Berufs- und Wirtschaftspädagogik - *online*

Herausgeber von ***bwp@*** : Karin Büchter, Martin Fischer, Franz Gramlinger, H.-Hugo Kremer und Tade Tramm

Hansruedi KAISER
(Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung, Zollikofen)

Ansätze für eine berufsbildungsspezifische Didaktik des Fachrechnens

Online unter:

www.bwpat.de/ausgabe24/kaiser_bwpat24.pdf

in

bwp@ Ausgabe Nr. **24** | Juni 2013

Didaktik beruflicher Bildung

Hrsg. v. **H.-Hugo Kremer, Martin Fischer & Tade Tramm**

www.bwpat.de | ISSN 1618-8543 | *bwp@* 2001–2013

bwp@

www.bwpat.de

ABSTRACT (KAISER 2013 in Ausgabe 24 von *bwp@*)

Online: www.bwpat.de/ausgabe24/kaiser_bwpat24.pdf

In praktisch allen Berufen spielen Berechnungen in irgendeiner Form eine Rolle. Dabei geht es in der Regel nicht um komplexe mathematische Verfahren, sondern um die flexible, situationsgerechte Anwendung relativ einfacher Mathematik. Die offizielle Mathematikdidaktik widmet der Frage, wie auf dieses Ziel hin ausgerichtete Lernprozesse unterstützt werden können, eher wenig Aufmerksamkeit. Unter anderem auf Grund dieses Defizits dominiert – zumindest in der Schweiz – an den Berufsfachschulen nach wie vor ein sehr traditioneller Unterricht beim Fachrechnen.

Das Projekt „Alltagsmathematik im Beruf" am Eidgenössischen Institut für Berufsbildung hat zum Ziel, diesen Umgang der Berufsfachschulen mit dem Thema Fachrechnen schrittweise weiter zu entwickeln. In einer ersten Phase wurde versucht, zusammen mit Lehrkräften aus ausgewählten Berufen aus der aktuellen mathematikdidaktischen Diskussion heraus ein berufsbildungsspezifisches didaktisches Modell und dazu passende Lehrmittel zu entwickeln. Es liegt nun eine begründbare und mit Erfahrungen abgestützte Version vor, die in einer nächsten Phase intensiv auf ihre breitere Tauglichkeit überprüft werden soll.

Der Artikel illustriert anhand von Beispielen, wie aktuell in der Berufsfachschule gerechnet wird und was die Lernenden am Arbeitsplatz tatsächlich benötigen würden. Er beschreibt den Weg und den theoretischen Hintergrund, auf dem das didaktische Modell entwickelt wurde. Und er illustriert anhand von Beispielen die konkrete Umsetzung in einzelnen Berufen.

A didactic approach to calculations specific to vocational education

Calculations in some form play a role in almost all occupations. Usually, this is not a matter of complex mathematical processes, but of the flexible, situation-appropriate application of relatively simple mathematics. The official didactics of mathematics does not devote much attention to the question of how learning processes which aim at this goal can be supported. Amongst other things, because of this deficit – at least in Switzerland – a very traditional form of teaching calculations continues to dominate at the vocational schools.

The project "Everyday mathematics at work" at the Swiss Institute for Vocational Education aims to gradually further develop this way of working with the topic of calculations at the vocational schools. In an initial phase, the project attempted to develop a vocational education specific didactic model, and appropriate teaching materials for it, together with teachers from selected occupations from the current discussion of the didactics of mathematics. There is now a justifiable version, supported by experience, which will be intensively investigated in the next phase to check its wider applicability.

This article illustrates, using examples, how calculations are currently performed at the vocational school, and what the learners in the workplace would really need. It describes the path and the theoretical background based upon which the didactic model was developed. It also illustrates, using examples, the concrete implementation in particular occupations.

HANSRUEDI KAISER
(Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung, Zollikofen)

Ansätze für eine berufsbildungsspezifische Didaktik des Fachrechnens

1 Die Problematik

In den meisten Berufen spielen Berechnungen in irgendeiner Form eine Rolle. Entsprechend wird an den Berufsfachschulen überall „Fachrechnen" behandelt – entweder als separates Fach (immer seltener) oder integriert in die Fachkunde. Zumindest in der Schweiz liegt dieses „Fachrechnen" aber oft nicht nur den Lernenden, sondern auch den Lehrenden schwer im Magen. Die Lehrenden sind unzufrieden mit den Fähigkeiten und Kenntnissen, welche die Lernenden aus der obligatorischen Schulzeit mitbringen. Die Stütz- und Förderkurse im Fachrechnen machen denn auch an vielen Berufsfachschulen einen großen Teil der zusätzlichen Förderangebote aus.

Auch verschiedene, in der Folge von PISA durchgeführte Untersuchungen zeichnen ein unbefriedigendes Bild. So schreiben etwa IVANOV/ LEHMANN (2005, 8) „dass knapp die Hälfte der Jugendlichen die erste Kompetenzstufe, d. h. das Niveau ‚alltagsbezogener (mathematischer) Schlussfolgerungen', zu Beginn der beruflichen Ausbildung (noch) nicht erreicht haben.". Oder STORK (2011, 17) hält fest: „Es wird deutlich, dass für die Lösung von kaufmännischen Problemen wichtige Verfahren wie der Dreisatz, die Prozentrechnung und die Durchschnittsrechnung von einem großen Teil der Schüler nicht beherrscht werden."

Man könnte daraus nun folgern, dass der Mathematikunterricht während der obligatorischen Schulzeit versagt und es nicht gelingt, die Lernenden angemessen darauf vorzubereiten, was sie in der Berufsbildung erwartet. Klagen dieser Art gibt es aber schon seit mindestens hundert Jahren. So schrieb PENNDORF (1915) angesichts der Ergebnisse von 1908, 1910, 1911 in landesweit durchgeführten Tests zur Ermittlung der rechnerischen Vorkenntnisse kaufmännischer Lehrlinge: „Das Gesamtergebnis ist ... so, dass es die Klagen über die ungenügende allgemeine Vorbildung der in den kaufmännischen Beruf eintretenden jungen Leute immer noch als durchaus berechtigt erscheinen lässt" (zitiert nach LÖRCHER 1985, 30). Man beachte das „immer noch" – offensichtlich dauerte der unbefriedigende Zustand damals schon längere Zeit an. Heute sprechen Berufsschullehrende eher von „nicht mehr", so etwa Herbert Binggeli, Direktor der Gewerblich-Industriellen Berufsschule Bern: „Was ihnen [den heutigen Jugendlichen] aber im Vergleich zu früher ‚teilweise massiv' fehle, seien Sicherheit und Kenntnisse in Kulturtechniken wie Rechnen, Schreiben und Lesen" (JEGERLEHNER 2005).

Erstaunlich ist, dass Klagen über die ungenügenden mathematischen Kompetenzen der Lernenden, welche in die Berufsbildung eintreten, seit hundert Jahren unvermindert anhalten, obwohl sich die Mathematikdidaktik in dieser Zeit stark entwickelt hat und obwohl die durchschnittlichen IQ-Test-Resultate in der Gesamtbevölkerung im gleichen Zeitraum um etwa 30 Punkte gestiegen sind (FOLGER 2012). Dies lässt vermuten, dass sich das Problem nicht einfach durch eine bessere Vorbereitung der Lernenden lösen lässt, sondern dass man auch bei der Mathematikdidaktik an den Berufsfachschulen ansetzen muss. Oder wie LÖRCHER schon 1985 schreibt: „Will man die Klagen ernst nehmen, so müsste man sich angesichts des beinahe jahrhundertelangen Dauerzustands eher fragen, ob die bisher immer wieder versuchten Ansätze, dem Problem durch verstärkten Rechendrill zu begegnen, nicht von vornherein zum Scheitern verurteilt sind“ (LÖRCHER 1985, 30).

Leider lässt sich diese Vermutung nicht direkt auf vorhandene Forschungsresultate abstützen, da die offizielle Mathematikdidaktik diesen Fragen eher wenig Aufmerksamkeit widmet. „Es gibt Forschung zur Mathematik in der beruflichen (Aus)Bildung (fast) nicht mehr!“(STRÄSSLER 2010, 9). Das letzte deutschsprachige Buch, das sich mit dieser Thematik auseinandergesetzt hat, scheint der Sammelband von BARDY/ BLUM/ GROSS (1985) zu sein. Nach 1995 findet man praktisch keine deutschsprachigen Publikationen mehr (vgl. STRÄSSLER 2010). Aber auch international gilt in Bezug auf Mathematikdidaktik „educational research has generally ‚stayed at school‘ “ (SMITH 1999, 836; wobei mit “schools” hier die allgemeinbildenden Schulen gemeint sind).

Am Eidgenössischen Hochschulinstitut für Berufsbildung läuft deshalb seit einigen Jahren das Projekt „Alltagsmathematik im Beruf“. Das Projekt hat zum Ziel, den Umgang der Berufsfachschulen mit dem Thema Fachrechnen schrittweise weiter zu entwickeln. Die Hoffnung dabei ist, dass die Klagen der Lehrenden über die ungenügenden Vorkenntnisse der Lernenden abnehmen und einem konstruktiveren Umgang mit den vorhandenen Ressourcen weichen.

2 Rechnen im Berufsalltag

Der Unterricht im Fachrechnen an Berufsfachschulen ist dann sinnvoll, wenn er die Lernenden mindestens einmal auf das vorbereitet, was sie in alltäglichen beruflichen Handlungssituationen tatsächlich benötigen. Eine erste Voraussetzung für eine zielgerichtete Weiterentwicklung der berufsbezogenen Mathematikdidaktik wäre also, dass bekannt ist, wie in den verschiedenen Berufen im Alltag gerechnet wird. Interessanterweise ist dies aber nur schwer in Erfahrung zu bringen.

Curricula und Lehrbücher sind keine verlässlichen Quellen für den Mathematikgebrauch im Berufsalltag. Sie sind Teil der Tradition, zu der auch das Klagen über die ungenügend vorbereiteten Lernenden gehört. Vertraut man ihnen, ist die Gefahr groß, dass die angestrebte Weiterentwicklung des Fachrechenunterrichts nicht recht vom Fleck kommt. Überraschend viele der Rechenlehrmittel enthalten Aufgaben, die keinen erkennbaren Bezug zum beruflichen Alltag haben. Beispielsweise müssen Elektroinstallateure im ersten Lehrjahr Bruchterme wie die folgenden bearbeiten, für die es in ihrem Berufsalltag schlicht keine Verwendung gibt:

$$\frac{3a-3b}{n+x}\cdot\frac{4n+4x}{12a-12b}$$

Als alternativer Zugang stößt auch die Befragung von erfahrenen Berufsleuten an Grenzen. Im angelsächsischen Bereich lassen sich seit etwa zwanzig Jahren in dieser Hinsicht steigende Forschungsaktivitäten beobachten. Unter dem Begriff „Numeracy“ (Alltagsmathematik) wird zu erheben versucht, wie Rechnen und Mathematik im Alltag in Erscheinung treten. Dabei zeigt sich immer wieder: „Mathematics is interwoven with technology in the workplace – in technique, work organisation and people’s competences. Still ‘No’ is the most common answer to the question ‘Do you use mathematics in your work?’ This leads to one relevance paradox. – Mathematics as a visible tool disappears in many workplace routines. However, this kind of invisibility is not the only reason for the negative answer. People simply do not recognize the mathematics in their daily practice – as mathematics. They do not connect the everyday activity and their own competence with mathematics.” (WEDEGE 2010, 89)

Als letzte Möglichkeit verbleibt die direkte Beobachtung am Arbeitsplatz, was BARDY schon 1985 erkannt hat: "Zuverlässige und befriedigende Ermittlungen mathematischer Anforderungen sind m. E. nur mit Hilfe von sorgfältig vorbereiteten und durchgeführten Beobachtungen am Arbeitsplatz selbst möglich" (BARDY 1985, 42). Solche Beobachtungsstudien sind aber aufwändig und es gibt entsprechend wenige davon. In einer der wenigen Studien untersuchten HOYLES/ NOSS/ POZZI (2001) in einem Kinderspital, wie Pflegende mit folgender Aufgabe umgehen: Der Arzt oder die Ärztin hat vorgegeben, wie viel Milligramm eines Wirkstoffs ein Kind mittels einer Infusion erhalten soll. Zur Verfügung stehen standardisierte Packungen, die beispielsweise jeweils 120 mg Wirkstoff in 2 ml Flüssigkeit gelöst enthalten. Vorgängig hatten die Autoren in Ausbildungsinstitutionen für Pflegende gefragt, wie diese Aufgabe gelöst wird. Sie erhielten einhellig die Antwort, dass in diesem Fall die sogenannte „nursing rule“ zum Einsatz komme:

$$\frac{WhatYouWant}{WhatYou'veGot} * TheAmountItComesIn$$

Als sie aber Pflegende bei der Arbeit beobachteten, stellten sie fest, dass in 26 von 30 Fällen die „nursing rule“ nicht zum Einsatz kam. Vielmehr gelangte meist folgende Strategie zur Anwendung: Ausgehend von den Angaben auf der Packung (z.B. 20 mg in 10 ml) formten die Pflegenden vor ihrem inneren Auge das Bild von zwei parallelen Skalen; etwa wie folgt:

20	mg	10	ml
10	mg	5	ml
5	mg	2.5	ml
1	mg	0.5	ml
0.5	mg	0.25	ml

Wurde nun beispielsweise eine Dosis von 5 mg verlangt, sprangen sie auf beiden Skalen gleichzeitig in die entsprechende Richtung. Dabei machten sie rechnerisch einfach zu handhabende Sprünge, also beispielsweise von 20mg/10ml zu 10mg/5ml (halbieren) und dann zu 5mg/2.5ml (nochmals halbieren). So konnten sie schnell und mit großer Sicherheit und Zuverlässigkeit die jeweils benötigte Flüssigkeitsmenge bestimmen.

Das Beispiel illustriert einerseits, wie unzuverlässig Aussagen von Lehrmitteln und Lehrkräften sind. Andererseits zeigt es, dass es beim Rechnen im beruflichen Alltag in der Regel nicht um komplexe mathematische Verfahren geht. „Mathematics in the workplace makes sophisticated use of elementary mathematics rather than, as in the classroom, elementary use of sophisticated mathematics. Workrelated mathematics is rich in data, interspersed with conjecture, dependent on technology, and tied to useful applications. Work contexts often require multistep solutions to open-ended problems, a high degree of accuracy, and proper regard for required tolerances. None of these features is found in typical classroom exercises.“ (STEEN 2003, 55)

Auch wenn es erst wenige sorgfältige Studien wie diejenigen von HOYLES et al. gibt, so scheint sich doch ein Konsens herauszubilden, dass die benötigte Mathematik in den meisten Fällen nicht besonders anspruchsvoll ist. “The equivalent of an eighth-grade mathematics education is adequate preparation for modern, nonprofessional work (SMITH 1999, 871, wobei mit „nonprofessional“ hier „ohne tertiäre Ausbildung“ gemeint ist). Für deutsche Verhältnisse hat HEYMANN (1996, 134) eine Einschätzung gemacht: "Fast alles, was über den Standardstoff der ersten sieben Schuljahre hinausgeht, darf, ohne dass sich die Betroffenen merkliche Nachteile einhandelten, vergessen werden."

Die eigentliche Herausforderung bei der Mathematik im Berufsalltag ist also nicht deren Komplexität oder Abstraktheit, sondern der flexible, situationsgerechte Einsatz. Dabei spielen Aspekte wie die Wahl des effizientesten Vorgehens, sinnvolle Genauigkeit, die situationsspezifische Fehlertoleranz etc. eine große Rolle.

3 Rechnen in der Schule

In der Schweiz ist Mathematikdidaktik in der Ausbildung von Berufsschullehrkräften bisher kaum ein Thema. Entsprechend dominiert weitgehend ein traditioneller Unterricht, der sich auf die zwei Schritte „Vormachen an der Wandtafel“ und „individuelles Lösen von Übungsserien“ beschränkt. Die Lehrenden haben in ihrer eigenen Zeit als Lernende an der Berufsfachschule Rechenunterricht so erlebt und geben diese Erfahrungen weiter.

Sie werden in ihrem Vorgehen durch die Lehrmittel unterstützt, welche in der Regel ebenfalls nach diesem Muster aufgebaut sind. Sie gliedern sich in Kapitel nach Rechenverfahren wie „Dreisatz“, „Prozentrechnen“ etc., die jeweils eine einleitende Erklärung und viele Übungsaufgaben enthalten. Der Bezug der Übungsaufgaben zur tatsächlichen beruflichen Praxis ist häufig recht gering. Das Beispiel der Doppelbrüche bei den Elektroinstallateuren wurde schon erwähnt. Dies setzt sich bis in die Aufgaben zur Abschlussprüfung fort. Hier ein Beispiel aus einem aktuellen Entwurf für die Fachkundeprüfung bei den Köchen:

Die gelieferten Lammkarrees weisen ein Normgewicht von 600 g aus. Beim Parieren fallen 25 % Abgang an. Ein pariertes Lammkarree besteht aus 2/3 Anteil Kotelett-Stück und 1/3 Anteil Nierstück. Aus dem Kotelett-Stück lassen sich 8 Koteletts schneiden. Wie viele Kilogramm Lammnierstück fallen an, wenn Lammkarrees für 120 Koteletts bestellt wurden?

Aufgaben dieser Art sind zwar hübsche Rechnungsübungen. Im realen Berufsalltag treten solche Situationen aber nie auf. So ist nicht zu erwarten, dass jemand zwar weiss, dass Lammkarrees für 120 Personen bestellt wurden, aber nicht, wie viele Karrees dies sind.

Nimmt man den Umfang des Stützkursangebotes im Bereich Rechnen als Indikator, dann haben offenbar viele Lernende Mühe, dieser Art Unterricht zu folgen. Eine systematische Erhebung zur genauen Anzahl der Lernenden, die solche Angebote besuchen, fehlt zwar bisher. Gespräche mit Lehrpersonen und Schulleitenden lassen aber darauf schließen, dass der Wert an den meisten Schulen zwischen 15% und 30% liegt – abhängig vom Berufsfeld.

Auf diesem Hintergrund setzt das Projekt „Alltagsmathematik im Beruf“ an, um die Praxis an den Berufsfachschulen schrittweise weiter zu entwickeln. Das Ziel dabei ist ein Dreifaches:

a) Anwendungsbezug sichern: Verbesserung des Wissens bei Organisationen und Verbänden darüber, was in den jeweiligen Berufen im beruflichen Alltag tatsächlich „gerechnet“ wird, so dass Ausbildungspläne und Lehrmittel angepasst werden können.

b) Vorhandene Ressourcen nutzen: Verbesserung des Wissens bei den Lehrenden über aktuelle Trends der Mathematikdidaktik und darüber, was ihre Lernenden aus den vorgelagerten Schulen mitbringen, so dass sich der Übergang von der Sekundarstufe I in die Berufsfachschule weniger holprig gestaltet.

c) Didaktik modernisieren: Verbesserungen der mathematikdidaktischen Kompetenz der Lehrenden im Hinblick auf die speziellen Anforderungen des „Fachrechnens“ durch Entwicklung und Vermittlung einer spezifisch berufsbildungsbezogenen Mathematikdidaktik.

Die Richtung für dieses Unterfangen haben BRAUN/ STRÄSSER schon 1985 vorgegeben: „Mit einer etwas paradoxen Formulierung könnte man zusammenfassen: Der Kern des mathematischen Unterrichts an Berufsschulen ist nicht die Mathematik, sondern berufsbezogene Verwendung von mathematischen Verfahren“ (BRAUN/ STRÄSSER 1985, 56).

4 Eine situierte Didaktik

"Generell erwarten wir, dass im mathematischen Unterricht Kompetenzen vermittelt werden, die dazu beitragen, dass Auszubildende heutige und zukünftige Situationen in Beruf und Alltag besser bewältigen können. Die Feststellung dieser Situationen ist der erste Schritt, die

Zuordnung der zu ihrer Bewältigung nötigen Kompetenz der zweite." (DENNERLEIN/ MANTHEY/ PÖRKSEN 1985, 73)

Dieses Programm deckt sich mit einem generelleren Ansatz zur Gestaltung von Bildungsgängen in der Berufsbildung, wie er in der Schweiz in den letzten zehn Jahren entwickelt wurde (KAISER 2005a, 2008; ZBINDEN, 2010). Entsprechend konnten wir auf die dort gemachten Erfahrungen und entwickelten Werkzeuge zurückgreifen. In einem Pilotprojekt zusammen mit Hotel & Gastro *formation* (Berufsverband für Gastronomie-Berufe) begannen wir zuerst herauszuarbeiten, in welchen beruflichen Handlungssituationen Köchinnen und Köche im weitesten Sinne Mathematik einsetzen.

4.1 Die Situationen

Wie oben beschrieben, müsste man eigentlich aufwändige Beobachtungen vor Ort durchführen, um sicher zu gehen, dass man die echten beruflichen Anforderungen erfasst. Dies war aus Kostengründen nicht möglich. Als Alternative arbeiteten wir deshalb mit einer kleinen Gruppe von drei engagierten Berufsschullehrern zusammen, die alle erst vor kurzer Zeit aus dem Berufsalltag in die Schule gewechselt hatten. Dieses Arrangement erwies sich als fruchtbar und effizient (vgl. KAISER 2011a), wobei entscheidend war, dass ein aussenstehender, fachfremder Beobachter immer wieder kritisch nachfragte, ob Köchinnen und Köche im Alltag wirklich so vorgehen, wie die Gruppe es gerade schilderte.

Auf diesem Weg kamen die untenstehenden, sieben Situationen zusammen. Vermutlich enthalten auch diese Situationen noch das eine oder andere Stück „Schulmathematik“. Dank diesen Überresten finden aber die Lehrenden im neuen Ansatz Teile ihres bisherigen Vorgehens wieder, was die Akzeptanz für den neuen, situationsbezogenen Ansatz erhöhen dürfte. In ein paar Jahren sollte es dann möglich sein, allfällige Traditionen noch radikaler in Frage zu stellen.

1. **Die Zeit im Griff haben:** Das Menü/Gericht muss um 12.20 Uhr bereit sein. Wann fange ich an, was mache ich zuerst, wie teile ich mich ein?
2. **Rezeptangaben umrechnen:** Das Rezept ist für 10 Personen formuliert. Ich muss für 25 Personen kochen.
3. **Gefäße wählen:** Welche Förmchen nehme ich für mein Mousse und wie muss ich das Rezept anpassen, damit alle Förmchen voll werden?
4. **Verluste einberechnen:** Ich brauche zwei Kilogramm gedünstete Karotten. Wie viele Kilogramm rohe Karotten muss ich einkaufen?
5. **Warenkosten zusammenstellen:** Wie viel kosten mich all die vorgesehenen Zutaten?
6. **Preise kalkulieren:** Wie teuer muss ich ein Gericht verkaufen, damit ich etwas daran verdiene?
7. **Optimieren:** Fahre ich besser, wenn ich ganze Forellen einkaufe und sie selbst filetiere oder wenn ich direkt Forellenfilets einkaufe?

In der Diskussion mit den beteiligten Lehrern und mit Blick auf die Bildungsziele der dreijährigen beruflichen Grundbildung zum Koch/zur Köchin zeigte sich, dass diese Situationen bezüglich der Rolle, welche die Mathematik darin spielt, in zwei Kategorien zerfallen. Auch hier haben BRAUN/ STÄSSER (1985, 56) vorgespurt: „…die Mathematik [wird] in der Berufsschule nicht nur zur Berechnung von Einzelwerten …, sondern zur begrifflichen Modellierung und Klärung von berufs- und fachkundlichen Zusammenhängen benötigt."

In den ersten fünf Situationen geht es um die „Berechnung von Einzelwerten". Sie treten so im Berufsalltag als Berechnungssituation auf. Vom Koch oder der Köchin wird beispielsweise tatsächlich erwartet, dass sie zumindest überschlagsmässig ausrechnen, wann der Braten in den Ofen muss, wenn er um 12.15 Uhr bereit sein soll.

Die letzten beiden Situationen fallen hingegen in die zweite Kategorie „Modellierung und Klärung von Zusammenhängen". Wie man tatsächlich den Preis eines Gerichtes kalkuliert, ist ein Thema der höheren Fachbildung. Von Köchen und Köchinnen wird am Ende der beruflichen Grundbildung nicht erwartet, dass sie eine solche Kalkulation durchführen können. Sie müssen aber im Prinzip verstanden haben, welche Faktoren den Endpreis beeinflussen, so dass sie beispielsweise einem aufgebrachten Gast, der sich über die Höhe des Preises beschwert, erklären können, dass neben den Warenkosten auch noch Kosten für die Miete und Reinigung des Lokals etc. anfallen und dass die Warenkosten typischerweise nur etwa einen Drittel des Endpreises ausmachen.

4.2 Die Didaktik

Parallel zur Identifikation und Beschreibung berufsrelevanter Situationen ging es darum, eine angemessene Didaktik zum Umgang mit diesen Situationen zu entwickeln. Diese Entwicklung war von drei Grundsätzen geleitet, welche sich zum Teil aus den Zielen des Projekts ableiten:

1. Es geht nicht darum, den Lernenden neue Mathematik zu vermitteln. Sie bringen aus den ersten neun Schuljahren genügend mit.
2. Es geht nicht um „Dreisatz" oder „Prozentrechnen", sondern darum, Rezepte umzurechnen oder Einkäufe zu planen.
3. Es geht nicht darum, aus Freude am Rechen allerlei zu berechnen, was auch noch berechenbar wäre, sondern um das, was im beruflichen Alltag tatsächlich gefordert ist.

Der erste dieser Grundsätze soll die Lehrenden ermuntern, mit den Ressourcen der Lernenden zu arbeiten, anstatt auf die (vermeintlichen) Defizite zu fokussieren.

Der zweite betont einmal, dass der Kern des mathematischen Unterrichts an Berufsschulen eben nicht die Mathematik, sondern die berufsbezogene Verwendung mathematischer Verfahren ist (vgl. BRAUN/ STRÄSSLER 1985). So zeigt beispielsweise eine Analyse verschiedener Verwendungen des „Prozentrechnens" im beruflichen Alltag, dass das eigentliche

„Prozentrechnen“ den kleinsten Teil des Wissens ausmacht, das für die situationsgerechte Bewältigung der betreffenden (mathematischen) Situationen notwendig ist (KAISER 2011).

Hinter dem Grundsatz der Orientierung an Handlungssituationen des Berufsalltags stehen aber noch weitere Überlegungen. Die Fokussierung auf rechnerische Verfahren wie „Prozentrechnen“ führt besonders bei Lernenden, welche mit einer eher problematischen Mathematikbiographie in die Berufsbildung eintreten, zu erneuten Defiziterlebnissen. Fokussiert man dagegen auf die Anwendungssituation, arbeitet man aus der beruflichen Handlungssituation heraus, erhalten diese Lernenden eine Chance für einen Neuanfang (vgl. auch BLACK/ YASUKAWA 2011).

Und letztlich kann man den zweiten Grundsatz auch mit der Position hinterlegen, dass Wissen, und vor allem handlungsleitendes Wissen, immer an bestimmte Situationen gebunden, auf bestimmte Situationen bezogen ist (BAUERSFELD 1999, GREENO 1997, KAISER 2005, SUCHMAN 1987, VERGNAUD 2005). So gesehen macht es gar keinen Sinn, „Prozentrechnen“ lehren zu wollen, da niemand kontextfrei „Prozentrechnen“ kann. Ob diese Position so absolut haltbar ist, sei dahingestellt. Zumindest für einen Teil der Lernenden dürfte sie aber zutreffen. So beobachtet beispielsweise BAUMERT: „Die Lösung von Aufgaben der mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundbildung fällt Schülern und Auszubildenden dann leichter, wenn die Problemstellung in einen berufsfeldspezifischen Kontext eingebunden ist. Bei diesen Aufgabentypen gelingt ihnen vermutlich die entsprechende Modellbildung bzw. die Übertragung in ein Situationsmodell besser.“ (BAUMERT 2000, 34). Und STORK schreibt: „Die Aufgaben, die den Schülern zu diesem Zeitpunkt der Ausbildung bekannter sein dürften … werden tendenziell besser gelöst als betriebliche Aufgaben, mit denen Schüler in der Ausbildung zu diesem Zeitpunkt wahrscheinlich noch nicht in Kontakt gekommen sind …, obwohl die gleichen mathematischen Inhalte Grundlage der Rechnung sind.“ (STORK, persönliche Mitteilung vom 27.07.2011, als Ergänzung zu STORK 2011).

Beim dritten Grundsatz geht es vor allem darum, Prioritäten zu setzen. Die Berechnungssituationen, welche im beruflichen Alltag tatsächlich auftreten, sollten Vorrang haben vor Spielereien, wie etwa dem oben angeführten Beispiel mit den Lammkarrees.

Ausgehend von diesen Grundsätzen entstand folgender didaktischer Ablauf in acht Punkten:

1. Erst beginnen, wenn Lernende mit der Situation schon Erfahrungen gemacht haben

Mit der Behandlung einer Situation im Unterricht zuwarten, bis möglichst viele der Lernenden mit großer Sicherheit schon Erfahrungen mit der entsprechenden Situation gemacht haben. Die Erfahrungen lassen sich anreichern, indem man den Lernenden entsprechende Beobachtungsaufträge gibt.

2. Erfahrungen schildern lassen – nicht nur „rechnerische“ Aspekte, anderes ist genauso wichtig

Die Situation im schulischen Unterricht lebendig werden lassen, indem man die Lernenden von ihren Erfahrungen erzählen lässt. Ging ein Beobachtungsauftrag voraus, existiert mehr

„Material“ für diese Erzählungen. Die „kalkulatorischen“ Aspekte sind dabei wichtig, vieles andere ist aber für ein Verständnis der Situation genauso wichtig.

3. Mittelschwere Aufgabe stellen und die Lernenden in Gruppen erarbeiten lassen, wie sie diese mit ihrem bereits vorhandenen Wissen angehen würden

Das vorhandene Vorwissen der Lernenden aufgreifen, indem man ihnen ohne weitere Instruktion eine entsprechende Aufgabe (z.B. Rezept umrechnen) stellt. Die Aufgabe sollte nicht so schwer sein, dass die Lernenden keine Chance haben, auch nur annähernd zu einer Lösung zu kommen. Sie sollte aber eine echte Aufgabe sein, welche die reale Komplexität der Situation einfängt und die Lernenden etwas herausfordert. Die Aufgabe in Gruppen bearbeiten lassen.

4. Die Lösungen der Lernenden gemeinsam kritisch besprechen

Die einzelnen Gruppen reihum ihre Lösungen vorstellen lassen und Stärken und Schwächen diskutieren. Wichtig ist dabei, dass nicht nur Schwächen herausgearbeitet werden, sondern auch Stärken, welche anschliessend in der modellhaften Lösung aufgenommen werden können.

5. Werkzeuge einführen, Benutzung an realistischem Beispiel modellhaft vormachen

An einer Beispielaufgabe eine Lösung modellhaft vormachen. Dabei nicht eine perfekte Vorstellung bieten, sondern durch lautes Denken erkennen lassen, was man sich alles Schritt für Schritt überlegen muss.

6. Lernende eigene Beispiele erfinden und lösen lassen bis sie sich sicher fühlen

Für die eigentliche Übungsphase ausgehend von Beispielen die Lernenden eigene Beispiele erfinden lassen. Die Lernenden dann anhand dieser Beispiele üben lassen (eventuell zuerst im Plenum, dann in Gruppen), bis sie sich sicher fühlen. Zu Beginn brauchen sie dabei Unterstützung (sowohl beim Erfinden der Beispiele wie beim Lösen), mit der Zeit kann und muss diese wegfallen. Gegen Schluss spontan zusätzliche Schwierigkeiten in die Beispiele der Lernenden einbauen.

7. Zentrale Daten erarbeiten, Spickzettel erarbeiten

Mit den Lernenden zusammen zentrale Grössen zusammentragen, die man einfach kennen muss, um den Arbeitsablauf durch Nachschlagen bzw. Nachrechnen nicht zu behindern. Lernende persönliche Spickzettel schreiben lassen (in einem Format, das sie während der Arbeit auf sich tragen und konsultieren können).

8. Anwendung im Betrieb diskutieren

Die Lernenden Beispielsituationen und Daten aus dem Betrieb mitbringen lassen. Die mitgebrachten Beispiele können als weitere Übungssaufgaben dienen. Sie dienen aber auch als Ausgangspunkt dafür, um im Plenum gemeinsam zu diskutieren, wie und wann das Gelernte im Betrieb genutzt werden kann und welche Schwierigkeiten sich dabei ergeben können.

Das Hauptziel der acht Punkte ist es, den Lehrenden ein konkretes Vorgehen in die Hand zu geben, das ihnen ermöglicht, sich vom alten „Vormachen-Nachmachen"-Paradigma zu lösen. Vormachen-Nachmachen hat zwar noch seinen Platz (Punkte 5 und 6), wird aber innerhalb des ganzen Ablaufs in seiner Bedeutung klar relativiert.

Die Hälfte der Punkte (1, 2, 7, 8) dient dazu, eine für alle Beteiligten klar wahrnehmbare Beziehung des Unterrichts zum tatsächlichen Geschehen im Betrieb herzustellen. Das hilft den Lernenden, das Behandelte auch tatsächlich zu nutzen. Es hilft aber auch den Lehrenden, selbst nicht den Kontakt zur beruflichen Realität zu verlieren.

Punkt 3 nimmt den ersten Grundsatz auf und setzt ressourcenorientiert beim Wissen an, welches die Lernenden mitbringen. Die Punkte 3 bis 6 entsprechen insgesamt aber auch einer gemässigt konstruktivistischen Mathematikdidaktik, die davon ausgeht, dass die Lernenden zwar Vorwissen mitbringen und neues Wissen darauf aufbauen müssen, dass für den Aufbau eines professionell nützlichen, neuen Wissens aber auch ein Input durch die Lehrperson notwendig ist (HENNESSEY/ HIGHLEY/ CHESNUT 2012). GALLIN/ RUF haben diesen Prozess als Übergang von der singulären Vorerfahrung der einzelnen Lernenden zum regulären, professionellen Wissen und Können beschrieben (GALLIN/ RUF 1990).

Punkt 6 hat einen Vordergrund und einen Hintergrund. Vordergründig entlastet er die Lehrenden (zusammen mit Punkt 8), denn sie müssen keine Übungsserien schreiben und korrigieren. Er setzt aber auch um, was in der Mathematikdidaktik als „intelligentes Üben" bezeichnet wird (LEUDERS 2009). Anstatt vorgegebene Listen von Aufgaben abzuarbeiten, setzen sich die Lernenden mit anregenderen Herausforderungen auseinander, wie hier eben das Erfinden von Aufgaben. Selbst erfundene Aufgaben haben zudem den Vorteil, dass die Lernenden sie nicht einfach wieder als etwas „Schulisches" erleben, das sich die Lehrperson ausgedacht hat und das ohne weitere Gedanken an eine Beziehung zum betrieblichen Anwendungskontext abgearbeitet wird.

5 Mathematische Lernumgebungen als Innovationsinstrument

Grundsätzlich würde der entworfene Ablauf ganz ohne Lehrmittel auskommen. In der Schweiz sind alle im Fachkundeunterricht an den Berufsfachschulen tätigen Lehrenden erfahrene Berufsleute der jeweiligen Branche und somit bestens vertraut damit, wie im Berufsalltag tatsächlich gerechnet wird. Dieser Wissens- und Erfahrungsvorsprung reicht völlig aus, um aufbauend auf die von den Lernenden produzierten Lösungsideen bei Punkt 5 ad hoc ein professionelles Vorgehen zu demonstrieren.

Einige der beteiligten Lehrpersonen haben diese Herausforderung auch angenommen. Viele fühlten sich aber zu unsicher und es bestand die Gefahr, dass sie zu alten Lehrmitteln greifen und ins alte Paradigma des Vormachens-Nachmachens zurückfallen würden. Wir entwickelten deshalb zu jeder der sieben Situationen eine „Mathematische Lernumgebung" (HENGARTNER/ HIRT/ WÄLTI/ LUPSINGEN 2006). Jede dieser Mathematischen Lernumgebungen stellt auf einem A3-Blatt in kompakter Form zusammen, was aus rechnerischer

Sicht in der jeweiligen Situation relevant ist und regt zu verschiedenen Aktivitäten an. Die Blätter sind bewusst an die Gestaltung der Doppelseiten im mathbu.ch (AFFOLTER et al. 2004) angelehnt, einem verbreiteten Lehrmittel auf der Sekundarstufe I in der Schweiz, um so eine Brücke von der Sekundarstufe I in die Berufsbildung zu schlagen. Die Mathematischen Lernumgebungen der Köchinnen und Köche können von www.hotelgastro.ch/download.cfm?ID_n=250 heruntergeladen werden. Sie finden sich auf der angegeben Seite im unteren Bereich unter „Berechnen“.

5.1 Aufbau der Mathematischen Lernumgebungen

Jede der Mathematischen Lernumgebungen umfasst im Wesentlichen folgende Elemente: *(Die folgende Beschreibung nimmt Bezug auf die Situation „Rezeptangaben umrechnen“, die am besten heruntergeladen wird, um folgen zu können.)*

Titel und kleine Beschreibung darunter (oben links)

Beispiel: „Ein Rezept gilt immer für eine bestimmte Anzahl Personen. Meist muss man aber für mehr Personen kochen. Dann gilt es, die Angaben aus dem Rezept umzurechnen, um die benötigten Mengen der Zutaten zu kennen.“

Hier wird die der Mathematischen Lernumgebung zugrunde liegende Situation kurz eingeführt. Einerseits sollte dabei für die Lernenden klar werden, wo diese Situation auftritt und welche Bedeutung sie hat. Andererseits wird die Situation so dargestellt, dass die „mathematische“ Anforderung sichtbar wird.

Fragen zur Situation (in der Nähe des Titels)

Beispiel: „Warum gilt ein Rezept immer nur für eine bestimmte Anzahl Personen?“

Die Fragen im Kasten in der Nähe des Titels sollen die Lernenden anregen, sich in die Problematik der Situation hineinzudenken. Darunter können auch „dumme“ Fragen sein, Fragen, die auf den ersten Blick verwirren, aber bei genauerem Nachdenken die „mathematische“ Struktur der Situation erhellen.

Seitenaufteilung (links, rechts)

Sofern sinnvoll, werden auf der linken Seite „Hilfswerkzeuge“ eingeführt und auf der rechten Seite das „Hauptwerkzeug" zum Umgang mit der Situation. Hilfswerkzeuge sind etwa Umrechnungen von einer Einheit in eine andere, Grössen, die man auswendig kennen muss, oder auch Schätzübungen. Oft kann man davon ausgehen, dass den Lernenden diese Hilfswerkzeuge bekannt sind. Trotzdem kann es sinnvoll sein, sie zu (re)aktivieren.

Im Beispiel „Rezeptangaben umrechnen“ sind die Hilfswerkzeuge „Verdoppeln, Halbieren“ und „Abschätzen“; das Hauptwerkzeug ist eine Tabelle mit allen Zutaten und unterschiedlichen Personenzahlen (s. nächster Abschnitt).

Darstellung der Werkzeuge

Der Gebrauch der jeweiligen Werkzeuge wird ganz kurz eingeführt. Dann folgen einige wenige Einsatzbeispiele. Typischerweise hat das erste Beispiel Modellfunktion und ist vollständig gelöst. Bei den folgenden Beispielen müssen immer mehr Grössen durch die Lernenden erschlossen bzw. berechnet werden. Abschliessend folgt immer die Aufforderung, weitere Beispiele mit Angaben aus dem eigenen Betrieb zu bearbeiten.

Das Beispiel „Rezeptangaben umrechnen“ weicht von diesem Grundsatz etwas ab, da sowohl bei den Hilfswerkzeugen („Verdoppeln, Halbieren“ und „Abschätzen“) als auch beim Hauptwerkzeug (Tabelle rechts oben) keine gelösten Beispiele vorhanden sind.

Tipps, Daten, Beispielsituationen

Je nach Bedarf sind über die Mathematischen Lernumgebungen Kästchen verteilt, die nützliche Tipps, wichtige Daten oder anschauliche Beispiele enthalten.

Im Beispiel „Rezeptangaben umrechnen“ dienen die beiden Rezepte für die „Thurgauer Apfeltorte“ (Kochbuchrezept) und „Crème Caramel“ (professionelles Rezept) als Ausgangspunkt für erste Berechnungen.

Genauigkeit (unten rechts)

Beispiel: „In einem Rezept für 12 Personen benötigt man 1 Prise Muskatnuss. Wie viel Muskatnuss braucht es bei 100 Personen?“

Die Fragen im Kasten „Genauigkeit“ sollen zum Nachdenken darüber anregen, unter welchen Umständen die errechneten Werte wie „genau“ zu nehmen sind und wo man sonstiges Fachwissen und den gesunden Menschenverstand nicht ausser Acht lassen darf. Die Frage nach der „Prise Muskatnuss“ thematisiert beispielsweise, wann es überhaupt möglich und sinnvoll ist, zu rechnen.

Bearbeitungsweg

Durch den hier beschriebenen Aufbau ergibt sich innerhalb des Blattes eine Bewegung von oben links nach unten rechts. Oben links: Eintauchen in die Situation, ausgehend von alltäglichen Vorstellungen. Über das Blatt hinweg: Experimentieren mit den Rechenverfahren im Wechselspiel zwischen vorgegeben Beispielen und der Situation in den Betrieben. Unten rechts: Ausstieg aus dem „blinden Rechnen“, kritische Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten und Grenzen des Gelernten.

5.2 Die Mathematischen Lernumgebungen als Kompetenzbeschreibung

Für die Arbeiten an den Mathematischen Lernumgebungen war es natürlich zwingend, sich damit auseinander zu setzen, wie ein kompetenter und professioneller Umgang mit den jeweiligen Situationen aussieht, also dem zweiten Schritt des Programms „Feststellung dieser

Situationen … Zuordnung der nötigen Kompetenz.“ (DENNERLEIN/ MANTHEY/ PÖRKSEN 1985, 73).

Die Diskussionen mit den drei Lehrpersonen gaben den Situationen erst ihr eigentliches Gesicht. Die konstante, bohrende Frage „Macht man das im praktischen Alltag wirklich so?“ hatte verschiedene Folgen und half vor allem zu klären, welche Ziele im Unterricht anzustreben sind. Auf einer relativ globalen Ebene resultierte daraus die schon erwähnte Zweiteilung in Situationen, bei denen von den Lernenden erwartet wird, dass sie ein praktisch brauchbares Resultat errechnen (beispielsweise „Rezeptangaben umrechnen“), und Situationen, bei denen es mehr darum geht, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Größen zu verstehen (beispielsweise „Preiskalkulation“).

Auf der Ebene der sinnvollen mathematischen Werkzeuge spielte sich eine Diskussion ab, die starke Parallelen zu den Beobachtungen (HOYLES/ NOSS/ POZZI 2001) bei den Pflegenden hat. Die drei Lehrer brachten zuerst tendenziell „schulmathematische“ Vorstellungen in das Gespräch ein und wollten die Lernenden „Dreisatz“ oder „Prozentrechnen“ lassen. Für praktisch alle Situationen zeigte sich dann aber, dass parallele Skalen, tabellarisch dargestellt, viel eher dem Alltag in der Küche entsprachen. Man findet daher auf keiner der Mathematischen Lernumgebungen eine Formel, sondern meist mehrere Tabellen (KAISER in Vorbereitung).

Besonders interessant war die Situation „Verluste einberechnen“. In dieser Situation geht es um die Frage: „Wenn ich 1 kg geschälte Karotten brauche, wie viele kg ungeschälte Karotten muss ich einkaufen?“. In der Fachliteratur finden sich dazu Tabellen, eingeteilt in „Schälverluste“, „Tournierverluste“, „Garverluste“ etc. Der Schälverlust bei Karotten wird mit durchschnittlich 12% angegeben (PAULI 2010). „Schulmathematisch“ lassen sich daraus wunderschöne Kettenrechnungen der Art „Pro Gast hätte ich gerne 115g gedünstete Karotten. Wie viele kg rohe, ungeschälte Karotten brauche ich pro Gast?“. Zur Berechnung muss dann für jeden einzelnen Schritt umgerechnet werden: 12% Schälverlust heißt, dass man 1.136-mal so viele ungeschälte Karotten braucht, wie man gerne geschälte Karotten hätte. Das ist unglaublich umständlich und viel einfacher wäre es, in der Fachliteratur würden bereits diese „Vielfachen“ publiziert. Wir beschlossen deshalb, die Lernenden mit „Vielfachen“ rechnen zu lassen, zumal sich die Kettenrechnungen dadurch auf eine einfache Multiplikation der „Vielfachen“ reduzieren, und hoffen darauf, in einigen Jahren auch die Fachliteratur von der Idee überzeugen zu können.

6 Köche, Milchtechnologen und Haustechnikpraktiker

Das bisher geschilderte Projekt mit den Köchinnen und Köchen war ein Pilotprojekt, bei dem es darum ging, den ganzen Entwicklungsprozess auszutesten. Unterdessen haben sich mehrere andere Berufe angeschlossen: Milchtechnologen (stellen Käse, Butter, Jogurt etc. her); Bodenleger (verlegen textile oder hölzerne Böden) und Haustechnikpraktiker (installieren Leitungssysteme für Wasser, Heizung etc.). Die jeweiligen Projekte sind unterschiedlich weit gediehen.

6.1 Köche und Köchinnen

Der ganze oben beschriebene Prozess dauerte etwas mehr als ein Jahr. Die Mathematischen Lernumgebungen der Köchinnen und Köche sind samt didaktischem Begleitmaterial fertiggestellt und können wie erwähnt auf www.hotelgastro.ch/download.cfm?ID_n=250 frei heruntergeladen werden. Sie werden seit Herbst 2011 im Unterricht eingesetzt. Zur Unterstützung der Einführung fanden zwei Kurstage statt, die sich an alle Lehrkräfte richteten, die ab dem Herbst 2010 eine neue Klasse übernahmen.

Die Reaktion war an diesen Schulungstagen mehrheitlich positiv. Viele der Teilnehmenden begrüßten die Neuerungen ausdrücklich, da sie das bisherige Fachrechnen als unbefriedigend erlebt hatten. Offene Kritik wurde kaum geäußert. Unterdessen zeigte sich, dass die Akzeptanz nicht überall gleich groß ist. Ein Teil der Lehrenden hat die Neuerung begeistert akzeptiert und ein anderer ist vehement dagegen. Die Kritik reicht von „die sieben Mathematischen Lernumgebungen bieten zu wenig Material" bis „das ist nicht mehr Fachrechnen, das ist Kindergarten".

Vielversprechend sind Berichte von Lehrenden, die sich mit dem neuen Vorgehen identifizieren können. Sie erzählen von guten Erfahrungen vor allem mit Lernenden, welche mit einer eher negativen Mathematikbiographie in die Berufsbildung kommen. Eine Schülerin schreibt: „Dank dem Vielfachen habe sogar ich das Berechnen gelernt. In der Oberstufe konnte ich mit dem Dreisatz … nicht viel anfangen … Ich kann es allen empfehlen, die Mühe mit Berechnen haben." Und eine andere hält fest: „Und ich rechne seither nur noch mit dem Vielfachen, weil es übersichtlicher und einfacher ist. Darum empfehle auch ich als ehemals überzeugte Dreisatzrechnerin das Vielfache."

Als nächstes wird es hier darum gehen, diese Effekte systematisch auszuwerten, gute Beispiele von Umsetzungen ausführlich zu dokumentieren und mit den Lehrenden vertieft in einen Dialog zu treten, welche dem Ganzen bisher ablehnend gegenüberstehen.

6.2 Milchtechnologinnen und Milchtechnologen

Die Milchtechnologen (http://www.milchtechnologe.ch/) beschlossen, angeregt durch das Beispiel der Köche, im Rahmen der Neuherausgabe ihres Fachkundelehrmittels das Fachrechnen ebenfalls auf eine neue Basis zu stellen. Im Gegensatz zu den Köchinnen und Köchen mit über 1000 Lehrstellen sind die Milchtechnologinnen und Milchtechnologen eine etwas kleinere Gruppe (ca. 300 Lehrstellen). Die gebildete Arbeitsgruppe deckte mit vier Lehrenden alle Ausbildungszentren der Schweiz ab. Dies dürfte für die Einführung von Vorteil sein, da in jedem Ausbildungszentrum eine Person anwesend sein wird, welche an der Entwicklung teilgenommen hat.

Der Entwicklungsprozess verlief im Wesentlichen nach demselben Muster ab wie bei den Köchen. Auch hier dauerte der Prozess etwas mehr als ein Jahr. Ein Unterschied war, dass mit den Mathematischen Lernumgebungen der Köche bereits Vorlagen vorhanden waren, die teilweise sogar eine ähnliche Thematik aufwiesen („Verluste" bei den Köchen, „Schwund" der Käsemasse bei den Milchtechnologen). Interessanterweise beschleunigte das den Prozess überhaupt nicht. Die Arbeitsgruppe der Milchtechnologen benötigte gleich lange und gleich viel Unterstützung, um in das neue Denken hineinzufinden.

Ein weiterer Unterschied war, dass die Entwicklung mit der parallel stattfindenden Entwicklung des gesamten Fachkundelehrmittels abgestimmt werden musste. Für das Lehrmittel war bereits die Kapitelstruktur vorgegeben und diente als Rahmen, für den an passenden Stellen echte Anwendungssituationen gefunden werden mussten. Zudem war dadurch auch bereits vorgegeben, welche Themen (und damit welche Situationen) in welchem Ausbildungsjahr behandelt werden sollten. Die Entwicklung der Mathematischen Lernumgebungen erfolgte daher etappenweise für ein Ausbildungsjahr nach dem anderen.

Bisher wurden für die ersten beiden Jahre Mathematische Lernumgebungen zu folgenden Situationen entwickelt. Einige wenige weitere Situationen für das dritte Ausbildungsjahr sind noch in Arbeit:

1. Milch – in Liter geliefert und Kilogramm abgerechnet
2. Wie viel Rahm brauche ich für 100 kg Butter und was mache ich mit der Magermilch?
3. Joghurt Rezepte umsetzen
4. Wie viel Lab brauche ich?
5. Wie erhalte ich das erwünschte Stückgewicht beim Käse?
6. In welchem Tank hat die Milch heute noch Platz?
7. Kulturen beschaffen, herstellen und einsetzen
8. Milch zu Butter: Mengenverhältnisse
9. Was erhalte ich, wenn ich Vollmilch und Magermilch mische?
10. Was ist ein viertelfetter Hartkäse?

Auch hier findet sich dieselbe Zweiteilung in Situationen, in denen ein Resultat errechnet werden muss (1 bis 7), und Situationen, in denen es darum geht, Zusammenhänge zwischen Grössen zu verstehen (8 bis 10). Und wie bei den Köchen sind auch hier sicher noch nicht alle Überbleibsel von „Schulmathematik“ verschwunden.

6.3 Bodenleger und Bodenlegerinnen

Bei den Bodenlegern und Bodenlegerinnen ging die Initiative von zwei Lehrpersonen einer großen Berufsfachschule in Zürich aus. Sie ließen sich von einer Präsentation der Arbeit mit den Köchinnen und Köchen überzeugen und erhoffen sich vor allem eine Entlastung des Unterrichts mit den intellektuell schwächeren Lernenden. Hier existieren erst eine provisorische Liste möglicher Situationen sowie eine fertig entwickelte Mathematische Lernumgebung, welche nun als Prototyp für die weiteren Umgebungen dienen kann.

Bei der ersten Besprechung zeigte sich schnell, dass Bodenleger ihren Arbeitsalltag gedanklich anhand von einzelnen Aufträgen strukturieren. Und so erwies es sich als nützlich, den

Ablauf eines Auftrags als Grundstruktur zum Einordnen der Berechnungssituationen zu verwenden. Dies ergab folgende Zusammenstellung:

1 Kalkulation bzw. Offerte erstellen

- **Kalkulation nachvollziehen:** Das Erstellen einer Kalkulation ist Inhalt der höheren Fachbildung. Auf der Stufe berufliche Grundbildung geht es darum, das Zustandekommen nachvollziehen und gegebenenfalls gegenüber kritischen Kunden vertreten zu können.

2 Material bereitstellen/mitnehmen

- **Kleine Aufträge vorbereiten:** Grobe Abschätzungen der benötigten Mengen in der Art: „Soll ich eine Schachtel mehr oder weniger mitnehmen?“
- **Große Aufträge vorbereiten:** Hier ist eine genauere Planung angebracht, da prozentual kleine Fehler sich absolut stärker bemerkbar machen.

3 Auf der Baustelle

- **Einteilen:** Vor allem räumlich, geometrische Überlegungen zur Frage: „Wie/wo muss ich beginnen, damit es aufgeht?“
- **Feuchtigkeit mit einplanen (Parkett):** Rechnerisch nicht anspruchsvoll, es existieren erprobte Faustregeln. Wichtiger ist es, die Wirkung der Feuchtigkeit nachvollziehen zu können.

4 Rechnungsstellung

- **Nach Aufwand:** Die Rechnungsstellung erfolgt aufgrund des Rapports bezüglich des eingesetzten Materials und der eingesetzten Zeit. Findet bei kleinen Aufträgen Anwendung und muss selbstständig ausgeführt werden.
- **Nach „Bemaßung“**: Die Rechnungsstellung erfolgt aufgrund der Planmasse und anhand von Normen und Merkblättern. Findet bei großen Aufträgen Anwendung und ist Inhalt der höheren Fachbildung. Auf der Stufe berufliche Grundbildung, geht es darum, das Zustandekommen nachvollziehen und gegebenenfalls gegenüber kritischen Kunden vertreten zu können.

Interessant ist bei den Bodenlegern noch, dass zwei verschiedene Fachrichtungen unterschieden werden: „Textile & elastische Beläge“ und „Parkett“. Mathematisch gesehen besteht der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Richtungen darin, dass die Ersten in Bahnen denken (Teppiche, Linoleum etc.) wogegen die Zweiten mit Quadraten planen (Parkett). Aktuell ist geplant, für die beiden Fachrichtungen im Kern dieselben Mathematischen Lernumgebungen zu verwenden und je eine Variante „Bahnen“ und „Quadrate“ zu entwickeln.

6.4 Haustechnikpraktiker und -praktikerinnen

Das Projekt der Haustechnikpraktiker/Haustechnikpraktikerinnen ist ähnlich entstanden wie das der Bodenleger und hat etwa denselben Entwicklungsstand erreicht, d.h. es gibt eine ausgearbeitete Mathematische Lernumgebung und eine vorläufige Liste von Situationen.

Haustechnikpraktikerinnen unterstützen Sanitärinstallateure bei der Installation von Wasserleitungen und Heizungsmonteure bei der Installation von Heizungsanlagen. Auch hier erwies es sich als sinnvoll, als Grundraster den einzelnen Auftrag zu nehmen und Situationen entsprechend einzuordnen:

1 Material bereitstellen/zuschneiden/mitnehmen

a) Rohrlängen bei Abwasserinstallationen
b) Rohrlängen bei Wasserinstallationen
c) Montagemasse bei der Fertigmontage
d) Länge der Gewindestange bei Rohrschellen
e) Materialbedarf Sanitärinstallationen

2 Auf der Baustelle

f) Leitungsabstände im Leitungstrasse
g) Regierapport ausfüllen
h) Füllen einer Solaranlage

7 Aktueller Stand und Ausblick

Wie die verschiedenen Beispiele zeigen, ist es gelungen, einen Zugang zum Fachrechnen zu entwickeln, der sich einerseits auf den aktuellen Erkenntnisstand der Mathematikdidaktik und der Lehr-Lern-Forschung abstützt und der andererseits bei den Lehrenden an Berufsfachschulen auf Interesse stößt.

Mit den Mathematischen Lernumgebungen der Köche und dem dazu gehörenden didaktischen Begleitmaterial existiert ein Beispiel, das nun von einem Teil der Lehrenden eingesetzt und im Einsatz positiv beurteilt wird. Dabei erweist sich als günstig, dass Hotel & Gastro *formation* darauf verzichtet hat, aus den Mathematischen Lernumgebungen ein kostenpflichtiges Lehrmittel zu erstellen. So ist das Beispiel für alle Interessierten frei im Netz verfügbar.

Dieses Beispiel stößt auf Interesse bei anderen Berufsgruppen und das Interesse ist aktuell so groß, dass es nicht möglich ist, mit den im Projekt vorhandenen Mitteln allen Anfragen nachzugehen. In Weiterbildungskursen stößt die Grundidee eines situationsbezogenen Fachrechnens auf große Akzeptanz. Verschiedene Lehrende haben bereits versucht, einzelne Aspekte daraus, wie etwa den didaktischen Ablauf, umzusetzen, ohne gleich den vollständigen Entwicklungsprozess bis hin zu Mathematischen Lernumgebungen durchzuspielen.

Es wird nun in einer nächsten Phase darum gehen, die bisher nur anekdotisch gegebene Evidenz der Brauchbarkeit des Zugangs auf eine systematischere Basis zu stellen und die vermuteten positiven Effekte bei Lernenden und Lehrenden objektiv zu belegen. Dabei werden sich sicher Punkte zeigen, an denen der Entwicklungsprozess oder die didaktischen Grundideen präzisiert oder angepasst werden müssen. Beispielsweise melden Lehrende, dass Lernende oft zu Beginn etwas überfordert sind, gleich selbst Aufgaben zu entwerfen und zuerst ein paar vorgegebene Aufgaben zum Anwärmen brauchen. Dies würde bedeuten, dass jede Mathematische Lernumgebung durch einige solche Aufgaben ergänzt werden müsste.

Sollten sich die positiven Effekte erhärten lassen, wird es dann darum gehen, gelungene Unterrichtsbeispiele, die mit dem neuen Zugang realisiert wurden, zu dokumentieren und so Material für die Lehrenden bereit zu stellen, die etwas mehr Anleitung brauchen, um ihren Unterrichtsstil umzustellen.

Literatur

AFFOLTER, W. et al. (2004): mathbu.ch 9. Mathematik im 9. Schuljahr. Grundanforderungen. Bern.

BARDY, P. (1985). Mathematische Anforderungen in Ausbildungsberufen. In: BARDY, P./ BLUM, W./ BRAUN, H.-G. (Hrsg.): Mathematik in der Berufsschule. Analysen und Vorschläge zum Fachrechenunterricht. Essen, 37-48

BARDY, P./ BLUM, W./ BRAUN, H.-G. (Hrsg.) (1985): Mathematik in der Berufsschule. Analysen und Vorschläge zum Fachrechenunterricht. Essen.

BAUERSFELD, H. (1999): Radikaler Konstruktivismus, Interaktionismus und Mathematikunterricht. In: BEGEMANN, E. (Hrsg.): Lernen verstehen – Verstehen lernen. Zeitgemässe Einsichten für Lehrer und Eltern. Frankfurt a.M., 117-145.

BAUMERT, J. et al. (2000): TIMSS/III–Deutschland. Der Abschlussbericht. Berlin.

BLACK, S./ YASUKAWA, K. (2011). Beyond deficit approaches to teaching and learning: Literacy and numeracy in VET courses. Paper präsentiert an der 14th Annual Australian Vocational Education and Training Research Association (AVETRA) Conference, Melbourne.

BRAUN, H.-G./ STRÄSSER, R. (1985): Ziele, Konzeptionen, Inhalte. In BARDY, P./ BLUM, W./ BRAUN, H.-G. (Hrsg.): Mathematik in der Berufsschule. Analysen und Vorschläge zum Fachrechenunterricht. Essen, 49-63.

DENNERLEIN, J./ MANTHEY, H. B./ PÖRKSEN, S. H. (1985): Überlegungen zu einer Neuorientierung des mathematischen Unterrichts in der Teilzeit-Berufsschule im Berufsfeld Wirtschaft und Verwaltung. In: BARDY, P./ BLUM, W./ BRAUN, H.-G. (Hrsg.): Mathematik in der Berufsschule. Analysen und Vorschläge zum Fachrechenunterricht. Essen, 72-91.

FOLGER, T. (2012): Can We Keep Geting Smarter. In: Scientific American, 307, H. 3, 30-33.

GALLIN, P./ RUF, U. (1990): Sprache und Mathematik in der Schule. Zürich.

GREENO, J. G. (1997): Response: On Claims that Answer the Wrong Questions. In: Educational Researcher, January/February, 5-17.

HENGARTNER, E./ HIRT, U./ WÄLTI, B./ LUPSINGEN, P. (2006). Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht. Zug.

HENNESSEY, M. N./ HIGLEY, K./ CHESNUT, S. R. (2012): Persuasive Pedagogy: A New Paradigm for Mathematics Education. In: Educational Psychology Review, 24, 187-204.

HEYMANN, H. W. (1996): Allgemeinbildung und Mathematik. Weinheim.

HOYLES, C./ NOSS, R./ POZZI, S. (2001): Proportional Reasoning in Nursing Practice. In: Journal for Research in Mathematics Education, 32, H. 1, 4-27.

IVANOV, S./ LEHMANN, R. H. (2005): Mathematische Grundqualifikationen zu Beginn der beruflichen Ausbildung. In: *bwp@* Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 8. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe8/ivanov_lehmann_bwpat8.pdf (15-05-2013).

JEGERLEHNER, N. (2005, 13.09.05): Sie sind nicht dümmer als früher. In: Der Bund. Bern.

KAISER, H. (2005a): Wirksame Ausbildungen entwerfen – Das Modell der Konkreten Kompetenzen. Bern.

KAISER, H. (2005b): Wirksames Wissen aufbauen - ein integrierendes Modell des Lernens. Bern.

KAISER, H. (2008): Berufliche Handlungssituationen machen Schule. Winterthur.

KAISER, H. (2011a). Fachrechnen vom Kopf auf die Füsse gestellt – innovative Ansätze in der Ausbildung zum Koch/ zur Köchin. In: NIEDERMAIR, G. (Hrsg.), Aktuelle Trends und Zukunftsperspektiven beruflicher Aus- und Weiterbildung. Linz, 225-242.

KAISER, H. (2011b). Vorbereiten auf das Prozentrechnen im Beruf. In: Praxis der Mathematik in der Schule, 53, H. 41, 37-44.

KAISER, H. (in Vorbereitung): Tabellen statt Formeln. Praxis der Mathematik in der Schule.

KMK (2003): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. Berlin.

LEUDERS, T. (2009): Intelligent üben und Mathematik erleben. In HEFENDEHL-HEBEKER, L./ LEUDERS, T./ WEIGAND, H.-G. (Hrsg.): Mathemagische Momente. Berlin: 130-143.

LINNEWEBER-LAMMERSKITTEN, H. (2008): Das Kompetenzmodell HarmoS Mathematik. Paper präsentiert an der EARLI 2008. Budapest.

LÖRCHER, G. A. (1985): Mathematische Vorkenntnisse der Berufsschüler. In BARDY, P./ BLUM, W./ BRAUN, H.-G. (Hrsg.): Mathematik in der Berufsschule. Analysen und Vorschläge zum Fachrechenunterricht. Essen, 26-36.

PAULI, P. (2010): Lehrbuch der Küche. Neuhausen a.R.

PENNDORF, B. (1915). Rechnen und Mathematik in Unterricht der kaufmännischen Lehranstalten. In: KLEIN, F. (Hrsg.), Abhandlungen über den mathematischen Unterricht in Deutschland. 4. Band. II. Teil, H. 6, 14-20.

SMITH, J. P. (1999): Tracking the Mathematics of Automobile Production: Are Schools Failing to Prepare Students for Work? In: American Educational Research Journal, 36, H. 4, 835-878.

STEEN, L. A. (2003): Data, shapes, symbols: Achieving balance in school mathematics. In: MADISON, B. L./ STEEN, L. A. (Hrsg.): Quantitative literacy: Why literacy matters for schools and colleges. Princeton, New Jersey, 53-74.

STORK, J. H. (2011): Zur Verknüpfung von kaufmännischen und mathematischen Kompetenzen im Lernfeldkonzept zu Beginn der Ausbildung im Einzelhandel. In: *bwp@* Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 20. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe20/stork_bwpat20.pdf (15-05-2013).

STRÄSSER, R. (2010): Mathematik im Beruf und in der beruflichen (Aus)Bildung. Expertise zu "Mathematik entlang der Bildungskette". Gießen.

SUCHMAN, L. A. (1987): Plans and situated actions. Cambridge, UK.

VERGNAUD, G. (2005): Repères pour une théorie pschologigue de la connaissance. In: MERCIER, A./ MARGOLINAS, C. (Hrsg.), Balises en didactique des mathématiques. Grenoble, 123-136.

WEDEGE, T. (2010): People's mathematics in working life: Why is it invisible? ALM International Journal, 5, H. 1, 89-97.

ZBINDEN, A. (Hrsg.) (2010): Berufe reformieren und weiterentwickeln. Bern.

Dieser Beitrag wurde dem ***bwp@*-Format:** ☑ **BERICHTE & REFLEXIONEN** zugeordnet.

Zitieren dieses Beitrages

KAISER, H. (2013): Ansätze für eine berufsbildungsspezifische Didaktik des Fachrechnens. In: *bwp@* Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online, Ausgabe 24, 1-21. Online: http://www.bwpat.de/ausgabe24/kaiser_bwpat24.pdf (25-06-2013).

Der Autor

Dr. HANSRUEDI KAISER

Eidgenössisches Hochschulinstitut für Berufsbildung (EHB)

Kirchlindachstrasse 79, Postfach, CH-3052 Zollikofen

E-mail: hansruedi.kaiser (at) ehb-schweiz.ch

Homepage: www.ehb-schweiz.ch