

# Berufsfeldbezug im Fach Mathematik in der Fachmittelschule

---

## Projektbericht

24.03.2014

Dr. Torsten Linnemann

Pädagogische Hochschule FHNW

[torsten.linnemann@fhnw.ch](mailto:torsten.linnemann@fhnw.ch)

Projekt gefördert durch

Kanton Basel-Landschaft, Bildungs-, Kultur- und Sportdirektion

## 1 Darstellung des Projekts und der Ergebnisse

Die Fachmittelschule (FMS) ist eine Schweizer Schulform, deren Abgängerinnen und Abgänger Berufe beispielsweise im Gesundheitswesen (z.B. Pflegefachpersonen) und in der Pädagogik (z.B. Primarschullehrpersonen) ergreifen. „Die Fachmittelschule ist eine allgemein bildende Schule, vermittelt ein berufsfeldbezogenes Angebot und betont intensiv die Persönlichkeitsbildung.“ (EDK, 2004)

Im Rahmen des Projekts KAMM (<http://web.fhnw.ch/ph/mathematikdidaktik/forschungs-und-entwicklungsprojekte/kamm>) werden Ansätze einer an diese Schulstufe angepassten Didaktik untersucht. In Linnemann (2012) wurden Möglichkeiten des Einsatzes von kognitiv aktivierenden Materialien evaluiert – und Daten zur Motivation der Schülerinnen und Schüler dargestellt. Es zeigt sich ein klarer Verbesserungsbedarf. Zentrales Anliegen des hier dargestellten Projekts KAMM 4 ist die Identifizierung mathemathikhaltiger Situationen in den verschiedenen Berufsfeldern der Fachmittelschule. Darauf aufbauend kann das geforderte berufsfeldbezogene Angebot verbessert werden – und hoffentlich auch die Motivation der Schülerinnen und Schüler gehoben werden.

Durch Untersuchung von Ausbildungsmaterialien von an die FMS anschliessenden Schulen und nachfolgenden Interviews werden die Situationen identifiziert und erste Materialideen entwickelt.

Im Berufsfeld Pädagogik ist ein verständnisvoller Umgang mit der Mathematik, ein Orientieren an Prozessen wichtig. Die Schülerinnen brauchen Selbstbewusstsein, sich auf offene Lösungswege einzulassen. Sie brauchen Kenntnisse vom Übergang von der Arithmetik in die Algebra, von der Idee funktionaler Zusammenhänge und einen fachlich fundierten Umgang mit Begriffen.

Im Berufsfeld Gesundheit gehen die benötigten mathematischen Kenntnisse über Prozentrechnung und Proportionalität hinaus. Auch hier sind funktionale Zusammenhänge wichtig, ferner nichtlineare Prozesse bei verschiedenen Berechnungen und ein Verständnis von Zerfallsprozessen. In beruflichen Zusammenhängen müssen die Lernenden oft nicht eigene mathematische Modellierungen durchführen, sondern verständlich mit vorhandenen Modellen umgehen, oft in Form von Tabellen, Graphiken – oder Eingaben in technische Apparate, wie zum Beispiel Infusiomaten. Es ergeben sich damit vielseitige Möglichkeiten, Materialien zu entwerfen.

Die Berufsfelder Soziales und Kunst wurden noch nicht so intensiv untersucht. Im Bereich Soziales ist der Umgang mit Budgets ein guter Ansatzpunkt. Im Rahmen der Zinseszinsrechnung und im Umgang mit abzuzahlenden Krediten sind auch hier Zerfallsprozesse und graphische Darstellungen wichtig. Im Berufsfeld Kunst bietet der Umgang mit Computerprogrammen einen Ansatzpunkt: Vektorrechnung und Projektion dreidimensionaler Körper auf eine Ebene (Bildschirm).

### Dank

Beim Kanton Basel Landschaft bedanke ich mich für die Finanzierung dieses Projekts. Mein besonderer Dank gilt Dr. Hansruedi Kaiser, dessen Hinweise wegleitend waren, und der einige Interviews mitgeführt hat. Besonders bedanke ich mich bei meinen Interviewpartnerinnen und –partnern: Prof. Dr. Franco Caluori, Ann-Margreth Frehner, Dr. Lorenz Frey, Susanne Hirschi, Daniel Hofer, Kerstin Jäger, Sigrid Jäger, Nadia Kellerhals, Kuno Leuenberger, Jessica Mesa, Dr. Julia Rausenberger, Dr. Thomas Royar und Fabienne Somandin. Schliesslich bedanke ich mich bei Heike Sönksen für die sorgfältige Lektorierung der ersten Fassung des Berichts.

## Inhalt

1	Zusammenfassung des Projekts und der Ergebnisse .....	1
2	Hintergrund .....	4
2.1	Das Projekt KAMM .....	4
2.2	Vorgaben im Fach Mathematik im Rahmenlehrplan für die Fachmittelschulen .....	4
2.3	Pilotstudie: Innermathematisches Experimentieren in Lernumgebungen in der Sekundarstufe II.....	5
2.3.1	Erwartung, im Beruf Mathematik zu benötigen.....	5
2.3.2	Motivation im Mathematikunterricht.....	7
2.4	KAMM 4: Berufsfeldbezug: Desiderata abnehmender Institutionen.....	7
2.5	Mathematik in der Berufsbildung – Lernumgebungen von Dr. Hansruedi Kaiser .....	8
3	Berufsfeld Gesundheit.....	8
3.1	Ausbildung zur Pflegefachperson.....	8
3.1.1	Analyse der Ausbildung, des Lehrplans .....	8
3.1.2	Analyse einiger Fachbücher.....	8
3.1.3	Durchführung von vier Interviews.....	9
3.1.4	Mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten .....	9
3.1.5	Berufsspezifische mathematikhaltige Situationen .....	10
3.1.6	Organisatorische Aspekte.....	13
3.2	Zu erfragende Dokumente .....	13
3.3	FHNW, Studiengang Life Sciences .....	13
4	Berufsfeld Pädagogik.....	14
4.1	Interview mit einem Mathematikdidaktik-Dozenten des Instituts Vorschul- und Unterstufe der Pädagogischen Hochschule FHNW.....	14
4.2	Interview mit einem Dozierenden des Instituts Primarschule der PH FHNW .....	15
5	Berufsfelder Soziales und Kunst .....	16
5.1	Kontaktaufnahme .....	16
5.2	Module der HGK FHNW.....	16
5.3	Aufnahmeprüfung und Lehrplan der BFF Bern .....	17
5.4	Module der HSA FHNW .....	17
5.5	Soziale Arbeit – Interview.....	17

6	Ideen für die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien .....	18
6.1	Rechnen mit Grössen, Potenz- und Wurzelrechnung .....	18
6.1.1	Medizinisches Rechnen – Berufsfeld Gesundheit .....	18
6.1.2	Nichtlineare Zusammenhänge in der Pflege – Berufsfeld Gesundheit .....	18
6.2	Prozent-, Zins- und Zinseszinsrechnung, Wachstum und Zerfall.....	19
6.2.1	Budgetberatung – Berufsfeld Soziales.....	19
6.2.2	Wirkstoffkonzentrationen im Körper – Berufsfeld Gesundheit .....	19
6.3	Beschreibende Statistik; Wahrscheinlichkeitsrechnung .....	20
6.3.1	Lesen von Statistiken – Berufsfelder Soziales, Gesundheit .....	20
6.3.2	Erstellen von Statistiken – Berufsfeld Gesundheit, Pädagogik.....	20
6.3.3	Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung – Berufsfeld Pädagogik.....	20
6.4	lineare Gleichungen und Gleichungssysteme mit mehreren Variablen, quadratische Gleichungen.....	20
6.4.1	Elementare Algebra – Berufsfeld Pädagogik .....	21
6.5	lineare und quadratische Funktionen; Logarithmen und Exponentialfunktionen .....	21
6.5.1	Funktionen unterscheiden – Berufsfeld Pädagogik.....	21
6.5.2	Graphiken lesen – Berufsfelder Soziales, Gesundheit.....	21
6.5.3	Tabellen lesen – Berufsfelder Soziales, Gesundheit.....	21
6.6	Trigonometrie und Stereometrie .....	22
7	Weitere Arbeiten.....	22

## 2 Hintergrund

### 2.1 Das Projekt KAMM

Das Projekt „kognitiv aktivierender Mathematikunterricht in der Mittelschule, KAMM“ (Linnemann 2012, 2013, 2013b) hat zum Ziel, ein Konzept für den Mathematikunterricht in der Fachmittelschule (FMS) zu entwickeln, das sowohl dem Rahmenlehrplan der FMS als auch den aktuellen fachdidaktischen Forschungsergebnissen entspricht.

Es besteht Handlungsbedarf, mathematikdidaktische Erkenntnisse aus anderen Schulstufen für die Fachmittelschule zu adaptieren und dabei sowohl motivierende Elemente für die Schülerinnen und Schüler zu bieten als auch den Berufsfeldbezug zu stärken.

Ein Fokus wird auf der Entwicklung (KAMM 3) ausgewählter Materialien liegen. Zur professionellen Entwicklung dieser und anderer Unterrichtsmaterialien wird die Einstellung der Schülerinnen und Schüler der FMS zur Mathematik erfragt (KAMM 1). Auch die Kenntnisse in Algebra (KAMM 2) sind von besonderem Interesse. Um einen stärkeren Berufsfeldbezug zu gewährleisten, wird untersucht, was in an die Fachmittelschule anschliessenden Bildungsgängen im Mathematikunterricht erwartet wird (KAMM 4).

Münden sollten die Aktivitäten dann in einem längerfristigen Projekt (KAMM 6), in dem eine grössere Menge von Materialien mit den Erkenntnissen aus KAMM 1-5 entwickelt wird.

Damit das Gesamtprojekt erfolgreich umgesetzt werden kann, müssen verschiedene Institutionen beteiligt werden: Die Pädagogische Hochschule FHNW für die Gesamtleitung und einige Forschungsaktivitäten, das Gymnasium Oberwil, um Klassen und auch einige personelle Ressourcen zur Verfügung zu stellen und schliesslich auch die Bildungsverwaltungen.

Diesen breit aufgestellten Zielen ist es geschuldet, dass das Gesamtprojekt in sechs Einzelprojekte aufgeteilt ist, in denen jeweils verschiedenartigen Forschungsfragen nachgegangen wird.

- KAMM 1: Erhebung des Mathematikbildes von Schülerinnen und Schülern, Herbst 2012
- KAMM 2: Explorative Studie zur algebraischen Expertise von Schülerinnen und Schülern zu Beginn des Unterrichts an der Fachmittelschule, Herbst 2012
- KAMM 3: Design von kognitiv aktivierenden Materialien, Herbst 2012
- KAMM 4: Berufsfeldbezug: Desiderata von abnehmenden Institutionen, Frühjahr 2013 bis Dezember 2013
- KAMM 5: Interventionsstudie zum „Problemlösen“ mit kognitiv aktivierenden Materialien, ab Frühjahr 2015 (Finanzierung noch unklar)
- KAMM 6: Design von Materialien unter Berücksichtigung aller Ergebnisse, Frühjahr 2014 bis Herbst 2015

Die Ergebnisse der Projekte werden dargestellt auf

<http://web.fhnw.ch/ph/mathematikdidaktik/forschungs-und-entwicklungsprojekte/kamm>

### 2.2 Vorgaben im Fach Mathematik im Rahmenlehrplan für die Fachmittelschulen

Der Rahmenlehrplan der FMS gibt für die Didaktik der Fachmittelschule vor:

„Die Fachmittelschule ist eine allgemein bildende Schule, vermittelt ein berufsfeldbezogenes Angebot und betont intensiv die Persönlichkeitsbildung.“(EDK, 2004)

Im Mathematikteil des Rahmenlehrplans wird konsequenterweise neben innermathematischen Fähigkeiten auch der Transfer in die Praxis und die Förderung der Problemlösefähigkeit gefordert:

„Der Unterricht entwickelt die Fähigkeit des logischen und abstrakten Denkens. Die geistige Beweglichkeit wird gefördert, indem einerseits der Schritt vom Konkreten zum Abstrakten geübt wird und andererseits der Transfer von der mathematischen Formulierung zur Praxis hergestellt wird. Die Lernenden erweitern ihre Kompetenz in einer Sprache, deren Symbole eine exakte Beschreibung von Gesetzmässigkeiten erlaubt. Das trägt dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler für die verschiedensten Problemstellungen offen bleiben und ihre Fähigkeit, Probleme zu lösen, fördern.“(EDK, 2004)

Der Themenkatalog des Rahmenlehrplans zeigt dann auf, dass Freiräume für berufsbezogene und persönlichkeitsbildende Aspekte bleiben. Es werden keine Themen verlangt, die in einigen anderen Schulformen nicht bereits in der 10. Klasse behandelt werden. Der Stoffdruck ist nicht übermässig gross.

- „Rechnen mit Grössen, Potenz- und Wurzelrechnung
- Prozent-, Zins- und Zinseszinsrechnung, Wachstum und Zerfall
- beschreibende Statistik; Wahrscheinlichkeitsrechnung
- lineare Gleichungen und Gleichungssysteme mit mehreren Variablen, quadratische Gleichungen
- lineare und quadratische Funktionen; Logarithmen und Exponentialfunktionen
- Trigonometrie und Stereometrie“ (EDK, 2004)

Es wird nicht verlangt, dass die Schülerinnen und Schüler aufwändige Techniken automatisiert beherrschen. Vielmehr besteht ein grosser Freiraum, allgemeinbildende und berufsbezogene Aspekte des Mathematikunterrichts zu betonen. Dies wird auf Seite 15 des Rahmenlehrplans wie folgt formuliert:

„Generell ist eine Didaktik zu wählen, die ein grundsätzliches Erfassen allgemeinbildender Erkenntnisse anhand exemplarischer Beispiele ermöglicht und gleichzeitig den aktuellen, wirklichkeitsnahen Bezug zu Anliegen der Gesellschaft herstellt.“

## **2.3 Pilotstudie: Innermathematisches Experimentieren in Lernumgebungen in der Sekundarstufe II**

Die von T. Linnemann im Studiengang „Diploma of Advanced Studies in Fachdidaktik“ (Linnemann, 2012) an der Universität Bern erstellte Diplomarbeit kann als Pilotstudie für die KAMM-Projekte gesehen werden. Neben dem Einsatz von Lernumgebungen wurden beispielsweise auch Daten zur Motivation erhoben.

### **2.3.1 Erwartung, im Beruf Mathematik zu benötigen**

Wie die folgenden Ausführungen zeigen werden, liegen grosse Probleme im Bereich des Lernwillens. In den Basisstandards für Mathematik der Erziehungsdirektorenkonferenz wird festgehalten:

„Mathematische Kompetenz erschöpft sich nicht im Wissen und Können, sondern umfasst auch Interesse, Motivation und die Fähigkeit und Bereitschaft zur Teamarbeit (nichtkognitive Dimensionen).“ (EDK, 2011)

Die Schülerinnen und Schüler einer 1., 2. und 3. Klasse der FMS des Gymnasiums Oberwil haben im Rahmen eines Fragebogens Fragen nach der Motivation in Mathematik und dazu, ob sie Mathematik später brauchen werden, beantwortet. Die zweite Frage lautete genauer:

Nach der FMS brauche ich die Mathematik vermutlich

1= nicht, 2= eher wenig, 3= eher viel, 4= viel

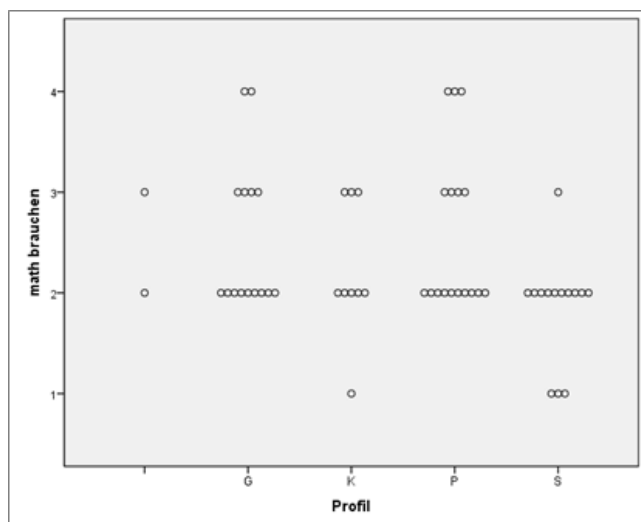
Nachfolgend bezeichnet G den Schwerpunkt Gesundheit, P Pädagogik, K Kunst und S Soziales. Die Anzahl der Schülerinnen und Schüler findet sich in der Spalte N

Die Auswertung der Resultate:

Schwerpunkt	N	Mittelwert	Standardabweichung
G	15	2.53	.743
P	17	2.59	.795
K	9	2.22	.667
S	14	1.86	.535

Die Frage war nicht Schwerpunkt der Umfrage. Es wurde nicht spezifiziert, ob mit „Mathematik“ die Themen des aktuellen Mathematikunterrichts gemeint sind und ob „brauchen“ den Alltag oder das Berufsfeld meint. Trotzdem geben die Resultate einen Einblick in die Situation an der FMS:

Bei der Annahme, Mathematik zu brauchen, liegen die Schwerpunkte G und P hoch signifikant höher als S. Bedenklich stimmt, dass in allen Profilen die Antwort 2, „eher wenig“, am häufigsten gegeben wurde, wie der folgende Scatterplot zeigt:



Mathematik wird wohl nicht als allzu relevant für das spätere Leben wahrgenommen. Dies widerspricht diversen Ergebnissen zur Bedeutung der Mathematik. Im Lichte des vom Rahmenlehrplan geforderten Berufsfeldbezugs besteht hier Handlungsbedarf.

### 2.3.2 Motivation im Mathematikunterricht

In das Bild einer kritischen Haltung gegenüber der Mathematik passen auch die Antworten auf die Frage:

„Meine Motivation im Mathematikunterricht ist

1= klein, 2= eher klein, 3= eher gross, 4= gross“

Schwerpunkt	N	Mittelwert	Standardabweichung
G	15	2.73	.799
P	17	2.24	.752
K	9	2.44	.527
S	14	1.86	.770

Die Motivation in Mathematik liegt im Schwerpunkt G hoch signifikant höher als in S. Auffallend ist auch der niedrige Wert beim Schwerpunkt P, den viele angehende Primarlehrpersonen besuchen – die dann Mathematik unterrichten müssen.

Sowohl bei der Motivierung der Schülerinnen als auch beim Berufsfeldbezug besteht Handlungsbedarf. Dabei darf angenommen werden, dass die Motivation steigt, wenn die Relevanz der behandelten Inhalte für das Berufsfeld klarer wird.

### 2.4 KAMM 4: Berufsfeldbezug: Desiderata abnehmender Institutionen

**Projektplan:** Von Februar bis Dezember wird der folgenden Forschungsfrage nachgegangen: „Welche mathematischen Kompetenzen brauchen Absolvierende von Fachmittelschulen / der Fachmaturität“ in den an die FMS anschliessenden Bildungseinrichtungen? Wie lässt sich der Berufsfeldbezug herstellen?“

In einem ersten Schritt werden Unterrichtsmaterialien von abnehmenden, also an die FMS anschliessenden, Institutionen (Fachhochschulen, höhere Fachschulen) auf Zusammenhänge untersucht, in denen mathematische Kompetenzen gefordert sind. Mit den daraus gewonnenen Ergebnissen werden Interviews mit vier bis sechs Personen aus abnehmenden Bildungseinrichtungen geführt.

Im Interview kann dabei flexibel auf die Einschätzungen und Erläuterungen der Experten eingegangen werden, sodass die durch die Materialrecherche erkannten mathematikhaltigen Situationen konkretisiert erfasst und Anregungen und Wünsche formuliert werden können.

Die Beantwortung der Forschungsfrage stützt sich methodisch auf eine Verbindung von Textanalyse (Unterrichtsmaterialien) und Interpretation und Kommentierung durch Experten in Interviews.

Im Berufsfeld Pädagogik ist klar, dass viele Bezüge zur Mathematik vorhanden sind. Es gibt an der PH eigene Module, die die Fachwissenschaft Mathematik für die Bedürfnisse von Primarlehrpersonen zum Thema haben. Aber auch in anderen Bereichen sind interessante Antworten zu erwarten. So werden in Gesundheitsberufen beispielsweise Tabellen eingesetzt, die zur Umrechnung verschiedener Medikamentendosierungen dienen – wobei auch logarithmische Skalen eine Rolle spielen. Der Studiengang „Life Sciences“, den einige FMS-Absolventinnen und -Absolventen besuchen, stellt ebenfalls besondere Anforderungen an mathematische Kompetenzen.



Die Untersuchungen wurden im Januar 2014 abgeschlossen. Bis Ende Februar 2014 wird ein Bericht erstellt, die Resultate werden vorgestellt an der Tagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik in Koblenz im März 2014, veröffentlicht in „Beiträgen zum Mathematikunterricht 2014“ (Linnemann 2014). Am 11.11.2014 findet eine Weiterbildung zum Thema "Berufsfeldbezug im Mathematikunterricht der FMS" in Zusammenhang mit der Weiterbildungszentrale WBZ statt.

Schliesslich werden mit Hilfe der Ergebnisse Materialien im Zusammenhang mit dem Gesamtprojekt KAMM erstellt. Es ist angedacht, daraus ein Lehrmittel für die FMS zu entwickeln.

## **2.5 Mathematik in der Berufsbildung – Lernumgebungen von Dr. Hansruedi Kaiser**

In seinem Projekt „Alltagsmathematik im Beruf“ hat Dr. Hansruedi Kaiser am Eidgenössischen Hochschulinstitut für Berufsbildung Ansätze für eine berufsbildungsspezifische Didaktik des Fachrechnens (Kaiser, 2013) erarbeitet. Zentrale Idee ist, das Fachrechnen nicht dem Aufbau des Schulfachs Mathematik folgen zu lassen, sondern in mathemathikhaltige Situationen im Berufsalltag einzubinden. Um diese Situationen möglichst gut modellieren zu können, hat er Berufspersonen interviewt. Beispielsweise Milchtechnologinnen und Milchtechnologe bzw. Köchinnen und Köche. Resultat ist eine situierte Didaktik mit Lernumgebungen, die nun in der Ausbildung dieser Berufe verwendet werden können.

Auch im Projekt KAMM 4 werden mathemathikhaltige Situationen aus verschiedenen Berufen untersucht. Bei der Erarbeitung von Materialien muss dann aber der Fachlogik gefolgt werden, wie sie vom Rahmenlehrplan der FMS vorgegeben ist. Beide Ansätze beruhen auf Interviews – im Projekt KAMM 4 konnte viel von den Erfahrungen von Hansruedi Kaiser profitiert werden. Die Zusammenarbeit im Bereich Pflegefachpersonen hat zu vielen Erkenntnissen geführt – und war wichtig für den Erfolg des Projekts.

## **3 Berufsfeld Gesundheit**

### **3.1 Ausbildung zur Pflegefachperson**

Gemeinsam mit Hansruedi Kaiser erfolgte eine intensive Zusammenarbeit mit dem BGS (Bildungszentrum Gesundheit und Soziales) in Chur und dem BBZ (Berufsbildungszentrum) in Olten.

#### **3.1.1 Analyse der Ausbildung, des Lehrplans**

In der Ausbildung zur Pflegefachfrau HF in Olten gibt es drei Lektionen zum medizinischen Rechnen, in der Ausbildung zur Medizinischen Praxisassistentin sind es 40 Lektionen. In der Ausbildung zur Fachangestellten Gesundheit ist die mathematische Ausbildung in andere Module integriert. Untersucht wird im Folgenden die Ausbildung zur Pflegefachperson.

#### **3.1.2 Analyse einiger Fachbücher**

In der Vergangenheit war es in der Schweiz in Ausbildungen üblich, Fachrechnen anzubieten. Mittlerweile ist das Fachrechnen in die anderen in die anderen Ausbildungsthemen integriert. Im BBZ in Olten sind in der Bibliothek des Weiteren Fachrechenbücher vorhanden, beispielsweise Gierse (2001) und Heine (2004).

Beide Bücher sind nach der mathematischen Fachlogik aufgebaut, enthalten Themen wie Bruchrechnung, Dreisatzrechnung, Prozentrechnung, Mischungsrechnung und Zinsrechnung, wobei diese The-

men sehr an Rezepten orientiert dargeboten werden. Der zweite Teil von Gierse (2001) befasst sich mit dem Medizinischen Fachrechnen. Hier werden die Themen nicht nach Rechenmethode, sondern nach Situationen getrennt aufgeführt. Die Abschnitte beispielsweise zu Injektionen und Infusionen (15.3 und 15.4), zu medikamentösen Therapien (18) und zur Beobachtung von Menschen (14) können in die weiter unten dargestellten Ideen zu Materialien in Bezug auf mathemathikhaltige Situationen eingearbeitet werden.

Die Unterrichtsmaterialien Leuenberger (2014) zum medizinischen Fachrechnen enthalten weitere Aufgaben zu den typischen Fragestellungen aus der Pflege.

### 3.1.3 Durchführung von vier Interviews

Am 28.05. 2013 wurde von H. Kaiser und T. Linnemann ein Interview mit Kuno Leuenberger, Ausbilder am BBZ Olten, durchgeführt; am 19.6. ein analoges Interview mit Ann-Margreth Frehner, Ausbilderin am BGS Chur. Daraus wurde von Hansruedi Kaiser ein erster Katalog mathemathikhaltiger Situationen erstellt. In einem Interview am 3.9.2013 wurde dieser Katalog mit drei Ausbildnern und Ausbilderinnen (Susanne Hirschi, Daniel Hofer, Fabienne Somandin) am BBZ Olten konkretisiert und ausgebaut. Ausserdem wurden kritische Situationen erfragt und die Resultate in den Katalog eingearbeitet.

Am 25.11.2013 wurde dann ein weiteres Gespräch, dieses Mal nur von T. Linnemann, durchgeführt mit vier Pflegefachfrauen aus Basel und Umgebung (Nadia Kellerhals, Jessica Mesa, Sigrid Jäger u.a.). Der Katalog wurde mit den Ergebnissen weiter konkretisiert und ergänzt.

Es folgt die Zusammenfassung der Resultate, aufgeteilt in die Bereiche „Mathemathische Kenntnisse und Fertigkeiten“, „berufsspezifische mathemathikhaltige Situationen“ und „organisatorische Aspekte“.

### 3.1.4 Mathemathische Kenntnisse und Fertigkeiten

Dieser Abschnitt zeigt eine Liste von Themen auf, die im Fachmittelschulunterricht behandelt werden sollten. Gleichzeitig liefert er für den Unterricht Ansätze für sinnvolle Anwendungsbeispiele.

#### 1 Grössenvorstellungen, Konzentrationen, Umrechnungen

- Medizinisches Rechnen: Standardvorsilben, Grösseneinheiten (Millisekunden beim EKG)
- Umrechnung % in ml, in mg. Verschiedene Wirkstoffe gibt es sowohl in mg-Angaben als auch in ml-Angaben. Beispiel: Sanostatin, Dormicum. Herstellung von Lösungen, sowohl mit mg, ml als auch in %-Angaben
- Vorstellung von Grössen
- Einschätzung Grösse Infusionsbehälter, Einschätzung von Ampullengrössen
- Konzentration: Was bedeutet 5% Glucoselösung? Bezieht sich die Angabe „3% NaCl-Lösung“ auf das Volumen oder auf das Gewicht?
- Blutalkoholberechnung
- Säure/Lauge: negativer Logarithmus: je kleiner der PH-Wert desto saurer. Schritte bedeuten Zehnerpotenzen

#### 2 Umgang mit Proportionalität, Dreisatz

Wird in diversen Situationen immer wieder gefordert, muss flexibel eingesetzt werden, z.B. auch bei Überschlagsrechnungen im Kopf. Insbesondere auf der Intensivpflegestation muss oft auch schnell im Kopf gerechnet werden können.

Beispiele auf anderen Abteilungen sind beispielsweise die Raten bei Infusionen: wie viel muss gegeben werden, wenn statt in drei in einer Stunde das Medikament gegeben wird. Wie muss etwas eingestellt werden, wenn die erste Hälfte in einer Stunde, die zweite in 1.5 Stunden verabreicht wird.

### *3 Kenntnis von Zerfallsprozessen*

Weiter unten wird klar: Zerfallsprozesse spielen eine grosse Rolle bei der Medikamentendosierung.

### *4 Umgang mit Graphiken und Tabellen*

In den allermeisten Fällen werden die wichtigsten Rechnungen an Tabellen und Graphiken ausgelagert. Neuerdings gibt es Resultate von digitalen Geräten: all dies muss interpretiert werden (und die Ergebnisse müssen überschlagen werden). Der Umgang mit mathematischen Darstellungen ist wichtig.

### *5 Statistik; Messungen*

Oft wird mit Bandbreiten von zulässigen Konzentrationen gearbeitet. Dazu braucht es einen Umgang mit statistischen Streugrössen. Der Normalfall und Ausreisser müssen eingeschätzt werden.

Ebenfalls muss eingeschätzt werden, ob die Resultate von Messungen korrekt sind. Dazu braucht es eine Vorstellung von Streugrössen und Fähigkeiten der Überschlagsrechnung. Fehlerfortpflanzung kann eine Rolle spielen.

Immer wichtiger, auch in der Weiterbildung, wird das Lesen von Statistiken. Wünschenswert wäre auch der Umgang mit statistischen Testverfahren, insbesondere dem Signifikanzniveau.

## **3.1.5 Berufsspezifische mathemathikhaltige Situationen**

Aus dem folgenden Abschnitt lassen sich Unterrichtsmaterialien entwickeln, die echten Praxisbezug aufweisen. In „Ideen für die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien“ werden einige Ideen aufgenommen. Soweit vorhanden, sind die kritischen Situationen aus dem dritten oder vierten Interview aufgenommen worden.

### *1 Potenzen: BMI, Medikamentenabgabe pro kg Körpergewicht und Körperoberfläche*

In der Onkologie und bei der Behandlung von Kindern kommt der Dosierung von Medikamenten eine besondere Rolle zu. Diese Dosierung wird vom Arzt erstellt. Wichtig zu wissen ist aber, dass sie oft nicht proportional zum Körpergewicht ist, sondern zur Körperoberfläche (diese ist entscheidend für den Stoffumsatz einer Person). Es gibt eine Formel zur Errechnung der Körperoberfläche aus Körpergrösse und Gewicht. Diese ist nicht linear. Überschlagsrechnungen der Pflegefachperson mit Hilfe von Proportionalität laufen hier ins Leere. Das sollte bekannt sein.

Bekannt ist der BMI, der ebenfalls nicht linear von Gewicht und Körpergrösse abhängt.

### *2 Bilanzen erstellen*

In verschiedenen Bereichen müssen Bilanzen von Aufnahme und Ausscheidung geführt werden. Besonders aufwendig ist dies bei der Dialyse: eine Kombination von Medikamenten, Ausscheidung und dem hydrostatischen Druck. Der Umgang mit Bilanzblättern und Tabellen muss geläufig sein.

### *3 Injektion, Infusion – Durchflussraten, Tropfer*

**Kritische Situation 1**, Radiologie: Spritzen von Kontrastmittel durch einen Port.

Potenzen spielen weiterhin beim Setzen von Injektionen eine Rolle: Der Durchfluss durch eine Röhre vergrössert sich bei laminaren Strömungen mit der vierten Potenz des Durchmessers (Gesetz von

Hagen-Poiseuille). Eine Nadel, die nur 0.8mm Durchmesser wirkt fast genauso gross wie eine mit 1mm Durchmesser. Sie hat aber bei gleichem Kraftaufwand nur die Hälfte des Durchflusses. Beispielsweise bei einem port-a-cath, der kurz vor dem Herzen angeschlossen ist, kann das schnell zu Problemen führen. Hier muss ein Bewusstsein des nichtlinearen Zusammenhangs vorhanden sein.

Dieser Problemkreis hat weitere Anwendungen: Arterienverstopfung, vergrösserte Prostata drückt auf Harnröhre, gegen Widerstand atmen (Indianer durch Schilfrohr unter Wasser), jemand steht auf einem Gartenschlauch.

Berechnet werden muss allgemein, bei welchem Druck in welcher Zeit wie viel durch eine wie dicke Nadel fliessen kann. Die Höhe, in der ein Beutel aufgehängt ist, verändert die Durchflussrate. Dies kommt zwar in der Ausbildung zur Pflegefachperson vor, der Hintergrund wird aber nicht behandelt.

Infusionen zubereiten: oft wird zu zweit gearbeitet, gegenseitige Kontrolle. Die Rate errechnet in einigen Spitälern die Pflegefachperson, in anderen die Apotheke. Dazu gibt es Tabellen, Schemata und schliesslich auch die Packungsbeilage. Eine mögliche Fehlerquelle ist beispielsweise eine 10fach Konzentration in einer Ampulle – und daraus folgend eine 10fache Gabe von Adrenalin.

Nach allen diesen Überlegungen muss schliesslich der Tropfer eingestellt werden. Allenfalls muss noch verdünnt werden, damit das Medikament überhaupt fliessen kann.

#### *4 Reservemedikation, therapeutischer Bereich, Überwachen und Steuern von Werten*

**Kritische Situation 2**, Reservemedikation: wie viel darf nachgespritzt werden, wenn die Therapie nicht anschlägt? Dies wird vom Arzt berechnet – sollte aber von Pflegefachfrau kritisch hinterfragt werden. Bei falscher Medikation zu Hause entstehen schnell Fälle für die Notaufnahme. Hausärzte halten oft Rücksprache – obwohl es in die Entscheidungsbefugnis des Arztes fällt. Hier muss die Pflegefachperson durchaus mit dem Arzt diskutieren können. Sachliche, auch quantitative Argumente sind wichtig.

##### **Reservemedikation**

Oft gibt es Anweisungen des Arztes, oder auch Tabellen, die bestimmen, wie viel von einem Medikament nachgereicht werden darf, wenn es nicht wirkt. Schmerzmittel sind hier ein Beispiel. Sinnvoll ist es, dies mit gesundem Menschenverstand – und Überschlagsrechnungen – zu tun. Ärztliche Kunstfehler lassen sich damit ein Stück weit vermeiden. Klar ist aber: die Angabe der Reserve erfolgt durch den Arzt. Die Reservetabellen zu den verschiedenen Medikamenten werden oft konsultiert.

##### **Therapeutischer Bereich**

Bei Medikamenten gibt es einen „therapeutischen Bereich“. Unterhalb einer gewissen Konzentration wirkt das Medikament nicht, oberhalb wird es schädlich. Darum ist es wichtig, diesen Bereich einzuhalten. Eine Rolle spielt zum einen der Zerfall des Medikaments im Körper (Blutsystem, Nieren, Leber), aber auch die Aufnahme. Es gibt Retard-Medikamente (Tabletten, Pflaster), die erst nach einer gewissen Zeit im Körper ankommen – oder bei denen die Abgabe während einiger Stunden anhält. Wird hier überdosiert, lässt es sich nicht mehr rückgängig machen.

Retard-Medikamente geben die Wirkstoffe oft in einem Zeitraum von 6 bis 12 Stunden ab (und dann kann es noch einmal 6 Stunden dauern, bis alles im Körper ist.) Die Wirkung beispielsweise von Durogesic hält 72 Stunden an – bei manchen Patienten aber nur 48 Stunden.

Besonders schmal ist dieser Bereich bei Digoxin, einem Wirkstoff aus der Fingerhutpflanze. Digoxin muss oft in Tablettenform eingesetzt werden. Der Wirkstoff braucht Zeit, bis er im Blut ist – und die

Konzentration erhöht sich zunächst weiter, verringert sich dann exponentiell. Wichtig ist also, wann die nächste Tablette verabreicht wird.

Aber auch Blutverdünner müssen vorausschauend im therapeutischen Bereich nachgespritzt werden. Ebenso wird der Blutzuckergehalt kontrolliert. Erschwerend kommt hier dazu, dass es in Deutschland und der Schweiz verschiedene Berechnungsmethoden, Einheiten, für die Nachmedikation gibt.

Bei Hypoprofen gibt es verschiedene Darreichungsgrößen. 800 ist ein Retard-Medikament, das langsam aufgenommen wird. 400 nicht. Zwei Mal 400 kann grosse gesundheitliche Probleme verursachen.

### Überwachung und Steuerung von Werten

In vielen Situationen ist es wichtig, regelmässig Messungen durchzuführen. Dabei müssen bestimmte Bereiche eingehalten werden, wie z.B. bei Temperatur, Infektwert, Blutzucker, Verdünnungswert.

Bei der Antikörpertherapie mit Mabthera gilt z.B. die Regel, dass bei Temperaturen über 37.9 oder Blutdruck unter 100 nachgespritzt werden muss.

Ein weiteres Beispiel ist der oben genauer behandelte therapeutische Bereich von Medikamenten

#### 5 Blutdruck und Puls

**Kritische Situation 3**, Sauerstoffsättigung im Blut: Von 100 bis 92% kein Problem, darunter schnell kritisch: exponentieller Zusammenhang der Probleme mit dem Sättigungsgrad.

Ausgangspunkt ist die Verordnung des Arztes: Beim Patienten A sollte der Druck nicht über/unter Wert X liegen. Wenn keine Verordnung vorliegt, dann wird sich an typischen, altersabhängigen Werten (min, max, Norm) orientiert. Wird die Grenze überschritten, nicht sofort blind reagieren, sondern allfällige plausible Erklärung suchen (Tageszeit, ...).

#### 6 Geräte einstellen

Viele Situationen, in denen früher oft häufiges manuelles Eingreifen und Einstellen nötig waren, werden heute von Geräten übernommen. Eines der wichtigsten Instrumente dabei ist der Infusomat, dessen präzise Bedienung wichtig ist.

Zunächst werden Gesamtvolumen, Zeit und Flussrate eingestellt. Eingaben müssen kontrolliert werden, sonst kann es beispielsweise Fehler mit der Platzierung des Dezimalkommas geben. Erfahrene Pflegepersonen kennen die häufigsten Anwendungsdauern und Tropfenraten und werden stutzig, wenn abweichende Resultate vorliegen. Überschlagsrechnungen können weitere Fehler vermeiden.

Weiter sind die Infusionsbehälter zu beachten. 250er und 500er sehen sich ähnlich, sind aber verschieden gross. 50er und 100er sind gleich gross – und die Angabe wird oft verdeckt durch die Aufschrift, die die Angaben für die individuelle Einstellung enthält.

Während der Anwendung, beispielsweise bei einer Chemotherapie ist dann ein Zwischenspülen notwendig. Das kann automatisch eingestellt werden – aber der Infusomat hat Programme, bei denen die Durchflussrate in den letzten Minuten verringert wird. Dann ist allenfalls nicht genug durchgelaufen.

Auch in anderen Situationen können die Einstellungen des Programms (langsamerer Durchlauf) Probleme bereiten.

Weitere zu überwachende Geräte sind zum Beispiel Atemgeräte (u.a. auch beim Scharchen). Hier sind die Mittel, die regelmässig ausgewechselt werden müssen, zum Beispiel Sauerstoffflaschen.

Zu beachten im Kontext von Geräten sind auch Perfusoren.

### **3.1.6 Organisatorische Aspekte**

#### *1 Schichtplanung*

In vielen Berufen ist die Schichtplanung ein herausfordernder Bestandteil der Arbeit. Wichtig ist bei Pflegefachleuten, dass es viele Fixpunkte (Zeiten für Physiotherapien, Medikamentengaben) gibt, sodass ein gewisser Planungsaufwand erforderlich ist. Oft wird dies mit elementaren Mitteln flexibel geregelt (Magnettafel), der Einsatz von Tabellenkalkulation bietet sich allerdings an.

#### *2 Anstellungsverhältnis*

Auch dieses Thema betrifft viele Berufe: Eigene Anstellung: Anstellungsprozente, Zuschläge, Abzüge, Ferienguthaben.

#### *3 Verwaltung*

In diesem Bereich sind die Themen z.B. Rechnungsstellung, Budgetierung, Ausflug budgetieren (beispielsweise in der Psychiatrie)

### **3.2 Zu erfragende Dokumente**

Hier sind einige Dokumente aufgeführt, die zur Erstellung von Materialien noch angefragt werden müssen. Unter anderem betrifft das

- Dosierung von Medikamenten in der Onkologie. Es gibt ein Programm vom Unispital Zürich.
- Tabellen, die Angaben über eine gewisse Menge oder eine gewisse Zeit machen.
- Tabelle zu Giften: Durogesin, Morphin: Tablette oder Retard.
- Schieber mit Giften: Palliativnetz oder Frau Dr. Balmer
- Tabelle Mabtheraschema: mg/h und ml/h
- Tabelle Infusionsbesteck von Braun (für Infusor, Perfusor)

### **3.3 FHNW, Studiengang Life Sciences**

Am 11.10. hat ein Gespräch mit Dr. Julia Rausenberger und Dr. Lorenz Frey, Mathematik-Dozierenden des Studiengangs Life Sciences, stattgefunden. Vorab wurden die Studienunterlagen gesichtet (Folien zu einer Vorlesung zur Analysis, Modulbeschreibungen). Es festigte sich dabei das Bild, dass im Berufsfeld Naturwissenschaften viel grössere Fertigkeiten in der Mathematik benötigt werden. Zwar genügen die Themen des Rahmenlehrplans im Prinzip – allerdings sind die gebotenen Fertigkeiten meist nicht ausreichend. Es braucht eine grosse Vertrautheit insbesondere mit algebraischen Umformungen (quadratische Gleichungen, Wurzeln, Potenzen, Logarithmen, Fakultät, Lösen von Gleichungen, Nullstellen, Faktorisierungen, Zahlenmengen ...), Vektoren, dem Umgang mit Funktionen und der Statistik.

Auch in der mathematischen Fachsprache wird eine grosse Präzision gefordert.

Beobachtet wurde von den Dozierenden, dass Studierende an der strukturierten Arbeit, die es in der höheren Mathematik braucht, scheitern. Es braucht eine hohe Frustrationstoleranz und den Willen, durchzuhalten.

Um die kleine Gruppe der Schülerinnen und Schüler, die von der FMS in die Naturwissenschaften gehen, ausreichend vorzubereiten, muss der FMS-Unterricht anders ausgerichtet werden als für die anderen Studiengänge.

Zu erwägen ist es, für die Fachmaturität im Bereich Naturwissenschaften ein fachliches Angebot zu machen, ähnlich dem der Fachmaturität Pädagogik – allerdings mit anderen Schwerpunkten (Techniken, korrekte Fachsprache).

## 4 Berufsfeld Pädagogik

An der Pädagogischen Hochschule FHNW gibt es fachwissenschaftliche und fachdidaktische Veranstaltungen in Mathematik. Die Mathematikausbildung der Studierenden wird also fortgesetzt. Die für die Studierenden wichtigsten Themen werden vertieft, und Einstellungen zur Mathematik sollten bewusst behandelt werden.

Ausserdem besuchen die Studierenden Praktika, in denen sie auch Mathematik unterrichten. Die Fachmittelschule ist Zubringer für die Studiengänge an den Instituten „Vorschul- und Unterstufe“ und „Primarstufe“. Zwischen dem Erhalt des Fachmittelschulausweises und der Fachhochschule absolvieren die Studierenden noch den Kurs „Fachmaturität Pädagogik“.

### 4.1 Interview mit einem Mathematikdidaktik-Dozenten des Instituts Vorschul- und Unterstufe der Pädagogischen Hochschule FHNW

Das Interview mit Dr. Thomas Royar hat am 28.01.2014 stattgefunden.

In Praxisbesuchen lassen sich schon in Kindergarten und den ersten Jahren der Primarstufe fachliche Probleme der Studierenden feststellen. So werden unter anderem Vierecke falsch kategorisiert (Rechteck=Viereck), beispielsweise Toblerone-Verpackungen als dreieckig bezeichnet. Es gibt grosse Probleme mit der mathematischen Begriffsbildung und wenig Akzeptanz für die Unterschiede zwischen mathematischer Fachsprache und der Umgangssprache. Verschiedene sprachliche Register werden nicht bewusst eingesetzt. Das Gleichheitszeichen wird oft als Rechenaufforderung verstanden, was zu mathematisch unsinnigen Ketten wie  $5*7=35*2=70:10=7$  führt.

In Rechnungen wird vielfach gesagt, das MUSS so gerechnet werden. Bei  $7+9$  beispielsweise müssen die Schülerinnen und Schüler zunächst die 7 auf 10 ergänzen. Dann wird 6 addiert. Flexibles Rechnen, der Umgang mit verschiedenen Lösungswegen, ist fremd.

Oft werden inadäquate Hinweise gegeben:

- Beim Stocken des Zählens bei 4 wird die Hand mit fünf Fingern in die Luft gehalten – das Problem ist wahrscheinlich nur ein fehlendes Wort, kein Problem in der Bedeutung.
- Beim Ergänzen von 4 auf 6 wird der Zahlenstrahl als Tipp gegeben – mit dem Resultat, dass das Ergebnis 1 oder 3 ist. Angemessener wäre hier eine Hilfe mit Mengendarstellungen.

Die Studierenden brauchen insgesamt nicht ein vertieftes fachliches Wissen, sondern ein Verständnis der Bedeutungen.



- Schulalgebra wird als Sammlung von Rezepten verstanden (anstatt beispielsweise als verallgemeinerte Ausdrucksweise bei arithmetischen Problemstellungen). So kann beispielsweise nicht formal beschrieben werden, warum die Summe drei aufeinanderfolgender Zahlen durch drei teilbar ist:  $7+8+9=24$ .
- Ein Term wird als Handlungsaufforderung gesehen, nicht als Ausdruck von Beziehungen. Strukturierungen fallen deshalb schwer.
- Im Bereich der Zahlen werden Brüche oder Wurzeln nicht als Ergebnisse einer Aufgabe anerkannt. Wobei beispielsweise die Irrationalität der Wurzel aus 2 zeigen kann, dass einige Probleme nicht lösbar sind (zwei gleich lange, rechteckig angeordnete Cuisenaire-Stäbchen durch einen dritten Stab zu einem Dreieck zu ergänzen).

Einstellungen zur Mathematik sind wichtig:

- Eine Vorstellung von Mathematik nicht als Anwendung von Rezepten, sondern die Betonung von kreativen Aspekten.
- Es braucht eine Bereitschaft, Aufgaben zu lösen, die sich nicht sofort aus den bekannten Techniken erschliessen.
- Verschiedene Lösungswege müssen anerkannt und begrüsst werden.
- Mathematische Werkzeuge sollten als Möglichkeiten des Entdeckens gesehen werden, nicht rezepthaft verwendet werden.
- Implizite Vereinbarungen, beispielsweise über Zahlenräume, müssen bewusst werden. Zum Beispiel ist 3:2 nicht lösbar in den natürlichen Zahlen, 2 ist kein Teiler von 3. Im Zahlraum der rationalen Zahlen lassen sich aber durchaus 3 kg Mehl in zwei gleich grosse Teile aufteilen.

Die inhaltlichen Bereiche des FMS-Lehrplans sind weniger wichtig.

- Im Bereich der Funktionen wird nicht auf Techniken Bezug genommen, es sollten aber verschiedene Wachstumstypen bekannt sein.
- Algebra und Gleichungen sollten strukturell erfasst werden können, aufwendigere Techniken werden nicht benötigt.
- Prozentrechnung, Statistik werden eher für Forschungsmethoden benötigt.
- Wahrscheinlichkeitsrechnung wird nur elementar benötigt. Abzählprobleme sollten auch durch systematische Darstellung der Möglichkeiten untersucht werden, nicht nur durch Anwendung von Formeln.
- Stereometrie wird vor allem im Bereich der Begriffe benötigt.
- Trigonometrie wird nicht benötigt, nur der Satz von Pythagoras.

Im Institut Vorschule und Unterstufe werden nur 2 Veranstaltungen zur Fachwissenschaft Mathematik besucht – also müssen die Studierenden 60 Arbeitsstunden investieren. Die Dozierenden sind auf eine solide Mathematikausbildung bereits vor der PH angewiesen.

## **4.2 Interview mit dem Professor für Mathematikdidaktik am Institut Primarschule der PH FHNW**

Das Interview mit Prof. Dr. Franco Caluori hat am 31.1.2014 stattgefunden.

Die Studierenden belegen zwei fachwissenschaftliche Veranstaltungen mit je zwei Semesterwochenstunden. Themen im ersten Semester sind beispielsweise Primzahlen, natürliche Zahlen, rationale Zahlen und Zahlssysteme.

Festzustellen sind verbreitete Mängel beim Bruchrechnen, Prozentrechnen, bei elementaren Flächenberechnungen und Funktionen. Oft verwenden die Studierenden unverständigen Formeln und



Rechenregeln, beispielsweise beim Bruchrechnen, in quadratischen Funktionen und der Kombinatorik.

Folgende Bereiche sind für das Studium an der PH vor allem wichtig – und bereiten den Studierenden oft Probleme:

- warum gelten die Bruchrechenregeln, wie lassen sich Dezimalbrüche in gewöhnliche Brüche umformen und umgekehrt,
- was ist die Bedeutung der Produktregel in der Stochastik, wie lässt sich diese für einfache Wahrscheinlichkeitsberechnungen nutzen,
- was sind die Charakteristika verschiedener Funktionstypen, wie lassen sich zum Beispiel verschiedene Typen des Wachstums unterscheiden (insbesondere Proportionalität),
- welche verschiedenen Bedeutungen haben Variable,
- welche Bedeutung haben Äquivalenzumformungen von Gleichungen, was bedeutet das Gleichheitszeichen,
- welche Grundbegriffe gelten in der Planimetrie (z.B. Unterscheidung verschiedener Vierecke), wie lassen sich einfache Flächen berechnen, wie lassen sich elementare Sätze (Pythagoras) beweisen,
- wie lassen sich Grössen, insbesondere sehr grosse und sehr kleine einschätzen, welche Vorstellungen gibt es zu Volumina?

Es ist also nicht wichtig, auswendig oder mit Hilfe der Formelsammlung zu wissen, wie sich komplexe Probleme bei Wahrscheinlichkeitsrechnungen oder Funktionsberechnungen lösen lassen, sondern wichtig ist eher gesichertes Wissen um die Zusammenhänge.

## 5 Berufsfelder Soziales und Kunst

### 5.1 Kontaktaufnahme

Die Kontaktaufnahme in diesen beiden Berufsfeldern hat sich als schwierig erwiesen. Als exemplarische Bildungseinrichtungen wurden nach Unterlagen zum Berufsfeldbezug des Gymnasiums Oberwil drei Institutionen ausgewählt:

- Berufs-, Fach- und Fortbildungsschule in Bern, BFF Bern (Soziales)
- Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Gestaltung und Kunst (HGK FHNW)
- Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Soziale Arbeit (HSA FHNW)

Von den beiden Hochschulen der FHNW kamen keine Reaktionen auf Anfragen per Mail. Da im Projekt bereits andere Gespräche intensiv liefen, verblieb eine Nachfrage. An der BFF Bern haben verschiedene Bereiche eine Zusammenarbeit nicht befürwortet – es laufen gerade zu viele Projekte. Immerhin wurden Aufgabenblätter zur Aufnahmeprüfung zur Verfügung gestellt.

Ein möglicher Ansatz, an Informationen zu kommen ist, Absolvierende der FMS, die die Bereich Soziales oder Kunst gewählt haben, zu interviewen.

### 5.2 Module der HGK FHNW

Leider sind hier keine Interviews zustande gekommen. Auf der Website sind nicht für alle Institute die Module ausführlich beschrieben. Zugänglich sind Modulbeschreibungen des Instituts Innenarchitektur und Szenografie. Wenig überraschend finden sich dort Computeranwendungen (Vektorgraphikprogramm) und auch Anwendungen in Proportion und Verhältnis (HGK FHNW IIS, 2014):

„... Sie verfügen über Grundkenntnisse in Vectorworks und sind in der Lage, Pläne mit Hilfe dieser Software zu zeichnen und auszugeben ....

Sie sind fähig das erworbene Grundwissen von Proportion und Verhältnis in der Gestaltung an ihrem Prototyp zu erläutern und zu vermitteln.“

Interessant wäre eine Diskussion über Vektorgraphik im ICT-Unterricht an der FMS und Anwendungen von Proportion und Verhältnis in der HGK FHNW.

### 5.3 Aufnahmeprüfung und Lehrplan der BFF Bern

Es wurden drei Aufnahmeprüfungen zur Sozialpädagogik HF/Kindererziehung HF zur Verfügung gestellt, jeweils der Teil 1, „Allgemeine, aktuelle Themen“. In diesem Teil wird ein wenig Mathematik, Statistik, verlangt.

Verlangt werden die Fähigkeit, Graphiken (z.B. Kreisdiagramme, Balkendiagramme), Tabellen und mathemathikhaltige Texte zu lesen und zu interpretieren und der Umgang mit Prozentangaben.

Der Lehrplan gibt beispielsweise bei „Pflege und Ernährung“ Ansatzpunkte für mathemathikhaltige Situationen. Leider kamen die Interviews nicht zustande.

### 5.4 Module der HSA FHNW

Leider sind hier keine Interviews zustande gekommen. Aus den Modulbeschreibungen (Hochschule für Soziale Arbeit 2014) sind vor allem die Module

- BA108 Einführung in die Sozial- und Evaluationsforschung
- BA310 Schulden- und Budgetberatung
- BA315 Was sollen wir mit all den Maschinen, Robotern und Computern?

tendenziell ergiebig für das Erkennen mathemathikhaltiger Situationen.

Das Modul BA108 zeigt die Bedeutung der Statistik, BA310 die Budgetberatung – und BA310 und BA315 zeigen eine Tendenz im Berufsleben: Die Lernenden werden mit fertigen Anwenderprogrammen konfrontiert, die sie einsetzen und lesen können müssen. Zu allen Themen werden unten Ideen für Unterrichtsmaterialien formuliert.

### 5.5 Soziale Arbeit – Interview

Am 17.1.2014 wurde ein Interview mit einer Sozialarbeiterin FH geführt. Wichtigste mathemathikhaltige Situation war die Erarbeitung eines Budgets, insbesondere:

- Beurteilung von Kleinkrediten: Wie viel kostet der Kredit, wenn die Amortisation vernachlässigt wird; ist der Kredit noch tragbar, wenn sich, insbesondere durch Unfall, die finanziellen Bedingungen ändern?
- Tragbarkeit von Hypotheken: Zinsschwankungen Amortisation
- Leasing
- Verwendung (und Verständnis) eines Hypothekenrechners aus dem Internet
- Verwendung (und Verständnis) eines Budgetrechners aus dem Internet.
- Diskussion von online zugänglichen Budgetbeispielen.

Idee: im Themenbereich „Exponentialfunktionen“ exemplarisch auf Schuldenabzahlung eingehen. Dazu werden erste Methoden aus der Rentenrechnung benötigt.

Ein zweiter wichtiger Themenblock ist das Lesen, weniger das Erstellen, von Statistiken.

Zu beiden Blöcken werden unten Ideen für Unterrichtsmaterialien formuliert.

## 6 Ideen für die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien

Die Ideen werden nach Themenbereichen aus dem Rahmenlehrplan (EDK, 2004) geordnet. Vor der Skizzierung von Materialideen werden generelle Aussagen zu den Themenbereichen getroffen. Diese Aussagen beziehen sich auf untersuchte Berufsfelder. Explizit nicht eingeschlossen sind die folgenden für den Lehrplan relevanten Faktoren:

**Mathematik als Allgemeinbildung:** Dieser Bereich ist nicht Thema dieser Untersuchung, aber explizit Auftrag der FMS. Einige der Themen, die im Berufsfeld wenig wichtig scheinen, wie zum Beispiel Trigonometrie, können aus Gründen der mathematischen Allgemeinbildung wichtig sein.

**Wechsel an das Gymnasium:** Von der Fachmittelschule kann an das Gymnasium gewechselt werden. Dies ist beispielsweise im Kanton Aargau ein verbreiteter Weg für die Schülerinnen und Schüler. Soll die FMS diesen Zubringer friktionsfrei bedienen, muss der Unterricht angepasst werden.

**Berufsfeld Naturwissenschaften:** Wie weiter oben dargelegt stellt dieses Berufsfeld viel höhere Ansprüche an die technischen Aspekte der Mathematikausbildung als an die anderen Bereiche.

### 6.1 Rechnen mit Grössen, Potenz- und Wurzelrechnung

Sowohl im Berufsfeld Gesundheit als auch im Berufsfeld Pädagogik ist der Umgang mit sehr grossen und kleinen Grössen/ Zahlen wichtig. Umrechnungen verschiedener Grössen untereinander müssen thematisiert sein. Dazu braucht es sowohl Grössen, als auch Potenzrechnung mit Verbindungen zu den Volumenformeln der Planimetrie. Ein Grundwissen der Potenzrechenregeln muss vorhanden sein, auch mit negativen (Zehner-) Potenzen.

#### 6.1.1 Medizinisches Rechnen – Berufsfeld Gesundheit

Aus der Literatur zum Fachrechnen für das Gesundheitswesen (Gierse, 2001; Heine, 2004; Leuenberger, 2014) lassen sich diverse Aufgaben für die Fachmittelschule anpassen: Infusionen, Grössenumrechnungen, Konzentrationsberechnungen; Haupttechnik ist dabei der Umgang mit Proportionalität.

#### 6.1.2 Nichtlineare Zusammenhänge in der Pflege – Berufsfeld Gesundheit

**Body-Mass-Index:** Die Formel für den Body-Mass-Index verwendet die Körpergrösse im Quadrat – und das im Nenner.

Es können verschiedene Methoden zur Bestimmung von Über-/Untergewicht verglichen werden. Der Einfluss des Quadrats tritt dann deutlich zutage. In Gierse (2001), Kap. 14.5, finden sich weitere Aufgaben.

**Körperoberfläche, gebrochen rationale Potenzen:** Die Dosierung von Medikamenten wird teilweise auf die Körperoberfläche bezogen (z.B. in der Onkologie). Begründet wird dies wohl damit, dass der Stoffwechsel in enger Beziehung zur Körperoberfläche steht. In Gierse (2001), Kapitel 18.1 finden sich zwei verschiedene Formeln für die Berechnung. Mit Hilfe einer Tabelle können die beiden Formeln miteinander verglichen werden: Wie stark unterscheiden sich die beiden Modellierungen? Schliesslich können einige konkrete Berechnungen durchgeführt werden. Beispiele lassen sich durch Nachfragen in einem Spital finden. Im Kapitel 18.2 von Gierse (2001) findet sich dann eine Formel für die Körperoberfläche von Kindern, zusammen mit Aufgaben (11 und 12).

**Medikamentendosierung bei Kindern:** Diese erfolgt in Abhängigkeit von Alter, Grösse und Gewicht. Hier lassen sich verschiedene Aufgaben vorstellen. Interessant ist die Abhängigkeit von mehreren Grössen.

**Durchflussraten von Rohren/Nadeln:** Nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille ist der Durchfluss durch ein Rohr proportional zur vierten Potenz des Radius. Eine Nadel mit 80% des Radius hat also nur 40% des Durchflusses – es muss der 2.5 fache Druck ausgeübt werden. Hier lassen sich verschiedene Betrachtungen anstellen, zum Beispiel mit Wertetabellen und Graphen. Ausserdem gibt es reale Situationen, in denen Pflegefachleute Nadeldurchmesser wählen müssen. Hier ist es wichtig, über den Einfluss des Radius eine Vorstellung zu haben. Eine der beschriebenen kritischen Situationen fällt in diesen Bereich. Verbinden lässt sich dies mit der Alltagserfahrung im Gebrauch von Trinkhalmen. Dickere Trinkhalme transportieren viel mehr Flüssigkeit. Weitere Situationen lassen sich leicht finden.

## 6.2 Prozent-, Zins- und Zinseszinsrechnung, Wachstum und Zerfall

Für den Bereich Gesundheit, und wohl auch für die anderen Berufsfelder, lohnt es sich, die Prozentrechnung zu wiederholen. Im Bereich der Budgetberatung oder der Statistik lassen sich Beispiele finden. Ausgearbeitete Beispiele zum Bereich Gesundheit finden sich in Gierse (2001), Heine (2004) und Leuenberger (2014). Wichtig kann es hier sein, nicht innerhalb der Prozentrechnung zu bleiben, sondern Einheiten wie mg und ml einfließen zu lassen.

Wachstum und Zerfall werden in der Schulmathematik meist intensiv am Beispiel linearer und exponentieller Zusammenhänge studiert. Die Interviews mit den Dozierenden der Pädagogischen Hochschule zeigen, dass ausserdem Bedarf besteht, andere (z.B. quadratische, logistische) Prozesse anzuschauen, so dass die Schülerinnen und Schüler diese auseinanderhalten können.

Wichtig sind im Bereich Gesundheit und im Bereich Soziales geometrische Reihen: Nach einer Anfangsdosis (Einzahlung, Einnahme Tablette) verringert/wächst die Grösse, dann wird wieder eingezahlt/eingekommen usw. Wie sehen diese Prozesse aus? Klassisch werden solche Zusammenhänge auch in der Rentenrechnung betrachtet.

### 6.2.1 Budgetberatung – Berufsfeld Soziales

Aufstellen eines Budgets : Anpassung eines Studierendenbudgets an die Situation der Lernenden nach dem Abschluss der FMS-Zeit. Beispielsweise auf [budgetberatung.ch](http://budgetberatung.ch) stehen hier Tools zur Verfügung.

Mit dem verbliebenen freien Betrag lassen sich verschiedene Varianten für Kleinkredite (Kredithöhe, Amortisation, Zinsen) durchspielen. Ebenso für Leasing. Hier können Wachstums- und Zerfallsprozesse sowohl mit Formeln als auch mit Wertetabellen erschlossen werden.

Die Idee ist anschlussfähig an die Lernumgebung 20 im mathbuch 9 (Affolter 2004), Rollerkauf. Das Thema kann in einer 3. Fachmittelschulklasse aber mit grösserer Flexibilität (Einsatz von Internet-Berechnungstools) und Verwendung von Exponentialfunktionen angegangen werden. Insbesondere kann die exponentielle Entwicklung der Schulden – und die lineare Verteilung der Raten thematisiert werden.

In das Thema lassen sich schön auch Steuerberechnung und Versicherungen einbauen – in der 3. FMS relevante Themen.

### 6.2.2 Wirkstoffkonzentrationen im Körper – Berufsfeld Gesundheit

Viele Wirkstoffe haben einen therapeutischen Bereich. Die Konzentration muss einen gewissen Wert haben, damit sie wirkt. Sie darf allerdings nicht zu hoch sein, da sie sonst schädlich wirkt. Ein gutes Beispiel ist hier Digoxin (Wirkstoff Digitalis – aus dem Fingerhut). In der Fachrechenliteratur Gierse

(2001), Heine (2004) und Leuenberger (2014) gibt es einige Beispiele zu diesem Wirkstoff. Der therapeutische Bereich ist recht schmal.

Wichtig ist hier die Aufnahme in Tablettenform. Wie hoch geht die Konzentration, nachdem die Tablette eingenommen wurde. Korrekturmöglichkeiten gibt es keine mehr, der Wirkstoff wird langsam aufgenommen. Typischerweise werden in zeitlichen Abständen weitere Tabletten gegeben – wie lässt sich dann die Wirkstoffkonzentration beschreiben?

Ähnliche Probleme gibt es bei Pflastern mit Wirkstoffen. Infusionen wirken direkter. Relevante Anwendungsbereiche sind beispielsweise auch Hormonsticks, Blutverdünner, Antibiotika und die Blutzuckerbehandlung. Der Einsatz von Infusionen lässt sich in diesem Zusammenhang thematisieren.

Zur Steuerung von Wirkstoffkonzentrationen ist eine vielseitige Lernumgebung vorstellbar. In diese kann auch die weiter oben erwähnte Problematik zum Thema Reservemedikation eingebaut werden. Wichtig ist, einen Schwerpunkt auf die Visualisierung zu legen. Die Wirkstoffkonzentrationskurven müssen graphisch dargestellt werden.

### **6.3 Beschreibende Statistik; Wahrscheinlichkeitsrechnung**

Wahrscheinlichkeitsrechnung spielt nur im Berufsfeld Pädagogik eine Rolle. Es geht dort um das Vorstellungsvermögen von elementaren Wahrscheinlichkeiten.

In den anderen Berufsfeldern dient die Wahrscheinlichkeitsrechnung vor allem als Vorbereitung der Statistik. Statistiken müssen dabei oft nicht selber erstellt werden, dafür aber hochkomplexe Statistiken gelesen werden, teilweise muss wissenschaftliche Literatur gelesen werden. Dafür sind die Kenntnis von Tests, von Streuung, Korrelation und Regression wichtig.

Streuung ist für das Berufsfeld Gesundheit auch insofern wichtig, als dort Vitaldaten in einem gewissen Bereich normal sind – kleine Abweichungen spielen keine Rolle, grosse umso mehr.

#### **6.3.1 Lesen von Statistiken – Berufsfelder Soziales, Gesundheit**

In beiden Berufsfeldern werden Statistiken weniger selbst erstellt, sondern vielmehr gelesen. Die Darstellungen sind oft hochkomplex (beispielsweise die Wachstumskurven von Kindern). Hier kann mit echten Statistiken ein Schwerpunkt gelegt werden.

#### **6.3.2 Erstellen von Statistiken – Berufsfeld Gesundheit, Pädagogik**

Im Rahmen der Ausbildung in verschiedenen Berufsfeldern kann es vorkommen, dass Statistiken selbst erstellt werden sollen. Das Erstellen einer Statistik bietet sich für exemplarisches Lernen an der FMS an. Die Klasse kann einen Themenbereich mit statistischen Mitteln selbst erschliessen, beispielsweise mit eigenen Daten aus vorab besprochenen Bereichen.

#### **6.3.3 Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung – Berufsfeld Pädagogik**

Angelehnt an Lernumgebungen im Zahlenbuch und im mathbuch sollten elementare kombinatorische Probleme gelöst und mit Wahrscheinlichkeitsrechnung verbunden werden. Wichtig ist, dass die Studierenden tragende Grundvorstellungen entwickeln.

### **6.4 Lineare Gleichungen und Gleichungssysteme mit mehreren Variablen, quadratische Gleichungen**

Wird dieses Thema als elementare Algebra interpretiert, so ist es grundlegend für das Berufsfeld Pädagogik. Der Übergang von der Arithmetik zur Algebra lässt sich hier schön thematisieren. Gleich-

chungssysteme spielen im Berufsfeld Pädagogik keine grosse Rolle, quadratische Gleichungen im Rahmen geometrischer Berechnungen.

Im Berufsfeld Gesundheit braucht es keine quadratischen Gleichungen. Es lassen sich allerdings Mischrechnungen mit verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen anstellen. Diese Rechnungen finden sich in der einschlägigen Literatur (Gierse (2001), Heine (2004), Leuenberger (2014)). Im Berufsalltag ist es so, dass die Rechnungen eher von Ärzten durchgeführt werden. Sie müssen also nicht wirklich geübt werden.

Für die Schülerinnen und Schüler sind allerdings wohl Mischrechnungen mit realen Medikamentenkonzentrationen motivierender als reine eingekleidete Aufgaben zu Gleichungssystemen. Es ist also sinnvoll, einige dieser Aufgaben in die Unterrichtseinheit zu Gleichungssystemen aufzunehmen.

### **6.4.1 Elementare Algebra – Berufsfeld Pädagogik**

In den anderen Teilbereichen des Projekts „KAMM“ sind bereits Lernumgebungen entstanden, die den Übergang von der Arithmetik zur Algebra anhand von an der Primarschule relevanten Themenbereichen aufzeigen. Ergänzt werden sollte dies durch Materialien, die das strukturelle Verständnis von Termen verbessern.

## **6.5 Lineare und quadratische Funktionen; Logarithmen und Exponentialfunktionen**

Funktionale Zusammenhänge spielen in den Berufsfeldern Gesundheit und Pädagogik eine grosse Rolle, meist aber nicht in Form von durch Gleichungen gegebenen Funktionen. Insbesondere quadratische Funktionen werden nicht intensiv benötigt. Wichtig ist vielmehr der verständnisvolle Umgang mit Funktionen – das Lesen von Graphiken und Tabellen – und das Auseinanderhalten verschiedener Funktionstypen.

Logarithmen und Exponentialfunktionen sind, wie oben gesehen, vor allem im Bereich Wachstums- und Zerfallsprozesse wichtig. Logarithmen dienen ausserdem dem Verständnis der pH-Skala, die unbedingt behandelt werden muss.

### **6.5.1 Funktionen unterscheiden – Berufsfeld Pädagogik**

Nachdem im Unterricht bereits verschiedene Funktionstypen behandelt wurden, kann in einer sehr graphisch orientierten Unterrichtseinheit die Unterscheidung der verschiedenen Funktionstypen (bzw. Wachstumstypen) thematisiert werden. Es kann ausserdem die Geschwindigkeit des Wachstums untersucht werden.

### **6.5.2 Graphiken lesen – Berufsfelder Soziales, Gesundheit**

Entscheidend ist in diesen Berufsfeldern weniger die Behandlung von typischen Funktionen als vielmehr die Lesefähigkeit für Graphiken. Dies entspricht der Leitidee der funktionalen Zusammenhänge, die im Lehrplan der FMS kaum vorkommen. Anschlussfähig ist dies an die Lernumgebungen 13, 31 und 37 im mathbuch 9+ (Affolter 2004b)

### **6.5.3 Tabellen lesen – Berufsfelder Soziales, Gesundheit**

Insbesondere im Bereich Gesundheit werden die Lernenden oft mit Tabellen konfrontiert. Sinnvoll ist dabei ein Verständnis der dahinterliegenden funktionalen Zusammenhänge: lineare, logarithmische und exponentielle Zusammenhänge kommen vor. Oft geht es aber einfach darum, aus Tabellen die richtigen Daten herauszulesen.

## 6.6 Trigonometrie und Stereometrie

Stereometrie spielt vor allem bei der Einschätzung von Grössen eine Rolle, Trigonometrie wird in den untersuchten Berufsfeldern, mit Ausnahme der Naturwissenschaften, nicht benötigt. Da räumliches Vorstellungsvermögen eine wichtige Eigenschaft in vielen Berufen ist, spricht trotzdem viel dafür, Stereometrie im Lehrplan zu belassen – auch wenn nicht erwiesen ist, dass die Beschäftigung mit räumlichen Problemen in diesem Alter noch das Vorstellungsvermögen fördert.

Eine Ergänzung durch elementare Planimetrie wäre für die Pädagogik begrüssenswert.

## 7 Weitere Arbeiten

Die Ergebnisse des Projekts zeigen einen Bedarf an berufsfeldbezogenen Materialien in der Fachmittelschule: verständnis- und prozessorientierte Mathematik für die Pädagogische Hochschule und eine Verschiebung von der eigenständigen Modellierung mathematischer Situationen hin zum Verständnis von Modellen im Berufsfeld Gesundheit.

Die Anregungen zu angewandten Aufgaben im Bereich Gesundheit können recht einfach in bestehende Skripten eingearbeitet werden. Die Ideen zu Lernumgebungen müssen ausgearbeitet werden: zum Beispiel nichtlineare Zusammenhänge und Wirkstoffkonzentrationen im Bereich Gesundheit, Budgetberatung im Berufsfeld Soziales, Termstrukturierung im Berufsfeld Pädagogik.

Der Autor der Studie wird versuchen, noch Kontakt zu Auszubildenden in den Berufsfeldern Soziales und Kunst herzustellen, um auch hier Anregungen zu erhalten. Das kann aber nicht mehr im Rahmen des Projekts KAMM 4 erfolgen.

Die Ergebnisse des Projekts KAMM 4 werden vorgestellt am 14.3.2014 an der Jahrestagung der Gesellschaft für die Didaktik der Mathematik in Koblenz und veröffentlicht in den Beiträgen zum Mathematikunterricht (Linnemann, 2014).

Am 11.11.2014 werden die Materialien an einer Weiterbildung vorgestellt, die von der Weiterbildungszentrale WBZ organisiert wird.

Schliesslich wird der Autor der Studie versuchen, die entstehenden Materialien breiter zugänglich zu machen. Entweder in Form eines Buches oder in Form einer Online-Plattform in Zusammenarbeit mit weiteren Lehrpersonen. Für das Buch muss ein Herausgeber, für die Online-Plattform eine Finanzierung gefunden werden.

### Literatur

Affolter, W. et al. (2004): matbuch.ch 9+. Lernumgebungen. Bern: Schulverlag bmv und Zug: Klett und Balmer.

Affolter, W. et al. (2004b): matbuch.ch 9+. Lernumgebungen. Bern: Schulverlag bmv und Zug: Klett und Balmer.

EDK, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2004): Rahmenlehrplan für Fachmittelschulen. <http://edudoc.ch/record/2033/files/5-1d.pdf>



- EDK, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2011): Basisstandards für die Mathematik. [http://edudoc.ch/record/36469/files/Standards\\_Math\\_d.pdf](http://edudoc.ch/record/36469/files/Standards_Math_d.pdf)
- EDK, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (2011 b): Grobstruktur Lehrplan 21. [http://lehrplan.ch/sites/default/files/grobstruktur\\_lp21.pdf](http://lehrplan.ch/sites/default/files/grobstruktur_lp21.pdf)
- Gierse, M. (2001 ): Fachrechnen für Pflegeberufe. Hannover: Schlütersche.
- Hoyles, C., Noss, R., & Pozzi, S. (2001). Proportional reasoning in nursing practice. Journal for Research in Mathematics Education, S. 4-27.
- HGK FHNW IIS: Fachhochschule Nordwestschweiz, Hochschule für Gestaltung und Kunst, Institut Innenarchitektur und Szenografie (2014): Modulpläne. <http://www.fhnw.ch/hgk/iis/bachelor-of-arts/modulplaene> (15.01.2014)
- Hochschule für Soziale Arbeit FHNW (2014): Modulverzeichnis 2013/2014. Bachelor of Arts in Sozialer Arbeit. [http://www.fhnw.ch/sozialarbeit/zentrale-files/bachelor/modulverzeichnis\\_bachelor\\_2013.pdf](http://www.fhnw.ch/sozialarbeit/zentrale-files/bachelor/modulverzeichnis_bachelor_2013.pdf) (22.01.2014)
- Haverty, A., Koedinger, R.K., Klahr, D. & Alibalt, M. (2000): Solving Inductive Reasoning Problems in Mathematics: Not-so-Trivial Pursuit. In: Cognitive Science, Vol 24, S. 249-298.
- Heine, R., Löber, K.H. (2004): Mathematik für Berufe im Gesundheitswesen. Berlin: Cornelsen.
- Kaiser, H. (2013): Ansätze für eine berufsbildungsspezifische Didaktik des Fachrechnens. Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Online. [www.bwpat.de/ausgabe24/kaiser\\_bwpat24.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe24/kaiser_bwpat24.pdf) (04.02.2014)
- Klieme, E., u.a. (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. [http://www.dipf.de/publikationen/volltexte/zur\\_entwicklung\\_nationaler\\_bildungsstandards.pdf](http://www.dipf.de/publikationen/volltexte/zur_entwicklung_nationaler_bildungsstandards.pdf) (04.02.2014)
- Leuders, T., Naccarella, D. & Philipp, K. (2011): Experimentelles Denken – Vorgehensweisen beim innermathematischen Experimentieren. In: Journal für Mathematik-Didaktik, 32(2), 205 – 231.
- Leuenberger, K. (2014): Medizinisches Rechnen. Unveröffentlichtes Skript.
- Linnemann, T. (2012): Innermathematisches Experimentieren in Lernumgebungen in der Sekundarstufe II. Diplomarbeit „Diploma of Advanced Studies in Fachdidaktik Mathematik.“ <http://web.fhnw.ch/ph/mathematikdidaktik/forschungs-und-entwicklungsprojekte/kamm/artikel-ergebnisse/innermathematisches-experimentieren-in-lernumgebungen> (04.02.2014)
- Linnemann, T. (2012b): Innermathematisches Experimentieren in Lernumgebungen in der Sekundarstufe II. In: Ludwig, M. und Kleine, M.: Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Vorträge auf der 46. Tagung für Didaktik der Mathematik, S. 557-560. Münster: WTM.
- Linnemann, T. (2013): Mathematikunterricht in der Fachmittelschule mit Lernumgebungen. Bulletin des Vereins schweizerischer Mathematik- und Physiklehrkräfte. Nr. 121, S. 27-32. Luzern.
- Linnemann, T. (2014): Mathematikmaterialien mit Berufsfeldbezug in der Sekundarstufe II. Erscheint in J. Roth & J. Ames (Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2014.
- Münster: WTM-Verlag
- Linnemann, T. und Turina, M. (2013b): Lernumgebungen differenziert begleiten. In: Ludwig, M. und Kleine, M.: Beiträge zum Mathematikunterricht 2013. Vorträge auf der 47. Tagung für Didaktik der Mathematik. S. 616-619. Münster: WTM.



Weinert, F. E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), Leistungsmessungen in Schulen, Weinheim und Basel: Beltz Verlag.

Winter, H. (1996): Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik Nr. 61, 3746.

Wittmann, E. (1988): Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikdidaktik. In: Beiträge zur Lehrerbildung 16(3), S. 329-342.

### *Kontakt*

Dr. Torsten Linnemann

Pädagogische Hochschule FHNW

und Gymnasium Oberwil

Professur Mathematikdidaktik und ihre Disziplinen

Allschwiler Str. 100

Institut Sekundarstufe I und II

4104 Oberwil

Riehenstr. 154

4058 Basel

Tel. 076 495 23 08

torsten.linnemann@fhnw.ch