7 Schüler und Schülerinnen weniger in eurer Klasse wären?
 - d. Wie viele Kinder könntet ihr höchstens im Schulzimmer aufnehmen, so dass immer noch die Vorschrift eingehalten wäre?
 - e. Wer hat mehr Platz? Du in deinem Schulzimmer oder die 3 unterschiedlich gehaltenen Hennen im Stall? Vergleiche die drei Flächen. Fertige dazu ein Zeitungspapier in der richtigen Grösse für die Henne in der Bio-Haltung und ein Zeitungspapier für die Freiland- und Boden-

Hast du gewusst, dass es auch in der Tierhaltung Vorschriften gibt. Eine Bio-Legehennen braucht 5 m^2 Wiese und auf 1 m^2 im Stall dürfen nicht mehr als 5 Legehennen leben. Bei der Freilandhaltung hat eine Henne $2,5 \text{ m}^2$ Wiese und maximal 10 Hennen dürfen auf 1 m^2 begehbarer Stallfläche leben. In der Bodenhaltung gelten die gleichen Regeln im Stall wie in der Freilandhaltung. Leider gibt es für diese Hennen keine Regelungen für die Wiese.

- hennen an. Als Hilfe hier die Regelungen für die Hennenhaltung.
4. Geh nun in die Turnhalle.
 - a. Welche Fläche hat eure Turnhalle ohne den Geräteraum?
 - b. Wie viel Platz hat jedes Kind in der Turnhalle? Um einen besseren Vergleich herzustellen, stelle auch hier die Fläche mit Zeitungspapier her.

-
5. Geh nach draussen und betrachte deinen Pausenplatz. Welche Fläche hat euer Pausenplatz?
 6. Welche Fläche nimmt der mit Teer bedeckte Pausenplatz ein und welche Fläche nimmt der mit Gras bedeckte Pausenplatz ein?
 7. Habt ihr in eurer Schule mehr oder weniger Platz draussen pro Schülerin und Schüler, als die Hennen in der Biohaltung? Begründe deine Antwort.
 8. Wie viele Schüler und Schülerinnen müssen in eurer Schule hinzukommen oder müssen wegziehen, damit jedes einzelne Kind gleich viel Platz hat, wie eine Henne auf der Wiese in der Biohaltung? Begründe deine Antwort mit Zeitungspapierflächen.
 9. Die Bevölkerungsdichte zeigt auf, wie viele Personen auf einem Quadratkilometer leben. Uns interessiert es aber, welche Fläche wirklich jeder und jede Einwohner/In in den folgenden Aufgaben einnimmt. Schätze das Resultat zuerst bei jeder Aufgabe.
 - a. Wie viel Platz hast du in deinem Dorf zur Verfügung?
 - b. Wie viel Platz hast du in deiner Gemeinde?
 - c. Wie viel Fläche würde dir gehören, wenn die Schweiz aufgeteilt wird auf alle Einwohner und Einwohnerinnen?
 - d. Die Insel Java ist rund $126'700 \text{ km}^2$ gross und 130'000'000 Menschen leben auf ihr. Wie viele Einwohner und Einwohnerinnen mehr müsste die Schweiz haben, damit wir gleich viel Platz pro Person haben wie die Bewohner und Bewohnerinnen der Insel Java?
 10. Stelle die ausgerechneten Daten aus der Aufgabe 9 in einem Diagramm dar. Formuliere dazu Sätze und notiere diese auf einem A3-Blatt. Macht aus euren gesammelten Daten eine kleine Ausstellung im Schulhaus.

Aufgabe - Vom Weltrekord zu unserer Schulreise

1. Der Weltrekordmeister Usain Bolt sprintet die 100m in 9.58s.
 - a. Schätze wie weit du in dieser Zeit sprinten kannst.
 - b. Wie weit kommst du in dieser Zeit?
 - c. Vergleiche die Strecke, die du gesprungen bist und die Strecke die Usain Bolt gesprungen ist, in dem du die beiden Strecken abmisst. Was fällt dir dabei auf?
 - d. Stelle die Ergebnisse deiner Klasse in einem Diagramm dar.

2. „Könnte Usain Bolt sein Spitzentempo durchhalten, bräuchte er 44 Tage für einen Sprint um die Welt.“ (Guinness World Records 2015).
 - a. Wie viele Tage hättest du, um einmal um die Erde zu sprinten?
 - b. Wie viele Tage hätte eure Klasse im Durchschnitt?
 - c. Wie viele Schritte würdest du benötigen um einmal um die Erde zu sprinten?

3. Könnte Usain Bolt den folgenden Tieren entfliehen, wenn sie ihn verfolgen würden? Begründe deine Antwort in einer Doppelskala.
 - a. einem Nilpferd
 - b. einem Gepard
 - c. einem Strauss
 - d. deinem Lieblingstier

4. Schlägst du Usain Bolt, wenn du dein Fahrrad nimmst?
 - a. Schätze dein Resultat.
 - b. Fahre die Strecke mit deinem Fahrrad und stoppe deine Zeit.
 - c. Vergleiche die beiden Strecken, in dem du sie markierst.
 - d. Stelle die Ergebnisse deiner Klasse in einem Weg-Diagramm dar.
 - e. Schätze wie weit du in 56,303s kommst, wenn du stehend startest.
 - f. Wie weit kommst du wirklich? Vergleiche dich mit Christ Hoy.
 - g. Stelle die Ergebnisse deiner Klasse in einem Weg-Diagramm dar.
 - h. Kannst du Christ Hoy schlagen, wenn du weiter 100m weiter vorne und somit fliegend startest?
 - i. Welche Durchschnittsgeschwindigkeit erreicht deine Klasse?

5. Deine Klasse möchte gerne eine 3 tägige Schulreise mit dem Fahrrad machen. Dazu habt ihr euch für die Strecke von Wattwil über den Ricken nach Rapperswil entschieden. Zurück nehmt ihr den Zug.
 - a. Wie viele Kilometer müsst ihr an jedem Tag fahren?
 - b. Wie viele Stunden, Minuten und Sekunden müsst ihr am Tag fahren um das Ziel zu erreichen?

Aufgabe - Domino Day in unserem Klassenzimmer

1. Auf einer Strecke von 1m möchtest du eine Dominobahn aufstellen.
 - a. Wie weit dürfen die Steine maximal auseinanderstehen, damit sie immer noch umfallen? Schätze den Abstand zwischen den Steinen. Begründe dein erhaltenes Resultat mit einer Skizze.
 - b. Wie nahe dürfen die Steine zusammenstehen, damit alle Steine bis zum Ende umfallen? Schätze den Abstand zwischen den Steinen zu erst. Begründe am Ende dein erhaltenes Resultat mit einer Skizze.
2. Wie eng darf eine Kurve sein, damit alle Steine umfallen und die Dominobahn nicht unterbrochen wird?
 - a. Zeichne die Kurve, die funktionieren könnte, auf ein A4- oder A3- Blatt.
 - b. Funktioniert deine Kurve? Probiere aus.
 - c. Finde nun die engste Kurve. Warum ist die gefundene Kurve die engste Möglichkeit?
3. Nimm dir ein A3-Papier.
 - a. Welche Möglichkeiten findest du, um das Blatt mit einer funktionierenden Dominobahn zu füllen? Skizziere deine Varianten. Welchen Gegenständen oder Tieren gleichen sie?
 - b. Wie viele Dominosteine haben auf dem Blatt Platz, wenn du so viele wie möglich auf das Blatt stellen möchtest. Die Steine müssen umfallen können. Schätze deine Antwort und begründe sie. Wie viele Steine lagst du daneben?
4. Stelle eine Dominobahn mit zwei Klassenkameraden oder Klassenkameradinnen auf. Für die Bahn müsst ihr 100 Steine brauchen.
 - a. Skizziere deine Bahn auf ein A4-Blatt.
 - b. Sucht euch dann eine weitere Gruppe aus und veranstaltet ein Dominobahnwettrennen. Welche Gruppe gewinnt? Warum hat diese Gruppe gewonnen? Notiere eure Aussagen in deinem Heft.
5. Treppenwettbewerb
 - a. Nimm deine zwei Klassenkameraden oder Klassenkameradinnen.
 - b. Sucht euch gemeinsam eine gegnerische Mannschaft und wählt gemeinsam mit ihr die Treppe aus, die ihr dann über die ganze Länge einer Dominobahn eindeckt. Nun startet der Wettbewerb.
 - i. Welche Gruppe hat die Bahn schneller aufgestellt?
 - ii. Wer hat weniger Steine in die Bahn eingebaut?
 - iii. Welche Bahn ist schneller umgefallen?
 - c. Überlegt euch gemeinsam, warum die Bahn der Sieger/Siegerinnen zuerst umgefallen ist. Notiere eure Aussagen in dein Heft.

Aufgabe - Altpapier und Wasserverbrauch

1. Wie viel Altpapier produziert eure Klasse in einem Monat
2. Wie viel Altpapier produziert euer Schulhaus in einem Monat?
3. Wie viel Altpapier produziert eure Gemeinde in einem Monat?
4. Vergleicht euer berechnetes Ergebnis mit der Realität. Wie viele Kilogramm und Gramm liegt ihr daneben? Woran könnte es liegen, dass euer Resultat nicht genau stimmt?

Damit aus dem gesammelten Altpapier wieder beschreibbares Papier wird, wird viel Wasser benötigt um die Zeitungsschnipsel einzulegen.

5. Aber wie sieht eigentlich dein Wasserverbrauch am Morgen aus, bevor du in die Schule kommst?
 - a. Vergleiche dein Ergebnis mit den Ergebnissen deiner Klasse. Stelle dazu ein Diagramm her.
 - b. Vergleiche dein Ergebnis mit einem Durchschnittswert eines ein-Personen-Haushaltes in der Schweiz.
6. Wie viel Wasser verbrauchst du, wenn du dich duscht?
 - a. Vergleiche dein Ergebnis mit deinem wirklichen Ergebnis.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Bachelor-/Masterarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, nicht anderweitig ganz oder in Teilen als Abschlussarbeit vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemässe Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Respektierung von Urheberrechts- und Persönlichkeitsschutz

Ich bestätige hiermit, die Richtlinien zum Urheber- und Persönlichkeitsschutz an der PHSG (http://www.extranet.phsg.ch/Portaldata/1/Resources/verwaltung/rechtsdienst/dokumente/Urheberrechts-_und_Persoenlichkeitsschutz.pdf) gelesen zu haben. Die in meiner Bachelor-/Masterarbeit tangierten Urheber- und Persönlichkeitsrechte wurden wie folgt abgeklärt:

- ☒ Die Urheber- und Persönlichkeitsrechte wurden vollständig abgeklärt. Zitate sind ausgewiesen. Vollständige Bild- und Tondokumente wurden vollständig abgeklärt. Empirische Daten sind anonymisiert.
- ☐ Abklärungen bezüglich Urheber- und Persönlichkeitsrechten sind, soweit nötig, im Gange, aber noch nicht abgeschlossen. Informationen hierzu werden zu einem späteren Zeitpunkt an phiq@phsg.ch weitergeleitet. Sofern unten eine Zustimmung zur Veröffentlichung erteilt wird, kann diese erst erfolgen, wenn alle Rechte abgeklärt sind.
- ☐ Die Urheber- und Persönlichkeitsrechte konnten, wo dies nötig ist, nicht vollständig abgeklärt werden. (In diesem Fall kann unten keine Zustimmung zur Veröffentlichung erteilt werden.)

Zustimmung zur Veröffentlichung

- ☒ Hiermit erkläre ich mich einverstanden, dass meine Arbeit über das Repository der PHSG im Internet/Extranet zugänglich gemacht wird.
- ☐ Meine Arbeit darf über das Repository der PHSG im Internet/Extranet nicht zugänglich gemacht werden.

Ort, Datum: Abtwil, 12. Januar 2015

Unterschrift: R. Bürki