

# Masterarbeit

---

## Integrativer Mathematikunterricht auf der Oberstufe mittels selbstdifferenzierender Lernumgebungen

**Student:**

Daniel Senn  
Wallweg 4  
5210 Windisch

**Mentorin:**

Karin Zumbrunnen  
Holzmatt 7  
5200 Brugg

**Expertin:**

Dr. phil. Nicole Rihs  
Riedmattweg 22  
2554 Meisberg

**Abgabetermin:** Woche 25 / 2018

## **Abstract**

Diese Masterarbeit setzt sich als Einzelfallstudie im Rahmen von Aktionsforschung zum Ziel, durch den Einsatz selbstdifferenzierender mathematischer Lernumgebungen nach Sieglinde Waasmaiers Konzept „Mathematik in eigenen Worten“ (2013) in einer 3. Realklasse einen integrativen Mathematikunterricht zu erreichen, an dem alle Lernenden partizipieren und Lernfortschritte erzielen können. Dafür wurden 14 Lernumgebungen zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ entwickelt und während einer Zeitspanne von zehn Wochen mit der Klasse durchgeführt. Die Evaluation zeigt, dass mit dieser Methode ein kooperativer Unterricht am gleichen Gegenstand trotz unterschiedlichem Lernniveau möglich ist und alle Lernenden ihre fachlichen Kompetenzen erweitern konnten.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Situationsanalyse und Projektplanung.....</b>	<b>7</b>
2.1	Situationsanalyse .....	7
2.1.1	Schule.....	7
2.1.2	Heilpädagogisches Konzept.....	7
2.1.3	Klasse .....	8
2.1.4	Klassenlehrperson .....	9
2.1.5	Schulischer Heilpädagoge.....	9
2.1.6	Klassenzimmer .....	9
2.1.7	Lernende mit besonderem Förderbedarf .....	10
2.2	Begründete Themenwahl.....	12
2.3	Fragestellung .....	13
2.3.1	Hauptfragestellung.....	13
2.3.2	Nebenfragestellungen .....	13
2.4	Theoretische Grundlagen .....	13
2.4.1	Integrativer Unterricht.....	13
2.4.2	Differenzierender Unterricht.....	14
2.4.3	Offener Unterricht .....	16
2.4.4	Kooperatives Lernen.....	16
2.4.5	Aufgaben im Mathematikunterricht.....	17
2.4.6	Lernumgebungen .....	18
2.4.7	Sprache und Schriftlichkeit im Mathematikunterricht.....	19
2.4.8	Mathematik in eigenen Worten .....	22
2.5	Themenschwerpunkt .....	24
2.5.1	Sachanalyse.....	24
2.5.2	Didaktische Analyse.....	26
2.5.3	Struktur des Themas.....	27
2.6	Zielsysteme und Handlungsmodelle .....	28
2.6.1	Ziele für den Autor .....	28
2.6.2	Klassenziele .....	29
2.6.3	Ziele Fokuslernende.....	30
2.7	Methoden .....	32
2.7.1	Lernstandserfassung – Prätest und Posttest .....	32
2.7.2	Lernzielorientierte summative Lernkontrollen.....	32
2.7.3	Videoanalyse (Zeitstichprobenprotokoll) .....	33
2.7.4	Forschungstagebuch.....	34
2.7.5	Nicht-standardisierte/nicht-strukturierte qualitative Auswertung (Dokumentenanalyse) .....	34

<b>3</b>	<b>Durchführung.....</b>	<b>35</b>
3.1	Ablauf.....	35
3.2	Lernstandserfassung (Prätest).....	36
3.2.1	Aufbau.....	36
3.2.2	Durchführung .....	37
3.2.3	Auswertung .....	37
3.3	Erste Schreibanlässe .....	39
3.4	Lernumgebungen .....	40
3.4.1	Überblick Lernumgebungen .....	40
3.4.2	Zusammenfassender Überblick über die Durchführung der Lernumgebungen.....	48
3.4.3	Exemplarische Beispiele zur natürlichen Differenzierung und zur Sprachförderung .....	48
3.4.4	Lernjournal und Reflexion .....	51
3.5	Zusätzliche Fördermassnahmen .....	52
3.6	Summative Lernkontrollen.....	53
3.7	Durchführung Posttest.....	54
<b>4</b>	<b>Evaluation .....</b>	<b>56</b>
4.1	Methodenreflexion .....	56
4.1.1	Lernstandserfassung – Prätest und Posttest .....	56
4.1.2	Lernzielorientierte summative Lernkontrollen.....	56
4.1.3	Videoanalyse (Zeitstichprobenprotokoll) .....	57
4.1.4	Forschungstagebuch.....	59
4.1.5	Nicht-standardisierte/nicht-strukturierte qualitative Auswertung (Dokumentenanalyse) .....	59
4.2	Zielüberprüfung.....	60
4.2.1	Ebene Autor.....	60
4.2.2	Ebene Klasse.....	61
4.2.3	Ebene Fokuslernende .....	63
4.3	Beantwortung der Fragestellung .....	69
4.3.1	Beantwortung der Hauptfragestellung.....	69
4.3.2	Beantwortung der Nebenfragestellungen .....	70
4.4	Fazit .....	72
	<b>Verzeichnisse .....</b>	<b>73</b>
	Abbildungsverzeichnis .....	73
	Tabellenverzeichnis .....	74
	Abkürzungsverzeichnis.....	75
	Literaturverzeichnis .....	76
	<b>Anhang.....</b>	<b>78</b>

# 1 Einleitung

Kurz vor Beginn des Masterstudiengangs in Schulischer Heilpädagogik an der Interkantonalen Hochschule für Heilpädagogik (HfH) in Zürich im Jahr 2016 trat ich in Obersiggenthal erstmals eine Stelle als Schulischer Heilpädagoge in einer Regelklasse an. Am Anfang forderte mich insbesondere die Situation im Mathematikunterricht heraus: In der 2. Realklasse mit 19 Lernenden hatten sechs von ihnen individuelle Lernziele. Bis anhin versuchte die Lehrperson, die zuvor ein halbes Jahr ohne heilpädagogische Unterstützung hatte auskommen müssen, diese Lernenden nahe am Klassenstoff mitzuführen. Aufgrund des kleinen Klassenzimmers und der hohen Zahl an Lernenden, für die ich zuständig war, praktizierten wir vorerst eine separative Lösung: Aus den Klassenlerninhalten definierten wir Basislernziele für die sechs Lernenden. In den drei Mathematiklektionen, in denen ich anwesend war, gestaltete ich für sie separative Mathematiklektionen im SHP-Zimmer. Diese Separation empfanden die Lernenden in einer Rückmeldung als positiv, und auch ich schätzte das intensive, konzentrierte und zielgerichtete Arbeiten an passenden Inhalten in diesen Lektionen. Das Problem lag aber darin, dass sich die Lernenden in den verbleibenden zwei Lektionen wieder im Klassenzimmer befanden, wo der Unterricht aufgrund des langsameren Lerntempos während der Separation meist an einem anderen Ort weiterging und die Lernenden dann mit Überforderung und fehlender Unterstützung zu kämpfen hatten. Diese Situation empfand ich als sehr unbefriedigend, und so begleitete mich die Frage nach einer passenden Unterrichtsmethode im Umgang mit Heterogenität während meines ersten Studienjahrs intensiv.

Im Rahmen meines Praxisprojekts erprobte ich deshalb die Methode Planunterricht. Ausgehend von einer Lernstandserfassung erstellte ich zum Thema „Rationale Zahlen“ niveaudifferenzierte Arbeitspläne, anhand derer die Lernenden im eigenen Arbeitstempo passende mathematische Inhalte erlernen konnten. Mit dem selbstständigen Einteilen und Korrigieren der Aufgaben übernahmen sie zudem mehr Selbstverantwortung. Die Auswertung des Projekts zeigte, dass die Lernenden eine hohe Motivation und Selbststeuerung zeigten und insbesondere die Leistungsstärkeren unter ihnen im fachlichen Kompetenzerwerb von dieser Methode profitieren konnten. Leistungsschwächeren Lernenden diente diese Methode aber eher wenig: Sie erzielten kaum messbare Lernfortschritte. Da aufgrund der für sie grösseren Herausforderung plötzlich auch leistungsstärkere Lernende personelle Unterstützung durch Lehrperson und SHP benötigten, blieb weniger Zeit für die leistungsschwächeren Lernenden. Die Möglichkeit des individuellen Lerntempos führte mit der Zeit dazu, dass kooperatives Arbeiten aufgrund des unterschiedlichen Lernstands nur noch begrenzt möglich war und die meisten Lernenden alleine für sich arbeiteten, wodurch der Unterricht recht eintönig wurde und zu einem Abarbeiten der Planaufgaben verkam. Da die Planarbeit also nicht die erwünschte Wirkung erzielte, bzw. sich zu viele ungünstige Nebenwirkungen zeigten, war ich nach wie vor auf der Suche nach einer besseren Methode, mit den unterschiedlichen Voraussetzungen im Mathematikunterricht besser klarzukommen.

In dieser Masterarbeit, welche eine Weiterführung des Praxisprojekts darstellt, steht deshalb das Unterrichten mittels Lernumgebungen im Fokus. Fachlich reichhaltige Aufgabenfolgen sollen selbstdifferenzierend wirken und damit allen Lernenden ein passendes Lernangebot anbieten können. Mit der Arbeit am gemeinsamen Lerngegenstand soll zudem kooperatives Lernen trotz unterschiedlichem Niveau möglich bleiben. In Anlehnung an Sieglinde Waasmaier (2013) wird zudem der Sprache besondere Beachtung geschenkt: Die Lernenden werden vermehrt zum Sprechen und Schreiben angehalten, wodurch eine Vertiefung und Neustrukturierung des Lernstoffs erreicht werden soll, was einen nachhaltigen Kompetenzerwerb begünstigt.

Bezüglich des Forschungsdesigns dieser Masterarbeit handelt es sich um sogenannte Aktionsforschung: Lehrpersonen untersuchen dabei systematisch ihre berufliche Situation mit dem Ziel, diese zu verbessern (vgl. Altrichter & Posch, 2007). Da sich das Forschungsinteresse auf diese eine Klasse beschränkt, soll die Stichprobe im Sinne einer Einzelfallstudie lediglich diese

Lernenden umfassen. Durch die kleine Stichprobengrösse sind die Erkenntnisse dieser Masterarbeit in einem statistischen Sinne nicht repräsentativ und somit nicht ohne Weiteres generalisierbar. Jedoch kann aus einem sauber analysierten und dokumentierten Fall ebenso ein Erkenntnisgewinn entstehen, der zur Verbesserung der beruflichen Situation und zur Professionalisierung der beteiligten Personen beitragen kann (Roos & Leutwyler, 2011, S. 176). Die Masterarbeit ist so aufgebaut, dass in einem ersten Schritt die Ausgangslage analysiert und aufgrund theoretischer Grundlagen das Projekt geplant wird. In einem zweiten Teil wird die Durchführung dokumentiert und im dritten Teil die Ergebnisse evaluiert und diskutiert.

Aufgrund der kleinen Stichprobe werden aus Gründen des Datenschutzes die Lehrperson sowie die Lernenden in dieser Arbeit nicht namentlich erwähnt. Zur Anonymisierung werden die Lernenden mit einem dreistelligen Kürzel bezeichnet. Die erste Stelle unterscheidet zwischen Lernenden (L) und Fokuslernenden (F), welche in dieser Arbeit besondere Beachtung erhalten. Die zweite Stelle steht für das Geschlecht (m oder w). Die dritte Stelle nummeriert die Lernenden der bisher gleichen Einteilung. „Lw2“ steht beispielsweise für „Lernende weiblich Nr. 2“ oder „Fm1“ für „Fokuslernender männlich Nr. 1“.

An dieser Stelle möchte ich Karin Zumbrunnen für die kompetente Begleitung meines Praxisprojekts und meiner Masterarbeit, die konstruktiven Feedbacks und die vielen wertvollen Literaturtipps danken. Ein Dank gilt auch Beat Wälti und Werner Jundt, die mir das für diese Arbeit wichtige Würfelmodell bereitwillig, kostenlos und erst noch in rekordverdächtiger Zeit zur Verfügung gestellt haben. Danken möchte ich auch Max Senn für die professionelle Korrektur dieser Arbeit.

Windisch, 6. Februar 2018

Daniel Senn

## **2 Situationsanalyse und Projektplanung**

In diesem ersten Kapitel erfolgt aufbauend auf der Situationsanalyse und der theoretischen Grundlage die Begründung der Fragestellung und die Zieldefinition. Eine Sachanalyse und eine didaktische Analyse geben einen Einblick in das gewählte mathematische Thema. Das Kapitel schliesst mit einer Beschreibung der verwendeten Forschungsmethoden.

### **2.1 Situationsanalyse**

Die Unterrichtsrealität wird anhand des folgenden Überblicks über die Schulgemeinde, die Klasse, die Lehrperson, den Schulischen Heilpädagogen und die Lernenden mit besonderem Förderbedarf (Fokuslernende) besser greifbar.

#### **2.1.1 Schule**

Die Volksschule von Obersiggenthal wird von rund 1'000 Schülerinnen und Schülern der drei Ortsteile Nussbaumen, Kirchdorf und Rieden besucht. Als Agglomerationsgemeinde von Baden beherbergt Obersiggenthal Menschen unterschiedlicher sozio-ökonomischer Schichten und Nationalitäten, was sich auch bei den Lernenden in der Schule widerspiegelt. Mit vier Jahren erfolgt der Eintritt in einen der neun Kindergärten. Die Primarschule wird in leistungsheterogenen und integrativen Jahrgangsklassen geführt und umfasst pro Jahrgang vier bis fünf Parallelklassen. Zusätzlich existiert eine Einschulungsklasse, welche von einigen Kindern im Übergang zwischen Kindergarten und Primarschule besucht wird. Die Primarschule befindet sich an vier verschiedenen Standorten. Am Oberstufenzentrum Obersiggenthal werden rund 270 Lernende unterrichtet. Pro Klassenstufe werden zwei Bez-, zwei Sek- und eine Realklasse geführt. In der Schulgemeinde Obersiggenthal arbeiten rund 130 Personen, rund 100 davon sind Lehrer, die restlichen 30 Fachpersonen wie Lehrpersonen für Deutsch als Zweitsprache, Schulische Heilpädagogen, Logopädinnen, Schulsozialarbeiter, Assistenz-Lehrpersonen, etc. Die Gemeinde Obersiggenthal bietet ein vielfältiges Tagesstruktur-Angebot von Randstundenbetreuung über Mittagstisch bis zu Aufgabenhilfe.

Die Schulische Heilpädagogik ist auf der Oberstufe mit knapp 100 Stellenprozenten vertreten, von denen der Autor dieser Arbeit rund 50% abdeckt. Die Aufgaben der SHP ist die integrative Unterstützung einzelner Lernender im Unterricht sowie separative Settings bei verstärkten Massnahmen (VM). Der Schulleitung steht neben den durch den Schulpsychologischen Dienst (SPD) bewilligten Förderressourcen ein Pool an frei einsetzbaren Soziallektionen zur Verfügung. Bei Bedarf können diese sehr schnell für niederschwellige Fördermassnahmen eingesetzt werden.

#### **2.1.2 Heilpädagogisches Konzept**

Das „Umsetzungskonzept für die SHP“ regelt die Aufgabenverteilung und die Zusammenarbeit zwischen Lehrpersonen, Schulischer Heilpädagogen und weiteren Fachpersonen und trägt damit zu einer klareren Rollenklärung bei. Beim Unterrichten lässt das Konzept den involvierten Pädagogen viele Freiheiten: Neben gemeinsamem integrativen Unterricht im Teamteaching sind je nach Situation auch das separative Unterrichten in Klein- oder Fördergruppen oder sogar Einzelsettings möglich.

### 2.1.3 Klasse

Im Laufe ihrer Oberstufenzeit ist die jetzige 3. Realklasse von 19 auf zwölf Lernende geschrumpft, dies aufgrund von Wegzügen sowie Schul- und Stufenwechseln. Von den anfänglich sechs Lernenden mit individuellen Lernzielen sind dadurch und dank der Aufhebung des IL-Status einzelner Lernender noch zwei Lernende übriggeblieben, welche in Deutsch und Mathematik individuelle Lernziele haben. Trotzdem besteht in dieser Klasse auch weiterhin eine grosse Heterogenität bezüglich Leistungsniveau sowie Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz. Neun der zwölf Lernenden sind Mädchen, drei davon Knaben. Acht Lernende haben einen Migrationshintergrund und eine andere Erstsprache als Deutsch. Die folgende Tabelle zeigt eine Einschätzung der Aktivitäten sowie der Partizipation der einzelnen Lernenden.

**Tabelle 1**

*Einschätzung der Aktivitäten und der Partizipation der einzelnen Lernenden (eigene Darstellung)*

Lernende	Geschlecht	Erstsprache Deutsch	Allgemeines Lernen	Mathematisches Lernen	Spracherwerb und Begriffsbildung	Lesen und Schreiben	Umgang mit Anforderungen	Kommunikation	Bewegung und Mobilität	Für sich selber sorgen	Umgang mit Menschen	Freizeit, Erholung und Gemeinschaft
Lw1	w		+	-	-	+	+	+	+	+	++	+
Lw2	w		++	++	+	++	++	++	+	+	+	+
Lw3	w		++	+	+	++	+	++	+	+	+	+
Lw4	w	x	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Lw5	w		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lw6	w	x	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+
Lm1	m		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Lm2	m	x	+	+	+	+	+	+	+	++	++	+
Fw1	w		--	--	-	--	-	-	+	+	-	+
Fw2	w	x	+	-	+	+	+	+	+	++	++	+
Fw3	w		-	--	-	+	+	+	+	+	+	+
Fm1	m		-	--	-	-	-	-	+	+	-	+

++ Stärke, + eher Stärke, - eher Schwäche, -- Schwäche ■ Fokuslernende



#### **2.1.4 Klassenlehrperson**

Die Klassenlehrperson der 3. Real (im weiteren Verlauf als „L“ bezeichnet) ist eine erfahrene Lehrerin, welche im Laufe ihrer Karriere sowohl in der Unter- und Mittel- als auch in der Oberstufe unterrichtet hat. Sie kommt bei den Jugendlichen gut an und die Klassenführung gelingt ihr sehr gut. Sie deckt viele Fächer selber ab und arbeitet somit zu einem Grossteil ihres Pensums in dieser Klasse. Sie unterrichtet die Klasse in Deutsch, Mathematik, Realien, Französisch, Musik und Zeichnen. Englisch, Chemie, Sport sowie Wahlpflicht- und Wahlfächer wie Hauswirtschaft, Werken und textiles Werken werden von Fachlehrpersonen unterrichtet. Ls Steckenpferd sind insbesondere die sprachlichen Fächer und Musik, wo sie über hohe Fachkompetenz verfügt. Die Zusammenarbeit zwischen SHP und Klassenlehrperson verläuft sehr positiv, da L sehr offen für Ideen zur Unterrichtsgestaltung und -entwicklung ist und dem SHP dadurch viele Freiräume gewährt. Diese Spontaneität ist auch bei der Unterrichtsvorbereitung zu spüren: L plant relativ kurzfristig und stellt ihren Unterricht nach Bedarf spontan um, was dem SHP die Vorbereitung auf die Inhalte und Methoden sowie die unterrichtliche Anpassung des Settings für die Lernenden mit IL manchmal erschwert.

#### **2.1.5 Schulischer Heilpädagoge**

Der Schulische Heilpädagoge und Autor dieser Arbeit schloss 2012 sein Studium an der Pädagogischen Hochschule St. Gallen mit einem Master of Science in Secondary Education ab, arbeitete danach ein Jahr als Fachlehrer und drei Jahre in einem Förderzentrum, wo er separat mit einzelnen Lernenden an Unterrichtsinhalten der Kernfächer arbeitete. Aufgrund seiner Ausbildung hat er eine Affinität zu mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern. Mit einer Weiterbildung in Deutsch als Zweitsprache erwarb sich der SHP theoretische und methodisch-didaktische Kompetenzen, welche zu einem grossen Teil 1:1 im Deutschunterricht für leistungsschwächere Kinder zum Tragen kommen. Seit 2016 besucht der SHP berufsbegleitend die Hochschule für Heilpädagogik (HfH) in Zürich.

#### **2.1.6 Klassenzimmer**

Dank der Verringerung der Klassengrösse hat sich die Platzsituation und auch der Lärmpegel im eher kleinen Schulzimmer wesentlich entspannt. Die Lernenden sitzen nun an drei Gruppentischen, was die Arbeit in Partner- und Gruppenarbeiten begünstigt. Die Beleuchtung durch die Deckenleuchten ist nicht an allen Plätzen ideal. Ein grösserer Gruppenraum steht nicht zur Verfügung. Ausserhalb des Schulzimmers ist aber die Arbeit im Gang oder in einem kleinen Nebenraum möglich. Das Schulzimmer ist mit einer Wandtafel, einem Hellraumprojektor und einem Beamer ausgestattet. Die fix installierte IT-Infrastruktur (Computer und Laptops) ist relativ veraltet. Neuere Geräte (Laptops und iPads) können bei Bedarf aber ausgeliehen oder der Unterricht in den Computerraum verlegt werden.

### 2.1.7 Lernende mit besonderem Förderbedarf

Neben der Beobachtung der ganzen Klasse soll der Fokus dieses Projekts auf vier Lernende mit besonderem Förderbedarf gelegt sein. Folgende Kurzbeschreibungen der Aktivitäten/Partizipation (nach SSG) sollen einen Überblick über die für den Unterricht relevantesten Stärken und Schwächen geben. Eine ausführlichere ICF-Analyse ist im Anhang 1 zu finden.

#### Fm1

Fm1 ist ein 16-jähriger Junge. Er ist in der Schweiz geboren, lernte aber erst in der Schule Deutsch.

*Allgemeines Lernen:* Für den Kompetenzerwerb braucht Fm1 generell mehr Zeit als andere Lernende.

*Umgang mit Anforderungen:* Im Unterricht ist Fm1 grundsätzlich motiviert und bei der Sache. Es ist ihm dort wichtig, seine Aufgaben und Aufträge korrekt zu lösen. Die Hausaufgaben und das Üben auf Prüfungen zu Hause erledigt er auch aufgrund fehlender Motivation und Strukturen und trotz diversen Anstrengungen seitens der Schule weiterhin mangelhaft.

*Umgang mit Menschen:* Ein Förderbedarf liegt bei Fm1 auch in der Kooperation mit seinen Mitschülerinnen und Mitschülern: Er arbeitet am liebsten alleine und auch in Partner- oder Gruppenarbeit fällt ihm das Sich-Einlassen auf andere oft schwer. Allerdings konnte er im letzten Jahr in diesem Bereich Fortschritte erzielen.

*Mathematisches Lernen:* Die Durchführung des standardisierten Tests BasisMath4-8 ergab, dass Fm1 beim Beherrschen des mathematischen Basisstoffs (1. bis 4. Klasse) z.T. grössere Lücken aufweist. Komplexe und abstrakte mathematische Themen sowie mehrschrittige Aufgaben bereiten ihm Mühe. Besser liegen ihm anschauliche, bspw. geometrische Themen und Aufgaben.

*Lesen und Schreiben:* In Deutsch verfügt Fm1 über eine mehrheitlich korrekte Rechtschreibung. Defizite zeigen sich beim Lesen u.a. im Textverständnis.

Für Fm1 sind im Moment also vor allem die vier Bereiche „Umgang mit Anforderungen“, „Umgang mit Menschen“, „Mathematisches Lernen“ und „Lesen und Schreiben“ wichtige Fördergebiete. Neben dem Erwerb allgemeiner Lernstrategien und der Förderung der Unterstützung der Eltern bei den Aufgaben zu Hause ist eine bewusste Integration von Fm1 in kooperative Prozesse notwendig. Im Mathematikunterricht ist eine verstärkte Anschaulichkeit durch Miteinbezug der enaktiven und ikonischen Repräsentationsebenen und die Berücksichtigung seiner sprachlichen Voraussetzungen angebracht.

#### Fw1

Fw1 ist ein 16-jähriges Mädchen, welches erst seit knapp drei Jahren in der Schweiz lebt.

*Allgemeines Lernen:* Grosse Lücken im Schulstoff der Unter- und Mittelstufe und ein langsamer Kompetenzerwerb führen dazu, dass Fw1 in den meisten Fächern oft nicht dem Klassenstoff folgen kann.

*Spracherwerb und Begriffsbildung:* In Deutsch konnte Fw1 in den vergangenen Jahren grosse Fortschritte erzielen und verfügt über einen überraschend grossen Wortschatz. Trotzdem führen ihre im Vergleich zur Klasse nach wie vor geringen Deutschkenntnisse zu einer ungünstigen Lernvoraussetzung in sämtlichen Fächern.

*Umgang mit Anforderungen:* Mit der oftmaligen Überforderung im Unterricht kann Fw1 dank grosser Motivation und hoher Frustrationstoleranz gut umgehen. Sie ist sehr hartnäckig und bleibt auch an schwierigen Aufgaben dran.

*Mathematisches Lernen:* In Mathematik zeigen sich grosse stoffliche Defizite (momentaner Lernstand: 2. Primar-Klasse) was ihre Integration in den Mathematikunterricht oftmals erheblich erschwert.

Für Fw1 besteht also in mehreren Bereichen ein grosser Förderbedarf. Da ein Aufarbeiten aller Defizite zeitlich nicht möglich ist, muss ein Fokus auf die Förderung grundlegender Fähigkeiten gelegt werden. Dies kann in den zwei separativen Förderlektionen sowie integrativ mit geschickten Lernzielanpassungen erfolgen, so dass die Partizipation in der Klasse und die Kooperation mit anderen Lernenden nicht zu kurz kommen. Dafür steht ihr mit SHP, DaZ-Lehrerin und Klassenassistentin mit insgesamt acht Lektionen ein grosses Unterstützungsangebot zu.

## **Fw2**

Fw2 ist ein 15-jähriges Mädchen aus einer Schweizer Familie.

*Allgemeines Lernen:* Fw2 hat in den meisten Fächern keine Probleme dem Unterricht zu folgen.

*Umgang mit Menschen:* Sie ist sehr sozial und nimmt deshalb im Sozialgefüge der Klasse eine wichtige Rolle ein.

*Umgang mit Anforderungen:* Sie verfügt auch über eine gute Selbstkompetenz und kann ihr Arbeiten und Lernen gut selber organisieren.

*Mathematisches Lernen:* Bei Fw2 wurde ein ADHS und eine unterdurchschnittliche auditive Differenzierungs- und Merkfähigkeit diagnostiziert, die sich v.a. in Mathematik bemerkbar machen: Selbst verständnisorientiert und vertieft erlernte Inhalte können zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr zuverlässig abgerufen werden, was den nachhaltigen Kompetenzerwerb beeinträchtigt. Im Unterricht zeigt sie zudem bei mehrschrittigen Aufgaben, bei denen der Lösungsweg nicht direkt ersichtlich ist, Schwierigkeiten.

*Lesen und Schreiben:* Sprachlich kann sich Fw2 sehr gut ausdrücken und verfügt als Vielleserin über einen überdurchschnittlichen Wortschatz. In Deutsch zeigen sich einzig in der Rechtschreibung Defizite. Auch hier scheint die mangelnde Merkfähigkeit eine Rolle zu spielen.

Fw2s Förderbedarf liegt insbesondere im mathematischen Lernen. Hier ist zu prüfen, ob die hohe sprachliche Kompetenz für einen nachhaltigeren Wissenserwerb in Mathematik durch verstärkte sprachliche Komponenten einen positiven Einfluss haben könnte.

## **Fw3**

Fw3 ist ein 15-jähriges Mädchen, welches in der Schweiz geboren wurde und Deutsch erst als Zweitsprache erlernte.

*Umgang mit Anforderungen:* In der Schule ist Fw3 sehr motiviert und fleissig, was sich in ihrer Leistung positiv niederschlägt. Der Umgang mit Anforderungen gelingt ihr gut.

*Allgemeines Lernen:* Kognitiv anspruchsvollere Inhalte fallen ihr in allen Fächern eher schwer. Bei mehrschrittigen, komplexen und abstrakten Gedankengängen zeigt Fw3 grosse Mühe.

*Mathematisches Lernen:* In Mathematik weist Fw3 teilweise Lücken im Basisstoff auf. Trotzdem konnten im vergangenen Jahr dank genügender Leistungen die individuellen Lernziele in diesem Fach aufgehoben werden. Die Unterstützung mittels Nachhilfe soll diesen positiven Trend unterstützen.

*Umgang mit Menschen:* In der Klasse ist Fw3 gut integriert. Der Umgang mit Menschen fällt ihr leicht. Je nach Banknachbarin kann sich Fw3 mehr oder weniger gut auf den Unterricht konzentrieren.

Fw3s Förderbedarf liegt zu einem grossen Teil im mathematischen Lernen. Der Miteinbezug stofflicher Grundlagen in den Unterricht sowie eine erhöhte Anschaulichkeit können Fw3 beim Kompetenzerwerb helfen. Dabei ist eine geeignete Kooperation mit anderen Lernenden im Auge zu behalten.

## 2.2 Begründete Themenwahl

Die fachliche Einbettung dieser Arbeit im Mathematikunterricht macht aufgrund der Situationsanalyse aus drei Gründen Sinn: Erstens verfügt der SHP aufgrund seiner Ausbildung über eine hohe mathematische Unterrichtskompetenz. Im Gegensatz zu anderen Fächern wie Deutsch oder im sozialen Bereich, wo die Klassenlehrperson bereits auf hohem Niveau unterrichtet und Selbst- und Sozialkompetenz fördert, können in Mathematik weitere Impulse zur Unterrichtsentwicklung von grossem Nutzen sein. Zweitens besteht bei vielen Lernenden genau in diesem Fach ein grosser Förderbedarf. Als weiterer Grund für die Festlegung auf den Mathematikunterricht kann der herausfordernde Umgang mit Heterogenität in diesem Schulfach gelten: Im Gegensatz zu Sprachen oder naturwissenschaftlichen Fächern, wo die Unterrichtsinhalte meist leichter den verschiedenen Lernniveaus angepasst werden können, ist in der Mathematik, wo der Lernstoff kontinuierlich auf früheren Inhalten aufbaut, insbesondere im Unterricht der Oberstufe, ein Arbeiten am selben Thema, aber auf unterschiedlichem Niveau, naturgemäss schwieriger zu gestalten (vgl. Walt, Peter & Lienhard, 2017, S. 7). Dieser Umstand führt dazu, dass Lernende mit geringerer mathematischer Kompetenz in diesen Lektionen entweder separativ beschult werden und so nicht am Geschehen in der Klasse partizipieren können oder aber die Passung zwischen Lernstoff und Leistungsniveau für sie nicht stimmt, sie permanent überfordert sind, aufgrund des fehlenden Verständnisses lediglich rezepthafte Vorgehensweisen memorieren und so keinen echten Kompetenzerwerb erzielen können. Mit diesen drei Punkten ist die heilpädagogische Relevanz dieser Arbeit gegeben.

Der Einsatz eines Arbeitsplans kann zwar, wie im Praxisprojekt des Autors ersichtlich, eine bessere Passung von Lernstoff und Leistungsniveau der Lernenden gewährleisten. Jedoch stellen die negativen Auswirkungen dieser Methode, wie verminderte Kooperation der Lernenden untereinander sowie weniger Unterstützungsmöglichkeiten für leistungsschwächere Lernende durch Lehrperson, SHP oder Klassenassistenz den Anspruch an einen guten Mathematikunterricht nicht zufrieden. Weiterhin wird also nach einer Unterrichtsmethode gesucht, welche der Tatsache Rechnung trägt, dass nicht „alle Schülerinnen und Schüler zur gleichen Zeit mit der gleichen Methode die gleichen Ziele erreichen“ (Lienhard, 2015, S. 55) können. Die Unterrichtsmethode soll kooperatives Lernen fördern und ermöglichen, so dass alle Lernenden unabhängig von ihrem Leistungsniveau in einem gemeinschaftlichen und integrativen Unterricht in Mathematik Fortschritte erzielen können.

Eine mögliche Methode, die diesen Ansprüchen zu genügen scheint, stellt das Unterrichten mit Lernumgebungen dar, welche auf selbstdifferenzierenden Aufgaben aufbauen. Der verstärkte Einsatz sprachlicher Komponenten und die Fokussierung auf sprachliche Lernziele, wie ihn Sieglinde Waasmaier (2013) empfiehlt, kommt dabei den acht Lernenden mit einer anderen Erstsprache sowie den Lernenden mit bisher mehrheitlich nur kurzfristigen Lernerfolgen sicher zugute.

## 2.3 Fragestellung

Aus den vorherigen Kapitel abgeleitet ergeben sich folgende Fragestellungen, die im Rahmen dieser Arbeit beantwortet werden sollen.

### 2.3.1 Hauptfragestellung

Wie können mathematische Lernumgebungen im Unterricht eingesetzt werden, so dass alle Lernenden auf ihrem Lernniveau Fortschritte erzielen können?

### 2.3.2 Nebenfragestellungen

1. Unter welchen Bedingungen gelingt kooperatives Lernen am gleichen Lerngegenstand trotz unterschiedlichem Lernniveau?
2. Welche zusätzlichen Massnahmen unterstützen die Lernzielerreichung bei leistungsschwächeren Lernenden?
3. Wo liegen die Grenzen der Methode der mathematischen Lernumgebungen?

## 2.4 Theoretische Grundlagen

Die folgende Zusammenfassung theoretischer Grundlagen lässt sich thematisch in vier Teile gliedern. Zu Beginn kommen die Integration, der Umgang damit im Unterricht und das kooperative Lernen quasi als Beschreibung von Weg und Ziel integrativen Unterrichts zur Sprache. Der zweite Teil widmet sich der Funktion und der Bedeutung von Aufgaben im Mathematikunterricht sowie den Lernumgebungen als erweiterte Aufgaben. Im weiteren Verlauf wird auf die Bedeutung der Sprache und die Sprachförderung im Mathematikunterricht eingegangen. Das letzte und alle drei vorherigen Teile vereinende Unterkapitel stellt Waasmaiers (2013) Konzept „Mathematik in eigener Sprache“ vor.

### 2.4.1 Integrativer Unterricht

Spätestens seit der Internationalen Konferenz von Salamanca 1994 ist die „vollständige gesellschaftliche Teilhabe aller Menschen“ (Heimlich, 2016, S. 70) erklärtes Ziel der Regierungen von 80 Ländern und die *Partizipation aller Kinder am Unterricht der Regelklasse* Aufgabe der jeweiligen Bildungssysteme. Heimlich (2016) zeigt in seinem Artikel die positiven Effekte eines gemeinsamen Unterrichts für Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten auf. In zahlreichen Studien konnte eine tendenzielle Überlegenheit von integrativen gegenüber separativen Formen in Bezug auf die Schulleistungsentwicklung von Kindern mit besonderem Förderbedarf beobachtet werden. Aber auch die nicht benachteiligten Lernenden können in ihrer Leistungsentwicklung vom gemeinsamen Unterricht profitieren. Einzig beim Selbstkonzept zeigten sich negative Auswirkungen für Kinder mit besonderem Förderbedarf, da für sie der Vergleich mit der leistungsstärkeren Bezugsgruppe in integrativen Klassen ungünstiger ausfällt.

## Inklusion

Inklusiver Unterricht verzichtet nach Heimlich (S. 77) im Gegensatz zum integrativen Unterricht auf Kategorisierungen der Lernenden (wie z.B. „Lernender mit/ohne speziellem Förderbedarf“). Der inklusiven „Schule für alle“ fehlen bis anhin aber noch konkrete methodische und didaktische Umsetzungsmöglichkeiten. Der Begriff Inklusion steht somit als Ziel, der Weg dorthin heisst Integration (Lienhard, 2015, S. 17).

Um Integration überhaupt möglich zu machen, bedarf es Unterrichtsmethoden, welche auf die unterschiedlichen und individuellen Leistungsmöglichkeiten und Bedürfnisse der Lernenden eingehen können. Diese Methoden können unter dem Begriff Differenzierungsmassnahmen zusammengefasst werden.

### 2.4.2 Differenzierender Unterricht

Differenzierung umfasst nach Leuders & Prediger (2016) „alle *Strategien, auf die Unterschiedlichkeit von Schülerinnen und Schülern einzugehen* [Hervorhebung d. Verf.]“ (S. 8). Alle diese Strategien können entweder äusseren oder inneren Differenzierungsformen zugeordnet werden.

#### Äussere und innere Differenzierung

*Äussere Differenzierung* bezieht sich auf organisatorische Massnahmen zur Reduktion von Heterogenität und damit zur *Bildung möglichst homogener Lerngruppen*, wie beispielsweise durch Jahrgangs- und Niveaunklassen oder Fördergruppen. Die Zuteilung erfolgt dabei nach bestimmten Kriterien, welche aber oft nicht eindeutig sind, so dass zahlreiche Lernende mit vergleichbaren Leistungen in unterschiedliche Lerngruppen eingeteilt werden. *Innere Differenzierung*, die auch als *Binnendifferenzierung* bezeichnet wird, umfasst *Methoden zur Differenzierung innerhalb einer gemeinsam unterrichteten Klasse*. Sie sind didaktische und methodische Massnahmen mit dem Ziel, den unterschiedlichen Bedürfnissen der Lernenden gerecht zu werden (Walt, 2014, S. 9f.; Leuders & Prediger, 2016, S. 8f.). Walt definiert folgende sieben Aspekte der Binnendifferenzierung:

1. Differenzierung der Aufgabenschwierigkeit
2. Differenzierung des Übungspensums
3. Differenzierung des Lerntempos
4. Differenzierung der Lernwege
5. individuelle Hilfestellungen und Fehleranalyse
6. verschiedene Bezugsnormen
7. differenzierte Rückmeldungen

(Walt, 2014, S. 16)

#### Individualisierung

Walt zitiert in ihrem Werk (2014) verschiedene Definitionen unterschiedlicher Autoren, deren Gemeinsamkeit darin liegt, „dass Individualisierung im Unterricht zum Ziel hat, *die individuellen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen* [Hervorhebung d. Verf.]“ (S. 11). Eine sogenannte *Passung* des Unterrichts liegt dann vor, wenn der Unterricht die Heterogenität der Lerngruppe, die individuellen Voraussetzungen der Lernenden, ihr Vorwissen, ihre Interessen und Lernwege ernst nimmt und die Lernenden zu einer optimalen Ausschöpfung ihrer Lernpotenziale motiviert. Lienhard (2015, S. 55) betont die aus der Individualisierung resultierende Gefahr des Wegfallens gemeinsamer kooperativer Lernmöglichkeiten, welche je nach Art der gewählten Differenzierungsmethode mehr oder weniger im Auge behalten werden muss.

## Differenzieren im Mathematikunterricht

Für eine lernwirksame Differenzierung im Mathematikunterricht sind folgende drei Qualitätskriterien massgebend: Adaptivität, Verstehensorientierung und kognitive Aktivierung. Das erste Kriterium verlangt eine bestmögliche Passung der Lernangebote mit den Lernständen und -bedürfnissen der Lernenden. Verstehensorientierung als zweites Kriterium fordert einen Unterricht, der genügend Gelegenheit zum inhaltlichen und grundlegenden Verstehen gibt und nicht nur dazu führt, dass oberflächlich und rezepthaft Formeln und Rechenwege angewandt werden. Das dritte Kriterium der kognitiven Aktivierung prüft die aktive Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt und damit verbunden die Berücksichtigung prozessbezogener Kompetenzen, welche als Indikator für kognitive Aktivierung gelten (Leuders & Prediger, 2016, S. 10f.).

Die Differenzierungsmethoden für den Mathematikunterricht, die diesen drei Kriterien genügen, sind zahlreich. Der eine Königsweg ist unter ihnen nicht zu finden. Je nach Rahmenbedingungen und Unterrichtsphase kann eine andere Methode zielführender sein (ebd.).

## Selbstdifferenzierung

Selbstdifferenzierung oder natürliche Differenzierung ist eine *Differenzierungsmethode, welche auch in besonders heterogenen Lerngruppen kooperatives Lernen ermöglicht*. Krauthausen & Scherer (2007, S. 226) konstatieren, dass viele Organisationsformen eines offenen Unterrichts dazu führen, dass Lernende zwar in eigenem Tempo an unterschiedlichen Inhalten arbeiten, die angebotenen Aufgaben aber meist sehr kleinschrittig und direktiv und damit alles andere als offen sind. Damit wird die Lehrerzentrierung, welche eigentlich vermieden werden wollte, ins Aufgabenmaterial verlegt. Ähnlich wie Lienhard (2015, S. 55) sehen sie im individuellen Bearbeiten des Lernstoffs zudem die Gefahr einer Vernachlässigung des kooperativen Lernens.

Im Gegensatz dazu führt ein selbstdifferenzierender Ansatz zu einem gemeinsamen Arbeiten am gleichen Lerngegenstand auf verschiedenen Anspruchsniveaus. Den Lernenden wird also der gleiche Arbeitsauftrag erteilt, der ihnen aber Wahlmöglichkeiten bietet. Die konstituierenden Merkmale eines selbstdifferenzierenden Unterrichts sind nach Krauthausen & Scherer (2007, S. 228f.) folgende:

- Alle Kinder erhalten das gleiche Lernangebot.
- Im Sinne der Ganzheitlichkeit ist eine gewisse Komplexität des Angebots notwendig.
- Ganzheitliche Kontexte enthalten naturgemäss Fragestellungen unterschiedlichen Niveaus. Die Wahl des Niveaus wird nicht von der Lehrperson, sondern vom Kind getroffen.
- Die Lernenden treffen auch selber die Wahl der Lösungswege, Hilfsmittel und Darstellungsweisen.
- Durch die verschiedenen Zugangs- und Vorgehensweisen wird soziales Mit- und Voneinanderlernen auf natürliche Art und Weise gefördert. Heterogenität kann in diesem Sinne den Unterricht bereichern.

Selbstdifferenzierung bietet also neben der Möglichkeit zum kooperativen Lernen gegenüber anderen Differenzierungsformen drei weitere gewichtige Vorteile: Der Unterricht orientiert sich an den Bedürfnissen und am Vorwissen von Lernenden und führt somit zu einer guten Passung. Die ganzheitlichen Kontexte und die vielfältigen Schülertätigkeiten erfüllen zentrale fachdidaktische Forderungen an den Mathematikunterricht. Und zu guter Letzt stellen selbstdifferenzierende Sequenzen für die Lehrperson eine ausgesprochen ökonomische Art und Weise der Unterrichtsplanung und -durchführung dar (Krauthausen & Scherer, 2007, S. 233).

### 2.4.3 Offener Unterricht

Das Unterrichtskonzept des offenen Unterrichts wurde in den 1970er Jahren als Sammelbezeichnung verschiedener Reformansätze als Alternative zum Frontalunterricht entwickelt. Es enthält im Gegensatz zu diesem Elemente von Schülerautonomie und Selbstbestimmung und fördert Selbständigkeit, Eigeninitiative, Verantwortung, Kritikfähigkeit, Kreativität und unkonventionelles Denken (Reiss & Werner, 2016, S. 112ff.). Methodisch umfasst offener Unterricht beispielsweise Projektunterricht, Werkstattunterricht oder Wochenplanunterricht – allesamt flexible Lernorganisationsformen ohne viele Frontalphasen.

Das Unterrichtskonzept des offenen Unterrichts eignet sich gemäss Heimlich (2016, S. 72) von seiner Struktur her „besonders gut, die vielfältigen Aufgaben einer individuellen Förderung in der heterogenen Lerngruppe zu bewältigen“ (ebd.).

Kinder mit Lernschwierigkeiten können aber gemäss Reiss & Werner (2016) von den Vorzügen offenen Unterrichts nicht automatisch profitieren (S. 116). Offene Unterrichtsformen setzen in höherem Masse ein Repertoire an Lern- und Arbeitsstrategien voraus, welches bei Lernenden mit besonderem Förderbedarf oft unterdurchschnittlich entwickelt ist. Für sie bedarf es aber keines anderen Konzepts, sondern einer Modifikation desselben mit gezielten „Hilfen zur Steigerung ihrer Arbeitsintensität sowie klar strukturierter ... Lernprogramme“ (ebd.).

Unter Berücksichtigung einer möglichst optimalen Passung zwischen Unterricht und Voraussetzungen der Lernenden muss die Fähigkeit zum selbständigen Lernen berücksichtigt werden. Als Maxime soll gelten: „Nur so viel Instruktion [, Hilfen und Unterstützung, Anm. d. Verf.] zum Lernen wie *nötig*, aber so viel Selbständigkeit wie *möglich*.“ (Reiss & Werner, 2016, S. 120).

### 2.4.4 Kooperatives Lernen

Souvignier (2016, S. 138) spricht von kooperativem Lernen, *wenn sich die Schülerinnen und Schüler „beim Wissenserwerb gegenseitig unterstützen [Hervorhebung d. Verf.]“* (ebd.). Aus lernpsychologischer Sicht erweist sich das gemeinsame Lernen von Gleichaltrigen sowohl aus motivationalen als auch kognitiven Gründen als sehr effektiv, wie Mietzel (2003, S. 104f.) mit Verweis auf die Forschung zahlreicher weiterer Autoren deutlich macht.

Zum Erwerb und zur Konsolidierung von Wissen ist der Mensch aus konstruktivistischer Sicht auf sozialen Austausch angewiesen. Sich mit einer anderen Person über einen Lerngegenstand auszutauschen bedeutet eine Reflexion und Vertiefung desselben. So wird erst „durch den sozialen Prozess gemeinsamer unterrichtlicher Interaktion und Kommunikation ... Wissen erzeugt, das sich der Einzelne dann aneignen kann“ (Krauthausen & Scherer, 2007, S. 164).

Neben diesem integrativen Bestandteil bei der Generierung von Wissen hat kooperatives Lernen auch gesellschaftspolitische Relevanz. Der schulische Auftrag umfasst neben Fach- und Selbstkompetenz auch die Förderung der Sozialkompetenz im Hinblick eines Lernenden auf die Integration in eine demokratische Gesellschaft, wo die Übernahme von Verantwortung und die Fähigkeit zur Kooperation grosse Bedeutung haben. Weiter stärkt kooperatives Lernen durch Möglichkeiten der Diskussion und Argumentation das Selbstbewusstsein (Krauthausen & Scherer, 2007, 165f.).

Nach Brüning & Saum (2017) hat sich als Grundprinzip des kooperativen Lernens der „Denken-Austauschen-Vorstellen“-Dreischritt (englisch: think-pair-share) bewährt: Auf eine kurze Phase der Einzelarbeit, die der Schüleraktivierung dient, folgt ein Austausch zu zweit oder in der Gruppe. Den Abschluss bildet eine Präsentation der Ergebnisse im Plenum.



Studien weisen beim kooperativen Lernen sowohl eine hohe Lernwirksamkeit als auch eine Förderung sozialer Kompetenzen und einen Anstieg der Lernmotivation nach (Souvignier, 2016, S. 138). Ein Wechsel von einem frontalen Unterricht zu einer offenen Unterrichtsform schafft nach Brüning & Saum (2009, S. 118f.) automatisch Möglichkeiten zum kooperativen Lernen.

Für Lernende mit besonderem Förderbedarf stellt das kooperative Lernen aber auch eine grosse Herausforderung dar, sind doch die zum kooperativen Lernen erforderlichen sozialen Kompetenzen (Zuhören, Kompromissfähigkeit, Geduld, Perspektivenwechsel, etc.) Lernziel und Defizit zugleich. Schülerinnen und Schüler mit Lernschwierigkeiten sind deshalb auf eine gute Strukturierung der Gruppenarbeit und gezielte Unterstützungsmassnahmen angewiesen. So profitieren diese Kinder in hohem Masse davon, mit leistungsstärkeren Mitschülerinnen und Mitschülern zusammenarbeiten zu können. In Zusammenarbeit mit ähnlich leistungsschwachen Lernenden fällt der Lernzuwachs bescheiden aus (Souvignier, 2016, S. 142).

#### **2.4.5 Aufgaben im Mathematikunterricht**

Aufgaben bilden das Rückgrat jeden Mathematikunterrichts und sind in unterschiedlicher Funktion (Erkunden, Sichern, Üben, Vernetzen, etc.) in den verschiedenen Phasen des Unterrichts einsetzbar. Für den differenzierenden Mathematikunterricht gelten nach Büchter & Leuders (2014, S. 9ff.) folgende drei Qualitätsaspekte: Die *Verstehensorientierung* soll ein tragfähiges Verständnis (und nicht nur ein rezepthaftes Anwenden) der Thematik schaffen. *Kognitive Aktivierung* ist erreicht, wenn Lernende zu einer aktiven Auseinandersetzung mit dem Thema angeregt werden können. Und das *Differenzierungspotenzial* berücksichtigt die Passung an unterschiedliche Lernvoraussetzungen.

##### **Differenzierende Aufgaben**

In Bezug auf die Differenzierung lassen sich drei weitere Aspekte unterscheiden: Mit der Wahl und der Anpassung des *Aufgabeninhalts* lässt sich eine Aufgabe vor allem nach Vorkenntnissen und Lernzielen differenzieren. Hier gilt es vor allem darum, das für die Aufgabe nötige Vorwissen zu berücksichtigen sowie den Grundvorstellungsgehalt der Aufgabe beispielsweise anhand von Visualisierungen zu erhöhen. Ebenfalls gilt es abzuschätzen, welche Anforderungen eine Aufgabe nicht nur auf mathematischer Ebene, sondern auch auf der Ebene der kognitiven Aktivität (vgl. Taxonomie nach Bloom (1974)) stellt.

Reflexionsmöglichkeiten, Anwendung verschiedener Verfahren sowie Variation der Aufgabe erhöhen die kognitive Aktivierung. Mithilfe des zweiten Aspekts, der *inneren Struktur* einer Aufgabe, kann nach Leistung, Zugangsweisen und Lernvoraussetzungen differenziert werden. Diese Differenzierung kann mittels schwierigkeiterzeugender Merkmale wie Komplexität (Zahl der Schritte), Kompliziertheit (reiner technischer Aufwand), Offenheit, Kontextvertrautheit und sprachliche Komplexität erreicht werden. Beim dritten Aspekt, der *äusseren Struktur* der Aufgabe, wird den unterschiedlichen Lerntempi und Arbeitsweisen Rechnung getragen. Sie ist die Art und Weise, wie die (Teil-)Aufgaben zusammengestellt und die Bearbeitung zeitlich und methodisch strukturiert sind. So arbeiten beispielsweise bei *paralleldifferenzierenden Aufgaben* Lernende an inhaltlich ähnlichen, vom Niveau her aber unterschiedlichen Aufgaben. Bei *gestuft differenzierenden Aufgaben* folgt auf eine verständnissichernde Einstiegsaufgabe und eine Kernaufgabe für alle fakultative vertiefende Aufgaben für leistungsstärkere Lernende. Ein weiterer Typ stellen *selbstdifferenzierende Aufgaben* dar (Leuders & Prediger, 2016, S. 106ff.).

##### **Selbstdifferenzierende Aufgaben**

Die Struktur und Wirkungsweise selbstdifferenzierender Aufgaben wurden bereits im Kapitel 2.4.3 unter dem Punkt Selbstdifferenzierung erläutert. An dieser Stelle sollen nochmals die wichtigsten Aspekte dieser äusseren Struktur aufgezählt werden: Kennzeichnend für selbstdifferenzierende Aufgaben ist, dass allen Lernenden die *gleiche Aufgabe* gestellt wird. Die Differenzierung erfolgt dank einem *hohen Öffnungsgrad* durch *unterschiedliche Lernwege*. Auch *Wahlmöglichkeiten* innerhalb

der Aufgabe, welche zu unterschiedlichem Abstraktionsniveau führen, oder die Aufforderung zur *Entwicklung eigener Aufgaben* ermöglichen eine gute Passung an die Voraussetzung der einzelnen Lernenden. Selbstdifferenzierende Aufgaben beinhalten durch die Fokussierung auf unterschiedliche Zugangsweisen meist *handlungsorientierte Einstiegs- oder Teilaufgaben*. Teilaufgaben, welche *möglichst viele verschiedene Lösungen oder Lösungswege* einfordern, sind für leistungsstärkere Lernende eine zusätzliche Herausforderung (Büchter & Leuders, 2014, S. 110f.).

Die Lehrperson kann das Differenzierungspotenzial selbstdifferenzierender Aufgaben weiter erhöhen, indem sie individuell auf Lernende eingeht, die Aufträge bei Bedarf einengt oder aber zu weiteren Erkundungen und Begründungsversuchen anregt (Leuders & Prediger, 2016, S. 141).

Selbstdifferenzierende Aufgaben haben aber auch Grenzen: In der oberen Mittelstufe und in der Oberstufe wird bei weit auseinanderklaffenden Lernvoraussetzungen der Lernenden das Lernen am gemeinsamen Gegenstand je nach Thema erschwert oder gar verunmöglicht. Eine Gefahr besteht zudem darin, dass diese Aufgaben nicht „automatisch differenzierend“ sind, sprich, Lernende das für sie optimale Bearbeitungsniveau verfehlen, so dass geeignete Impulse seitens der Lehrperson nötig sind, um eine nahe Passung zu gewährleisten (S. 142).

#### 2.4.6 Lernumgebungen

Als Lernumgebung wird im Mathematikunterricht eine *erweiterte mathematische Aufgabe* bezeichnet, welche den drei Qualitätsaspekten genügt (vgl. vorheriges Kapitel). Diese grosse Aufgabe besteht aus einzelnen thematisch zusammengehörenden Teilaufgaben. Wittmann (1998) nennt vier Kriterien, denen eine substantielle Lernumgebung genügen muss:

1. Lernumgebungen müssen zentrale Ziele, Inhalte und Prinzipien des Mathematikunterrichts abbilden.
2. Sie müssen den Lernenden vielfältige Möglichkeiten für mathematische Aktivitäten bieten.
3. Sie müssen flexibel an die Situation einer Klasse angepasst werden können.
4. Sie müssen mathematische, psychologische und pädagogische Aspekte des Lehrens und Lernens in einer ganzheitlichen Weise integrieren und so ein Potenzial für empirisches Forschen bieten.

(Wittmann, 1998, S. 337f.)

Lernumgebungen sind so konzipiert, dass sie selbstdifferenzierend wirken und damit sowohl leistungsstärkere als auch leistungsschwächere Lernende gefördert werden können. Das Ziel von Lernumgebungen ist aber nicht nur den Unterschieden einer heterogenen Schülergruppe gerecht zu werden, sondern bewusst auch die Förderung individueller Denkwege und Vorgehensweisen durch offene Aufgabenstellungen. Diese Vielfalt ist insofern erwünscht, kann sie im anschliessenden diskursiven Austausch für die Vertiefung der Thematik und für das vielfältige thematische Verknüpfen verschiedener Darstellungs- und Repräsentationsebenen für das Lernen sogar von grossem Nutzen sein (Hirt & Wälti, 2014, S. 14f.).

Lernumgebungen beginnen mit einer praktischen Einstiegsaufgabe, die das handlungsorientierte mathematische Tun auf aktiv-entdeckende Art ermöglichen und das Vorwissen der Lernenden abrufen soll. Dieser niederschwellige enaktive Einstieg ermöglicht insbesondere leistungsschwächeren Lernenden eine „begreifbare“ Auseinandersetzung mit dem Thema. Die anschliessenden Aufgaben führen zur Erkenntnis neuer Sachverhalte. Die Lernenden erkennen Strukturen und verallgemeinern gewonnene Erkenntnisse. Für leistungsstärkere Lernende stehen anspruchsvolle weiterführende Aufgaben zur Verfügung (vgl. Hirt & Wälti, 2014, S. 14f.; Waasmaier, 2013, S. 8).

Bereits in der Phase der Eigentätigkeit kommt es spontan zum Austausch zwischen den Lernenden. Im Sinne des Grundprinzips des kooperativen Lernens, des Dreischritts Denken-Austauschen-Vorstellen (englisch: think-pair-share) nach Brüning und Saum (2017), organisiert die Lehrperson fachliche Dialoge in Partner- oder Gruppenarbeit gefolgt von einer Auswertung, Präsentation und Diskussion der Ergebnisse in der Halbklassse oder im Plenum. Die in der Lernumgebung durch die Schüler ausgeführten Tätigkeiten sind somit sehr vielfältig und reichen von erforschen, Zusammenhänge beschreiben und darstellen, operieren und berechnen über argumentieren und diskutieren zu reflektieren, was den Aufbau mathematischer Kompetenzen fördert. (Hirt & Wälti, 2014, S. 18f.).

Die Lehrperson nimmt während der Phase der Eigentätigkeit eine unterstützende Rolle ein und kann dabei den Lernenden individuell passende Aufgaben stellen, was neben dem selbstdifferenzierenden Charakter der Grundaufgaben zu einer weiteren Differenzierung und damit verbunden zu einer besseren Passung führt. Im weiteren Verlauf mit Austausch und Diskussion obliegt der Lehrperson vor allem die Rolle des Moderators (Hirt & Wälti, 2014, S. 18f.).

Vom zeitlichen Rahmen her sollte für Lernumgebungen mindestens eine Doppelstunde zur Verfügung stehen. Hirt und Wälti (2014, S. 19) empfehlen, das Unterrichten mit Lernumgebungen zur Konsolidierung des Lernstoffs immer wieder mit Lektionen produktiven Übens zu unterbrechen, beispielsweise mit der Arbeit im Schulbuch.

Zusammenfassend kann vermerkt werden, dass bei Lernumgebungen im Gegensatz zu anderen Differenzierungsmethoden, wie beispielsweise der Planarbeit, die Differenzierung nicht zu einem einsamen und meist oberflächlichen Abarbeiten von Aufgaben verkommt, sondern im Gegenteil den Austausch miteinander und damit das gemeinsame Lernen trotz unterschiedlichen Niveaus ermöglicht. Lernumgebungen sind methodisch vielfältig und abwechslungsreich und begünstigen eine vertiefte Auseinandersetzung mit Mathematik.

#### **2.4.7 Sprache und Schriftlichkeit im Mathematikunterricht**

Die im heutigen Verständnis grosse Bedeutung der Sprache im Mathematikunterricht verdeutlicht der Aufbau des neuen Lehrplans 21 (Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz, n.d., S. 5). Im Gegensatz zu älteren Lehrplänen, welche vor allem Hinweise zu mathematischen Inhalten – im Lehrplan 21 Kompetenzbereiche genannt – gegeben haben, finden sich im neuen Lehrplan auch so genannte Handlungsaspekte, welche die mathematischen Tätigkeiten beschreiben. Mathematische Kompetenz zeigt sich im Zusammenspiel der Kompetenzbereiche (Was?) und der Handlungsaspekte (Wie?). Die zentrale Bedeutung der Sprache im Mathematikunterricht ist in den drei Handlungsaspekten, wo jeweils die zweitgenannten Tätigkeiten (benennen, argumentieren und darstellen) mehrheitlich sprachlicher Natur sind, gut ersichtlich:

**Tabelle 2**

Die Kompetenzbereiche und Handlungsaspekte des Lehrplans 21 im Überblick

(Deutscheschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz D-EDK, n.d., S. 8)

		Kompetenzbereiche		
		Zahl und Variable	Form und Raum	Größen, Funktionen, Daten und Zufall
Handlungsaspekte	Operieren und Benennen			
	Erforschen und Argumentieren			
	Mathematisieren und Darstellen			

Wie im Kapitel 2.4.4. (Kooperatives Lernen) dargelegt, ist der soziale Austausch für das Verstehen und den Wissenserwerb zentral. Neben einem mündlichen Austausch kann auch ein schriftliches Kommunizieren miteinander äusserst wertvoll sein.

### Sprechen und Schreiben

Die kognitiven Prozesse, die beim Sprechen ablaufen, zeigen sich auch beim Schreiben, dort allerdings stark verlangsamt. Durch diese Entschleunigung treten sie deutlicher ins Bewusstsein (Gallin & Ruf, 1993, S. 49), wodurch eine intensivere und nachhaltigere Auseinandersetzung mit den neu erworbenen mathematischen Inhalten ermöglicht wird. Aufgrund des Fehlens eines Hörers muss der Schreibende „die ganze Arbeit des Zu-Sprache-Bringens einer Sache alleine leisten“ (ebd.). Um seine Gedanken verständlich und nachvollziehbar aufzuschreiben, muss sie der Schreibende präziser formulieren, als dies beim mündlichen Austausch der Fall ist. Durch die Niederschrift wird das Wissen also neu geordnet und strukturiert aufbereitet. Danach liegen die Gedanken materialisiert und damit besser greifbar vor. Unter diesen Aspekten ist verständlich, dass durch die schriftliche Tätigkeit der Verarbeitungsgrad mathematischer Inhalte intensiviert wird (Kuntze & Prediger, 2005, S. 5). Auch im Schriftlichen ist ein dialogischer Austausch sowohl zwischen Lernendem und Lehrperson als auch zwischen zwei Lernenden durch schriftliche Feedbacks möglich (vgl. Waasmaier, 2013, S. 19f.).

### Sprachebenen

Im Mathematikunterricht werden die Lernenden mit verschiedenen Sprachebenen konfrontiert. Neben der *Alltags- bzw. Umgangssprache*, welche von den Lernenden in der Regel gut beherrscht wird, sind drei weitere schulspezifische Sprachebenen unterscheidbar. Die *Bildungssprache* enthält sprachliche Muster, die für prozessbezogene Kompetenzen wie Argumentieren, Problemlösen und Modellieren verlangt werden. Darüber steht die *Fachsprache*, deren Fachwortschatz von den Lernenden im Kontext verstanden werden muss. Zuoberst steht als anspruchsvollste Sprachebene die *Symbolsprache*. Symbolische Terme müssen in Verbalsprache übersetzt werden können und umgekehrt. Im Unterricht muss neben dem Fokus auf die mathematischen Inhalte bei der Lehrperson das Bewusstsein sprachlicher Lerninhalte vorhanden sein, damit sich Lernende den Lernstoff aneignen können. Eine bewusste Förderung sprachlicher Kompetenzen zeichnet somit einen guten Mathematikunterricht aus (Weis, 2013, S. 144f.).

## **Bedeutung der eigenen Sprache**

Das Beschreiben mathematischer Inhalte in eigenen Worten ist zentral, da in der eigenen individuellen Sprache nur verstandene Elemente der verschiedenen Sprachebenen verwendet werden, womit die eigene Sprache auch als „Sprache des Verstehens“ bezeichnet werden kann (Kuntze & Prediger, 2005, S.6). Die Verwendung der eigenen Sprache „verlangt, die gewonnenen Einsichten im individuellen Denken und damit auch der eigenen Lebenswelt zu verankern“ (ebd.).

## **Metakognition**

Mit dem Schreiben von Texten kann bei den Lernenden über die Vertiefung des Wissens hinaus eine Reflexion des eigenen Lernprozesses erreicht werden. In Reflexionsphasen halten die „Lernenden Rückschau auf die geleistete Arbeit, die gewonnenen Erkenntnisse und Strategien, Lösungsideen, ihren Lernfortschritt, aber auch ihre Schwierigkeiten und Probleme“ (Waasmaier, 2013, S. 16). Metakognition ist eine Schlüsselqualifikation zum selbständigen Umgang mit Problemen, dem Selbstlernen und der Flexibilität und fördert die Entwicklung der Lernenden in Richtung autonom reflektierender, mündiger Personen (ebd.).

## **Funktionen von Textproduktionen**

Einen zusammenfassenden Überblick über die Funktionen und über die lernfördernden Effekte von Textproduktionen zeigt Siebel (zitiert nach Kuntze & Prediger, 2005, S. 7) auf:

Textproduktionen...

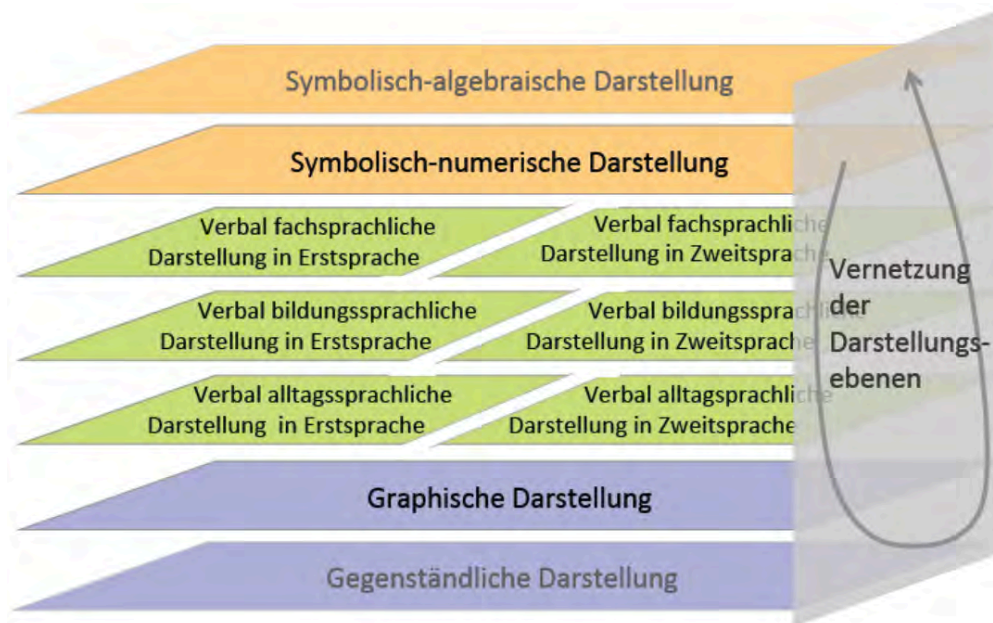
- unterstützen Verstehen durch Vergegenständlichung und damit einhergehende Verlangsamung von Gedanken
- bringen beständige Texte hervor, die eine Auseinandersetzung über diese Texte ermöglichen
- fördern die Sprachkompetenz, die auch Teil des mathematischen Lerninhalts ist
- sind binnendifferenzierend
- können Lehrkräften als Rückmeldung für den Unterricht dienen
- stellen ein Diagnoseinstrument für individuelle Leistungen dar
- ermöglichen kompetenzorientierte Leistungsbeurteilungen
- können als Material für weiteren Unterricht verwendet werden (ebd.)

## **Sprach-, bzw. Schreibförderung in der Mathematik**

Dass Sprachkompetenz in Deutsch eine entscheidende Rolle beim Erwerb mathematischer Inhalte spielt, belegen Studien, wonach die Sprachkompetenz im Gegensatz zu Mehrsprachigkeit, Migrationshintergrund oder sozioökonomischem Status den wichtigsten Faktor für mathematischen Lernerfolg darstellt (Leuders & Prediger, 2016, S. 57). Damit rückt auch die Sprachkompetenz einsprachiger Lernender in den Blick. Die Ursache für die hohe Bedeutung der Sprachkompetenz liegt nicht alleine in der Lesekompetenz. Lernende mit geringen sprachlichen Fähigkeiten scheitern auch an sprachlich einfachen Aufgaben, welche „konzeptuelles Verständnis erfordern, d.h. wenn es um das Verständnis langfristig aufgebauter mathematischer Konzepte geht, für dessen Aufbau Sprache wesentlich ist (ebd.)“. Im Gegensatz zu anderen Faktoren kann und soll die Sprachkompetenz im Mathematikunterricht gefördert werden und damit zum Abbau von Bildungsungerechtigkeit beitragen.

Leuders & Prediger (2016, S. 88ff.) empfehlen neben dem Gebrauch und der Vernetzung möglichst verschiedener Darstellungsformen (grafisch, numerisch, symbolisch-algebraisch und verbal) die unterrichtliche Fokussierung auf die zu erwerbenden Sprachmittel. Diese umfassen nicht nur Begriffe der Wortebene, sondern auch Sprachmittel auf der Satz-, Text- und

Diskursebene der Bildungs- und Fachsprache. Da die sprachlichen Komponenten ebenfalls einen Lerninhalt darstellen, lohnt sich im Gegensatz zu einem defensiven Ansatz – die sprachlichen Hürden werden durch möglichst einfache Texte minimiert – eine offensive Sprachförderung. Sprache soll im Mathematikunterricht also nicht vermieden, sondern gefordert werden. Ein möglichst reichhaltiges Sprachbad mit konsequenter Anwendung von Fach- und Bildungssprache seitens der Lehrperson sowie zahlreichen Sprech- und Schreibanlässen unterstützen den Aufbau tragfähiger Konzepte.



**Abbildung 1** – Darstellungen vernetzen als ganzheitlicher Kommunikationsanlass  
(Leuders & Prediger, 2016, S. 95)

Neben hohen sprachlichen Anforderungen können den Lernenden zahlreiche unterstützende Hilfestellungen gegeben werden. Durch das sogenannte *Scaffolding* (Unterstützung durch ein „Gerüst“) werden den Lernenden bei der Sprachproduktion sprachliches Material (Wörter, Satzanfänge, Titel und Untertitel, Leitfragen und Textbausteine) angeboten, die bei der Formulierung helfen und zu einem aktiven Gebrauch der Bildungs- und Fachsprache führen (Neugebauer & Nodari, 2016, S. 71f.).

#### 2.4.8 Mathematik in eigenen Worten

Sieglinde Waasmaier (2013) präsentiert in ihrem Werk „Mathematik in eigenen Worten“ einen *Mathematikunterricht, der auf Lernumgebungen aufbaut und den Fokus dabei stark auf die mündliche und schriftliche Sprachproduktion legt*. Sprachliche Tätigkeiten sind zwar bereits in der Methode der Lernumgebung gegeben, wo viel diskutiert und Erkenntnisse und Rechenwege schriftlich dargestellt werden (vgl. Hirt & Wälti, 2014), doch enthält Waasmaiers Mathematikunterricht weitere Elemente und Schwerpunktsetzungen, die die sprachliche Auseinandersetzung mit dem mathematischen Thema fördern.

So lässt sie ihre Lernenden ein Lerntagebuch führen, wo nicht nur Lösungswege, sondern möglichst viele Gedanken zur Aufgabe, Lösungsideen und Lösungsansätze notiert werden sollen. Bei dieser metakognitiven Arbeit ist nicht das Produkt in Form eines richtigen Ergebnisses, sondern der Prozess als Wegbeschreibung zentral (Waasmaier, 2013, S. 13f.).

Hinzu kommt, dass der klassische Dreischritt einer Lernumgebung von Inszenierung, Phase der Eigentätigkeit und Austausch um zwei Punkte ergänzt wird: Vor dem Start der Lernumgebung setzt sie eine kurze Sequenz, wo im Sinne eines „Warm-up“ unabhängig vom thematischen Inhalt der darauffolgenden Lernumgebung mit kurzen Aufgaben Grundwissen mit dem Ziel

repetiert wird, dieses längerfristig aktiv zu halten. Zum Schluss der Lernumgebung findet eine Reflexionsphase statt, wo die Lernenden auf ihren Lernprozess und die geleistete Arbeit zurückblicken und mit einem schriftlichen Eintrag ins Lerntagebuch ein Fazit ziehen. Der Ablauf einer typischen Doppellektion sieht dann folgendermassen aus:

- o. Warm-up
1. Inszenierung der Lernumgebung
2. Phase der Eigentätigkeit
3. Austausch in Gruppen / im Klassenverband
4. Reflexionsphase

(Waasmaier, 2013, S. 12)

Die zahlreichen schriftlichen Produktionen in den Lerntagebüchern liefern der Lehrperson nicht nur eine Fülle an diagnostischem Material, sondern ermöglichen es den Lernenden zudem, laufend Rückmeldungen sowohl von der Lehrperson als auch von anderen Lernenden zu ihrem Arbeiten zu erhalten, was sich positiv auf den Lernerfolg auswirkt: Lehrer- und Schülerfeedback finden sich in Hatties (2016) Metastudie unter den zehn effektivsten Einflussfaktoren für Lernerfolg. Durch den intensiven schriftlichen Austausch vor allem zwischen Lehrperson und Lernenden gewinnt die Individualnorm bei der Beurteilung an zusätzlicher Bedeutung. Da ein Vergleich zu früheren Lernergebnissen möglich ist, können alle Lernenden auf ihrem Level Lernfortschritte erreichen (Waasmaier, 2013, S. 19).

Neben den mathematischen Inhalten soll auch der Schreibprozess die individuellen Lernstände der einzelnen Lernenden berücksichtigen und selbstdifferenzierend organisiert sein. Waasmaier empfiehlt bei den unterschiedlichen Schreibanlässen eine fakultative Unterstützung durch Satzanfänge und Formulierungshilfen: Lernende können dieses Angebot bei Bedarf in Anspruch nehmen oder auch nicht (2013, S. 16).

Die Einführung eines solch sprachfokussierten Unterrichts mit Lernumgebungen ist nicht von einem Tag auf den anderen realisierbar, sondern muss Schritt für Schritt erfolgen. So muss einerseits der Umgang mit einer eher offenen Unterrichtsform neu eingeübt werden, andererseits ist eine behutsame Heranführung der Lernenden an das Schreiben notwendig. Verschiedene kürzere Schreibanlässe können die Lernenden damit vertraut machen. Zu Beginn muss der Lehrperson also bewusst sein, dass neben den mathematischen Inhalten insbesondere auch die Unterrichtsmethode selber ein neuer Lernstoff darstellt, der eingeübt werden muss (Waasmaier, 2013, S. 25).

## 2.5 Themenschwerpunkt

Im Abgleich mit dem Aargauer Lehrplan (Departement Bildung, Kultur und Sport, 2016) sowie dem Mathematiklehrmittel „Mathematik 3“ (Keller, Bollmann, Schelldorfer & Rohrbach, 2013) wurde als mögliche thematische Einbettung der die Geometrie und das Sachrechnen übergreifende Inhalt „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ definiert. Er umfasst einerseits den im Sachrechnen angesiedelte Umgang mit Grössen sowie den geometrischen Aspekt mit Flächen und Körpern. Im Gegensatz zu anderen Themen, welche im Rahmen selbstdifferenzierender Lernumgebungen schwerer umsetzbar wären, bietet dieser Inhalt wesentliche Vorteile. So ist dieser Themenbereich sehr gut auf unterschiedliche Leistungsniveaus differenzierbar: Bereits im Primarschulalter kommen Lernende mit verschiedenen Grössen und auch Flächen und Volumen in Kontakt. Diese Inhalte ziehen sich bis zum Ende der Volksschule durch. Selbstdifferenzierung und eine gute Passung für leistungsschwächere und leistungsstärkere Lernende sollte an diesem Lerngegenstand also gegeben sein. Des Weiteren bietet dieser Inhalt eine hohe Anschaulichkeit und damit verbunden die Möglichkeit zu mathematischem Tun, was einem verständnisorientierten Kompetenzerwerb zugutekommt.

### 2.5.1 Sachanalyse

Die folgende Sachanalyse beleuchtet die Grundlagen der Grössen (Sachrechnen) sowie der zwei- und dreidimensionalen geometrischen Figuren.

#### Grössen

Grössen repräsentieren idealisierte mathematische Objekte und stellen damit eine Verbindung zwischen Realität und Mathematik her. Die mathematische und die physikalische Sichtweise auf Grössen fliessen im Sachunterricht zusammen. Sie dienen der objektiven Beschreibung von Eigenschaften realer Objekte. Grössen können direkt, beispielsweise durch Vergleich mit genormte Einheiten (z.B. Massstab) oder indirekt über eine anderer Grösse gemessen werden. So wird beispielsweise die Temperatur durch die Längenausdehnung einer Alkohol- oder Quecksilbersäule gemessen (Greefrath, 2010, S. 100f.).

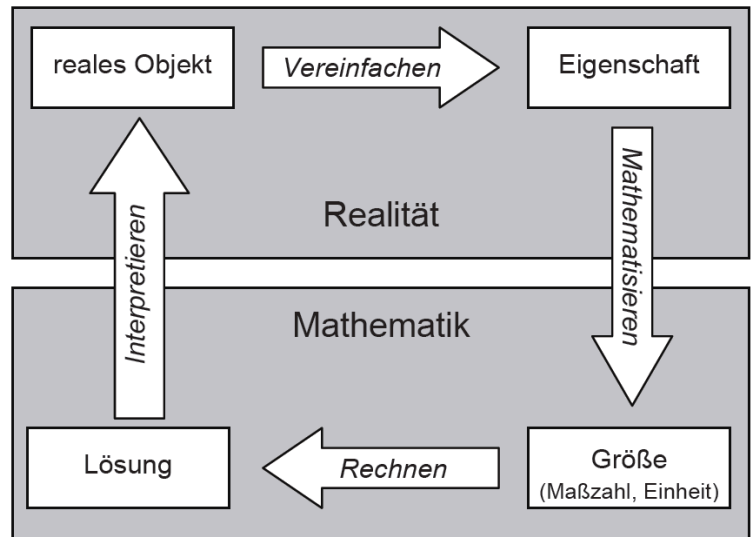
Es existieren Grundgrössen und davon abgeleitete Grössen. In vielen Teilen der Welt hat sich das 1960 eingeführte Internationale Einheitensystem (SI) für physikalische Grössen durchgesetzt. Es basiert auf sieben festgelegten Basiseinheiten der einzelnen Grundgrössen. Diese Grundgrössen sind Länge, Masse, Zeit, Stromstärke, thermodynamische Temperatur, Stoffmenge und Lichtstärke (ebd.). Die in der Volksschule relevanten Grundgrössen sind Länge, Geldwerte (nicht als physikalische, sondern als ökonomische Grösse), Masse und Zeit. Flächen (Länge mal Breite), Rauminhalte (Länge mal Breite mal Höhe) oder Geschwindigkeiten (Weg pro Zeit) gehören zu den abgeleiteten Grössen (vgl. Krauthausen & Scherer, 2007, S. 101).

Für jede Grösse wurde eine Masseinheit festgelegt. Es wird zwischen natürlichen und willkürlichen Masseinheiten unterschieden. Der Meter wird natürlich und damit unveränderlich hergeleitet als die Länge einer Strecke, die das Licht im Vakuum während einer Zeit von  $\frac{1}{299'792'458}$  Sekunden durchläuft. Im Gegensatz dazu, wird das Kilogramm willkürlich anhand eines internationalen Kilogrammprototyps („Urkilogramm“) festgelegt, welcher Schwankungen und Veränderung unterliegen kann (Greefrath, 2010, S. 102).



Der Umgang mit Grössen im Mathematikunterricht kann als grundlegendster Modellbildungsprozess angesehen werden. Meist bezieht sich der Ausgangspunkt von Aufgaben auf reale Objekte. Diese werden zuerst auf der realen Ebene vereinfacht und idealisiert, damit sie anschliessend mathematisch bearbeitet werden können. Die Lösung wird zum Schluss mit der Realität abgeglichen und interpretiert (vgl. Abbildung 2).

Für einen sicheren Umgang mit Grössen ist eine innere Vorstellung, bzw. ein inneres Bild (Repräsentant) für die einzelnen Grössen von grosser Bedeutung. Dieses ist Voraussetzung für das Abschätzen von Lösungen und das sofortige Erkennen unsinniger Ergebnisse sowie für das Umwandeln von Grössen, wo ohne genaue Vorstellung der Grössen nur das Anwenden rezepthafter Verfahren hilft (Krauthausen & Scherer, 2007, S. 105).



**Abbildung 2** – Grössen als mathematisches Modell  
(Greefrath, 2010, S. 107)

Im Zusammenhang mit Grössen nimmt auch das Verständnis der Dezimalzahlen eine wichtige Rolle ein. Krauthausen & Scherer (2007, S. 107f.) weisen darauf hin, dass viele Lernende das Komma als Trennstrich zwischen den Grössen verstehen. So wird beispielsweise sowohl 1m 20cm, als auch 1m 2cm als 1.2m geschrieben. Die Beziehung der Stellenwerte kann in solchen Fällen mittels einer Stellentafel verständlich erarbeitet werden.

## Flächen und Körper

Zwei- und dreidimensionale Figuren werden in den beiden geometrischen Teilgebieten Planimetrie (Geometrie in der Ebene) und Stereometrie (Geometrie im Raum) abgehandelt. Die in der Planimetrie vorkommenden Figuren können in n-Ecken und Kreise unterteilt werden. Das kleinstmögliche n-Eck ist das Dreieck. Die Figuren der Stereometrie setzen sich aus den Figuren der Planimetrie zusammen, welche im dreidimensionalen Raum angeordnet werden (Verein Schweizerischer Mathematik- und Physiklehrer, 2014).

Im Unterricht ist ausgehend von den Längenmassen zuerst das Verständnis rechtwinkliger Viereckflächen (Quadrat, Rechteck) zentral. Davon können auf anschauliche Art und Weise die Dreiecksfläche sowie weitere Viereckformen wie Parallelogramm, Rhombus, Trapez und Drachen abgeleitet werden. Die Flächen aller weiteren n-Ecke können in Dreiecke und Vierecke zerlegt und dann anhand der Addition der berechneten Einzelstücke eruiert werden. Die Kreisfläche kann nicht oder in ihrer Herleitung nur annäherungsweise von den bekannten Figuren adaptiert werden. Hier erfolgt die Berechnung anhand der Formel des Kreisumfangs.

In der Stereometrie ist die Verknüpfung von Grössen (z.B.  $m^3$ ) am besten beim Würfel und Quader gegeben. Für die Berechnung des Volumens von Prisma und Kreiszylinder wird auf die zweidimensionale variable Grundfläche multipliziert mit der Höhe aufgebaut. Das Volumen von Pyramide, Kreiskegel und Kugel ist nicht direkt einsehbar und verlangt eine algebraische Herleitung.

### 2.5.2 Didaktische Analyse

Grössen begegnen den Lernenden im Alltag auf Schritt und Tritt und stehen quasi für die Materialisierung der Mathematik. Sowohl im privaten Alltag (Konsum, Kochen, Mobilität), als auch im Hinblick auf den Berufseinstieg (Geld, Längen-, Flächen und Raummasse v.a. in handwerklichen Berufen) haben Grössen für die Lernenden eine hohe momentane wie zukünftige Bedeutsamkeit. Der sichere Umgang mit Grössen sowie das schnelle und sichere Schätzen mithilfe von Repräsentanten kann in vielen Situationen das Leben erleichtern.

Voraussetzungen für die Beschäftigung mit Grössen sind nach Krauthausen & Scherer (2007, S. 101f.) das Verständnis der natürlichen Zahlen sowie der vier Grundoperationen. Eine Automatisierung des kleinen Einmaleins sowie ein schnelles Rechnen im Hunderterraum vereinfachen das Operieren mit Grössen. Da sich das gewählte Thema über die Inhalte mehrerer Schuljahre erstreckt, bauen auch Elemente innerhalb des Themas aufeinander auf.

Im Mathematiklehrplan des Kantons Aargau (Departement Bildung, Kultur und Sport, 2016) ist das Thema anhand folgender Ziele definiert:

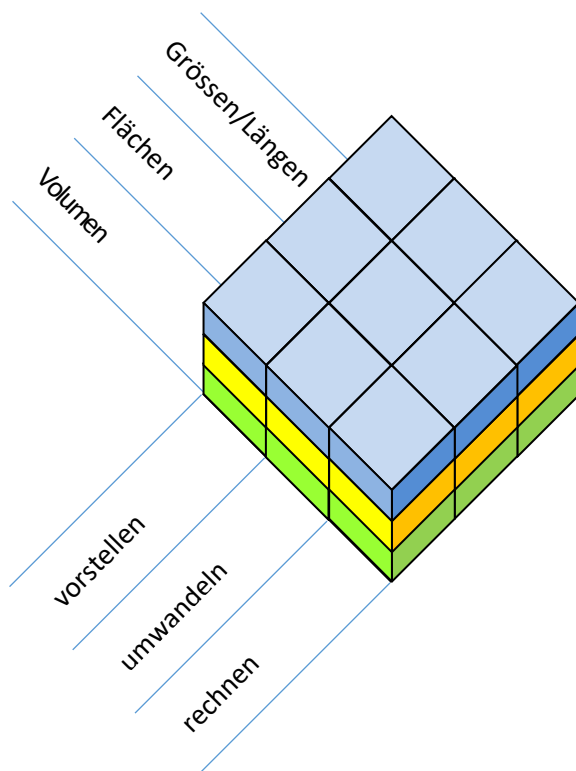
**Tabelle 3**

*Thematische Ziele im Mathematiklehrplan des Kantons Aargau (eigene Darstellung)*

<b>Sachrechnen – 4. Primar</b>
Masseinheiten kennen und anwenden.
<b>Sachrechnen – 5. Primar</b>
Vorstellungen von Masseinheiten entwickeln
Umrechnungen in die nächsthöhere und –tiefere Masseinheit ausführen..
Dezimalschreibweise bei Grössen verstehen und anwenden.
In Sachsituationen Grössen anwenden.
<b>Geometrie – 1. Real</b>
Masseinheiten für Flächeninhalte kennen lernen.
Vorstellungen zu den Flächenmassen entwickeln und Umrechnungen ausführen.
Rechteckige Flächen bestimmen.
<b>Geometrie – 2. Real</b>
Flächen von Dreiecken bestimmen.
Masseinheiten für Flächeninhalte kennen.
Oberfläche und Volumen von Würfeln und Quadern bestimmen.
<b>Geometrie – 3. Real</b>
Flächen von Parallelogrammen bestimmen.
<b>Sachrechnen – 4. Real</b>
Sich in der Systematik der SI-Einheiten orientieren und in Sachaufgaben anwenden.
<b>Geometrie – 4. Real</b>
Kreisfläche berechnen.
Oberfläche und Volumen von geraden Zylindern, Prismen, Pyramiden, Kugeln und Kegeln bestimmen.

### 2.5.3 Struktur des Themas

Das Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ stellt, wie weiter oben erwähnt, ein Längsschnitt über ein Themengebiet dar, welches sich über Inhalte der Primar- und Oberstufe erstreckt. Dabei lässt es sich auf die drei aufeinander aufbauenden inhaltlichen Komponenten „Grössen/Längen“, „Flächen“ und „Volumen“ unterteilen. Auch eine prozessbezogene Unterteilung in die drei für dieses Thema zentralen Handlungsaspekte „Vorstellen“, „Umwandeln“ und „Rechnen“ lässt sich vornehmen, wobei auch hier die Abfolge hierarchisch geordnet ist: Für ein kompetenzorientiertes Rechnen sind eine Vorstellung der Grössen sowie die Fähigkeit, Grössen umzuwandeln, Voraussetzungen. Daraus entsteht eine zweidimensionale Matrix, welche in der dritten Dimension um den Schwierigkeitsgrad – „Basislernziele“ (grün), „Klassenlernziele“ (gelb) und „erweiterte Lernziele“ (blau) – komplettiert werden kann.



**Abbildung 3 – Würfelmodell**

(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

Sowohl die Lernstandserfassung als auch der Unterricht soll sich an diesem Modell orientieren. Eine Übersicht über die Lernziele ist im Anhang 2 einsehbar.

## 2.6 Zielsysteme und Handlungsmodelle

Die in dieser Aktionsforschung gesteckten Ziele für den Autor, die Klasse und die Fokuslernenden werden in diesem Kapitel in Teilziele unterteilt und mit Angaben zu den Mitteln und Wegen der Zielerreichung sowie den beobachtbaren Indikatoren zu einem Zielsystem ergänzt. Diese Zielsysteme werden weiter mit Informationen zu Methoden und Instrumenten zur Überprüfung der Zielerreichung zum Handlungsmodell vervollständigt. Die erwähnten Methoden und Instrumente werden dann im anschliessenden Kapitel genauer erläutert.

### 2.6.1 Ziele für den Autor

Das Ziel dieser Masterarbeit ist aus Sicht des Autors die Erprobung tauglicher Methoden für den Einsatz in einer heterogenen Mathematikklasse, so dass alle Lernenden am Unterricht teilnehmen und auf ihrem Lernstand Fortschritte erzielen können. Daraus erhofft sich der Autor einen Kompetenzzuwachs in Hinblick auf seine zukünftige Tätigkeit als Schulischer Heilpädagoge.

**Tabelle 4**

*Ziele für den Autor (eigene Darstellung)*

Ziel	Teilziele	Mittel und Wege	Indikatoren	Methoden/Instrumente zur Überprüfung der Zielerreichung
Der Autor erweitert sein methodisches Knowhow im Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht.	1 Der Autor erstellt auf theoretischen und praktischen Grundlagen basierende selbstdifferenzierende Lernumgebungen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berücksichtigung der klasseninternen Begebenheiten bei der Planung.</li> <li>Abgleich der Lernumgebungen mit der Theorie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernumgebungen entsprechen den theoretischen Grundlagen.</li> <li>Praktische Überlegungen sind ausreichend begründet.</li> </ul>	Forschungstagebuch  Lernumgebungen im Kapitel „Durchführung“
	2 Der Autor gestaltet einen sprachsensiblen Mathematikunterricht.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Einsatz eines Lernjournals</li> <li>Schaffung von Diskussionsmöglichkeiten</li> <li>Angebot an Formulierungshilfen (Scaffolding)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernenden arbeiten kooperativ.</li> <li>Sie stellen im Lernjournal Gedanken und Lösungswege altersgemäss dar.</li> </ul>	Forschungstagebuch  Arbeitsproben Lernjournal (Dokumentenanalyse)  Zeitstichprobenprotokoll zum Kooperationsverhalten (Videoanalyse)
	3 Der Autor reflektiert den Unterricht und passt ihn laufend an.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stete Unterrichtsreflexion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Forschungstagebuch gibt einen Einblick in die Reflexion und Anpassungen des Unterrichts.</li> </ul>	Forschungstagebuch

## 2.6.2 Klassenziele

Das hauptsächliche Klassenziel sollte dem Ziel jedes guten Mathematikunterrichts, nämlich dem Erwerb mathematischer Kompetenzen, dienen. Wie im Theorieteil dargelegt, kann das kooperative Lernen mit- und voneinander diesen Kompetenzzuwachs in vielfältiger Weise unterstützen und neben fachlichem Lernzuwachs auch die Sozialkompetenz der Lernenden fördern. Wichtig ist, dass die Zeit im Unterricht sinnvoll genutzt wird und die Lernenden sich intensiv mit dem Lerngegenstand befassen (hohe „time on task“).

**Tabelle 5**

*Klassenziele (eigene Darstellung)*

Ziel	Teilziele	Mittel und Wege	Indikatoren	Methoden/Instrumente zur Überprüfung der Zielerreichung
Die Lernenden erweitern im Unterricht mit Lernumgebungen ihre mathematischen Kompetenzen zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“	1 Die Lernenden erreichen die Klassenlernziele zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partizipation am Unterricht</li> <li>Führen eines Lernjournals</li> <li>Unterstützung von L und SHP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernenden erreichen in den summativen Lernkontrollen genügende Noten.</li> <li>Die Lernenden erreichen im Posttest die Klassenlernziele.</li> </ul>	<p>summative Lernkontrollen</p> <p>Posttest</p>
	2 Die Lernenden erweitern ihre mathematischen Kompetenzen zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Partizipation am Unterricht</li> <li>Führen eines Lernjournals</li> <li>Unterstützung von L und SHP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernenden schneiden im Posttest besser ab als im Prätest.</li> </ul>	<p>Prä- und Posttest</p>
	3 Die Lernenden lernen miteinander und voneinander.	<ul style="list-style-type: none"> <li>die Kooperation fördernde Unterrichtsgestaltung</li> <li>mündliche und schriftliche Austauschgefässe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bei allen Lernenden sind in kooperativ organisierten Unterrichtsphasen das Arbeiten in Partner- und Gruppenarbeit beobachtbar.</li> </ul>	<p>Videoanalyse</p>
	4 Die Lernenden arbeiten motiviert und konzentriert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>spannende Lernumgebungen</li> <li>Möglichkeiten zum kooperativen Lernen</li> <li>adäquate Klassenführung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernenden beschäftigen sich in der Lektion nicht mit themenfremden Aktivitäten.</li> <li>Es sind nach jeder Lernsequenz für die Lesenden nachvollziehbare Lernjournaleinträge gestaltet.</li> </ul>	<p>Videoanalyse</p> <p>Forschungstagebuch</p> <p>Dokumentenanalyse</p>

### 2.6.3 Ziele Fokuslernende

Vor allem bei Fm1 und Fw1 sind Anstrengungen der Lehrperson und des Schulischen Heilpädagogen nötig, damit eine echte Partizipation am Unterricht möglich ist. Mittels unterstützender Strukturen – neben personeller Unterstützung können u.a. handlungsorientiertes Material und Formulierungshilfen beim Lernjournal eingesetzt werden – und Beschränkung der fachlichen Ziele auf die Basisziele soll auch für sie kooperatives Lernen im Regelunterricht möglich sein. Bei Fw1 (und vielleicht auch bei anderen Lernenden) wird neben dem mathematischen Lernzuwachs dank des Führens des Lerntagebuchs mit Scaffolding-Massnahmen sicher auch sprachliche Fortschritte beim Schreiben beobachtbar sein. Diese werden aber nicht explizit als Ziel formuliert, da der Fokus dieser Arbeit weiterhin auf dem mathematischen Kompetenzerwerb liegen sollte. Sie werden deshalb lediglich als positiver Nebeneffekt vermerkt. Bei Fw2 kann das Führen eines Lernjournals eine ressourcenorientierte Förderung darstellen: Ihre hohe sprachliche Kompetenz kann ihr nun auch in Mathematik zu Lernfortschritten verhelfen. Durch die sprachliche Vertiefung und die zusätzliche Reflexion besteht die Hoffnung, dass diese längerfristig abrufbar sind als andere sprachlich reduziert erlernte Inhalte. Für Fw3 soll mittels Unterstützung im Unterricht sowie in den Nachhilfelektionen das Erreichen der Klassenlernziele möglich sein. Günstige Rahmenbedingungen (Platz- und Partnerwahl) führen zu einem konzentrierten Arbeiten am Lernstoff.

**Tabelle 6**

*Ziele Fokuslernende (eigene Darstellung)*

Schülerin/Schüler	Ziele	Mittel und Wege	Indikatoren	Methoden/Instrumente zur Überprüfung der Zielerreichung
<b>Fm1</b>	<b>1</b> Fm1 erzielt Lernfortschritte und erreicht mindestens die Basislernziele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung unterstützender Strukturen (personelle Unterstützung, handlungsorientiertes Material, Scaffolding) für Fm1s Kompetenzerwerb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fm1 erreicht in den summativen Lernkontrollen und im Posttest mindestens die Basislernziele.</li> <li>Der Posttest zeigt im Vergleich zum Prätest einen Kompetenzzuwachs.</li> </ul>	summative Lernkontrollen  Prä- und Posttest
	<b>2</b> Fm1 arbeitet mit anderen Lernenden zusammen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>anregende Kooperationsmöglichkeiten für Fm1 schaffen (z.B. durch günstige Partnerwahl)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fm1 arbeitet im Unterricht in jeder Doppelektion mindestens 10 Minuten kooperativ mit anderen.</li> </ul>	Videoanalyse

*Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite*

Schülerin/Schüler	Ziele	Mittel und Wege	Indikatoren	Methoden/Instrumente zur Überprüfung der Zielerreichung
<b>Fw1</b>	<b>1</b> Fw1 erzielt Lernfortschritte und erreicht die Basislernziele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung unterstützender Strukturen (personelle Unterstützung, handlungsorientiertes Material, Scaffolding) für Fw1s Kompetenzerwerb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fw1 erreicht in den summativen Lernkontrollen und im Posttest die Basislernziele.</li> <li>Der Posttest zeigt im Vergleich zum Prätest einen Kompetenzzuwachs</li> </ul>	summative Lernkontrollen  Prä- und Posttest
	<b>2</b> Fw1 kann am Regelunterricht partizipieren.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gezielter Miteinbezug von Fw1 mit ihren Stärken und Schwächen in den Unterricht</li> <li>Einzelförderung in den VM-Lektionen zum Vor- und Nacharbeiten der Klassenlektionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fw1 arbeitet am Klassenstoff.</li> <li>Sie arbeitet im Unterricht in jeder Doppellektion mindestens 10 Minuten kooperativ mit anderen.</li> </ul>	Forschungstagebuch  Videoanalyse
<b>Fw2</b>	<b>1</b> Fw2 erreicht die Klassenlernziele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterstützung von L und SHP</li> <li>Einzelförderung in den VM-Lektionen zum Vor- und Nacharbeiten der Klassenlektionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fw2 erreicht in den summativen Lernkontrollen genügende Noten.</li> </ul>	summative Lernkontrollen
	<b>2</b> Die Lernfortschritte von Fw2 sind nachhaltig.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertiefung und Festigung eigener Gedankengänge mit dem Lernjournal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernjournaleinträge sind ausführlich und in eigenen Worten gestaltet.</li> <li>Fw2 schneidet im Posttest besser ab als im Prätest.</li> </ul>	Dokumentenanalyse  Prä- und Posttest
<b>Fw3</b>	<b>1</b> Fw3 erzielt Lernfortschritte und erreicht die Klassenlernziele.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schaffung unterstützender Strukturen (personelle Unterstützung, handlungsorientiertes Material, Scaffolding) für Fw3s Kompetenzerwerb</li> <li>Nachhilfeunterricht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fw3 erreicht in den summativen Lernkontrollen genügende Noten.</li> <li>Der Posttest zeigt im Vergleich zum Prätest einen Kompetenzzuwachs.</li> </ul>	summative Lernkontrollen  Prä- und Posttest
	<b>2</b> Fw3 konzentriert sich im Unterricht auf das mathematische Thema und lässt sich nicht ablenken.	<ul style="list-style-type: none"> <li>günstige Platz- und Partnerwahl</li> <li>Möglichkeiten zum mathematischen Tun</li> <li>Strukturgabe seitens von L und SHP</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fw3 arbeitet alleine oder kooperativ an den Lernumgebungen.</li> <li>Sie beschäftigt sich nicht mit themenfremden Aktivitäten.</li> </ul>	Videoanalyse

## 2.7 Methoden

In diesem Kapitel werden die Instrumente und Methoden zur Zielüberprüfung beschrieben.

### 2.7.1 Lernstandserfassung – Prätest und Posttest

Nach dem Konzept der Panelstudie (als Variante der Längsschnittstudie), wo die gleichen Personen mehrmals mit dem gleichen Instrument befragt, bzw. überprüft werden, soll mit einer Lernstandserfassung vor (Prätest) und nach (Posttest) der Unterrichtsreihe die individuelle Leistungsentwicklung der Lernenden dokumentiert werden (Roos & Leutwyler, 2011, S. 180f.). Der grosse zeitliche Abstand zwischen den beiden Durchführungszeitpunkten dieses Tests sollte eine Verfälschung des Resultats durch ein Erinnern an die identischen Aufgaben erheblich minimieren. Hinzu kommt, dass die Lernstandserfassung nach der ersten Durchführung weder den Lernenden zurückgegeben, noch mit ihnen besprochen wird. Damit die *nachhaltige* Verbesserung der Kompetenzen erhoben werden kann, wird der Posttest erst rund einen Monat nach Abschluss des Projekts durchgeführt. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Zeit ausreicht, dass bei der zweiten Durchführung ausschliesslich langfristig gespeichertes Wissen abgefragt werden kann.

Die Verbesserung der Basiskompetenzen der Lernenden lässt Rückschlüsse auf die Unterrichtsqualität zu. Hattie (2016, S. 285ff.) empfiehlt zur Bewertung des Unterrichtsprozesses die Anwendung einer Effektstärkenberechnung anhand zweier identischer, zeitlich vor und nach der Intervention durchgeführten Tests. Die Effektstärke über die ganze Klasse hinweg und damit die generelle Wirkung des Unterrichts wird dabei wie folgt berechnet:

$$\text{Effektstärke} = \frac{\text{Mittelwert Test 1} - \text{Mittelwert Test 2}}{\text{Mittelwert der Standardabweichung beider Tests}}$$

Ebenso ist auch die Berechnung individueller Effektstärken möglich. Dies kann Hinweise darauf geben, in welchem Mass sich der Unterricht für einzelne Lernende fördernd ausgewirkt hat. Dabei wird die Formel wie folgt angepasst:

$$\text{Effektstärke} = \frac{\text{Individueller Punktwert Test 1} - \text{Individueller Punktwert Test 2}}{\text{Mittelwert der Standardabweichung beider Tests}}$$

Inhaltlich orientiert sich die Lernstandserfassung am Würfelmodell zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ (siehe 2.5.3. Struktur des Themas). Dabei sollen alle inhaltlichen und prozessbezogenen Komponenten auf den drei Leistungsniveaus geprüft werden. Dadurch kann für alle Lernenden ein persönliches Kompetenzprofil erstellt und anhand des Würfelmodells visualisiert werden.

### 2.7.2 Lernzielorientierte summative Lernkontrollen

Zur Überprüfung der behandelten Lernziele werden neben dem Posttest im Laufe des Projekts zu jedem der drei Inhaltsbereiche eine summative Lernkontrolle durchgeführt. Mit diesen Tests werden insbesondere die fachlichen Lernziele geprüft. Weitere mathematische Kompetenzen (bspw. Argumentieren, Probleme lösen, mathematisch Kommunizieren und Darstellen, etc.) fliessen in die Bewertung des Lernjournals ein. Die Bewertung der Tests unterliegt hauptsächlich einer kriteriumsorientierten Bezugsnorm, wenn auch mit der Notengebung die soziale Bezugsnorm mitschwingt. Die Tests sollen neben der Bewertung auch der Diagnose und damit verbunden der weiteren Unterrichtsoptimierung dienen.



### 2.7.3 Videoanalyse (Zeitstichprobenprotokoll)

Die Indikatoren mehrerer Klassenziele und Ziele der Fokuslernenden im Bereich des Kooperations- und Arbeitsverhalten können anhand einer strukturierten Beobachtungsmethode im Unterricht erfasst und dokumentiert werden. Da es sich bei den Indikatoren nicht um zählbare Verhaltensweisen handelt und auch die zeitliche Dimension eine Rolle spielt, werden sie anhand eines Zeitstichprobenprotokolls überprüft (vgl. Roos & Leutwyler, 2011, S. 202). In mindestens drei Doppelstunden mit typischem Ablauf einer Lernumgebung nach Waasmaier (2013) soll das Zeitstichprobenprotokoll während kooperativen Unterrichtsphasen zum Einsatz kommen. Da der Autor am Unterrichtsgeschehen beteiligt ist und sich die Beobachtung auf alle Lernenden bezieht, ist eine direkte Beobachtung und ein zeitgleiches Führen eines Beobachtungsprotokolls nicht möglich, weshalb auf eine apparative Beobachtung in Form einer Videoaufnahme, welche später analysiert werden kann, zurückgegriffen wird. Eine durch diese offene Beobachtung möglicherweise zumindest in Ansätzen entstehende Reaktivität (beobachtete Personen verhalten sich unnatürlich) wird dabei in Kauf genommen.

Für die Beurteilung des Kooperationsverhaltens sind Kategorien notwendig, welche die Schüleraktivität in Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit unterteilt. Für die Auswertung des Arbeitsverhalten ist eine Kategorisierung in thematische und themenfremde Aktivitäten nötig. Um die personelle Unterstützung der einzelnen Lernenden durch Lehrperson und SHP beurteilen zu können, sind in diesem Bereich weitere Kategorien notwendig. Weitere mögliche beobachtbare Schüleraktivität können das Melden und die Selbstkorrektur darstellen. Die bereits im Praxisprojekt erprobten Kategorien werden auf die neue Unterrichtsmethode adaptiert und wenn nötig induktiv während der Durchsicht des Datenmaterials ergänzt oder abgeändert (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 194f.).

**Tabelle 7**


*Kategorien des Zeitstichprobenprotokolls des Praxisprojekts (eigene Darstellung)*

Einzelarbeit	1	Lehrgespräch L	4	Melden	7
Partnerarbeit	2	Lehrgespräch SHP	5	Themenfremde Aktivität	8
Gruppenarbeit	3	Selbstkorrektur	6		

Die Kategorien 1 bis 3 umfassen selbständiges Arbeiten alleine oder mit anderen. Die Kategorien 7 und 8 beinhalten Tätigkeiten, welche nicht als „time on task“ beurteilt werden können, d.h. die mit dem eigentlichen Unterrichtsinhalt wenig zu tun haben. Die Kategorien 4 bis 6 dienen der Erfassung weiterer unterrichtsnaher Schülertätigkeiten, wie individuelle Lehrgespräche mit Lehrperson oder SHP sowie Selbstkorrektur mit den Lösungsordnern. Nach Roos & Leutwyler (2011, S. 279) werden die Kategorien mit einer Kodierregel (Beschreibung, wann eine Beobachtung der entsprechenden Kategorie zugeordnet wird) und einem Ankerbeispiel (typische Textstelle aus dem vorliegenden Datenmaterial) zu einem so genannten Kategoriensystem ergänzt. Da in dieser Arbeit das Kategoriensystem zur Auswertung von Videomaterial und nicht von Texten (Interviews, etc.) dienen soll, muss das Ankerbeispiel anders, in diesem Fall als Standbild aus dem Filmmaterial, verstanden werden. Das in dieser Arbeit verwendete vollständige Kategoriensystem mit Kodierregeln und Ankerbeispielen ist im Anhang 3 zu finden.

**Tabelle 8**

*Auszug aus dem Kategoriensystem mit Kodierregel und Ankerbeispiel (eigene Darstellung)*

Nr.	Name der Kategorie	Kodierregel	Ankerbeispiel
1	Einzelarbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der/die Lernende steht nicht in Kommunikation zu anderen Lernenden, d.h. <ul style="list-style-type: none"> <li>- er/sie spricht nicht.</li> <li>- er/sie schaut keine sprechende Person an.</li> </ul> </li> <li>Er/sie... <ul style="list-style-type: none"> <li>- richtet seinen Blick auf die vor ihm/ihr liegende Aufgabe.</li> <li>- führt schulische Tätigkeiten aus (Schreiben, Lesen, Schneiden, Kleben, Messen, Konstruieren, etc.)</li> <li>- betätigt sich adäquat mit handlungsorientiertem Material.</li> </ul> </li> </ul>	

Für die Auswertung wird eine Beobachtungskadenz von einer Minute gewählt: Nach jeder Minute wird die Aktivität eines jeden Lernenden anhand des Videomaterials ermittelt und mit dem Kategoriensystem entsprechend kodiert. Dieses Vorgehen führt zu einem engmaschigen Beobachtungsverlauf und lässt sowohl Aussagen über das Gruppenverhalten als auch zu einzelnen Lernenden zu.

#### 2.7.4 Forschungstagebuch

Nach Altrichter & Posch (2007, S. 30ff.) ist das Tagebuch eines der wichtigsten Werkzeuge von forschenden Lehrpersonen. Im Gegensatz zu anderen Instrumenten ist das Führen eines Forschungstagebuchs mit wenig organisatorischem Aufwand verbunden. Es „beinhaltet im Wesentlichen eine Dokumentation der Forschungsgeschichte, die Offenlegung der Untersuchungssituation wie auch die Darstellung der eigenen Lage, Befindlichkeit und Rolle im Forschungsgefüge“ (Anastasiadis & Bachmann, 2005, S. 161). Es unterstützt damit die Selbstreflexion und die stete Optimierung des Unterrichts und bildet für externe Personen eine Grundlage zum Verständnis und zur Beurteilung des Lehrerhandelns. Aus diesem Grund eignet sich dieses Instrument ausgezeichnet bei der Überprüfung der Ziele für den Autor (siehe Unterkapitel 2.6.1).

Das Forschungstagebuch hat sich bereits im Praxisprojekt bewährt und soll während der Durchführung der Masterarbeit nach jeder Unterrichtseinheit mit einem Eintrag versehen werden. Neben einer Beschreibung der Inhalte und Ziele sollen Beobachtungen (deskriptiv) und deren Reflexion (interpretativ), positive Faktoren sowie Änderungen für nächste Lektionen notiert werden.

#### 2.7.5 Nicht-standardisierte/nicht-strukturierte qualitative Auswertung (Dokumentenanalyse)

Insbesondere für die Beurteilung der individuellen Entwicklung der Fokuslernenden spielen auch unstrukturierte Beobachtungen und nicht-standardisierte Analysen aus Arbeitsproben und aus dem Lernjournal eine wichtige Rolle. Mit diesen explorativen Methoden können Aspekte beobachtet und Einsichten gewonnen werden, welche durch das starre Raster strukturierter Instrumente fallen. Schriftliche Dokumente der Lernenden in Form von Textproduktionen nehmen dabei nach Altrichter & Posch (2007, S. 125) eine zentrale Rolle ein. Alle mit diesen Methoden gewonnenen Erkenntnisse sollen damit die strukturierte Beobachtung mit dem Zeitstichprobenprotokoll und die Auswertungen der summativen Lernkontrollen sowie der Lernstandserfassung ergänzen und zu einem möglichst vollständigen Gesamtbild vereinen (vgl. Roos & Leutwyler, 2011, S. 203f.).

### 3 Durchführung

Dieser Teil der Arbeit gibt einen Überblick über die praktische Durchführung des Projekts, vom Prätest über erste Schreibübungen und die 14 Lernumgebungen bis zum Posttest. Daneben werden zwei exemplarische Beispiele zur natürlichen Differenzierung und zur Sprachförderung vorgestellt.

#### 3.1 Ablauf

Waasmaier (2013, S. 25) empfiehlt für die Umstellung des traditionellen Unterrichts hin zum offeneren Unterricht mit Lernumgebungen sowie für die Gewöhnung der Lernenden an die zahlreichen Schreibenlässe genügend Zeit einzuplanen, damit die positiven Effekte des Arbeitens mit Lernumgebungen zur Entfaltung kommen können. Aus diesem Grund und aufgrund der Tatsache, dass das Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ inhaltlich sehr viel hergibt, wurden als Durchführungszeitraum die zehn Wochen des gesamten Herbstquartals von den Herbst- bis zu den Weihnachtsferien definiert. Da Lernumgebungen bevorzugt in Doppellektionen durchgeführt werden (vgl. Kapitel 2.4.6), wurde der Stundenplan entsprechend umgestellt. Die beiden Doppellektionen montags und mittwochs dienten nach der Durchführung eines ersten Schreibenlasses und der Lernstandserfassung (Prätest) der Bearbeitung von Lernumgebungen. In der Einzellektion am Freitag wurden in Abwesenheit, aber gemäss Vorbereitung des Autors unvollendete Lernumgebungen fertiggestellt, Lerninhalte geübt und die drei summativen Lernkontrollen durchgeführt. Die Lektion am Freitag, 17. November fiel wegen eines speziellen Schulanlasses aus. Alle anderen Lektionen konnten wie geplant durchgeführt werden. Insgesamt umfasste die Umsetzung 20 Doppellektionen und 9 Einzellektionen, also total 49 Lektionen.

Die Durchführung wurde anhand der thematischen Inhaltsaspekte gegliedert. Nach der Einstiegswoche standen für „Grössen/Längen“, „Flächen“ und „Volumen“ je drei Wochen Zeit zur Verfügung. Innerhalb dieser drei Wochen wurde jeweils nach Handlungsaspekten unterteilt: Bei jedem Unterthema („Grössen/Längen“, „Flächen“ und „Volumen“) erfolgte zuerst im Handlungsaspekt „Vorstellen“ eine anschauliche und verständnisorientierte Annäherung an das Thema. Hier stand der Aufbau innerer Vorstellungen/Repräsentanten (vgl. Kapitel 2.5.1) und ein handlungsorientiertes „Begreifen“ der verschiedenen Grössen im Fokus. Eine wichtige Rolle bei der Schaffung dieses Realitätsbezugs, der Verknüpfung von Zahl und Gegenstand, nahmen dabei Schätzaufgaben ein. Ausgehend von den erworbenen inneren Bildern leiteten die Lernenden im Handlungsaspekt „Umwandeln“ die Bezüge und Umrechnungsfaktoren einzelner Einheiten der gleichen Grösse ab und entwickelten eine eigene tragfähige Umwandlungsstrategie. Aufbauend auf diesen beiden Handlungsaspekten wurde zum Schluss beim „Rechnen“ der Blick auf mathematische Anwendungen der behandelten Grössen geöffnet und Rechenmethoden erlernt und vertieft.

Diese Anordnung führte auf der Ebene der Handlungsaspekte zu einem Spiralprinzip (siehe Abbildung 4). „Vorstellen“, „Umwandeln“ und „Rechnen“ kehrten so in drei Zyklen wieder und ermöglichten eine Erweiterung, Verknüpfung und Adaption der bereits erworbenen Kompetenzen auf die neuen Inhaltsbereiche. Als ganz besonders zentral stellte sich dieses Spiralprinzip beim Handlungsaspekt „Umwandeln“ heraus: Das bei den Grössen (Längen, Gewichte, Hohlmasse) entwickelte eigene Umwandlungsverfahren musste nach und nach auf das Umwandeln von Flächen und von Volumen adaptiert werden, was in manchen Fällen auch eine Veränderung der Strategie nötig machte. Der Zeitplan im Anhang 4 gibt einen Überblick über den Ablauf der Durchführung.



**Abbildung 4** – Spiralprinzip  
(eigene Darstellung)

## 3.2 Lernstandserfassung (Prätest)

Dieses Kapitel beschreibt den Aufbau und die Entwicklung der Lernstandserfassung anhand der Lernziele, die Durchführung sowie eine erste Auswertung der Resultate.

### 3.2.1 Aufbau

Aus den drei Inhaltsaspekten, den drei Handlungsaspekten und den drei Leistungsniveaus resultieren 27 Lernziele, welche mit der Lernstandserfassung überprüft und abgebildet werden sollen. Um einen Mittelweg zwischen genauer Lernzielüberprüfung und zeitlicher Durchführbarkeit zu finden, wird jedes Lernziel mit zwei Aufgaben überprüft. Jede Aufgabe wird mit einem Punkt bewertet, womit eine Gesamtpunktzahl von 54 erreicht werden kann. Jeweils die erste der beiden Aufgaben pro Lernziel ist dabei meist einfacher.

Die Lernstandserfassung ist anhand der drei Handlungsaspekte „vorstellen“, „umwandeln“ und „rechnen“ gegliedert. Für die Bearbeitung darf ein Taschenrechner verwendet werden. Die Lernstandserfassung ist in vollem Umfang und inkl. Lösungsblatt im Anhang 5 einsehbar.

#### Vorstellen

In diesem ersten Teil werden das Vorstellungsvermögen und damit verbunden das Vorhandensein tauglicher Grössen-Repräsentanten geprüft. Länge, Gewicht, Inhalt, Fläche und Volumen bekannter Tiere und Gegenstände, welche zum besseren Verständnis auch bildlich dargestellt sind, müssen mit einer passenden Masseinheit versehen und anschliessend geschätzt werden. Dabei werden auch ungewöhnliche Einheiten als richtig gewertet, solange die dazu geschriebene Zahl in einem vorab definierten realistischen Bereich liegt (vgl. Lösung Lernstandserfassung im Anhang). Halbe Punkte werden gegeben, wenn zwar die passende Masseinheit gewählt wurde, die Zahl aber aufgrund mangelhaften Schätzens ausserhalb des definierten Bereichs liegt.



**Abbildung 5 – Vorstellen**  
(eigene Darstellung)

#### Umwandeln

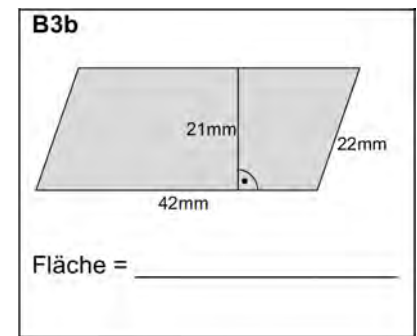
In diesem Teil müssen Masseinheiten ineinander umgerechnet werden. Die dabei verwendete Methode wird dabei nicht eruiert. Entscheidend ist, dass die Lernenden über eine Umwandlungsmethode verfügen, welche funktioniert. Das verwendete Zahlenmaterial orientiert sich an den Lernzielen und variiert innerhalb dieses Rahmens bei Aufgaben des gleichen Lernziels. Grössen müssen sowohl in kleinere als auch grössere Einheiten umgewandelt werden können.

<b>A2a</b>	3m = _____ cm
<b>A2b</b>	16mm = _____ cm

**Abbildung 6 – Umwandeln**  
(eigene Darstellung)

## Rechnen

Die Überprüfung der drei Lernziele im Bereich „Rechnen mit Längen/Grössen“ erfolgt mit sechs Sachaufgaben zum gleichen Sachverhalt: Zu einer Wertetabelle mit verschiedenen Angaben zu einer Tigerfamilie im Zoo werden sprachlich möglichst reduzierte und vereinfachte Aufgaben gestellt. Die Lernenden notieren Rechenweg (0.5 Punkte) und Lösung (0.5 Punkte). Das Rechnen mit Flächen und Volumen erfolgt anhand nicht massstabsgetreuer geometrischer Figuren mit gegebenen Längen. Auch hier werden Lösungsweg und Resultat mit je einem halben Punkten bewertet. Die Bezeichnung mit der richtigen Einheit ist obligatorisch. Bei den Aufgaben wurden verschiedene Einheiten und jeweils im Schwierigkeitsgrad ansteigendes unterschiedliches Zahlenmaterial verwendet.



**Abbildung 7**– Flächenberechnung  
(eigene Darstellung)

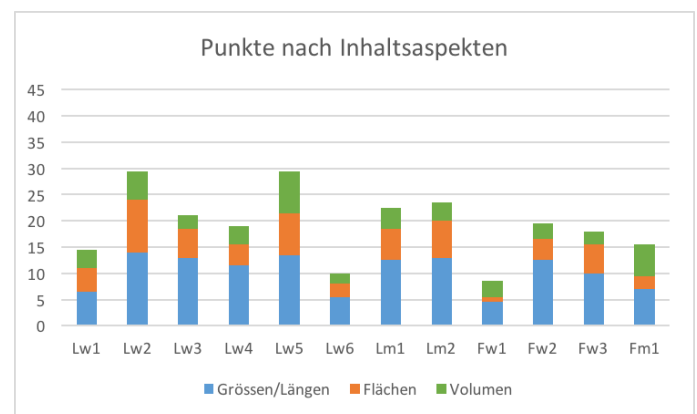
### 3.2.2 Durchführung

Die Lernstandserfassung wurde von neun der zwölf Lernenden am 18. Oktober 2017 in der ersten Woche der Durchführung im Rahmen einer Mathematik-Doppellektion absolviert. Nach einer Instruktion mittels einer PowerPoint-Präsentation, in der der Ablauf des Tests und die verschiedenen Aufgabenformate anhand von Beispielaufgaben erklärt wurden, lösten die Lernenden den Prätest in einer Zeit zwischen 50 und 65 Minuten. Die drei abwesenden Lernenden absolvierten den Test am darauffolgenden Freitag unter gleichen Rahmenbedingungen.

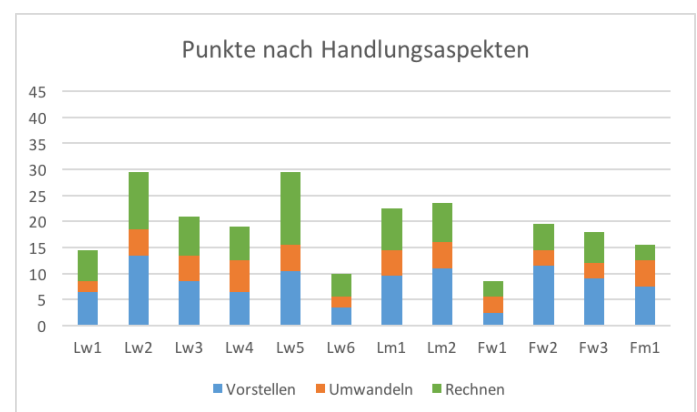
### 3.2.3 Auswertung

Mit einer Streuung von 21 Punkten bei einer Standardabweichung von 6.3 Punkten ist zwar eine gewisse Leistungsheterogenität gegeben; diese äussert sich aber nicht so stark wie vom Autor angenommen. Vor allem gegen oben scheint noch Verbesserungspotenzial zu bestehen. Der maximal erreichte Wert von 29.5 Punkten liegt jedenfalls ganze 24.5 Punkte unter dem Punktemaximum von 54 Punkten. Die Betrachtung der Inhaltsaspekte zeigt, dass bei vielen Lernenden beim Unterthema „Grössen/Längen“ mehr Vorwissen vorhanden ist als bei „Flächen“ und „Volumen“. Dies zeigt sich am stärksten im Handlungsaspekt „Umwandeln“, wo niemand über eine funktionierende Strategie zum Umwandeln von Flächen und Volumen verfügt.

Im positiven Sinne überraschend ist das durchschnittliche Abschneiden der drei Fokuslernenden Fw2, Fw3 und Fm1. Fw1 verfügt erwartungsgemäss über ein sehr geringes Vorwissen. Eine genaue Auswertung des Vorwissens der Fokuslernenden erfolgt bei der Zielüberprüfung. Zu denken geben auch die Resultate von Lw1 und Lw6, welche nicht als Fokuslernende



**Abbildung 8** – Punkte nach Inhaltsaspekten  
(eigene Darstellung)



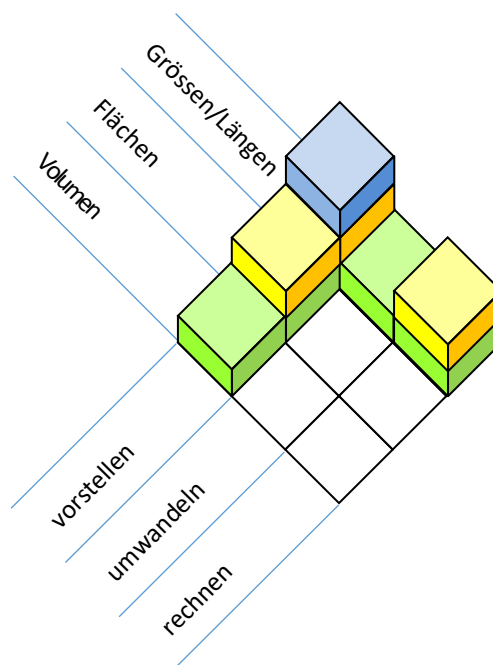
**Abbildung 9** – Punkte nach Handlungsaspekten  
(eigene Darstellung)

gelten, im Prätest aber an zweit- und drittletzter Stelle liegen. Lw1 hatte zu Beginn ihrer Oberstufenzeit in Mathematik ebenfalls individuelle Lernziele, konnte in den letzten beiden Jahren aber die Klassenlernziele meist mit genügenden Noten erreichen. Vielleicht sind die Grössen ein Thema, bei dem sie mehr Mühe hat. Bei Lw6 ist das schlechte Abschneiden nicht mit ihrer Mathematikleistung zu erklären. Bei ihr spielen diesbezüglich eher motivationale Aspekte, der Umgang mit Anforderungen, relativ viele Absenzen und auch Schwierigkeiten im privaten Umfeld eine Rolle. Ebenfalls konnte bei ihr schon vermehrt eine Art Prüfungsversagen beobachtet werden: Die im Unterricht gezeigten Kompetenzen konnten in Prüfungssituationen nicht gezeigt werden. Diesem Punkt sollte im weiteren Verlauf der Durchführung Beachtung geschenkt werden. Ansonsten wird davon ausgegangen, dass die selbstdifferenzierenden Lernumgebungen auch für Lw1 und Lw6 eine gute Passung und damit verbunden eine effiziente Förderung ihrer mathematischen Kompetenzen ermöglichen.

Auf individueller Auswertungsebene können die Inhalts- und Handlungsaspekte miteinander verknüpft und gemeinsam in der Matrix des Würfelmodells visualisiert werden (Abbildung 10). Diese Darstellung ermöglicht eine schnelle und auch für die Lernenden verständliche Übersicht über das Niveau ihrer Kompetenzen sowie über allfällige Förderbereiche. Nach Abschluss der Durchführung ist mit dem Würfelmodell zudem auch ein anschaulicher direkter Vergleich mit den Resultaten des Posttests und damit verbunden ein Sichtbarmachen des individuellen Kompetenzzuwachses möglich.

Für das Erreichen eines Kompetenzbausteins wurde folgende Regel definiert: Ein Baustein gilt als erreicht, wenn mindestens 1.5 von den 2 Punkten des dazugehörigen Lernziels erreicht wurden. Beim Erreichen der Lernziele höherer Kompetenzstufen (Klassenlernziele, erweiterte Lernziele) gelten auch die entsprechenden tieferen Kompetenzstufen als erreicht. Werden 1.5 Punkte nicht erreicht, können Punkte höherer Kompetenzbausteine, welche ebenfalls nicht erreicht wurden, in der tieferen Stufe angerechnet werden. Wird also beispielsweise bei der Kompetenz „Volumen vorstellen“ sowohl beim Basisziel (grün), als auch beim Klassenziel (gelb) und beim erweiterten Lernziel (blau) je 1 Punkt erreicht, werden diese Punkte auf tiefere Kompetenzstufen übertragen, so dass das Basisziel nun mit 2 Punkten als erreicht, das Klassenziel mit 1 Punkt als nicht erreicht gilt.

Die detaillierte Testauswertung sowie eine Übersicht über die Würfelmodelle aller Lernenden sind im Anhang 6 und 7 zu finden.



**Abbildung 10** – Würfelmodell Prätest der Lernenden Fw2 (abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

*Das Würfelmodell zeigt bei Fw2 eine sehr hohe Kompetenz beim Vorstellen von Grössen/Längen und insgesamt ein vorhandenes Grundwissen in diesem Inhaltsbereich. Auch im Handlungsaspekt „Vorstellen“ kann auf grundlegende Fähigkeiten und Fertigkeiten zurückgegriffen werden. Für das Umwandeln und Rechnen von und mit Flächen und Volumen fehlen entsprechende Kompetenzen. Hier besteht bei Fw2 ein Förderbedarf.*

### 3.3 Erste Schreibanlässe

Zu Beginn der Durchführung wurden die Lernenden auf die grosse Bedeutung der Schriftlichkeit während den nächsten zehn Wochen hingewiesen, so dass sie sich mental darauf einstellen und den Schreibprozess nicht einfach als lästigen Zusatzaufwand, sondern als Werkzeug zum besseren Lernen verstehen konnten. Scherer und Moser Opitz (2010, S. 83f.) betrachten neue Arbeitsmittel und Veranschaulichungen für die Lernenden nicht als selbsterklärend, weshalb sie analog einem neuen Lernstoff sorgfältig eingeführt werden müssen. Ähnlich verhält es sich mit dem Schreiben im Mathematikunterricht. Lernende sind es nicht gewohnt, ihre Vorgehensweisen zu dokumentieren, Texte zu ihrem eigenen Lernprozess zu verfassen oder in einer Reflexion über eigene Denkweisen und Schwierigkeiten nachzudenken (Waasmaier, 2013, S. 25). In der ersten Durchführungswoche wurde deshalb noch nicht in das neue Thema eingeführt, sondern mit dem zweimaligen Durchführen eines Figurendiktats zuerst der Schreibprozess ins Zentrum gestellt.

Der Schreibanlass Figurendiktat stammt von Sieglinde Waasmaier und wurde von ihr am 24. April 2017 im Rahmen eines Workshops im Mathematikmodul an der HfH präsentiert. Der Ablauf ist denkbar einfach: Die Lernenden erhalten eine aus geometrischen Flächen zusammengesetzte Figur (Abbildung 11). Diese muss nun so genau beschrieben werden, dass eine andere Person nur mit Hilfe der Beschreibung die Figur zeichnen kann. Diese Aufgabe wurde erst gemeinsam mündlich und später zweimal schriftlich durchgeführt. Dazwischen wurden auch Diskussionen angeregt, was eine gute Beschreibung ausmacht und passende Satzanfänge als Formulierungshilfen angeboten (Scaffolding). Nach der Durchführung eines Diktats gaben sich die Lernenden kurze schriftliche Feedbacks zu den Figurenbeschreibungen.

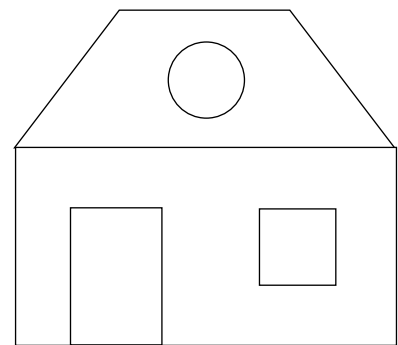


Abbildung 11 – Beispielfigur Figurendiktat  
(eigene Darstellung)

Ging es beim Figurendiktat vor allem darum, die Lernenden in Hinblick auf das Erstellen eigener Lernjournaleinträge für stringente, nachvollziehbare und mit korrekten Fachbegriffen formulierte Gedankengänge und Lösungswege zu sensibilisieren, wurde parallel der Rückblick und die Bewertung des eigenen Lernens mittels Reflexion eingeübt. Dafür erhielten alle Lernenden ein Kärtchen aus Halbkarton mit möglichen Satzanfängen (Abbildung 12), aus denen sie Sätze auswählen oder aber mit der Zeit auch eigene Gedanken formulieren konnten. Als Minimum wurde ein Text von einer halben A<sub>4</sub>-Seite erwartet. Diese Art der Metakognition wurde während der ganzen Durchführungsphase in dieser Form beibehalten.

Die Lernenden liessen sich sehr gut auf diese Aufgabe mit den unterschiedlichen Schreibanlässen ein. Die Qualität der Figurenbeschreibungen war recht unterschiedlich. Unmittelbare Feedbacks und Verbesserungsvorschläge dazu ermöglichten den Lernenden entsprechende Anpassungen beim zweiten Durchgang. Zwei Beispiele von Schülerprodukten sind im Anhang 10 zu finden.

## Reflexion <<<

**Ich denke über mein Lernen nach.**

Heute haben wir...

Gelernt habe ich...

Erstaunt war ich..., weil...

Bewusst geworden ist mir...

Leicht/schwer gefallen ist mir..., weil...

Schwierigkeiten hatte ich..., weil...

Interessieren würde mich..., weil...

Spass gemacht hat mir...

Nächstes Mal würde ich..., weil...

Abbildung 12 – Karte Reflexion

(eigene Darstellung nach Waasmaier, 2013, S. 16)

### 3.4 Lernumgebungen

Die 14 Lernumgebungen (LU) zur Erarbeitung des Themas „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ sind zum Teil sehr unterschiedlich und methodisch abwechslungsreich gestaltet. Die meisten von ihnen orientieren sich aber an Waasmaiers 5-Punkte-Ablauf (vgl. Kapitel 2.4.8) unter Weglassung des Warm-ups. Sie begannen oft mit einer gemeinsamen Inszenierung der Lernumgebung oder aber einer Problemstellung, welche direkt im think-pair-share-Dreischnitt angegangen werden konnte. Nach einer Phase der Eigentätigkeit und dem darauffolgenden Austausch zu zweit oder in kleinen Gruppen, wo oft auch ein eigener Lernjournaleintrag verfasst werden musste, folgte meist eine Erkenntnissicherung im Klassenverband u.a. in Form von Präsentationen. Praktisch alle Lernumgebungen schlossen mit einer metakognitiven Phase ab, wo auf die Rückseite des Lernjournals eine Reflexion notiert wurde. Wegen Zeitdrucks musste diese Phase aber oft als Hausaufgabe aufgegeben werden.

Mit Ausnahme der LU 5 „Blauwale“, deren Idee von Sieglinde Waasmaier stammt, wurden alle anderen Lernumgebungen vom Autor selbst entwickelt, da bereits bestehende Lernumgebungen entweder nicht genau zu den Lernzielen des Themas passten oder nicht dem Lernstand der Klasse oder dem Unterrichtsstils des Autors entsprachen. Das Grundgerüst der selbsterstellten Lernumgebung wurde entweder mit eigenen Materialien oder aber Aufgaben, Darstellungen und Bildern aus verschiedenen Lehrmitteln und aus dem Internet ergänzt. Die Lernumgebungen wurden nicht vorgängig, sondern während der Durchführung laufend erarbeitet, wodurch auf das Unterrichtsgeschehen reagiert und die Lernumgebungen bei Bedarf entsprechend anders geplant werden konnten. Die meisten Lernumgebungen wurden für eine Doppelktion vorbereitet. Für einige grössere Lernumgebungen mussten aber auch drei oder vier Lektionen eingeplant werden.

Für die Planung der Lernumgebungen wurde ein einheitliches Raster verwendet (siehe Lernumgebungen im Anhang 11). Auf den Namen und die Dauer der LU folgt eine Kurzbeschreibung gefolgt von den das Thema überspannenden Grobzielen sowie den konkreten LU-Lernzielen. Damit die beiden in dieser Arbeit zentralen Aspekte, die natürliche Differenzierung und der Sprachfokus, mit der Zeit nicht plötzlich vernachlässigt werden, wurden die dazugehörenden, in der entsprechenden Lernumgebung vorkommenden Elemente explizit notiert und bei deren Fehlen noch entsprechende Elemente in die Planung integriert. Die darauffolgende Unterrichtsskizze gibt Auskunft über den genauen Ablauf, die Sozialformen und das benötigten Material. Sie entspricht vom Umfang und der Art her in etwa der üblichen Unterrichtsvorbereitung des Autors.

#### 3.4.1 Überblick Lernumgebungen

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels soll ein Kurzüberblick über alle 14 Lernumgebungen gegeben werden. Detailliertere Informationen (Planungsraster, z.T. Unterrichtsmaterial) zu den Lernumgebungen sind im Anhang 11 einsehbar.

**Tabelle 9**

*Lernumgebungen nach Inhalts- und Handlungsaspekt (eigene Darstellung)*

	Grössen/Längen	Flächen	Volumen
<b>Vorstellen</b>	LU 1 „So gross wie...“ LU 2 „Schätzen“	LU 6 „Alles Quadrat oder was?“ LU 7 „Grosse Flächen“	LU 10 „3. Dimension“
<b>Umwandeln</b>	LU 3 „10, 100 oder 1000?“ LU 4 „Meine Methode, deine Methode“	LU 8 „Von Längen und Flächen“	LU 11 „Längen, Flächen und Volumen umwandeln“
<b>Rechnen</b>	LU 5 „Blauwale“	LU 9 „Flächen berechnen“	LU 12 „Grundfläche mal Höhe“ LU 13 „Pyramide, Kegel und Kugel“ LU 14 „Geometrisches Kerzengiessen“



## Lernumgebung 1 „So gross wie...“

Wie im Themenschwerpunkt (Kapitel 2.5) beschrieben, bedarf es zum kompetenzorientierten Umgang mit Grössen innere Vorstellungen (Repräsentanten) der einzelnen Einheiten. In dieser Einstiegslernumgebung ging es genau darum: In Partnerarbeit setzten sich die Lernenden handlungsorientiert (Gewichte wägen, Längen messen und Wasser in verschiedene Behälter füllen) mit den einzelnen Gewichts-, Längen- und Hohlmasseeinheiten auseinander und notierten sich zu jeder Einheit einen passenden Repräsentanten (Abbildung 14). Diese wurden in der Klasse gesammelt und verglichen. Es wurde Wert darauf gelegt, dass die Lernenden mindestens einen Repräsentanten zu jeder Einheit auswendig kennen, damit bei Schätzaufgaben und zur Verifizierung von Rechenresultaten darauf zurückgegriffen werden kann.



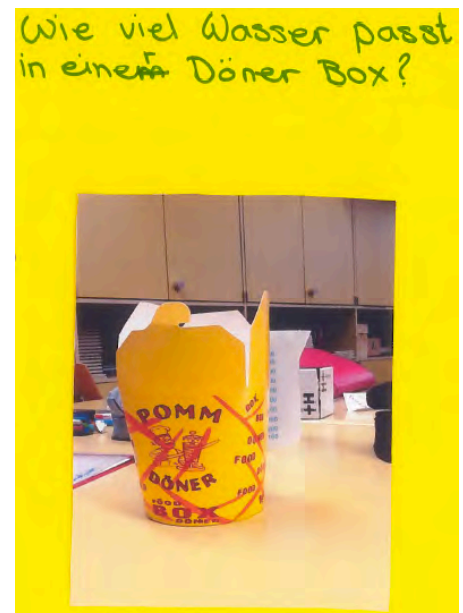
**Abbildung 13** – Posten Hohlmasse  
(Fotografie Autor)

<u>Hohlmasse</u>	
1ml	= halber TE Löffel
1cl	= Ein grosser EL
1dl	= ein halber Kaffee
1L	= 1L Milch
10L	= 10L Giskanne
1hl	= eine halbe Badewanne

**Abbildung 14** – Auszug Lernjournal Lw1

## Lernumgebung 2 „Schätzen“

Zur Anwendung und damit zur Automatisierung der in der Lernumgebung 1 entdeckten Repräsentanten erstellten die Lernenden in dieser Lernumgebung mindestens drei eigene Schätzaufgaben zu Längen-, Gewichts- und Hohlmassen (Beispiel siehe Abbildung 15), welche anschliessend in Dreiergruppen besprochen und bei Bedarf korrigiert wurden. Dadurch konnte eine intensive kooperative Auseinandersetzung mit den Repräsentanten erreicht werden. Zum Schluss wurden die Aufgaben den anderen Gruppen als Quiz präsentiert.



**Abbildung 15** – Schätzaufgabe Lw5

### Lernumgebung 3 „10, 100 oder 1000 – Grössen richtig umwandeln“

Da das Umwandeln von Grössen bereits in der Primarschule und den ersten beiden Oberstufenjahren Bestandteil des Mathematikunterrichts war, wurde davon ausgegangen, dass alle Lernenden (mit Ausnahme von Fw1) dafür über eine mehr oder weniger funktionierende Strategie verfügen. In der Lernumgebung 3 sollten diese individuellen Strategien mit frei wählbarem Zahlenmaterial von den Lernenden wieder in Erinnerung gerufen, reflektiert und allenfalls bereits verändert oder weiterentwickelt werden. Da es sich dabei um einen individuellen Prozess handelt, wurde diese Lernumgebung hauptsächlich in Einzelarbeit durchgeführt. Die eigene Umwandlungsstrategie wurde anhand von Leitfragen in einem Lernjournaleintrag beschrieben. Anschliessend erstellten die Lernenden ein eigenes Übungsblatt (inkl. Lösungen) mit Umwandlungsaufgaben.

Das Journal

• Mein Vorgang ist eigentlich ganz einfach, ich stelle mir die Grössen Tabelle vor im Kopf und dann schiebe ich das Komma und füge Nullen hinzu. Und wenn man es sich nicht vorstellen kann, dann kann man eine Tabelle zeichnen und einfach einfüllen.

• Z.B.:  $220\text{dm} = ?\text{mm}$

km	m	dm	cm	mm
	2	2	0	0

= 22000mm

•  $12 = ?\text{hl}$

hl	l	dl	cl	ml
0	0	1		

= 0,01hl

•  $5\text{mg} = ?\text{g}$

t	kg	g	mg
		0	005

= 0,005g

Abbildung 16 – Journaleintrag Lw2

### Lernumgebung 4 „Meine Methode – Deine Methode“

Bei der Auswertung der Lernjournale der Lernumgebung 3 konnten mehrere Umwandlungsstrategien unterschieden werden. Diese liessen sich in drei Gruppen zusammenfassen: „Umwandeln mit Stellenwerttabelle“, „Umwandeln durch Kommaverschiebung“, „Umwandeln durch Analogien“. Die Lernenden wurden aufgrund ihrer Strategie in die entsprechende Gruppe eingeteilt, wo sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede ihrer Umwandlungsstrategie diskutierten und eine Präsentation ihrer Methode vorbereiteten. Die drei Gruppen stellten ihre Umwandlungsmethode vor und lösten mit dem Rest der Klasse selbst erstellte Umwandlungsaufgaben anhand ihrer Methode. Dadurch konnten die Lernenden andere Methoden zur Umwandlung von Grössen ausprobieren und ihre bevorzugten Methode allenfalls wechseln.

Reflexion

Heute haben wir viele Arten von Umwandeln kennengelernt. Einpaar waren einfach und einpaar nicht so leicht. Die Methode von Agn und Meding hat mir sehr gefallen weil sie mir leicht war. Erstaunt war ich das es so viele Methoden gibt um das zu rechnen.

Abbildung 17 – Reflexion Fw3

### Lernumgebung 5 „Blauwale“

Aus einem mit zahlreichen Grössenangaben gespickten Sachtext zum Thema „Blauwale“ formulierten die Lernenden eigene Rechenaufgaben, welche zusammen mit Lösungsweg und Resultat auf Kärtchen notiert wurden. Diese Aufgaben wurden von anderen Lernenden gelöst, wenn nötig korrigiert und mit Hilfe von vorgegebenen Satzanfängen mit einem Post-it-Kommentar zur Attraktivität der Aufgabe, der Richtigkeit des Lösungswegs und zur Darstellung versehen. Obwohl die Doppellektion vorwiegend in Einzelarbeit ablief, konnten die Lernenden trotzdem voneinander lernen (gegenseitiges Lösen der Aufgaben) und miteinander kommunizieren (schriftliche Feedbacks).

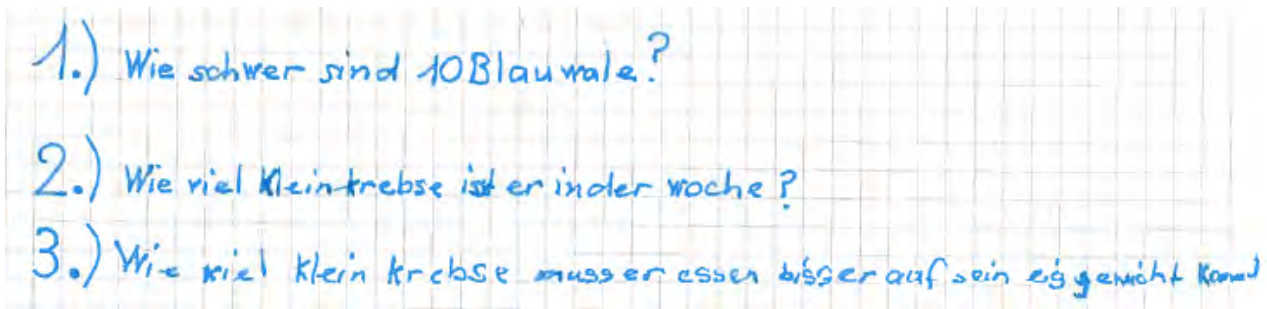


Abbildung 18 – Rechenaufgaben von Fm1

### Lernumgebung 6 „Alles Quadrat oder was?“

Ähnlich wie bei der Lernumgebung 1 stand die Entwicklung von Repräsentanten für die Flächenmasse im Zentrum. Das Herstellen und Erforschen der Flächeneinheiten  $m^2$ ,  $dm^2$ ,  $cm^2$  und  $mm^2$  sowie das anschliessende Schätzen von Flächen mithilfe dieser Papiermodelle wurde in Gruppenarbeit organisiert, welche immer wieder durch Einzel- oder Partnerarbeit unterbrochen wurde. Beim Schätzen quadratischer und rechteckiger Flächen sowie beim Erstellen eigener Schätzaufgaben konnte dank den Papiermodellen in anschaulicher Art und Weise die Flächenberechnung von Quadraten und Rechtecken wiederentdeckt und repetiert werden. Auch Beziehungen zwischen den Einheiten, welche für das Umwandeln von Flächen relevant sind, konnten entdeckt werden. Die gesamte Auftragserteilung erfolgte diesmal schriftlich.

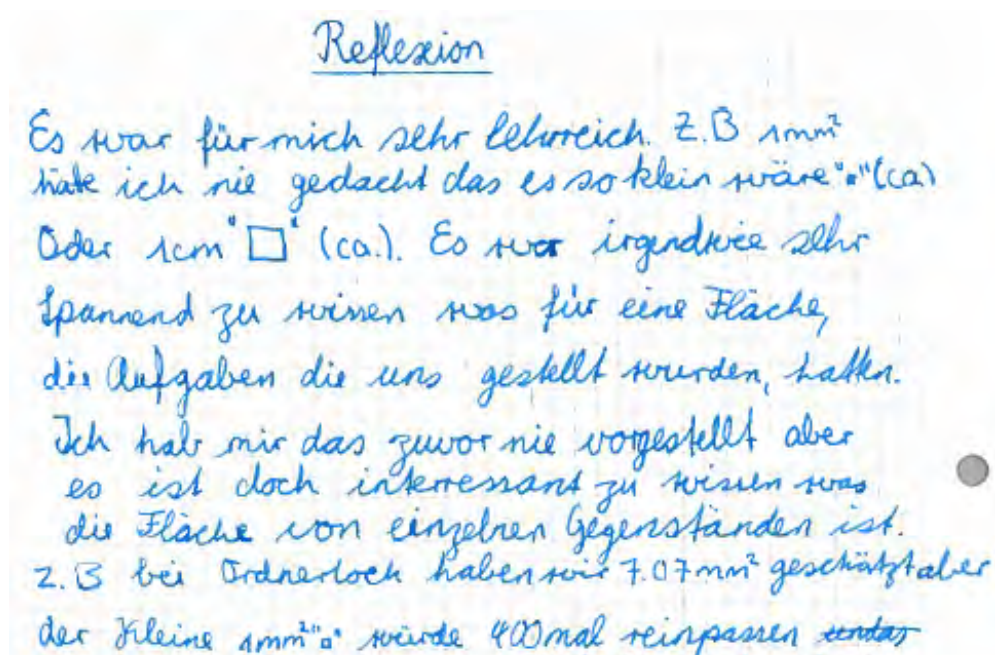



Abbildung 19 – Auszug Reflexion Lw3



## Lernumgebung 7 „Grosse Flächen“

Die grossen Flächeneinheiten Are, Hektare und Quadratkilometer wurden anhand einer Powerpoint-Präsentation im Lehrgespräch erarbeitet. Zur Entwicklung innerer Bilder zu diesen Einheiten wurden Kartendarstellungen bekannter Objekte (Schulhausplatz, Gemeinde Obersiggenthal, Freibad, etc.) geschätzt und deren Flächen mithilfe eines Quadratrasters ausgezählt und berechnet. Die berechneten Flächen wurden unter den Lernenden ausgetauscht und gelöst.

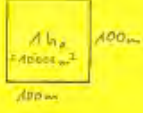
Welche Fläche hat der Wald zwischen Nussbäumen und Kirchdorf?



1 Quadrat hat eine Fläche von 1 ha

Es können 13 Quadrate gezählt werden.

Rechnung Fläche:  $13 \cdot 1 \text{ ha} = 13 \text{ ha}$



Mit einem Raster kann man zuerst die vollen Feldchen zählen und danach die unvollständigen mit andern unvollständigen Rastern füllen. Dann rechnet man aus, z.B. ist Länge mal Breite dann mal so viele Feldchen. Das gibt das Resultat der gesamten Fläche.

Abbildung 20 – Aufgabenbeispiel und Auszug Reflexion Lm2

## Lernumgebung 8 „Von Längen und Flächen“

Diese Lernumgebung zielte darauf ab, die bei den Grössen eingesetzte Umwandlungsstrategie auf die Flächenmasse zu übertragen. Ausgehend von einer Visualisierung des Beispiels  $\text{dm} \cdot \text{cm} / \text{dm}^2 \cdot \text{cm}^2$  überlegten die Lernenden den Zusammenhang zwischen Längen- und Flächenmassen, tauschten sich darüber aus und erstellten eigene Aufgaben mit selbstgewähltem Zahlenmaterial, welche sie mit ihrer erweiterten Methode in andere Einheiten umrechneten.

Wenn man weiss das  $1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$  sind, das heisst das es durch 10 teilig ist, so muss man bei den Flächen Länge mal Breite rechnen, also  $10 \cdot 10$ . Oder z.B.  $1 \text{ m} = 1000 \text{ mm}$  so weiss man es ist 1000 teilig also wenn diese Aufgabe mit Flächen kommt weiss man, Ah,  $1000 \text{ mal } 1000$ , gleich  $1000000$ . Oder wenn wir  $1 \text{ m}^2$  haben und  $1 \text{ mm}^2$  wissen wir  $1 \text{ mm}^2$  ist so klein im gegensatz zu  $1 \text{ m}^2$  und zwar passt es 1000 mal in eine Linie. Oder wir haben  $1 \text{ dm}^2$  und  $1 \text{ cm}^2$  passt 10 mal in eine Linie und dann einfach Länge mal Breite.

Abbildung 21 – Auszug Lernjournal Lw6

## Lernumgebung 9 „Flächen berechnen“

Für die Repetition und Vertiefung der Berechnung geometrischer Flächen wurde aufgrund der hohen Heterogenität in diesem Thema die Methode Gruppenpuzzle gewählt. Aufgrund der Lernstandserfassung und Unterrichtsbeobachtungen wurden die Lernenden in drei Niveaugruppen eingeteilt und bearbeiteten in diesen Expertengruppen anhand von Modellflächen und entsprechenden Aufgaben die Flächenberechnung einzelner Figuren. Die Gruppe mit dem tiefsten Niveau setzte sich dabei mit der Flächenberechnung von Quadraten, Rechtecken und daraus zusammengesetzten Figuren auseinander, die mittlere Gruppe widmete sich den Flächen von Rhombus, Parallelenviereck und Drachen, und die Gruppe mit den lernstärksten Lernenden versuchte sich an Flächenberechnungen von Trapezen sowie verschiedener Dreiecke und n-Ecke. In einem zweiten Schritt wurden die Gruppen neu gemischt. Die Vertreter der einzelnen Expertengruppen erklärten dann den neuen Gruppenmitgliedern die Flächenberechnung ihrer Figuren und unterstützten sich beim Lösen des Übungsblatts gegenseitig. Diese Lernumgebung erstreckte sich über zwei Doppelkationen.

## Lernumgebung 10 „3. Dimension“

In einer Postenarbeit setzten sich die Lernenden während vier Lektionen mit den Volumeneinheiten  $\text{mm}^3$ ,  $\text{cm}^3$ ,  $\text{dm}^3$ ,  $\text{m}^3$  und  $\text{km}^3$  auseinander. Mithilfe von handlungsorientiertem Material (Dienes-Würfel, grosser  $\text{m}^3$ -Würfel, Massbecher, etc.) wurden durch die Postenaufträge neben der Entwicklung einer Grössenvorstellung bereits auch das Umwandeln der Volumeneinheiten, die Volumenberechnung von Quadern sowie der Zusammenhang zwischen Raum- und Hohlmassen angeregt.

## Posten 4

### Kubikzentimeter $\text{cm}^3$

**Material:** 50  $\text{cm}^3$ -Würfel, verschiedene Schachteln

#### Aufgaben:

- Wievielmals passt der Kubikzentimeter in die Schachtel? Schätze zuerst, rechne anschliessend.
- Notiere deine Schätzung/Rechnung und evtl. eine Skizze.
- Erfinde eine Schätzaufgabe zum Kubikzentimeter.

Abbildung 22 – Posten Beispiel

(eigene Darstellung)

## Lernumgebung 11 „Längen, Flächen und Volumen umwandeln“

Diese Lernumgebung wurde als Weiterführung der beiden Lernumgebungen zum Handlungsaspekt „Umwandeln“ geplant: Die individuellen Umwandlungsstrategien, welche bei Längen- und Flächenmassen eingesetzt werden, sollten mithilfe ikonischer Darstellungen ( $\text{cm}$ - $\text{dm}$ ,  $\text{cm}^2$ - $\text{dm}^2$  und  $\text{cm}^3$ - $\text{dm}^3$ ) auf das Umwandeln von Volumen übertragen und die Zusammenhänge zwischen den drei Dimensionen aufgedeckt werden.

Länge	Fläche	Volumen
$3\text{m} = 300\text{dm}$	$3\text{m}^2 = 30'000\text{cm}^2$	$3\text{m}^3 = 3'000'000\text{cm}^3$
$450\text{cm} = 45\text{dm}$	$450\text{cm}^2 = 45\text{dm}^2$	$450\text{cm}^3 = 0.45\text{dm}^3$
$277\text{dm} = 277'000\text{mm}$	$277\text{dm}^2 = 277'000\text{cm}^2$	$277\text{dm}^3 = 277'000'000\text{mm}^3$
$5\text{mm} = 0.005\text{m}$	$5\text{mm}^2 = 0.00005\text{m}^2$	$5\text{mm}^3 = 0.000005\text{m}^3$
$11\text{dm} = 110\text{cm}$	$11\text{dm}^2 = 110'000\text{mm}^2$	$11\text{dm}^3 = 11'000'000\text{mm}^3$
$28\text{cm} = 0.28\text{m}$	$28\text{cm}^2 = 0.0028\text{m}^2$	$28\text{cm}^3 = 0.000028\text{m}^3$
$71\text{cm} = 710\text{mm}$	$71\text{cm}^2 = 7100\text{mm}^2$	$71\text{cm}^3 = 71'000\text{mm}^3$

Also: Längen sind nur eine Zeit — und immer mal  $10$ .  $1\text{cm} = 10\text{mm}$ . Flächen haben dann zwei Seiten  $\text{L} \cdot \text{b}$ . Es ist auch immer  $100$  teilig.  $1\text{m}^2 = 100\text{dm}^2$ . Volumen haben dann drei Seiten. Weil dort geht es ja um den Inhalt.  $\text{L} \cdot \text{b} \cdot \text{h}$ . Volumen sind immer  $1'000$  teilig.  $1\text{m}^3 = 1'000\text{dm}^3$ . Das zeigt also Länge, Fläche und Volumen hängen zusammen, weil bei den Längen es  $10$  teilig, bei den Flächen  $100$  teilig, und bei den Volumen  $1'000$  teilig.

Abbildung 23 – Auszug Lernjournal Fw2

## Lernumgebung 12 „Grundfläche mal Höhe“

Die bereits im Postenlauf der Lernumgebung 10 entdeckten Formeln zur Volumenberechnung von Würfeln (Seite mal Seite mal Seite) und Quadern (Länge mal Breite mal Höhe) wurden in einem Lehrgespräch auf die Formel Grundfläche mal Höhe reduziert. In Gruppenarbeit wurden anschliessend weitere geometrische Figuren benannt und auf die Möglichkeit der Formelberechnung mit „Grundfläche mal Höhe“ hin untersucht.

bei einem Quader rechnet man  $L \cdot b \cdot h$



$$\frac{L \cdot b \cdot h}{G \cdot h}$$

Abbildung 24 – Auszug Lernjournal Fw1

## Lernumgebung 13 „Pyramide, Kegel und Kugel“

Um den Bezug zwischen den abstrakten geometrischen Figuren und der Alltagswelt der Lernenden herzustellen, begann diese Lernumgebung mit dem Benennen geometrischer Alltagsgegenstände. Die Gegenstände wurden in zwei Gruppen („Volumen berechenbar mit Grundlinie mal Höhe“ und „Volumen nicht berechenbar mit Grundlinie mal Höhe“) eingeteilt. Jede und jeder Lernende wählte eine Figur der ersten Gruppe und berechnete nach dem Schätzen dafür benötigter Längen dessen Volumen. Die Resultate wurden in der Gruppe präsentiert und besprochen. Danach wurde in Gruppen selbständig die Volumenberechnung von Pyramiden und Kegeln erarbeitet. Die Herleitung dieser Volumina erfolgte durch Umgiessen von Plexiglasfiguren und damit durch Ableiten des Pyramidenvolumens vom Quader- oder Prismavolumen und des Kegelvolumens vom Zylindervolumen. Bei Unklarheiten zum Vorgehen konnten die Gruppen insgesamt vier Tippkarten ziehen, welche sie auf die richtige Spur brachten.



Abbildung 25 – Geometrischer Alltagsgegenstand (procarton.com)

### Tipp 1

Sucht eine andere Plexiglasfigur, die einiges mit eurer Figur gemeinsam hat.

Abbildung 26 – Tippkarte (eigene Darstellung)

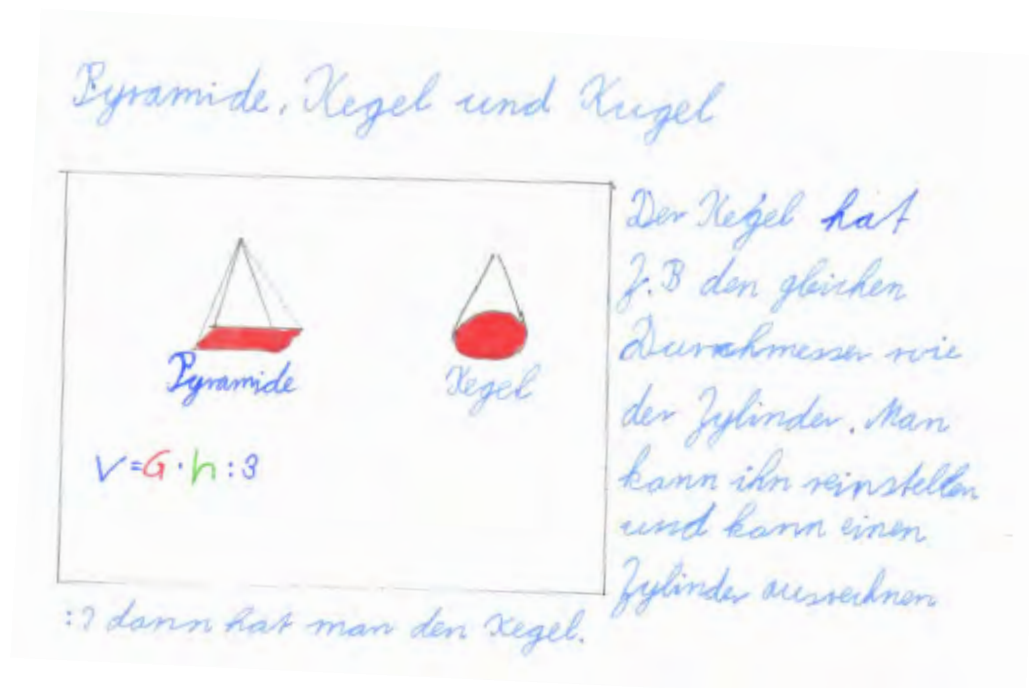


Abbildung 27 – Auszug Lernjournal Lm2



#### Lernumgebung 14 „Geometrisches Kerzengiessen“

Mit dieser letzten Lernumgebung wurde die Volumenberechnung repetiert und gleichzeitig mit dem Kerzengiessen eine vorweihnächtliche Aktivität durchgeführt. Die Lernenden durften sich eine geometrische Kerzengiessform (Quader, Würfel, Kugel, Kegel, Prisma, etc.) aussuchen. Sie massen die für die Volumenberechnung benötigten Längen, rechneten das Volumen ihrer Giessform sowie den Wachsinhalt in Dezilitern aus und notierten den Lösungsweg auf ein Kärtchen. Nach dem Giessen der Kerzen wurden die Kärtchen ausgetauscht und die Volumina weiterer Kerzen berechnet. Daneben konnten zur Prüfungsvorbereitung entsprechende Übungsblätter gelöst werden.



**Abbildung 28** – Giessform und Kärtchen von Lw4  
(Fotografie Autor)



**Abbildung 29** – Fertige Kerzen  
(Fotografie Autor)

### 3.4.2 Zusammenfassender Überblick über die Durchführung der Lernumgebungen

Grundsätzlich wurde die Durchführung vom Autor als gelungen erlebt. Die Lernenden waren meistens motiviert und bei der Sache und es herrschte oft eine angenehme und konzentrierte Arbeitsatmosphäre. Abgesehen vom Zeitmanagement – die einzelnen Lernumgebungen waren tendenziell eher etwas überladen – verliefen viele Unterrichtssequenzen erfolgreich und plangemäss. Es kam zu keinen nennenswerten Lektionsausfällen, so dass das Thema im geplanten Zeitraum durchgeführt und abgeschlossen werden konnte. L nahm ihre Aufgabe, die Durchführung der Lektion am Freitag, zudem sehr ernst und führte die vom Autor geplanten Sequenzen äusserst zuverlässig durch.

Wie im Forschungstagebuch aber auch ersichtlich wird, klappte nicht alles nach Wunsch. Einerseits mussten in diesem Herbstquartal überdurchschnittlich viele Absenzen vermerkt werden. Die Abwesenheit einzelner Lernenden aufgrund von Schnuppertagen, Bewerbungsgesprächen oder Krankheit führte zu verpasstem Lernstoff, was diesen Lernenden den Einstieg in spätere Lernumgebungen erschwerte. Hier musste jeweils die Durchführung der Lernumgebungen flexibel angepasst werden, indem beispielsweise abgeschlossene Lernumgebungen zu Beginn einer neuen Sequenz nochmals gemeinsam repetiert oder die von der Absenz betroffenen Lernenden von anderen Lernenden während der Lektion oder in der Freizeit auf den neusten Lernstand gebracht wurden. Andererseits tauchten auch manchmal bei den Lernenden vom Autor unerwartete Schwierigkeiten beim Lernstoffwerb auf und einzelne Unterrichtssequenzen verfehlten aufgrund ungünstiger Passung oder mangelnder Veranschaulichung ihre Wirkung. Auch hier war viel Flexibilität nötig, um auf solche Schwierigkeiten zu reagieren und den Unterricht sofort oder in der nächsten Lektion entsprechend anzupassen. Des Weiteren machten sich ebenso die Tagesform der Klasse, Konflikte unter den Lernenden und andere externe Einflüsse manchmal bemerkbar. In solchen Situationen herrschte bereits zu Beginn des Unterrichts eine schlechte Stimmung in der Klasse und wenig Lernbereitschaft bei den Lernenden, was von den Lehrenden zusätzlichen Einsatz und Motivationsarbeit erforderte.

### 3.4.3 Exemplarische Beispiele zur natürlichen Differenzierung und zur Sprachförderung

Im Rahmen der Lernumgebungen wurden sowohl verschiedenste Massnahmen zur natürlichen Differenzierung, als auch vielfältige Sprach- und Schreibanlässe eingeplant und durchgeführt. In diesem Kapitel soll je eine vielfach verwendete und in der Durchführung der Masterarbeit sich bewährte Form exemplarisch vorgestellt werden.

#### Natürliche Differenzierung

Ganz besonders stark selbstdifferenzierend wirkte der Auftrag, zu einem Thema ein eigenes Aufgabenblatt zu entwickeln. Diese Methode konnte in der Durchführung, beispielsweise beim Umwandeln von Grössen, gewinnbringend eingesetzt werden. Da auch ein Lösungsblatt erstellt werden musste, notierten die Lernenden dabei nur solche Aufgaben, welche sie auch wirklich lösen konnten (Abbildungen 30 und 31). Hier zeigte sich z.B. eine Differenzierung nach Zahlenmaterial: Währenddem einige Lernende sich dabei auf ganze Zahlen beschränkten, wählten andere auch einfachere und schwierigere rationale Zahlen. Beim Umwandlungssprung wählten schwächere Lernende tendenziell eher Umwandlungen in Nachbareinheiten oder zur Grundeinheit (m, m<sup>2</sup>, kg, l). Stärkere Lernende formulierten auch Aufgaben über grössere Umwandlungsräume hinweg, wie z.B. Zentiliter in Hektoliter umwandeln.



400 cm	=	mm
74 kg	=	g
45 g	=	mg
88 kg	=	t
1 hl	=	l

Abbildung 30 – Auszug Übungsblatt Fm1

28,0743 mg	=	g
27,7474 cl	=	hl
14,8333 dm	=	m
7,05 cl	=	ml
0,0012 km	=	mm

Abbildung 31 – Auszug Übungsblatt Lw2

Obwohl die Lernenden bevorzugt auf ihrem Lernstand arbeiteten, wurden sie aus ihrer Komfortzone gelockt und neue Lernprozesse wurden angeregt. Dies wurde erreicht, indem der Auftrag so formuliert war, dass neben einfachen auch schwierige Aufgaben eingebaut werden mussten. Da „schwierig“ relativ ist, arbeiteten und knobelten die Lernenden dabei immer an der oberen Grenze ihres eigenen Lernstands. Andererseits gelangten sie unbeabsichtigt in schwierigere Gefilde, wenn sie beispielsweise gerne nur mit natürlichen Zahlen rechnen wollten, die Aufgabe „5mm = \_\_\_\_cm“ sie aber plötzlich in weniger geläufige Zahlenräume führte.

Wenn alle Lernenden mit ihren Aufgaben beschäftigt sind, bleibt den Lehrpersonen viel Zeit sich um diese individuellen Lernhürden zu kümmern. Für die Lehrperson ist diese Art der natürlichen Differenzierung auch sehr ökonomisch, da kaum vorbereitungsintensiv. Zudem kann die natürliche Differenzierung mittels Aufgabenerstellung in jedem Thema, zu dem auch Aufgaben gelöst werden können, zum Einsatz kommen.

Durch das Erstellen eines Arbeitsblattes werden viel mehr Denkprozesse angeregt, als nur durch das Lösen: Überlegungen zur Variation der Aufgaben, Rückkoppelungen zwischen Resultat und Aufgabe und Gedanken über die Gestaltung des Arbeitsblattes fehlen beim lediglich passiven Lösen. In der Durchführung teilten einige Lernende von sich aus die Aufgaben in Blöcke verschiedener Schwierigkeit ein und mussten sich mit Fragen auseinandersetzen, wie „Wann ist eine Aufgabe einfach?“ oder „Was macht eine Aufgabe schwierig?“ (Abbildung 32) Da die Blätter anschliessend ausgetauscht, gegenseitig gelöst und allenfalls bewertet werden können, ist auch die Motivation gute Arbeit abzuliefern hoch.

300m =	cm	5.5L =	hl	11.11kg =	g
50kg =	g	111m =	cm	532.6cl =	l
1000g =	kg	5.23dl =	l	123400km =	m
2cm =	m	5030m =	km	30887t =	g
30dl =	cl	220g =	kg	0.001g =	mg
10mm =	cm	333mg =	kg	283hl =	dl

Abbildung 32 – Auszug Übungsblatt Lm1

## Sprachförderung

Im Gegensatz zum Praxisprojekt, wo mit dem Arbeitsplan wenig kooperative Phasen entstanden, boten die Lernumgebungen vielfältige Anlässe zum Austausch und damit verbunden zum Sprachgebrauch. Mündliche Kommunikation bei Diskussionen, Präsentationen, gegenseitigem Erklären und Feedbacks wurde dank dem Einsatz von Lernjournal und Reflexion mit dem Verfassen von Texten um eine schriftliche Ebene ergänzt. Auch schriftliche Kommunikation unter den Lernenden mittels schriftlichem Feedback konnte eingesetzt werden.

Als gute und praktisch immer einsetzbare Unterstützungshilfe für diese Sprech- und Schreibanlässe hat sich in der Durchführung das Scaffolding durch das Anbieten sprachlichen Materials bewährt. Sowohl Wörter, als auch Satzanfänge oder Leitfragen gaben den Lernenden ein sprachliches Gerüst, das ihnen das Formulieren eigener Sätze vereinfachte (Abbildungen 33 und 34). Dieses Scaffolding führte auch dazu, dass qualitativ bessere Sätze formuliert und der Fachwortschatz eingeübt werden konnten.

### Figurendiktat

Die Figur sieht aus wie...

Zeichne zuerst..., Zeichne dann...

Quadrat, Rechteck, Trapez, Rhombus, Parallelenviereck, Kreis

In der Mitte... Oben... Unten... links... Rechts...

klein, gross, kleiner, grösser, etwa so gross wie...

### Abbildung 33 – Scaffolding Figurendiktat

(eigene Darstellung)

### Feedback zu den Aufgaben

#### Aufgabe

Die Aufgabe gefällt mir, weil...

Die Aufgabe gefällt mir nicht, weil...

interessant/langweilig, schwierig/leicht, überraschend, etc.

#### Richtigkeit/Lösungsweg

Der Lösungsweg ist... Das Resultat ist...

korrekt, vollständig, nachvollziehbar, lückenhaft, unverständlich

#### Darstellung

Die Darstellung ist...

schön gestaltet, leserlich, etc.

### Abbildung 34 – Scaffolding Schülerfeedback

(eigene Darstellung)

### 3.4.4 Lernjournal und Reflexion

Aufgrund der aktiven Thematisierung des Schreibens im Mathematikunterricht und dank der Schreibanlässe in der ersten Durchführungswoche waren bereits die ersten Lernjournaleinträge der meisten Lernenden verständlich, stringent und übersichtlich und die ersten Reflexionen aussagekräftig und nachvollziehbar. Bei einigen Lernenden brauchte es dafür zu Beginn personelle Unterstützung beim Verfassen der Texte. Da in der Lektion oft keine Zeit mehr für das Verfassen dieser schriftlichen Produkte, insbesondere der Reflexion, vorhanden war und deren Fertigstellung als Hausaufgabe aufgegeben werden musste, konnte es aber vorkommen, dass das schriftliche Lehrerfeedback erst eine Woche nach der Lernumgebung zurückgegeben werden konnte, wodurch sich die von Hattie (2016) beschriebene Wirkung eines unmittelbaren Feedbacks auf den Lernprozess der Lernenden wohl ziemlich stark abschwächte. Deshalb wurde Wert darauf gelegt, die Einzelblätter so schnell wie möglich einzuziehen, zu korrigieren und mit einem persönlichen Kommentar versehen zurückzugeben. Meistens bestand das Feedback aus einem kurzen Text, in dem das Lernjournal und die Reflexion bewertet, Fehler benannt und auf Verbesserungsmöglichkeiten hingewiesen wurde (Abbildung 35). Einige Male musste aber auch aus Zeitgründen auf ein solch ausführliches und zeitintensives Feedback verzichtet werden. Bei der Rückgabe wurde den Lernenden immer die Zeit gegeben, den Kommentar zu lesen, die Korrekturen anzuschauen und die Blätter in einem Schnellhefter abzulegen. Es konnte beobachtet werden, dass die Lernenden sich die Rückmeldungen durchaus zu Herzen nahmen und die Qualität der Einträge dadurch stieg.

Hoi ...  
Du hast sehr gute und passende Vergleiche zu den verschiedenen Grössen gefunden. Nur bei „1mg“ hat es einen Fehler: 1mg ist etwa so schwer wie ein grosses Sandkorn. Eine Büroklammer ist ca. 1g schwer. Deine Reflexion finde ich sehr gut geschrieben. Man kann gut nachvollziehen, was du gelernt hast und wo du jetzt stehst. Es freut mich, dass du dir nun die einzelnen Grössen besser vorstellen kannst. Deine Darstellung gefällt mir zudem auch sehr gut: sauber und übersichtlich. Weiter so!

Hoi ...  
Die Aufgabe hast du gut gelöst und passende Gegenstände zu den Einheiten gefunden. Die Gestaltung ist übersichtlich, Titel könntest du in Zukunft bitte mit Lineal unterstreichen. Die Reflexion finde ich soso-lala: Du musst nicht alle Satzanfänge benützen. Sätze wie „Mir ist nichts bewusstgeworden“ oder „Mich interessiert nichts“ bringen nicht viel. Die kannst du ganz weglassen und dafür bei den anderen Sätzen noch genauer werden und auch konkrete Beispiele nennen. Schau dir bitte mal die Reflexionen von ... und ... an. So sollte es etwa sein. Und fürs nächste Mal ganz wichtig: Blatt anschreiben!

**Abbildung 35** – Beispiele Feedback zur LU 1

(eigene Darstellung)

### 3.5 Zusätzliche Fördermassnahmen

Neben dem Klassenunterricht standen für Fw1, Fw2 und Fw3 ein weiteres Zeitgefäss für die Auseinandersetzung mit dem mathematischen Thema zur Verfügung. Bei Fw1 und Fw2 handelte es sich um eine separative VM-Lektion zusammen mit dem Autor. Diese wurde genutzt, um Inhalte des Mathematikunterrichts zu repetieren oder die beiden Lernenden im Sinne einer Vorentlastung auf das kommende Thema einzustimmen. Für den Autor waren diese Lektionen auch diagnostisch wertvoll. Da in den Lektionen wenig Gelegenheit für ein längeres Arbeiten mit einzelnen Lernenden bestand, konnten in diesen separativen Lektionen die Kompetenzen und Schwierigkeiten dieser Lernenden besser erkannt und eingeschätzt werden, worauf beim Planen der nächsten Lernumgebung eingegangen werden konnte. Insbesondere bei Fw1 halfen diese Lektionen einzuschätzen, ob und wie eine Partizipation im weiteren Verlauf des Klassenunterrichts möglich ist, bzw. welche Hilfestellungen und Anpassungen für sie getroffen werden müssen. Bei Fw3 bestand die zusätzliche Fördermassnahme aus einer wöchentlichen Nachhilfelektion bei einer Bezirksschul-Schülerin. Der Autor stellte für diese Lektionen ausgehend von Fw3s Lernstandserfassung sowie Unterrichtsbeobachtungen passendes Material zusammen, so dass auch hier Gelerntes repetiert oder zukünftige Inhalte vorbereitet werden konnten. Für Fm1 sowie auch Lw1 und Lw6 fehlten zusätzliche Zeitgefässe, weshalb hier vor allem der personellen Unterstützung im Unterricht selber eine grosse Bedeutung zugemessen wurde.

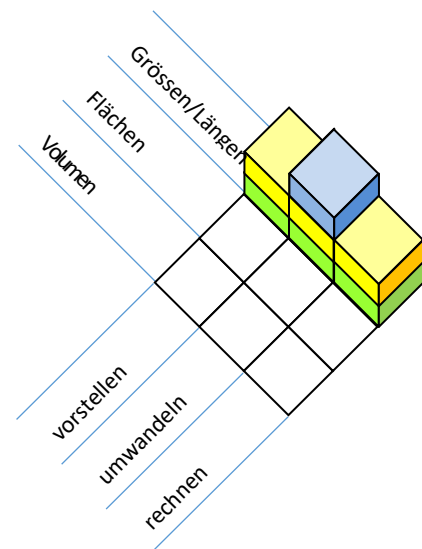
### 3.6 Summative Lernkontrollen

Zu jedem Inhaltsbereich (Größen/Längen, Flächen und Volumen) wurde ein 60-minütiger Test erstellt, dessen Aufgaben wie die Lernstandserfassung in die Handlungsaspekte „Vorstellen“, „Umwandeln“ und „Rechnen“ gegliedert waren. Die Aufgaben orientierten sich an den Lernzielen, welche den Lernenden rund eine Woche im Voraus bekanntgegeben worden waren. Neben Wissens- und Anwendungsaufgaben wurden auch kognitiv anspruchsvollere Aufgaben (Analyse, Synthese und Beurteilung) eingebaut. Für Fw1, bei welcher schon vor dem Test klar war, dass sie die Klassenlernziele nicht erreichen wird, wurde der Test gekürzt und einzelne Aufgaben auf die Basislernziele hin angepasst, indem beispielsweise das Zahlenmaterial vereinfacht wurde.

Alle drei Tests sowie die Ergebnisse der Lernenden sind im Anhang 12 und 13 abgelegt. Auf die Lernzielerreichung wird im Evaluationsteil eingegangen.

Da der weitere Unterricht jeweils auf den Inhalten des vorherigen Inhaltsaspekts aufbaute, lohnte sich eine vertiefte Testbesprechung, so dass dafür jeweils eine Doppellektion eingesetzt wurde. Auch in diesen Lektionen wurde oft der think-pair-share-Dreischritt des kooperativen Lernens eingesetzt, was zu einer sehr intensiven Auseinandersetzung mit den Aufgaben und lebhaften Diskussionen führte. Die Lernenden wurden dabei vorgängig entsprechenden Aufgaben zugeteilt, die von ihnen falsch gelöst worden waren und bei denen also ihr grösster Förderbedarf bestand. So hatten sie die Möglichkeit, sich lange und gründlich mit diesen Aufgaben zu befassen und mit der Präsentation vor der Klasse zu zeigen, dass sie die Aufgabe nun verstanden haben. Durch die Analyse der gemachten Fehler, die Testverbesserung und die Reflexion des eigenen Testresultats konnten die Lernenden neue Erkenntnisse zu ihrem Lernstand gewinnen und Lerndefizite in Hinblick auf den weiteren Unterrichtsverlauf aufarbeiten. So schrieben sie jeweils auch über ihr Testergebnis eine Reflexion und definierten den Inhalt der Hausaufgabe auf die nächste Lektion selber.

Neben einer Note wurde den Lernenden auch eine Beurteilung der einzelnen Handlungsaspekte in Form der bereits vom Prätest her bekannten Matrixdarstellung abgegeben. Für 40% richtig gelöste Aufgaben eines Handlungsaspekts galt das Basislernziel als erreicht, bei 60% das Klassenlernziel und ab 90% das erweiterte Lernziel. Dank dieser Darstellung erhielten die Lernenden auf einen Blick ein differenzierteres Bild ihrer Stärken und Schwächen, als es eine Note geben kann.



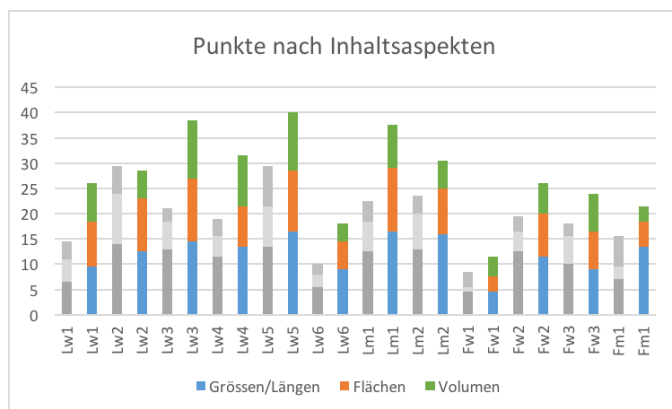
**Abbildung 36** – Würfelmodell Test Größen/Längen von Lm1  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

### 3.7 Durchführung Posttest

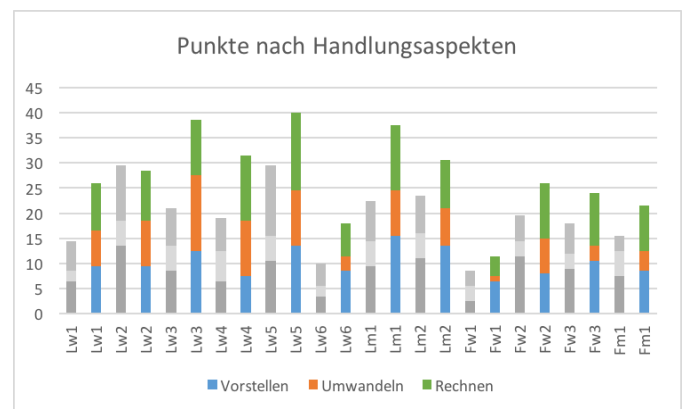
Am 24. Januar 2018, also einen Monat nach Abschluss der Durchführung, wurde die Lernstandserfassung mit elf von zwölf Lernenden (Fw3 fehlte und schrieb den Test nach) ein zweites Mal durchgeführt, um den langfristigen und damit nachhaltigen Kompetenzerwerb zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“ beurteilen zu können. Der Ablauf erfolgte gleich wie beim Prätest: Nach einer PowerPoint-Instruktion zu den Aufgabentypen lösten die Lernenden den Test ohne Zeitlimit. Für den Test benötigten die Lernenden zwischen 45 und 105 Minuten, wobei die meisten Lernenden nach gut einer Stunde den Test abgaben.

Im Vergleich zum Prätest zeigte sich mit einer Streuung von 28.5 Punkten (max. 40P., min. 11.5P.) bei einer Standardabweichung von 8.2 Punkten ein heterogeneres Resultat. Daraus kann geschlossen werden, dass die leistungstärkeren Lernenden einen grösseren Lernzuwachs erreichen konnten als die leistungsschwächeren, was mit Helmkes & Weinerts (1997) Theorie zu den Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen, in diesem Fall der grossen Bedeutung des Vorwissens für das zukünftige Lernen, in Einklang steht.

Der Vergleich der Punkte zwischen dem Prä- und dem Posttest zeigt, dass abgesehen von Lw2 alle Lernenden teils beträchtliche Lernfortschritte erzielen konnten (Abbildungen 37 & 38: Werte des Prätests sind grau eingefärbt). Sowohl bei den Inhalts- als auch bei den Handlungsaspekten fällt der Lernzuwachs in ehemals wenig entwickelten Bereichen tendenziell stärker aus als in jenen, wo bereits zuvor viel Wissen vorhanden war. Doch hier zeigen sich z.T. starke individuelle Unterschiede.



**Abbildung 37 – Punkte nach Inhaltsaspekten**  
(eigene Darstellung)

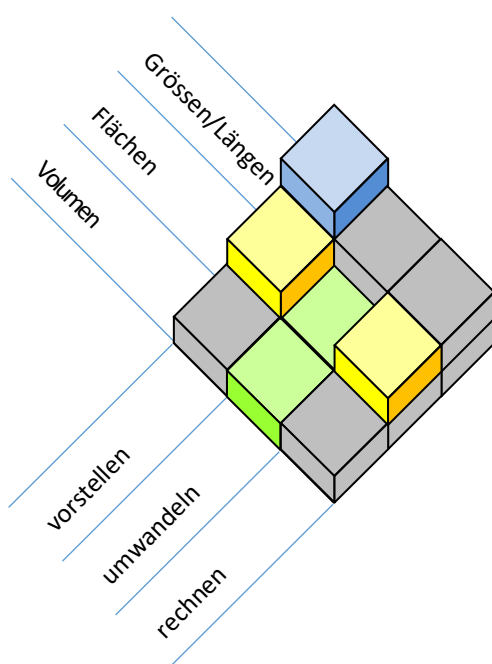


**Abbildung 38 – Punkte nach Handlungsaspekten**  
(eigene Darstellung)

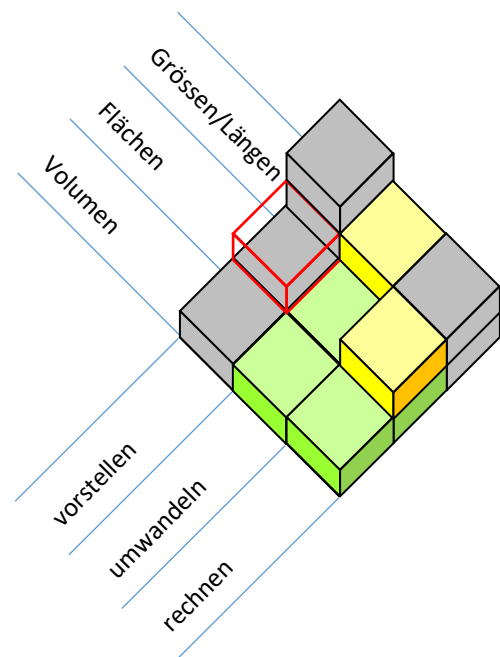
Auf individueller Ebene müssen an dieser Stelle das Abschneiden von Lw1, Lw2 und Lw6 kurz thematisiert werden. Bei Lw1, die wie Lw6 im Prätest überraschend schlecht abgeschnitten hatte, konnte im Posttest ein überdurchschnittlich starker Lernzuwachs festgestellt werden. Es scheint, dass sie von der Methode der Lernumgebungen profitieren konnte. Bei Lw6 zeigte sich ebenfalls ein grosser Lernzuwachs. Trotzdem bleibt sie mit 18 Punkten unter den Erwartungen zurück. Ein Grund liegt sicher in den vielen Absenzen während der Durchführung. Vier Doppelkektionen und zwei Einzelkektionen wurden krankheits- halber oder wegen Schnupperlehren verpasst. In Zukunft soll ihrer Situation und ihrem Lernen im Mathematikunterricht sei- tens des SHP vermehrt Beachtung geschenkt werden. Lw2 erwischte nach eigenen Angaben im Posttest einen schlechten Tag. Sie war auch die erste, die den Test nach nur 45 Minuten abgab. Da sie in den summativen Lernkontrollen stets über- durchschnittlich abgeschnitten hatte, ist das Resultat des Posttests als Ausrutscher zu verstehen.

Eine übersichtlichere Darstellung, welche das unterschiedliche Abschneiden sowohl der ganzen Klasse als auch eines einzelnen Lernenden im Prä- und Posttest differenziert in Inhalts- und Handlungsaspekte zeigt, kann einmal mehr mit dem Würfelmodell erreicht werden. Zu diesem Zweck werden Kompetenzbausteine, welche bereits im Prätest erreicht wurden, grau eingefärbt und nur neu erworbene Kompetenzen farblich markiert. Sollte in einem Bereich entgegen aller Erwartungen im Prätest ein besseres Ergebnis erzielt worden sein als im Posttest, wird dies mit einem leeren roten Gitterwürfel angezeigt (Abbildung 39). Die detaillierte Testauswertung sowie ein Überblick über die Würfelmodelle aller Lernenden sind im Anhang 8 und 9 zu finden.

In der Abbildung 40, welche den durchschnittlichen Kompetenzerwerb der ganzen Klasse darstellt, ist ersichtlich, dass vor allem beim Vorstellen von Grössen, dem gesamten Inhaltsaspekt der Flächen und beim Umwandeln von Volumen im Vergleich zum Prätest bessere Resultate erreicht werden konnten.



**Abbildung 39** – Würfelmodell Posttest gesamte Klasse  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)



**Abbildung 40** – Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw2  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

Wie im Kapitel 2.7.1 dargestellt, kann für die Wirksamkeit des Unterrichtsprozesses aus den Resultaten von Prä- und Posttest die Effektstärke berechnet werden. Die resultierende Effektstärke für die Arbeit mit Lernumgebungen liegt bei  $d = 1.18$ , was einen schier unglaublich hohen Wert darstellt. Zum Vergleich: Der gewöhnliche Schulbesuchseffekt liegt bei  $d = 0.40$ , und beim Praxisprojekt mit dem Arbeitsplan wurde ein Wert von  $d = 0.67$  erreicht (vgl. Hattie, 2016). Der Wert lässt also sicher auf eine hohe Wirksamkeit des Unterrichtens mit Lernumgebungen schliessen. Ob der hohe Wert aber in diesem Ausmass gerechtfertigt ist oder ob Störfaktoren die Datenerhebung beeinflussten, ist nicht ganz klar. Ein Grund für das stark bessere Abschneiden der Klasse im Posttest könnte beispielsweise im direkten Üben einzelner im Test vorkommender Aufgabenformate gesucht werden: In den summativen Lernkontrollen und den darauffolgenden Testbesprechungslektionen waren identische Aufgabenformate Lerninhalt, was als eine Art „teaching to the test“ das überdurchschnittliche Abschneiden im Posttest erklären könnte.

## 4 Evaluation

Auf eine Methodenreflexion folgt in diesem Teil der Masterarbeit die Zielüberprüfung auf allen drei Ebenen (Autor, Klasse, Fokuslernende) und die Beantwortung der Fragestellung. Zum Schluss wird ein Fazit über die Arbeit gezogen und ein Blick in die Zukunft gewagt.

### 4.1 Methodenreflexion

In diesem Kapitel sollen die angewandten Methoden einer kritischen Prüfung unterzogen werden. Beim Instrument der Videoanalyse werden zusätzlich die damit gewonnenen Resultate präsentiert.

#### 4.1.1 Lernstandserfassung – Prätest und Posttest

Zur Beurteilung der Zielerreichung der Klasse sowie der Fokuslernenden stellte die Lernstandserfassung als wichtigstes Instrument quasi das Rückgrat dar. Insbesondere bei der Frage nach dem nachhaltigen Kompetenzerwerb konnte der Posttest die z.T. ausgezeichneten Resultate in den summativen Lernkontrollen kontrastieren, welche ein positiveres Bild suggeriert hätten, als tatsächlich erreicht werden konnte. Durch die identische Aufgabenstellung ist ein Vorher-Nachher-Vergleich sehr gut möglich (vgl. Kapitel 2.7.1). Auch für die Lernenden kann das individuelle Würfelmodell der Lernstandserfassung anschaulich und verständlich den während der Durchführung der Masterarbeit erreichten eigenen Lernzuwachs in den verschiedenen Inhalts- und Handlungsebenen sichtbar machen.

Andererseits konnten in der Lernstandserfassung die 27 Lernziele nur mit je zwei Aufgaben überprüft werden. Wurde also eine der beiden Aufgaben falsch gelöst, wurde der entsprechende Kompetenzbaustein sofort als nicht erreicht beurteilt, was insbesondere beim Abbilden der Kompetenzen im Würfelmodell teilweise zu einer Scheingenauigkeit führt. Des Weiteren wurden durch die vielfältigen mathematischen Tätigkeiten und Diskussionen im Unterricht auch eine Vielzahl an unterschiedlichen Kompetenzen gefördert, welche nicht in einem schriftlichen Test abgebildet werden kann und so von der Lernstandserfassung ignoriert wird. Ebenfalls hat auch die Tagesform der Lernenden einen grossen Einfluss auf die Resultate von Prä- und Posttest, was zu einer falschen Interpretation führen kann. Und nicht zuletzt kann das durch die summativen Lernkontrollen geförderte Training von Aufgabenformaten zu einem besseren Abschneiden führen (vgl. Kapitel 3.7).

Die Auswertung der Lernstandserfassung kann also sicherlich Tendenzen im Kompetenzerwerb auf der Ebene des Individuums und der Klasse sichtbar machen. Die exakten Resultate sind aber mit Vorsicht zu geniessen und für die Interpretation mit den Ergebnissen der anderen Instrumente in Beziehung zu setzen.

#### 4.1.2 Lernzielorientierte summative Lernkontrollen

Neben dem in der Durchführung im Kapitel 3.6 beschriebenen diagnostischen Wert der Testdurchführung und der Testbesprechung sowohl für die Lehrpersonen als auch für die Lernenden stellten die summativen Lernkontrollen ein einfaches und, da für das Zeugnis ohnehin Noten generiert werden müssen, ein ohne zusätzlichen zeitlichen Aufwand einsetzbares Instrument zur Zielüberprüfung dar. Da die summativen Lernkontrollen zeitlich nahe am Unterricht durchgeführt wurden, sind deren Resultate in Bezug auf den längerfristigen Kompetenzerwerb mit Vorsicht zu beurteilen. Zusammen mit Prä- und Posttest entsteht aber ein differenziertes Bild zum tatsächlichen Lernzuwachs der Lernenden.



#### 4.1.3 Videoanalyse (Zeitstichprobenprotokoll)

Das Videomaterial wurde in drei Lernumgebungen am 6., 15. und 29. November aufgenommen. Zur Aufnahme wurde eine weitwinklige Fotokamera verwendet, welche eigentlich in der Lage war, alle Schülerpulte auf einmal zu filmen. Da die Eltern von Lm1 leider wie beim Praxisprojekt auch diesmal ihre Einwilligung für das Erstellen von Videoaufnahmen verweigert hatten, musste ein toter Winkel eingerichtet werden, damit Lm1 während diesen Lektionen trotzdem am Unterricht partizipieren konnte. Dies führte dazu, dass sich auch andere Lernende bisweilen in diesem toten Winkel befanden und ihr Verhalten deshalb nicht beobachtet werden konnte.

Da sich der Unterricht in den drei Handlungsaspekten „Vorstellen“, „Umwandeln“ und „Rechnen“ in Bezug auf die Komplexität und damit bezüglich Integrationsmöglichkeit schwächerer Lernender stark unterscheiden, wurde bei der Auswahl der drei Lernumgebungen darauf geachtet, alle drei Handlungsaspekte abbilden zu können. So standen in einer gefilmten Lernumgebung das Umwandeln (Längen/Größen), in den anderen Lektionen das Vorstellen (Flächen) und das Rechnen (Flächen) im Zentrum.

#### Auswertung

Vom aufgenommenen Videomaterial wurden sämtliche kooperativen Phasen ausgewertet und dabei das Schülerverhalten aller Lernenden im Abstand von einer Minute mithilfe des Kategoriensystems kodiert (Abbildung 36). Dabei wurden insgesamt 1555 einzelne Beobachtungen festgehalten. Alle Beobachtungsraster sind im Anhang 14 einsehbar.

Zeit (min)	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
1										
2										
3	3	3	8	9	3	8	9	2	1	2
4	2	9	2	9	2	2	9	8	1	8
5	5	1	8	2	5	8	2	2	1	2
6	5	2	3	9	5	3	9	9	2	9
7	1	1	8	9	1	2	1	9	1	9
8	1	2	1	4	1	1	4	9	2	9
9	5	1	3	2	5	3	2	9	1	9
10	5	2	2	2	5	2	2	9	2	9
11	2	9	3	2	2	3	2	9	9	1

**Abbildung 41** – Auszug Kodierung Videoanalyse 2  
(eigene Darstellung)

Bereits zu Beginn der Auswertung musste festgestellt werden, dass das ursprüngliche Kategoriensystem aus dem Praxisprojekt dem Unterrichten mit Lernumgebungen angepasst werden musste (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 194f.). Stellte beim Unterricht mit Arbeitsplänen die Selbstkorrektur mit den Lösungsordnern eine häufige Schülerhandlung dar, kam diese Tätigkeit bei der Durchführung der Masterarbeit nicht zum Zug, so dass die entsprechende Kategorie (6 Selbstkorrektur) aus dem Kategoriensystem gestrichen wurde. Die vermehrte Offenheit des Unterrichts führte aber dazu, dass sich Lernende beispielsweise bei handlungsorientierten Tätigkeiten wie Messen aus dem Aufnahmewinkel entfernten und so ihr Verhalten zu diesem Zeitpunkt nicht beobachtet werden konnte. In anderen Situationen wurden Lernende von anderen Lernenden verdeckt oder die Aufnahme liess vor allem während Gruppenarbeiten auch nach mehrmaligem Anschauen keine klare Einteilung in eine Kategorie zu. Zu diesem Zweck wurde die Sammelkategorie „9 Nicht erkennbar“ dem Kategoriensystem hinzugefügt (siehe Kategoriensystem im Anhang 3), so dass sich die Kategorien nun wie folgt präsentieren:

#### Tabelle 10

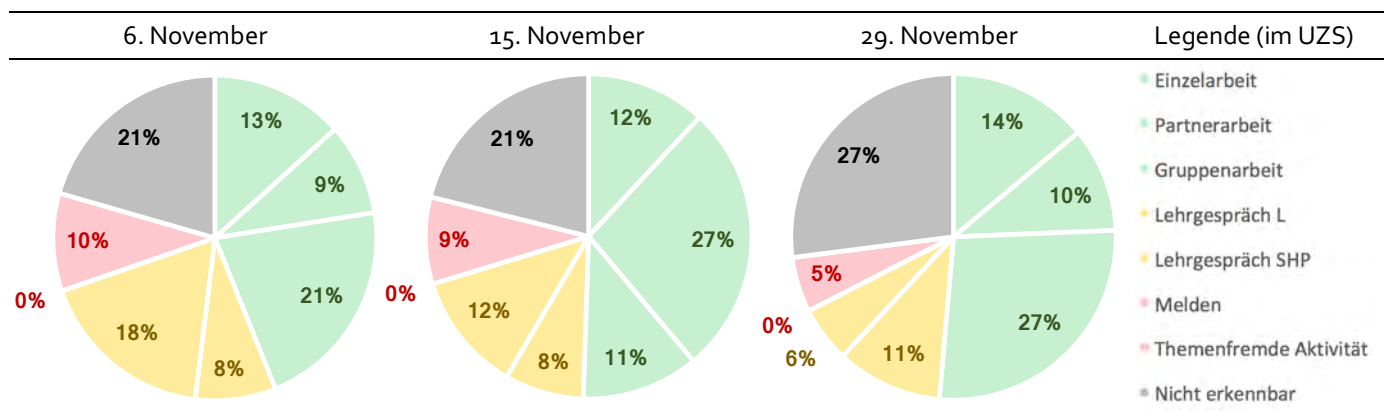
*Kategorien des Zeitstichprobenprotokolls der Masterarbeit (eigene Darstellung)*

Einzelarbeit	1	Lehrgespräch L	4	Melden	7
Partnerarbeit	2	Lehrgespräch SHP	5	Themenfremde Aktivität	8
Gruppenarbeit	3			Nicht erkennbar	9

Die folgende Tabelle mit einer globalen Auswertung lässt einige Gemeinsamkeiten der kooperativen Unterrichtsphasen der drei Lernumgebungen erkennen. So liegt der Prozentwert der Eigentätigkeit (Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit) bei allen drei Auswertungen um die 50%. Dieser Anteil scheint u.a. vom Schwierigkeitsgrad der Aufgaben abzuhängen, da bei tieferen Werten die Anteile der Lehrgespräche mit Lehrperson und SHP grösser sind und umgekehrt, so dass sich ein stabiler Wert von beobachtbarer themennaher Aktivität (grün und gelb zusammen) um die 70% ergibt. Ist der Wert der Einzelarbeit überall in etwa gleich, wirkt sich das jeweilige Setting der Lernumgebungen stark auf die Anteile der Partner- und Gruppenarbeiten aus. Themenfremde Aktivitäten (rot) konnten in allen drei Lernumgebungen in eher geringem Ausmass beobachtet werden. Für je rund einen Viertel aller Beobachtungen konnte das Schülerverhalten nicht oder nicht eindeutig festgestellt werden. Eingehender und in Bezug auf die in dieser Arbeit verfolgten Ziele werden die Resultate bei der Zielüberprüfung im Kapitel 4.2 diskutiert.

**Tabelle 11**

*Tortendiagramme prozentuale Anteile der Kategorien nach Lernumgebung/Datum (eigene Darstellung)*



## Reflexion

Der grosse prozentuale Anteil an nichterkennbarem oder nichtbeobachtbarem Verhalten relativiert natürlich die Aussagekraft dieser Videoanalyse teilweise. Die Zuordnung zu dieser Kategorie erfolgte mehrheitlich aufgrund der Tatsache, dass sich die entsprechenden Lernenden ausserhalb des Aufnahmewinkels befanden, hinter einer anderen Person versteckt waren oder der Kamera den Rücken zuwandten. Demzufolge wäre eine deutliche Reduktion dieses Anteils durch eine bessere Kameraplatzierung bzw. dem Einsatz einer weiteren Kamera möglich gewesen, was zwar zu einer genaueren Auswertung geführt, aber die Partizipation von Lm1 während diesen Lektionen verunmöglicht hätte.

Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die inhaltliche Begrenztheit der einzelnen Kategorien. Mit der angewandten Methode kann zwar dokumentiert werden, ob eine Lernende oder ein Lernender alleine, zu zweit oder in der Gruppe arbeitete. Über die Qualität der Arbeitsweise, d.h. wie aktiv oder passiv sie/er sich in dieser Sozialform verhält und ob sie/er in der Gruppe sogar den Lead übernimmt, gibt die Kodierung keine Auskunft. So wird z.T. sehr unterschiedliches Verhalten mit der gleichen Kategorie kodiert. Rückblickend müsste also das Kategoriensystem erweitert und differenziert werden (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 195).

Oftmals schien auch eine objektive Einteilung vor allem während Gruppenarbeiten schwierig. Zwar wurde im Kategoriensystem ein Zeitraum von fünf Sekunden vor und nach dem exakten Beobachtungszeitpunkt zur eindeutigen Klärung der Situation festgelegt, doch stellt sich hier beispielsweise die Frage, ob es sinnvoll ist, eine Sequenz von zehn Sekunden, in der

Lernende eine Erkenntnis aus der Gruppenarbeit notieren, bereits als Einzelarbeit zu werten. So gesehen führten die Kodierregeln manchmal zu Einteilungen, welche einer unstrukturierten Beobachtung wohl widersprechen würden.

Für die Zielüberprüfung stellte die Videoanalyse trotz grossem Arbeitsaufwand ein einfaches Instrument dar, mit dessen Daten die Zielerreichung meist eindeutig beurteilt werden konnte. Auch wenn mit den drei Lernumgebungen lediglich ein Bruchteil des Unterrichtsgeschehens festgehalten werden konnte, so konnten durch die gezielte Auswahl von Lernumgebungen verschiedener Handlungsaspekte sowie aufgrund der fehlenden Reaktivität der Klasse für den gesamten Unterricht repräsentative Video-Ausschnitte gewonnen werden, welche eine Zielbeurteilung über die ganze Durchführung hinweg ermöglichen.

#### **4.1.4 Forschungstagebuch**

Bereits zu Beginn der Durchführung stellte sich heraus, dass im Forschungstagebuch neben der geplanten Dokumentation der Lektionen auch Möglichkeiten zum Notieren von Erkenntnissen separativer Lerneinheiten mit Fokuslernenden sowie Beobachtungen und Planungsschritte, welche nicht einer bestimmten Lektion zugeordnet werden können, in irgendeiner Form festgehalten werden sollten. Da diese Einträge sich sehr unterschieden und somit nicht in eine starre Struktur passten, wurden sie als Notizen ohne Vorlage oder Raster im Forschungstagebuch fortlaufend zwischen den Lektionsdokumentationen notiert. Diese Notizen wurden von N1 bis N13 durchnummeriert.

Das Forschungstagebuch nahm im Laufe der Arbeit verschiedene wichtige Funktionen ein: Während der Durchführung dienten die Einträge dazu, die gleichentags durchgeführten Lerneinheiten zu reflektieren. Während des Schreibprozesses konnte die vergangene Lernumgebung betrachtet und deren Verlauf beurteilt werden. Dabei wurde dem Autor meist auch gleich bewusst, wie die nächste Lerneinheit zu gestalten ist bzw. wo die Planung aufgrund der gemachten Erfahrungen noch angepasst werden muss. In dieser Hinsicht stellte das doch etwas zeitintensive Führen des Forschungstagebuchs keinen allzu grossen Mehraufwand dar, da damit die Vorbereitung kommender Lektionen gleich auch in groben Zügen geplant werden konnte (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 31).

Bei der Dokumentation der Durchführung und beim Auswerten der Videoanalyse stellte sich das Forschungstagebuch als gute Gedächtnisstütze heraus. Hier konnte nachgelesen werden, in welchem Kontext die Lektion durchgeführt wurde, was für eine Stimmung in der Klasse herrschte, ob die Unterrichtsvorbereitung plangemäss verlief und wie die einzelnen Lernenden die Aufgaben meisterten. All diese Informationen wären ohne das Forschungstagebuch grösstenteils längst verblasst. Zu guter Letzt diente das Forschungstagebuch als Instrument zur Zielüberprüfung. Sowohl bei den Zielen des Autors als auch bei den Klassenzielen und den Zielen der Fokuslernenden konnte zur Dokumentation der Indikatoren eingesetzt werden. Insgesamt stellte sich das Forschungstagebuch also in vielen Phasen der Masterarbeit als sehr hilfreiches und nützliches Instrument heraus.

#### **4.1.5 Nicht-standardisierte/nicht-strukturierte qualitative Auswertung (Dokumentenanalyse)**

Wie in der Beschreibung dieses Instruments im Kapitel 2.7.5 erwähnt, ermöglichten neben der Dokumentenanalyse insbesondere die nicht-strukturierten Beobachtungen eine Einbettung und ein Zusammenführen der von den anderen Instrumenten erhobenen Daten. Dies führte vor allem bei der Beurteilung der Ziele der Fokuslernenden zu einem umfassenderen Blick auf den Leistungserwerb und zu einem Gesamtbild über die abgelaufenen Entwicklungsprozesse.

## 4.2 Zielüberprüfung

Auf den folgenden Seiten steht die Überprüfung der im Kapitel 2.6 für die Durchführung der Masterarbeit definierten Ziele auf den drei Ebenen „Autor“, „Klasse“ und „Fokuslernende“ durch die eingesetzten Forschungsmethoden an. Bei den Fokuslernenden werden neben der Zielüberprüfung auch die beobachteten individuellen Entwicklungsprozesse thematisiert.

### 4.2.1 Ebene Autor

Zur Beurteilung des Ziels müssen erst die drei Teilziele untersucht und bewertet werden:

*Teilziel 1: Der Autor erstellt auf theoretischen und praktischen Grundlagen basierende selbstdifferenzierende Lernumgebungen*

Als Grundgerüst bei der Planung aller Lektionen wurde von der klassischen Struktur einer Lernumgebung ausgegangen, wie sie von Hirt & Wälti (2014) und Waasmaier (2013) beschrieben wird: Nach einer gemeinsamen Einführung ins Thema sollte erst in Einzelarbeit handlungsorientiert geforscht und entdeckt werden, die Erkenntnisse zu zweit oder in Gruppen ausgetauscht, im Plenum verallgemeinert und in einer schriftlichen Reflexion nochmals durchgedacht und neu geordnet werden. Im Sinne der Selbstdifferenzierung wurde Wert darauf gelegt, Aufgaben zu entwickeln, die auf verschiedenem Niveau und mittels individueller Denkwege und Vorgehensweisen gelöst werden konnten. Je nach Thema boten sich im Sinne von „form follows function“ Änderungen und Variationen des klassischen Ablaufs und der Miteinbezug anderer methodischer Elemente wie z.B. Postenarbeit oder Gruppenpuzzle an. Oft wurde mit der Planung der Lernumgebungen auch auf Erfahrungen früherer Lektionen reagiert und Sequenzen so geplant, dass sie den Bedürfnissen der Lernenden besser gerecht werden konnten. So trugen sowohl theoretische als auch praktische Überlegungen zur Planung der einzelnen Lernumgebungen bei, so dass dieses Teilziel im Rahmen dieser Masterarbeit erreicht werden konnte.

*Teilziel 2: Der Autor gestaltet einen sprachsensiblen Mathematikunterricht*

Anders als im regulären Mathematikunterricht hatten Überlegungen sprachlicher Art bei der Planung und Durchführung der Lektionen während der Durchführung der Masterarbeit ein grösseres Gewicht. Die Methodik der Lernumgebungen ermöglichten automatisch einen intensiveren mündlichen Austausch zwischen den Lernenden. Daneben wurden mit Lernjournal und Reflexion bewusst Schreibaufträge eingeplant und der Erwerb von Sprachmitteln auf Wort-, Satz- und Diskursebene gefördert (vgl. Leuders & Prediger, 2016, S.86). So wurde beispielsweise der Fachwortschatz explizit eingeführt und dessen Verwendung im Unterricht eingefordert. Mittels selbstdifferenzierendem Scaffolding wurden Lernenden Formulierungshilfen angeboten und dadurch der Aufbau neuer sprachlicher Strukturen angeregt. Elemente der drei von Leuders & Prediger (2016, S. 89ff.) definierten Prinzipien eines offensiven Ansatzes zur Förderung von Sprache im Mathematikunterricht „Sprache fördern statt vermeiden“, „Sprache differenziert unterstützen“ und „Sprache längerfristig aufbauen“ konnten in der Durchführung beobachtet werden. Auch wenn die Sprachförderung natürlich noch weit umfangreicher und gezielter zur Anwendung kommen könnte, so kann dieses Teilziel in seinen Grundzügen als erreicht beurteilt werden.

*Teilziel 3: Der Autor reflektiert den Unterricht und passt ihn laufend an*

Wie beim Teilziel 2 beschrieben und im Forschungstagebuch (siehe Anhang 15) an vielen Stellen ersichtlich, beeinflussten die Erfahrungen der vergangenen Lektionen die Planung neuer Lernumgebungen in hohem Ausmass. Dadurch, dass die Lernumgebungen laufend neu entwickelt wurden, wusste der Autor bei der Planung über die Voraussetzungen der Lernenden sehr gut Bescheid und konnte bei den Inhalten, aber auch bei der Struktur der Lernumgebung eine gute Passung zwischen Lernvoraussetzung und Anforderung ermöglichen. Leider musste der Unterricht, vor allem beim Einstieg, oft auch wegen zuvor

abwesenden Lernenden anders, als im Vorherein gedacht, gestaltet werden. Und manchmal wurde das Vorbereiten eines individuellen Programms für Fw1 nötig. Da die Methode der selbstdifferenzierenden Lernumgebung von Beginn weg grundsätzlich gut funktionierte, wurden grössere Umstellungen des Unterrichtskonzepts eigentlich nie notwendig. Dieses Teilziel kann als erreicht beurteilt werden.

*Ziel: Der Autor erweitert sein methodisches Knowhow im Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht*

Mit der Methode der Lernumgebung konnte ein gut funktionierendes selbstdifferenzierendes Instrument erprobt und eingeübt werden, welches die Integration aller Lernenden in den Mathematikunterricht erleichtert. Elemente der Durchführung, wie beispielsweise der Dreischritt „think – pair – share“ des kooperativen Lernens, das Entwickeln eigener Mathematikaufgaben durch die Lernenden, das niveaudifferenzierte Gruppenpuzzle und Methoden zur Förderung sprachlicher Kompetenzen stehen nun dem Autor als neue oder verbesserte Werkzeuge beim Umsetzen integrativen Unterrichts zur Verfügung. Dieses Ziel wird somit vom Autor als erreicht beurteilt.

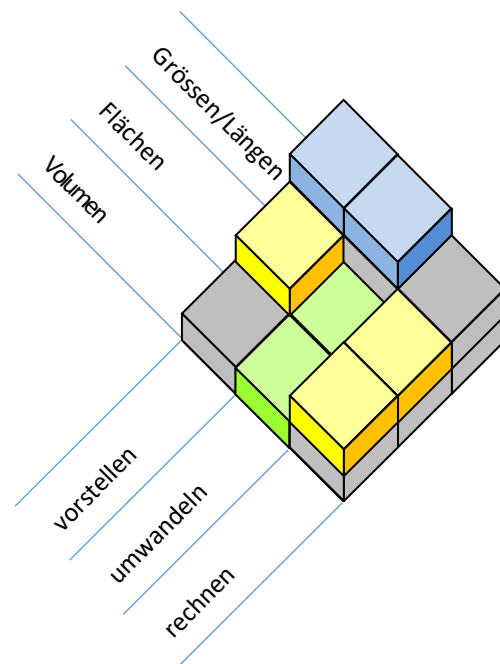
#### 4.2.2 Ebene Klasse

Auch auf der Ebene Klasse ist zur Beurteilung des Klassenziels zuerst eine Bewertung der vier Teilziele nötig:

*Teilziel 1: Die Lernenden erreichen die Klassenlernziele zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“*

Wie das Würfelmodell für die ganze Klasse (ohne Fokuslernende) zeigt, konnten im Durchschnitt die Klassenlernziele (gelb, bzw. 2. Etage) beim Inhaltsaspekt „Grössen/Längen“, beim Vorstellen von Flächen und beim Handlungsaspekt „Rechnen“ erreicht und teilweise sogar übertroffen werden. Beim Nichterreichen der Klassenlernziele bei den Volumen könnte die knappe noch verbleibende Zeit vor den Ferien und damit verbunden die eingeschränkte Übungszeit zum nachhaltigen Vertiefen und Automatisieren eine Rolle gespielt haben. Denn in der entsprechenden summativen Lernkontrolle konnten die Klassenlernziele aller Handlungsaspekte erreicht werden. Längerfristig scheinen einige Inhalte bei mehreren

Lernenden aber nicht sicher abrufbar zu sein. Das Verfehlen der Klassenlernziele im Handlungsaspekt „Umwandeln“ kommt für den Autor nicht überraschend. Der tiefere Zusammenhang des Umwandelns zwischen Längen-, Flächen- und Volumenmassen konnte von kaum jemandem in vollem Umfang erkannt werden. Die Gründe dafür werden bei der Beantwortung der Fragestellung im nächsten Kapitel diskutiert. Auf individueller Ebene fällt die Zielerreichung teilweise recht unterschiedlich aus. Währenddem einige Lernende im Posttest wie auch in den summativen Lernkontrollen auch mehrere erweiterte Lernziele erreichen konnten, zeigten sich bei anderen je nach Inhalts- und Handlungsaspekt grössere Lücken. Eine globale und durchschnittliche Beurteilung dieses Lernziels über alle Lernenden hinweg ist deshalb nicht möglich.



**Abbildung 42** – Würfelmodell Posttest Klasse ohne Fokus.  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

*Teilziel 2: Die Lernenden erweitern ihre mathematischen Kompetenzen zum Thema „Größen/Längen – Flächen – Volumen“*

Wie aus der Lernstandserfassung ersichtlich wird, konnten mit einer Ausnahme alle Lernenden beim Posttest deutlich mehr Punkte erzielen als beim Prätest. Und bei Lw2, welche beim Posttest offenbar einen schlechten Tag erwischt hatte, zeigte sich der Kompetenzzuwachs in den drei summativen Lernkontrollen. Dieses Teilziel wurde demnach erreicht.

*Teilziel 3: Die Lernenden lernen miteinander und voneinander*

Wie die Auswertung der Videoanalyse zeigt, arbeiteten die Lernenden in den kooperativen Unterrichtssequenzen deutlich mehr in Partner- und Gruppenarbeit als alleine. Diese Resultate decken sich mit den nicht-strukturierten Beobachtungen des Autors während des Durchführungszeitraums, wonach die Lernenden sich gemeinsam sehr intensiv mit Mathematik auseinandersetzten und Vorgehensweisen und Lösungsansätze ausgiebig diskutiert wurden. Auch das gegenseitige Erklären und Helfen wurde unter den Lernenden als selbstverständlich erachtet und, da die Expertenrolle nicht auf einzelne Lernende beschränkt war, von allen akzeptiert. Die Intensität und die grosse Bereitschaft der Lernenden zum kooperativen Lernen überraschte den Autor, weshalb dieses Teilziel aus seiner Sicht sogar als übertroffen bewertet werden darf.

*Teilziel 4: Die Lernenden arbeiten motiviert und konzentriert*

Das abwechslungsreiche und handlungsorientierte Lernangebot sowie die Kooperationsmöglichkeiten schienen sich generell günstig auf die Lernmotivation auszuwirken. Wenn einmal der erste Schritt gemacht wurde, beschäftigten sich die Lernenden intensiv mit den mathematischen Inhalten. Oft wurde dabei auch das Klingeln der Pausenglocke überhört oder freiwillig während der Fünfminutenpause weitergearbeitet. In der Videoanalyse fällt der Anteil an themenfremder Aktivität mit 10% oder tiefer gering aus. Wie im Forschungstagebuch ersichtlich wird, war das Klassenklima teilweise starken Schwankungen unterworfen, deren Ursachen wohl ausserhalb des Unterrichts gesucht werden müssen. Dies wirkte sich manchmal negativ auf die Lernbereitschaft aus. Die zahlreichen Schreibanlässe, die von den Lernenden auch als unnötiger Zusatzaufwand hätten empfunden werden können, wurden zuverlässig und klaglos durchgeführt. Die Motivation für diese zum Teil repetitiven Aufträge (z.B. Reflexionen) konnte über den gesamten Durchführungszeitraum aufrechterhalten werden. Insgesamt wurde das Teilziel 4 somit erreicht.

*Ziel: Die Lernenden erweitern im Unterricht mit Lernumgebungen ihre mathematischen Kompetenzen zum Thema „Größen/Längen – Flächen – Volumen“*

Aufgrund der mehrheitlich positiven Beurteilung der vier Teilziele kann auch das diesen Teilzielen übergeordnete Klassenziel als erreicht beurteilt werden.

#### 4.2.3 Ebene Fokuslernende

##### Fm1

Fm1 erreichte beinahe alle Ziele und übertraf in mehreren Bereichen die Erwartungen des Autors. Es scheint, dass er einerseits vom Thema her, aber auch von der Unterrichtsmethode profitieren konnte. Eine Partizipation war in allen Lektionen möglich und es konnten bei Fm1 z.T. beträchtliche Fortschritte in der Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz beobachtet werden.

##### Zielüberprüfung

*Ziel 1: Fm1 erzielt Lernfortschritte und erreicht mindestens die Basislernziele*

Im Vergleich zum Praxisprojekt, wo Fm1 mit der Methode des Arbeitsplans kaum messbare fachliche Fortschritte erreichen konnte, ist bei der Durchführung der Masterarbeit ein Kompetenzzuwachs ersichtlich. Bei der Lernstandserfassung sticht insbesondere der Lernfortschritt und das Erreichen der Basislernziele beim Handlungsaspekt „Rechnen“ heraus. Im

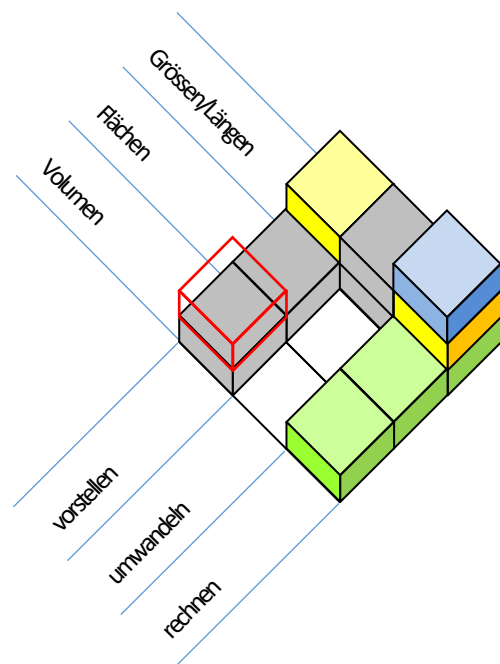
Gegensatz zum Prätest war Fm1 im Posttest in der Lage, auch die komplexeren und mehrschrittigen Aufgaben zu lösen. Bei den Flächen sind Lernfortschritte bei der Berechnung zusammengesetzter Quadrat- und Rechteckflächen sowie bei der Berechnung der Kreisfläche erkennbar. Die Basislernziele konnten im Posttest einzig beim Umwandeln von Flächen und Volumen nicht erreicht werden. Dies zeigt sich auch in den summativen Lernkontrollen. Das Ziel 1 kann also als mehrheitlich erreicht und in Bezug auf Längen/Grössen sogar als übertroffen betrachtet werden.

*Ziel 2: Fm1 arbeitet mit anderen Lernenden zusammen*

Die Auswertung der Videoanalyse deckt sich mit den Beobachtungen des Forschungstagebuchs: Fm1 arbeitete in den kooperativ geplanten Unterrichtssequenzen mehrheitlich in Partner- oder Gruppenarbeit. In allen drei Lektionen mit Videoanalyse übertraf er den geforderten Indikator von zehn Minuten kooperativen Arbeitens deutlich. Das Ziel 2 kann somit als erreicht bezeichnet werden.

##### Entwicklungsprozesse

Fm1 konnte an allen Klassenaktivitäten partizipieren und benötigte im Laufe der Durchführung nie eine Anpassung durch ein eigenes Programm. Sein im Vergleich zur Klasse gut ausgeprägtes Vorstellungsvermögen von Grössen, welches sich im Prätest zeigte, kam ihm bei diesem anschaulichen Thema zugute. Die eingesetzten vielfältigen Anschauungsmodelle und handlungsorientierten Materialien konnten den Kompetenzaufbau von Fm1 diesbezüglich sicherlich unterstützen. Eine positive Wirkung der natürlichen Differenzierung konnte mehrmals beobachtet werden. So profitierte Fm1 beispielsweise in der Lektion vom 1. November 2017 (siehe Forschungstagebuch) in hohem Masse davon, dass er in eigenem Tempo mit vereinfachtem Zahlenmaterial arbeiten konnte. Dank seiner Motivation und dem Bedürfnis, seine Aufträge korrekt zu lösen bzw. sein Rechnen zu verstehen, kam Fm1 daher zu vielen Aha-Erlebnissen und damit verbunden zu Kompetenzzuwachs. Auch von der



**Abbildung 43** – Würfelmodell Posttest des Lernenden Fm1  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

vermehrten Sprachlichkeit konnte Fm1 offensichtlich profitieren. Zu Beginn der Durchführung fiel es ihm noch schwer, einen Lernjourneleintrag zu einem Thema zu gestalten oder seine Überlegungen in einer Reflexion zu notieren. Hier brauchte es neben den Scaffolding-Massnahmen vorerst auch viel persönliche Unterstützung durch den Autor, bis Fm1 genügende schriftliche Produkte gelangen. War Fm1 beim Notieren von Lösungswegen bis anhin immer sehr minimalistisch, kann nun auch nach der Durchführung eine ausführlicherere Notation und eine bessere Darstellung beobachtet werden. Dieses neue Werkzeug einer detaillierteren und klareren Darstellung scheint Fm1 dabei zu helfen, auch komplexere und mehrschrittige Aufgaben gedanklich besser nachvollziehen und lösen zu können, wie sich das bei der summativen Lernkontrolle zu Volumen und dem Posttest zeigt. Das beim Lernjournal eingeübte stringente Lösen von Aufgaben und schrittweise Dokumentieren von Gedankengängen benutzte Fm1 später auch als metakognitives Element im eigenen Lernprozess. So rief er beispielsweise am 13. November bei der Testverbesserung den Autor zu sich, verlangte aber keine Hilfe, sondern wollte lediglich die Aufgabe Schritt für Schritt vorlösen und die Bestätigung, dass sich nirgends ein Denkfehler eingeschlichen hatte.

Im Sozialverhalten zeigte Fm1 ebenfalls erfreuliche Fortschritte. Durch die differenzierende Aufgabenstellung und die hohe Anschaulichkeit kam es manchmal vor, dass Fm1 den Lerninhalt schneller verstanden hatte als seine Lernpartner, so dass auch er einmal den anderen etwas erklären konnte. Diese neue Gleichwertigkeit der Gruppenmitglieder schien Fm1 zur Zusammenarbeit mit anderen zu motivieren, was zu vermehrter Kooperation und damit zu sozialen Lerngelegenheiten führte. Ein Highlight stellte für den Autor und vielleicht auch für Fm1 die Austauschphase des Gruppenpuzzles zur Flächenberechnung am 29. November dar, wo er in seiner Gruppe den Lead übernahm, sehr geduldig und bemüht seinen Mitschülerinnen die von seiner Expertengruppe erlernte Theorie beibrachte sowie deren Erklärungen kritisch hinterfragte und sich nur durch gute Argumente von deren Richtigkeit überzeugen liess. Das kooperative Arbeiten verhalf Fm1 dadurch zu einer sehr intensiven thematischen Auseinandersetzung.

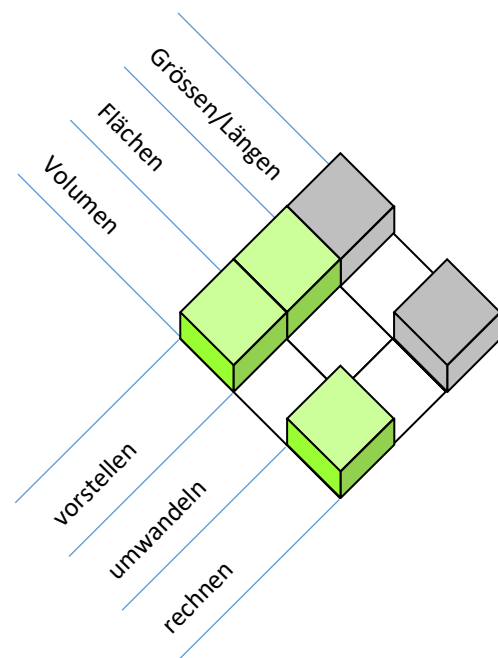
## Fw1

Obwohl der Lernzuwachs von Fw1 beim Thema „Größen/Längen – Flächen – Volumen“ auf den ersten Blick eher bescheiden ausfällt, konnten mit der Durchführung der Masterarbeit zahlreiche positive Entwicklungen in Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz angeregt oder beschleunigt werden.

## Zielüberprüfung

*Ziel 1: Fw1 erzielt Lernfortschritte und erreicht die Basislernziele*

Zwar konnte Fw1 im Posttest ein paar Punkte mehr erreichen als im Prätest, eine eindeutige und substanzielle Verbesserung ist mit dem Instrument der Lernstandserfassung aber nur bei der Flächenberechnung erkennbar. Fw1 ist neu in der Lage, Quadrat- und Rechteckflächen sowie daraus zusammengesetzte Flächen zu berechnen. Ein Blick in die summativen Tests bestätigt diesen Kompetenzerwerb. Bei



**Abbildung 44 – Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw1**  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)



allen anderen Kompetenzen zeigen sich schwankende Leistungen. In diesen Bereichen gilt, dass einzelne Lernschritte erkennbar sind, ein Überblick über das gesamte Thema sowie ein hoher Automatisierungsgrad aber noch fehlen, so dass dabei noch nicht von einem nachhaltig erworbenen Lernfortschritt gesprochen werden kann. Die Basisziele wurden insbesondere beim Handlungsaspekt des Umwandelns nicht erreicht. Deshalb kann dieses Ziel nur als teilweise erreicht bewertet werden.

#### *Ziel 2: Fw1 kann am Regelunterricht partizipieren*

Die selbstdifferenzierend und handlungsaktiven Lernumgebungen ermöglichten Fw1 in den meisten Fällen die Partizipation am Regelunterricht. Die Auswertung der Videoanalyse zeigt, dass Fw1 dabei auch gut ins Klassengefüge integriert war und kooperatives Lernen mit anderen möglich war. Bei Schwierigkeiten mit dem Lernstoff wurden die Arbeitsaufträge jeweils spontan auf die Basisziele reduziert. Fw1 konnte so weiterhin mit anderen zusammenarbeiten, wusste aber, welche Ziele für sie zentral sind und von welchen Inhalten sie sich nicht unter Druck setzen lassen muss. Einzig bei den Lernumgebungen zum Umwandeln verlor sie schon zu Beginn den Anschluss an die Klasse, so dass sie in diesen Lektionen teilweise ein separates angepasstes Programm absolvieren musste. In einigen Lektionen kam es zudem vor, dass Fw1 durch L oder die Klassenassistentin in Beschlag genommen und mit bester Absicht in lange, kleinschrittige und wohl nicht sehr nachhaltige Lehrgespräche verwickelt wurde. Dadurch wurde sie von ihrer Gruppe separiert und verlor den Anschluss an die Gruppenarbeit (siehe z.B. Forschungstagebuch vom 27. November). Für die anderen Lernenden stand eigentlich ausser Frage, dass Fw1 nicht am normalen Programm hätte mitmachen können. In eigentlich allen Partner- und Gruppenkonstellationen integrierten sie Fw1 vorbildlich und arbeiteten gut mit ihr zusammen. Dieses Ziel konnte somit mehrheitlich erreicht werden.

#### **Entwicklungsprozesse**

Ihr sehr geringen Vorwissen zu den Grössen und ihre eher langsame Auffassungsgabe stellten für Fw1 ungünstige Startbedingungen in das Thema dar, und der doch ziemlich zügige Wechsel von Unterthema zu Unterthema erschwerte den verständnisorientierten Wissenserwerb und das Automatisieren von gelernten Inhalten. Fw1 bekam in diesen zehn Wochen einen Einblick in die Welt der Grössen und konnte beim einen oder anderen Thema einzelne Lerninhalte aufsnappen und teilweise auch internalisieren. Vollständig und nachhaltig erworbene Lerninhalte wie die Flächenberechnung von Quadraten und Rechtecken bleiben da die Ausnahme.

Trotzdem konnte in der Durchführung der Masterarbeit auch dank der zahlreichen anschaulichen und handlungsorientierten Lernmaterialien eine Grundlage für weiteres Lernen gelegt werden. So konnte Fw1 beispielsweise ein Verständnis für Längen-, Flächen- und Volumenmasse entwickeln. Mit der Unterscheidung von Fläche und Umfang bei Figuren hatte sie vorher immer grosse Mühe. Die Begriffe „Länge“, „Fläche“ und „Volumen“ können nun mit konkreten Gegenständen verknüpft werden und sind für sie keine Worthülsen mehr.

Im Unterricht kamen zudem mit der Addition und Subtraktion im Hunderterraum, dem flexiblen Einsatz des kleinen und grossen Einmaleins (v.a. bei Flächen und Volumenberechnungen), dem Skizzieren und dem formalen Formulieren von Lösungswegen mathematische Inhalte zum Zug, bei welchen sich Fw1 in der Automatisierungsphase befindet. In all diesen Bereichen konnte ein grosser Lernzuwachs beobachtet werden. In den VM-Lektionen, wo u.a. an diesen mathematischen Grundlagen gearbeitet wird, beschäftigte sich Fw1 vor der Durchführung mit Inhalten der 2. Primarklasse. Während und nach der Durchführung konnten diese ziemlich schnell abgeschlossen und mathematische Inhalte der 3. Primarklasse in Angriff genommen werden.

Neben den bei der Zielüberprüfung erwähnten positiven Auswirkungen des integrativen Unterrichts im sozialen Bereich führte die Partizipation am Regelunterricht bei Fw1 auch zu Fortschritten in der Selbstkompetenz. Fw1 erlebte im Unterricht zwar oft Momente der Überforderung, aber auch viele Momente, wo sie mit der Klasse mithalten konnte bzw. sogar andere Lernende übertraf und ihnen Lerninhalte erklären konnte (vgl. Forschungstagebuch vom 23. Oktober oder vom 29. November). Das Wissen darum, in Mathematik gar nicht so weit vom Lernniveau der Klasse entfernt zu sein, schien sie in ihrem Selbstkonzept zu stärken und sich positiv auf die Motivation und die Lernbereitschaft in diesem Fach auszuwirken, was zukünftige Lernfortschritte begünstigt.

Nicht zu vergessen sind die vielen schriftlichen Produkte. Wie Fm1 brauchte auch Fw1 zu Beginn viel personelle Unterstützung bei der Erstellung von Lernjournaleinträgen und Reflexionen. Ob sich das Schreiben positiv auf die mathematischen Leistungen auswirkte, kann nicht beurteilt werden. Das regelmässige Verfassen zahlreicher schriftlicher Produkte stellte für Fw1 aber sicher ein gutes Übungsfeld für ihre Schreibmotorik, die Rechtschreibung und für das Formulieren eigener Sätze dar.

## Fw2

Der offene Unterricht mit Lernumgebungen gab Fw2 viele Gelegenheiten, ihre Kreativität und ihre Eigeninitiative unter Beweis zu stellen. In fachlicher Hinsicht konnten Lernfortschritte gemessen werden, von denen aber nicht alle nachhaltig zu sein scheinen.

## Zielüberprüfung

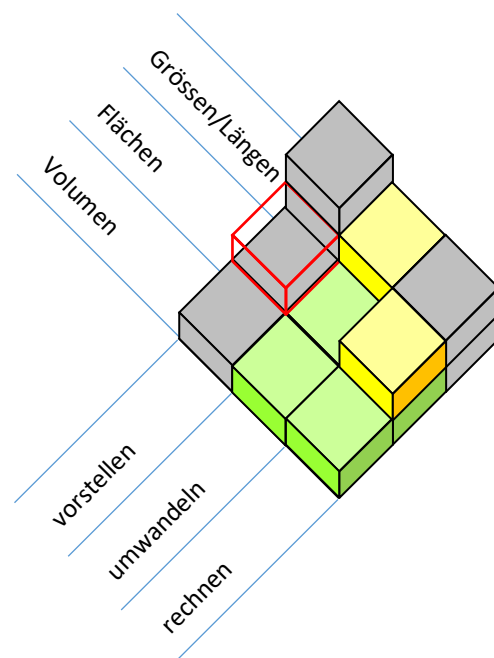
### *Ziel 1: Fw2 erreicht die Klassenlernziele*

Bei den summativen Lernkontrollen zu „Grössen/Längen“ und „Flächen“ erreichte Fw3 mit überdurchschnittlichen Noten die Klassenlernziele in allen drei Handlungsaspekten. Beim Test zu „Volumen“ schrieb sie aber eine knapp ungenügende Note und verfehlte die Klassenlernziele in den Handlungsaspekten „Vorstellen“ und „Rechnen“. Das Ziel konnte somit mehrheitlich erreicht werden.

### *Ziel 2: Die Lernfortschritte von Fw2 sind nachhaltig*

Fw1 konnte sich im Gegensatz zum Prätest im Posttest um netto fünf Kompetenzbausteine steigern (Abbildung 45), was auf einen nachhaltigen Lernfortschritt hinweist. Wenn man allerdings den Posttest mit ihren Leistungen in den summativen Lernkontrollen vergleicht, ist erkennbar, dass gewisse Kompetenzen, welche in den summativen Lernkontrollen gezeigt werden konnten, beim

Posttest nicht mehr abrufbar waren. So funktionierte die Umwandlungsmethode „Komma verschieben“ plötzlich nicht mehr so zuverlässig wie zuvor, und Formeln für die Flächen- und Volumenberechnung wurden falsch angewandt. Ob dieses Wissen



**Abbildung 45** – Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw2  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

nun verloren ist oder mit einer kurzen Repetition wieder aktiviert werden kann, ist nicht klar. Ungeachtet dessen kann dieses Ziel aber nur als teilweise erreicht bezeichnet werden.

### Entwicklungsprozesse

Der fachliche Entwicklungsprozess während der Zeit der Durchführung der Masterarbeit ist bei Fw2 aufgrund der Nachhaltigkeitsthematik schwierig zu beurteilen. Die Unterschiede zwischen Prä- und Posttest sind nicht vollständig auf den Neuerwerb eines mathematischen Themas zurückzuführen: Der Unterricht nahm beispielsweise bei der Flächenberechnung lediglich die Funktion einer Auffrischung erlernter, aber teilweise wieder vergessener Lerninhalte wahr. Auch die Dokumentation neu erworbener Kompetenzen ist trügerisch, da diese in einem halben Jahr vielleicht nicht mehr vorhanden sein werden. Fakt ist aber, dass Fw1 in den meisten summativen Lernkontrollen und im Posttest Kompetenzen im Rahmen der Klassenlernziele zeigen konnte. Es ist lediglich zu hoffen, dass die intensive Auseinandersetzung mit neuen, aber auch mit bereits früher erlernten Inhalten längerfristig zu einer tragfähigen mathematischen Basis für das zukünftige Lernen beitragen konnte.

Im Bereich der Selbstkompetenz kam Fw2 die offene Unterrichtsform sicherlich zugute. Beim Experimentieren und Entdecken, aber auch beim Gestalten eigener Übungsblätter konnte sie Eigeninitiative zeigen und ihrer Kreativität freien Lauf lassen. Wenn das Erstellen und Formulieren der Lernjournaleinträge und Reflexionen nicht spürbar zu einem nachhaltigen Kompetenzerwerb führen konnte, so schien dieser Prozess bei Fw2 zumindest für die Verarbeitung und Neuordnung des bearbeiteten Themas sehr hilfreich zu sein. Es gelang Fw2 gut, die Gedankengänge, welche das Lösen einer Aufgabe voraussetzen, schriftlich festzuhalten. So schaffte sie es als eine der wenigen Lernenden, die Zusammenhänge zwischen dem Umwandeln von Längen-, Flächen- und Volumenmassen vertieft zu verstehen und aufzuschreiben.

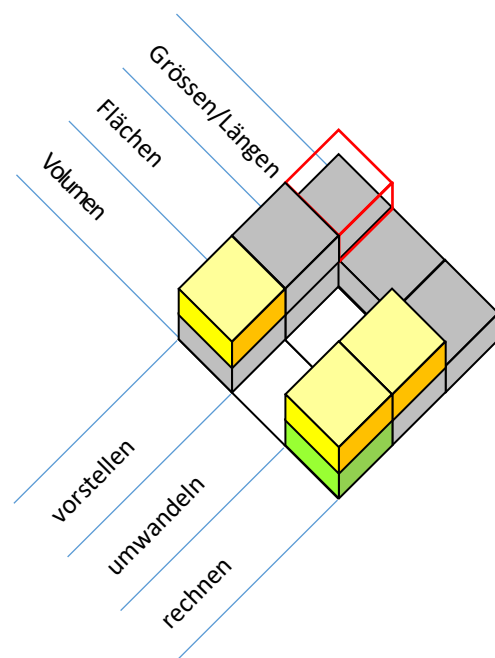
### Fw3

Fw3 erzielte in den summativen Lernkontrollen die Klassenlernziele und zeigte im Posttest nachhaltige Lernfortschritte. Es konnten auch Fortschritte in der Selbstkompetenz beobachtet werden, welche das mathematische Lernen begünstigten.

### Zielüberprüfung

*Ziel 1: Fw3 erzielt Lernfortschritte und erreicht die Klassenlernziele*

Bei der Lernstandserfassung konnten vor allem im Handlungsaspekt „Rechnen“ Lernfortschritte beobachtet werden. Beim Inhaltsaspekt „Größen/Längen“ und dem Handlungsaspekt „Umwandeln“ wurden in diesem Test die Klassenlernziele verfehlt. Ein etwas anderes Bild zeigen die summativen Lernkontrollen. Dort schnitt Fw3 stets genügend und im Klassendurchschnitt ab. Frappant ist, dass sie dort beim Handlungsaspekt „Umwandeln“ jeweils immer beinahe die Maximalpunktzahl erreichte und dabei offenbar über eine



**Abbildung 46 – Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw3**  
(abgeänderte Darstellung nach Jundt & Wälti, 2011, S. 10)

funktionierende Umwandlungsmethode verfügte. Entweder ist diese Methode nicht nachhaltig gefestigt oder das schlechte Abschneiden in diesem Bereich beim Posttest ist auf die Tagesform zurückzuführen. Fw3 erzielte messbare Lernfortschritte, konnte im Posttest aber nicht alle Klassenlernziele erreichen. Das Ziel ist somit als teilweise erreicht zu bewerten.

#### *Ziel 2: Fw3 konzentriert sich im Unterricht auf das mathematische Thema und lässt sich nicht ablenken*

Die Auswertung der Videoanalyse zeigt bei Fw3 einen tiefen Anteil themenfremder Aktivität, dafür viele Beobachtungen zu thematischer Arbeit in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit. Dies deckt sich auch mit den unstrukturierten Beobachtungen des Autors während der Durchführung. Die günstige Platzwahl am Rand eines Vierertischs neben Lw2 hatte sicher einen grossen Einfluss auf ihr konzentriertes Arbeiten. Dadurch boten sich weniger Gelegenheiten zum Schwatzen, und mit der leistungsstarken und arbeitssamen Lw2 hatte Fw3 ein gutes Vorbild und eine ideale Kooperationspartnerin. Dieses Ziel wurde somit erreicht.

### **Entwicklungsprozesse**

Auf fachlicher Ebene kann bei Fw3 ein Kompetenzzuwachs beim Berechnen von Flächen und Volumen vermerkt werden. Bei den Flächen können neben Quadrat- und Rechteckflächen nun auch Flächen von Dreiecken oder Kreisen zuverlässig berechnet werden. Bei der Volumenberechnung erscheint der Lernfortschritt noch deutlicher: In der Lernstandserfassung schien Fw3 das Prinzip des Rauminhalts (Was ist überhaupt „Volumen“?) nicht wirklich verstanden zu haben und scheiterte bereits an der grundlegendsten Aufgabe, der Berechnung eines Quadvolumens. In der Durchführung konnte sich bei ihr ein Verständnis für Volumen entwickeln, was in der summativen Lernkontrolle zu einer sicheren Berechnung der Volumina verschiedener geometrischer Figuren führte. Diesen Prozess unterstützte sicher auch das mathematische Tun mit handlungsorientiertem Material, das die komplexe und symbolische Formelsprache auf eine anschauliche und konkrete Ebene brachte, wovon Fw3 mit ihrer eher geringen Abstraktionsfähigkeit profitieren konnte. Positiv schienen sich für den Kompetenzerwerb auch die wöchentlichen Nachhilfestunden zum Üben, Automatisieren und Vertiefen auszuwirken: Fw3 war im Unterricht bei Partner- und Gruppenarbeiten weniger überfordert und war z.T. besser als ihre Mitlernenden in der Lage, die Lerninhalte vergangener Lektionen wieder zuverlässig abzurufen. Diese Erfahrungen der eigenen Kompetenz schienen sich auch positiv auf ihre Motivation für dieses Fach auszuwirken.

In der Selbstkompetenz, vor allem in der Steuerung des eigenen Arbeitens, ist ein grosser Kompetenzzuwachs ersichtlich. Allerdings beschränkt sich dieser nicht auf die Durchführung der Masterarbeit. Dieser Prozess zeichnete sich bereits im letzten Schuljahr ab und wurde durch die Reduktion der Klassengrösse im letzten Sommer und damit verbunden durch die Veränderungen im sozialen Klassengefüge begünstigt. Über diesen längeren Zeitraum hinweg gelang es Fw3, sich von einer schnell ablenkbaren Schülerin mit geringer Frustrationstoleranz zu einer fokussierteren und hartnäckigeren Lernenden zu entwickeln.

Die schriftlichen Produkte, vor allem die Lernjournaleinträge und Reflexionen, wurden von Fw3 sehr zuverlässig und sorgfältig erstellt. Wie bei Fm1 sind auch bei ihr in den Tests Fortschritte bei der Notation von Lösungswegen zu beobachten, welche Elemente der Lernjournaleinträge enthalten.

## 4.3 Beantwortung der Fragestellung

Mit der Evaluation der Durchführung können nun die zu Beginn formulierten Fragestellungen beantwortet werden.

### 4.3.1 Beantwortung der Hauptfragestellung

*Wie können mathematische Lernumgebungen im Unterricht eingesetzt werden, so dass alle Lernenden auf ihrem Lernniveau Fortschritte erzielen können?*

Werden Lernumgebungen, wie in der Theorie angedacht, offen, reichhaltig und mit zahlreichen Möglichkeiten zum entdeckenden Lernen gestaltet, ist die Chance bereits sehr gross, dass alle Lernenden Aufgaben finden, an welchen sie zu knobeln haben, sprich, die ihrem Leistungsniveau entsprechen. Wichtig ist dabei, dass die Aufträge der Lernumgebung offen formuliert sind, wodurch unterschiedliche Zugänge und Lernwege ermöglicht werden und die Aufgaben ihre selbstdifferenzierende Kraft entfalten können.

Die Durchführung der Masterarbeit hat gezeigt, dass die Wahl eines günstigen Themas für das Gelingen eines integrativen Unterrichts mit Lernumgebungen zentral ist. So muss das Thema so gewählt sein, dass Elemente und Lernziele verschiedener Schuljahre darin enthalten sind, damit eine Differenzierung nach unten überhaupt stattfinden kann und lernschwächere Lernende passende Lernangebote antreffen. Daneben ist es besonders für Realklassen von Vorteil, wenn das Thema eine gewisse Anschaulichkeit besitzt, eine nicht allzu hohe Abstraktionsfähigkeit voraussetzt und so mit handlungsorientiertem Material entdeckt und erforscht werden kann.

Neben dem individuellen entdeckenden Lernen sowie dem Austausch und der Diskussion von Ergebnissen zwischen einzelnen Lernenden ist für einen aufbauenden strukturierten Unterricht immer auch das Zusammentragen und Besprechen der Resultate im Plenum notwendig. Dort können die gewonnenen Erkenntnisse gesammelt, gegliedert, verallgemeinert und mit der Theorie abgeglichen werden, indem beispielsweise der Fachwortschatz eingeführt wird. Dieses Sich-einigen auf eine gemeinsame Sprache und allenfalls auch eine gemeinsame Vorgehensweise bildet eine gemeinsame Grundlage für die Weiterentwicklung in weiteren Lernumgebungen.

Eine weitere der Methode inhärente Möglichkeit zur Förderung individuellen Lernens liegt in den Lehrgesprächen: Durch das selbständige Arbeiten der Lernenden alleine, zu zweit oder in Gruppen erhalten die Lehrpersonen Zeit zu persönlichen Lehrgesprächen, welche je nach Lernendem/Lernender in derselben Lektion mit der gleichen Aufgabenstellung zur Auseinandersetzung mit dem Thema auf sehr unterschiedlichem Niveau führen kann. In diesen Sequenzen haben Lehrpersonen die Möglichkeit, die Lernenden auf ihrem Lernniveau abzuholen und sie beim nächsten Lernschritt zu unterstützen. Bei den leistungsstärkeren Lernenden führen diese Gespräche oft zur Erweiterung der Aufgabenstellung und dadurch zum Vordringen in Bereiche, die über das eigentliche Thema hinausgehen.

#### 4.3.2 Beantwortung der Nebenfragestellungen

##### 1. Unter welchen Bedingungen gelingt kooperatives Lernen am gleichen Lerngegenstand trotz unterschiedlichem Lernniveau?

Wird die Lernumgebung, wie bei Waasmaier (2013, S. 12) angedacht, anhand des Dreischritts des kooperativen Lernens (Denken-Austauschen-Vorstellen) nach Brüning & Saum (2017) organisiert, entstehen automatisch Kommunikationsanlässe. Dabei wirkte sich die Bearbeitung des ersten Schritts (Denken) auf unterschiedlichem Lernniveau nie hindernd auf die spätere Zusammenarbeit aus, da im zweiten Schritt (Austauschen) einander die verschiedenen Erkenntnisse und Vorgehensweisen vorgestellt und miteinander verglichen werden. Arbeiten dabei Lernende miteinander, welche vom Lernniveau her nicht extrem weit auseinanderliegen, können beide von den Ergebnissen der anderen Person profitieren, im Austausch die eigenen Erkenntnisse neu ordnen und deren Vorzüge und Nachteile erkennen. Durch die Offenheit der Aufgabe und das unterschiedliche Lernniveau der Lernenden konnte eine grosse Vielfalt an Lösungswegen und Vorgehensweisen gefunden werden, was den Austausch in der Gruppe und danach auch im Plenum bereicherte (vgl. Leuders & Prediger, 2016, S. 22ff.).

Im Gegensatz zum Praxisprojekt, wo das individualisierte Arbeiten im Vordergrund stand und eine allfällige Kooperation den Lernenden freistand, taten sie sich schwerer, miteinander zu arbeiten und einander zu helfen. In der Durchführung der Masterarbeit, wo die Sozialform klar vorgegeben war, wurden die leistungsschwächeren Lernenden besser integriert und ihnen bei Schwierigkeiten meist sehr geduldig auf die Sprünge geholfen. Da den Lernenden bewusst war, dass sie das Ziel nur gemeinsam erreichen können und die Zeit zum Austausch wie auch zum Helfen explizit gegeben war, liessen sie sich gut auf das kooperative Arbeiten ein.

##### 2. Welche zusätzlichen Massnahmen unterstützen die Lernzielerreichung bei leistungsschwächeren Lernenden?

Bei der Planung der Lernumgebungen standen dem Autor die leistungsschwächeren Lernenden immer vor Augen, so dass die Lektionen so konzipiert waren, dass insbesondere auch dieser Zielgruppe Lernfortschritte gelingen konnten. So wurde stets versucht, Abstraktes mithilfe von handlungsorientiertem Material und passender ikonischer Darstellung konkret und anschaulich zu machen, wovon natürlich auch leistungstärkere Lernende profitierten konnten.

In den Lektionen wurde darauf geachtet, dass die leistungsschwächeren Lernenden mit idealen Lernpartnern zusammenarbeiten konnten und bei Bedarf personelle Unterstützung durch Lehrperson, SHP oder Klassenassistenz erhielten. Starteten die Fokuslernenden praktisch immer mit der gleichen Aufgabenstellung wie die gesamte Klasse, so konnte diese bei auftretenden grösseren Schwierigkeiten gekürzt und auf die Basislernziele reduziert werden, so dass den entsprechenden Lernenden mehr Zeit für den Erwerb der grundlegendsten Inhalte blieb und der Druck wegfiel, alle Aufgaben bearbeiten zu müssen.

Neben dem regulären Unterricht zahlten sich bei Fw1 und Fw2 die separativen VM-Lektionen zur Vorentlastung oder Repetition gelernter Inhalte aus. Der Autor erhielt dabei auch ein differenzierteres Bild über ihren Lernstand und konnte in den darauffolgenden Lektionen besser auf sie eingehen. Bei Fw3, wo keine zusätzlichen zeitlichen Ressourcen vorhanden waren, zahlte sich das Vorbereiten von Übungsmaterial für die Nachhilfelektion aus. Dadurch konnte Gelerntes vertieft und geübt und Vorwissen für kommende Themen aktiviert werden.

### 3. Wo liegen die Grenzen der Methode der mathematischen Lernumgebungen?

Wie bei der Beantwortung der Hauptfragestellung erwähnt, spielt die Themenwahl eine grosse Rolle. Themen, welche ausschliesslich zum Lehrplan der Oberstufe gehören, einen hohen Abstraktionsgrad aufweisen und wenig verschiedene Lernwege zulassen, werden im Rahmen von selbstdifferenzierenden Lernumgebungen schwierig umsetzbar sein bzw. bevorzugt mit dafür passenderen Methoden bearbeitet. So ist die Methode der Lernumgebungen beispielsweise beim Thema „Gleichungen lösen“, wo ein hauptsächliches Lernziel das formales Anwenden eines mehr oder weniger standardisierten „Lösungsmechanismus“ darstellt, die falsche Wahl.

Selbstdifferenzierende Lernumgebungen fördern und nutzen die Vielfalt an unterschiedlichen Ansätzen und Lösungswegen. Funktionierende alternative Strategien beim Lösen mathematischer Probleme sollen akzeptiert und gestärkt werden. Damit diesem Anspruch Genüge getan werden kann, wird von den Lehrpersonen ein hohes Mass an mathematischer Kompetenz und diagnostischen Fähigkeiten vorausgesetzt. Zudem müssen zukünftige Lernumgebungen so gestaltet werden, dass sie auf alle unterschiedlichen Strategien Bezug nehmen und nicht plötzlich eine bestimmte favorisiert wird, wozu eine gute Übersicht über die Lernwege aller Lernenden nötig ist. Beim Umwandeln wurden beispielsweise verschiedene Strategien wie „Komma verschieben“, „Stellenwerttabelle“, „Nullen hinzufügen oder wegnehmen“, etc., von den Lernenden angewandt. Bei neuen Lerninhalten, z.B. dem Umwandeln von rationalen Zahlen oder dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen dem Umwandeln von Längen, Flächen und Volumen, funktionierten einzelne Strategien nicht mehr oder erwiesen sich als ungünstiger, bzw. weniger anschaulich. Hier stellt sich dann die Frage, ob Flexibilität von der Lehrperson bezüglich Adaption der Lerninhalte auf die ungünstigeren Strategien oder eine eingeforderte Flexibilität der Lernenden im Anwenden unterschiedlicher Strategien schlussendlich zielführender ist.

Das entdeckende Lernen, welches bei mathematischen Lernumgebungen gefördert wird, benötigt auch sehr viel Zeit. Zwar ist die Qualität handlungs- und verständnisorientiert erlernter Inhalte grösser, für ein nachhaltiges Anwenden sind aber auch hier Sequenzen produktiven Übens unerlässlich. Ein typisches Beispiel zeigte sich beim Ableiten des Pyramiden- und Kegelvolumens vom Würfel-, Prisma- und Zylindervolumen. Durch das Umgiessen der Formen war allen Lernenden klar, dass z.B. das Kegelvolumen dreimal in das Zylindervolumen passt und somit das Volumen berechnet werden kann, indem das Zylindervolumen durch drei geteilt wird. Da aufgrund der knappen Zeit vor den Ferien ein vertieftes Anwenden und Üben dieser Erkenntnis fehlte, konnten beim Posttest nur noch wenige Lernende auf dieses Wissen zugreifen.

Des weiteren scheinen den Lernumgebungen nach Waasmaiers Ansatz aufgrund der Klassengrösse Grenzen gesetzt. Das Korrigieren der Lernjournaleinträge und Reflexionen und die schriftliche Rückmeldung dazu mit einem Feedback nimmt bereits bei zwölf Lernenden extrem viel Zeit in Anspruch. Bei einer Klasse mit über 20 Lernenden ist dieser zeitliche Aufwand bei einem hohen Unterrichtspensum im normalen Schulalltag kaum zu bewältigen.

Eine weitere Grenze wird dieser Methode durch eine geringe Möglichkeit zur Differenzierung nach Lerntempo gesetzt. Innerhalb einer Lektion kann diese Differenzierung zwar mit den in der Beantwortung der zweiten Nebenfragestellung erwähnten Massnahmen gelingen. Das Lerntempo über die Lektionen hinweg und damit verbunden das thematische Fortschreiten orientiert sich aber am Gros der Klasse. In der Durchführung musste beobachtet werden, dass insbesondere Fw1 von diesem schnellen Wechsel der Inhalts- und Handlungsaspekte überfordert war und ihr vor der Beschäftigung mit Flächen und Volumen mehr Zeit für die Auseinandersetzung mit den Längenmassen gutgetan hätte. Doch eine solche Anpassung würde wieder zu einem separativen Unterricht und einer Isolation dieser Fokuslernenden führen.

Zum Schluss muss auch noch die Rolle des Schulischen Heilpädagogen diskutiert werden. Lernumgebungen verlangen durch ihre Rhythmisierung einen starken Lead durch die Lehrperson. Wird eine Lernumgebung durch den SHP vorbereitet, findet er sich in der Lektion unweigerlich in dieser Rolle wieder. Neben dem Moderieren des Einstiegs und der Auswertungsphase obliegt ihm das Zeitmanagement und das Überwachen der Einzel- und Gruppenaktivitäten. Für das intensive Arbeiten mit einzelnen Fokuslernenden findet dann eher die assistierende Lehrperson Zeit.

#### 4.4 Fazit

Wie die Evaluation der Durchführung zeigen konnte, sind selbstdifferenzierende mathematische Lernumgebungen eine gute Methode, in einer heterogenen Klasse gemeinsame Mathematik zu betreiben, so dass alle Lernenden Fortschritte erzielen können. Im Gegensatz zur Methode des Arbeitsplans, welche aufgrund der zahlreichen Nachteile den Autor im Praxisprojekt nicht zu überzeugen vermochte, fördern Lernumgebungen viele verschiedene mathematische Kompetenzen und ermöglichen insbesondere auch den leistungsschwächeren Lernenden eine Teilnahme am Unterricht und Lernfortschritte in Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz.

Somit ist das Arbeiten mit Lernumgebungen ein Ansatz, welcher gerne ins methodische Repertoire des Autors aufgenommen und in Zukunft bei Gelegenheit zum Einsatz kommen wird. Auch einzelne Elemente dieser Methode haben den Autor überzeugt und werden situativ in den Unterricht eingebaut werden, wie z.B. der Dreischritt des kooperativen Lernens, selbstdifferenzierende Aufgabenstellungen, das Erstellenlassen eigener Übungsblätter, der Einsatz eines Lernjournals oder das metakognitive Element der Reflexion.

Eine weitere Strategie, die eigentlich streng genommen nicht mit Selbstdifferenzierung in Verbindung gebracht werden kann, welche aber in der Lernumgebung überraschend gut in Bezug auf die Integration der Fokuslernenden funktionierte, ist eine abgewandelte Form des Gruppenpuzzles. Im Gegensatz zur Originalvariante, wo verschiedene Expertengruppen gleichwertige Themen bearbeiten und anschliessend in neu zusammengesetzten Lerngruppen austauschen (vgl. Brüning & Saum, 2017), wurden im konkreten Fall den Expertengruppen unterschiedlich anspruchsvolle Themen zur Bearbeitung vorgelegt. Die Zuteilung der Lernenden erfolgte durch den SHP. Dieser niveaudifferenzierende Ansatz führte dazu, dass alle Lernenden genügend Zeit zur Bearbeitung eines passenden Themas fanden. Selbst die leistungsschwächeren Lernenden hatten in der darauffolgenden Gruppenphase die Möglichkeit, Verantwortung zu übernehmen und ihren Mitschülern ihr Thema zu erklären.

Durch die Masterarbeit kam dem Autor auch die grosse Wichtigkeit der sprachlichen Komponente im Mathematikunterricht ins Bewusstsein. Bei der Planung zukünftigen Mathematikunterrichts sollen Überlegungen zu Sprachunterstützung und Sprachförderung nicht mehr fehlen. Neben der Klärung des Fachwortschatzes beispielsweise mit Wörterlisten kann das Scaffolding als Methode zur Unterstützung mündlicher und schriftlicher Sprachproduktionen eingesetzt werden.

Das ungenügende Abschneiden einzelner Lernender (Lw1 und insbesondere Lw6), welche vom Autor nicht als Fokuslernende identifiziert wurden, die beim Vorwissen aber Lücken und beim Kompetenzerwerb Schwierigkeiten hatten, zeigte dem Autor die Wichtigkeit einer sauberen Diagnostik auf. Werden zu Beginn der Oberstufenzeit mit standardisierten Tests die Voraussetzungen *aller* Lernenden einer Klasse genau bestimmt, gelangen auch jene Kinder ins Blickfeld des SHP, welche vordergründig nicht zu seiner Zielgruppe gehören. Bei Lw6, wo bis anhin Schulabsentismus, familiäre Probleme und mangelnde Motivation das schlechte Abschneiden erklärten, könnten so vielleicht innerschulische Lösungsansätze gefunden werden.



# Verzeichnisse

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Darstellungen vernetzen als ganzheitlicher Kommunikationsanlass .....	22
	Leuders, T., & Prediger, S. (2016). <i>Flexibel differenzieren und fokussiert fördern im Mathematikunterricht</i> . Berlin: Cornelsen.	
Abbildung 2:	Größen als mathematisches Modell.....	25
	Greefrath, G. (2010). <i>Didaktik des Sachrechnens in der Sekundarstufe</i> . Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl.	
Abbildung 3:	Würfelmodell.....	27
Abbildung 4:	Spiralprinzip .....	35
Abbildung 5:	Vorstellen.....	36
	Eigene Darstellung mit Internet-Fotografie: Zugriff am 29.10.2017 unter <a href="http://sciencepost.fr/wp-content/uploads/2017/01/capture-2017-01-23-%C3%A0-17.36.53.jpg">http://sciencepost.fr/wp-content/uploads/2017/01/capture-2017-01-23-%C3%A0-17.36.53.jpg</a>	
Abbildung 6:	Umwandeln.....	36
Abbildung 7:	Flächenberechnung .....	37
Abbildung 8:	Punkte nach Inhaltsaspekten.....	37
Abbildung 9:	Punkte nach Handlungsaspekten.....	37
Abbildung 10:	Würfelmodell Prätest der Lernenden Fw2.....	38
Abbildung 11:	Beispielfigur Figurendiktat .....	39
Abbildung 12:	Karte Reflexion.....	39
	Eigene Darstellung basierend auf: Waasmaier, S. (2013). <i>Mathematik in eigenen Worten: Lernumgebungen für die Sekundarstufe I ; [mit Schülerbeispielen und Kopiervorlagen]</i> (1. Aufl). Baar: Klett und Balmer.	
Abbildung 13:	Posten Hohlmasse .....	41
Abbildung 14:	Auszug Lernjournal Lw1 .....	41
Abbildung 15:	Schätzaufgabe Lw5 .....	41
Abbildung 16:	Journaleintrag Lw2 .....	42
Abbildung 17:	Reflexion Fw3 .....	42
Abbildung 18:	Rechenaufgaben von Fm1 .....	43
Abbildung 19:	Auszug Reflexion Lw3.....	43
Abbildung 20:	Aufgabenbeispiel und Auszug Reflexion Lm2 .....	44
Abbildung 21:	Auszug Lernjournal Lw6 .....	44
Abbildung 22:	Posten Beispiel .....	45
Abbildung 23:	Auszug Lernjournal Fw2 .....	45
Abbildung 24:	Auszug Lernjournal Fw1.....	46
Abbildung 25:	Geometrischer Alltagsgegenstand .....	46
	Internet-Fotografie: Zugriff am 11.12.2017 unter <a href="http://www.procarton.com/category/brands-markets/">http://www.procarton.com/category/brands-markets/</a>	
Abbildung 26:	Tippkarte.....	46
Abbildung 27:	Auszug Lernjournal Lm2.....	46
Abbildung 28:	Giessform und Kärtchen von Lw4 .....	47
Abbildung 29:	Fertige Kerzen .....	47

Abbildung 30: Auszug Übungsblatt Fm1.....	49
Abbildung 31 Auszug Übungsblatt Lw2.....	49
Abbildung 32: Auszug Übungsblatt Lm1.....	49
Abbildung 33: Scaffolding Figurendiktate .....	50
Abbildung 34: Scaffolding Schülerfeedback .....	50
Abbildung 35: Beispiele Feedback zur LU 1.....	51
Abbildung 36: Würfelmodell Test Grössen/Längen von Lm1.....	53
Abbildung 37: Punkte nach Inhaltsaspekten.....	54
Abbildung 38: Punkte nach Handlungsaspekten.....	54
Abbildung 39: Würfelmodell Posttest ganze Klasse .....	55
Abbildung 40: Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw2.....	55
Abbildung 41: Auszug Kodierung Videonalyse 2.....	57
Abbildung 42: Würfelmodell Posttest Klasse ohne Fokuslernende .....	61
Abbildung 43: Würfelmodell Posttest des Lernenden Fm1 .....	63
Abbildung 44: Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw1 .....	64
Abbildung 45: Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw2.....	66
Abbildung 46: Würfelmodell Posttest der Lernenden Fw3.....	67

Für alle Würfelmodelle gilt folgende Quellenangabe:

Abgeänderte Darstellung basierend auf: Jundt, W., & Wälti, B. (2011). *Mathematische Beurteilungsumgebungen: Sek I. 1: [7. Schuljahr]* (1. Aufl). Bern: Schulverl. Plus.

Alle anderen nicht eigens nachgewiesenen Abbildungen stammen vom Autor.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einschätzung der Aktivitäten und der Partizipation der einzelnen Lernenden .....	8
Tabelle 2: Die Kompetenzbereiche und Handlungsaspekte des Lehrplans 21 im Überblick.....	20
Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz D-EDK. (n.d.). <i>Lehrplan Mathematik. Konsultationsfassung, Juni 2013.</i> o.O.	
Tabelle 3: Thematische Ziele im Mathematiklehrplan des Kantons Aargau .....	26
Zusammenfassende Tabelle basierend auf: Departement Bildung, Kultur und Sport. (2016). <i>Lehrplan Volksschule Aargau - Bereich Mathematik.</i> Aarau: Departement Bildung, Kultur und Sport.	
Tabelle 4: Ziele für den Autor .....	28
Tabelle 5: Klassenziele .....	29
Tabelle 6: Ziele Fokuslernende .....	30
Tabelle 7: Kategorien des Zeitstichprobenprotokolls des Praxisprojekts .....	33
Tabelle 8: Auszug aus dem Kategoriensystem mit Kodierregel und Ankerbeispiel.....	34
Tabelle 9: Lernumgebungen nach Inhalts- und Handlungsaspekt .....	40
Tabelle 10: Kategorien des Zeitstichprobenprotokolls der Masterarbeit.....	57
Tabelle 11: Tortendiagramme prozentuale Anteile der Kategorien nach Lernumgebung/Datum .....	58

Alle hier nicht eigens nachgewiesenen Tabellen stammen vom Autor.

## Abkürzungsverzeichnis

DaZ	Deutsch als Zweitsprache
DAV	Denken-Austauschen-Vorstellen (Dreischritt kooperativen Lernens)
EA	Einzelarbeit (Sozialform)
Fm	Schülerkürzel „Fokuslernender männlich“ (nummeriert)
Fw	Schülerkürzel „Fokuslernende weiblich“ (nummeriert)
GA	Gruppenarbeit (Sozialform), GA3: Dreiergruppe, GA4: Vierergruppe
HA	Hausaufgabe
HfH	Hochschule für Heilpädagogik, Zürich
HRP	Hellraumprojektor
ICF, ICF-CY	International Classification of Functionality (children and youth)
IL	Individuelle Lernziele
IT	Informationstechnik
L	Kürzel für die Lehrperson
LG	Lehrgespräch (Sozialform)
L/G	Lehrer/Gruppe (Sozialform)
L/K	Lehrer/Klasse (Sozialform)
Lm	Schülerkürzel „Lernender männlich“ (nummeriert)
LU	Lernumgebung
Lw	Schülerkürzel „Lernende weiblich“ (nummeriert)
PA	Partnerarbeit (Sozialform)
SHP	Schulischer Heilpädagoge
SPD	Schulpsychologischer Dienst
S.	Seite
SSG	Schulisches Standortgespräch
UZS	Uhrzeigersinn
VM	Verstärkte Massnahmen
WT	Wandtafel

## Literaturverzeichnis

- Anastasiadis, M. & Bachmann, G. (2005). Das Forschungstagebuch. In H. Stigler & H. Reicher (Hrsg.), *Praxisbuch Empirische Sozialforschung in den Erziehungs- und Bildungswissenschaften* (S. 161-165). Innsbruck: StudienVerlag.
- Altrichter, H., & Posch, P. (2007). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht: Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung* (4., überarbeitete und erweiterte Auflage). Bad Heilbrunn: Julius Klinkhardt.
- Bloom, B. S. (1973). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals*. London: Longman.
- Brüning, L., Saum, T., & Brüning, L. (2009). *Neue Strategien zur Schüleraktivierung: Individualisierung, Leistungsbeurteilung, Schulentwicklung* (1. Aufl). Essen: Neue-Dt.-Schule-Verl.-Ges.
- Brüning, L., Saum, T., & Brüning, L. (2017). *Strategien zur Schüleraktivierung* (11. überarbeitete Auflage). Essen: Neue Deutsche Schule Verlagsgesellschaft mbH.
- Büchter, A., & Leuders, T. (2014). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln: Lernen fördern - Leistung überprüfen* (6. Aufl). Berlin: Cornelsen.
- Departement Bildung, Kultur und Sport. (2016). *Lehrplan Volksschule Aargau - Bereich Mathematik*. Aarau: Departement Bildung, Kultur und Sport.
- Deutscheschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz D-EDK. (n.d.). *Lehrplan Mathematik*. Konsultationsfassung, Juni 2013. o.O.
- Gallin, P., & Ruf, U. (1993). *Sprache und Mathematik in der Schule: auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz ; illustriert mit sechzehn Szenen aus der Biographie von Lernenden* (3. Aufl). Zürich: Verl. Lehrerinnen und Lehrer Schweiz.
- Greefrath, G. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Sekundarstufe*. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verl.
- Hattie, J. (2016). *Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen*. (Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe, 2. korrigierte Auflage). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.
- Heimlich, U. (2016). Gemeinsamer Unterricht im Rahmen inklusiver Didaktik. In U. Heimlich, F. Wember, & W. Kohlhammer (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen: ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 69-80). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Helmke, A. & Weinert, F.E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Hirt, U., & Wälti, B. (2014). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht: natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte* (4. Auflage). Seelze: Klett/Kallmeyer.
- Jundt, W., & Wälti, B. (2011). *Mathematische Beurteilungsumgebungen: Sek I. 1: [7. Schuljahr]* (1. Aufl). Bern: Schulverl. Plus.
- Keller, F., Bollmann, B., Schelldorfer, R., Rohrbach, C. (2013). *Mathematik 3, Sekundarstufe I, Themenbuch Lehrmittel für Arithmetik, Algebra, Sachrechnen, Stochastik und Geometrie*. Zürich: Lehrmittelverlag Zürich.
- Krauthausen, G., & Scherer, P. (2007). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (3. Auflage). München: Springer Spektrum.
- Kuntze, S. & Prediger, S. (2005). *Ich schreibe, also denk' ich. PM, 47/5, 1 – 8*
- Leuders, T., & Prediger, S. (2016). *Flexibel differenzieren und fokussiert fördern im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen.

- Lienhard, P. (2015). *Rezeptbuch schulische Integration: auf dem Weg zu einer inklusiven Schule* (2., aktualisierte Aufl). Bern: Haupt.
- Mietzel, G. (2003). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens* (7., korrigierte Aufl). Göttingen: Hogrefe, Verl. für Psychologie.
- Neugebauer, C., & Nodari, C. (2016). *Förderung der Schulsprache in allen Fächern: Praxisvorschläge für Schulen in einem mehrsprachigen Umfeld: Kindergarten bis Sekundarstufe I* (4., unveränderte Auflage). Bern: Schulverlag plus AG.
- Reiss, G. & Werner, B. (2016). Offener Unterricht. In U. Heimlich, F. Wember, & W. Kohlhammer (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen: ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 112-124). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Roos, M., & Leutwyler, B. (2011). *Wissenschaftliches Arbeiten im Lehramtsstudium: recherchieren, schreiben, forschen* (1. Auflage). Bern: Verlag Hans Huber.
- Scherer, P., & Moser Opitz, E. (2010). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Souvignier, E. (2016). Kooperatives Lernen. In U. Heimlich, F. Wember, & W. Kohlhammer (Hrsg.), *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen: ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 138-148). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Verein Schweizerischer Mathematik- und Physiklehrer, Deutschschweizerische Mathematikkommission (2014). *Fundamentum Mathematik und Physik: Formeln, Begriffe, Tabellen für die Sekundarstufe I und II*. Zürich: Orell Füssli.
- Waasmaier, S. (2013). *Mathematik in eigenen Worten: Lernumgebungen für die Sekundarstufe I ; [mit Schülerbeispielen und Kopiervorlagen]* (1. Aufl). Baar: Klett und Balmer.
- Walt, M. (2014). *Individualisierung und Binnendifferenzierung - aber wie?: theoretische und praktische Anregungen zur Weiterentwicklung des Unterrichts*. Zürich: Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik.
- Walt, M., Peter, O., & Lienhard, P. (2017). *Handreichung - Wege zur integrativen Förderung in der Sekundarschule*. Zürich: Interkantonale Hochschule für Heilpädagogik.
- Weis, I. (2013). *DaZ im Fachunterricht: Sprachbarrieren überwinden - Schüler erreichen und fördern*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.
- Wittmann, E. Ch. (1998). Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikdidaktik. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 16 (3), 329-342.

# Anhang

## zur Masterarbeit

---

## Integrativer Mathematikunterricht auf der Oberstufe mittels selbstdifferenzierender Lernumgebungen

**Student:**

Daniel Senn  
Wallweg 4  
5210 Windisch

**Mentorin:**

Karin Zumbrunnen  
Holzmatt 7  
5200 Brugg

**Expertin:**

Dr. phil. Nicole Rihs  
Riedmattweg 22  
2554 Meisberg

**Abgabetermin:** Woche 25 / 2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>ICF-CY-Analysen .....</b>	<b>3</b>
1.1	ICF-CY-Analyse: Fm1.....	3
1.2	ICF-CY-Analyse: Fw1 .....	5
1.3	ICF-CY-Analyse: Fw2 .....	7
1.4	ICF-CY-Analyse: Fw3 .....	9
<b>2</b>	<b>Lernziele.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Kategoriensystem Videoanalyse .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>Tabellarischer Zeitplan über den Ablauf der Durchführung .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Lernstanderfassung .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Testauswertung Prätest .....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Auswertung Prätest – Würfelmodelle.....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>Testauswertung Posttest .....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Auswertung Posttest – Würfelmodelle .....</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>Figurendiktat Schülerprodukte .....</b>	<b>27</b>
<b>11</b>	<b>Lernumgebungen – Unterrichtsskizzen und Material .....</b>	<b>31</b>
11.1	Lernumgebung 1 So gross wie.....	31
11.2	Lernumgebung 2 Schätzen .....	33
11.3	Lernumgebung 3 10, 100 oder 1000? – Grössen richtig umwandeln.....	36
11.4	Lernumgebung 4 Meine Methode, deine Methode .....	40
11.5	Lernumgebung 5 Blauwale .....	41
11.6	Lernumgebung 6 Alles Quadrat oder was?.....	43
11.7	Lernumgebung 7 Grosse Flächen .....	46
11.8	Lernumgebung 8 Von Längen und Flächen.....	50
11.9	Lernumgebung 9 Flächen berechnen.....	52
11.10	Lernumgebung 10 3. Dimension.....	58
11.11	Lernumgebung 11 Längen, Flächen und Volumen umwandeln.....	63
11.12	Lernumgebung 12 Grundfläche mal Höhe .....	65
11.13	Lernumgebung 13 Pyramide, Kegel und Kugel .....	72
11.14	Lernumgebung 14 Geometrisches Kerzengiessen .....	76
<b>12</b>	<b>Summative Lernkontrollen mit Lösung .....</b>	<b>79</b>
<b>13</b>	<b>Auswertungen summative Lernkontrollen .....</b>	<b>104</b>
<b>14</b>	<b>Auswertung Videoanalyse.....</b>	<b>105</b>
<b>15</b>	<b>Forschungstagebuch Lektionen .....</b>	<b>109</b>

# 1 ICF-CY-Analysen

In diesem Kapitel folgen ICF-CY-Analysen sämtlicher Fokuslernender.

## 1.1 ICF-CY-Analyse: Fm1

### Körperfunktionen/Körperstrukturen

Fm1 leidet an Kurzsichtigkeit, welche vor rund einem Jahr mit einer Brille korrigiert werden konnte. Typische und genau lokalisierbare Probleme beim Lernprozess sind bei Fm1 nicht zu beobachten. Bei den Körperfunktionen ist bei Fm1 das Hauptaugenmerk auf die mentalen Funktionen zu legen. Das Lernen hemmende Funktionen sind bei ihm sicher unter „Funktionen der Aufmerksamkeit (b140\*)“ und motivationalen Funktionen (b1301) zu suchen. Er scheint im Unterricht und vor allem auch zu Hause mit Unlustgefühlen zu kämpfen und erledigt Aufträge nicht immer zuverlässig (b1267). Eher tief ausgebildete soziale Fähigkeiten wirken sich ebenfalls hemmend auf den Lernprozess aus (ev. b1261 Umgänglichkeit). Bei Fm1 ist schwierig einzuschätzen, ob die genannten Schwierigkeiten wirklich primär auf den Körperfunktionen beruhen (personenzentriert) oder besser interaktionistisch oder systemisch erklärt werden können.

### Angaben zur Aktivitäten/Partizipation

Wenn Fm1 ein Thema interessiert und er mit seiner Tätigkeit Lernerfolge erreichen kann, arbeitet er zuverlässig und selbstständig. Ansonsten bekundet er Mühe sein Arbeiten und Lernen zu steuern. Er lässt sich dann auch schnell ablenken. Fm1 arbeitet gerne selbstgesteuert. Es fällt ihm manchmal schwer, Rückmeldungen und Feedbacks anzunehmen und in sein Arbeiten zu integrieren. In Mathematik fallen ihm anschauliche und konkrete Aufgaben im Gegensatz zu abstrakten Aufgaben eher leicht. Trotz deutlicher Verbesserung im letzten Schuljahr liegt bei Fm1 in der Kommunikation und im Umgang mit Menschen ein Förderbedarf. Er arbeitet oft alleine für sich und lässt sich in Partner- oder Gruppenarbeiten wenig auf seine Mitschüler ein. Fm1s soziale Integration in die Klasse hat sich durch die im letzten Sommer stattgefundene Veränderung im Klassengefüge positiv entwickelt.

### Umweltfaktoren

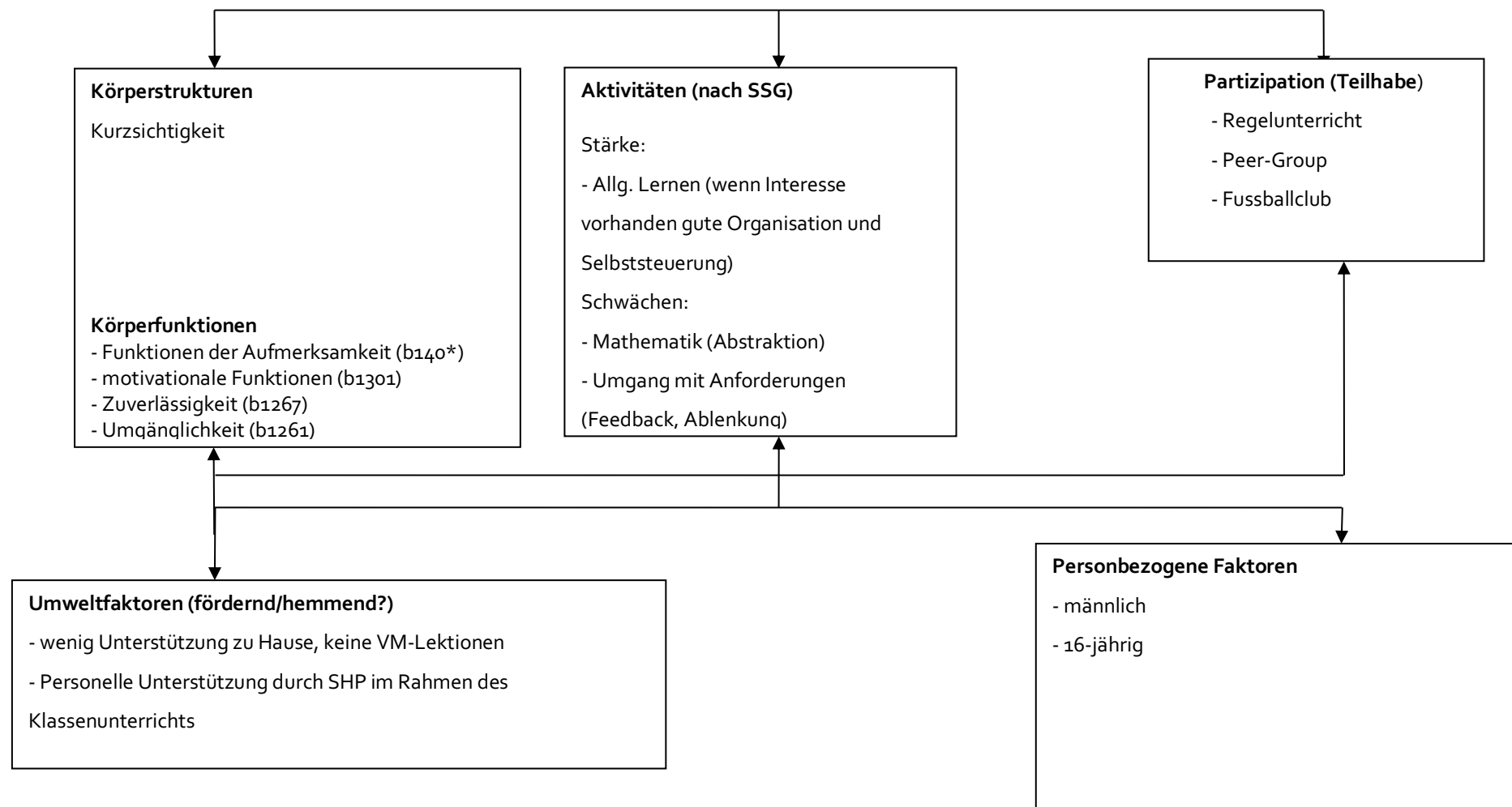
Fm1 kommt aus einem sozioökonomisch schwachen und bildungsfernen Elternhaus. Schulische Unterstützung erhält er von zu Hause kaum. Da die Eltern keine Abklärung durch den SPD wünschten, blieben neben den Klassenlektionen des SHP zusätzliche Unterstützungsmassnahmen aus.

### Wechselwirkungen der ICF-CY-Ebenen / unterrichtsrelevante Schlüsse

Hypothese: Bei Fm1s Lernverhalten spielen sehr viele verschiedene Faktoren eine grosse Rolle. So besteht einerseits eine kognitive Schwäche, welche durch eine ungenügende Leistungsbereitschaft nicht kompensiert werden kann. Die eher schwach ausgeprägte soziale Kompetenz erschwert zudem den Wissenserwerb im Unterricht. Zu Hause spielen die fehlende Struktur und Unterstützung eine weitere sich negativ auswirkende Rolle. All diese Faktoren wirken sich ungünstig auf Fm1s Lernen aus. Die schulische Förderung kann zwar an allen vier Punkten ansetzen. Überall muss aber auch in hohem Masse auf die Eigeninitiative und die Motivation seitens von Fm1 und dessen Eltern gezählt werden können.



## ICF-CY-Analyse – Raster: Wirkungen und Wechselwirkungen



## **1.2 ICF-CY-Analyse: Fw1**

### **Körperfunktionen/Körperstrukturen**

Fw1 hat eine mit Linsen korrigierte Kurzsichtigkeit. Bei den Körperfunktionen ist bei Fw1 die „Funktion des Gedächtnisses“ (b144) zu erwähnen. Es kommt vor, dass erkannte, gelernte und geübte Lerninhalte vor allem der Mathematik zu einem späteren Zeitpunkt praktisch neu gelernt werden müssen. Evtl. steht dieses Phänomen in Bezug zu den traumatisierenden Erlebnissen, welche Fw1 im Krieg und auf der Flucht erleben musste. Unter der „Funktion der Intelligenz“ (b117) wurde Fw1 durch den SPD ein IQ-Wert unter 70 bescheinigt, was sich mit Beobachtungen im Unterricht und dem schnellen Kompetenzzuwachs in Deutsch nicht deckt. Wahrscheinlich führte ihre damals noch geringe Deutschkompetenz zu einer zu tiefen Einschätzung.

### **Angaben zur Aktivitäten/Partizipation**

Fw1 ist eine motivierte und lernwillige Schülerin. Im Zweitspracherwerb Deutsch macht sie relativ schnell Fortschritte und überrascht mit ihrem breiten Wortschatz. In Mathematik liegt sie sehr weit hinter dem Niveau der Klasse zurück. Der BESMath-Test ergab den Lernstand einer 2.Klässlerin, was die Partizipation am Unterricht der Klasse erschwert. Förderlich hingegen wirken sich in dieser Hinsicht Fw1s Motivation und Frustrationstoleranz aus. Fw1 ist im sozialen Kontext eher ruhig und zurückhaltend, weshalb sie nur mit wenigen Mitschülerinnen in Kontakt tritt. Nichtsdestotrotz erzielt sie in kooperativen Lernformen einen höheren Lernzuwachs als in der Separation. Im Umgang mit Anforderungen, insbesondere bei der Erledigung der Hausaufgaben, zeigt sie Mühe.

### **Umweltfaktoren**

Fw1 ist vor zwei Jahren mit ihrer Familie von Syrien in die Schweiz gekommen. Der Vater konnte noch nicht in den Arbeitsmarkt integriert werden und die Mutter ist gesundheitlich angeschlagen. Fw1 muss sich so zu Hause oft um die kleineren Brüder kümmern. Die Wohnsituation hat sich insofern verbessert, als dass die Familie in eine grössere Wohnung umziehen konnte.

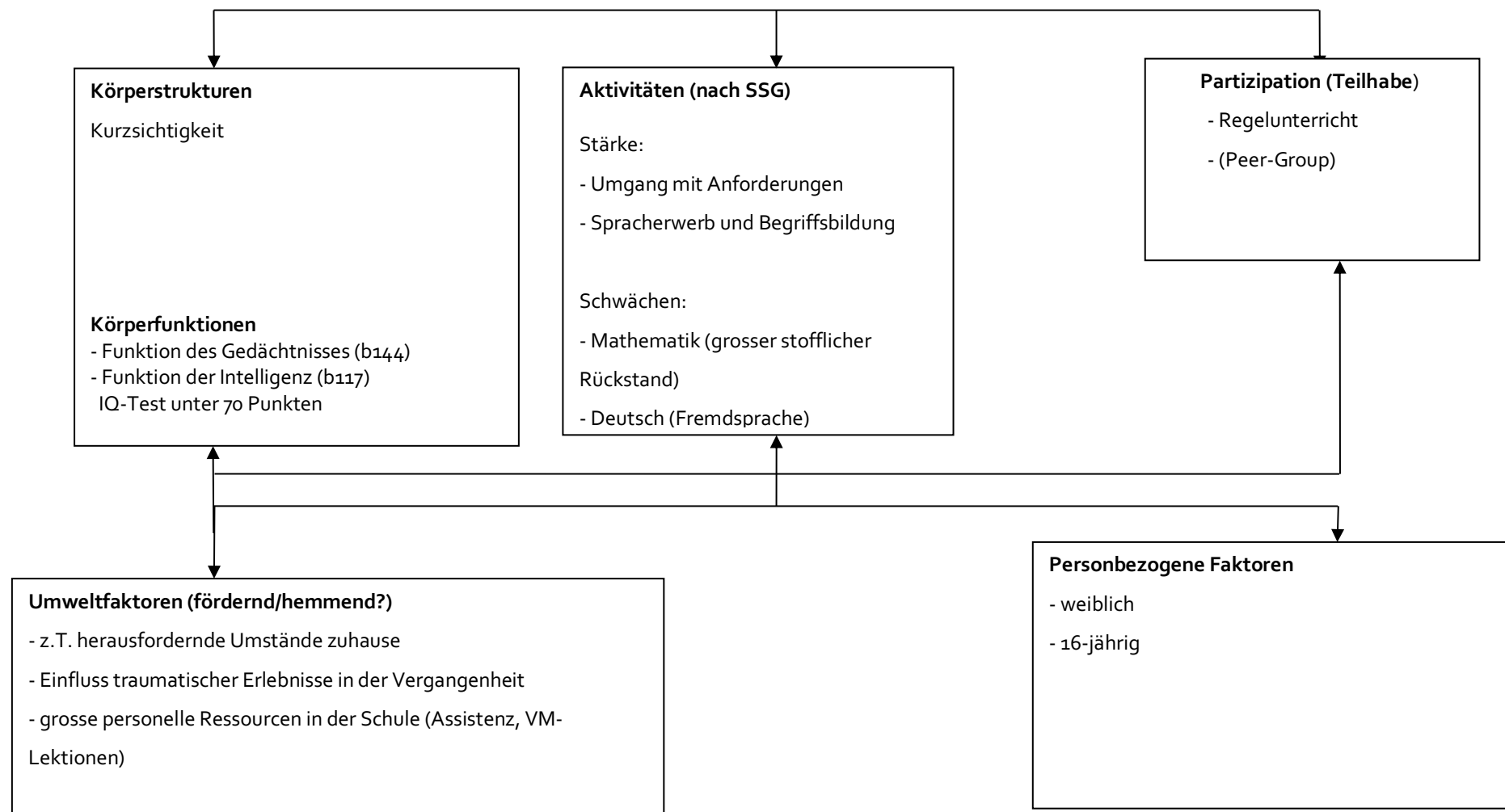
Im Unterricht erhält Fw1 sehr viel personelle Unterstützung, in drei Mathematik- und zwei Deutschlektionen durch den SHP sowie während einer weiteren separativen VM-Lektion. Dazu kommen noch fünf Lektionen einer Klassenassistentin, die sich mehrheitlich um sie kümmert. Fw1 besucht während einer weiteren Lektion das DaZ. Die Schattenseite dieses grossen Unterstützungsangebots zeigt sich darin, dass Fw1 nur in geringem Masse selbständig arbeiten kann und bei kleinsten Hürden die Aufgaben überspringt.

### **Wechselwirkungen der ICF-CY-Ebenen / unterrichtsrelevante Schlüsse**

Hypothese: Ein guter Mix aus integrativen und separativen Massnahmen sowie eine gute Strukturierung des Unterrichts erhöhen Fw1s Lernerfolg.

Fw1 profitiert nicht nur von auf sie zugeschnittenem separativem Setting, sondern aufgrund ihrer Motivation und Frustrationstoleranz auch in hohem Masse von integrativem Unterricht. In der Integration kann sie sich zudem besser auf den Schulstoff konzentrieren und zeigt weniger Konzentrations- und Gedächtnisprobleme. Diese sind u.a. sicher auch auf die Bewältigung der erlebten teils traumatischen Erlebnisse im syrischen Bürgerkrieg zurückzuführen. Fw1 kennt unser Schulsystem noch nicht so lange und ihr ist nicht immer ganz klar, was die Lehrpersonen von ihr erwarten. Klarheit in der Aufgabenformulierung und tragfähige unterrichtliche Strukturen geben Fw1 Sicherheit und Halt.

## ICF-CY-Analyse – Raster: Wirkungen und Wechselwirkungen



### **1.3 ICF-CY-Analyse: Fw2**

#### **Körperfunktionen/Körperstrukturen**

Durch schulpsychologische und kinderpsychiatrische Abklärungen in der Primarschulzeit wurde ein ADHS (b140\*), ein reduzierter Arbeitsspeicher (b1442) sowie eine unterdurchschnittliche auditive Differenzierungs- und Merkfähigkeit (b2301) diagnostiziert. Nach einer abgeschlossenen dreijährigen Ergotherapie wird das ADHS lediglich noch medikamentös behandelt, wodurch es sich im Unterricht nicht mehr bemerkbar macht. Die Verarbeitungsdefizite des Gehirns zeigen sich im Unterricht bei komplexeren Aufgabestellungen, deren Lösung Fw2 Mühe bereiten.

#### **Angaben zur Aktivitäten/Partizipation**

Fw2 hat in den meisten Fächern keine Probleme, dem Schulstoff zu folgen. Im Gegenteil ist sie z.B. im Deutsch, wo sie im Vergleich zu ihren Mitschülerinnen und Mitschüler hohe Kompetenzen aufweist, unterfordert. Sie kann ihren Lernprozess gut selber steuern. In Mathematik schwankt ihre Leistung je nach Thema. Schwer fallen ihr Aufgaben, bei denen der Lösungsweg nicht direkt ersichtlich ist (Problemlösung). In solchen Fällen, die nicht nur auf das Fach Mathematik beschränkt sind, kann zudem die sonst sehr zuverlässige Fw2 recht nachlässig werden. Oft gelingt es Fw2 auch nicht, Lerninhalt längerfristig abrufbar zu halten. In der Klasse ist Fw2 allseits geachtet. Ihre soziale Art und die Unterstützung der anderen im Unterricht kommen gut an

#### **Umweltfaktoren**

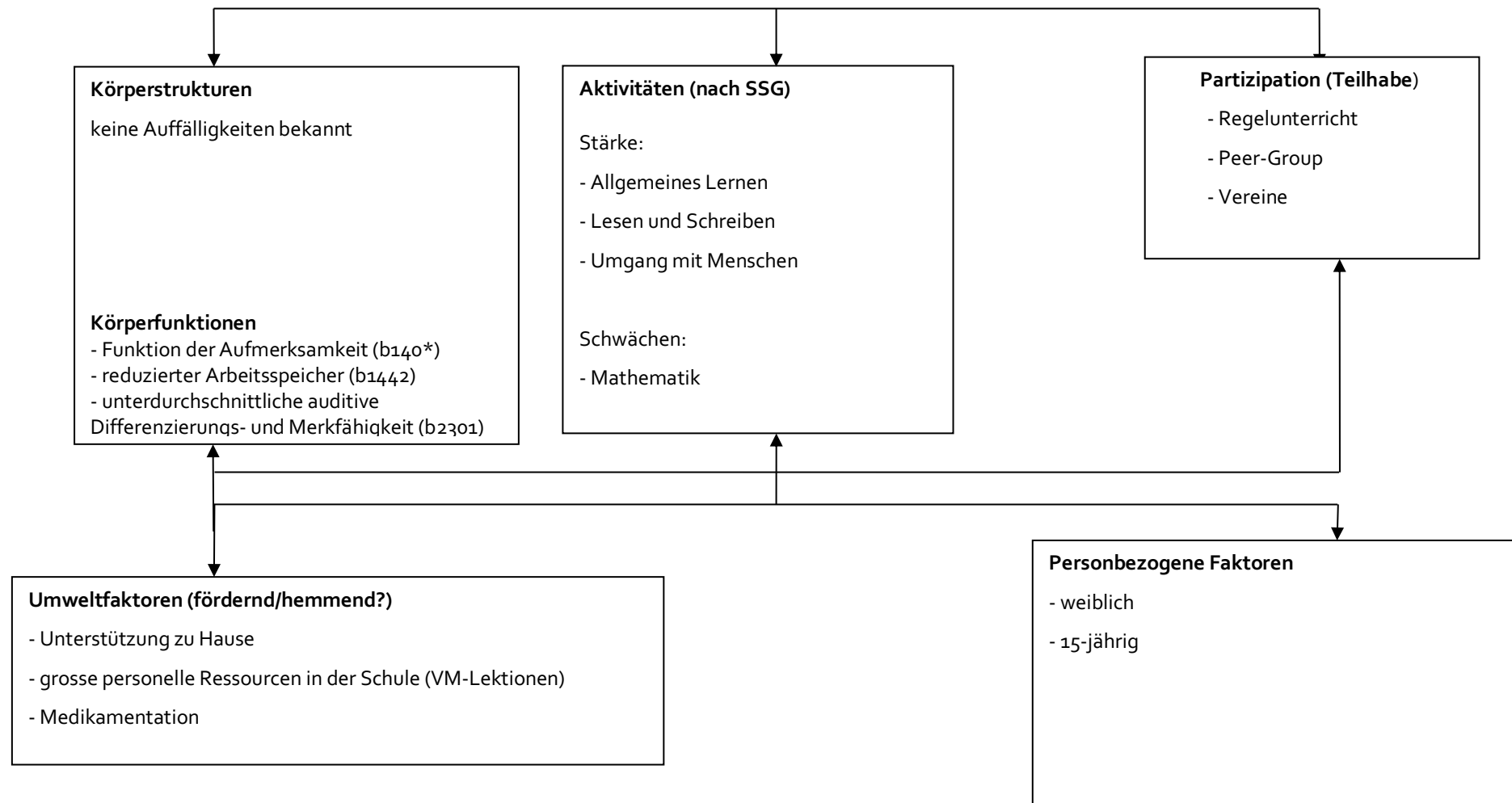
Fw2 kommt aus einer eher bildungsnahen Familie, in der der Schulbildung viel Wert zugemessen wird. Die Erwartungen von zu Hause sind eher hoch. Im Unterricht erhält Fw2 neben den drei Mathematiklektionen während einer separativen VM-Lektionen von mir als SHP Unterstützung.

#### **Wechselwirkungen der ICF-CY-Ebenen / unterrichtsrelevante Schlüsse**

Hypothese: Fw2s Fach-, Selbst- und Sozialkompetenz sowie die Rahmenbedingungen zu Hause und in der Schule führen trotz körperlichen Defiziten zu Lernerfolg und positiver Selbstwirksamkeitserwartung.

Ein Blick in Fw2s Schülerakte zeigt, dass Fw2 im Vergleich zur Primarschulzeit erfolgreicher und mit weniger Problemen die Schule besucht. Die Rahmenbedingungen in der Schule und zu Hause, die erworbenen (Selbst-)Kompetenzen in Schule und Therapie sowie eine gute medikamentöse Einstellung führen dazu, dass Fw2 dem Unterricht meistens gut folgen kann.

## ICF-CY-Analyse – Raster: Wirkungen und Wechselwirkungen



## **1.4 ICF-CY-Analyse: Fw3**

### **Körperfunktionen/Körperstrukturen**

Über Auffälligkeiten bezüglich der Körperstruktur ist nichts bekannt. Bei den Körperfunktionen sind abgesehen von der „Funktion der Aufmerksamkeit“ (b140\*) keine Auffälligkeiten beobachtbar. Fw3 ist sehr leicht durch Vorgänge im Schulzimmer ablenkbar, was ihr manchmal die Fokussierung auf den Lernstoff erschwert. Fw3 ist aber eine fleissige und zuverlässige Lernende. Die Motivation für die Schule zeigt sich in einem grossen Einsatz, was ihre kognitiven Defizite kompensieren kann.

### **Angaben zur Aktivitäten/Partizipation**

Das allgemeine Lernen und der Umgang mit Anforderungen gelingt Fw3 gut. Die Partizipation am Regelunterricht ist deshalb, abgesehen von Mathematik, nicht gefährdet. Sie ist motiviert und zeigt Lernbereitschaft. Fw3 bewegt sich in allen kognitiven Schulfächern leistungsmässig im hinteren Drittel. In Mathematik weist Fw3 teilweise Wissenslücken früherer Schuljahre auf (z.B. Mühe mit der Division). Sie ist in der Klasse gut integriert. Fw3 ist kommunikativ und kann gut mit Menschen umgehen.

### **Umweltfaktoren**

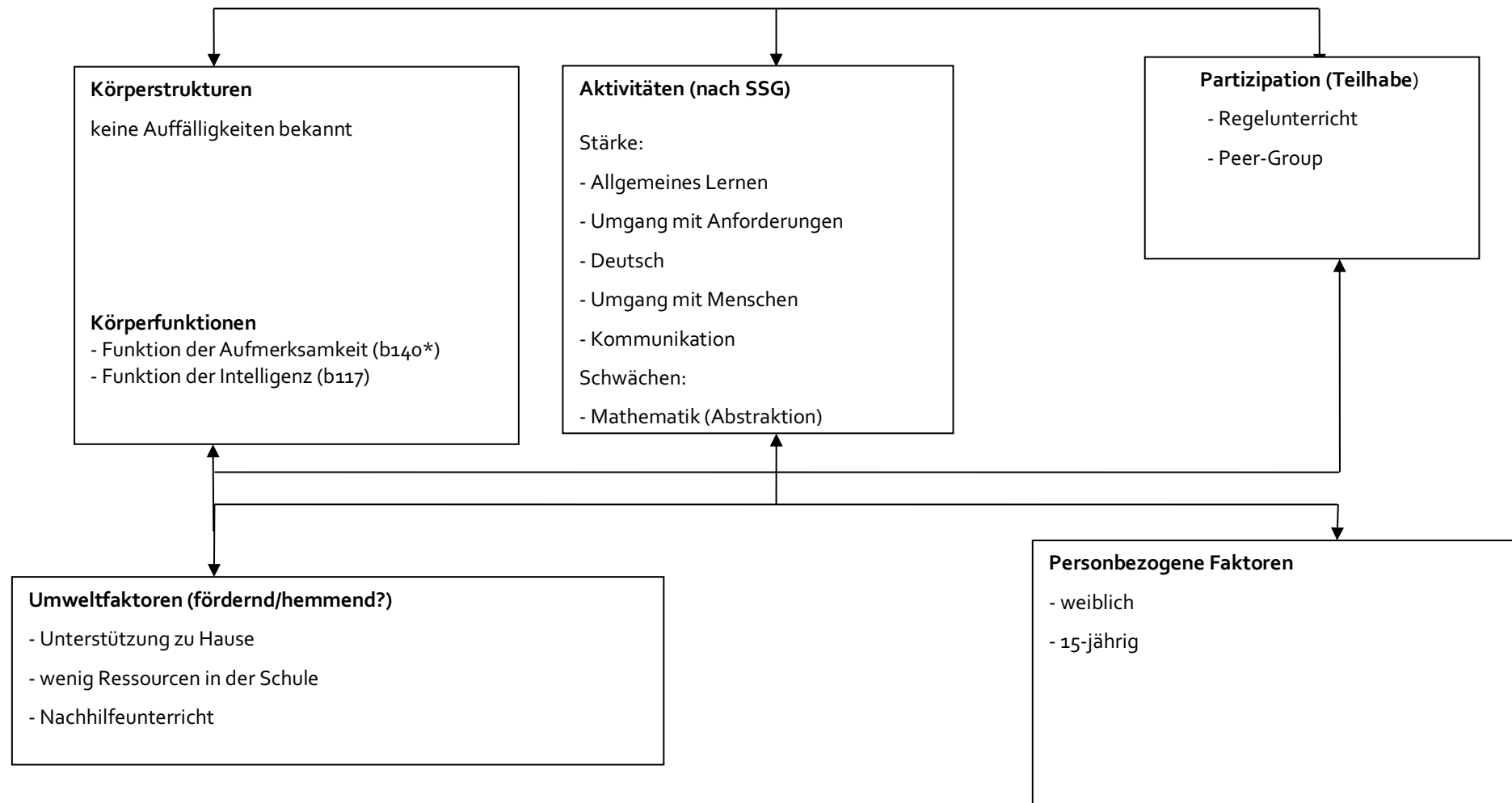
Fw3s Eltern führen ein Geschäft und sind deshalb viel beschäftigt. Ihnen liegt der Schulerfolg ihrer Tochter sehr am Herzen, was bei Fw3 zu einem positiven Schulbild beiträgt. Im Unterricht erhält Fw3 während drei Mathematikektionen Unterstützung von mir als SHP. Zusätzliche personelle Ressourcen in Form von Fw3 fehlen. Einmal wöchentlich besucht Fw3 den Nachhilfeunterricht in Mathematik, wo sie die im Unterricht behandelten Inhalte weiter vertiefen kann.

### **Wechselwirkungen der ICF-CY-Ebenen / unterrichtsrelevante Schlüsse**

Hypothese: Viele positive Faktoren sowie eine günstige Sitzplatzwahl im Schulzimmer unterstützen Fw3s Schulerfolg.

Durch die leichte Ablenkbarkeit von Fw3, ihrer kommunikativen Art und den vielen Freundschaften innerhalb der Klasse erhält der Ort des Lernens im Unterricht eine grosse Bedeutung. Ist der Lernort aber günstig, so gelingt es Fw3 dank ihrer gut entwickelten Selbstkompetenz, der lernförderlichen Einstellung zu Hause sowie der Unterstützungsmassnahme durch den SHP im Regelunterricht sowie in der Nachhilfestunde Lernfortschritte zu erzielen.

## ICF-CY-Analyse – Raster: Wirkungen und Wechselwirkungen












## 2 Lernziele

	1) vorstellen	2) umwandeln	3) rechnen
A) Grössen/Längen	<b>A1a</b> Sich Längen (mm, cm, m) und Gewichte (g, kg) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>A2a</b> Ganzzahlige Grössen (mm, cm, m und g, kg) ineinander umwandeln.	<b>A3a</b> Aufgaben mit Grundrechenarten, einfachen Dezimalzahlen und einer einzigen Grösse lösen.
	<b>A1b</b> Sich Längen (dm, km), Gewichte (mg, t) und Hohlmasse (dl, l) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>A2b</b> Grössen mit Dezimalzahlen (mm, cm, dm, m, km; mg, g, kg, t und dl, l) ineinander umwandeln.	<b>A3b</b> Aufgaben mit proportionalen Grössenzuordnungen und Dezimalzahlen lösen.
	<b>A1c</b> Sich Längen ( $\mu\text{m}$ ) und Hohlmasse (ml, cl, hl) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>A2c</b> Grössen mit Dezimalzahlen (alle Grösseneinheiten) in entfernte Einheiten umwandeln.	<b>A3c</b> Mehrschrittige Aufgaben mit Grössen lösen.
B) Flächen	<b>B1a</b> Sich Flächen ( $\text{mm}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{m}^2$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>B2a</b> Ganzzahlige Flächen ( $\text{mm}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{m}^2$ ) ineinander umwandeln.	<b>B3a</b> Flächen von Quadraten, Rechtecken und daraus zusammengesetzten Figuren berechnen.
	<b>B1b</b> Sich Flächen ( $\text{dm}^2$ , $\text{km}^2$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>B2b</b> Flächen mit Dezimalzahlen ( $\text{mm}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{m}^2$ , $\text{dm}^2$ , $\text{km}^2$ ) ineinander umwandeln.	<b>B3b</b> Flächen von Dreiecken, Parallelenvierecken, Rhomben, Drachenvierecken und Trapezen berechnen.
	<b>B1c</b> Sich Flächen (a, ha) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>B2c</b> Flächen mit Dezimalzahlen (alle Flächeneinheiten) in entfernte Einheiten umwandeln.	<b>B3c</b> Flächen von Kreisen, unregelmässigen Vierecken und n-Ecken berechnen.
C) Volumen	<b>C1a</b> Sich Volumen ( $\text{mm}^3$ , $\text{cm}^3$ , $\text{m}^3$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>C2a</b> Ganzzahlige Volumen ( $\text{mm}^3$ , $\text{cm}^3$ , $\text{m}^3$ ) ineinander umwandeln.	<b>C3a</b> Volumen von Würfeln, Quadern und daraus zusammengesetzten Figuren berechnen.
	<b>C1b</b> Sich Volumen ( $\text{dm}^3$ , $\text{km}^3$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.	<b>C2b</b> Volumen mit Dezimalzahlen ( $\text{mm}^3$ , $\text{cm}^3$ , $\text{m}^3$ , $\text{dm}^3$ , $\text{km}^3$ ) ineinander umwandeln.	<b>C3b</b> Volumen von geraden Prismen (bei bekannter Grundfläche) und Zylindern (dito) berechnen.
	<b>C1c</b> Sich Vergleiche zwischen Volumen ( $\text{cm}^3$ , $\text{dm}^3$ , $\text{m}^3$ ) und Hohlmassen (ml, l) vorstellen.	<b>C2c</b> Volumen mit Dezimalzahlen (alle Volumeneinheiten) in entfernte Einheiten umwandeln.	<b>C3c</b> Volumen von Pyramiden, Kegeln und Kugeln berechnen.



### 3 Kategoriensystem Videoanalyse

Nr.	Name der Kategorie	Kodierregel	Ankerbeispiel
1	Einzelarbeit	<p>Der/die Lernende steht nicht in Kommunikation zu anderen Lernenden, d.h.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- er/sie spricht nicht.</li> <li>- er/sie schaut keine sprechende Person an.</li> </ul> <p>Er/sie...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- richtet seinen Blick auf die vor ihm/ihr liegende Aufgabe.</li> <li>- führt schulische Tätigkeiten aus (Schreiben, Lesen, Schneiden, Kleben, Messen, Konstruieren, etc.)</li> <li>- betätigt sich adäquat mit handlungsorientiertem Material.</li> </ul>	
2	Partnerarbeit	<p>Der/die Lernende steht in Kommunikation mit einem/einer anderen Lernenden, d.h.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- er/sie spricht.</li> <li>- er/sie schaut eine sprechende Person an.</li> <li>- er/sie führt eine andere Tätigkeit aus, während dem eine Person spricht und reagiert anschliessend darauf mit Sprechen oder einem Blick auf die sprechende Person.</li> </ul> <p>In diesem kommunikativen Verhältnis...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- richten sie ihren Blick auf die vor ihnen liegende Aufgabe.</li> <li>- führen sie schulische Tätigkeiten aus (Schreiben, Lesen, Schneiden, Kleben, Messen, Konstruieren, etc.).</li> <li>- betätigen sie sich adäquat mit handlungsorientiertem Material.</li> </ul>	
3	Gruppenarbeit	<p>Der/die Lernende steht in Kommunikation mit mehr als einem/einer anderen Lernenden, d.h.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- er/sie spricht.</li> <li>- er/sie schaut eine sprechende Person an.</li> <li>- er/sie führt eine andere Tätigkeit aus, während dem eine Person spricht und reagiert anschliessend darauf mit Sprechen oder einem Blick auf die sprechende Person.</li> </ul> <p>In diesem kommunikativen Verhältnis...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- richten sie ihren Blick auf die vor ihnen liegende Aufgabe.</li> <li>- führen sie schulische Tätigkeiten aus (Schreiben, Lesen, Schneiden, Kleben, Messen, Konstruieren, etc.).</li> <li>- betätigen sie sich adäquat mit handlungsorientiertem Material.</li> </ul>	
4	Lehrgespräch L	<p>Der/die Lernende steht in Kommunikation mit der Lehrperson.</p> <p>Die Lehrperson spricht zur ganzen Gruppe/Klasse. Bei den Lernenden ist keine themenfremde Aktivität zu beobachten.</p>	

Nr.	Name der Kategorie	Kodierregel	Ankerbeispiel
5	Lehrgespräch SHP	Der/die Lernende steht in Kommunikation mit dem SHP. Der SHP spricht zur ganzen Gruppe/Klasse. Bei den Lernenden ist keine themenfremde Aktivität zu beobachten.	
7	Melden	Der/die Lernende hält einen Arm über längere Zeit (+3s) und nicht zu einem anderen beobachtbaren Zweck mit geöffneter Handfläche oder mit ausgestrecktem Zeigefinger nach oben.	
8	Themenfremde Aktivität	<p>Der/die Lernende spricht mit anderen Lernenden wobei...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ihr Blick ausschliesslich aufeinander oder auf ein themenfremdes Objekt und nicht auf die vor ihnen liegende Aufgabe gerichtet ist.</li> <li>- Emotionen und Gesten gezeigt werden, welche mit der Arbeit nicht in Verbindung gebracht werden können (z.B. lachen, wildes Gestikulieren).</li> <li>- die Kommunikationspartner nicht am gleichen Tisch sitzen.</li> </ul> <p>Der/die Lernende...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- richtet seine Aufmerksamkeit auf ein themenfremdes Objekt und nicht auf die vor ihm/ihr liegende Aufgabe.</li> <li>- starrt über längere Zeit (+10s) ins Leere. Dieser Zustand wird nicht durch ein sofortiges Zuwenden zur Aufgabe beendet.</li> <li>- benützt handlungsorientiertes Material nicht adäquat.</li> </ul>	 
9	Nicht erkennbar	<p>Der/die Lernende befindet sich ausserhalb des Aufnahmebereichs.</p> <p>Der/die Lernende wird auf der Aufnahme von einer anderen Person verdeckt.</p> <p>Es ist nicht eindeutig ersichtlich, welcher Kategorie die Tätigkeit des/der Lernenden zugeordnet werden kann.</p>	

Im Zweifelsfall wird das Filmmaterial 5 Sekunden vor und nach dem Beobachtungstichpunkt für eine genauere Einteilung berücksichtigt.

## 4 Tabellarischer Zeitplan über den Ablauf der Durchführung

Woche 42	Einstieg
Mo 16.10.	Information zur Durchführung der Masterarbeit   Schreibübung „Figurendiktat“
Mi 18.10.	Lernstandserfassung Prätest
Fr 20.10.	2. Schreibübung „Figurendiktat“   Nachholtermin Lernstandserfassung
Woche 43	Grössen/Längen (vorstellen)
Mo 23.10.	Lernumgebung 1 „So gross wie...“
Mi 25.10.	Lernumgebung 2 „Schätzen“
Fr 27.10.	Kurztest zum Thema Schätzen   Vertiefung Schätzaufgaben
Woche 44	Grössen/Längen (umwandeln/rechnen)
Mo 30.10.	Lernumgebung 3 „10, 100 oder 1000? - Grössen richtig umwandeln“
Mi 01.11.	Lernumgebung 3 „10, 100 oder 1000? - Grössen richtig umwandeln“
Fr 03.11.	Selbst erstellte Übungsblätter austauschen, lösen und schriftliches Feedback geben
Woche 45	Grössen/Längen (umwandeln/rechnen)
Mo 06.11.	Lernumgebung 4 „Meine Methode, deine Methode“   Videoanalyse
Mi 08.11.	Lernumgebung 5 „Blauwale“
Fr 10.11.	Summative Lernkontrolle „Grössen/Längen“
Woche 46	Flächen (vorstellen)
Mo 13.11.	Testbesprechung
Mi 15.11.	Lernumgebung 6 „Alles Quadrat oder was?“   Videoanalyse
Woche 47	Flächen (vorstellen/umwandeln)
Mo 20.11.	Lernumgebung 7 „Grosse Flächen“
Mi 22.11.	Lernumgebung 8 „Von Längen und Flächen“
Fr 24.11.	Umwandeln von Flächen vertiefen und üben
Woche 48	Flächen (rechnen)
Mo 27.11.	Lernumgebung 9 „Flächen berechnen“
Mi 29.11.	Lernumgebung 9 „Flächen berechnen“   Videoanalyse
Fr 01.12.	Summative Lernkontrolle „Flächen“
Woche 49	Volumen (vorstellen)
Mo 04.12.	Testbesprechung
Mi 06.12.	Lernumgebung 10 „3. Dimension“
Fr 08.12.	Lernumgebung 10 „3. Dimension“
Woche 50	Volumen (vorstellen/umwandeln/rechnen)
Di 12.12.	Rückblick Lernumgebung 10 „3. Dimension“ Lernumgebung 11 „Längen, Flächen und Volumen umwandeln“
Mi 13.12.	Lernumgebung 12 „Grundfläche mal Höhe“
Fr 15.12.	Lernumgebung 12 „Grundfläche mal Höhe“ abschliessen   Übungen und Vertiefung
Woche 51	Volumen (rechnen)
Mo 18.12.	Lernumgebung 13 „Pyramide, Kegel und Kugel“
Mi 20.12.	Lernumgebung 14 „Geometrisches Kerzengiessen“
Do 21.12.	Summative Lernkontrolle „Volumen“

# 5 Lernstanderfassung Grössen/Längen – Flächen - Volumen Name: \_\_\_\_\_







Erlaubtes Material: Stift, Taschenrechner

## 1. Vorstellen

**Aufgabe:** Schätze die Grössen:

1. Kreuze eine passende Einheit an.
2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p><b>A1a</b> Länge einer Ameise</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> mm              _____ <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> cm         </div>	<p><b>A1a</b> Gewicht eines Fussballs</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> kg              _____ <input type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> t         </div>	<p><b>A1b</b> Höhe eines Hockers</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> dm              _____ <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> mm         </div>
<p><b>A1b</b> Inhalt einer Cola-Dose</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> l              _____ <input type="checkbox"/> ml  <input type="checkbox"/> dl         </div>	<p><b>A1c</b> Gewicht eines Sandkorns</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> kg              _____ <input type="checkbox"/> mg  <input type="checkbox"/> g         </div>	<p><b>A1c</b> Inhalt einer Badewanne</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> ml              _____ <input type="checkbox"/> hl  <input type="checkbox"/> l         </div>
<p><b>B1a</b> Fläche eines A4-Blatts</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>              _____ <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup> </div>	<p><b>B1a</b> Fläche eines Tennisplatzes</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup>              _____ <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup> </div>	<p><b>B1b</b> Fläche eines Tellers</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>              _____ <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup> </div>
<p><b>B1b</b> Fläche des Kantons Aargau</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>              _____ <input type="checkbox"/> km<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup> </div>	<p><b>B1c</b> Fläche eines Fussballfeldes</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> ha              _____ <input type="checkbox"/> km<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup> </div>	<p><b>B1c</b> Fläche einer Wohnung</p>  <div style="margin-top: 10px;"> <input type="checkbox"/> a              _____ <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> ha         </div>

<b>C1a</b> Volumen eines Würfels  _____ <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> mm <sup>3</sup>	<b>C1a</b> Volumen eines Schranks  _____ <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>	<b>C1b</b> Volumen eines Fussballs  _____ <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>
<b>C1b</b> Wasservolumen des Zürichsees  _____ <input type="checkbox"/> km <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>	<b>C1c</b> Volumen eines 1Liter-Massbechers  _____ <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>	<b>C1b</b> Volumen eines Tipp-Ex-Fläschchens  _____ <input type="checkbox"/> mm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>

## 2. Umwandeln

**Aufgabe:** Wandle die Grössen in die angegebene Einheit um.

<b>A2a</b> 3m = _____ cm	<b>A2a</b> 2000g = _____ kg	<b>A2b</b> 3dl = _____ l
<b>A2b</b> 16mm = _____ cm	<b>A2c</b> 25dl = _____ hl	<b>A2c</b> 0.5t = _____ g
<b>B2a</b> 7cm <sup>2</sup> = _____ mm <sup>2</sup>	<b>B2a</b> 90'000cm <sup>2</sup> = _____ m <sup>2</sup>	<b>B2b</b> 4dm <sup>2</sup> = _____ m <sup>2</sup>
<b>B2b</b> 3.6km <sup>2</sup> = _____ m <sup>2</sup>	<b>B2c</b> 7.1ha = _____ m <sup>2</sup>	<b>B2c</b> 145dm <sup>2</sup> = _____ a
<b>C2a</b> 7000mm <sup>3</sup> = _____ cm <sup>3</sup>	<b>C2a</b> 1m <sup>3</sup> = _____ cm <sup>3</sup>	<b>C2b</b> 0.01km <sup>3</sup> = _____ m <sup>3</sup>
<b>C2b</b> 6.3cm <sup>3</sup> = _____ dm <sup>3</sup>	<b>C2c</b> 3m <sup>3</sup> = _____ l	<b>C2c</b> 1.4ml = _____ cm <sup>3</sup>

### 3. Rechnen

In einem Zoogehege lebt eine Tigerfamilie: Ein Männchen, ein Weibchen und drei Jungtiere.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Daten der Tiere.



Name	Geschlecht	Alter	Schulterhöhe	Gewicht	Futter pro Tag
Simba	männlich	13 Jahre	113 cm	285 kg	7.8 kg
Maneela	weiblich	7 Jahre	98 cm	152 kg	4.7 kg
Zuzi	weiblich	1 Jahr	32 cm	39 kg	2.5 kg
Akelo	männlich	1 Jahr	35 cm	44 kg	2.4 kg
Baju	weiblich	1 Jahr	31 cm	40 kg	2.1 kg

**Aufgabe:** Schreibe die Rechnung und das Resultat der folgenden Aufgaben auf. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden.

**A3a** Wie viele Jahre ist Simba älter als Maneela?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

**A3a** Wie schwer sind alle fünf Tiger zusammen?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

**A3b** Wie viel Futter (in kg) frisst Akelo in einer Woche?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

**A3b** Wie viel Prozent ihres Körpergewichts frisst Baju pro Tag?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

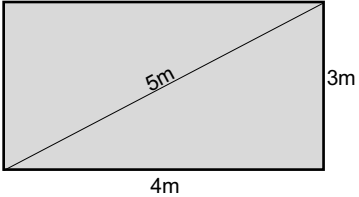
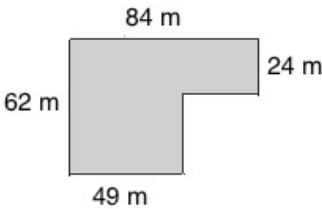
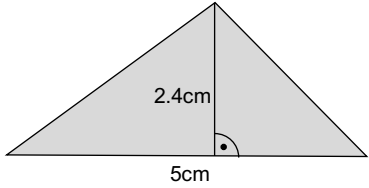
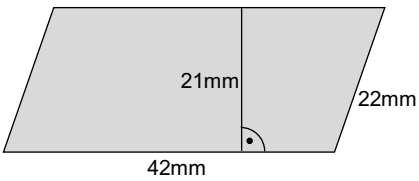
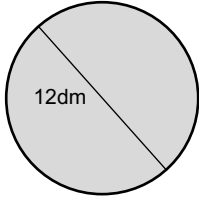
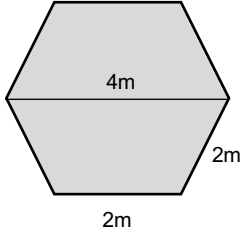
**A3c** Wie gross ist die durchschnittliche Schulterhöhe?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_


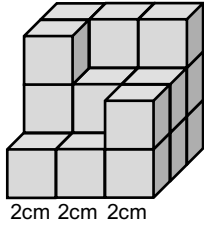
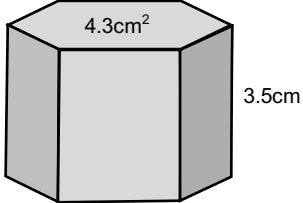
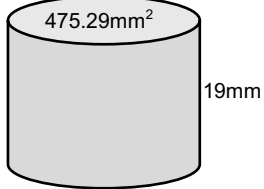
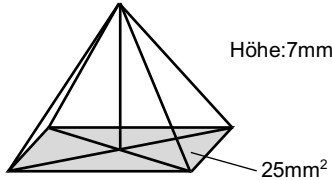
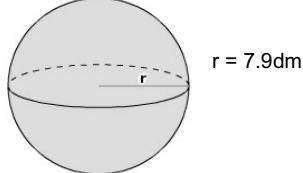
**A3c** Das Futter für die Tiere kostet für zwei Tage Fr. 120.90. Wie teuer ist ein Kilogramm Tigerfutter?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

**Aufgabe:** Berechne die grau gefärbten Flächen. Notiere die Rechnung und das Resultat. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden.

<p><b>B3a</b></p>  <p>Fläche = _____</p>	<p><b>B3a</b></p>  <p>Fläche = _____</p>	<p><b>B3b</b></p>  <p>Fläche = _____</p>
<p><b>B3b</b></p>  <p>Fläche = _____</p>	<p><b>B3c</b></p>  <p>Fläche = _____</p>	<p><b>B3c</b></p>  <p>Fläche = _____</p>

**Aufgabe:** Berechne das Volumen der Figuren. Notiere die Rechnung und das Resultat. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden.

<p><b>C3a</b></p>  <p>Volumen = _____</p>	<p><b>C3a</b></p>  <p>Volumen = _____</p>	<p><b>C3b</b></p>  <p>Volumen = _____</p>
<p><b>C3b</b></p>  <p>Volumen = _____</p>	<p><b>C3c</b></p>  <p>Volumen = _____</p>	<p><b>C3c</b></p>  <p>Volumen = _____</p>



Erlaubtes Material: Stift, Taschenrechner







## 1. Vorstellen

**Aufgabe:** Schätze die Grössen:

1. Kreuze eine passende Einheit an.
2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p><b>A1a</b> Länge einer Ameise</p>  <p>2 – 11 <input checked="" type="checkbox"/> mm  <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> cm</p>	<p><b>A1a</b> Gewicht eines Fussballs</p>  <p>300 – 500 <input type="checkbox"/> kg  <input checked="" type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> t</p>	<p><b>A1b</b> Höhe eines Hockers</p>  <p>2 – 7 <input checked="" type="checkbox"/> dm  <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> mm</p>
<p><b>A1b</b> Inhalt einer Cola-Dose</p>  <p>2 – 4 <input type="checkbox"/> l  <input type="checkbox"/> ml  <input checked="" type="checkbox"/> dl</p>	<p><b>A1c</b> Gewicht eines Sandkorns</p>  <p>1 – 20 <input type="checkbox"/> kg  <input checked="" type="checkbox"/> mg  <input type="checkbox"/> g</p>	<p><b>A1c</b> Inhalt einer Badewanne</p>  <p>1 – 2 <input type="checkbox"/> ml  <input checked="" type="checkbox"/> hl  <input type="checkbox"/> l</p>
<p><b>B1a</b> Fläche eines A4-Blatts</p>  <p>500 – 700 <input checked="" type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup></p>	<p><b>B1a</b> Fläche eines Tennisplatzes</p>  <p>150 - 300 <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> m<sup>2</sup></p>	<p><b>B1b</b> Fläche eines Tellers</p>  <p>3 – 7 <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> dm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup></p>
<p><b>B1b</b> Fläche des Kantons Aargau</p>  <p>1'000 – 2'000 <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> km<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup></p>	<p><b>B1c</b> Fläche eines Fussballfeldes</p>  <p>0.4 – 1 <input checked="" type="checkbox"/> ha  <input type="checkbox"/> km<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup></p>	<p><b>B1c</b> Fläche einer Wohnung</p>  <p>0.3 – 2.5 <input checked="" type="checkbox"/> a  <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> ha</p>



<b>C1a</b> Volumen eines Würfels  <b>1 – 5</b> <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input checked="" type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> mm <sup>3</sup>	<b>C1a</b> Volumen eines Schranks  <b>0.5 - 3</b> <input checked="" type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>	<b>C1b</b> Volumen eines Fussballs  <b>3 – 6</b> <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input checked="" type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>
<b>C1b</b> Wasservolumen des Zürichsees  <b>2 – 50</b> <input checked="" type="checkbox"/> km <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>	<b>C1c</b> Volumen eines 1Liter-Massbechers  <b>0.5 – 3</b> <input type="checkbox"/> m <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input checked="" type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>	<b>C1b</b> Volumen eines Tipp-Ex-Fläschchens  <b>15 – 30</b> <input type="checkbox"/> mm <sup>3</sup> <input checked="" type="checkbox"/> cm <sup>3</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>3</sup>

## 2. Umwandeln

**Aufgabe:** Wandle die Grössen in die angegebene Einheit um.

<b>A2a</b> 3m = <b>300</b> cm	<b>A2a</b> 2000g = <b>2</b> kg	<b>A2b</b> 3dl = <b>0.3</b> l
<b>A2b</b> 16mm = <b>1.6</b> cm	<b>A2c</b> 25dl = <b>0.025</b> hl	<b>A2c</b> 0.5t = <b>500'000</b> g
<b>B2a</b> 7cm <sup>2</sup> = <b>700</b> mm <sup>2</sup>	<b>B2a</b> 90'000cm <sup>2</sup> = <b>9</b> m <sup>2</sup>	<b>B2b</b> 4dm <sup>2</sup> = <b>0.04</b> m <sup>2</sup>
<b>B2b</b> 3.6km <sup>2</sup> = <b>3'600'000</b> m <sup>2</sup>	<b>B2c</b> 7.1ha = <b>71'000</b> m <sup>2</sup>	<b>B2c</b> 145dm <sup>2</sup> = <b>0.0145</b> a
<b>C2a</b> 7000mm <sup>3</sup> = <b>7</b> cm <sup>3</sup>	<b>C2a</b> 1m <sup>3</sup> = <b>1'000'000</b> cm <sup>3</sup>	<b>C2b</b> 0.01km <sup>3</sup> = <b>10'000'000</b> m <sup>3</sup>
<b>C2b</b> 6.3cm <sup>3</sup> = <b>0.0063</b> dm <sup>3</sup>	<b>C2c</b> 3m <sup>3</sup> = <b>3'000</b> l	<b>C2c</b> 1.4ml = <b>1.4</b> cm <sup>3</sup>

### 3. Rechnen

In einem Zoogehege lebt eine Tigerfamilie: Ein Männchen, ein Weibchen und drei Jungtiere.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Daten der Tiere.



Name	Geschlecht	Alter	Schulterhöhe	Gewicht	Futter pro Tag
Simba	männlich	13 Jahre	113 cm	285 kg	7.8 kg
Maneela	weiblich	7 Jahre	98 cm	152 kg	4.7 kg
Zuzi	weiblich	1 Jahr	32 cm	39 kg	2.5 kg
Akelo	männlich	1 Jahr	35 cm	44 kg	2.4 kg
Baju	weiblich	1 Jahr	31 cm	40 kg	2.1 kg

**Aufgabe:** Schreibe die Rechnung und das Resultat der folgenden Aufgaben auf. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden.

**A3a** Wie viele Jahre ist Simba älter als Maneela?

Rechnung und Resultat: **13 Jahre – 7 Jahre = 6 Jahre**

**A3a** Wie schwer sind alle fünf Tiger zusammen?

Rechnung und Resultat: **285kg + 152kg + 39kg + 44kg + 40kg = 560kg**

**A3b** Wie viel Futter (in kg) frisst Akelo in einer Woche?

Rechnung und Resultat: **7 · 2.4kg = 16.8kg**

**A3b** Wie viel Prozent ihres Körpergewichts frisst Baju pro Tag?

Rechnung und Resultat: **100 % : 40kg · 2.1kg = 5.25%**

---

**A3c** Wie gross ist die durchschnittliche Schulterhöhe?

Rechnung und Resultat: **(113cm + 98cm + 32cm + 35cm + 31cm) : 5 = 61.8cm**

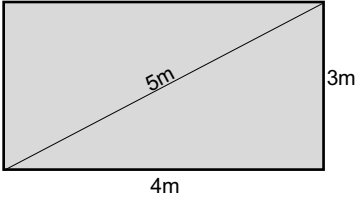
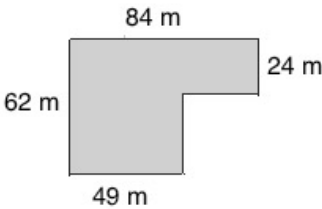
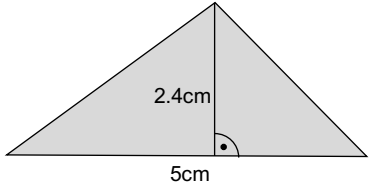
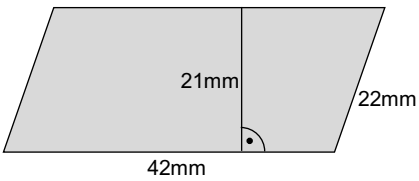
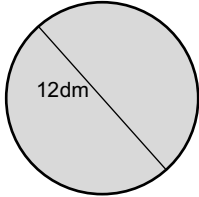
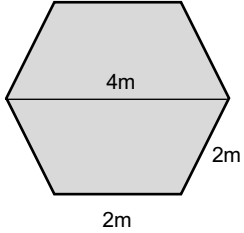
---

**A3c** Das Futter für die Tiere kostet für zwei Tage Fr. 120.90. Wie teuer ist ein Kilogramm Tigerfutter?


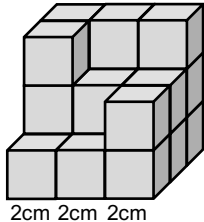
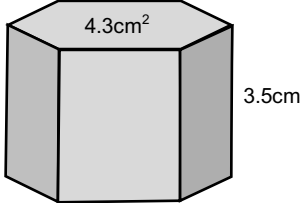
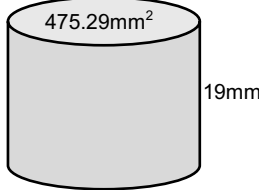
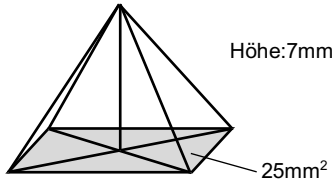
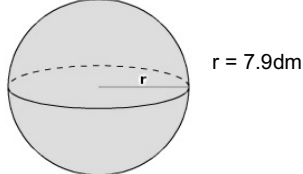
Rechnung und Resultat: **Fr. 120.90 : 2 = Fr. 60.45 : (7.8kg + 4.7kg + 2.5kg + 2.4kg + 2.1kg) = Fr. 3.10**

---

**Aufgabe:** Berechne die grau gefärbten Flächen. Notiere die Rechnung und das Resultat. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden.

<p><b>B3a</b></p>  <p>Fläche = <math>4\text{m} \cdot 3\text{m} = 12\text{m}^2</math></p>	<p><b>B3a</b></p>  <p>Fläche = <math>62\text{m} \cdot 49\text{m} + 24\text{m} \cdot 35\text{m} = 3878\text{m}^2</math></p>	<p><b>B3b</b></p>  <p>Fläche = <math>5\text{cm} \cdot 2.4\text{cm} : 2 = 6\text{cm}^2</math></p>
<p><b>B3b</b></p>  <p>Fläche = <math>42\text{mm} \cdot 21\text{mm} = 882\text{mm}^2</math></p>	<p><b>B3c</b></p>  <p>Fläche = <math>(6\text{dm})^2 \cdot \pi = 113.1\text{dm}^2</math></p>	<p><b>B3c</b></p>  <p>Fläche = <math>3 \cdot 1.73 \cdot 2 = 10.39\text{m}^2</math></p>

**Aufgabe:** Berechne das Volumen der Figuren. Notiere die Rechnung und das Resultat. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden.

<p><b>C3a</b></p>  <p>Volumen = <math>4\text{m} \cdot 2\text{m} \cdot 2\text{m} = 16\text{m}^3</math></p>	<p><b>C3a</b></p>  <p>Volumen = <math>20 \cdot 8\text{cm}^3 = 160\text{cm}^3</math></p>	<p><b>C3b</b></p>  <p>Volumen = <math>4.3\text{cm}^2 \cdot 3.5\text{cm} = 15.05\text{cm}^3</math></p>
<p><b>C3b</b></p>  <p>Volumen = <math>475.29\text{mm}^2 \cdot 19\text{mm} = 9030.51\text{mm}^3</math></p>	<p><b>C3c</b></p>  <p>Volumen = <math>25\text{mm}^2 \cdot 7\text{mm} : 3 = 58.333\text{mm}^3</math></p>	<p><b>C3c</b></p>  <p>Volumen = <math>4 : 3 \cdot (7.9\text{dm})^3 \cdot \pi = 2065.24\text{dm}^3</math></p>

## 6 Testauswertung Prätest

	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
A1a	0	1	1	0.5	1	0.5	1	1	1	0	1	0
	0.5	1	1	0.5	1	0.5	0	1	0.5	1	0.5	1
A1b	0	1	0.5	1	1	0	0.5	0	0	1	0.5	0.5
	0.5	1	1	0.5	0	0	0.5	1	0	0.5	1	0
A1c	0	0	0.5	1	1	0	1	1	0	1	0	0.5
	0.5	1	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0	1	0	0
B1a	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0	0.5	0.5	0.5
	1	0.5	1	0.5	0.5	0	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
B1b	0.5	1	0.5	0.5	0	0	0.5	1	0	1	1	0
	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5
B1c	0	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0	1	1	0
	0.5	0.5	0	0	0	0	1	0.5	0	0	0	0
C1a	0.5	1	0.5	0	1	0	0.5	0.5	0	1	0.5	1
	0.5	1	0.5	1	1	0	0.5	0.5	0	0	0.5	1
C1b	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
	0.5	0.5	0.5	0	1	0.5	1	0.5	0	1	0.5	1
C1c	0	0.5	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0.5	0
	0	1	0	0	1	1	0	0.5	0	0.5	0.5	0.5
A2a	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
A2b	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
A2c	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
B2a	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2c	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2a	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2c	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
A3a	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1
	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
A3b	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.5	1	1	0
	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
A3c	1	1	0	1	1	0	0.5	1	0	0	1	0
	0	1	0.5	0	1	0	0.5	0.5	0	1	0	0
B3a	0	1	1	0	1	1	1	0.5	0	0	1	1
	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
B3b	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
B3c	0	1	1	1	1	0.5	1	0.5	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3a	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.5	0	0	1
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
C3b	0.5	0	0	0	1	0	0	0	0.5	0	0	0
	0.5	0	0	0.5	1	0	1	0	0	0	0	0
C3c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	14.5	29.5	21	19	29.5	10	22.5	23.5	8.5	19.5	18	15.5

	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Grössen/Län	6.5	14	13	11.5	13.5	5.5	12.5	13	4.5	12.5	10	7
Flächen	4.5	10	5.5	4	8	2.5	6	7	1	4	5.5	2.5
Volumen	3.5	5.5	2.5	3.5	8	2	4	3.5	3	3	2.5	6

	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Vorstellen	6.5	13.5	8.5	6.5	10.5	3.5	9.5	11	2.5	11.5	9	7.5
Umwandeln	2	5	5	6	5	2	5	5	3	3	3	5
Rechnen	6	11	7.5	6.5	14	4.5	8	7.5	3	5	6	3

Maximum	29.5
Minimum	8.5
Mittelwert	19.25
SD	6.33278506
Streuung	21

7
Auswertung Prätest – Würfelmodelle

Lw1 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Lw2 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Lw3 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>
Lw4 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Lw5 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Lw6 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>
Lm1 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Lm2 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Fw1 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>
Fw2 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Fw3 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>	Fm1 <div> <div> <div>Größen/Längen</div> <div>Flächen</div> <div>Volumen</div> </div> <div> <div>vorstellen</div> <div>umwandeln</div> <div>rechnen</div> </div> </div>

## 8 Testauswertung Posttest

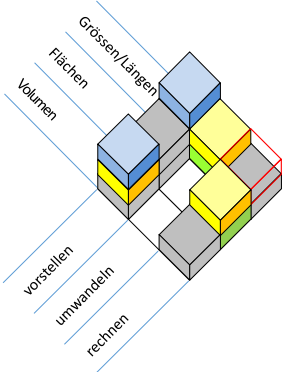
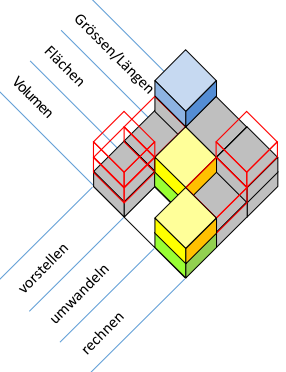
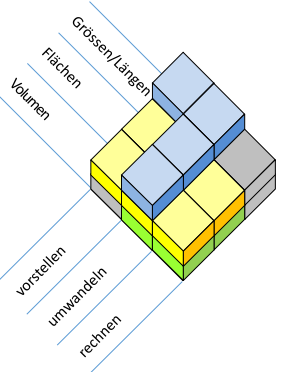
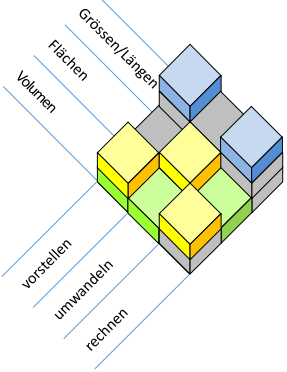
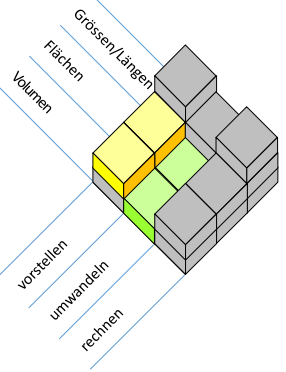
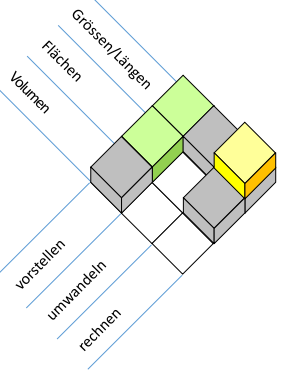
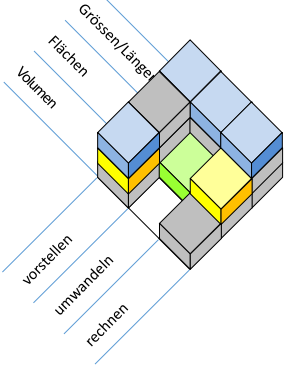
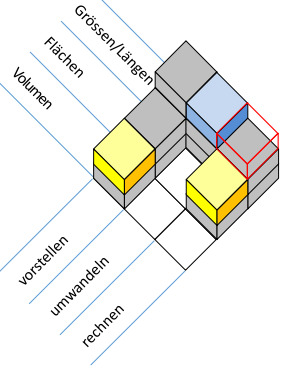
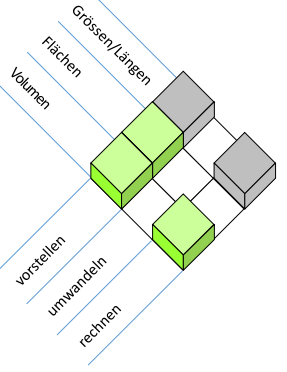
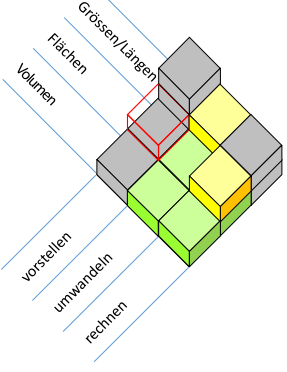
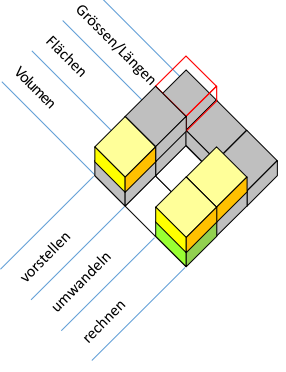
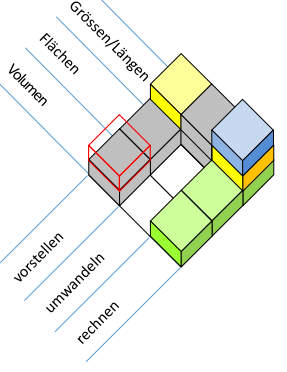
	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
A1a	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0.5	1
	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1
A1b	0	1	1	0.5	1	0	1	1	1	0.5	0.5	1
	0.5	0.5	0.5	0	1	0	1	1	0	1	0.5	1
A1c	1	0.5	0.5	1	1	0	1	1	0	0.5	0	0
	0.5	1	1	0.5	1	1	1	1	0	1	1	1
B1a	1	0.5	1	0.5	1	0.5	1	1	0.5	0.5	0.5	1
	0.5	1	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
B1b	0.5	0	1	0.5	1	0.5	1	1	0.5	0.5	1	0
	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	1	0.5
B1c	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	0	0	1	0	0
	0	0	0.5	0	0	0.5	1	1	0	0	0	0
C1a	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0	0.5	1	0.5
	0.5	1	1	0.5	1	0	1	1	1	0	1	0
C1b	0	0	0.5	0.5	0.5	0	1	0.5	0	0	1	0
	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5
C1c	0.5	0.5	1	0	0.5	0	0.5	1	0	0	1	0
	1	0	0	0.5	0.5	1	1	0	1	0.5	0	0.5
A2a	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
A2b	1	1	1	1	1	0	1	0.5	0	1	1	0
	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1
A2c	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
B2a	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
B2b	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
B2c	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C2a	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
C2b	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
C2c	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
A3a	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1
A3b	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1
	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
A3c	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	0	0	0	1	1	0	0.5	0	0	1	0	0.5
B3a	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	1	1
	0.5	1	0	0	1	0.5	1	1	0.5	1	1	1
B3b	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0.5	0.5	0
	1	0	1	1	1	0	1	0.5	0	0	1	0.5
B3c	0.5	1	1	1	1	0	0.5	1	0	1	1	0.5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3a	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	1	1
	0.5	0	0	0	0.5	0	1	0	0	0	0	0
C3b	0.5	1	1	1	1	0	1	0	0.5	0.5	1	0.5
	0.5	1	1	1	1	0	0	0	0	0.5	1	0
C3c	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0.5	0	0
Total	26	28.5	38.5	31.5	40	18	37.5	30.5	11.5	26	24	21.5

	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Grössen/Län	9.5	12.5	14.5	13.5	16.5	9	16.5	16	4.5	11.5	9	13.5
Flächen	9	10.5	12.5	8	12	5.5	12.5	9	3	8.5	7.5	5
Volumen	7.5	5.5	11.5	10	11.5	3.5	8.5	5.5	4	6	7.5	3

	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Vorstellen	9.5	9.5	12.5	7.5	13.5	8.5	15.5	13.5	6.5	8	10.5	8.5
Umwandeln	7	9	15	11	11	3	9	7.5	1	7	3	4
Rechnen	9.5	10	11	13	15.5	6.5	13	9.5	4	11	10.5	9

Maximum 40  
 Minimum 11.5  
 Mittelwert 27.7916667  
 SD 8.17123597  
 Streuung 28.5

## 9 Auswertung Posttest – Würfelmodelle

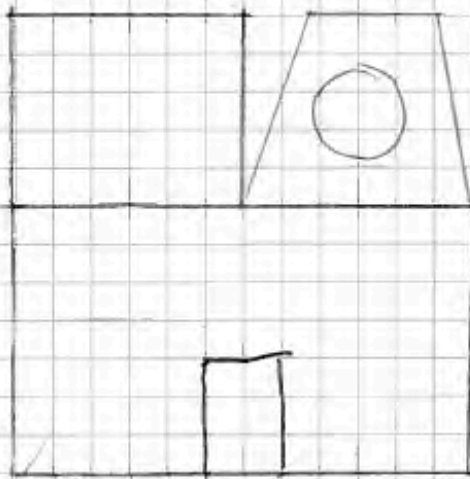
<p>Lw1</p> 	<p>Lw2</p> 	<p>Lw3</p> 
<p>Lw4</p> 	<p>Lw5</p> 	<p>Lw6</p> 
<p>Lm1</p> 	<p>Lm2</p> 	<p>Fw1</p> 
<p>Fw2</p> 	<p>Fw3</p> 	<p>Fm1</p> 

## 10 Figurendiktat Schülerprodukte

Figurendiktat und Reflexion von Fm1, Zeichnung und Kommentar von Lw5

### Figurendiktat

Es sieht hauptsächlich wie ein Haus aus. ~~also~~ zuerst zeichnet man einen rechteck. Dann muss man von dem ~~rechteck~~ <sup>rechteck</sup> also links und von dem ~~rechteck~~ <sup>rechteck</sup> und dann etwa 5cm nach rechts auch ein ~~rechteck~~ <sup>rechteck</sup> zeichnen ~~es sollte~~ es sollte ungefähr wie eine Türe aussehen. Und dann muss man von dem rechteck ~~es~~ <sup>es</sup> bei der linken Seite etwa in der mitte zum und dann 5cm nach links zeichnet man ein Viereck. Und dann links der Seite links oben und rechts oben von beiden Seiten etwa 45° Winkel und dann oben die Linien verbinden. und dann in der mitte vom Trapez ein Kreis.



also du hast sehr ungenau erklärt, du hast am anfang ohne ein angabenerklärt und dann mit.....

was du besser machen können war das du abstände gebrauchen könntest um es besser zu verstehen.



## Reflexion

Heute haben wir über Figuren ~~gelesen~~ geschrieben und gezeichnet.

Gelernt haben wir heute Figuren erklären und zeichnen.

Schwer gefallen ist mir das münden da.

Spass gemacht haben mir diese 2 Lektionen.

Bemerkenswert ist mir das man in Stichworten da das man das Besser versteht.

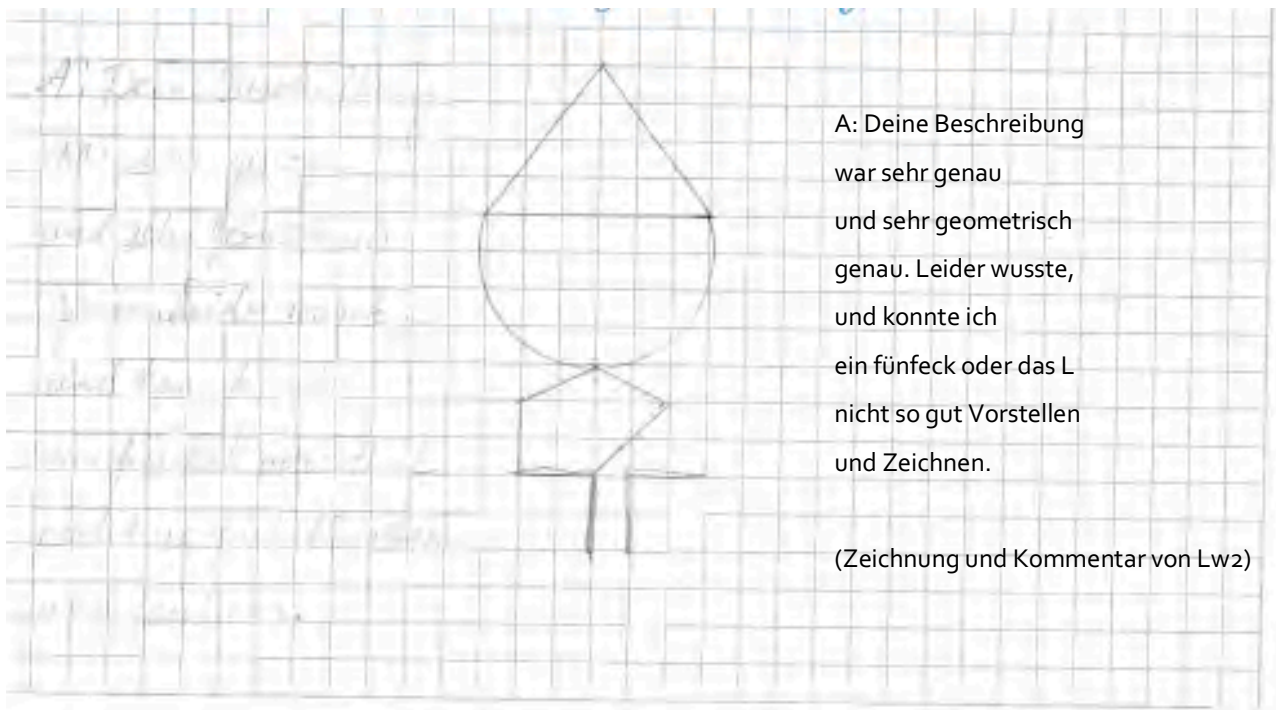
Die Figur sieht aus wie ein mähnlein

Zeichne zuerst oben vom Blatt ein gleichschänkliges Dreieck das ist dann der Hut vom mähnlein.

Zeichne dann unter dem gleichschänkligen Dreieck von der ~~ne anderen~~ einen ~~Linie~~ zur andere einen Halbkreis das ist dann der Kopf.

~~Ausserhalb~~ Zeichne dann Ausserhalb des halbkreises in der mitte vom halbkreisrand einen fünfeck.

Zeichne dann bei der unteren Linie vom fünfeck am anfang der Linie ein daches umgekehrt es L bei der linken Seite. ~~aber die~~ auf der rechten Seite genau das gleiche aber der L soll in der richtigen richtung sein.





# Reflexion

Heute haben wir gezeichnet. Wir mussten ein Bild / Zeichnung erklären und aufschreiben, es muss präzise erklärt werden.

Gelernt habe ich wie man eine Bild / Zeichnung erklären kann.

Erstaunt war ich das es nicht so leicht ist etwas zu erklären, weil man es sehr präzise erklären muss damit die Person weiß was ich meine.

Bewusst geworden ist mir das es nicht so leicht ist etwas zu erklären.

Leicht gefallen ist mir die Beschreibung und Erklärung von anderen zu zeichnen weil sie es gut erklärt haben. Schwer gefallen ist mir selber das Bild zu erklären. Weil ich nicht immer gut im Erklären bin. Schwierigkeiten hatte ich als ich das Bild / die Figur beschreiben musste. Weil ich wie gesagt nicht gut bin in Sachen zu erklären.

Spas gemacht hat mir das Bild zu zeichnen das ich von einer Schülerin bekommen habe.

Nächstes mal wurde ich die Zeichnung besser erklären, damit es die andere Person es besser verstehen kann.

## 11 Lernumgebungen – Unterrichtsskizzen und Material

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die Unterrichtsskizzen aller 14 Lernumgebungen. Ergänzt werden die Skizzen mit ausgewähltem Material.

### 11.1 Lernumgebung 1 So gross wie...

2 Lektionen

#### Kurzbeschreibung

Die Lernenden lernen handlungsorientiert anhand dreier Posten zu den Themen „Längen“, „Gewichte“ und „Hohlmasse“ Repräsentanten einzelner Grössen kennen.

#### Grobziele:

A) Grössen 1) Vorstellen

**A1a** Sich Längen (mm, cm, m) und Gewichte (g, kg) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**A1b** Sich Längen (dm, km), Gewichte (t) und Hohlmasse (dl, l) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**A1c** Sich Gewichte (mg) und Hohlmasse (ml, cl, hl) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

#### Lernziele:

- Zu jeder Einheit (bis und mit Klassenlernziele) ein möglicher Repräsentant nennen
- Ein individuelles Übersichtsblatt erstellen und eine Reflexion zur Lernumgebung schreiben

#### Natürliche Differenzierung:

- Vorgehen bei der Postenarbeit, individuelle Wahl der Grössen (Fokus auf unbekannten Grössen)
- Auswahl der Einheiten (unterstützende farbliche Kennzeichnung)

#### Sprache/Schreibförderung:

- Journaleintrag mit Fragen/Strukturierungshilfe

Zeit	Inhalt	Material
0'	Plenum: EA: Wie schwer ist ein Snickers? Diskussion: Was braucht es, damit man gut schätzen kann? → „Repräsentanten/innere Bilder“ der Grundgrössen SHP: Heute werden wir innere Bilder zu vielen verschiedenen Grössen suchen.	Snickers
8'	EA: Kann man die Einheiten an der WT gruppieren? → PA: Austausch → Plenum: Oberbegriffe suchen und Einheiten gruppieren SHP: Ziele der Lernumgebung bekannt geben (Lernziele, Lernjournal) Auftrag: Finde zu den Grössen passende Gegenstände.	laminierte Karten 1mm, 1kg, 1dl (etc.) in entspr. Farben, laminierte Karten „Längen“, „Gewichte“, „Hohlmasse“ Lernziele ausgedruckt oder auf ppt
15'	EA: Bekannte Repräsentanten notieren Vorgehen überlegen (Welche Inhalte? Wie notieren?) PA auslösen PA: Vorgehen absprechen → Ok bei L oder SHP holen.	Sudelblätter Jasskarten
20'	PA: Arbeit an den Posten  <b>Material „Längen“</b> Meter, Massband (20m), kleiner Massstab  <b>Material „Gewichte“</b> 2 Waagen, Pack Mehl/Zucker, Schokolade, Snickers, Bonbons, Gummibärchen, Würfelzucker, sonstige Gegenstände	Massband, 2 Waagen, Pack Mehl/Zucker, Schokolade, Snickers, Bonbons, Gummibärchen, Würfelzucker, verschieden Massbecher, PET-Flaschen, Kaffee- und Espressotassen, Coladose  PC

	<b>Material „Hohlmasse“</b> verschiedene Massbecher, PET-Flaschen, Kaffee- und Espressotassen, Coladose	
40'	EA: Zettel mit entsprechenden Gegenständen zu den Einheiten an der WT hängen	Zettel, Marker Blatt mit Ideallösungen
45'	LG: Gesammelte Grössen diskutieren LG: 10 weitere Schätzaufgaben → Reflexion: Wie hast du es geschätzt? Helfen die Repräsentanten?	ppt mit 10 weiteren Schätzaufg.
50'	EA: Lernjournaleintrag erstellen (min. 1 Seite) 1. Titel „Lernumgebung „So gross wie...““ 2. Was war unser Ziel heute? Was haben wir gemacht? Heute haben wir... 3. Repräsentanten darstellen Text, Tabelle, „Lieblingsrepräsentanten“ 4. Reflexion (gemäss Spick) → Bsp. vorlesen (+/-)  → Journal L oder SHP zeigen: Feedbacks & Verbesserungen	Bsp. Reflexion
70'	Wer fertig: EA: Grössen schätzen (Internet Mathematik 1, 3b)  HA: Journaleintrag fertig / Für jede Einheit, ein passender Repräsentant nennen können.	PC/Laptop

2 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden erstellen selber min. je eine Schätzaufgabe zu Längen, Gewichten und Hohlmassen mit Lösung, tauschen sie mit zwei Mitlernenden aus und geben und erhalten dazu mündliche Feedbacks. Zum Schluss präsentieren die Gruppen ihre Aufgaben. Die anderen drei Gruppen schätzen. Die beste Schätzung erhält die Aufgabe. Wer hat am Schluss am meisten Aufgaben gesammelt?

**Grobziele:**

A) Grössen 1) Vorstellen

**A1a** Sich Längen (mm, cm, m) und Gewichte (g, kg) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**A1b** Sich Längen (dm, km), Gewichte (t) und Hohlmasse (dl, l) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**A1c** Sich Gewichte (mg) und Hohlmasse (ml, cl, hl) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**Lernziele:**

- Je eine eigene Schätzaufgaben zu Längen, Gewichten und Hohlmassen erstellen
- Sich mündlich austauschen und sich gegenseitig mithilfe von Satzanfängen Feedbacks geben

**Natürliche Differenzierung:**

- Wahl der Repräsentanten beim Erstellen der Schätzaufgabe
- unterschiedlich komplexe Aufgabenstellungen beim Erstellen der Schätzaufgabe
- quantitative Differenzierung beim Erstellen der Schätzaufgabe

**Sprache/Schreibförderung:**

- mündliche Kurzfeedbacks zu den Schätzaufgaben
- schriftliche Reflexion

Zeit	Inhalt	Material
0'	LG: SHP präsentiert drei Schätzaufgaben auf A4. Die Lernenden schätzen. Auftrag: Eigene Schätzaufgaben erstellen. Min. je 1 Aufgabe zu Längen, Gewichten und Hohlmassen. Maximal 6 Aufgaben pro Person.	3 Schätzaufgaben
10'	EA: Aufgaben sammeln und auf Blatt schreiben. L/K: Einheiten verteilen: Wer hat eine Aufgabe zu kg? (min. 1 Aufgabe pro Einheit)	
15'	EA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von min. 3 Aufgaben</li> <li>• Gegenstände mit iPad fotografieren oder Bilder aus dem Internet suchen.</li> <li>• Bilder ausdrucken, auf A4-Blatt kleben und mit Aufgabe und Lösung (auf Rückseite) ergänzen (mit Namen versehen).</li> </ul>	12 iPads Zeichenpapier A4
45'	5' Pause - Zeitpuffer	
45'	GA3: <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Person präsentiert ihre Aufgaben, die anderen beiden raten.</li> <li>• die beiden anderen geben ein mündliches Feedback frei oder anhand der Satzanfänge</li> <li>• die Person ändert die Aufgaben allenfalls ab</li> </ul>	Folie mit Satzanfängen
55'	Plenum: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jede Person präsentiert drei Aufgaben</li> <li>• Die anderen Gruppen einigen sich je auf eine Lösung (muss schnell gehen!)</li> </ul>	Kleiner Preis + 1 für Fw1 (Geburi)



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wer am nächsten ist, erhält die Aufgabe.</li> <li>• Welche Gruppe hat am meisten Aufgaben gesammelt? → kleiner Preis</li> <li>• Aufgaben den entsprechenden Lernenden zurückgeben</li> </ul>	
75'	EA: Reflexion schreiben. → HA auf Freitag	

### Schätzaufgaben Lernende

Wie schwer ist ein Klavier?



Wie viel L haben in dieser Kiste platz?



Wie breit ist ein Radio?





### 11.3 Lernumgebung 3

### 10, 100 oder 1000? – Grössen richtig umwandeln

2 Lektionen

#### Kurzbeschreibung

Diese Lernumgebung kann mit der nächsten Lernumgebung als auf zwei Doppellektionen verteilte Einheit verstanden werden. In den ersten beiden Lektionen erarbeitet jeder Lernende individuell mit passenden Grössen und passendem Zahlenmaterial einen Weg zur Umwandlung von Grössen. Da es viele verschiedene Wege dafür gibt, arbeiten die Lernenden bewusst in Einzelarbeit, so dass der eigene Weg ohne Ablenkung und mögliche Verwirrung durch andere Methoden gefestigt werden kann. Ein Austausch über die Methoden erfolgt in der nächsten Lernumgebung.

#### Grobziele:

A) Grössen 2) Umwandeln

**A2a** Ganzzahlige Grössen (mm, cm, m und g, kg) ineinander umwandeln.

**A2b** Grössen mit Dezimalzahlen (mm, cm, dm, m, km; mg, g, kg, t und dl, l) ineinander umwandeln.

**A2c** Grössen mit Dezimalzahlen (alle Grösseneinheiten) in entfernte Einheiten umwandeln.

#### Lernziele:

- Grössen in andere Einheiten umwandeln und das eigene Vorgehen verbalisieren
- Ein Übungsblatt mit eigenen Aufgaben erstellen

#### Natürliche Differenzierung:

- Wahl passendes Zahlenmaterial und passende Einheiten
- Erstellen eigenes Aufgabenblatt
- Entwickeln eines eigenen Umwandlungswegs

#### Sprache/Schreibförderung:

- Lernjournaleintrag (mit Fragen) und Reflexion (mit Satzanfängen)
- Aufgabenblatt erstellen

Zeit	Inhalt	Material
0'	An der WT hängen Karten mit verschiedenen Grössen (z.B. 3kg, 0.4l, 1.03m) in verschiedenen Farben (Schwierigkeitsstufen). L/K: Auftrag, min. 10 Karten auswählen und in eine andere Einheit umrechnen. Beispiel vormachen. Titel auf Blatt schreiben „10, 100 oder 1000? – Grössen richtig umwandeln“	Karten mit Grössen Magnete
5'	EA: 10 Beispielaufgaben umwandeln Zusatzaufgabe für Schnelle: Ein Beispiel in möglichst alle anderen Einheiten umformen (z.B. 3kg = ?g = ?t = ?mg). L und SHP unterstützen bei Fragen und Unklarheiten. Dabei kann auch das handlungsorientierte Material zum Messen und Wägen herangezogen werden.	A4-Papier
20'	L/K: „Ihr habt nun Grössen in andere Einheiten umgewandelt. Wie geht ihr dabei vor? Was ist wichtig? Schreib möglichst genau auf, wie man Grössen umwandelt.“	Folie mit versch. anregenden Fragen
25'	EA: Lernjournaleintrag erstellen L und SHP unterstützen bei Fragen und Unklarheiten.	
45'	L/K: Auftrag: Übungsblatt mit Umwandlungen zu Längen, Gewichten und Hohlmassen mit Lösungsblatt auf der Rückseite erstellen. L/K: Es wird ein Übersichtsblatt zu den Grössen abgegeben, wo die Umrechnungsfaktoren ersichtlich sind. Dieses Blatt wird kurz erläutert	Übersichtsblatt Grössen Folie Übersichtsblatt
50'	EA: Übungsblatt erstellen	A4-Papier
70'	EA: Reflexion schreiben	

## Arbeitsblätter Lernende

### Lw1

## Aufgaben

■ 1m = cm  
7cm = m  
10mm = cm  
3kg = g  
800g = mg

200cm = m  
80dm = mm  
9hl = l  
60mm = dm  
17t = kg

■ 3ml = dl  
625g = kg  
1,5l = ml  
7,7dl = ml  
1300mg = g

0,5 km = m  
3,4 t = g  
5dm = km  
18,9 ml = dl  
1,7 cl = ml

■ 1,01km = m  
0,0012km = mm  
7,05cl = l  
0,34hl = dl  
250,5cm = m

0,01mg = g  
100,01hl = ml  
1,3081t = mg  
1,0025km = mm  
5,25l = dl

■ 700g = mg  
8,7l = ml  
4kg = g  
0,0125km = mm  
380,8cm = m  
5ml = dl  
5,78hl = cl  
0,6km = m  
100dm = mm

19m = dm  
230km = m  
0,215hl = cl  
2560mg = g  
200t = kg  
0,50l = dl  
35,3m = km  
5dm = m  
22m = cm

## Lösungen:

$1\text{m} = 100\text{cm}$   
 $7\text{cm} = 0,07\text{ m}$   
 $10\text{mm} = 1\text{ cm}$   
 $3\text{kg} = 3000\text{ g}$   
 $800\text{g} = \cancel{8000}\text{mg}$

$3\text{ml} = 0,03\text{ dl}$   
 $625\text{g} = \cancel{600625}\text{kg}$   $0,625\text{ kg}$   
 $1,5\text{ l} = 1500\text{ ml}$   
 $7,7\text{dl} = 770\text{ ml}$   
 $1300\text{mg} = 1,300\text{ g}$

$1,01\text{km} = 0,00101\text{ m}$   
 $0,0012\text{km} = \cancel{0001200}\text{mm}$   
 $7,05\text{cl} = 0,0705\text{ l}$   
 $0,34\text{hl} = 0,3400\text{ cl}$   
 $280,5\text{cm} = 2,505\text{ m}$

$700\text{g} = 700000\text{mg}$   
 $87\text{l} = 8700\text{ ml}$   
 $4\text{kg} = 4000\text{ g}$   
 $0,0125\text{km} = \cancel{0012500}\text{mm}$   
 $380,8\text{cm} = 3,808\text{ m}$   
 $5\text{ml} = 0,05\text{ dl}$   
 $5,78\text{ hl} = 57800\text{ cl}$   
 $0,6\text{km} = 600\text{ m}$   
 $1000\text{m} = 10'000\text{ mm}$

$200\text{cm} = 2\text{ m}$   
 $90\text{dm} = 9000\text{ mm}$   
 $9\text{hl} = 900\text{ l}$   
 $60\text{mm} = 0,60\text{ dm}$   
 $17\text{t} = 17000\text{ kg}$

$0,5\text{km} = \cancel{0500}\text{ m}$   
 $34\text{t} = 3400000\text{ g}$   
 $5\text{dm} = 0,005\text{ km}$   
 $18,9\text{ml} = \cancel{189}\text{0,189dl}$   
 $1,7\text{cl} = 170\text{ 17ml}$

$0,01\text{mg} = 0,00001\text{ g}$   
 $100,01\text{kl} = 10001000\text{ ml}$   
 $1,8081\text{t} = 1808100000\text{ mg}$   
 $10025\text{km} = 1002500\text{ mm}$   
 $5,25\text{l} = 52,5\text{ dl}$

$19\text{m} = 190\text{ dm}$   
 $2301\text{cm} = 230'000\text{ m}$   
 $0,215\text{hl} = 2'150\text{ cl}$   
 $2560\text{mg} = 2,56\text{ g}$   
 $200\text{t} = 200'000\text{ kg}$   
 $0,50\text{l} = 5\text{ dl}$   
 $35,3\text{m} = 0,0353\text{ km}$   
 $5\text{dm} = 0,5\text{ m}$   
 $22\text{m} = 2200\text{ cm}$



# Übungsblatt

Basiseinheiten		Kleiner Einheiten		erweiterte Einheiten	
1 cm =	m	5,5 cl =	dl	3 kg =	mg
7 cm =	m	10 dl =	ml	3 ml =	hl
10 cl =	dl	100 m =	km	625 kg =	mg
1 hl =	l	1'340 l =	hl	0.001 km =	m
2'500 g =	kg	1 hl =	cl	10.5 dt =	l
5 cm =	m	1 hl =	ml	1,125 l =	ml
		5,95 dm =	cm	0,4125 mm =	dm
		1'109 g =	mg	0,759 l =	dl
		1,1 mg =	g	100 hl =	l
		10.5 dt =	cl	14 =	g
		1,125 l =	ml	100 g =	g
		50 km =	mm		

0,01 m	0,95 dl	3'000'000 mg
<del>0,004 m</del>	1000 ml	<del>0,00003 hl</del>
0,07 m	0,100 km	<del>2'000'005 hl</del> ?
<del>0,007 m</del>	13,9 hl	625'000'000 mg
1 dl	<del>239 hl</del>	12 m
4 hl 100 l	10'000 cl	0,004125 dm
2,5 kg	100'000 ml	1,5 l
0,05 m	59,5 cm	10'000 l
	1'109'100 mg	1'000'000 g
	<del>0,0071 g</del>	0,00014
	<del>0,0071 g</del>	
	105 cl	
	1'125 ml	
	<del>500'000 mm</del>	
	50'000'000 mm	

2 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden reflektieren zu Beginn ihre eigene Umwandlungsmethode mit anderen Lernenden mit der gleichen oder einer ähnlichen Methode. Anschliessend bereiten sie zusammen eine Präsentation vor, stellen ihre Methode der Klasse vor und lösen mit ihr fünf Übungsaufgaben dazu. Das Ziel ist das Kennenlernen anderer, ev. effizienteren Umwandlungsmethoden.

**Grobziele:**

A) Grössen 2) Umwandeln

**A2a** Ganzzahlige Grössen (mm, cm, m und g, kg) ineinander umwandeln.**A2b** Grössen mit Dezimalzahlen (mm, cm, dm, m, km; mg, g, kg, t und dl, l) ineinander umwandeln.**A2c** Grössen mit Dezimalzahlen (alle Grösseneinheiten) in entfernte Einheiten umwandeln.**Lernziele:**

- Die eigene Umwandlungsmethode verbalisieren und erklären
- Eine zweite Umwandlungsmethode kennen und in eigenen Worten erklären

**Natürliche Differenzierung:**

- Blatt Umwandlungsaufgaben von einfach zu schwierig
- Unterschiedliche Rollen bei der GA und der Präsentation

**Sprache/Schreibförderung:**

- Sprachliche Unterstützung beim Formulieren der eigenen Methode und beim Feedback durch Satzanfänge.

Zeit	Inhalt	Material
0'	L/K: Heutiges Ziel: Eine andere Methode zum Umwandeln kennenlernen und benützen.	
5'	EA: Die Lernenden lösen das Blatt mit den Umwandlungsaufgaben (so weit es geht)	Blatt Umwandlungsaufgaben
10'	L/K: Einteilung der Lernenden anhand der von ihnen gewählten Methoden während der letzten Lernumgebung.  PA/GA: Die Lernenden tauschen sich in ihrer Methodengruppe zu den Aufgaben aus, indem die Lernenden abwechselungsweise einander die Aufgaben nochmals vorlösen.	<b>Videoanalyse</b>  Blatt Umwandlungsaufgaben (gross) Folie Sprachunterstützung
20'	PA/GA: Die Lernenden bereiten die Präsentation ihrer Methode vor.	Folie Sprachunterstützung Folien & Folienschreiber Sudelblätter
35'	Präsentationen (je max. 10'): Die Gruppen präsentieren ihre Methode und führen die Aufgaben mit den Lernenden durch. Die Lernenden geben ein Feedback zur Methode. Ziel: Jeder Lernende gibt mindestens einmal ein Feedback.	Folie Sprachunterstützung
65'	EA: Die Lernenden wählen eine der präsentierten Methoden (nicht ihre eigene) aus und beschreiben sie in einem Lernjourneleintrag (Titel: Eine zweite Umwandlungsmethode). Auf die Rückseite schreiben sie eine Reflexion. Wer fertig: Umwandlungsübungen im Internet: Lehrmittelverlag Zürich „Mathematik 1“ → „3b Grössen und Prozente“ → „Umrechnen“	iPads
85'	HA: - Lernjournal & Reflexion fertig - 30 Minuten Umwandlungsübungen am PC → Link am Beamer vorzeigen	Laptop, Beamer

2 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden erstellen anhand eines Sachtexts zum Thema Blauwal mindestens drei mathematische Aufgaben inkl. Lösung. Diese werden ausgetauscht, gelöst, korrigiert und kommentiert. Zum Schluss wird eine Reflexion geschrieben.

**Grobziele:**

A) Grössen 3) Rechnen

**A3a** Sachaufgaben mit Grundrechenarten, einfachen Dezimalzahlen und einer einzigen Grösse lösen.

**A3b** Sachaufgaben mit proportionalen Grössenzuordnungen und Dezimalzahlen lösen.

**A3c** Mehrschrittige Sachaufgaben mit Grössen lösen.

**Lernziele:**

- Drei mathematische Aufgaben inkl. Lösung und Lösungsweg erstellen
- Mindestens drei Aufgaben lösen, korrigieren und mit einem Kommentar versehen

**Natürliche Differenzierung:**

- Erstellen von eigenen Aufgaben auf dem jeweiligen Lernniveau
- Wahl von passenden Aufgaben zum Lösen

**Sprache/Schreibförderung:**

- Aufgabe und Lösungsweg genau notieren
- Schriftliche Feedback
- Reflexion schreiben

Zeit	Inhalt	Material
0'	L/K: Text verteilen und gemeinsam lesen. Verständnisfragen anhand der PowerPoint-Präsentation klären. Auftrag: Was für Aufgaben kann man zu diesem Text stellen? Drei Aufgaben (leicht, mittel, schwer) zu diesem Text erfinden.	Texte Blauwal ppt Blauwal
10'	EA: Aufgaben formulieren (Titel „Blauwale“). Drei auswählen und auf Kärtchen schreiben. Auf die Rückseite detaillierten Lösungsweg (nicht nur Resultat!) inkl. Resultat schreiben. Aufgaben L oder SHP zeigen und an WT hängen.	Papier Kärtchen WT (Einteilung 3 Niveaus)
45'	EA: Aufgabe nehmen und auf Blatt lösen, korrigieren Bei drei Aufgaben wird ein kurzes Feedback auf ein Post-it geschrieben und auf die Rückseite des Kärtchen geklebt.	3 Post-it pro Person Folie Sprachunterstützung
75 (9.40)	EA: Reflexion schreiben → für Schnelle: Journal anschauen, individuelle Folgeaufträge	

## **Blauwale**

Blauwale werden im Durchschnitt 26 Meter lang und können bis zu 200 Tonnen wiegen. Damit sind sie die grössten Tiere der Erde. Das Weibchen ist durchschnittlich 6% schwerer als das Männchen.



Das Herz des Blauwals wiegt im Durchschnitt etwa 600kg. Die Hauptschlagader hat einen Durchmesser von etwa 20cm. Das Herz schlägt ungefähr fünfmal pro Minute. Bei jedem Schlag pumpt das Herz 220l in den Blutkreislauf. Ein Blauwal hat ungefähr 7'000l Blut.

In den Sommermonaten vertilgt ein Blauwal schätzungsweise 40 Millionen (40'000'000) Kleinkrebse pro Tag mit einem Gesamtgewicht von dreieinhalb Tonnen. Ein Kleinkrebs wird maximal  $\frac{3}{5}$  dm gross.

Pro Stunde kann er höchstens eine Strecke von 48 Kilometern zurücklegen. Bei der Nahrungsaufnahme ist er mit einer Geschwindigkeit von ca. 4.5 km/h aber langsamer unterwegs.

Ein Blauwal kann 100 Jahre alt werden.

Ergänzter Text von Sieglinde Waasmeier (nicht veröffentlichte Quelle)

## **Feedback zu den Aufgaben**

### **Aufgabe**

Die Aufgabe gefällt mir, weil...

Die Aufgabe gefällt mir nicht, weil...

interessant/langweilig, schwierig/leicht, überraschend,

### **Richtigkeit/Lösungsweg**

Der Lösungsweg ist... Das Resultat ist...

korrekt, vollständig, nachvollziehbar, lückenhaft, unverständlich

### **Darstellung**

Die Darstellung ist...

schön gestaltet, leserlich

## 11.6 Lernumgebung 6

## Alles Quadrat oder was?

2 Lektionen

### Kurzbeschreibung

In Gruppenarbeit stellen die Lernenden Flächen von  $1\text{mm}^2$ ,  $1\text{cm}^2$ ,  $1\text{dm}^2$  und  $1\text{m}^2$  her und schätzen anschliessend mithilfe dieser Repräsentanten verschiedene Flächen im Schulzimmer. Sie erstellen vier eigene Schätzaufgaben, welche der Klasse gestellt werden. Während der ganzen Lernumgebung bleibt trotz unterschiedlicher Sozialform die Vierergruppe bestehen. Die einzelnen Aufträge sind diesmal schriftlich formuliert. Ein „Gruppenchef“ achtet auf das schrittweise und korrekte Vorgehen. Da ausnahmslos alle Lernenden bei vergangenen Diskussionen und Feedbackrunden sprachlich sehr gut miteinander kommuniziert haben, wird auf eine sprachliche Unterstützung dieser Sequenzen mittels Satzanfängen verzichtet.

### Grobziele:

B) Flächen 1) Vorstellen

**B1a** Sich Flächen ( $\text{mm}^2$ ,  $\text{cm}^2$ ,  $\text{m}^2$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**B1b** Sich Flächen ( $\text{dm}^2$ ,  $\text{km}^2$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**B1c** Sich Flächen ( $a$ ,  $ha$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

### Lernziele:

- Flächenmodelle herstellen und gegenseitig kontrollieren
- Flächen mithilfe der Modelle schätzen und Resultate diskutieren

### Natürliche Differenzierung:

- Methode beim Schätzen (Handgelenk mal Pi oder tiefere mathematische Überlegungen)
- Wahl der Flächen
- Rolle in der Gruppe (Gruppenchef, Präsentation)

### Sprache/Schreibförderung:

- schriftliche Aufträge (Verben fettgedruckt)
- mündliche Diskussions- und Feedbackanlässe
- schriftliche Ergebnissicherung und Reflexion

Zeit	Inhalt	Material
0'	L: Auftrag: In Vierergruppen aus Papier $1\text{mm}^2$ , $1\text{cm}^2$ , $1\text{dm}^2$ und $1\text{m}^2$ herstellen und beschriften. Jede Person stellt eine dieser Grundflächen her und jede Person kontrolliert bei einem Gruppenmitglied, ob die Fläche richtig hergestellt wurde.	
5'	EA: Die Lernenden erstellen in EA (Nachfragen bei Partnern erlaubt) die Grundflächen und beschriften sie (wenn möglich).	Papier, Einwegtisch Tuch
15'	PA: Die Lernenden kontrollieren gegenseitig die Grundflächen und diskutieren allfällige Unstimmigkeiten aus.	
25'	L/G: Die Gruppe holt sich ein Blatt mit den weiteren schriftlichen Aufträgen. Ein Gruppenchef wird gewählt, der das richtige Vorgehen Schritt für Schritt im Auge behält und darauf achtet, dass die Aufträge jeweils sorgfältig gemeinsam laut vorgelesen werden.	Blatt mit schriftlichem Auftrag (2 pro Gruppe) Papier
30'	EA: Ein Blatt wird mit dem Titel „Alles Quadrat oder was?“ beschriftet. PA: Die Lernenden schätzen/berechnen die beschriebenen Flächen.	<b>Videoanalyse</b> Blatt mit schriftlichem Auftrag
45'	GA: Die Lernenden tauschen sich zu ihren Schätzungen/Berechnungen aus und klären Unstimmigkeiten.	Blatt mit schriftlichem Auftrag
55'	PA: Die Lernenden suchen vier Flächen, welche sich in $\text{mm}^2$ , $\text{cm}^2$ , $\text{dm}^2$ und $\text{m}^2$ schätzen/berechnen lassen. Sie lassen die Schätzungen und das Vorgehen bei L oder SHP kontrollieren.	Blatt mit schriftlichem Auftrag



65'	GA: Die Lernenden einigen sich auf vier Aufgaben, welche sie der Klasse stellen möchten, und erstellen eine Aufgabenfolie.  Als Puffer für Schnelle: - WT-Gegenüberstellung: Längen – Flächen (Gebastelte Grundflächen aufhängen) -	Blatt mit schriftlichem Auftrag Folien
75'	Plenum: Jede Gruppe präsentiert ihre Aufgaben, die anderen beiden Gruppen schätzen. Die Gruppe, die näher am Resultat ist, kriegt einen Punkt. Diskussionspunkte und Feedbacks werden aufgenommen und besprochen.	HRP
85'	EA: Reflexion schreiben → Hausaufgabe	

## Alles Quadrat oder was?

### □ 1. Einzelarbeit:

**Nimm** ein Blatt und **schreibe** als Titel „Alles Quadrat oder was?“. **Notiere** alle folgenden Aufgaben auf dieses Blatt.

### □ 2. Partnerarbeit:

**Teilt** euch in Zweiergruppen **auf**.

**Schätzt/berechnet** mit den hergestellten Flächen folgende Flächen:

- Schulheft
- Pult
- Zimmertüre
- Wandtafel
- 1-Fränkler
- CD
- Bildschirm iMac
- Taste Tastatur iMac
- Hemdknopf
- Boden Schulzimmer

### □ 3. Gruppenarbeit:

**Tauscht** euch mit den beiden anderen Gruppenmitgliedern **aus**, **vergleicht** und **diskutiert** eure Resultate und **erklärt** einander wie ihr geschätzt/gerechnet habt.

### □ 4. Partnerarbeit:

**Sucht** vier Flächen, welche man in  $\text{mm}^2$ ,  $\text{cm}^2$ ,  $\text{dm}^2$  und  $\text{m}^2$  berechnen kann.

**Notiere** das folgendermassen auf dein Blatt:

- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| • $\text{mm}^2$ : _____ | Schätzung: _____ |
| • $\text{cm}^2$ : _____ | Schätzung: _____ |
| • $\text{dm}^2$ : _____ | Schätzung: _____ |
| • $\text{m}^2$ : _____  | Schätzung: _____ |

**Lass** deine Schätzungen bei Frau Leder oder Herrn Senn **kontrollieren**.

### □ 5. Gruppenarbeit:

Ihr habt jetzt zusammen acht Schätzaufgaben erstellt. **Einigt** euch auf vier Aufgaben, welche ihr der Klasse stellen möchtet. **Erstellt** eine Aufgabenfolie (inkl. Lösungen). **Einigt** euch darauf, wer die Aufgaben vorträgt (nicht der „Gruppenchef“).

### 6. Gruppenarbeit:

Mit allem fertig? **Frage** Herrn Senn, was du jetzt machen kannst.

**Kurzbeschreibung**

Mit Rückblick auf die vorherige Lernumgebung wird im Lehrgespräch anhand einer PowerPoint-Präsentation die grossen Flächenmasse (a, ha, km<sup>2</sup>) erarbeitet. Im Anschluss daran wird mit direkter Instruktion gezeigt, wie man mit einem Quadratraster die Flächen grosser Objekte (abgebildet auf einer Google-Maps-Karte) berechnen kann. Die Lernenden wählen ein Objekt aus berechnen mit dieser Methode die Fläche, notieren die Lösung auf die Rückseite und tauschen die Aufgaben untereinander aus. Zum Schluss wird ein Lernjourneintrag und eine Reflexion verfasst.

**Grobziele:****B) Flächen 1) Vorstellen**

**B1a** Sich Flächen (mm<sup>2</sup>, cm<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**B1b** Sich Flächen (dm<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**B1c** Sich Flächen (a, ha) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**Lernziele:**

- Die Grösse einer Are, Hektare und eines Quadratkilometers in eigenen Worten beschreiben
- Die Berechnung unregelmässiger Flächen mithilfe eines Quadratrasters in eigenen Worten beschreiben
- Die Flächen (genäherte Werte) der Gemeinde Obersiggenthal, des Kantons Aargau und der Schweiz nennen

**Natürliche Differenzierung:**

- Wahl des Schwierigkeitsgrades der Karte

**Sprache/Schreibförderung:**

- Leitfragen für Journeintrag
- Reflexion

Zeit	Inhalt	Material
0'	L/K: Rückblick auf die vergangene Lektion. L: Anhand der PowerPoint-Folie die Begriffe „Are“, „Hektar“ und „km <sup>2</sup> “ einführen. A3-Darstellung der grossen Flächen an WT hängen	ppt Grosse Flächen A3-Darstellung Grosse Flächen
10'	L/K: Beispielfläche „Obersiggenthaler Wald“ am HRP erarbeiten.	Folie Obersiggenthaler Wald Folie 2cm-Raster
20'	EA: Die Lernenden erhalten pro Tisch ca. 6 Aufgabenkarten, welche sie unter sich verteilen. Die Lernenden überlegen sich, ob die Flächen am besten in a, ha oder km <sup>2</sup> gemessen werden. GA: Die Lernenden diskutieren gemeinsam ihre Lösungen.	GoogleMaps-Karten (mit Niveau-Vermerk)
25'	EA: Die Lernenden wählen eine GoogleMaps-Karte (Aargau, Schwimmbad, Zürichsee, etc.) aus und versuchen mit Hilfe des Rasters die Fläche so präzise wie möglich zu ermitteln. Das Nachfragen bei Banknachbarn ist erlaubt. Wer fertig ist, schreibt die ermittelte Fläche auf und lässt sie beim SHP korrigieren. Die Lernenden schreiben die korrekte Lösung auf die Rückseite des Bildes, zeichnen ein Quadrat (Seitenlänge 2cm) und beschriften es mit der entsprechenden Fläche, schreiben eine Titelfrage (z.B. „Wie gross ist die Fläche des Zürichsees?“ auf die Vorderseite und hängen das Bild an die WT.	GoogleMaps-Karten (mit Niveau-Vermerk) Folien 2cm-Raster  Lösungen Fläche Kärtchen Magnete

50'	EA: Die Lernenden nehmen ein Blatt, schreiben als Titel „Grosse Flächen“ und schreiben einen Lernjournaleintrag anhand der Leitfragen am HRP sowie eine Reflexion.	Folie Leitfragen
70'	EA: Die Lernenden reinigen ihr Folienraster, wählen eine Aufgabe aus, lösen und korrigieren sie.	Reinigungsmittel Folien

Welche Fläche hat das  
grosse Schwimmbecken  
im Freibad Nussbaumen?



1 Quadrat hat eine Fläche von  $100\text{ m}^2 = 1\text{ a}$



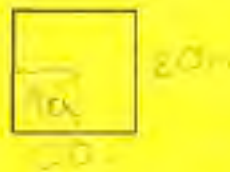
Es können 9 Quadrate gezählt werden.

Rechnung Fläche:  $9 \cdot 1\text{ a} = 9\text{ a} = 900\text{ m}^2$

Wie gross ist das Schulgelände  
mit Pausenplatz vom **OSOS**?



1 Quadrat hat eine Fläche von  $400\text{m}^2 = 4\text{a}$



Es können 53 Quadrate gezählt werden.

Rechnung Fläche:  $53 \cdot 4\text{a} = 212\text{a}$   $212\text{a} = 2.1\text{ha}$



2 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden überlegen sich anhand einer Visualisierung des Beispiels  $\text{dm-cm/dm}^2\text{-cm}^2$  den Zusammenhang zwischen der Umwandlung von Längen und jener der Flächen, bzw. die Ableitung der Flächenumwandlung von der Längenumwandlung. Sie beschreiben die Zusammenhänge und das Vorgehen bei Flächenumwandlungen in eigenen Worten passend zu der ihnen bereits bekannten Umwandlungsstrategie „Tabelle“, „Komma verschieben“ oder „Ableiten von bekannten Einheitsgrössen“ mithilfe von frei wählbaren Umwandlungen von Grössen an der Wandtafel. Anschliessend erstellen sie ein Übungsblatt mit Lösungen, welches ausgetauscht und gegenseitig gelöst werden kann.

**Grobziele:**

B) Flächen 2) Umwandeln

**B2a** Ganzzahlige Flächen ( $\text{mm}^2$ ,  $\text{cm}^2$ ,  $\text{m}^2$ ) ineinander umwandeln.**B2b** Flächen mit Dezimalzahlen ( $\text{mm}^2$ ,  $\text{cm}^2$ ,  $\text{m}^2$ ,  $\text{dm}^2$ ,  $\text{km}^2$ ) ineinander umwandeln.**B2c** Flächen mit Dezimalzahlen (alle Flächeneinheiten) in entfernte Einheiten umwandeln.**Lernziele:**

- Den Zusammenhang zwischen Längen- und Flächenumwandlung in eigenen Worten beschreiben
- Flächenmasse korrekt in andere Einheiten umwandeln

**Natürliche Differenzierung:**

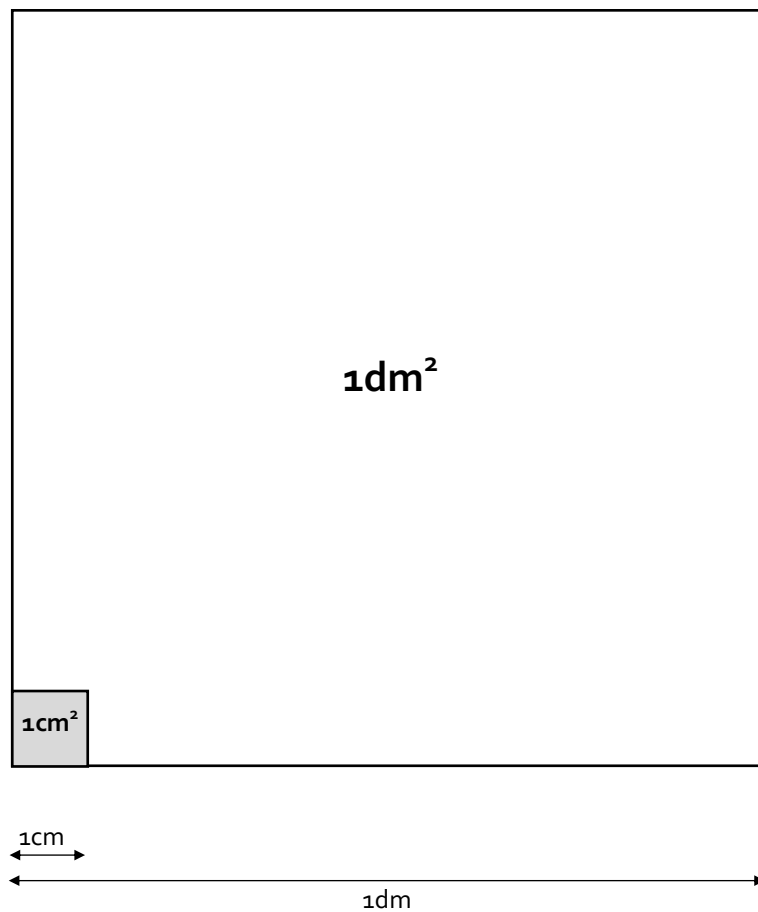
- selbst gewählte Flächen umwandeln
- eigenes Übungsblatt inkl. Lösungen erstellen

**Sprache/Schreibförderung:**

- Diskussion Gemeinsamkeiten Längen/Flächen
- Satzanfänge zur Unterstützung beim Journaleintrag

Zeit	Inhalt	Material
0'	L/K: PowerPoint-Folie mit Vergleich $\text{dm-cm/dm}^2\text{-cm}^2$ projizieren. Was ist zu sehen? Welche Zahlen kommen auf die Linien? (DAV) Erkenntnis: Offenbar rechnet man Flächen anders als Längen. Auftrag: Finde heraus, wie Flächen umgerechnet werden können.	ppt
10'	EA: Gegenüberstellung Längen-Flächen lösen.	Blatt „Gegenüberstellung Längen-Flächen“ Blatt „Darstellung $\text{dm/dm}^2$ “
20'	PA: Austausch Gemeinsamkeiten Längen-Flächen-Berechnung → Erkenntnisse L oder SHP erklären.	Auftrag ppt
30'	EA: Leeres Blatt beschriften („Von Längen und Flächen“) 10 Flächen von der WT aufschreiben und in eine andere Einheit umwandeln. Journaleintrag zur Umwandlung von Flächen	Papier Kärtchen Flächen  Mögliche Satzanfänge
60'	EA: Eigenes Übungsblatt mit min. 10 Aufgaben erstellen und abgeben Für Schnelle: Umwandlungsaufgaben iPad (LMV Zürich, M1, 3c)	Papier iPad
90'	HA: Reflexion auf Freitag	

## Darstellung dm/dm<sup>2</sup>



## Gegenüberstellung Längen-Flächen

Längen	Flächen
1 dm = _____ cm	1 dm <sup>2</sup> = _____ cm <sup>2</sup>
1 cm = _____ mm	1 cm <sup>2</sup> = _____ mm <sup>2</sup>
1 m = _____ dm	1 m <sup>2</sup> = _____ dm <sup>2</sup>
1 m = _____ cm	1 m <sup>2</sup> = _____ cm <sup>2</sup>
1 m = _____ mm	1 m <sup>2</sup> = _____ mm <sup>2</sup>
1 dm = _____ mm	1 dm <sup>2</sup> = _____ mm <sup>2</sup>
1 km = _____ m	1 km <sup>2</sup> = _____ m <sup>2</sup>



## 11.8 Lernumgebung 9

## Flächen berechnen

4 Lektionen

### Kurzbeschreibung

Aufgrund der Lernstandserfassung und Unterrichtsbeobachtungen werden die zwölf Lernenden in drei Niveaugruppen aufgeteilt. In diesen Expertengruppen erarbeiten sie die Flächenberechnung der entsprechenden Figuren und vertiefen die Anwendung mithilfe eines Übungsblatts. In der zweiten Doppellektion werden die Gruppen mit der Methode Gruppenpuzzle neu gemischt. Jede Person dieser neugebildeten Dreiergruppen präsentiert die Flächenberechnung der Figuren ihrer Gruppe. Im Anschluss daran und mit Hilfe der anderen Gruppenmitglieder wird das Übungsblatt fertig gelöst. Am Schluss steht noch Zeit für die individuelle Testvorbereitung zur Verfügung.

### Grobziele:

B) Flächen 3) Rechnen

**B3a** Flächen von Quadraten, Rechtecken und daraus zusammengesetzten Figuren berechnen.

**B3b** Flächen von Dreiecken, Parallelenvierecken, Rhomben, Drachenvierecken und Trapezen berechnen.

**B3c** Flächen von Kreisen, unregelmässigen Vierecken und n-Ecken berechnen.

### Lernziele 1. Doppellektion:

- Die Flächenberechnung der entsprechenden Figuren mithilfe des  $\text{cm}^2$ -Rasters herleiten
- Die entsprechenden Aufgaben zur Flächenberechnung korrekt lösen

### Lernziele 2. Doppellektion:

- Die Flächenberechnung der entsprechenden Figuren mithilfe des  $\text{cm}^2$ -Rasters präsentieren
- Die Aufgaben zur Flächenberechnung korrekt lösen

### Natürliche Differenzierung:

- Differenzierung (keine natürliche): Einteilung in Niveaugruppen gemäss Lernstandserfassung und Unterrichtsbeobachtungen
- individuelle Testvorbereitung

### Sprache/Schreibförderung:

- mündliche und schriftliche Arbeitsaufträge
- Austausch, Diskussion, Präsentation, schriftliche Reflexion

Zeit	Inhalt 1. Doppellektion	Material
0'	L/K: Blatt „Lernjournal Flächen“ verteilen. Ziel bis und mit Mittwoch: Alle Flächenberechnungen (min. Niveau grün und gelb) verstehen und anwenden. Gruppenpuzzle und Gruppeneinteilung erklären.	Blatt „Lernjournal Flächen“ Folie „Lernjournal Flächen“
5'	L/K: Folie „Ablauf“ projizieren. Ablauf gemeinsam lesen und einzelne Schritte am HRP durchführen (z.B. Journaleintrag Kreis)	Folie „Ablauf“ Folie „Lernjournal Flächen“ Folien Blätter rot, orange, Übungsblatt
15'	PA: Flächenberechnung anhand der roten Blätter herleiten GA: Lernjournal ergänzen.	rote Blätter Folien $\text{cm}^2$
45'	GA: Orange Blätter mit Anwendungsaufgaben lösen und diskutieren.	orange Blätter
75'	EA: Entsprechende Aufgaben auf dem Übungsblatt lösen und kontrollieren.	Übungsblatt
80'	EA: Reflexion schreiben	
85'	L/K: Die Lernziele werden verteilt und besprochen.	Folie Lernziele Lernziele

Zeit	Inhalt 2. Doppellektion	Material
0'	L/K: Wir gehen den Ablauf der heutigen Doppellektion durch.	Folie „Ablauf“

10'	GA: Die Lernenden treffen sich in ihrer Expertengruppe und korrigieren und besprechen die vier Aufgaben vom Übungsblatt.	<b>Videoanalyse</b> Lösungen Übungsblatt
20'	GA: Sie diskutieren in der Gruppe, wie sie mithilfe des roten Blatts die Flächenberechnung ihrer Figuren erklären können und bereiten sich so auf die Präsentation vor.	
30'	L/K: Die Gruppen werden über die Expertengruppen hinweg gemischt.	Folie „Ablauf“
35'	GA: Die Lernenden erklären sich gegenseitig die Flächenberechnung ihrer Figuren. Die anderen Personen ergänzen ihr Lernjournal entsprechend.	Folie „Ablauf“
60'	GA: Die Lernenden lösen das Übungsblatt fertig. Bei Fragen kann die Person der entsprechenden Expertengruppe konsultiert werden.	
75'	EA: Wer fertig ist, bereitet sich individuell anhand der Lernziele für den Test vor. Es können auch Übungen am iPad (Mathematik 1, 7b/7c) gelöst werden.	iPads

## Ablauf Montag

---

- Schreibe auf das Lernjournalblatt den Titel „Flächen berechnen“

### Rotes Blatt (Partnerarbeit)

- Wie heissen die Figuren?
- Wie gross ist die Fläche der Figuren? Überprüfe mit der  $\text{cm}^2$ -Folie.
- Wie kann man die Fläche berechnen?
- Vergleicht und besprecht eure Lösung mit eurer Gruppe.
- Füllt auf dem Lernjournalblatt alle Kästchen eurer Figur aus.

### Oranges Blatt (Gruppenarbeit)

- Lest die Aufträge und löst die Aufgaben.
- Achtet darauf, dass alle in der Gruppe die Aufgaben verstehen.
- Kontrolliert die Aufgaben mit dem Lösungsblatt

### Übungsblatt (Einzelarbeit)

- Löse die vier Aufgaben deiner Gruppe.
- Schreibe eine Reflexion zur heutigen Doppellektion

## Ablauf Mittwoch

---

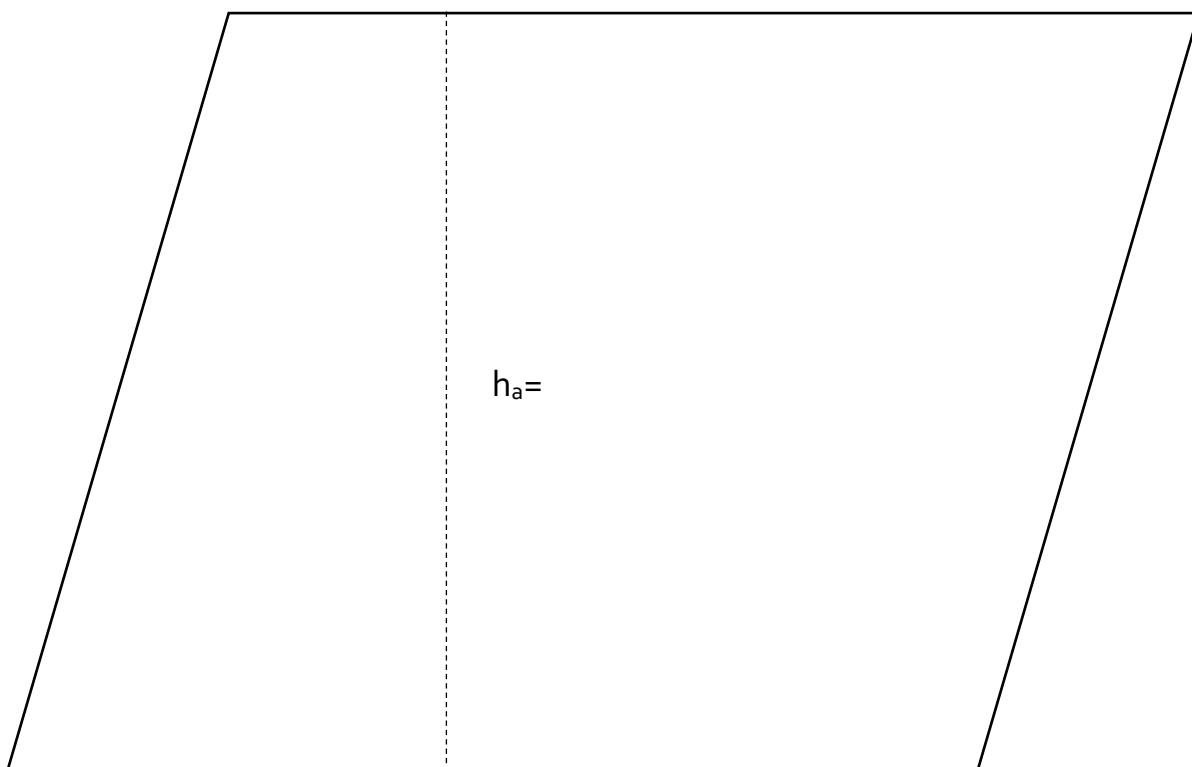
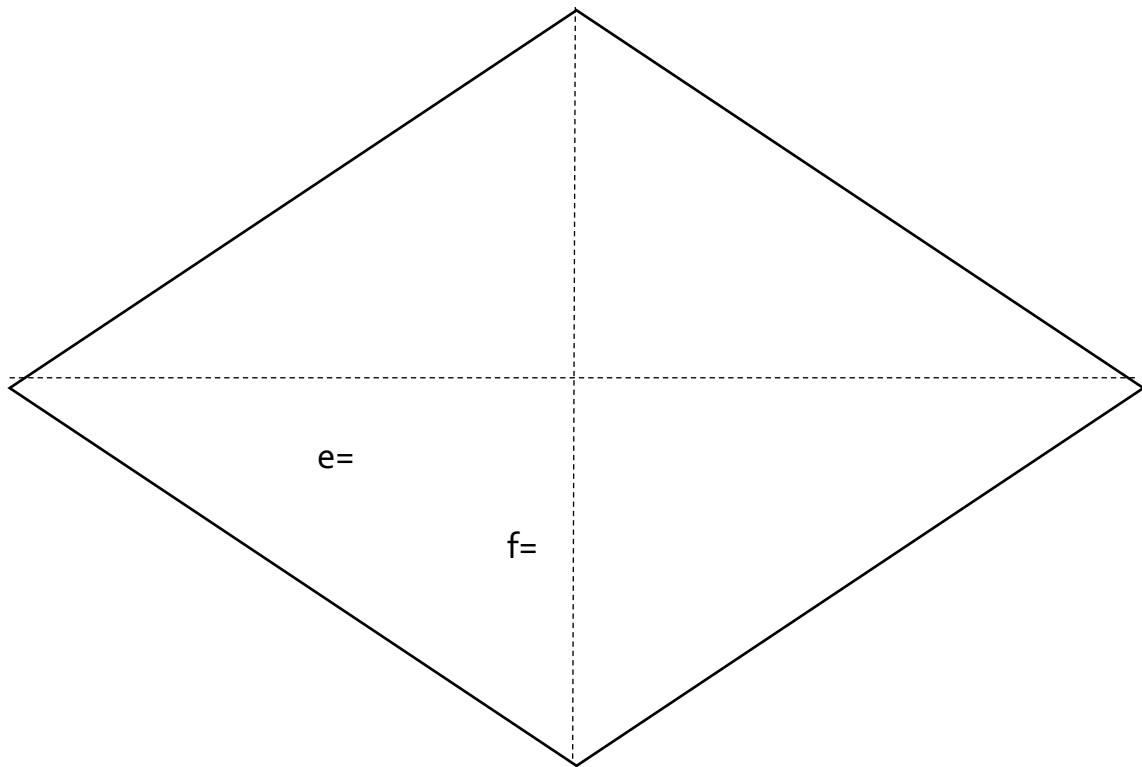
### Expertengruppe

- Korrigiert und besprecht die vier Aufgaben vom Übungsblatt.
- Überlegt euch, wie ihr den anderen Schülerinnen und Schülern mit dem roten Blatt die Berechnung der Fläche erklären könnt.

### Neue Gruppe

- Jede Person erklärt mit Hilfe des roten Blatts die Berechnung der Figuren.
- Die anderen Personen ergänzen ihr Lernjournal.
- Alle lösen das Übungsblatt fertig. Bei Fragen kann man sich an die Person der entsprechenden Expertengruppe wenden.
- Wer fertig ist, bereitet sich mit den Lernzielen auf den Test vor. Es können auch Aufgaben mit dem iPad gelöst werden (Mathematik 1, 7b und 7c).

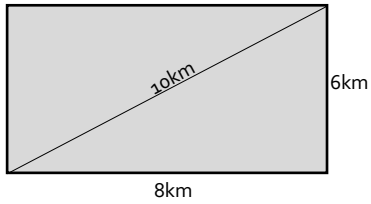
## Rote Blätter Beispiel



# Übungsblatt Flächenberechnung

Berechne die grauen Flächen.

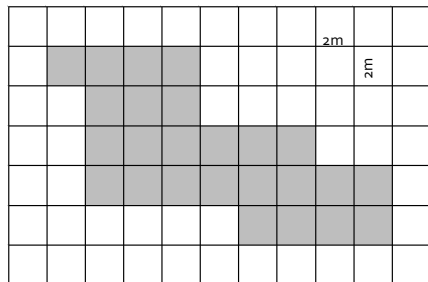
1.



Rechnung & Resultat:

---

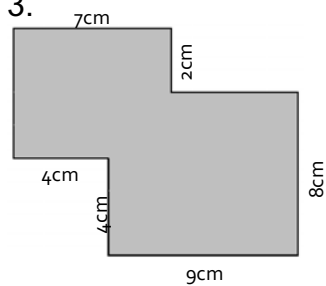
2.



Rechnung & Resultat:

---

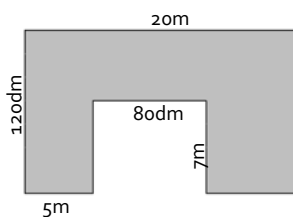
3.



Rechnung & Resultat:

---

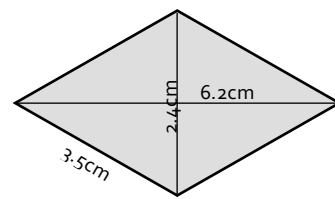
4.



Rechnung & Resultat:

---

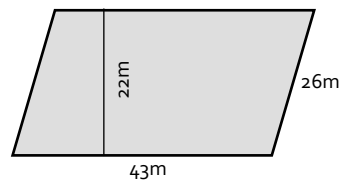
5.



Rechnung & Resultat:

---

6.

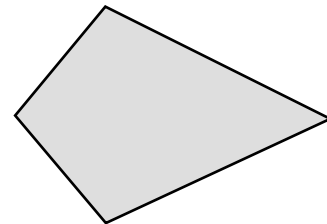


Rechnung & Resultat:

---

7.

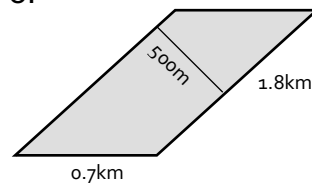
e = 73.5mm f = 5cm



Rechnung & Resultat:

---

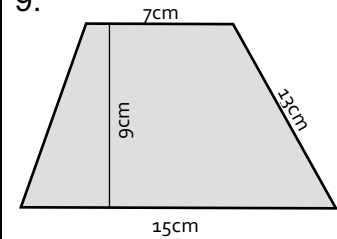
8.



Rechnung & Resultat:

---

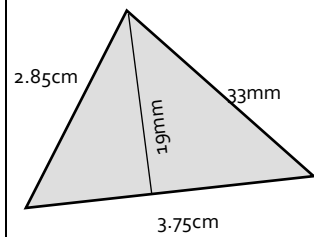
9.



Rechnung & Resultat:

---

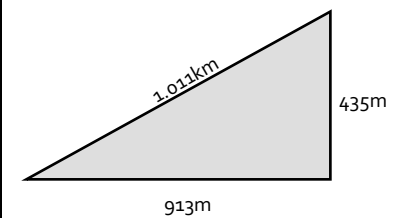
10.



Rechnung & Resultat:

---

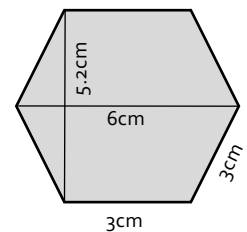
11.



Rechnung & Resultat:

---

12.



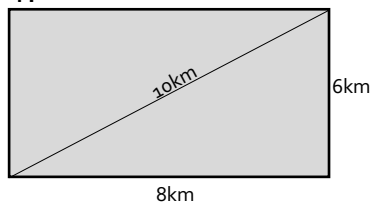
Rechnung & Resultat:

---

## Lösungen

Berechne die grauen Flächen.

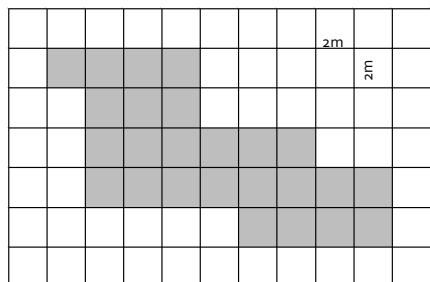
1.



Rechnung & Resultat:

$$48 \text{ km}^2$$

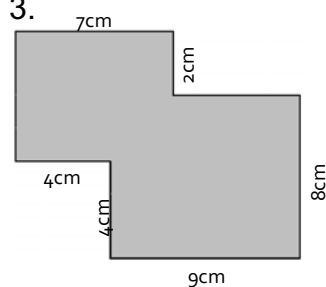
2.



Rechnung & Resultat:

$$100 \text{ m}^2 = 1 \text{ a}$$

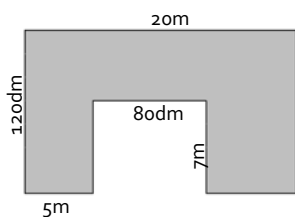
3.



Rechnung & Resultat:

$$102 \text{ cm}^2 = 1.02 \text{ dm}^2$$

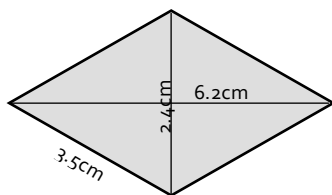
4.



Rechnung & Resultat:

$$184 \text{ m}^2 = 1.84 \text{ a}$$

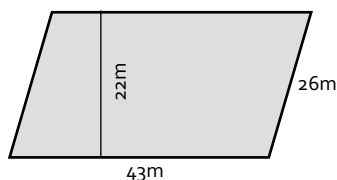
5.



Rechnung & Resultat:

$$7.44 \text{ cm}^2$$

6.

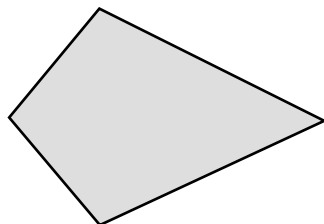


Rechnung & Resultat:

$$946 \text{ m}^2 = 9.46 \text{ a}$$

7.

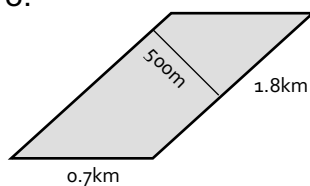
$$e = 73.5 \text{ mm} \quad f = 5 \text{ cm}$$



Rechnung & Resultat:

$$18.375 \text{ cm}^2$$

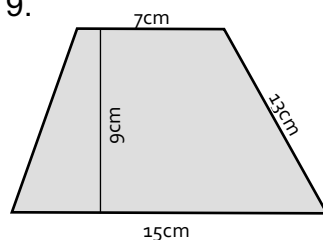
8.



Rechnung & Resultat:

$$900'000 \text{ m}^2 = 0.9 \text{ km}^2$$

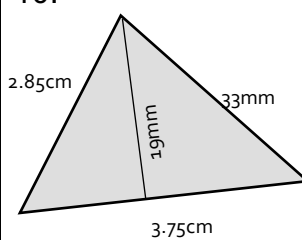
9.



Rechnung & Resultat:

$$99 \text{ cm}^2$$

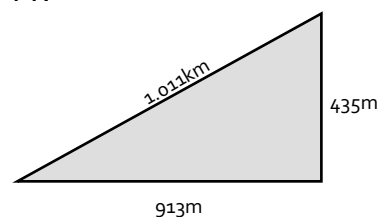
10.



Rechnung & Resultat:

$$3.5625 \text{ cm}^2$$

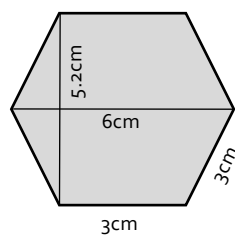
11.



Rechnung & Resultat:

$$198'578 \text{ m}^2 = 19.9 \text{ ha}$$

12.



Rechnung & Resultat:

$$23.4 \text{ cm}^2$$

4 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Zu Beginn wird anhand eines Escher-Bildes ins Thema 3. Dimension eingeführt und in einem Lehrgespräch die Ergänzung der Flächenmasse zu Volumen erarbeitet. In Partnerarbeit bearbeiten die Lernenden im weiteren Verlauf der drei Lektionen sechs Posten, bei denen es vor allem um die Entwicklung einer Vorstellung der verschiedenen Volumenmasse geht. Am Rand wird auch schon auf das Umwandeln von Volumen Bezug genommen. Die Lernenden notieren die Lösung der Posten in einem Lernjournaleintrag und ihre Erkenntnisse in einer Reflexion. Schnelle Lernende vertiefen das Erlernte mit einem Übungsblatt. In einer darauffolgenden Einzellektion werden die wichtigsten Erkenntnisse des Postenlaufs aus dem Gedächtnis abgerufen, ausgetauscht und im Plenum besprochen.

**Grobziele:**

C) Volumen 1) Vorstellen

**C1a** Sich Volumen ( $\text{mm}^3$ ,  $\text{cm}^3$ ,  $\text{m}^3$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**C1b** Sich Volumen ( $\text{dm}^3$ ,  $\text{km}^3$ ) anhand geeigneter Repräsentanten vorstellen und entsprechende in der Realität vorkommende Grössen abschätzen.

**C1c** Sich Vergleiche zwischen Volumen ( $\text{cm}^3$ ,  $\text{dm}^3$ ,  $\text{m}^3$ ) und Hohlmassen (ml, l) vorstellen.

**Lernziele:**

- Die korrekten Bezeichnungen und die Darstellung für  $\text{m}^3$ ,  $\text{dm}^3$ ,  $\text{cm}^3$  und  $\text{mm}^3$  nennen
- Volumen von Quader schätzen und mit Messen von Länge, Breite und Höhe berechnen

**Natürliche Differenzierung:**

- Viele Postenaufträge lassen die Bearbeitung auf unterschiedlicher Art und verschiedenem Niveau zu.
- Die Notation des Lernjournals und der Rückblick in der 4. Lektion erfolgen individuell

**Sprache/Schreibförderung:**

- Lösungswege und Vorgehensweisen werden schriftlich im Lernjournal notiert.
- Schriftliche Reflexion zu den Lerninhalten.

Zeit	Inhalt Lektionen 1 – 3	Material
0'	L/K: Am Beamer wird Eschers Bild mit den beiden sich zeichnenden Händen projiziert. Die Lernenden nennen ihre Assoziationen. L-Fazit: 2d wird 3d. → heutiges Thema: 3. Dimension / Volumen	ppt Escher
5'	L: Repräsentationsobjekte zeigen ( $\text{m}^3$ , $\text{dm}^3$ , $\text{cm}^3$ ). Wie heissen sie wohl? → DAV L: 3 Dimensionen an HRP darstellen (Bild und korr. Bezeichnung)	$\text{m}^3$ -, $\text{dm}^3$ -, $\text{cm}^3$ -Würfel
15'	EA: Blatt mit Titel „3. Dimension“ beschriften. Darstellung vom HRP aufs Blatt übertragen.	
25'	L/K: Paare auslosen mit Jasskarten	Jasskarten
30'	PA: Die Paare lösen die Posten in freier Reihenfolge und notieren sich die Aufgabe und ihre Lösung auf ihr Blatt.  Für Schnelle: Übungsblatt zur Vertiefung (Mathematik 1, AH S. 80)  EA: Reflexion schreiben	Postenblätter, Postenmaterial (siehe Postenblätter)  Übungsblatt

Zeit	Inhalt Lektion 4	Material
0'	EA: Die Lernenden überlegen sich anhand des Arbeitsblatts, was sie bei den einzelnen Posten gelernt haben, bzw. was die wichtigsten Erkenntnisse sind. Wenn ihnen nichts mehr in den Sinn kommt, dürfen sie in ihren Unterlagen nachschauen.	AB Rückblick Postenarbeit

20'	PA: Die Lernenden tauschen zu zweit ihre Ergebnisse aus und ergänzen allenfalls ihr Blatt.	
30'	LG: Wir sammeln die wichtigsten Erkenntnisse am HRP.	Folie AB



# Posten 1

---

## Hohlmasse und Raummasse

**Material:** Bechergläser, hohler  $\text{dm}^3$ -Würfel,  $\text{cm}^3$ -Würfel

### Aufgaben:

- Wie viel Wasser passt in einen  $\text{dm}^3$ -Würfel?
- Wie viel Wasser passt in einen  $\text{m}^3$ -Würfel?
- Wie viel Wasser passt in einen  $\text{cm}^3$ -Würfel?

# Posten 2

---

## Kubikmeter $\text{m}^3$

**Material:**  $\text{m}^3$ -Würfel

### Aufgaben:

- Wie viel Mal passt der Kubikmeter ins Schulzimmer?
- Notiere deine Schätzung/Rechnung und evtl. eine Skizze.
- Erfinde eine eigene Schätzaufgabe zum Kubikmeter.

# Posten 3

## Kubikdezimeter und Kubikzentimeter

---

**Material:**  $\text{dm}^3$ -Würfel,  $\text{cm}^3$ -Würfel

### Aufgaben:

- Wie viele  $\text{cm}^3$  passen in einen  $\text{dm}^3$ ?
- Löse diese Aufgaben:  $5\text{dm}^3 = \underline{\hspace{2cm}}\text{cm}^3$  und  $3500\text{cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}}\text{dm}^3$
- Erfinde drei weitere schwierige Umwandlungsaufgaben zu  $\text{cm}^3$  und  $\text{dm}^3$ .

# Posten 4

## Kubikzentimeter $\text{cm}^3$

---

**Material:** 50  $\text{cm}^3$ -Würfel, verschiedene Schachteln

### Aufgaben:

- Wievielmals passt der Kubikzentimeter in die Schachtel? Schätze zuerst, rechne anschliessend.
- Notiere deine Schätzung/Rechnung und evtl. eine Skizze.
- Erfinde eine Schätzaufgabe zum Kubikzentimeter.

# Posten 5

## Kubikmillimeter $\text{mm}^3$

**Material:** Gummi, Schere

### Aufgaben:

- Erstelle aus dem Gummi einen Kubikmillimeter ( $1\text{mm}^3$ ).
- Finde Gegenstände im Schulzimmer, welche sich in Kubikmillimeter schätzen lassen: Erstelle eine Schätzaufgabe mit Lösung.

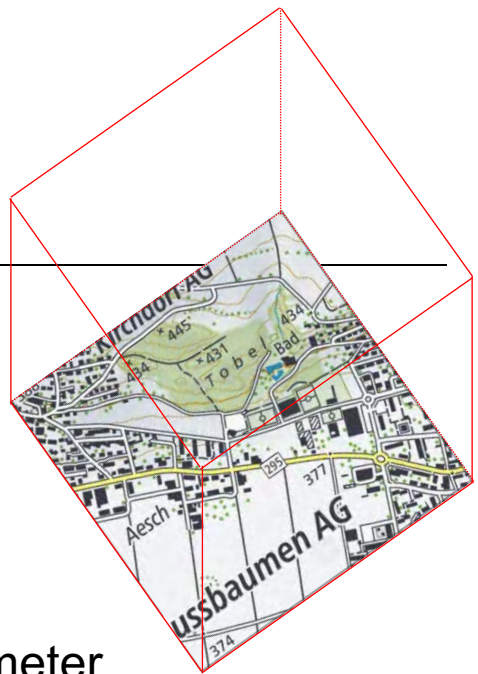
# Posten 6

## Kubikkilometer $\text{km}^3$

**Material:**  $\text{m}^3$ -Würfel

### Aufgaben:

- Das Bild zeigt einen Kubikkilometer.
- Wie viele Kubikmeter passen hinein?
- Im Zürichsee hat es  $3.9\text{km}^3$  Wasser.
- Wie viele  $\text{m}^3$  sind das?
- Freiwillige Zusatzfrage: Wie viel Liter Wasser passen in den Zürichsee?



**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden lösen zu Beginn im Gruppenpuzzle Umwandlungsaufgaben (inkl. ikonischer Veranschaulichung) und suchen nach einem Zusammenhang zwischen dem Umwandeln von Längen, Flächen und Volumen. Im Anschluss daran folgt eine kurze gemeinsame Einführung zum Folgeauftrag. Die Lernenden wählen nun eigene Zahlenwerte und wandeln sie mit ihrer Umwandlungsmethode als Längen, Flächen und Volumen in andere Einheiten um.

**Grobziele:**

C) Volumen 2) Umwandeln

**C2a** Ganzzahlige Volumen ( $\text{mm}^3$ ,  $\text{cm}^3$ ,  $\text{m}^3$ ) ineinander umwandeln.

**C2b** Volumen mit Dezimalzahlen ( $\text{mm}^3$ ,  $\text{cm}^3$ ,  $\text{m}^3$ ,  $\text{dm}^3$ ,  $\text{km}^3$ ) ineinander umwandeln.

**C2c** Volumen mit Dezimalzahlen (alle Volumeneinheiten) in entfernte Einheiten und Volumen in Hohlmasse umwandeln und umgekehrt.

**Lernziele:**

- In eigenen Worten den Zusammenhang beim Umwandeln von Längen, Flächen und Volumen beschreiben
- Flächen- und Volumenmasse korrekt umwandeln

**Natürliche Differenzierung:**

- Anschaulichkeit des ersten Auftrags ermöglicht vielfältige Überlegung
- Wahl eigener Zahlenwerte
- Umwandeln mittels eigener Umwandlungsmethode

**Sprache/Schreibförderung:**

- Schriftlicher Auftrag
- Austausch/Diskussion/Präsentation in der Gruppe
- schriftliche Reflexion (mit Lernjournaleintrag)

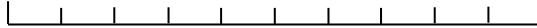
Zeit	Inhalt	Material
0'	EA: Die Lernenden erhalten ein Zettel mit einer Längen-, Flächen- oder Volumendarstellung (dm-cm) zum Umwandeln, welche sie zu lösen versuchen.	Zettel Plakat
5'	GA: Die vier Lernenden mit der gleichen Aufgabe treffen sich kurz, besprechen die Aufgabe und einigen sich auf eine Lösung.	Schriftlicher Auftrag ppt
10'	GA: Die Lernenden bilden Dreiergruppen mit je einer Person aus jeder Expertengruppe. Die Lernenden erklären sich gegenseitig ihre Aufgaben und suchen einen Zusammenhang zwischen den drei Aufgaben (z.B. „Wenn cm-dm 10-teilig ist, ist $\text{cm}^3$ - $\text{cm}^3$ 10·10·10-teilig, also 1000-teilig.“)	Schriftlicher Auftrag ppt
15'	LG: Kurzes Sammeln der Erkenntnisse im Plenum	Folie Plakat
20'	L: Umwandlungsaufgaben ppt im Vergleich. Bezug zu Kommaverschieben und Tabelle	ppt Verknüpfung Umwandlung Folie Umwandlungstabelle
30'	EA: Journal (A4-Blatt quer). Tabelle übertragen, eigene Werte einfüllen und mit eigener Methode umwandeln. Fw1: Übereinstimmung zwischen den Spalten muss nicht erreicht werden.	
45'	HA: Reflexion schreiben (1 Seite): „Erkläre dein Vorgehen auf der Vorderseite.“ HA freiwillig: Umwandlungsübungen im Internet lösen (3c „Volumen umrechnen“).	

# Längen, Flächen und Volumen

Länge:

$$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$$

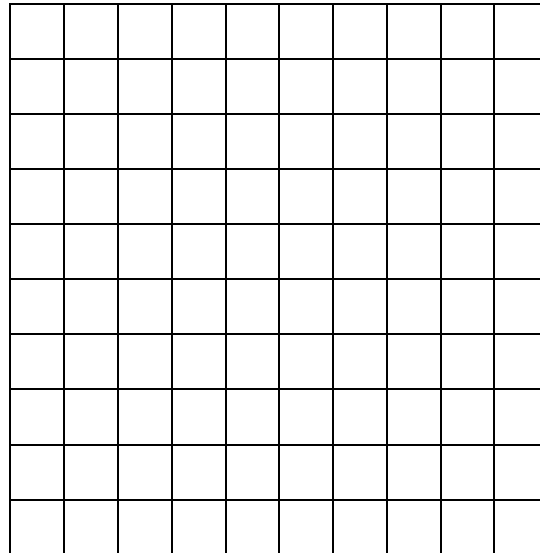
(10 – teilig)



Fläche:

$$1 \text{ dm}^2 = 100 \text{ cm}^2$$

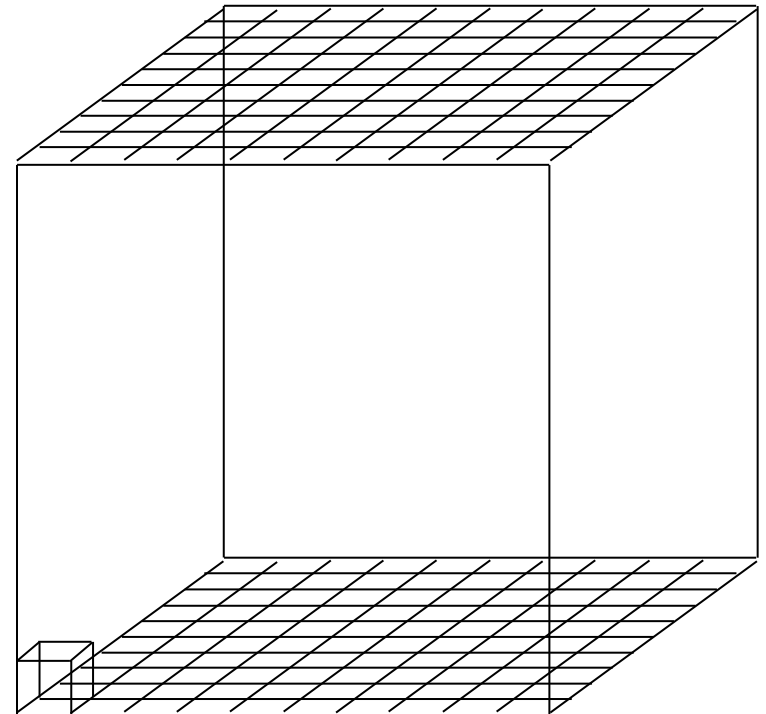
(10 · 10 – teilig)



Volumen:

$$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

(10 · 10 · 10 – teilig)



## 11.11 Lernumgebung 12

## Grundfläche mal Höhe

2-3 Lektionen

### Kurzbeschreibung

Zu Beginn aktivieren die Lernenden mit der Berechnung des Volumens einer Zündholzschachtel enaktiv ihr Wissen zur Berechnung von Quader- und Würfelvolumen. In einem anschliessenden Lehrgespräch werden die Berechnungen auf die Formel „Grundfläche mal Höhe“ reduziert. Im Anschluss daran werden in Gruppen weitere geometrische Figuren benannt und diskutiert, bei welchen die Formel „Grundfläche mal Höhe“ ebenfalls angewandt werden kann. Dazu erstellen die Lernenden in Einzelarbeit einen Lernjournaleintrag. Im Anschluss daran erstellen sie eine Aufgabenkarte zur Volumenberechnung dieser Figuren.

### Grobziele:

C) Volumen 3) Rechnen

**C3a** Volumen von Würfeln, Quadern und daraus zusammengesetzten Figuren berechnen.

**C3b** Volumen von geraden Prismen (bei bekannter Grundfläche) und Zylindern (dito) berechnen.

**C3c** Volumen von Pyramiden, Kegeln und Kugeln berechnen.

### Lernziele:

- Quader, Würfel, Prisma, Zylinder, Kegel, Pyramide und Kugel korrekt benennen
- Geometrische Formen nennen, bei welchem das Volumen mit der Formel „Grundfläche mal Höhe“ gerechnet werden kann.

### Natürliche Differenzierung:

- individuelles Vorgehen beim Berechnen/Schätzen des Zündholzschachtel-Volumens
- Erstellen einer eigenen Volumenaufgabe

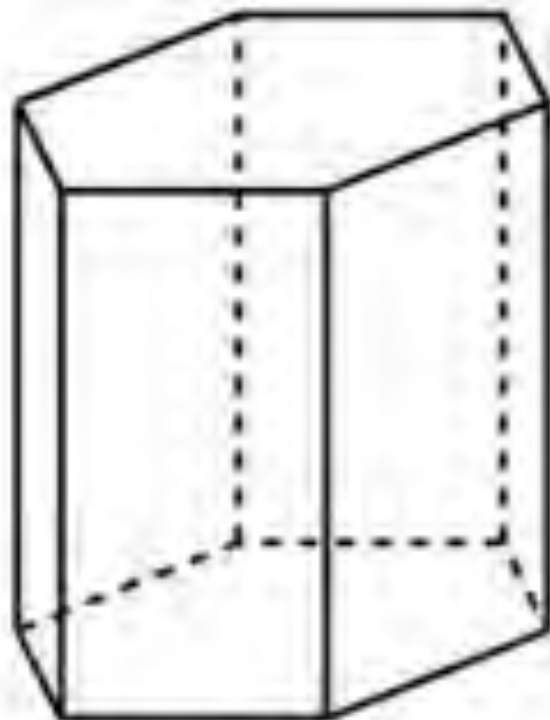
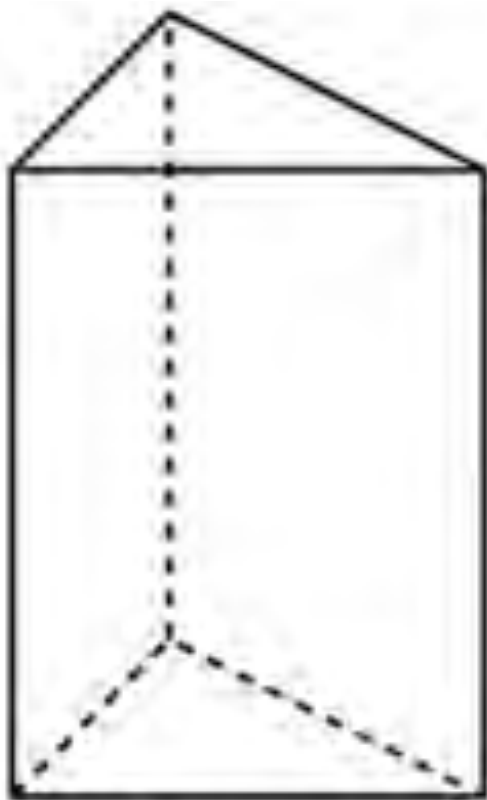
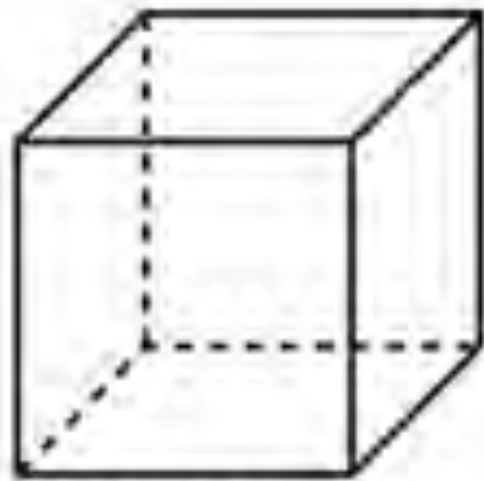
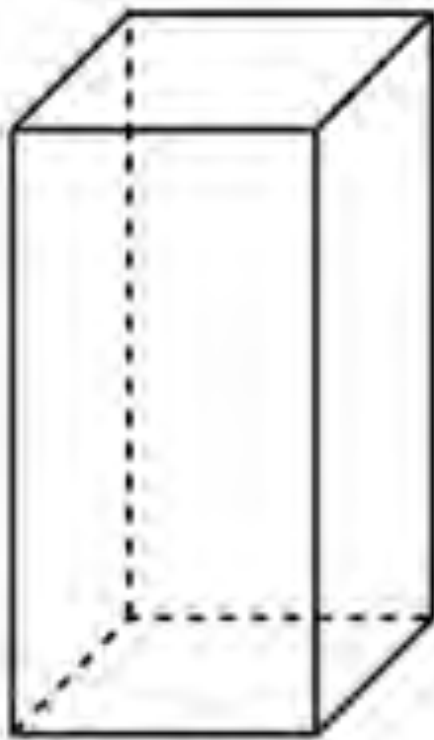
### Sprache/Schreibförderung:

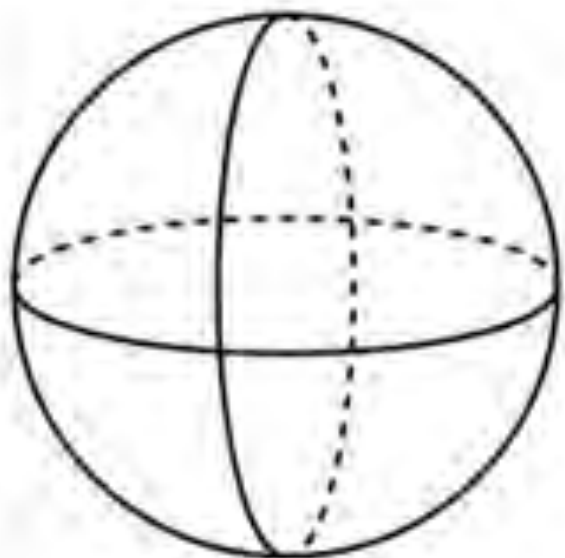
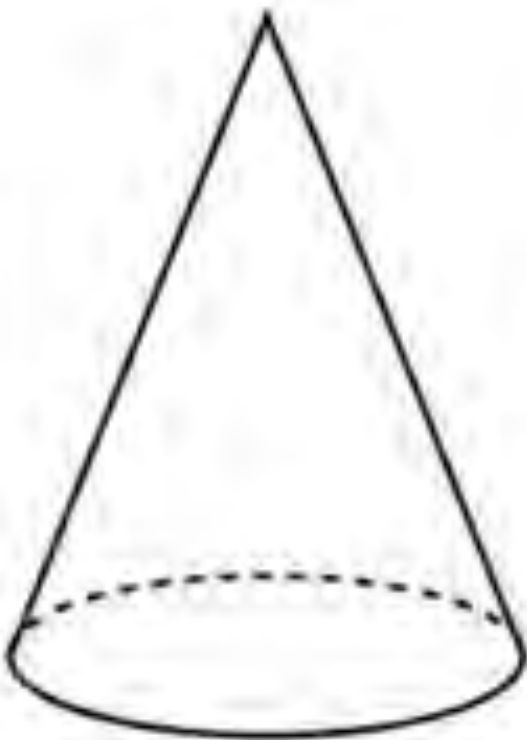
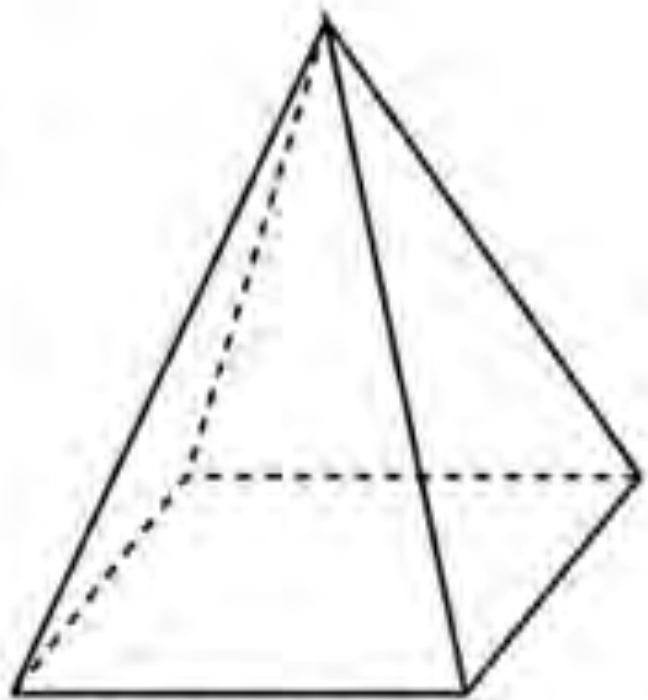
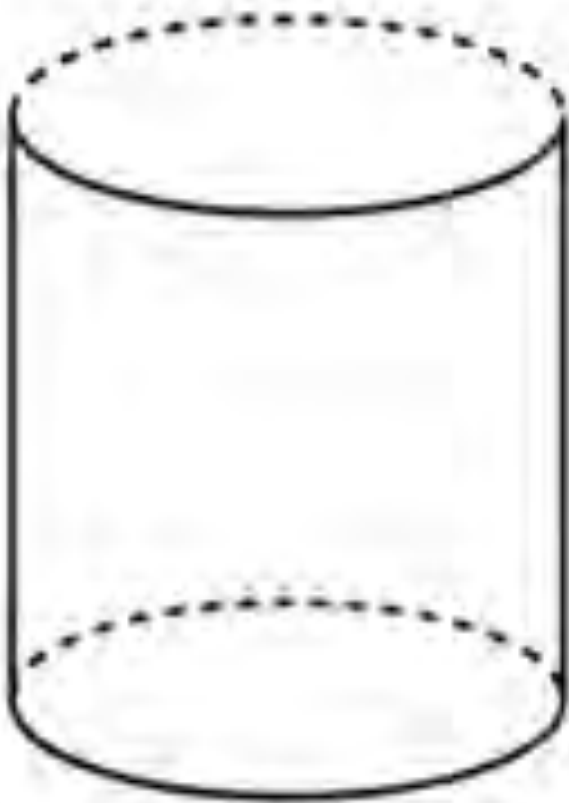
- Austausch in Partner- und Gruppenarbeit
- schriftliche Lernjournaleintrag und Reflexion
- Schriftlicher Auftrag für Lernjournaleintrag mit Sprachschatz

Zeit	Inhalt Lektion 1 – 2	Material
0'	EA: Volumen Zündholzschachtel berechnen PA: Vorgehen und Resultat vergleichen und besprechen	12 Zündholzschachteln Sudelpapier
10'	LG: Verschiedene Vorgehensweisen sammeln Volumenberechnung Würfel und Quader mit ppt im Lehrgespräch erarbeiten (→ Grundfläche · Höhe)	ppt Volumenberechnung
20'	LG: Bei welchen Figuren kann man das Volumen auch so berechnen?	Volumenformen 3d
25'	GA4: Die Lernenden benennen die Figuren und tauschen sich darüber aus, wie man die Namen der Figuren merken kann (Eselsbrücken).	Kärtchen Figuren Kärtchen Namen
35'	GA4: Die Lernenden teilen die Figuren in zwei Gruppen (Grundfläche · Höhe, andere) ein und lassen ihre Lösung durch Lehrperson oder SHP korrigieren. → L: Darst an WT	Kärtchen Figuren Kärtchen Namen Kärtchen für WT
45'	EA: Die Lernenden erstellen einen Lernjournaleintrag (Titel „Grundfläche mal Höhe“).	
60'	EA: Die Lernenden schauen sich die Beispiele der Aufgabenkarten an und erstellen mindestens eine eigene Aufgabenkarte mit Lösung.	Beispiele Aufgabenkarte Karten
75'	EA: Die Lernenden schreiben eine Reflexion zur Lektion.	

Zeit	Inhalt Lektion 3	Material
0'	EA: Die Lernenden lösen Aufgabenkarten anderer Lernender und schreiben auf Post-its Feedbacks dazu.	Aufgabenkarten, Post-its
30'	Zusatzblatt für Schnelle, bzw. HA: Übungsblatt	Übungsblatt

Figuren

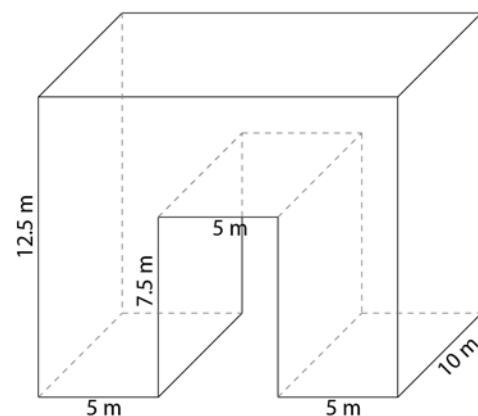
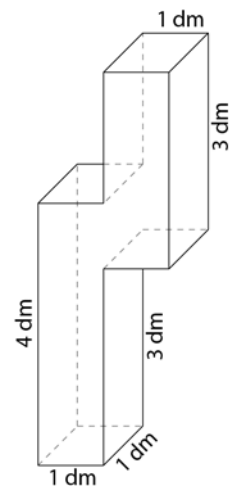
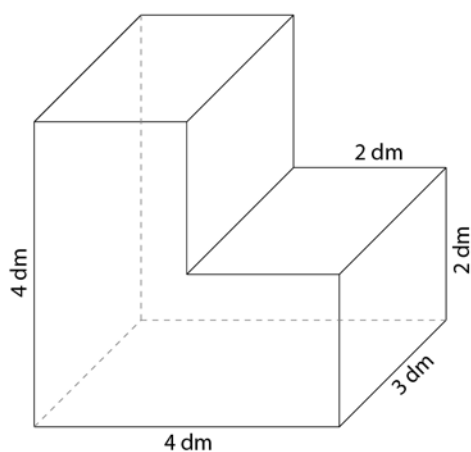




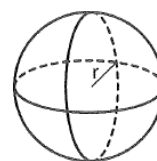
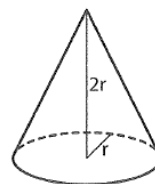
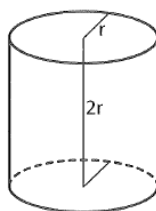
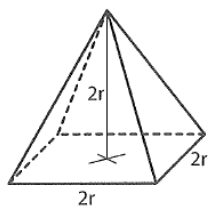
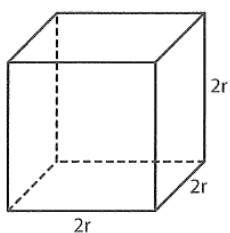


<b>Quader</b>	<b>Würfel</b>
<b>Prisma</b>	<b>Prisma</b>
<b>Zylinder</b>	<b>Pyramide</b>
<b>Kegel</b>	<b>Kugel</b>

# Übungsblatt – Volumen berechnen



a) Berechne das Volumen der Körper für  $r = 5$  cm.



b) Gib deine Resultate auch in Litern an.

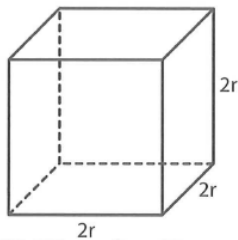
c) Ordne die Körper der Grösse nach. Beginne mit dem grössten Volumen.  
Du kannst die Nummern in die Kästchen schreiben.

## Lösungen

- 1)  $7\text{dm}^3$
- 2)  $36\text{dm}^3$
- 3)  $1500\text{m}^3$

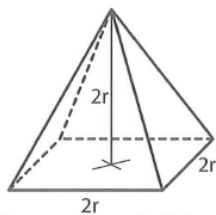
a) Berechne das Volumen der Körper für  $r = 5\text{ cm}$ .

**1**



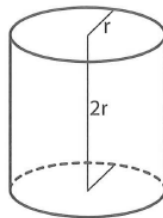
$$1000\text{ cm}^3 = 1\text{ l}$$

**4**



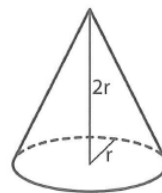
$$333.3\ldots\text{ cm}^3 = 0.33\ldots\text{ l}$$

**2**



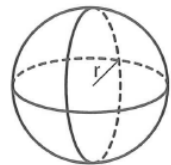
$$785.4\text{ cm}^3 \\ \approx 0.785\text{ l}$$

**5**



$$261.8\text{ cm}^3 \\ \approx 0.262\text{ l}$$

**3**



$$523.6\text{ cm}^3 \\ \approx 0.524\text{ l}$$

b) Gib deine Resultate auch in Litern an.

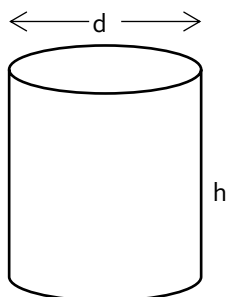
c) Ordne die Körper der Grösse nach. Beginne mit dem grössten Volumen.

Du kannst die Nummern in die Kästchen schreiben.

## Übungsblatt 2 – Volumen berechnen

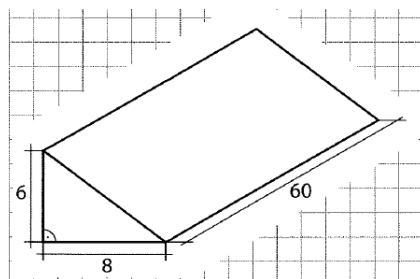
1) Wie gross ist das Zylinder-Volumen?

$$d = 15\text{cm} \quad h = 21\text{cm}$$



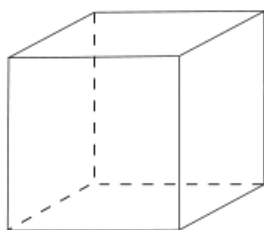
2) Wie gross ist das Volumen des Prismas?

alle Zahlen sind in cm.



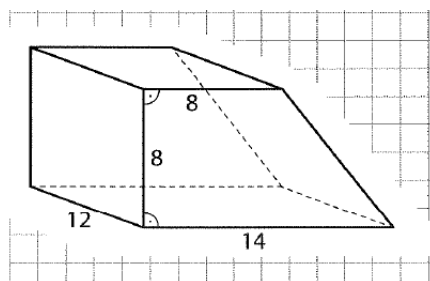
3) Wie gross ist die Würfelseite?

$$V = 8\text{cm}^3$$



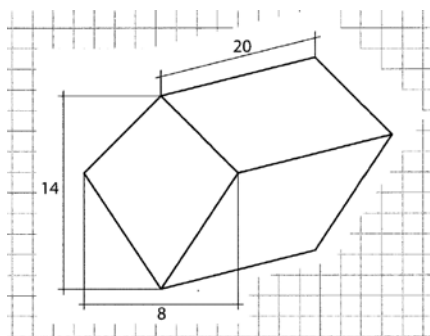
4) Wie gross ist das Volumen des Prismas?

alle Zahlen sind in cm.



5) Wie gross ist das Volumen des Prismas?

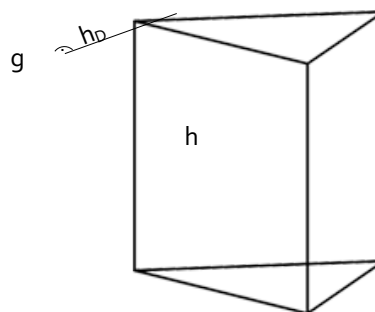
alle Zahlen sind in cm.



6) Wie gross ist die Grundlinie g?

$$V = 38.4\text{dm}^3$$

$$h_D = 32\text{cm} \quad h = 6\text{dm}$$



Lösungen:  $2\text{cm}^3$ ,  $4\text{dm}$ ,  $1056\text{cm}^3$ ,  $1120\text{cm}^3$ ,  $3711\text{cm}^3$ ,  $1440\text{cm}^3$ ,

2 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden benennen zuerst in Gruppen neun Alltagsgegenstände und wählen jene aus, deren Volumen sie berechnen können. In Einzelarbeit schätzt und berechnet dann jede und jeder Lernende einen Gegenstand und stellt ihre/seine Berechnung den anderen Gruppenmitgliedern vor. Nach der Pause werden die Volumenberechnungen mittels Grundlinie mal Höhe im Lehrgespräch repetiert, die Formel für die Kugelberechnung ohne Herleitung präsentiert und diskutiert. In ihrer Gruppe erhalten die Lernenden nun eine Plexiglasform der verbleibenden Figuren (Pyramiden, Kegel), zu welchen sie die Formel für die Volumenberechnung finden müssen. Dabei helfen Tipp-Karten, welche bei Bedarf gezogen werden können. Zum Schluss notieren sich die Lernenden ihre Erkenntnisse im Lernjournal und schreiben eine Reflexion.

**Grobziele:**

C) Volumen 3) Rechnen

**C3a** Volumen von Würfeln, Quadern und daraus zusammengesetzten Figuren berechnen.**C3b** Volumen von geraden Prismen (bei bekannter Grundfläche) und Zylindern (dito) berechnen.**C3c** Volumen von Pyramiden, Kegeln und Kugeln berechnen.**Lernziele:**

- Die Volumenberechnung von Pyramide und Kegel selber herleiten und in eigenen Worten beschreiben
- Die Volumenberechnung von Würfel, Quader, Zylinder, Prisma, Pyramide und Kegel anwenden

**Natürliche Differenzierung:**

- Wahl eines eigenen Gegenstands zur Berechnung des Volumens, individuelles Vorgehen
- individuelles Herleiten der Pyramiden- und Kegelformel

**Sprache/Schreibförderung:**

- schriftliche Arbeitsaufträge
- Viel Gelegenheit zum mündlichen Austausch
- schriftlicher Journaleintrag und Reflexion

Zeit	Inhalt	Material
0'	GA: Die Lernenden erhalten Kärtchen mit geometrischen Alltagsgegenständen. Sie benennen sie richtig mit dem entsprechenden Namenskärtchen und machen zwei Gruppen: Jene, von denen sie das Volumen berechnen können und jene, wo sie das nicht können.	Kärtchen geom. Alltagsgeg. Kärtchen geom. Figuren
10'	L/K: Instruktion Auftrag 1 mittels PowerPoint-Auftrag und Beispielgegenstand am HRP.	ppt Pyramide, Kegel und Kugel Beispielsgegenstand auf Folie
15'	EA: Jedes Gruppenmitglied wählt einen Gegenstand, dessen Volumen berechnet werden soll. Zuerst schätzen die Lernenden das Volumen in etwa ab. Dann schätzen sie die für die Berechnung benötigten Längen und rechnen das Volumen aus. Alle Berechnungen werden aufs Kärtchen notiert. Schnelle Lernende bearbeiten eine zweite Figur.	Kärtchen geom. Alltagsgeg. ppt Pyramide, Kegel und Kugel
30'	GA: Die Lernenden präsentieren einander ihre Aufgaben und ihren Lösungsweg.	
45'	LG: Am HRP werden die bekannten Volumenberechnungen (Grundlinie · Höhe) nochmals gemeinsam erarbeitet. Die Volumenformel der Kugel wird ohne Herleitung an der WT dargestellt und kurz diskutiert.	Folie Figuren Figuren an WT
55'	GA: Die Lernenden erhalten pro Gruppe ein Plexiglaskörper (Viereckspyramide, Dreieckspyramide, Kegel) und müssen eigenständig eine Formel suchen. Wenn sie nicht mehr	Tipp-Karten

	weiterwissen, können Tipp-Karten gezogen werden. Im Anschluss daran berechnen sie das Volumen des entsprechenden Alltagsgegenstands.	
60'	EA: Die Lernenden erstellen gemäss Auftrag 2 einen Lernjournaleintrag und schreiben eine Reflexion.	ppt Pyramide, Kegel und Kugel
85'	LG: Die WT-Darstellung mit den Volumenberechnung wird mit den neuen Erkenntnissen ergänzt.	

## Geometrische Alltagsgegenstände (Beispiele)



## Tipps

<p><b>Tipp 1</b> Sucht eine andere Plexiglasfigur, die einiges mit eurer Figur gemeinsam hat.</p>	<p><b>Tipp 2</b> Hat die zweite Plexiglasfigur die gleiche Grundfläche und Höhe wie eure Figur?</p>
<p><b>Tipp 3</b> Wie berechnet ihr das Volumen der zweiten Plexiglasfigur?</p> <p>Könnt ihr das Volumen eurer Figur davon ableiten?</p>	<p><b>Tipp 4</b> Füllt eure Figur mit Wasser. Wievielmals passt der Inhalt in die zweite Plexiglasfigur?</p> <p>Was heisst das nun für das Volumen?</p>



2 Lektionen

**Kurzbeschreibung**

Die Lernenden berechnen Volumen und Inhalt ihrer Kerzengiessform. Ihr Lösungsweg inkl. Skizze notieren sie auf ein Kärtchen. Danach giessen sie ihre Kerze und lösen zwischendurch oder anschliessend mindestens drei weitere Volumenberechnung anderer Figuren. Als Zusatzmaterial liegt ein Aufgabenblatt mit weiteren Volumenberechnungen auf.

**Grobziele:**

C) Volumen 3) Rechnen

**C3a** Volumen von Würfeln, Quadern und daraus zusammengesetzten Figuren berechnen.**C3b** Volumen von geraden Prismen (bei bekannter Grundfläche) und Zylindern (dito) berechnen.**C3c** Volumen von Pyramiden, Kegeln und Kugeln berechnen.**Lernziele:**

- Das Volumen und den Inhalt der selbstgewählten Giessform berechnen
- Anhand der Übungsblätter individuell stoffliche Lücken schliessen

**Natürliche Differenzierung:**

- eigene Wahl/Berechnung Kerzengiessformen

**Sprache/Schreibförderung:**

-

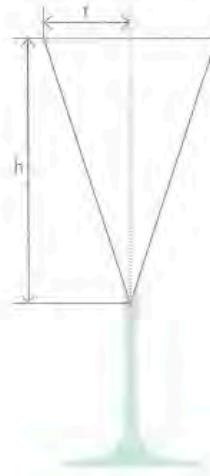
Zeit	Inhalt Lektion	Material
0'	L: Die Inhalte der Lektion werden kurz erläutert. Die Lernenden wählen eine Kerzengiessform aus.	Kerzengiessformen
5'	LG: Einführung in den ersten Arbeitsauftrag mit ppt-Folie.	ppt Arbeitsauftrag
10'	EA: Die Lernenden messen notwendige Längen und berechnen das Volumen der Form. Sie notieren Lösungsweg und Resultat auf ein Kärtchen. L und SHP kontrollieren die Lösung. Schnelle Lernende optimieren ihr Kärtchen (Skizze ausgestalten, Lösungsweg ausführlicher notieren). Die Giessformen werden zusammen mit den Kärtchen auf dem SHP-Tisch deponiert.	Kärtchen  Anschauungsmaterial Hohlmasse-Raummasse
20'	L: Instruktion Kerzengiessen	Kochplatten, Pfannen, Zeitung Wachs, Dochte (zugeschnitten) Kerzengiessformen
30'	PA/GA: Die Lernenden giessen ihre Kerzen. EA: Alternativprogramm bei Wartezeiten: Jede und jeder Lernende wählt mindestens drei Kärtchen mit anderen geometrischen Figuren, berechnet Volumen und Hohlmasse auf ein Blatt und korrigiert mit der Lösung auf der Rückseite.  Zusatzprogramm für Schnelle: Übungsblatt zu verschiedenen Volumenberechnungen.	         Übungsblatt

## Zusatzblatt – Volumen berechnen

### Kegel

1.7 Ein kegelförmiges Sektglas hat die Innenmasse  $r = 3.7 \text{ cm}$  und  $h = 11.2 \text{ cm}$ .

- a Wie viele  $\text{cm}^3$  Getränk haben im Sektglas Platz?
- b Wie viele Zentiliter (cl) sind das?
- c Wie viele Zentiliter fasst das Sektglas, wenn es zu 80% gefüllt ist?



### Kugel

2.4 Beim Kugelstossen beträgt der Durchmesser der Eisenkugel bei den Männern  $12.06 \text{ cm}$  und bei den Frauen  $9.89 \text{ cm}$ .

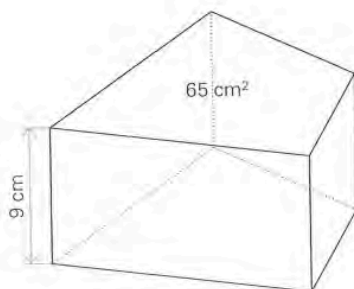
- a Schätze, wie viel die beiden Kugeln jeweils wiegen.
- b Berechne, wie viel die beiden Kugeln jeweils wiegen.  
 $1 \text{ cm}^3$  Eisen wiegt ungefähr  $7.9 \text{ g}$ .



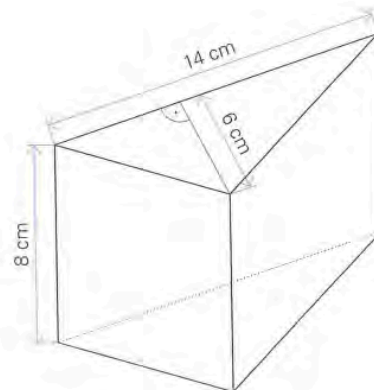
### Prisma

1.4 Berechne das Volumen der geraden Prismen.

a



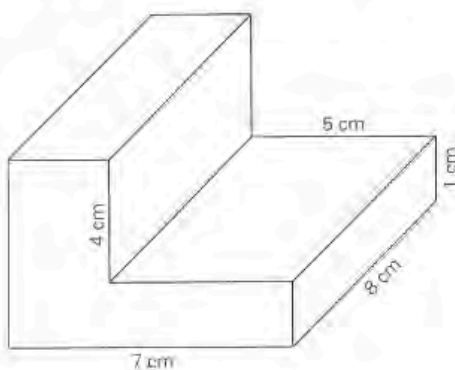
b



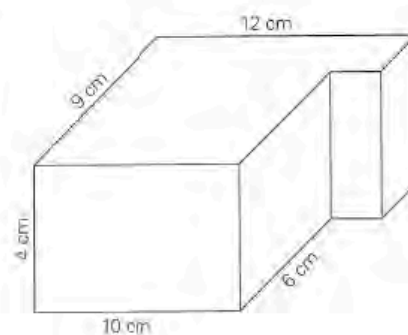
### Quader

3.1 Berechne für jeden Körper das Volumen.

a

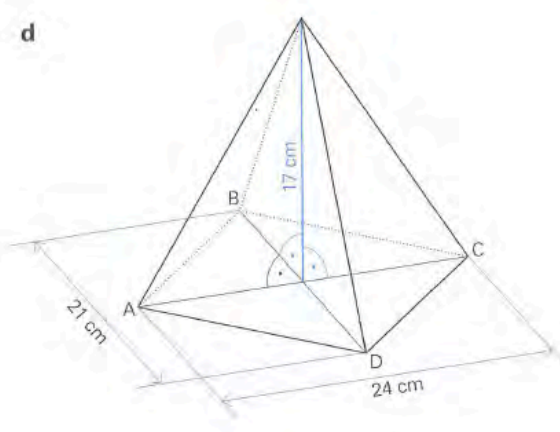
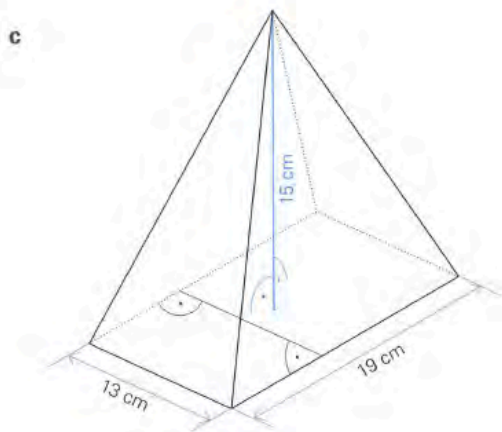


b



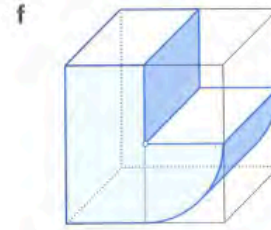
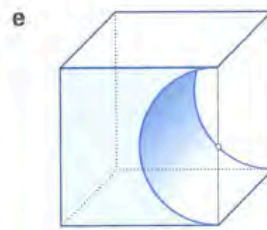
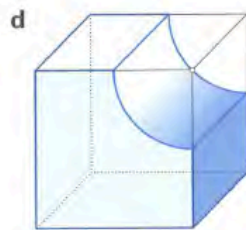
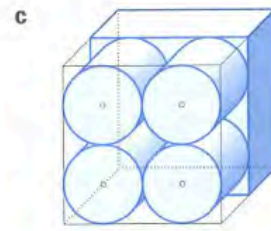
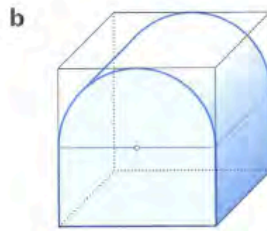
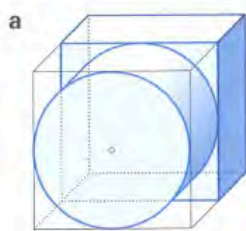
## Pyramide

### 4.4 Berechne das Volumen der Pyramiden



## Zylinder

1.4 Die blau eingefärbten Körper sind jeweils in einem Würfel mit der Kantenlänge 10 cm eingeschrieben. Berechne das Volumen dieser Körper.



## Lösungen

<b>Kegel</b>	a) $\sim 160.6\text{cm}^3$	b) $\sim 16\text{cl}$	c) $\sim 12.8\text{cl}$
<b>Kugel</b>	a) $\sim 7.3\text{kg}$	b) $\sim 4.0\text{kg}$	
<b>Prisma</b>	a) $585\text{cm}^3$	b) $336\text{cm}^3$	
<b>Quader</b>	a) $120\text{cm}^3$	b) $384\text{cm}^3$	
<b>Pyramide</b>	c) $1235\text{cm}^3$	d) $1428\text{cm}^3$	
<b>Zylinder</b>	a) $\sim 893\text{cm}^3$	b) $\sim 893\text{cm}^3$	c) $\sim 893\text{cm}^3$
	d) $\sim 804\text{cm}^3$	e) $\sim 607\text{cm}^3$	f) $\sim 696\text{cm}^3$

## 12 Summative Lernkontrollen mit Lösung

Taschenrechner erlaubt, Zeit: 60 Minuten.

## 1. Vorstellen

**1.1 Grössenvorstellung:** Nenne Gegenstände, welche zu diesen Grössen passen:

6P.

### 1cl      Inhalt eines Suppenlöffels

10m

\_\_\_\_\_

1t

\_\_\_\_\_

1ml

\_\_\_\_\_

1km

\_\_\_\_\_

1hl

\_\_\_\_\_

1g

\_\_\_\_\_

**1.2 Schätzen:** Schätze die Grössen:

12P.

1. Kreuze eine passende Einheit an.

2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

1. Gewicht eines Lollis



\_\_\_\_\_ ☐ mg  
☐ g  
☐ kg

2. Länge einer Nacktschnecke



\_\_\_\_\_ ☐ cm  
☐ mm  
☐ dm

3. Inhalt einer Tintenpatrone



\_\_\_\_\_ ☐ cl  
☐ dl  
☐ ml

4. Länge eines Lastwagens



\_\_\_\_\_ ☐ m  
☐ dm  
☐ km

5. Gewicht Schwedenkasten








\_\_\_\_\_ ☐ kg  
☐ g  
☐ t

6. Inhalt eines Dampfkochtopfs



\_\_\_\_\_ ☐ dl  
☐ hl  
☐ l

<p>7. Gewicht Dampfkochtopf</p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> mg  <input type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> kg         </p>	<p>8. Durchmesser Kanton Aargau</p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> dm  <input type="checkbox"/> km         </p>	<p>9. Inhalt eines Hühnereis</p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> ml  <input type="checkbox"/> cl  <input type="checkbox"/> dl         </p>
<p>10. Gewicht eines Hühnereis</p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> kg  <input type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> mg         </p>	<p>11. Inhalt eines Joghurts</p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> cl  <input type="checkbox"/> l  <input type="checkbox"/> dl         </p>	<p>12. Breite eines Tafelabziehers</p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> dm  <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> mm         </p>

### 1.3 Erkläre

2P.

Warum ist es beim Schätzen wichtig, dass man Gegenstände zu den einzelnen Grössen kennt (z.B. 1cm = 1 Fingerbreite, 1cl = Inhalt eines Suppenlöffels, etc.)? Erkläre.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Umwandeln

**2.1 Umwandeln:** Wandle die Grössen in die angegebene Einheit um.

12P.

1.) 400cm = _____ m	2.) 4kg = _____ g	3.) 9cm = _____ mm
4.) 15dl = _____ l	5.) 7.5t = _____ kg	6.) 5cl = _____ l
7.) 39m = _____ km	8.) 40ml = _____ l	9.) 8.5kg = _____ mg
10.) 0.0135hl = _____ dl	11.) 21.05mm = _____ dm	12.) 525.02dm = _____ km

**2.2 Falsch umgewandelt:** Beantworte die Frage.

3P.

Martina hat so umgewandelt: **5.5 mg = 55g**

Was hat sie dabei alles falsch gemacht? Was müsstest du ihr erklären, damit sie beim nächsten Mal keine Fehler mehr macht?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 3. Rechnen

Im Supermarkt gibt es Milchpackungen in drei verschiedenen Grössen.



	Grosse Milchpackung	Mittlere Milchpackung	Kleine Milchpackung
<b>Inhalt</b>	<b>1l</b>	<b>5dl</b>	<b>250ml</b>
Länge	9cm	76mm	6.3cm
Breite	59mm	4.8cm	4.2cm
Höhe	2dm	1.4dm	10.2cm
Gewicht	1.12kg	542g	284g
<b>Preis</b>	<b>1.30 Fr.</b>	<b>0.85 Fr.</b>	<b>0.60 Fr.</b>

**3.1 Aufgabe:** Schreibe die Rechnung und das Resultat der folgenden Aufgaben auf. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden. 6P.

1. Wie viel wiegen fünf grosse, drei mittlere und eine kleine Milchpackung zusammen?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

2. Marc kauft mehrere grosse Milchpackungen und bezahlt an der Kasse Fr. 14.30. Wie viele Packungen hat er gekauft?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

3. Wie hoch wird ein Turm mit einer grossen, einer mittleren und einer kleinen Milchpackung?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

4. Wie viele Zentimeter länger ist die mittlere Milchpackung als die kleine Milchpackung?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

5. Wie viel Prozent teurer wird es, wenn man 1l Milch nicht als grosse Packung, sondern mit kleinen Packungen kauft?

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

6. Wie gross ist die durchschnittliche Breite der drei Packungen? Runde auf eine Stelle nach dem Komma.

Rechnung und Resultat: \_\_\_\_\_

**3.2 Eigene Rechnung:** Formuliere selber eine möglichst schwierige Rechnung und löse sie: 2P.

---



---



---



Punkte: \_\_\_\_/43    Note: \_\_\_\_    Unterschrift: \_\_\_\_\_

Taschenrechner erlaubt, Zeit: 60 Minuten.

## 1. Vorstellen

**1.1 Grössenvorstellung:** Nenne Gegenstände, welche zu diesen Grössen passen:

6P.





<b>1cl</b>	<b>Inhalt eines Suppenlöffels</b>
<b>10m</b>	<b>Schulzimmerlänge, etc.</b>
<b>1t</b>	<b>Auto, Elefant, etc.</b>
<b>1ml</b>	<b>Tintenpatrone, ½ Teelöffel, Spucke, etc.</b>
<b>1km</b>	<b>OSOS-Kreisel – Sigg.-Brücke, etc.</b>
<b>1hl</b>	<b>½ Badewanne</b>
<b>1g</b>	<b>Tablette, Smartie, 5-Räppler, etc.</b>

**1.2 Schätzen:** Schätze die Grössen:

12P.

1. Kreuze eine passende Einheit an.
2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p><b>1. Gewicht eines Lollis</b></p>  <p> <input type="checkbox"/> mg  <b>10 - 15</b> <input checked="" type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> kg         </p>	<p><b>2. Länge einer Nacktschnecke</b></p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> cm  <b>4 - 12</b> <input type="checkbox"/> mm  <input type="checkbox"/> dm         </p>	<p><b>3. Inhalt einer Tintenpatrone</b></p>  <p> <input type="checkbox"/> cl  <b>0.5 - 2</b> <input type="checkbox"/> dl  <input checked="" type="checkbox"/> ml         </p>
<p><b>4. Länge eines Lastwagens</b></p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> m  <b>15-20</b> <input type="checkbox"/> dm  <input type="checkbox"/> km         </p>	<p><b>5. Gewicht Schwedenkasten</b></p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> kg  <b>70 - 100</b> <input type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> t         </p>	<p><b>6. Inhalt eines Dampfkochtopfs</b></p>  <p> <input type="checkbox"/> dl  <b>5 - 10</b> <input type="checkbox"/> hl  <input checked="" type="checkbox"/> l         </p>

<p>7. Gewicht Dampfkochtopf</p>  <p> <input type="checkbox"/> mg  <b>2 - 5</b> <input type="checkbox"/> g  <input checked="" type="checkbox"/> kg         </p>	<p>8. Durchmesser Kanton Aargau</p>  <p> <input type="checkbox"/> m  <b>35 - 70</b> <input type="checkbox"/> dm  <input checked="" type="checkbox"/> km         </p>	<p>9. Inhalt eines Hühnereis</p>  <p> <input type="checkbox"/> ml  <b>2 - 7</b> <input checked="" type="checkbox"/> cl  <input type="checkbox"/> dl         </p>
<p>10. Gewicht eines Hühnereis</p>  <p> <input type="checkbox"/> kg  <b>50 - 80</b> <input checked="" type="checkbox"/> g  <input type="checkbox"/> mg         </p>	<p>11. Inhalt eines Joghurts</p>  <p> <input type="checkbox"/> cl  <b>1.5 - 3</b> <input type="checkbox"/> l  <input checked="" type="checkbox"/> dl         </p>	<p>12. Breite eines Tafelabziehers</p>  <p> <input checked="" type="checkbox"/> dm  <b>3 - 4</b> <input type="checkbox"/> m  <input type="checkbox"/> mm         </p>

halbe Punkte für richtige Einheit.

### 1.3 Erkläre

2P.

Warum ist es beim Schätzen wichtig, dass man Gegenstände zu den einzelnen Grössen kennt (z.B. 1cm = 1 Fingerbreite, 1cl = Inhalt eines Suppenlöffels, etc.)? Erkläre.

Schätzaufgaben mit inneren Repräsentanten abgleichen. → 1P. \_\_\_\_\_

So kann genauer geschätzt werden. → 1P. \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---

## 2. Umwandeln

**2.1 Umwandeln:** Wandle die Grössen in die angegebene Einheit um.

12P.

1.) 400cm = <b>4</b> m	2.) 4kg = <b>4000</b> g	3.) 9cm = <b>90</b> mm
4.) 15dl = <b>1.5</b> l	5.) 7.5t = <b>7500</b> kg	6.) 5cl = <b>0.05</b> l
7.) 39m = <b>0.039</b> km	8.) 40ml = <b>0.04</b> l	9.) 8.5kg = <b>8'500'000</b> mg
10.) 0.0135hl = <b>13.5</b> dl	11.) 21.05mm = <b>0.2105</b> dm	12.) 525.02dm = <b>0.052502</b> km

**2.2 Falsch umgewandelt:** Beantworte die Frage.

3P.

Martina hat so umgewandelt: **5.5 mg = 55g**

Was hat sie dabei alles falsch gemacht? Was müsstest du ihr erklären, damit sie beim nächsten Mal keine Fehler mehr macht?

**Fehler 1: Zahl wird kleiner, da Einheit grösser wird (Komma falsch verschoben) → 1P.** \_\_\_\_\_

**Fehler 2: Teiligkeit nicht beachtet: mg – g sind 1000-teilig → 1P.** \_\_\_\_\_

**Vorgehen: Wenn schlüssig erklärt → 1P.** \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

### 3. Rechnen

Im Supermarkt gibt es Milchpackungen in drei verschiedenen Grössen.



	Grosse Milchpackung	Mittlere Milchpackung	Kleine Milchpackung
<b>Inhalt</b>	<b>1l</b>	<b>5dl</b>	<b>250ml</b>
Länge	9cm	76mm	6.3cm
Breite	59mm	4.8cm	4.2cm
Höhe	2dm	1.4dm	10.2cm
Gewicht	1.12kg	542g	284g
<b>Preis</b>	<b>1.30 Fr.</b>	<b>0.85 Fr.</b>	<b>0.60 Fr.</b>

**3.1 Aufgabe:** Schreibe die Rechnung und das Resultat der folgenden Aufgaben auf. Alle Einheiten müssen dabei notiert werden. 6P.

1. Wie viel wiegen fünf grosse, drei mittlere und eine kleine Milchpackung zusammen?

Rechnung und Resultat:  $5 \cdot 1120g + 3 \cdot 542g + 284g = 7'510g$

2. Marc kauft mehrere grosse Milchpackungen und bezahlt an der Kasse Fr. 14.30. Wie viele Packungen hat er gekauft?

Rechnung und Resultat:  $\text{Fr. } 14.30 : \text{Fr. } 1.30 = 11 \text{ Packungen}$

3. Wie hoch wird ein Turm mit einer grossen, einer mittleren und einer kleinen Milchpackung?

Rechnung und Resultat:  $20cm + 14cm + 10.2cm = 44.2cm$

4. Wie viele Zentimeter länger ist die mittlere Milchpackung als die kleine Milchpackung?

Rechnung und Resultat:  $76mm - 63mm = 13mm$

5. Wie viel Prozent teurer wird es, wenn man 1l Milch nicht als grosse Packung, sondern mit kleinen Packungen kauft?

Rechnung und Resultat:  $4 \cdot \text{Fr. } 0.60 = \text{Fr. } 2.40 \mid 100\% : 1.30 \cdot 2.40 = 184.6\% \rightarrow 84.6\% \text{ teurer}$

6. Wie gross ist die durchschnittliche Breite der drei Packungen? Runde auf eine Stelle nach dem Komma.

Rechnung und Resultat:  $(5.9cm + 4.8cm + 4.2cm) : 3 = 5.0cm$

**3.2 Eigene Rechnung:** Formuliere selber eine möglichst schwierige Rechnung und löse sie: 2P.

**Rechnung richtig: 0.5P.** \_\_\_\_\_

**Resultat richtig: 0.5P.** \_\_\_\_\_

**Bonus, wenn Aufgabe schwierig: 1P.** \_\_\_\_\_

Punkte: \_\_\_\_/49

Note: \_\_\_\_\_

Unterschrift Eltern: \_\_\_\_\_

Taschenrechner erlaubt, Zeit: 60 Minuten.

## 1. Vorstellen

### 1.1 Grössenvorstellung: Ergänze die Tabelle.

4.5P.

Fläche	Seitenlänge	Anzahl m <sup>2</sup>
Bsp. Quadratmeter (m <sup>2</sup> )	1m	1m <sup>2</sup>
Are (a)		m <sup>2</sup>
(     )	1km	m <sup>2</sup>
(     )		10'000 m <sup>2</sup>

Wie gross ist die Fläche der Gemeinde Obersiggenthal? \_\_\_\_\_

Wie gross ist die Fläche des Kantons Aargau? \_\_\_\_\_




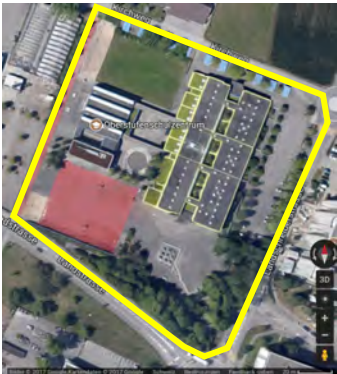

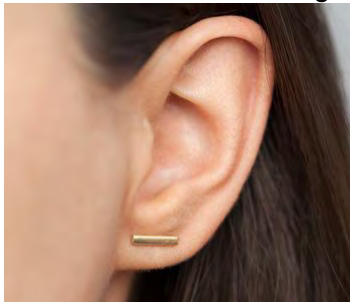
Wie gross ist die Fläche der Schweiz? \_\_\_\_\_

### 1.2 Schätzen: Schätze die Flächen:

9P.

1. Kreuze eine passende Einheit an.

2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p><b>1. Fläche einer Kreditkarte</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup> </p>	<p><b>2. Fläche dieses Plakats</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> a                 </p>	<p><b>3. Fläche des roten Platzes</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> a  <input type="checkbox"/> ha                 </p>
<p><b>4. Fläche Areal OSOS</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> a  <input type="checkbox"/> ha  <input type="checkbox"/> km<sup>2</sup> </p>	<p><b>5. Fläche Zifferblatt Wanduhr</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup> </p>	<p><b>6. Fläche dieses Ohrings</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup> </p>

<b>7. Wasseroberfläche Zürichsee</b>  <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> ha <input type="checkbox"/> km <sup>2</sup>	<b>8. Sitzfläche dieses Stuhls</b>  <input type="checkbox"/> mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>2</sup>	<b>9. Fläche eines Zweifränklers</b>  <input type="checkbox"/> mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> cm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>2</sup>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2. Umwandeln

**2.1 Umwandeln:** Wandle die Flächen in die angegebene Einheit um.

9P.

1.) 400cm <sup>2</sup> = _____ dm <sup>2</sup>	2.) 7cm <sup>2</sup> = _____ mm <sup>2</sup>	3.) 3.5m <sup>2</sup> = _____ cm <sup>2</sup>
4.) 17a = _____ m <sup>2</sup>	5.) 0.5km <sup>2</sup> = _____ m <sup>2</sup>	6.) 124mm <sup>2</sup> = _____ dm <sup>2</sup>
7.) 8.081ha = _____ a	8.) 0.034a = _____ dm <sup>2</sup>	9.) 36mm <sup>2</sup> = _____ m <sup>2</sup>

**2.2 Richtig oder falsch?**

3P.

Lia rechnet: „1m ist gleich gross wie 100cm, also ist 1m<sup>2</sup> das Gleiche wie 100cm<sup>2</sup>“

Wie kannst du ihr erklären, warum Flächen nicht gleich wie Längen umgewandelt werden können? Zeichne dazu auch eine Skizze.

---

---

---

---

---

---

---

---

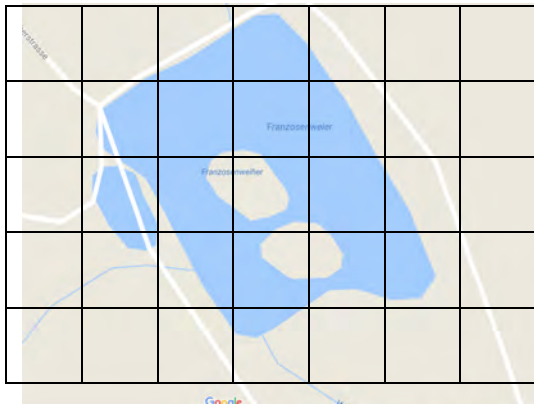
---

---

Skizze

### 3. Rechnen

**3.1 Unregelmässige Flächen berechnen:** Wie gross ist die Wasseroberfläche des „Franzosenweihers“? Berechne und notiere deinen Lösungsweg. Die Seitenlänge von einem Quadrat misst 20m. 3.5P.



---

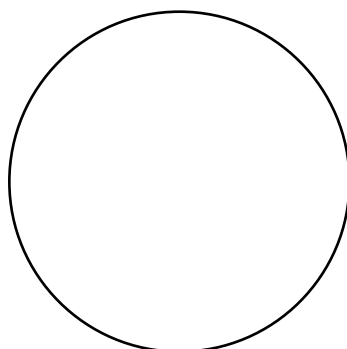
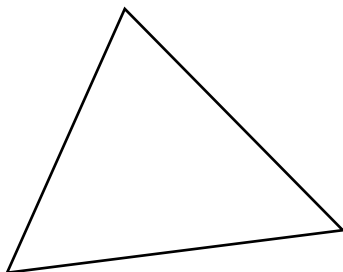
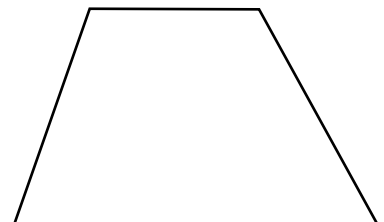
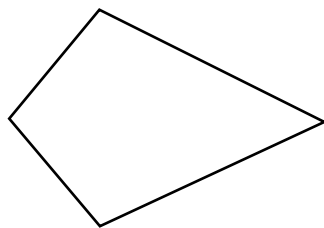
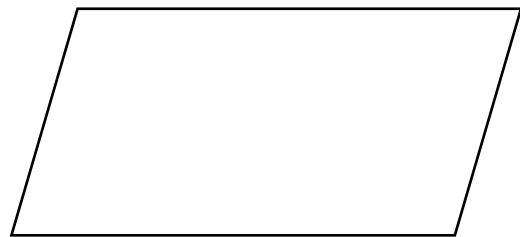
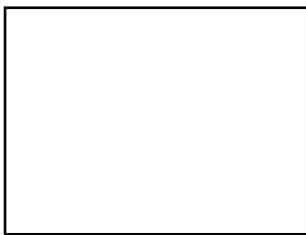
---

---

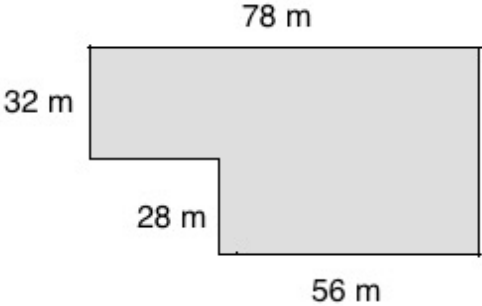
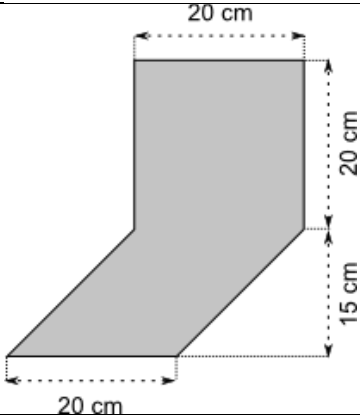
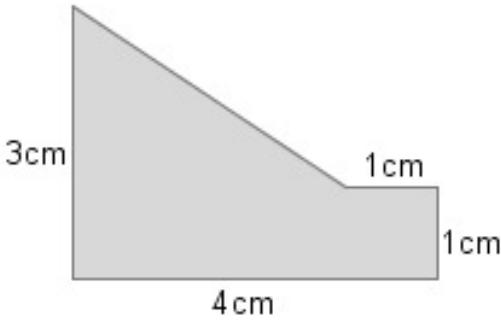
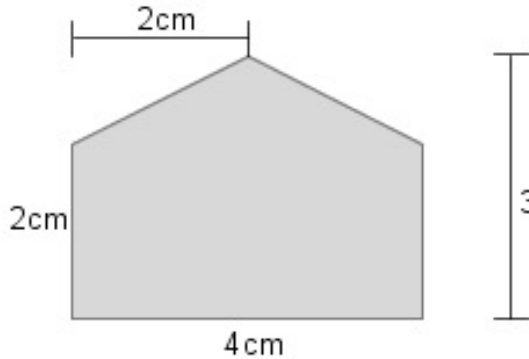
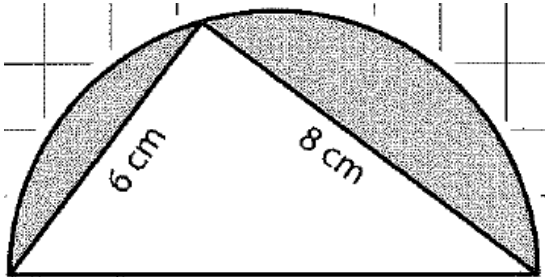
---

---

**3.2 Messen und berechnen:** Benenne die Figuren. Miss die nötigen Längen und berechne die Flächen. Notiere deinen Lösungsweg. 12P.



**3.3 Flächen berechnen:** Berechne die grauen Flächen ohne zu messen. Notiere deinen Lösungsweg. 8P.

	
	
	
	
<p>Bonusaufgabe (2P.)</p> 	



Punkte: \_\_\_\_/49

Note: \_\_\_\_

Unterschrift Eltern: \_\_\_\_

Taschenrechner erlaubt, Zeit: 60 Minuten.

## 1. Vorstellen

### 1.1 Grössenvorstellung: Ergänze die Tabelle.

4.5P.

Fläche	Seitenlänge	Anzahl m <sup>2</sup>
Bsp. Quadratmeter (m <sup>2</sup> )	1m	1m <sup>2</sup>
Are (a)	10m	100 m <sup>2</sup>
Quadratkilometer (km <sup>2</sup> )	1km	1'000'000 m <sup>2</sup>
Hektare (ha)	100m	10'000 m <sup>2</sup>

Wie gross ist die Fläche der Gemeinde Obersiggenthal? **8.4km<sup>2</sup>**

Wie gross ist die Fläche des Kantons Aargau? **1'400km<sup>2</sup>**



Wie gross ist die Fläche der Schweiz? **40'000km<sup>2</sup>**

### 1.2 Schätzen: Schätze die Flächen:

9P.

- Kreuze eine passende Einheit an.
- Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p>1. Fläche einer Kreditkarte</p>  <p><b>40 - 50</b>    <input type="checkbox"/> mm<sup>2</sup>    <input checked="" type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>    <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup></p>	<p>2. Fläche dieses Plakats</p>  <p><b>12 - 20</b>    <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup>    <input checked="" type="checkbox"/> m<sup>2</sup>    <input type="checkbox"/> a</p>	<p>3. Fläche des roten Platzes</p>  <p><b>4 - 6</b>    <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup>    <input checked="" type="checkbox"/> a    <input type="checkbox"/> ha</p>
<p>4. Fläche Areal OSOS</p>  <p><b>1 - 3</b>    <input type="checkbox"/> a    <input checked="" type="checkbox"/> ha    <input type="checkbox"/> km<sup>2</sup></p>	<p>5. Fläche Zifferblatt Wanduhr</p>  <p><b>5 - 8</b>    <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>    <input checked="" type="checkbox"/> dm<sup>2</sup>    <input type="checkbox"/> m<sup>2</sup></p>	<p>6. Fläche dieses Ohrrings</p>  <p><b>7 - 20</b>    <input checked="" type="checkbox"/> mm<sup>2</sup>    <input type="checkbox"/> cm<sup>2</sup>    <input type="checkbox"/> dm<sup>2</sup></p>

<b>7. Wasseroberfläche Zürichsee</b>  <input type="checkbox"/> a <input checked="" type="checkbox"/> 50 - 100 ha <input checked="" type="checkbox"/> km <sup>2</sup>	<b>8. Sitzfläche dieses Stuhls</b>  <input type="checkbox"/> mm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> 10 - 15 cm <sup>2</sup> <input checked="" type="checkbox"/> dm <sup>2</sup>	<b>9. Fläche eines Zweifränklers</b>  <input type="checkbox"/> mm <sup>2</sup> <input checked="" type="checkbox"/> 4 - 7 cm <sup>2</sup> <input type="checkbox"/> dm <sup>2</sup>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2. Umwandeln

**2.1 Umwandeln:** Wandle die Flächen in die angegebene Einheit um.

9P.

1.) 400cm <sup>2</sup> = <b>4</b> dm <sup>2</sup>	2.) 7cm <sup>2</sup> = <b>700</b> mm <sup>2</sup>	3.) 3.5m <sup>2</sup> = <b>35'000</b> cm <sup>2</sup>
4.) 17a = <b>1700</b> m <sup>2</sup>	5.) 0.5km <sup>2</sup> = <b>500'000</b> m <sup>2</sup>	6.) 124mm <sup>2</sup> = <b>0.0124</b> dm <sup>2</sup>
7.) 8.081ha = <b>808.1</b> a	8.) 0.034a = <b>340</b> dm <sup>2</sup>	9.) 36mm <sup>2</sup> = <b>0.000036</b> m <sup>2</sup>

**2.2 Richtig oder falsch?**

3P.

Lia rechnet: „1m ist gleich gross wie 100cm, also ist 1m<sup>2</sup> das Gleiche wie 100cm<sup>2</sup>“

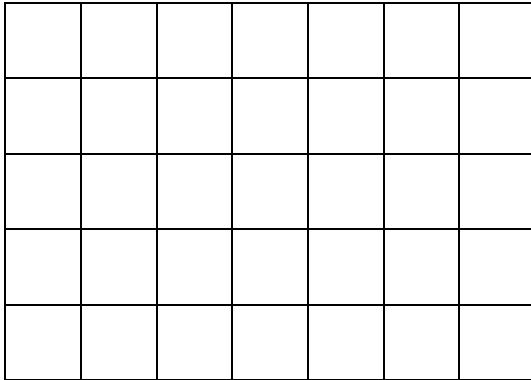
Wie kannst du ihr erklären, warum Flächen nicht gleich wie Längen umgewandelt werden können? Zeichne dazu auch eine Skizze.

**Text & Skizze je 1.5P.**

Skizze

### 3. Rechnen

**3.1 Unregelmässige Flächen berechnen:** Wie gross ist die Wasseroberfläche des „Franzosenweihers“? Berechne und notiere deinen Lösungsweg. Die Seitenlänge von einem Quadrat misst 20m. \_\_\_\_\_ 3.5P.



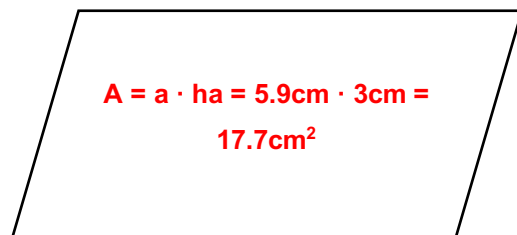
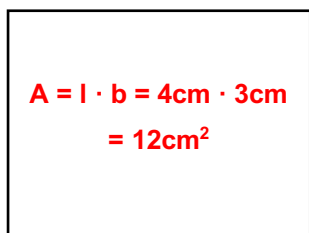
10 Häuschen (1P.)

$$1 \text{ Quadrat} = 20\text{m} \cdot 20\text{m} = 400\text{m}^2 \text{ (1P.)}$$

$$10 \cdot 400\text{m}^2 = 4000\text{m}^2 \text{ (1P.)}$$

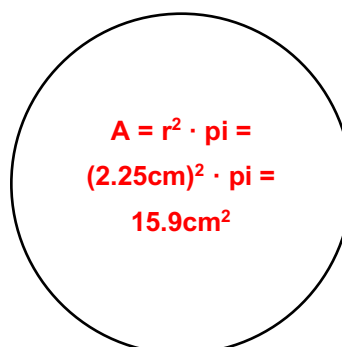
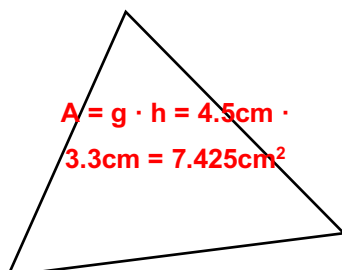
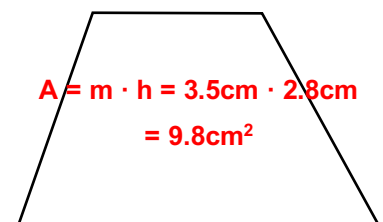
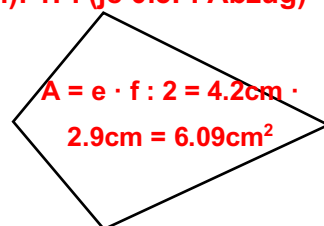
$$= 40a \text{ (0.5P.)}$$

**3.2 Messen und berechnen:** Benenne die Figuren. Miss die nötigen Längen und berechne die Flächen. Notiere deinen Lösungsweg. \_\_\_\_\_ 12P.

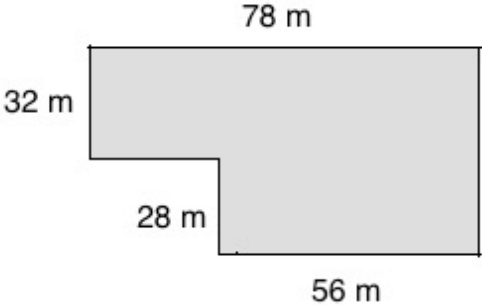
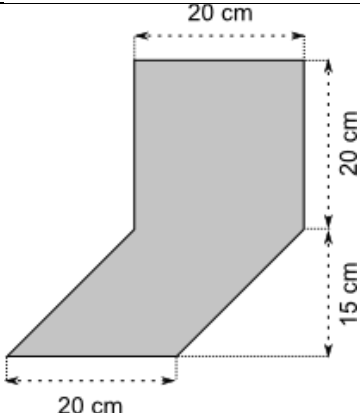
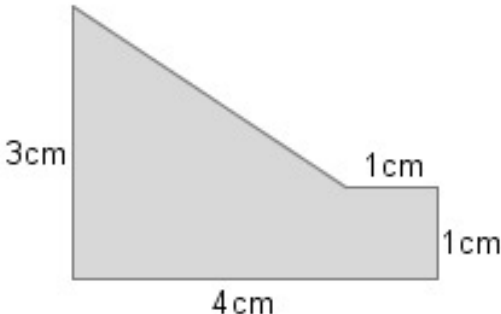
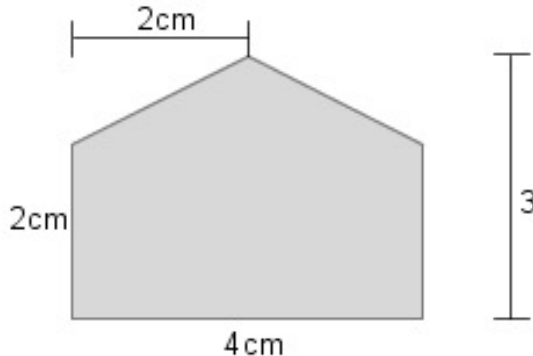
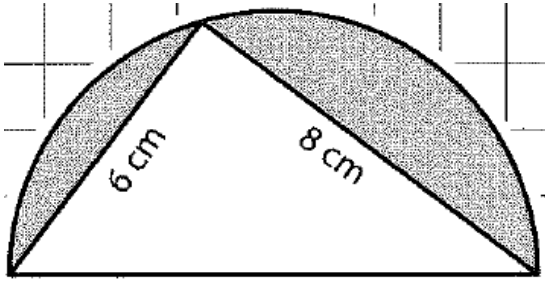


**Richtiges Vorgehen 1P.**

Alles andere i.O. (richtige Bezeichnung, genau gemessen, max. 1mm daneben; Einheit beim Resultat nicht vergessen): 1P. (je 0.5P. Abzug)



**3.3 Flächen berechnen:** Berechne die grauen Flächen ohne zu messen. Notiere deinen Lösungsweg. 8P.

	<p>Verschiedene Lösungswege</p> <p>4064m<sup>2</sup></p>
	<p>400cm<sup>2</sup> + 300cm<sup>2</sup> = 700cm<sup>2</sup></p>
	<p>Verschiedene Lösungswege</p> <p>7cm<sup>2</sup></p>
	<p>Verschiedene Lösungswege</p> <p>10cm<sup>2</sup></p>
<p>Bonusaufgabe (2P.)</p> 	<p>Fläche Halbkreis: (5cm)<sup>2</sup> · pi : 2 = 39.27cm<sup>2</sup></p> <p>Fläche Dreieck: 6cm · 8cm : 2 = 24cm<sup>2</sup></p> <p>Graue Fläche: 15.27cm<sup>2</sup></p>

Taschenrechner erlaubt, Zeit: 45 – 60 Minuten.






## 1. Vorstellen

**1.1 Schätzen:** Schätze die Volumen:

6P.

1. Kreuze eine passende Einheit an.

2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p><b>1. Volumen eines Radiergummis</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup> </p>	<p><b>2. Volumen Bleistiftspitz</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup> </p>	<p><b>3. Volumen Globus</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> m<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup> </p>
<p><b>4. Volumen eines Postautos</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> m<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> km<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup> </p>	<p><b>5. Volumen eines Leimstifts</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup> </p>	<p><b>6. Volumen eines grossen Schaumstoffwürfels</b></p>  <p>_____</p> <p> <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup> </p>

## 2. Umwandeln

**2.1 Umwandeln:** Wandle die Volumen in die angegebene Einheit um.

6P.

1.) 6000cm <sup>3</sup> = _____ dm <sup>3</sup>	2.) 9cm <sup>3</sup> = _____ mm <sup>3</sup>	3.) 5.5m <sup>3</sup> = _____ cm <sup>3</sup>
4.) 500dm <sup>3</sup> = _____ m <sup>3</sup>	5.) 0.25km <sup>3</sup> = _____ m <sup>3</sup>	6.) 46mm <sup>3</sup> = _____ m <sup>3</sup>

### 3. Rechnen

#### 3.1 Volumenformeln

a) Beschrifte die Figuren mit dem korrekten Namen.

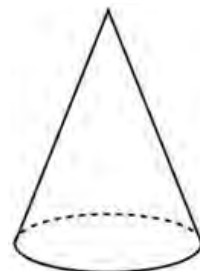
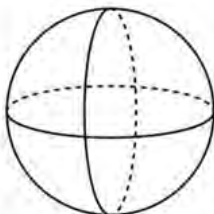
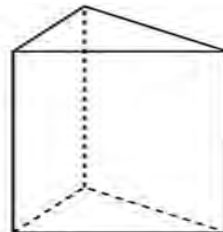
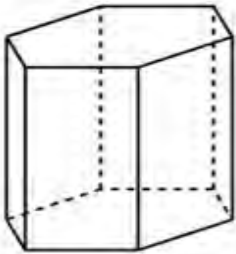
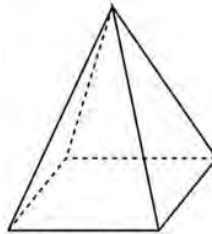
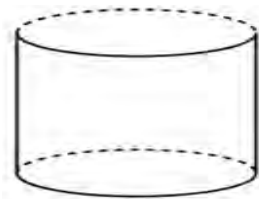
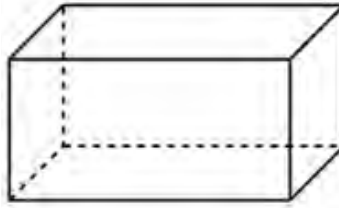
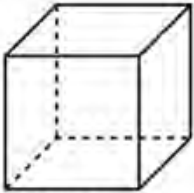
4P.

b) Zeichne bei allen Figuren – wenn möglich – die Grundfläche **rot** und die Höhe **grün** ein.

2P.

c) Markiere alle Figuren mit einem X, bei denen das Volumen mit der Formel „Grundfläche mal Höhe“ berechnet werden kann.

1P.



### 3.2 Linien schätzen und Volumen berechnen

9P.

- Schätze die nötigen Längen, die für das Rechnen wichtig sind.
- Zeichne die Längen in das Bild ein.
- Berechne jetzt das Volumen. Notiere deinen Lösungsweg.
- Wie viel Flüssigkeit (l, dl, etc.) hat darin Platz?

a) Aquarium



b) Grosse Redbull-Dose



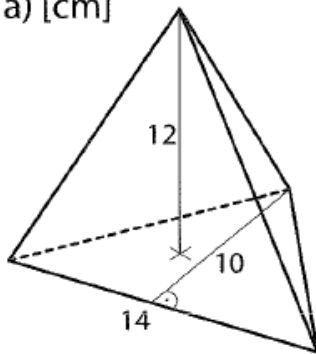
c) Inhalt Sektglass



**3.3 Volumen berechnen:** Berechne das Volumen der Figuren ohne zu messen. Notiere deinen Lösungsweg.

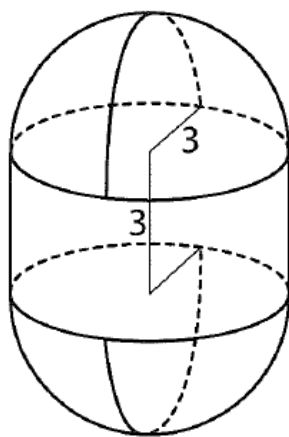
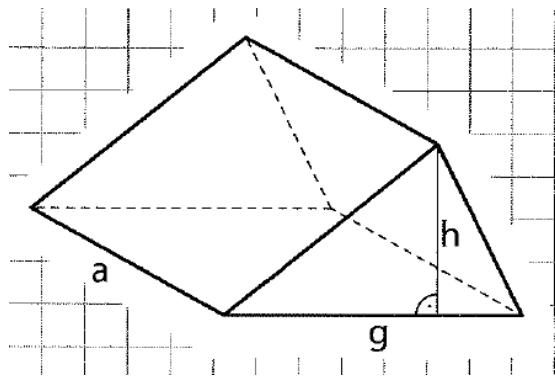
6P.

a) [cm]



alle Zahlen sind in cm anzugeben

$V = 70\text{cm}^3$ ,  $a = 7\text{cm}$ ,  $h = 4\text{cm}$   $g = ?$



alle Zahlen sind in cm anzugeben

### 3.4 Bonusaufgabe

Wie gross ist der Radius einer Kugel, wenn das Volumen  $113.1\text{dm}^3$  gross ist?

2P.



Punkte: \_\_\_\_/34

Note: \_\_\_\_

Unterschrift Eltern: \_\_\_\_

Taschenrechner erlaubt, Zeit: 45 – 60 Minuten.

## 1. Vorstellen

**1.1 Schätzen:** Schätze die Volumen:

6P.

1. Kreuze eine passende Einheit an.

2. Schreibe eine passende Zahl auf die Linie.

<p>1. Volumen eines Radiergummis</p>  <p>3 - 12    <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup></p>	<p>2. Volumen Bleistiftspitz</p>  <p>10 - 20    <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> mm<sup>3</sup></p>	<p>3. Volumen Globus</p>  <p>10 - 20    <input type="checkbox"/> m<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> dm<sup>3</sup></p>
<p>4. Volumen eines Postautos</p>  <p>30 - 60    <input checked="" type="checkbox"/> m<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> km<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup></p>	<p>5. Volumen eines Leimstifts</p>  <p>30 - 70    <input checked="" type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> dm<sup>3</sup></p>	<p>6. Volumen eines grossen Schaumstoffwürfels</p>  <p>3 - 8    <input type="checkbox"/> mm<sup>3</sup>  <input type="checkbox"/> cm<sup>3</sup>  <input checked="" type="checkbox"/> dm<sup>3</sup></p>

## 2. Umwandeln

**2.1 Umwandeln:** Wandle die Volumen in die angegebene Einheit um.

6P.

1.) 6000cm <sup>3</sup> = <b>6</b> dm <sup>3</sup>	2.) 9cm <sup>3</sup> = <b>9000</b> mm <sup>3</sup>	3.) 5.5m <sup>3</sup> = <b>5'500'000</b> cm <sup>3</sup>
4.) 500dm <sup>3</sup> = <b>0.5</b> m <sup>3</sup>	5.) 0.25km <sup>3</sup> = <b>250'000'000</b> m <sup>3</sup>	6.) 46mm <sup>3</sup> = <b>0.00000046</b> m <sup>3</sup>

### 3. Rechnen

#### 3.1 Volumenformeln

a) Beschrifte die Figuren mit dem korrekten Namen.

4P.

b) Zeichne bei allen Figuren – wenn möglich – die Grundfläche **rot** und die Höhe **grün** ein.

2P.

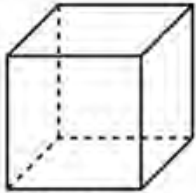
c) Markiere alle Figuren mit einem X, bei denen das Volumen mit der Formel „Grundfläche mal Höhe“ berechnet werden kann.

1P.

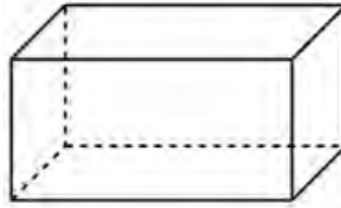
a) pro korrekter Name: 0.5P.

b) G: 1P (je -0.5P.) / H: 1P. (je -0.5P.)

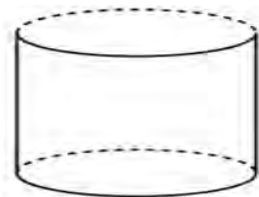
c) je Falsches -0.5P.



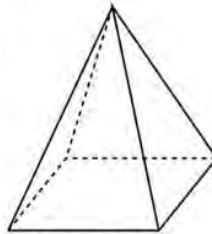
Würfel



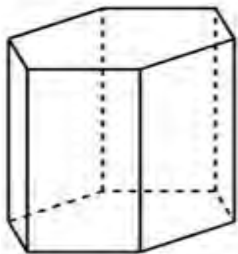
Quader



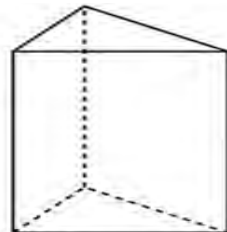
Zylinder



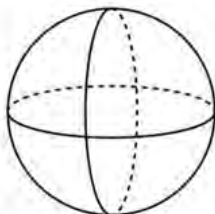
Pyramide



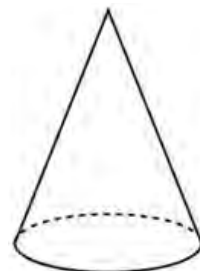
(Sechseck-)Prisma



(Dreieck-)Prisma



Kugel



Kegel

### 3.2 Linien schätzen und Volumen berechnen

9P.

- Schätze die nötigen Längen, die für das Rechnen wichtig sind.
- Zeichne die Längen in das Bild ein.
- Berechne jetzt das Volumen. Notiere deinen Lösungsweg.
- Wie viel Flüssigkeit (l, dl, etc.) hat darin Platz?

a) Aquarium



Linien eingezeichnet und +/- akzeptabel geschätzt: 1P.

Volumen mit geschätzten Längen richtig berechnet inkl. Lösungsweg: 1P.

Lösung korrekt in Hohlmasse umgerechnet: 1P.

$$V = l \cdot b \cdot h$$

b) Grosse Redbull-Dose



$$V = r^2 \cdot \pi \cdot h$$

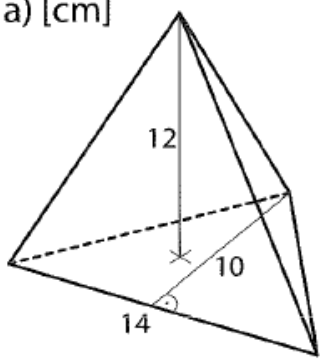
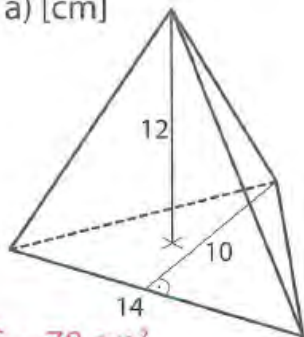
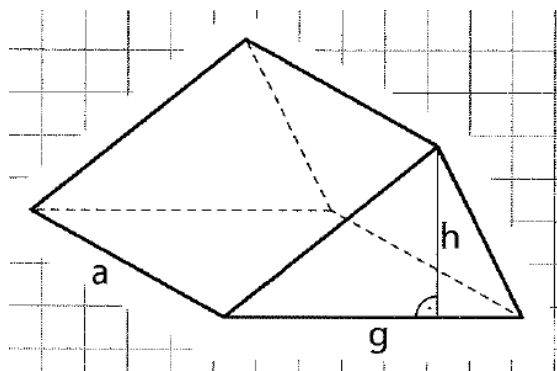
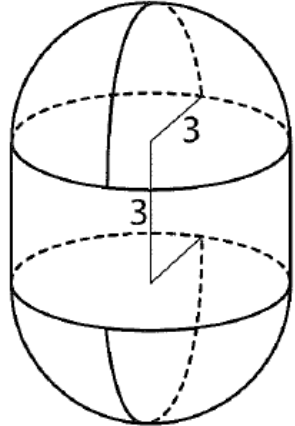
c) Inhalt Sektglass



$$V = r^2 \cdot \pi \cdot h : 3$$

**3.3 Volumen berechnen:** Berechne das Volumen der Figuren ohne zu messen. Notiere deinen Lösungsweg.

6P.

<p>a) [cm]</p>  <p>alle Zahlen sind im cm anzugeben</p>	<p>a) [cm]</p>  <p><math>G = 70 \text{ cm}^2</math>  <math>V = 280 \text{ cm}^3</math></p> <p><math>G = 14\text{cm} \cdot 10\text{cm} : 2 = \underline{70\text{cm}^2}</math> (1P.)  <math>V = G \cdot h : 3 = 70\text{cm}^2 \cdot 12\text{cm} : 3 = \underline{280\text{cm}^3}</math> (1P.)</p>
<p><math>V = 70\text{cm}^3</math>, <math>a = 7\text{cm}</math>, <math>h = 4\text{cm}</math>    <math>g = ?</math></p> 	<p><b>Zuerst G ausrechnen:</b></p> <p><math>G = V : a = 70\text{cm}^3 : 7\text{cm} = \underline{10\text{cm}^2}</math></p> <p><b>Dann g ausrechnen (Dreiecksfläche rückwärts):</b></p> <p><math>g = G \cdot 2 : h = 10\text{cm}^2 \cdot 2 : 4\text{cm} = \underline{5\text{cm}}</math></p>
 <p>alle Zahlen sind im cm anzugeben</p>	<p><b>Kugel: 1P.</b></p> <p><math>V_K = r^3 \cdot \pi : 3 \cdot 4 = \underline{113.1\text{cm}^3}</math></p> <p><b>Zylinder: 1P.</b></p> <p><math>V_Z = r^2 \cdot \pi \cdot h = \underline{84.82\text{cm}^3}</math></p> <p><math>V = V_K + V_Z</math>  <math>113.1 + 84.82 = \underline{197.92 [\text{cm}^3]}</math></p>

### 3.4 Bonusaufgabe

Wie gross ist der Radius einer Kugel, wenn das Volumen  $113.1\text{dm}^3$  gross ist?

2P.

**Formel für Kugelvolumen rückwärts rechnen:  $r = 3\text{dm}$**

## 13 Auswertungen summative Lernkontrollen

### Grössen/Längen

		Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Vorstellen	Grössen vorstellen (6P.)	4.5	5	5.5	5	5.5	4	5	5.5		6	6	4.5
	Schätzen (12P.)	5	7	5	3	7	5	9	9.5		7	7.5	7
	Erklären (2P.)	2	2	2	1	2	2	2	2		2	1	1
	<b>Total Vorstellen (20P.)</b>	<b>11.5</b>	<b>14</b>	<b>12.5</b>	<b>9</b>	<b>14.5</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>14.5</b>	<b>12.5</b>
Umwandeln	Umwandeln (12P.)	11	12	11	11	12	7	12	10.5		9	11	10
	"Falsch umgewandelt" (3P.)	1	1.5	1	1	2	1.5	2	1.5		3	1.5	1.5
	<b>Total Umwandeln (15P.)</b>	<b>12</b>	<b>13.5</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>8.5</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>12.5</b>	<b>11.5</b>
Rechnen	Aufgaben (6P.)	1	3.5	5.5	4	5	3.5	5	3		3	2.5	3
	Eigene Rechnung (2P.)	1.5	1	0.5	0.5	2	1	0.5	1		0.5	1	1
	<b>Total Rechnen (8P.)</b>	<b>2.5</b>	<b>4.5</b>	<b>6</b>	<b>4.5</b>	<b>7</b>	<b>4.5</b>	<b>5.5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>4</b>
<b>Total</b>	<b>43P.</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>30.5</b>	<b>25.5</b>	<b>35.5</b>	<b>24</b>	<b>35.5</b>	<b>33</b>	<b>0</b>	<b>30.5</b>	<b>30.5</b>	<b>28</b>

### Flächen

		Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Vorstellen	Flächen vorstellen (4.5P.)	4	3	3	3.5	3	4	4.5	2		4.5	3.5	1.5
	Schätzen (9P.)	3	2.5	5	3.5	6.5	1.5	4.5	5.5		4	4	3
	<b>Total Vorstellen (13.5P.)</b>	<b>7</b>	<b>5.5</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>9.5</b>	<b>5.5</b>	<b>9</b>	<b>7.5</b>	<b>0</b>	<b>8.5</b>	<b>7.5</b>	<b>4.5</b>
Umwandeln	Umwandeln (9P.)	6	8	9	8	8	1	2	9		8	9	0
	Richtig oder falsch? (3P.)	1.5	2.5	2	1	2.5	1	1	3		3	1.5	2
	<b>Total Umwandeln (12P.)</b>	<b>7.5</b>	<b>10.5</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>10.5</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>10.5</b>	<b>2</b>
Rechnen	Unregelmässige Figuren (3.5P.)	1.5	3	0	3.5	3	2	3.5	3.5		3	2	1.5
	Messen und berechnen (12P.)	9.5	11	10	11	9.5	9	7	7.5		10	7.5	5.5
	Flächen berechnen (8P.)	4.5	7	6.5	3.5	7.5	4	6	3		3	3	5
	<b>Total Rechnen (23.5P.)</b>	<b>15.5</b>	<b>21</b>	<b>16.5</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>15</b>	<b>16.5</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>12.5</b>	<b>12</b>
Bonus	Bonusaufgabe (2P.)	0.5	0	2	0	0	0.5	0	0		0	0.5	0.5
<b>Total</b>	<b>49P. (+2P.)</b>	<b>30.5</b>	<b>37</b>	<b>37.5</b>	<b>34</b>	<b>40</b>	<b>23</b>	<b>28.5</b>	<b>33.5</b>	<b>0</b>	<b>35.5</b>	<b>31</b>	<b>19</b>

### Volumen

		Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm1	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
Vorstellen	Schätzen (6P.)	3	3.5	3.5	4	4	2	4.5	4.5		2.5	3.5	4
	<b>Total Vorstellen (6P.)</b>	<b>3</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4.5</b>	<b>4.5</b>	<b>0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.5</b>	<b>4</b>
Umwandeln	Umwandeln (6P.)	5	5	6	5	6	0	4	4		5	5	0
	<b>Total Umwandeln (6P.)</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
Rechnen	Volumenformeln (7P.)	6.5	6.5	6	7	7	6	5.5	5.5		6	2	3.5
	Linien schätzen und V b. (9P.)	3	7	7.5	8	8	5	9	6.5		3.5	7	4
	Volumen berechnen (6P.)	4	3	3	4	6	2	4	2.5		2.5	4	1.5
	<b>Total Rechnen (22P.)</b>	<b>13.5</b>	<b>16.5</b>	<b>16.5</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>13</b>	<b>18.5</b>	<b>14.5</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>9</b>
Bonus	Bonusaufgabe (2P.)	0	1	0	1	1.5	0	1	1		0	0	0
<b>Total</b>	<b>34P. (+2P.)</b>	<b>21.5</b>	<b>26</b>	<b>26</b>	<b>29</b>	<b>32.5</b>	<b>15</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>19.5</b>	<b>21.5</b>	<b>13</b>

## 14 Auswertung Videoanalyse

### Videoanalyse 1

06.11.17

LU Meine Methode, deine Methode

Lw3 fehlt (schnuppern).

Lm1 wurde nicht gefilmt.

Zeit (min)	Lw1	Lw2	Lw4	Lw5	Lw6	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
1										
2										
3										
4	8	9	8	1	2	8	1	8	8	8
5	8	9	3	1	9	3	3	3	3	3
6	3	9	3	3	3	3	3	3	3	3
7	4	9	3	3	3	4	3	4	3	3
8	5	9	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	9	5	5	5	5	5	5	5	5
10	8	9	3	1	9	8	3	8	3	3
11	8	9	3	1	1	8	3	9	3	3
12	3	9	5	1	1	3	5	3	5	9
13	4	3	5	3	1	4	5	4	5	5
14	9	9	8	1	1	1	3	9	3	3
15	2	9	9	5	5	8	9	2	1	1
16	2	5	9	5	1	1	8	2	9	1
17	3	9	5	9	1	3	5	3	5	5
18	3	9	5	9	8	3	1	3	5	5
19	8	9	3	4	9	8	3	9	3	3
20	9	5	9	5	5	1	3	9	3	9
21	9	9	8	5	1	1	3	9	3	3
22	3	9	3	1	9	3	3	3	3	9
23	3	9	3	1	8	3	3	3	3	9
24	9	9	5	9	9	9	5	9	5	5
25	4	9	2	1	1	4	5	4	2	9
26	4	9	3	1	1	4	3	4	3	9
27	4	9	3	9	9	4	3	4	3	9
28	4	9	5	9	9	4	5	4	5	9
29	4	9	5	8	8	4	5	4	5	9
30	1	9	3	8	5	1	3	4	3	3
31	1	8	2	8	1	1	2	4	2	2
32	4	8	2	8	5	4	2	4	2	2
33	3	9	2	1	1	3	2	3	2	2
34	1	9	2	1	1	2	2	2	5	5
35	8	9	2	8	1	1	2	8	5	5
36	1	9	2	8	1	2	2	2	5	5
37	8	4	2	1	1	8	2	9	5	5
38	9	4	1	1	1	9	9	9	5	5
39	9	9	8	5	1	9	8	9	2	2
40										
Einzelarbeit	4	0	1	14	17	7	2	0	1	2
Partner-/Gruppenarbeit	9	1	19	3	3	10	21	12	19	13
Unterstützung L/SHP	10	4	9	8	6	10	9	12	14	11
Themenfremde Aktivität	7	2	4	6	3	6	2	3	1	1
Nicht erkennbar	6	29	3	5	7	3	2	9	1	9

## Videoanalyse 2

15.11.17

LU Alles Quadrat oder was?

Lw6 fehlte (schnuppern).

Lm1 wurde nicht gefilmt.

Zeit (min)	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
1										
2										
3	3	3	8	9	3	8	9	2	1	2
4	2	9	2	9	2	2	9	8	1	8
5	5	1	8	2	5	8	2	2	1	2
6	5	2	3	9	5	3	9	9	2	9
7	1	1	8	9	1	2	1	9	1	9
8	1	2	1	4	1	1	4	9	2	9
9	5	1	3	2	5	3	2	9	1	9
10	5	2	2	2	5	2	2	9	2	9
11	2	9	3	2	2	3	2	9	9	1
12	2	9	9	8	2	9	9	9	9	9
13	1	3	4	9	3	4	9	9	3	9
14	3	3	4	2	3	4	2	9	3	9
15	2	1	4	1	2	4	1	2	9	2
16	2	9	4	2	2	4	2	5	9	5
17	5	9	4	2	1	4	2	9	9	9
18	5	5	3	9	5	3	9	2	5	2
19	3	3	5	1	3	5	1	2	3	2
20	1	2	9	9	1	3	9	2	2	2
21	2	5	4	9	2	4	9	2	5	2
22	8	8	4	2	8	4	2	9	8	9
23	5	2	3	4	5	3	4	5	2	5
24	2	2	1	3	2	9	3	3	2	9
25	4	2	9	3	4	8	3	3	2	3
26	4	5	9	3	4	8	3	3	5	3
27	9	2	8	5	9	8	5	5	2	1
28	2	5	2	2	2	2	2	1	5	8
29	2	2	2	2	2	8	2	2	2	2
30	2	5	2	2	2	8	2	2	5	2
31	3	3	9	2	3	9	2	9	9	9
32	1	2	3	5	4	3	5	2	9	9
33	2	5	9	1	2	1	1	9	5	1
34	2	5	9	8	2	2	8	9	5	9
35	8	9	3	4	8	3	4	2	9	2
36	5	1	1	2	5	1	2	4	1	4
37	5	9	1	1	5	1	8	4	9	4
38	1	8	1	8	8	9	8	9	9	9
39	1	8	5	8	8	5	8	9	1	9
40										
Einzelarbeit	7	5	5	4	4	4	4	1	7	3
Partner-/Gruppenarbeit	16	15	12	16	17	13	16	14	12	12
Unterstützung L/SHP	11	7	9	5	11	9	5	5	7	4
Themenfremde Aktivität	2	3	4	4	4	7	4	1	1	2
Nicht erkennbar	1	7	7	8	1	4	8	16	10	16

### Videoanalyse 3

29.11.17

Lm1 wurde nicht gefilmt.

LU Mit Flächen rechnen

Zeit (min)	Lw1	Lw2	Lw3	Lw4	Lw5	Lw6	Lm2	Fw1	Fw2	Fw3	Fm1
1											
2	3	9	9	3	3	5	5	3	5	5	3
3	9	9	3	1	3	2	9	9	2	1	4
4	4	9	1	4	9	9	9	4	9	1	4
5	4	9	5	4	9	3	3	4	3	1	4
6	2	9	9	9	9	3	3	8	3	3	2
7	9	9	9	9	9	3	3	9	3	3	4
8	3	9	3	3	3	9	8	3	3	3	3
9	8	9	5	9	2	3	3	9	3	3	4
10	1	9	5	4	5	9	8	4	9	9	4
11	9	9	8	1	8	3	3	9	3	3	9
12	4	9	1	4	1	3	3	4	3	3	9
13	4	9	3	4	3	3	3	4	3	3	9
14	4	9	2	4	2	3	3	4	3	3	9
15	4	9	3	4	3	2	8	4	9	2	9
16	4	9	1	4	8	5	5	4	5	5	9
17	4	9	1	4	2	1	9	4	9	9	9
18	5	9	1	5	1	1	8	5	9	9	9
19	4	9	1	4	3	3	8	4	3	3	9
20	4	9	3	4	3	8	8	4	8	8	9
21	4	9	1	4	3	1	8	4	8	1	9
22	4	9	9	4	9	8	8	4	9	9	9
23	4	9	3	4	3	8	8	4	8	8	4
24	4	9	1	4	5	8	8	4	8	8	4
25	4	9	1	4	2	8	8	4	8	8	4
26											
27											
28											
29											
30	9	3	8	9	4	3	9	3	4	9	4
31	9	3	9	9	3	3	9	3	3	9	3
32	9	3	9	9	3	3	9	3	3	9	3
33	9	3	9	9	3	3	9	3	3	9	3
34	9	3	9	9	3	3	9	3	3	5	3
35	9	8	9	9	3	9	9	1	3	9	3
36	9	3	9	9	5	3	9	3	9	9	9
37	9	3	9	9	1	3	9	3	2	3	2
38	9	4	9	9	3	4	9	4	3	5	3
39	9	1	9	9	3	1	9	1	3	9	3
40	9	9	9	9	2	2	9	2	9	9	9



1	9	2	3	3	1	2	9	1	2	3	2
2	9	1	3	3	3	2	9	2	3	3	3
3	9	3	3	3	2	3	9	3	2	3	1
4	9	4	3	3	1	4	9	4	8	3	8
5	9	4	3	3	3	4	9	4	3	3	3
6	9	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3
7	9	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3
8	9	3	3	3	5	3	9	3	5	3	5
9	9	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3
10	9	4	2	1	3	4	9	4	3	2	3
11	9	3	3	3	3	3	9	3	3	3	3
12	9	9	2	9	5	1	9	1	5	2	5
13	9	3	3	3	4	3	9	3	2	3	2
14	9	3	5	5	3	3	9	3	3	5	3
15	9	2	5	5	3	1	9	2	3	5	3
16	9	3	3	3	2	3	9	3	2	3	1
17	9	8	2	1	8	1	9	1	8	2	8
18	9	3	4	4	3	3	9	3	3	4	3
19	9	1	4	4	1	1	9	1	2	9	2
20	9	2	2	2	1	9	9	2	2	1	2
21	9	1	3	1	3	9	9	9	3	1	3
22	9	1	2	2	1	9	9	1	5	1	5
23	9	2	8	2	1	2	9	9	8	2	1
24	9	5	4	4	1	5	9	5	1	4	1
25	9	1	1	1	4	1	9	1	1	1	4
26	9	3	1	1	3	3	9	3	3	1	3
27	9	1	2	1	3	4	9	1	3	2	3
28	9	1	1	1	3	4	9	1	3	1	3
29	9	5	1	2	1	4	9	8	2	2	2
30	9	1	1	1	1	4	9	1	1	1	5
31	9	1	1	2	1	4	9	1	2	2	2
32	9	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1
33	9	1	8	1	2	1	9	1	2	9	1
34	9	1	8	5	1	2	9	2	2	5	2
35	9	1	5	5	2	1	9	1	2	5	1
36	9	1	2	2	2	1	9	5	2	9	1
37	9	2	3	3	2	2	9	5	2	3	1
38	9	2	3	3	5	2	9	1	2	3	2
39	9	2	3	3	8	9	9	2	8	3	1
40	9	9	2	2	2	9	9	9	2	9	1
41											
Einzelarbeit	1	15	16	12	15	13	0	16	4	12	11
Partner-/Gruppenarbeit	3	25	31	24	42	36	8	26	48	33	33
Unterstützung L/SHP	16	6	9	24	9	12	2	24	6	10	15
Themenfremde Aktivität	1	2	5	0	4	5	11	2	9	4	2
Nicht erkennbar	54	27	14	15	5	9	54	7	8	16	14

## 15 Forschungstagebuch Lektionen

<b>16.10.17</b>	<b>Information zur Durchführung der Masterarbeit &amp; Schreibübung „Figurendiktat“</b>
Inhalt	Information zur Durchführung der Masterarbeit bis Weihnachten. Erste Schreibübung „Figurendiktat“ mit Feedback und Reflexion.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente einer guten und genauen Figurenbeschreibung nennen und anwenden.</li> <li>• Ein passendes Feedback schreiben.</li> <li>• Einen schriftlichen Rückblick auf die Lektion und das Gelernte mithilfe von Satzanfängen verfassen.</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die Lernenden hörten meinem Ausblick über die kommenden Wochen anhand der Info-PowerPoint-Präsentation aufmerksam zu und stellten berechnete Fragen. Die Einführungsaufgabe, wo die Lernenden der Lehrperson eine Figur „diktieren“, verlief konzentriert und doch auf lockere Art und Weise. Es schien den Lernenden Spass zu machen. In der darauffolgenden Einzelarbeit notierten sie eine eigene Anleitung. Dabei waren die Lerntempi recht unterschiedlich. Schnelle Lernende wurden auf die Überprüfung ihres Textes und allenfalls ein genaueres Beschreiben angehalten. Das Zeichnen der Figuren aufgrund der Texte verlief je nach Qualität der Texte schneller/besser oder weniger gut. Auf alle Fälle erhielten alle Lernenden einen bleibenden Eindruck, welche Elemente in den Texten fehlten, bzw. schlecht beschrieben waren. So konnten alle einen Kommentar zum Text abgeben. Die anschliessende Präsentation zweier guter Texte und die anschliessende Diskussion verliefen sehr angeregt. Alle Lernenden notierten im Anschluss daran eine Reflexion gemäss der Einführung und mit Hilfe der Satzanfänge. Wer nicht fertig wurde (gefordertes Minimum: ½ Seite), muss die Reflexion auf Morgen fertigmachen. Über die Qualität der Texte kann ich erst morgen berichten, wenn ich die Seiten eingesammelt habe. Grundsätzlich beurteile ich den Start als gelungen.
Fokuslernende	Fw2 kam mit dem Tempo eigentlich gut mit. Für die anderen drei Fokuslernenden war die Zeit oft etwas knapp. Fw4 und Fw3 hätten mit ein paar Minuten mehr Zeit die Aufgaben sicher besser bearbeiten können. Fw4 und Fw3 erhielten beim Schreibprozess mehr Unterstützung als andere Lernende. Fw1 war mit dem Tempo überfordert und schrieb eine sehr knappe Anleitung, dafür aber so gut und präzise (inkl. richtige Fachbegriffe), dass sie sie am Schluss als positives Beispiel vorlesen konnte.
Fazit für nächste Lektion	Ich bin gespannt auf die schriftlichen Produkte und werde das Fazit nach deren Sichtung ziehen. Am Mittwoch steht dann die Lernstandserfassung an. Am Freitag könnte L allenfalls nochmals ein Figurendiktat mit Feedback und Reflexion durchführen, damit die Schriftlichkeit nochmals geübt und aus den Korrekturen der heutigen Arbeit gelernt werden kann.

<b>17.10.17</b>	<b>Korrektur Schreibübung „Figurendiktat 1“</b>
Beobachtungen / Reflexion	Die Korrektur und das Schreiben eines Feedbacks brauchen mehr Zeit als gedacht. Von zehn Lernenden habe ich die Unterlagen erhalten und war über eine Stunde mit Korrigieren beschäftigt. Vielleicht kann ich dann mit der Zeit mit Kommentaren etwas zurückfahren. Zu Beginn scheint es mir aber wichtig, detaillierte Rückmeldungen zu geben. Die Figurenbeschreibungen und die Reflexionen dazu wurden grossmehrheitlich gut gelöst.
Fokuslernende	Fw1 hat eine sehr einfache aber genaue Beschreibung geschrieben, wahrscheinlich auch mit Mithilfe von Assistenz und L. In der für ihre Deutschkenntnisse gut geschriebenen Reflexion schreibt sie, dass ihr die Lektion schwer gefallen ist. Fw4 hatte Mühe mit der Figurbeschreibung und auch die Reflexion ist eher dürrig ausgefallen. Bei Fw2 und Fw3 sind sowohl Beschreibung als auch Reflexion gut ausgefallen. Darauf lässt sich aufbauen.
Fazit für nächste Lektion	Das Augenmerk ist vor allem auf Fw4 und Fw1 zu richten. Sie brauchen zu Beginn mehr personelle Unterstützung und Tipps, ev. auch durch Mitschüler. In einer späteren Lektion möchte ich ein gutes und ein schlechtes Reflexionsbeispiel ohne Nennung der Lernenden vorlesen und diskutieren lassen. Damit möchte ich sie sensibilisieren, was eine gute Reflexion ausmacht. In der Freitagsektion möchte ich zudem noch ein weiteres Mal ein Figurendiktat durchführen, so dass die Lernenden dank dem Feedback aus den gemachten Fehlern lernen können.

<b>18.10.17</b>	<b>Durchführung Lernstandserfassung</b>
Inhalt	Durchführung der Lernstandserfassung zum Thema „Grössen/Längen – Flächen – Volumen“
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Lernenden absolvieren die Lernstandserfassung.</li> <li>Die Lernenden lesen meine Rückmeldung zum Figurendiktat.</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Von den zwölf Lernenden fehlten leider drei. Ansonsten verlief die Durchführung des Prätests gut: Die anwesenden Lernenden waren motiviert und engagiert bei der Sache. Sie benötigten dazu zwischen 50 und 65 Minuten. Wer mit dem Test fertig war, erhielt meine schriftliche Rückmeldung zur ersten Schreibübung. Danach konnten sich die Lernenden ihren Deutsch-Projekten widmen. Ein erster Überblick über die Resultate zeigt, dass viele Lernenden keine tragende Grössenvorstellung haben und auch mit Umrechnungen insbesondere der Flächen- und Volumenmasse grosse Probleme haben. Auch die Flächen- und Volumenberechnungen wurden im Gegensatz zum Rechnen mit anderen Grössen und Längen eher dürrtig gelöst.
Fokuslernende	Fw2, Fw3 und Fw4 absolvierten den Test, Fw1 war heute krank. Bei Fw2 zeigt sich, dass sie im Gegensatz zu anderen Grössen mit Flächen und Volumen grosse Schwierigkeiten hat. Fw3 hat insbesondere beim Umwandeln wenige Aufgaben richtig gelöst. Dafür sind zwei Flächenberechnungen richtig. Fw2 und Fw3 liegen gar nicht weit vom Gros der Klasse weg. Bei Fw4 ist das Gefühl für Grössen ersichtlich: Bei den Schätzaufgaben hat er in vielen Fällen die richtige Einheit angekreuzt. Ansonsten hat er wenig Punkte erzielen können. Einzelne Lernende erzielten aber noch weniger Punkte.
Fazit für nächste Lektion	L wird in der Freitagsektion die Lernstandserfassung mit den drei absenten Lernenden nachholen. Ich hoffe, dass die Rahmenbedingungen eingehalten werden, die drei somit die gleichen Voraussetzungen für den Test haben und das spätere Schreiben das Resultat nicht verfälscht. Auch auf Lw1 und Lw6, welche relativ schlecht abgeschnitten haben, ist in den Lernumgebungen ein Auge zu werfen.

<b>23.10.17</b>	<b>Lernumgebung 1 „So gross wie...“</b>
Inhalt	Erste Lernumgebung zu „Grössen/Längen vorstellen“. Die Lernenden aktivieren ihr Vorwissen bezüglich Grössenvorstellung und erarbeiten an drei Posten Repräsentanten für die restlichen Längenmasse, Gewichte und Hohlmasse.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zu jeder Einheit (bis und mit Klassenlernziele) ein möglicher Repräsentant nennen</li> <li>Ein individuelles Übersichtsblatt erstellen und eine Reflexion zur Lernumgebung schreiben</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	<p>Auch heute war die Klasse nicht vollzählig: Lm1 fehlte krankheitshalber und Lw4 war schnuppen. Die verbleibenden zehn Lernenden waren auch heute bei der Sache, initiativ und lernbereit. Die einführende Einzelarbeit zur Aktivierung des Vorwissens war Gold wert, hatten die Lernenden damit einerseits einen guten Einstieg ins Thema und andererseits konnte so die Unterrichtszeit gezielt für die unbekannten Grössen verwendet werden. Die Auslosung in Zweiergruppen ergab interessante Paare, welche von sich aus kaum freiwillig zusammenarbeiten würden. Trotzdem harmonisierten die Paare gut und bei keiner Gruppe waren zwei Einzelkämpfer zu beobachten. Bei den Posten mussten die Lernenden z.T. dazu angeregt werden, die Flüssigkeiten bspw. in andere Gefässe umzugiessen oder beim Wägen weitere Überlegungen zu machen. Doch dafür sind Lerncoaches ja da. Die Postenarbeit nahm mehr Zeit in Anspruch als gedacht und somit fehlte am Schluss die Zeit für die PowerPoint-Präsentation mit den Schätzaufgaben. Als Hausaufgaben galt die Fertigstellung der Übersicht und der Reflexion sowie das Auswendiglernen geeigneter Repräsentanten für alle Grössen.</p> <p>Das Lernjournal wurde von fast allen Lernenden auf gute Art und Weise erledigt. Auch die Reflexion enthält bei den meisten gute Gedanken. Drei von ihnen müssen noch etwas nachliefern.</p>
Fokuslernende	Fw1 wurde Lw1 zugelost, was relativ gut harmonisierte. Beim Experimentieren war Fw1 etwas zurückhaltend und überliess das Meiste Lw1, was L und mich auf den Plan rief, sie selber zum Handeln aufzufordern. Fw4 wurde Lw5 zugelost. Die beiden Einzelkämpfer konnten sich zwar nicht verleugnen, kooperierten im Grossen und Ganzen aber gut. Lw5 arbeitete wie so oft recht flüchtig, was sich leider auch ein wenig auf Fw4s Arbeitsweise übertrug. Fw2 und Lw6 planten ihr Vorgehen detailliert im Voraus und erstellen zuerst die Übersicht. Auch Fw3, welche mit Lw3 arbeitete, war engagiert bei der Sache, so dass ich bei diesem Tandem nicht oft vorbeischaute.
Fazit für nächste Lektion	Die PowerPoint-Präsentation kann am Freitag als Kurztest hinhalten. Von den beiden abwesenden Lernenden erwarte ich, dass das Übersichtsblatt von jemand anderem übernommen und angepasst sowie die Repräsentanten gelernt werden. Das gemeinsame Arbeiten über

	verschiedenen Niveaus hinweg klappte heute auch wegen des dankbaren und eher grundlegenden Themas ausgezeichnet. Fw1 und Fw4 konnten gut integriert werden, was auch in Hinblick auf die nächste Lernumgebung gut möglich sein sollte.
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>25.10.17</b>	<b>Lernumgebung 2 „Schätzen“</b>
Inhalt	Zweite Lernumgebung zu „Grössen/Längen vorstellen“. Die Lernenden erstellen Schätzaufgaben zu Längen, Gewichten und Hohlmassen, tauschen sie mit Mitlernenden aus und geben und erhalten dazu mündliche Feedbacks.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je eine eigene Schätzaufgaben zu Längen, Gewichten und Hohlmassen erstellen</li> <li>• Sich mündlich austauschen und sich gegenseitig mithilfe von Satzanfängen Feedbacks geben</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Auch heute war das Arbeitsverhalten aller Lernender sehr gut und im Gegensatz zur letzten Lernumgebung reichte diesmal die Zeit. Die Präsentation meiner Schätzaufgaben zu Beginn der Lektion war im Sinne von Modelllernen sehr hilfreich: Die Produkte der Lernenden sahen ähnlich aus und waren gut gestaltet. Das Suchen geeigneter Aufgaben, die Tätigkeiten zur Lösungsfindung sowie die weiteren Arbeiten mit Fotografieren/Googlen von Bildern und Gestalten der Schätzaufgaben wirkten sehr selbstdifferenzierend. Die Wahl der Grössen sowie die Schwierigkeiten der Aufgaben variierten stark. Schwächere Lernende orientierten sich eher an bekannten Grössen und Gegenständen, stärkere Lernende überraschten mit cleveren und gut gewählten Aufgaben und wählten auch tendenziell eher unbekannte Grössen. Während dieser Phase waren individuelle Lehrgespräche mit sehr unterschiedlichen Inhalten möglich. Bei Lm2 kamen dabei z.B. bereits die Volumenberechnung von Quadern und daraus das Ableiten der Flüssigkeitsmenge zur Sprache. Da er der errechneten Lösung nicht ganz traute, füllte er den Behälter Liter für Liter mit Wasser auf und konnte sich von der Richtigkeit der Rechnung überzeugen. Ich bin sicher, dass er den Zusammenhang von Kubikdezimeter und Liter so schnell nicht wieder vergessen wird. Der anschliessende Austausch, das gegenseitige Raten der Aufgaben, die anschliessende Diskussion und die Feedbacks verliefen in den Vierergruppen sehr angeregt. Es wurden Resultate in Zweifel gezogen, Masse in andere Einheiten umgerechnet und Lösungswege nachgefragt und verglichen. Zur Vertiefung der Thematik und zum späteren Transfer zum Umformen von Grössen war diese kurze aber intensive kooperative Phase sicher Gold wert.
Fokuslernende	Bei Fw2s und Fw3s Aufgaben waren interessant und vielfältig und unterschieden sich qualitativ eigentlich nicht vom Rest der Klasse. Fw4 bekundete Mühe mit dem Finden einer Aufgabe zu den Hohlmassen, weshalb er dafür zwei Längenaufgaben notierte. Fw1 wählte mit der Länge eines Bleistifts eher ein einfaches Beispiel. Beim Gewicht und beim Inhalt eines Rucksacks griff sie auf Informationen aus dem Internet zurück. Beim anschliessenden Schätzen übertraf sie aber ihre drei Mitlernenden: Es gelangen ihr die genauesten Schätzungen.
Fazit für nächste Lektion	Am Freitag steht neben dem Kurztest nochmals eine Vertiefung mit Schätzaufgaben an. Es scheint mir wichtig, dass das Vorstellkönnen der Grössen gut sitzt, so dass danach sehr praxisnah und handlungsorientiert das Umwandeln der Grössen erarbeitet werden kann.

**N1** Nach der heutigen Freitagslektion, an der ich nicht teilnahm, galt es am Nachmittag die von den Lernenden erzeugten Dokumente dieser Woche zu korrigieren und auszuwerten. Die beiden Lernjournaleinträge mit Reflexion können grossmehrheitlich als gut bewertet werden. Individuelle Kommentare sollen kleinere Fehler in Zukunft vermeiden helfen. 5 Lernende müssen auf Montag nochmals etwas nachliefern. Das Korrigieren und Kommentieren der Schülerarbeiten braucht enorm viel Zeit und scheint im normalen Unterrichtsalltag kaum praktikabel zu sein. Vielleicht nimmt der zeitliche Aufwand mit der Zeit und mit zunehmend besseren Schülerarbeiten ab? Im Gegensatz zum Journal bin ich mit dem heute durchgeführten Kurztest zu Grössenvorstellung und Schätzen nicht so zufrieden. Passende Repräsentanten wurden zwar von fast allen gut gelernt (ausser Fw1, die entweder nicht gelernt und/oder von der Fülle der neuen Grössen überfordert war), die Schätzaufgaben wurden aber trotzdem ziemlich dürftig mit z.T. horrenden Schätzungen gelöst. Beim Schätzen muss sicher nochmals angeknüpft werden. Bei Fw1 muss noch abgeklärt werden, welche und wie viele Einheiten sie auf den nächsten Test lernen und verstehen muss.

<b>30.10.17</b>	<b>Lernumgebung 3 „10, 100 oder 1000? – Grössen richtig umwandeln“</b>
Inhalt	Die Lernenden erarbeiten und reflektieren in EA eine taugliche Methode zum Umwandeln von Grössen. Sie erstellen ein Arbeitsblatt mit eigenen Aufgaben.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grössen in andere Einheiten umwandeln und das eigene Vorgehen verbalisieren</li> <li>• Ein Übungsblatt mit eigenen Aufgaben erstellen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die heutige Lernumgebung verlief leider in vielerlei Hinsicht nicht so, wie ich es mir vorgestellt hatte. Zum einen fehlte ein Drittel der Lernenden (2 schnupern und 2 krank), zum anderen nahm die Besprechung des Kurztests zu Beginn der Lektion mehr Zeit in Anspruch. Aber auch die Einzelarbeit mit Umwandeln verlief nicht optimal: Die Selbstdifferenzierung durch das zur Verfügung gestellte Zahlenmaterial trat zwar sehr gut ein, doch nahm die individuelle Betreuung der einzelnen Lernenden sehr viel Zeit in Anspruch, so dass nicht allen gerecht werden konnte, bzw. für die Lernenden oft Wartezeiten entstanden. Das Umwandeln selbst klappte bei vielen Lernenden ziemlich zuverlässig, das Formulieren des eigenen Ansatzes bereitete vielen trotz klarem Arbeitsauftrag und anregenden Fragestellungen aber grosse Mühe. Beim Umwandeln konnten min. vier verschiedene Ansätze beobachtet werden: Komma verschieben, Stellwertabelle, Ableiten von bekannten Beziehungen und Nullen wegnehmen und dazutun. Zeitlich kamen wir nicht so weit wie gedacht. Erst eine Schülerin begann mit der Erstellung des Übungsblattes.
Fokuslernende	Fw4 konnte viele Aufgaben durch Ableiten richtig umwandeln, das Formulieren bereitete ihm aber Schwierigkeiten. Fw2 machte zu Beginn noch Fehler beim Umwandeln, konnte diese aber korrigieren und auch einen ausführlichen Text dazu schreiben. Fw1 macht mir am meisten Sorgen. Sie konnte (warum auch immer) die Repräsentanten nicht lernen, was ihr nun beim Umwandeln Mühe beim Vorstellen der Grössen bereitet. Dass drei unterschiedliche Personen (ich, L und die Klassenassistentin) mit ihr arbeiteten, machte das Ganze nicht einfacher. Fw3 fehlte krankheitshalber.
Fazit für nächste Lektion	Da am Mittwoch wieder min. zwei Lernende (u.a. auch Fw3) fehlen werden, werde ich die nächste Lernumgebung mit dem Austausch verschiedener Umwandlungsmethoden auf Montag verschieben und nochmals an der aktuellen Lernumgebung arbeiten. Mit Fw1 werde ich in der separativen Lektion den Fokus erst nur auf die Längenmasse legen und dort anschaulich und handlungsorientiert die Beziehungen zwischen den einzelnen Einheiten (mm, cm, dm, m) herausarbeiten, so dass die daraus gewonnene Erkenntnis zu einem späteren Zeitpunkt auch auf die Gewichte und Hohlmasse übertragen werden kann.

**N2** Das Fördersetting mit Fw1 hinterliess einen zwiespältigen Eindruck. Sie konnte, abgesehen von dm, alle Längenmasse nennen und einen ungefähr passenden Repräsentanten dafür nennen. Auch das handlungsorientierte Arbeiten und Vergleichen mit dem grossen Wandtafelmeter und dem Lineal klappten gut und liessen Fw1 Erkenntnisse zur Gleichwertigkeit von Einheiten machen. Allerdings klappte dann der Transfer auf die symbolische Repräsentationsebene nicht so leicht wie gedacht. Fw1 schien trotz vor ihr liegendem Material den Link zwischen den beiden Repräsentationsebenen (enaktiv und symbolisch) nicht machen zu können, auch wenn ich bemüht war, die beiden Ebenen miteinander zu verknüpfen. Ich habe das Gefühl, dass die Auswahl der Einheiten immer noch zu gross ist und Fw1 ähnlich den Aufgaben im Zahlenbuch der dritten Klasse erst einmal nur bspw. cm und m in vielfältiger Form und Rechenarten präsentiert zu bekommen. So gelingt vielleicht immer wieder die Rückbesinnung auf gedankliche Repräsentanten. In der nächsten Lektion wird sie deshalb ein Sonderprogramm haben.

**N3** Fw4s Lernjournaleinträge sind trotz Besprechung und Unterstützung seitens von L und mit Hilfe der Satzanfänge immer noch nicht genügend. Ich werde mit ihm in nächster Zeit wohl mal eine ruhige Minute finden müssen, um gemeinsam die Inhalte einer Lernumgebung zu besprechen, zusammen einen möglichen Eintrag zu formulieren und ihn mit gezielten Fragen auf die Sprünge helfen.

<b>01.11.17</b>	<b>Weiterführung Lernumgebung 3 „10, 100 oder 1000? – Grössen richtig umwandeln“</b>
Inhalt	Die Lernenden erarbeiten und reflektieren in EA eine taugliche Methode zum Umwandeln von Grössen. Sie erstellen ein Arbeitsblatt mit eigenen Aufgaben.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grössen in andere Einheiten umwandeln und das eigene Vorgehen verbalisieren</li> <li>• Ein Übungsblatt mit eigenen Aufgaben erstellen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Zu Beginn der Lektion hatte ich ein wenig ein ungutes Gefühl: Zwei Lernende, die beim letzten Mal krank waren, waren heute mit von der Partie und mussten entsprechend den Einstieg noch nacharbeiten. Bei den anderen Anwesenden reichte der Arbeitsstand von „Umwandlung noch nicht richtig verstanden“ bis „praktisch fertig“. Mit Fw4 galt es zudem das Journalschreiben in 1:1-Betreuung zu erarbeiten und Fw1 arbeitete an einem komplett anderen Programm. Hinzu kam, dass L gesundheitlich etwas angeschlagen war. Doch die Doppellektion entwickelte sich zu einem sehr intensiven individualisierten Unterricht, wo die Lernenden an ihrem Lern- und Arbeitsstand Fortschritte erzielen konnten. Die Stimmung war dabei sehr konzentriert und den Lernenden schien das fast permanente Arbeiten in Einzelarbeit Spass zu machen. Lm1 liess ich die beiden letzthin Abwesenden Lw3 und Lw6 in die Aufgabe instruieren. Die auf heute erledigten Journaleinträge überflog ich rasch und tauschte mich bei Bedarf mit den entsprechenden Lernenden aus. Wer diese Aufgabe erledigt hatte, konnte mit der Erstellung des Arbeitsblattes beginnen. Es überraschte mich einmal mehr positiv, wie die Erstellung eigener Aufgaben selbstdifferenzierend wirkt und zahlreiche gute Überlegungen und Tätigkeiten anstösst, bei denen wir die Lernenden coachend unterstützen konnten. Die Arbeit brauchte aber auch viel Zeit, wurde aber auch sehr sorgfältig erledigt. Interessant war, dass viele Lernenden selber eine Einteilung in einfache, mittlere und schwierige Aufgaben vornahmen und auch hier auf der Metaebene sehr viel überlegen mussten (Z.B. Was macht eine Aufgabe leicht/schwierig). Am Schluss kriegte ich von allen Lernenden (mit Ausnahme von Fw1) ein sehr individuell gestaltetes Übungsblatt zum Umwandeln von Grössen mit bei fast allen vollständigen Lösungen auf der Rückseite.
Fokuslernende	Fw4 hatte am Anfang mit dem Umwandeln, das er am Montag ohne Instruktion und Hilfe gut und sicher durchgeführt hat, wieder etwas Mühe. Ich gab ihm den Auftrag, einige Aufgaben nochmals zu lösen. Anschliessend lösten wir eine Aufgabe gemeinsam und ich notierte stichwortartig Fw4s Vorgehen und zeigte ihm dieses auf. Danach gelang es ihm gut, dieses in Worte zu formulieren und zu ergänzen. Beim Erstellen des Übungsblatts überraschte er mich mit Aufgaben, die ich ihm eher weniger zugetraut hätte sowie mit einer extrem effizienten Arbeitsweise. Auch Fw2 bearbeitete ihre Aufgaben gut und führte in Eigenregie einen Probelauf ihres Übungsblattes mit Lw4 durch. Einige Aufgaben löste sie noch falsch, was wir in der anschliessenden separativen Lektion miteinander besprechen und klären konnten. Die nochmalige Reduktion des Anforderungsniveaus für Fw1 macht sich bezahlt. Es gelang ihr nach Startschwierigkeiten sehr gut, mit cm und m, danach auch mit dm, zu rechnen. Dabei machte sie immer wieder Bezüge zum handlungsorientierten Material. Fw3 fehlte heute wegen dem Schnuppen.
Fazit für nächste Lektion	Am Freitag werden die Lernenden gegenseitig ihre Übungsblätter bearbeiten und mit Hilfe von gezielten Fragen ein schriftliches Feedback dazu geben. Im Anschluss folgt eine Reflexion des Lernstands und allfälliger notwendigen Übungseinheiten. So kann dann am Montag das Thema Umwandeln vorerst mit dem Austausch verschiedener Umwandlungswege abgeschlossen werden. Fw1 lasse ich am Freitag separativ weiter mit dem Zahlenbuch auf Entdeckungsreise in der Welt der Grössen gehen. Am Montag frage ich sie, ob sie dort weiterarbeiten oder sich einer Gruppe anschliessen möchte. Auf alle Fälle soll sie den Präsentationen lauschen können. Vielleicht kann sie da etwas aufschnappen, was bei ihr zu einem späteren Zeitpunkt wieder relevant wird. Ich denke, dass sie mit der Auseinandersetzung mit den Grössen auf 3.Klass-Niveau in der Lage sein wird, an den selbstdifferenzierenden Lerneinheiten beim Rechnen mit Grössen partizipieren zu können.

**N4** Die Korrektur des Journaleintrags zur Lernumgebung „10, 100 oder 1000?“ sowie des selbsterstellten Übungsblattes zeigte, dass alle anwesenden Lernenden ausser Lw6 und Fw1 über eine mehrheitlich gut funktionierende Umwandlungsmethode verfügen. Im Grossen und Ganzen können die Methoden in drei Kategorien unterteilt werden: Umwandeln mit Stellwerttabellen, Umwandeln mit Kommaverschieben und Umwandeln dank Analogien. Bei Fw1 lege ich den Fokus nicht mehr auf den Erwerb einer fixen Methode. Zentraler scheint mir, dass ihr bei den Rechnungen mit Grössen, mit denen sie konfrontiert ist, aufgrund des Verweises auf innere Repräsentanten die Umwandlung gelingt. Da Lw6 Mühe hat, ob die Zahl beim Umwandeln grösser oder kleiner wird, teile ich sie in die Gruppe mit der Tabelle ein. Lw5 und Fw3, welche in dieser Woche gefehlt haben, lasse ich zuerst die Einstiegsaufgabe der Lernumgebung „10, 100 oder 1000?“ absolvieren, währenddem die anderen in ihren Gruppen die Präsentation vorbereiten.

<b>06.11.17</b>	<b>Lernumgebung 4 „Meine Methode – deine Methode“ (Filmaufnahmen)</b>
Inhalt	Die Lernenden reflektieren in Gruppen ihre eigene Umwandlungsmethode und präsentieren sie der Klasse.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die eigene Umwandlungsmethode verbalisieren und erklären</li> <li>• Eine zweite Umwandlungsmethode kennen und in eigenen Worten erklären</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	<p>Heute waren alle Lernenden ausser Lw3 (ganze Woche schnuppern) anwesend und liessen sich gut auf die Aufträge ein. Zu Beginn liess ich sie in EA ihre Umwandlungsmethode mit ein paar Aufgaben wieder reaktivieren, bevor ich sie aufgrund ihres Lernjournaleintrags in drei Gruppen einteilte. Die Gruppe „Umwandeln mit Stellenwerttabellen“ war sich bezüglich Präsentation sehr schnell einig, bereiteten die Präsentation aber auch etwas oberflächlich vor, so dass L und ich ihnen bisweilen auf die Sprünge helfen mussten. Daneben hatten sie noch Zeit, am iPad Umwandlungsaufgaben zu üben. Die Dreiergruppe „Umwandeln mit Kommaverschieben“ diskutierte sehr angeregt und musste zuerst Grundsätzliches klären, bevor mit der Vorbereitung der Präsentation begonnen werden konnte. Die dritte Gruppe war in ihrem Vorgehen z.T. sehr unterschiedlich, was hitzige Diskussionen provozierte. Am Schluss präsentierten sie zwei unterschiedliche Varianten. Die Präsentationen waren grundsätzlich gut vorbereitet, jedoch hätten die Methoden noch etwas besser und einfacher visualisiert werden können. Hier fehlte beim einen oder anderen noch das pädagogische Bewusstsein. Die Zuhörenden waren aber aktiv dabei, stellten Fragen und gaben wohl auch dank der entsprechenden eingeblendeten Fragen substantielle Feedbacks. Leider fehlt immer etwas die Zeit und so musste der Journaleintrag (Dokumentation einer weiteren Strategie) sowie die Reflexion als Hausaufgabe aufgegeben werden. In der Doppelлекtion wurde viel über Mathematik gesprochen und – in positivem Sinne – gestritten und gerungen. Die nochmalige intensive Auseinandersetzung mit der eigenen aber auch mit zusätzlichen Umwandlungsmethoden hilft den Lernenden für einen längerfristigen Kompetenzerwerb bestimmt. Heute filmte ich die Doppelлекtion mit einer Kamera. Mal schauen, was den Aufnahmen bezüglich kooperativem Lernen und time-on-task zu erkennen ist. Ich könnte mir vorstellen, dass das Kodieren noch schwierig werden könnte, da manchmal wohl schwer ersichtlich ist, ob die Lernenden mit themennahen oder –fernen Aktivitäten beteiligt sind. Mal schauen...</p>
Fokuslernende	<p>Fw4 beteiligte sich aktiv an der Gruppenarbeit, kam aber aufgrund Meinungsverschiedenheiten mit Fw3 etwas in Rage. Die Situation konnte aber gut gelöst werden, indem ich mit ihnen die beiden unterschiedlichen Vorgehen anschaute und sich herausstellte, dass beide funktionierten. Bei Fw2 klappte es in der Gruppe gut und auch bei der Präsentation übernahm sie Verantwortung. Fw1 entschied sich zu Beginn der Lektion, die ganze Lernumgebung (und nicht nur Teil 2) mit der Klasse mitzumachen. Sie war gut in ihre Gruppe integriert und Lw4 erklärte ihr Einiges. Bei der konkreten Umsetzung der verschiedenen Methoden war sie vom Tempo und Umfang her wohl etwas überfordert. Ich bin aber gespannt auf ihr Lernjournal, was sie von heute mitnehmen konnte.</p>
Fazit für nächste Lektion	<p>Ich bin gespannt auf die Lernjournale und darauf, ob eine zweite Umwandlungsmethode korrekt wiedergegeben werden kann. Ebenfalls bin ich gespannt zu sehen, ob einzelne Lernende nach diesem Austausch ihre Methode wechseln. Das Thema Umwandeln ist damit vorerst abgeschlossen, wird aber bei den Flächen und Volumen nochmals eine Rolle spielen. Von dem her denke ich, dass die investierte Zeit wichtig war und dass die Lernenden zu einem späteren Zeitpunkt wieder davon profitieren können. Am Mittwoch wird mit der Lernumgebung „Blauwale“ noch etwas mit Grössen gerechnet, bevor alle drei Aspekte (vorstellen, umwandeln, rechnen) am Freitag im Test geprüft werden. Alle Fokuslernenden ausser Fw1 schreiben dabei den Klassentest. Mit Fw1 werde ich morgen in der separativen Lektion noch definieren, welche Inhalte für sie obligatorisch sind.</p>

**N5** Die gegenseitigen schriftlichen Feedbacks der Lernenden zu den selbsterstellten Aufgabenblättern entsprechen meinen hohen Erwartungen. Die Lernenden haben sehr viele verschiedene Punkte angesprochen und gute und wichtige Rückmeldungen gegeben. Sie haben dabei auch darauf geachtet, Positives zu erwähnen, was zu sehr ausgewogenen Feedbacks führte. Ich denke, dass die projizierten fünf Fragen dazu geführt haben, dass sie das Blatt unter verschiedenen Aspekten betrachteten und so eine differenzierte Rückmeldung verfassen konnten.

**N6** Mit Fw1 habe ich der separativen Lektion den Umfang und die Art ihrer individuellen Lernziele abgemacht. Den Test, welche die Klasse am Freitag schreiben wird, habe ich dementsprechend angepasst. Im Test prüfe ich sowohl Vorstellung/Schätzen, als auch Umwandeln und Rechnen mit Grössen. Unter den Aufgaben befinden sich auch drei, wo die sprachlichen Kompetenzen (Erklären, Korrigieren und Aufgabe selber erfinden) im Fokus stehen.

<b>08.11.17</b>	<b>Lernumgebung 5 „Blauwale“</b>
Inhalt	Die Lernenden erstellen anhand eines Sachtexts zum Thema Blauwal drei mathematische Aufgaben inkl. Lösungsweg. Diese werden ausgetauscht, gelöst, korrigiert und kommentiert. Zum Schluss wird die Lektion reflektiert.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drei mathematische Aufgaben inkl. Lösung und Lösungsweg erstellen</li> <li>• Mindestens drei Aufgaben lösen, korrigieren und mit einem Kommentar versehen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die Einführung ins Thema mittels PowerPoint-Präsentation kam gut an. Die Lernenden staunten über die Ausmasse dieser Walart und somit waren sie von Beginn weg sehr motiviert bei der Sache, was sich bis zum Schluss durchzog. Zum Glück fragte ich nach dem gemeinsamen Lesen des Blauwaltextes die Lernenden nach möglichen Aufgabenstellungen: Es kamen z.T. recht abenteuerliche Antworten. So wollten einige von ihnen Fragen stellen, welche mit den Informationen im Text unmöglich beantwortet werden konnten. Das Finden geeigneter Aufgaben ging anschliessend bei den meisten Lernenden gut vonstatten. Es wurden relativ viele Multiplikationsaufgaben erstellt, welche vom Schwierigkeitsgrad eher als leicht einzuschätzen sind. Die Aufgabe wirkte aber insofern selbstdifferenzierend, dass von einzelnen Lernenden auch eher schwierige Fragen mit Prozentsen, Proportionalität, Brüchen oder Divisionsaufgaben erstellt wurden. Einige Lernende standen auch an verschiedensten Problemen an, wo mit individuellem Lehrgespräch einmal mehr viel erreicht werden konnte: So fehlte Lw1 bspw. das Verständnis grosser Zahlen (Million, Milliarde, etc.), bei Lm1 wurde aufgrund der Taschenrechneranzeige die wissenschaftliche Schreibweise aktuell. Und er und Lm2 repetierten zusammen das Vorgehen bei Bruchteilen von Grössen. Für das Erstellen der Aufgaben brauchten die Lernenden die ganze erste Lektion, so dass ich fürchtete, auch heute zeitlich nicht durchzukommen. In der zweiten Lektion konnten die Aufgaben aber relativ zügig auf Kärtchen notiert und der Austausch und das Lösen und Kommentieren der Aufgaben in Angriff genommen werden. Die notierten Kurzfeedbacks sind einmal mehr treffend formuliert. Z.T. waren Lernende mit dem Lösungsweg nicht einverstanden, was zu interessanten Diskussionen zwischen ihnen im Bezug auf die richtige Lösung führte.
Fokuslernende	Fw4 und Fw1 benötigten beim Finden, Formulieren und Lösen ihrer Aufgaben viel personelle Unterstützung. Vor allem Fw1 war zu Beginn mit dem wenn auch sprachlich einfach formulierten Text überfordert, so dass gemeinsam der Sinn einzelner Abschnitte geklärt werden musste. Beide haben eher einfache Multiplikationsaufgaben formuliert. Auch beim Lösen tauchten bei ihnen Fragen auf. Fw4 lernte aber nach wenig Unterstützung, wie er von einer Minutenangabe via Stunde und Tag die Jahresmenge berechnen kann. Das war für ihn sicher ein Aha-Erlebnis. Ich hoffe, dass er es in der Reflexion erwähnt. Fw2 und Fw3 erledigten die Aufträge auf Klassenniveau: Fw2 erfand sehr interessante und z.T. auch knifflige Aufgaben, Fw3 stellte neben einer eher einfacheren Multiplikationsaufgabe, auch eine Dreisatz- und eine Prozentaufgabe.
Fazit für nächste Lektion	Das Arbeiten mit Grössen/Längen ist mit der heutigen Lektion abgeschlossen. Am Freitag prüfe ich das Gelernte in einem Test. In der nächsten Woche möchte ich dann je nach Testausgang mit dem Vorstellen von Flächen beginnen.

**N7** Der Test wurde grösstenteils zu meiner Zufriedenheit gelöst. Einzig beim Schätzen sowie beim Rechnen gäbe es noch ein paar Dinge zu klären. So entschied ich mich dazu, den Test etwas ausführlicher zu besprechen und erst am Mittwoch mit dem Thema Flächen zu beginnen.



<b>13.11.17</b>	<b>Testbesprechung</b>
Inhalt	Die Lernenden lösen einzelne Testaufgaben nochmals und diskutieren sie in der Gruppe. Sie verbessern ihren Test, reflektieren ihren Lernstand und geben sich selber 30 Minuten individuelle Hausaufgabe auf Mittwoch.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Testresultat reflektieren</li> <li>• Test verbessern</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die Doppelktion verlief plangemäss. Lw3, welche die ganze letzte Woche wegen einer Schnupperlehre verpasst hatte, konnte so heute den Test (erfolgreich) nachschreiben. Die Lernenden liessen sich gut auf die bekannten Prüfungsaufgaben ein. Der Austausch der Schätzaufgaben verlief einmal mehr sehr angeregt und mit einer hohen Kadenz an mathematischen Überlegungen. Es gelang ihnen im Dialog besser, ein passendes Schätzresultat zu finden. Auch auf die Bearbeitung der Rechenaufgaben liessen sie sich gut ein und erledigten diesen Auftrag zügig und nach allfälligem Nachfragen auch korrekt. Lw5, AM und Lm1, welche fast alle Aufgaben richtig gelöst hatten, konnte ich mit der Bearbeitung der Prozentaufgabe kognitiv nochmals etwas fordern. Auch die Präsentation der Aufgaben führten die Lernenden routiniert durch. In der zweiten Lektion erhielten sie ihre Tests zurück und hatten Gelegenheit, die drei verlangten Aufgabenblöcke zu verbessern sowie eine Reflexion zum Testergebnis zu schreiben und individuelle Hausaufgaben auf Mittwoch (30 Minuten) zu definieren. Einige schnellere Lernende konnten damit bereits beginnen.
Fokuslernende	Sowohl Fw4, Fw3 und Fw2 schnitten im Test in der Nähe des Klassendurchschnitts ab, was ich für alle drei als Erfolg werte. Fw2 benötigte heute viel Unterstützung von L beim Schätzen, wo sie nach eigenen Angaben noch grosse Mühe hat. Fw3 und Fw4 waren bei der Korrektur ihres Tests sehr konzentriert bei der Sache. Es gelang ihnen auch gut, gemachte Fehler nachzuvollziehen und korrekt zu verbessern. Vor allem Fw4 machte das ganz gut: Er rief mich zu sich und löste mir dann die Aufgaben vor, indem er mir seine Überlegungen Schritt für Schritt darlegte. Er brauchte offenbar keine personelle Hilfe sondern einfach jemanden, dem er seine Überlegungen mitteilen konnte. Fw1, welche im Test doch etwas unter meinen Erwartungen geblieben ist, verbesserte ihren Test zusammen mit der Klassenassistentin. Ich schaue mir das dann noch in der separativen VM-Lektion genauer an.
Fazit für nächste Lektion	Das Thema konnte heute in einem guten Rahmen abgeschlossen werden. Somit kann am Mittwoch die Einführung der Flächen stattfinden. Alle Fokuslernenden (inkl. Fw1) sollten ohne grösseren Probleme in der Lage sein daran zu partizipieren.

**N8** Mit den vielen Reflexionen und Journaleinträgen verliere ich langsam den Überblick: Oft müssen Lernende etwas als Hausaufgabe fertigmachen, L zieht es ein und lässt es mir zukommen. Einige Lernende haben es nicht oder mangelhaft abgegeben, weshalb sie es noch nachliefern müssen. Bis das geschieht, sind bereits wieder zwei weitere Produkte fällig. Kommt hinzu, dass das Korrigieren und Kommentieren selber sehr viel Zeit beansprucht. Oft bekommen die Lernenden erst eine Woche nach Durchführung der Lernumgebung das Feedback (2 Tage für Hausaufgabe, ca. 2 Tage fürs Korrigieren, 2 Tage Wochenende), was für ein effizientes Feedback zu lange ist. Ich muss darauf achten, dass die Journaleinträge und Reflexionen in der Lektion geschrieben werden und schnell korrigiert werden können, so dass das Feedback unmittelbarer wirken kann.

<b>15.11.17</b>	<b>Lernumgebung 6 „Alles Quadrat oder was?“ (Filmaufnahmen)</b>
Inhalt	In Gruppenarbeit, welche immer wieder durch Einzel- und Partnerarbeit unterbrochen wird, erstellen die Lernenden aus Papier Modelle eines $m^2$ , $dm^2$ , $cm^2$ und $mm^2$ . Sie schätzen Flächen im Schulzimmer und stellen eigene Schätzaufgaben her.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächenmodelle herstellen und gegenseitig kontrollieren</li> <li>• Flächen mithilfe der Modelle schätzen und Resultate diskutieren</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die heutige Lektion verlief nicht so, wie ich es mir vorgestellt habe. Alle Lernenden – abgesehen von Lw6, welche am Schnuppern ist – waren zwar anwesend, doch war etwa die Hälfte von ihnen heute wenig motiviert und lernbereit. Ein bestimmter Grund liess sich nicht feststellen. Auch das Klima zwischen den Lernenden war angespannt. Die vier Flächen konnten relativ zügig hergestellt werden und es war interessant zu sehen, wie die Lernenden vorgehen und wie sie sich zum Grössenvergleich äusserten: Mehrere von ihnen waren wirklich überrascht, dass die vier Flächen so unterschiedlich gross waren. Beim Schätzen verschiedener Flächen im Schulzimmer waren unterschiedliche Strategien zu beobachten: Einige Paare nutzten die Flächenmodelle, um die Flächen in etwa zu bestimmen. Andere nutzten Rechenstrategien (Länge mal Breite). Bei runden Flächen wie Geldstücke, Hemdknöpfen oder Spitzerlöcher griffen die meisten Lernenden auf die im letzten Quartal gelernte Kreisflächenberechnung zurück, was mich freute. Bei den Gruppen, welche Rechenstrategien einsetzten ging aber der Bezug zu den eben erst hergestellten Modellflächen etwas verloren. Die fehlende Motivation führte dazu, dass offensichtlich falsche Resultate nicht hinterfragt wurden und wir Lehrpersonen sie darauf hinweisen mussten, dass bspw. ein A4-Blatt unmöglich $63dm^2$ gross sein kann. Diese fehlende Eigeninitiative wirkte sich somit hemmend auf den Wissenserwerb aus und die Verknüpfung zwischen enaktiver und symbolischer Repräsentationsform aus.
Fokuslernende	Fw3 partizipierte in einer Vierergruppe, welche nicht sehr motiviert bei der Arbeit war. Da sie den Quadratmeter erstellte, waren die anderen drei vor ihr mit der Herstellung der Flächenmodelle fertig und begannen ohne sie mit der Arbeit. Auch während der weiteren Arbeitsphase musste sie ein paarmal von uns wieder eingebunden werden. Die Gruppe mit Fw1, Fw4 und Fw3 sowie einer weiteren Lernenden (Lw4) zeigte viel Lernbereitschaft. Sie nutzten die Flächemodelle zum Schätzen der verschiedenen Flächen, waren deshalb zwar etwas langsamer, doch auf das Verständnis und die Vorstellung der verschiedenen Einheiten wirkte sich das sicher positiv aus. Sie kooperierten auch gut und intensiv miteinander. So hätte ich es mir auch bei den anderen beiden Gruppen vorgestellt.
Fazit für nächste Lektion	Da am Freitagabend das Herbstfest stattfindet, fällt die Mathematik am Morgen aus, so dass erst am Montag die nächste Lernumgebung ansteht. An der WT habe ich die vier Flächenmodelle nochmals aufgehängt und beschriftet. Darauf werde ich als Einstieg nochmals Bezug nehmen, so dass auch Lw6 einen Schnellinput dazu erhält. Die Darstellung soll dann während der folgenden Lektionen hängen bleiben, so dass immer wieder darauf verwiesen werden kann.

<b>20.11.17</b>	<b>Lernumgebung 7 „Grosse Flächen“</b>
Inhalt	Mit Rückblick auf die vorherige Lernumgebung wird im Lehrgespräch anhand einer PowerPoint-Präsentation die grossen Flächenmasse (a, ha, km <sup>2</sup> ) erarbeitet. Im Anschluss daran wird mit direkter Instruktion gezeigt, wie man mit einem Quadrateraster die Flächen grosser Objekte (abgebildet auf einer Google-Maps-Karte) berechnen kann. Die Lernenden wählen ein Objekt aus berechnen mit dieser Methode die Fläche, notieren die Lösung auf die Rückseite und tauschen die Aufgaben untereinander aus. Zum Schluss wird ein Lernjournaleintrag und eine Reflexion verfasst.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grösse einer Are, Hektare und eines Quadratkilometers in eigenen Worten beschreiben</li> <li>• Die Berechnung unregelmässiger Flächen mithilfe eines Quadraterasters in eigenen Worten beschreiben</li> <li>• Die Flächen (genäherte Werte) der Gemeinde Obersiggenthal, des Kantons Aargau und der Schweiz nennen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die vielen Emotionen, welche vor dem Herbstfest in der Klasse vorherrschten, schienen sich nun nach dem Fest gelegt zu haben. Alle Lernenden waren anwesend und in lernbereiter Stimmung. Der Rückblick auf die vergangene Lernumgebung erwies sich als hilfreich, da so nochmals kurz das Erreichte repetiert werden konnte und auch Lw6, welche letzte Woche nicht anwesend war, durch die anderen Lernenden kurz „gebrieft“ wurde. Die Einführung per PowerPoint und die Aufgabe am HRP klappten gut. Ich hatte das Gefühl, dass sich die Lernenden dank der vielen ikonischen Darstellungen und dem mehrmaligen Verweisen auf die Quadratmeterfläche an der WT, ein gutes Bild der grossen Flächenmassen machen konnten. Die Arbeit mit dem Quadrateraster klappte bei den meisten sehr gut. Bei der Berechnung der Einheitsquadratflächen entstanden zwar einige Fragen, welche aber bilateral gut geklärt werden konnten. Schnelle Lernende konnten noch ein zweites Beispiel lösen. Für den Lernjournaleintrag fehlte am Schluss etwas Zeit, weshalb es als Hausaufgabe aufgegeben wurde. Heute hatte ich ein wenig ein Durcheinander mit meinen vielen Papieren und Materialien und ich musste oft benötigte Blätter und Darstellungen suchen, was etwas mühsam war.
Fokuslernende	Wie so oft fand ich mich auch heute wieder in der Rolle der Lehrperson wieder. Die Rolle des SHP übernahmen L und in der zweiten Lektion die Klassenassistentin. So hatte ich leider gar nicht die Möglichkeit, mit den Fokuslernenden vertiefter die Aufgaben anzuschauen, Schwierigkeiten auszuloten und dazu Lösungsideen anzubieten, was ich etwas schade fand. Fw4 kam mit der Berechnung der Grössen gut zurecht und auch Fw2 gelang es, die Methode korrekt anzuwenden. Fw4 war sehr motiviert und gehörte sicher zu den drei Lernenden, welche am meisten Aufgaben gelöst haben. Fw3 und Fw1 wählten im Gegensatz zu den Erstgenannten die als am einfachsten markierten Aufgaben. Fw1 kriegte viel Unterstützungszeit von L und der Klassenassistentin, Fw3 tat sich zu Beginn noch schwer mit dem korrekten Auszählen der Einheitsquadrate. Hier fand ich aber etwas Zeit, es gemeinsam mit ihr anzuschauen.
Fazit für nächste Lektion	Ich denke, dass ich mich im Unterricht mit der Rolle der Lehrperson anfreunden muss. Die Rolle des SHP kommt immerhin in der Planung und in der Nachbereitung zum Tragen. In Zukunft möchte ich L und die Klassenassistentin vor der Lektion besser instruieren und auf allfällige Schwierigkeiten hinweisen sowie im Unterricht vermehrt kurze Zeitfenster für die Fokuslernenden suchen. In den nächsten Lektionen muss ich darauf achten, dass der Realbezug der Flächen durch das Umwandeln nicht verloren geht und damit das Ganze zu einer reinen Zahlenjonglage verkommt.

**N9** In der heutigen separativen Lektion mit Fw1 habe ich geplant im zweiten Teil nochmals auf die verschiedenen Einheitsflächen und das Umwandeln von Grössen einzugehen. Leider benötigten wir für den ersten Teil der Lektion mit Addition und Subtraktion im Hunderterraum sowie ersten Schritten im Tausenderraum zuviel Zeit, so dass nur noch kurz die Umwandlung von km auf m angeschaut werden konnte. Die Beispielaufgaben zeigten, dass Fw1 die Umwandlung ganzzahliger Werte grundsätzlich verstanden hat. In der morgigen Lektion versuche ich ihr vermehrt über die Schulter zu schauen und Unterstützung zu geben. Ich denke, dass sich die Lernumgebung so stark differenzieren lässt, dass auch Fw1 etwas mitnehmen kann und keines Spezialprogramms bedarf. Mal schauen...

<b>22.11.17</b>	<b>Lernumgebung 8 „Von Längen und Flächen“</b>
Inhalt	Die Lernenden überlegen sich anhand einer Visualisierung des Beispiels $\text{dm-cm/dm}^2\text{-cm}^2$ den Zusammenhang zwischen der Umwandlung von Längen und jener der Flächen, bzw. die Ableitung der Flächenumwandlung von der Längenumwandlung. Sie beschreiben die Zusammenhänge und das Vorgehen bei Flächenumwandlungen in eigenen Worten passend zu der ihnen bereits bekannten Umwandlungsstrategie „Tabelle“, „Komma verschieben“ oder „Ableiten von bekannten Einheitsgrössen“ mithilfe von frei wählbaren Umwandlungen von Grössen an der Wandtafel. Anschliessend erstellen sie ein Übungsblatt mit Lösungen, welches ausgetauscht und gegenseitig gelöst werden kann.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Zusammenhang zwischen Längen- und Flächenumwandlung in eigenen Worten beschreiben</li> <li>• Flächenmasse korrekt in andere Einheiten umwandeln</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Das heutige Fehlen von Lw5 (krank) und Lm1 (schnupfern) wird wohl keine grossen Folgen haben, da die beiden leistungsstarken Lernenden die Inhalte dieser Lernumgebung sicher in der Freitagslektion schnell erfassen werden. Der Start mit den anderen zehn Lernenden verlief beschwingt und problemlos. Alle konnten die erste Beispielaufgabe korrekt lösen und gedanklich nachvollziehen. Das Verteilen von flächengetreuen Zetteln eines Quadratdezimeters und eines Quadratzentimeters half das Ganze sehr anschaulich und handlungsorientiert zu erfahren. Beim Übergang zum Umwandeln der Grössen an der WT zeigten sich Schwierigkeiten, welche ich nicht vorhergesehen habe: Das Verständnis, dass $1\text{dm}^2$ eben nicht $10\text{cm}^2$ sondern $10 \cdot 10 = 100\text{cm}^2$ leuchtete allen ein. Dass dies aber nur Auswirkungen auf den Umwandlungsfaktor und nicht auf das Prinzip des Umwandelns hat, hätte ich explizit herausstellen sollen. So wandelte beispielsweise Fw4 $4\text{dm}^2$ in $16'000'000\text{mm}^2$ um, da er weiterhin in Quadratflächen dachte. So stellte er sich $4\text{dm}^2$ als ein Quadrat mit Seitenlänge $4\text{dm}$ vor (, da ja auch $1\text{dm}^2$ die Kantenlänge $1\text{dm}$ aufweist). Dass durch diese Quadrierung des Umwandlungsfaktors lediglich doppelt so viele Kommas verschoben, bzw. in der Stellenwerttabelle eine Lücke zwischen den Zahlen eingefügt werden muss und dann das ganze Umwandeln wieder analog zu anderen Grössen funktioniert, blieb den Lernenden verborgen, so dass dieser Schritt nicht bei allen vollständig gemacht werden konnte. So reichte auch die Zeit nicht, ein eigenes Blatt zu erstellen, da ich am Schluss noch versuchte, den angerichteten Schaden zu minimieren und am HRP das Wesentliche explizit herausarbeitete. Als Hausaufgabe gab ich 30 Minuten Onlineumwandeltraining anhand der bereits geübten Methode auf. Ich hoffe, dass dadurch die Lernenden wieder auf die Spur kommen. Vielleicht lässt sich auch in der nächsten Woche bei den Flächenberechnungen noch der eine oder andere mentale Widerspruch klären.
Fokuslernende	Fw4 war sehr bemüht und erfolgreich bei der Arbeit, bis er mit seinen Umwandlungen im oben erwähnten Fall ziemlich blockiert war. Es bedurfte eines intensiv geführten fachlichen Gesprächs zwischen mir und ihm, wo mit allerlei Materialien hantiert und erklärt wurde. Da ich seine vielen korrekten Gedankengänge nicht abwürgen wollte, liess ich ihm viel Zeit, sein Vorgehen zu erklären, um dann auf die kleinen Unstimmigkeiten hinzuweisen. Das dauerte zwar lange, doch diese Zeit nahm ich mir. Fw2 konnte dank meiner Intervention am HRP erfolgreich in das korrekte Umwandeln anhand der Kommaverschiebung einschwenken und zeigte in der anschliessenden separativen Lektion, dass sie das Prinzip verstanden hat. Bei Fw3 bin ich mir nicht so sicher, ob sie schlussendlich gedanklich wirklich auf der richtigen Spur war. Ich empfahl ihr, das Thema in die morgige Nachhilfelektion einzubringen. Fw1, welche das Einstiegsbeispiel gut absolviert hat, verlor während der Lektion nach und nach den Faden und konnte mittlerweile nicht mal mehr einen Quadratmeter von einem Quadratzentimeter unterscheiden, weshalb ich angesichts anderer Lernenden mit Denkblockade die Übung für sie abbrach und ihr eine einfache Flächenübung aus dem 3.Klass-Lehrmittel gab, mit der sie dann besser zurecht kam.
Fazit für nächste Lektion	In der Lektion von Freitag wird L das Umwandeln anhand eines Beispiels nochmals aufarbeiten und die Lernenden dann ein kleines Übungsblättchen erstellen und am iPad Umwandlungsübungen lösen lassen. Für Fw1 habe ich ein alternatives Programm mit einfacheren Flächenabzählaufgaben zusammengestellt, welches sie mit der Klassenassistentin lösen kann. Ich denke, dass die Lernenden den Rank noch kriegen und dann in der nächsten Woche auf der Basis der heutigen ersten Aufgaben auch die Flächenberechnung gut klappen sollte.

<b>27.11.17</b>	<b>Lernumgebung 9 „Flächen berechnen“</b>
Inhalt	Aufgrund der Lernstandserfassung und Unterrichtsbeobachtungen werden die zwölf Lernenden in drei Niveaugruppen aufgeteilt. In diesen Expertengruppen erarbeiten sie die Flächenberechnung der entsprechenden Figuren und vertiefen die Anwendung mithilfe eines Übungsblatts. Der zweite Teil der Lernumgebung findet am Mittwoch statt.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Flächenberechnung der entsprechenden Figuren mithilfe des <math>\text{cm}^2</math>-Rasters herleiten</li> <li>Die entsprechenden Aufgaben zur Flächenberechnung korrekt lösen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die Ausgangssituation für die Durchführung der heutigen Lernumgebung waren denkbar ungünstig. Drei von zwölf Lernenden waren krank, darunter zwei Fokuslernende (Fm1 und Fw3) sowie Lw6, der das heutige Thema auch sehr gut getan hätte. Ausserdem war die Stimmung in der Klasse aus welchem Grund auch immer etwas angespannt und die Lernmotivation war nicht sehr hoch. Zu Beginn der Gruppenarbeit nahm L ihre Funktion als Lerncoach wahr, als sie bei Fw1 vorbeischaute, die nächsten zwei Lektionen aber nicht mehr von ihrer Seite wich. Dadurch konnte sich diese Gruppe (bestehend aus drei Lernenden) nie richtig finden. Und ich fand mich einmal mehr in der Rolle der Lehrperson wieder, bei der alle Fäden zusammenlaufen, so dass ich nicht dazu kam, hier fördernd zu intervenieren. Die nötige Unterstützung bei den anderen beiden Gruppen war zu Beginn recht gross und es brauchte viel Überzeugungsarbeit und „mentale Schubser“, damit sie ihre Konzentration auf den Lerninhalt richten konnten. In der zweiten Lektion entspannte sich die Situation mit dem Eintreffen der Klassenassistentin. Ich instruierte sie kurz zum Inhalt der zweiten Gruppe (bestehend aus zwei Lernenden), mit welchen sie im Lehrgespräch die Aufgaben anschaute. Dadurch hatte ich Zeit, mich der leistungsstärksten Gruppe zu widmen, für die ich einige eher knifflige Aufgaben zusammengestellt hatte. Mit der Zeit schienen sie Spass an den Aufgaben zu finden und lösten sie gemeinsam recht erfolgreich, auch wenn da und dort kleine Hinweise und Tipps nötig waren.
Fokuslernende	L ging bei Fw1 wohl etwas zu schnell vom anschaulichen und abzählbaren Beispiel mit den Quadratzentimeterfolie weg zu den Anwendungsaufgaben, so dass Fw1 während der ganzen Doppelektion sich nie sehr sattelfest zeigte, so dass L ihr nicht von der Seite wich. In der morgigen separativen Lektion werde ich mit ihr nochmals auf die grundlegenden Aufgaben zurückgehen und auch nicht gross darüber hinausgehen. Fw2 hatte zu Beginn mit der Herleitung der Rhombus-, Parallelenviereck- und Drachenfläche ihre Mühe. Im zweiten Teil der Lektion schien es von weitem her gesehen bei dieser Gruppe gut zu klappen. Genaueres kann ich darüber nicht aussagen.
Fazit für nächste Lektion	Ich bin mir noch unschlüssig, wie ich die drei Abwesenden in die Fortführung der Lernumgebung am Mittwoch integrieren kann. Aber im Moment habe ich keine Lust mir darüber den Kopf zu zerbrechen. Es frustriert etwas, dass etwas sauber und durchdacht Geplantes, was wohl auch funktionieren würde, an ungünstigen Rahmenbedingungen scheitert. Insbesondere, da dadurch die Ergebnisse der Masterarbeit beeinflusst werden und unklar ist, ob es bei besseren Bedingungen anders/besser funktioniert hätte. Mit L habe ich das eher ungünstige Coachingverhalten nach der Lektion kurz angesprochen und sie sieht es ein. Aber nachher ist man immer klüger. Das hätte mir wohl auch passieren können... Ich jedenfalls brauche heute Abend mal eine Pause.

**N10** Mit Fw1 überprüfte ich heute in der separativen Lektion, wie sattelfest sie im Thema Flächen war. So konnte sie ohne Mühe einen Zentimeter, einen Dezimeter, einen Quadratzentimeter und einen Quadratdezimeter zeichnen. Die Unterscheidung in Längen und Flächen hat sie also schon mal verstanden. Wir schätzten zuerst die Flächen verschiedener Rechtecke und Quadrate, berechneten diese und prüften die Lösung mit der  $\text{cm}^2$ -Folie nach. Auch eine zusammengesetzte Figur konnte Fw1 fast alleine lösen, so dass ich in Hinblick auf die morgige Lektion guter Dinge bin.

<b>29.11.17</b>	<b>Lernumgebung 9 „Flächen berechnen“ (Videoanalyse)</b>
Inhalt	Zu Beginn des zweiten Teils dieser Lernumgebung treffen sich die Lernenden nochmals in ihrer Niveaugruppe, besprechen die auf heute gelösten vier Aufgaben auf dem Übungsblatt und bereiten die Präsentation ihrer Flächen vor. Es werden nun vier Dreiergruppen mit Lernenden aus jeder Niveaugruppe gebildet. Jede Person dieser neugebildeten Dreiergruppen präsentiert die Flächenberechnung der Figuren ihrer Gruppe. Im Anschluss daran und mit Hilfe der anderen Gruppenmitglieder wird das Übungsblatt fertig gelöst. Am Schluss steht noch Zeit für die individuelle Testvorbereitung zur Verfügung.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Flächenberechnung der entsprechenden Figuren mithilfe des <math>\text{cm}^2</math>-Rasters präsentieren</li> <li>• Die Aufgaben zur Flächenberechnung korrekt lösen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Erfolg und Misserfolg können beim Unterrichten so nahe beieinanderliegen: Heute waren sämtliche Lernende anwesend und die Motivation war unglaublich in Anbetracht dessen, dass die meisten von ihnen am Montag sehr gemütlich unterwegs waren. Die Besprechung der Hausaufgabe in der Niveaugruppe verlief sehr engagiert. Die Lernenden diskutierten verschiedene Lösungswege und setzten sich nochmals intensiv mit ihren Figuren auseinander. Fw4, Fw3 und Lw6, welche am Montag gefehlt haben, lösten als Hausaufgabe selbständig Teile des Übungsblatts und wurden durch die Gruppen gut integriert und so gut instruiert, dass auch sie die Flächenberechnung nachvollziehen und in ihrer neuen Gruppe erfolgreich präsentieren konnten. Bei diesem Austausch waren die Lernenden bei der Sache und erklärten den anderen Gruppenmitgliedern mit Skizzen und Hilfsmitteln ( $\text{cm}^2$ -Raster) auf sehr anschauliche Art und Weise die Flächenberechnung ihrer Figuren. Die anderen Lernenden hörten aktiv zu und fragten nach, so dass kein Monolog, sondern ein sehr angeregtes Lehrgespräch entstand und viel und engagiert über Mathematik gesprochen und debattiert wurde, was mir beim Zusehen viel Freude bereitete. Es war amüsant zu sehen, wie sich manche Lernende in der „Lehrerrolle“ sehr wohl fühlten und typisches Lehrerverhalten imitierten. Auch bei der anschliessenden Bearbeitung des Übungsblatts konnten die entsprechenden Lernenden als Experten auf Fragen ihrer Kolleginnen und Kollegen eingehen. Ich habe den Eindruck, dass eigentlich bei jeder und jedem Lernenden heute das Gefühl entstand, Mathematik zu verstehen und etwas zu können. Die Lernenden konnten heute sehr viele verschiedene Kompetenzen zeigen, sowohl fachlicher (mathematischer), als auch sprachlicher Natur sowie Selbst- und Sozialkompetenzen.
Fokuslernende	Fw4 wurde von L zuerst in Einzelarbeit verbannt, damit er die z.T. falsch gelösten Aufgaben auf dem Übungsblatt nochmals für sich löst. Als ich mit ihm die Aufgaben anschaute, merkte ich, dass er die Berechnung von Quadraten und Rechtecken sowie auch die daraus zusammengesetzten Figuren gut begriffen hatte, so dass ich ihn bald wieder in seine Gruppe reintegrieren konnte. Im anschliessenden Austausch mit Fw2 und Lw5 übernahm er den Lead und war die ganze Zeit sehr aktiv und bemüht, fragte nach und vertrat seine Version der Dinge sehr hartnäckig, liess sich also bei falschen Vorstellungen nur durch gute Argumente überzeugen. Auch Fw1 konnte in ihrer neuen Gruppe Verantwortung übernehmen. Zwar waren Lw6 und Lw2 die Flächenberechnung von Quadraten und Rechtecken geläufig, bei den Aufgaben mit den zusammengesetzten Flächen musste Fw1 ihnen erklären, wie sie vorgehen müssen. Toll, dass sie auch einmal die Expertenrolle einnehmen konnte. Ich machte mit ihr in der Pause zwischen den beiden Lektionen noch ab, welche Lernziele für sie relevant sind. So musste sie sich bei der anschliessenden Präsentation der anderen Figuren nicht allzu sehr stressen, wenn sie die eine oder andere Berechnungsweise nicht verstanden hat. Lw6 und Lw2 nahmen bei ihrer Präsentation sehr viel Rücksicht auf Fw1 und versuchten es didaktisch sehr geschickt ihr die Flächenberechnung beizubringen. Fw2 konnte die von ihrer Niveaugruppe bearbeiteten Flächen sehr gut berechnen und erklären. Bei den anderen Flächen zeigte sie noch leichte Unsicherheiten (zusammengesetzte Figuren), welche wir in der nachfolgenden separativen Lektion besprechen und mehrheitlich klären konnten. Fw3 gliederte sich trotz ihrer Abwesenheit gut in die Gruppe ein. Da sie als Hausaufgabe die Flächenberechnung von Quadrat und Rechteck gründlich erledigt hatte, gelang ihr auch ein schneller gedanklicher Einstieg bei Rhombus, Parallelenviereck und Drachenviereck. Nach der Lektion konnte sie mit ihrer Nachhilfelehrerin nochmals die Flächen sowie die Umwandlungen für den Test repetieren, so dass ich bei ihr ein gutes Gefühl habe.
Fazit für nächste Lektion	Am Montag und heute wurde mir einmal mehr bewusst, wie stark äussere Faktoren sich auf die Unterrichtsqualität auswirken können und dass eine gute und passende Vorbereitung kein Garant für einen erfolgreichen Unterricht ist. Auch die Beurteilung der Methode für die Masterarbeit ist davon betroffen: Aussagen über die Tauglichkeit von Methoden sind mit Vorsicht zu geniessen, da der Erfolg der Durchführung vielleicht gar nicht primär auf der Methode, sondern auf der Lernbereitschaft der Lernenden basiert, welche ihrerseits wieder ganz unterschiedliche Gründe haben kann. Fazit: Sozialwissenschaftliche Forschung, insbesondere Aktionsforschung ohne grosse Stichprobe, kann kaum harte Fakten liefern. Am Freitag findet der Test statt. Ich bin gespannt, wie die Lernenden abschneiden.

**N11** Grundsätzlich bin ich mit dem von den Lernenden am Test Gezeigten zufrieden. Einzig beim Schätzen von Flächen taten sich die Lernenden doch ziemlich schwer. Die nächste Doppelлекtion werde ich zur Prüfungsbesprechung verwenden.

<b>04.12.17</b>	<b>Besprechung Test Flächen</b>
Inhalt	Ausgewählte Testaufgaben werden alleine oder in Partner- und Gruppenarbeit nochmals gelöst, diskutiert und präsentiert. Im Anschluss daran sollten die Lernenden in der Lage sein, ihren Test zu verbessern. Am Schluss erfolgt eine schriftliche Reflexion.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die im Test gemachten Fehler analysieren und die Aufgaben richtig lösen.</li> <li>Ein schriftliches Fazit über das eigene Abschneiden ziehen.</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Zu Beginn war die Motivation Testaufgaben nochmals zu lösen und weiterhin auf die Rückgabe des Tests zu warten relativ gering. Doch die vollzählig anwesenden Lernenden liessen sich nach und nach auf die Aufgabe ein. Bei den Schätzaufgaben wurde einigen bewusst, dass es in manchen Fällen sinnvoller ist, erst einmal nur die Längen zu schätzen und daraus dann die Flächen zu berechnen. Die abermalige Bearbeitung einzelner Rechenaufgaben in Partnerarbeit sowie die Präsentation davon ging recht zügig über die Bühne. Die Aufgaben wurden nun im zweiten Durchgang zu zweit von den meisten Paaren sehr gut gelöst und verständlich präsentiert. Mit drei Lernenden, welche bei der Umwandlung von Grössen keine oder kaum Punkte erzielen konnten, fand ich noch Zeit, das Umwandeln von Flächen nochmals genau anzuschauen, so dass sie in der Lage waren, die Testverbesserung zu machen. Als Hausaufgabe gilt es die Verbesserung fertig zu machen und sich anhand dreier Fragen Gedanken zum Abschneiden zu machen.
Fokuslernende	Fw1 liess ich einen angepassten Test mit weniger und auf die Grundlagen fokussierte Lernzielen lösen. Sie erreichte diese sehr gut. Fw4, welcher den Klassentest schrieb, schnitt ungenügend ab. Unter Berücksichtigung der individuellen Lernziele gilt seine Leistung aber als gut. In der heutigen Doppelлекtion klärte sich bei ihm die eine oder andere Schwierigkeit. Fw2 und Fw3 erzielten im Test knapp überdurchschnittliche Resultate, weshalb ihnen in dieser Lektion nicht mein Hauptaugenmerk galt.
Fazit für nächste Lektion	Das nochmalige gründliche Aufarbeiten des Themas „Flächen“ dient als gute Ausgangslage für die Inangriffnahme des Kapitels „Volumen“ mit dem wir am Mittwoch mit der Lernumgebung „3. Dimension“ starten. Die Fokuslernenden können voraussichtlich an allen Klassenaufgaben mitmachen mit Ausnahme von Fw1 beim Umwandeln. Dort überlege ich mir noch eine alternative Aufgabe.

<b>06.12.17</b>	<b>Lernumgebung 10 „3. Dimension“</b>
Inhalt	Zu Beginn wird anhand eines Escher-Bildes ins Thema 3. Dimension eingeführt und in einem Lehrgespräch die Ergänzung der Flächenmasse zu Volumen erarbeitet. In Partnerarbeit bearbeiten die Lernenden im weiteren Verlauf der drei Lektionen sechs Posten, bei denen es vor allem um die Entwicklung einer Vorstellung der verschiedenen Volumenmasse geht. Am Rand wird auch schon auf das Umwandeln von Volumen Bezug genommen. Die Lernenden notieren die Lösung der Posten in einem Lernjournaleintrag und ihre Erkenntnisse in einer Reflexion.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die korrekten Bezeichnungen und die Darstellung für <math>m^3</math>, <math>dm^3</math>, <math>cm^3</math> und <math>mm^3</math> nennen</li> <li>Volumen von Quader schätzen und mit Messen von Länge, Breite und Höhe berechnen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die Einführung ins Thema Volumen mit der Postenarbeit verlief in einer sehr motivierten Arbeitsatmosphäre. Die zugelosten Paare und die eine Dreiergruppe (Lw2 war schnuppern) harmonisierten sehr gut. Sie setzten sich sehr intensiv mit den Posten auseinander und notierten ihre Erkenntnisse äusserst pflichtbewusst in ihr Journal. Ich war echt froh, dass das so gut klappte, da ich erkältet bin und mich etwas schlapp fühlte. L und ich gingen bei allen Paaren herum, haken nach und regten zu weiterführenden Fragen an. Da so viel parallel lief, fehlte mir aber etwas der Überblick über sämtliche Tätigkeiten.
Fokuslernende	Fw4 arbeitete mit Lm2 sehr intensiv und gründlich an den Posten, so dass sie zeitlich fast ein wenig ins Hintertreffen geraten sind und am Freitag etwas zügiger arbeiten müssen. Auch Fw1 hat mit Lw3 eine Partnerin gefunden, mit der es sehr gut harmonierte. Ich arbeitete heute fast nicht mit ihr, sondern beobachtete ihre Tätigkeiten von weitem. Der Austausch war angeregt und dank des dabei eingesetzten handlungsorientierten Materials hoffe ich, dass sich bei ihr eine Grundvorstellung für Volumeneinheiten bildet. Fw2 und Fw3 arbeiteten zusammen in der Dreiergruppe

	mit Lw4. Diese Konstellation klappte gut, so dass niemand das fünfte Rad am Wagen war. Auch hier wurde fleissig gemessen, gerechnet und diskutiert.
Fazit für nächste Lektion	L wird die Postenarbeit am Freitag weiterführen. Schnelle Lernende lösen das Zusatzblatt. Am Schluss erfolgt eine Reflexion. Ich hoffe, dass ich nächste Woche auf den zahlreichen Erkenntnissen der Postenarbeit aufbauen und bei Unsicherheiten wieder darauf verweisen kann. Vielleicht lohnt es sich, zu Beginn einen kleinen Kurztest mit den wichtigsten Inhalten durchzuführen und zu besprechen?

<b>12.12.17</b>	<b>Lernumgebung 11 „Längen, Flächen und Volumen umwandeln“</b>
Inhalt	In der ersten Lektion wird nochmals auf die Postenarbeit Bezug genommen und die wichtigsten Erkenntnisse daraus gesammelt. In der zweiten Lektion steht die LU 11 an. Die Lernenden lösen zu Beginn im Gruppenpuzzle Umwandlungsaufgaben (inkl. ikonischer Veranschaulichung) und suchen nach einem Zusammenhang zwischen dem Umwandeln von Längen, Flächen und Volumen. Im Anschluss daran folgt eine kurze gemeinsame Einführung zum Folgeauftrag. Die Lernenden wählen nun eigene Zahlenwerte und wandeln sie mit ihrer Umwandlungsmethode als Längen, Flächen und Volumen in andere Einheiten um.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In eigenen Worten den Zusammenhang beim Umwandeln von Längen, Flächen und Volumen beschreiben</li> <li>• Flächen- und Volumenmasse korrekt umwandeln</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	<p>Das nochmalige Aufgreifen der Postenarbeit schien sinnvoll, da die Lernenden einerseits das Gelernte repetieren konnten und ich einen Einblick in ihren Lernstand erhielt. In der Einzelarbeit wussten sie zwar nicht so viel zu notieren, im gemeinsamen Zusammentragen waren aber alle aktiv dabei und es fielen gute Voten.</p> <p>Die Zeit für die neue Lernumgebung war wieder einmal etwas knapp bemessen, besonders, da der Zusammenhang des Umwandlungsfaktors der Längen-, Flächen- und Volumenberechnung nicht erkannt wurde. Die Tabelle im PowerPoint macht es nicht möglich, hilfreiche Ergänzungen bspw. der Umwandlungsfaktoren einzufügen, wo viele Lernenden trotz ikonischer Darstellung den relevanten Zusammenhang nicht herauschälen konnten. Die Verknüpfung mit der bereits in den meisten Fällen erfolgreich eingesetzten Umwandlungsstrategie fand nicht statt.</p>
Fokuslernende	Wie die meisten Lernenden waren auch die Fokuslernenden in der zweiten Lektion überfordert und nicht in der Lage, die Umwandlungsfaktoren abzuleiten.
Fazit für nächste Lektion	Ich werde die morgige erste Lektion dafür investieren, den Zusammenhang klar verständlich darzustellen und die Lernenden dann noch ein bis zwei Aufgaben selbstständig lösen lassen. Dafür werde ich den Hellraumprojektor verwenden, um diesen Zusammenhang besser visualisieren zu können. Da mir die Zeit langsam davonläuft, werde ich es bei dieser einen Lektion belassen. Für das darauffolgende Rechnen mit Volumen ist diese Erkenntnis zwar hilfreich, aber keine Bedingung.

**N12** Endlich habe ich mir wieder mal etwas mehr Zeit nehmen können, um die Journaleinträge der LU 10 „3. Dimension“ inkl. Reflexion genauer durchzuschauen, zu kontrollieren und zu kommentieren. Die Posten wurden sehr gewissenhaft bearbeitet und ausführlich und sauber notiert. Und alle Reflexionen waren aussagekräftig und passend.



<b>13.12.17</b>	<b>Lernumgebung 11 „Längen, Flächen und Volumen umwandeln“</b>
Inhalt	Da die Lernumgebung 11 am Vortag nicht erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wage ich nochmals einen Versuch, die Zusammenhänge der Umwandlung bei Längen, Flächen und Volumen mit den Lernenden herauszuarbeiten. In einem lehrerzentrierten Startteil werden Umwandlungsbeispiele der drei Dimensionen am Hellraumprojektor im Lehrgespräch erarbeitet. Danach ergänzen die Lernenden ihre Tabelle mit eigenem Zahlenmaterial und beschreiben den Zusammenhang und ihr Vorgehen in eigenen Worten.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In eigenen Worten den Zusammenhang beim Umwandeln von Längen, Flächen und Volumen beschreiben</li> <li>• Flächen- und Volumenmasse korrekt umwandeln</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die ikonische Darstellung am Hellraumprojektor erfüllte ihren Zweck besser als die PowerPoint-Folie gestern. Allerdings merkte ich, dass ich auch hier beim Erklären limitiert war. Nächstes Mal würde ich die Einführung nicht nur alleine anhand von Bildern, sondern vor allem enaktiv mit Modellen durchführen. Die Flächen- und Volumenmodelle befinden sich ja bereits im Schulzimmer und Längenmodelle wären aus einer Schnur auch schnell hergestellt. Aber auch so gelang es allen anwesenden Lernenden (Lw5 war bei einem Vorstellungsgespräch) das Umwandeln abgeleitet von der Längenumwandlung nachzuvollziehen und ihre eigenen Aufgaben zu lösen. L und ich konnten uns dabei viel Zeit für einzelne Lernende nehmen. Schnelle Lernende beschrieben ihr Vorgehen und lösten das Zusatzblatt mit Umwandlungsaufgaben.
Fokuslernende	Fw4 fand den Draht und konnte den Zusammenhang beim Umwandeln der drei Dimensionen nutzen. Ich glaube aber, dass er von einer enaktiveren Einführung mehr profitiert hätte, da ich unsicher bin, ob er anhand der bildlichen Darstellung die Unterschiede im Umwandeln wirklich begriffen hat oder einfach rezeptartig ableitet und dieses Halbwissen schnell wieder vergessen geht. Bei Fw1 verzichtete ich auf das Hinarbeiten auf den Zusammenhang. Da sie bereits mit den Längen- und Flächenumwandlung Mühe hatte, vertiefte ich mit ihr einzelne Aufgaben unabhängig voneinander mit grosser Bezugnahme auf die sich im Schulzimmer befindenden Modelle. Sie konnte ihre selbstgestellten Aufgaben diesmal alle richtig lösen und ich habe das Gefühl, dass sie das Grundprinzip des Umwandelns, welches bei ihr vorher nicht vorhanden war, verstanden hat. Fw2 hatte heute keinerlei Mühe mit dem Umwandeln. Sie beherrscht das Prinzip des Kommaverschiebens so gut, dass sie den Zusammenhang zwischen den Dimensionen schnell abstrahieren und ihre Aufgaben richtig lösen konnte. Auch Fw3, welche das Umwandeln in der Nachhilfestunde nochmals geübt hatte, rechnete mit der Wertetabelle alle Aufgaben richtig.
Fazit für nächste Lektion	Ich bin froh, dass wir den Rank schlussendlich doch noch gefunden haben. Beim nächsten Mal würde ich aber wirklich von Beginn weg hauptsächlich auf die enaktive Repräsentationsebene setzten. Der Zeitaufwand wäre dadurch nicht grösser und der Lernfortschritt wohl nachhaltiger.

<b>13.12.17</b>	<b>Lernumgebung 12 „Grundfläche mal Höhe“</b>
Inhalt	In der zweiten Lektion von heute beginne ich mit der Lernumgebung 12, wo die Volumenberechnung des Quaders und des Würfels auf die Formel „Grundfläche mal Höhe“ generalisiert werden. Zu Beginn aktivieren die Lernenden mit der Berechnung des Volumens einer Zündholzschachtel enaktiv ihr Wissen zur Berechnung von Quader- und Würfelvolumen. In einem anschliessenden Lehrgespräch werden die Berechnungen auf die Formel „Grundfläche mal Höhe“ generalisiert. Im Anschluss daran werden in Gruppen weitere geometrische Figuren benannt und diskutiert, bei welchen die Formel „Grundfläche mal Höhe“ ebenfalls angewandt werden kann.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quader, Würfel, Prisma, Zylinder, Kegel, Pyramide und Kugel korrekt benennen</li> <li>• Geometrische Formen nennen, bei welchem das Volumen mit der Formel „Grundfläche mal Höhe“ gerechnet werden kann.</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die Berechnung des Streichholzschachtelvolumens war für alle Lernenden offenbar ein Kinderspiel. Die Formel „Länge mal Breite mal Höhe“ scheint nach der Lernumgebung 10 zu sitzen. Auch die Generalisierung auf „Grundfläche mal Höhe“ schien mit der Visualisierung mit PowerPoint schien bei allen Lernenden Verständnis hervorzurufen. Die Zuordnung der Namen zu den geometrischen Figuren klappte in allen Gruppen fast 100% korrekt. Zum Teil waren sie bei Kegel und Zylinder unsicher. Gut funktioniert hat auch der Austausch über die Figurennamen. Die Lernenden erklärten einander sehr anschaulich und mit guten Eselsbrücken, wie sich die Namen der Figuren merken lassen. Ich denke, dass das vielen Lernenden geholfen hat, sich die Namen einzuprägen. Spontan führten die Lernenden anschliessend in der kurzen Pufferzeit miteinander Abfrage- und Lernspiele durch. In dieser einen Lektion konnte am Schluss nur noch die Einteilung in „Volumen berechnen mit Grundfläche mal Höhe“ und alle anderen Figuren, wo dies nicht möglich ist, vorgenommen werden. Für die Erstellung eigener Aufgaben fehlte die Zeit. Dafür hatten die Lernenden die Möglichkeit beim Schreiben des Journals sich mit dem Skizzieren der Figuren auseinanderzusetzen. Hier konnte im Lehrgespräch

	individuell Tipps zum realistischen Skizzieren gegeben werden, welche die Lernenden auch gut umsetzten. Alle gaben sich beim Skizzieren und Schreiben grosse Mühe.
Fokuslernende	Alle Fokuslernenden scheinen das Berechnen von Quadern und Würfeln wirklich begriffen zu haben und können es anwenden. In ihrer Gruppe konnten sie sich beim Zuordnen der Namen und Figuren gut einbringen. Fw1, Fw4 und Fw2 hatten beim Skizzieren zuerst Mühe. Nach einigen Tipps gelangen ihnen die Figuren sehr anschaulich.
Fazit für nächste Lektion	L wird am Freitag die Lernumgebung abschliessen. Die Lernenden stellen ihren Journaleintrag fertig und zeigen ihr Können beim Lösen zweier Arbeitsblätter zum Thema. Am Montag möchte ich dann von der Berechnung von Quader und Zylinder mit Wasserumgiessen die Formeln zur Volumenberechnung von Kegeln und Pyramiden ableiten.

<b>18.12.17</b>	<b>Lernumgebung 13 „Pyramide, Kegel und Kugel“</b>
Inhalt	Die Lernenden benennen zuerst in Gruppen neun Alltagsgegenstände und wählen jene aus, deren Volumen sie berechnen können. In Einzelarbeit schätzt und berechnet dann jede und jeder Lernende einen Gegenstand und stellt ihre/seine Berechnung den anderen Gruppenmitgliedern vor. Nach der Pause werden die Volumenberechnungen mittels Grundlinie mal Höhe im Lehrgespräch repetiert, die Formel für die Kugelberechnung ohne Herleitung präsentiert und diskutiert. In ihrer Gruppe erhalten die Lernenden nun eine Plexiglasform der verbleibenden Figuren (Pyramiden, Kegel), zu welchen sie die Formel für die Volumenberechnung finden müssen. Dabei helfen Tipp-Karten, welche bei Bedarf gezogen werden können. Zum Schluss notieren sich die Lernenden ihre Erkenntnisse im Lernjournal und schreiben eine Reflexion.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Volumenberechnung von Pyramide und Kegel selber herleiten und in eigenen Worten beschreiben</li> <li>• Die Volumenberechnung von Würfel, Quader, Zylinder, Prisma, Pyramide und Kegel anwenden</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Zu Beginn waren die Lernenden (Lw6 fehlte krankheitshalber) noch etwas im Wochenendmodus und liessen sich leicht ablenken, was sich vor allem während der Gruppenarbeit zu Beginn bemerkbar machte. Die Problemlöseaufgabe war vom Schwierigkeitsgrad her auch eher anspruchsvoll und ohne konzentriertes Überlegen schwer zu lösen. Doch mit der nötigen Animation durch mich und L konnten die Lernenden die Aufgaben der ersten Lektion zeitgerecht lösen. In der zweiten Lektion konnte ich die Repetition der bekannten Volumen stark verkürzt durchführen, da sich die Lernenden am Freitag mit L nochmals intensiv damit befasst hatten. Mit dem Eintreffen der Klassenassistentin konnte jeder Gruppe eine Betreuungsperson zugewiesen werden. Die Volumenberechnung von Pyramide und Kegel konnten in allen Gruppen mit Hilfe einer oder mehreren Tippkarten hergeleitet werden. Für die Notation des Lernjournals blieb genügend Zeit, so dass das Skizzieren der Figuren noch vertiefter geübt werden konnte. Als Hausaufgabe stellen die Lernenden dann das Journal und die Reflexion fertig und lösen je eine Aufgabe mit der Volumenberechnung von Alltagsgegenständen.
Fokuslernende	Die Gruppe mit Fw4, Fw2 und Fw1 wurde in der ersten Lektion von L betreut. Nach ihren Aussagen klappte die Berechnung der Figuren sehr gut und sie glaubt, dass die Lernenden die Lösungswege der anderen nachvollziehen und verstehen konnten. In der zweiten Lektion arbeitete ich mit ihnen und sie hatten sehr gute Ideen beim Herausfinden des Pyramidenvolumens (Ich schenkte ihnen die einfachste Pyramide mit der quadratischen Grundfläche zu) ohne dass sie viele Tippkarten brauchten. Fw1 kam sogar auf die Idee, die Gefässe mit Wasser zu füllen und ineinander umzugiessen. Nach Aussage von L ging es Fw3 in ihrer Gruppe zu schnell, so dass sie kognitiv Mühe hatte, der Gruppendiskussion zu folgen.
Fazit für nächste Lektion	Morgen werden die Volumenberechnungen beim Kerzengiessen nochmals thematisiert und geübt. L möchte vor den Ferien noch mit einem Test abschliessen und das ist mir natürlich auch recht. Deshalb müssen heute noch die Lernziele formuliert und morgen abgegeben werden. Für die Testvorbereitung habe ich noch ein Übungsblatt in petto.

**N13** Eigentlich dachte ich, dass es für einen Test zum letzten Thema „Volumen“ zu knapp wird vor den Ferien. L sagte mir aber, dass dieser noch gut drinliegen würde, da sie bis Donnerstag vor den Ferien ganz normal arbeite. Somit stellte ich noch einen Test inkl. Lernziele zusammen. Mit Fw1 definierte ich in der separativen Lektion die Lernziele. Beim Vorstellen gelten die Klassenlernziele, beim Umwandeln sind einfachere Aufgaben ohne oder nur mit wenigen einfachen Dezimalzahlen geplant. Beim Rechnen liegt der Fokus auf der Volumenberechnung von Würfeln und Quadern, welche Fw1 bereits gut anwenden kann.

<b>20.12.17</b>	<b>Lernumgebung 14 „Geometrisches Kerzengiessen“</b>
Inhalt	Die Lernenden berechnen Volumen und Inhalt ihrer Kerzengiessform. Ihr Lösungsweg inkl. Skizze notieren sie auf ein Kärtchen. Danach giessen sie ihre Kerze und lösen zwischendurch oder anschliessend mindestens drei weitere Volumenberechnung anderer Figuren. Als Zusatzmaterial liegen Übungsblätter mit weiteren Volumenberechnungen auf.
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Volumen und den Inhalt der selbstgewählten Giessform berechnen</li> <li>• Anhand der Übungsblätter individuell stoffliche Lücken schliessen</li> </ul>
Beobachtungen / Reflexion	Die zehn Lernenden (Lw3 und AM waren schnuppern) freuten sich sehr über das Kerzengiessen. Die gewünschten Formen waren schnell ausgewählt und die Volumenberechnung eigentlich bei allen spätestens im zweiten Anlauf richtig. Die Lektion bot nochmals die Gelegenheit, das Umwandeln von Raum- in Hohlmasse zu repetieren. Beim Kerzengiessen entstanden beim Wachsschmelzen Wartezeiten, welche die Lernenden aber gut mit den Übungsblättern überbrücken konnten. Hier waren die Lernenden sehr individuell unterwegs. L kümmerte sich dabei vor allem ums Kerzengiessen, ich agierte als Lerncoach. Die gegossenen Kerzen müssen nun noch abkühlen und können morgen mitgenommen werden.
Fokuslernende	Fw4 wählte erwartungsgemäss eine Quaderform, Fw2 eine Kugel und Fw3 rechnete das Volumen eines Kegels korrekt aus. Fw1 überraschte mich mit der Wahl eines Sechsecksprismas. Und dies, obwohl die Anforderung lautete, nur eine Figur zu wählen, welche man auch berechnen kann. Dies klappte bei ihr im ersten Anlauf nicht. Sie war aber sehr motiviert, die Flächenberechnung des Sechsecks zu lernen. Wir teilten das Sechseck in sechs gleichseitige Dreiecke und setzten uns mit der Flächenberechnung des Dreiecks auseinander. Leider hatte ich nicht allzu viel Zeit dafür, weshalb dieser Input eher instruktiv wurde. Das anschliessende Messen und Rechnen führte sie aber fehlerlos durch.
Fazit für nächste Lektion	Die Lernenden sind auf einem guten Weg für die morgige Prüfung. Anhand der Übungsblätter (inkl. Lösungen) können sie zu Hause nochmals üben.