

Evelyn Stepancik, Wien

Kooperativer Mathematikunterricht mit Web2.0-Technologien

Die Idee, dass Schüler/innen im Mathematikunterricht in Gruppen arbeiten, ist nicht neu. Die Idee, dass Schüler/innen den Computer und das Internet im Mathematikunterricht nützen, ist auch nicht neu. Warum also alten Wein in neue Schläuche gießen? Ganz einfach – weil Schule sich nicht nur um kulturelle Kontinuität, sondern auch um Innovationen bemühen muss. Und das ist dringend nötig, da noch vor wenigen Jahren 20% von 1500 österreichischen Schüler/innen angaben, dass sie in ihrem Mathematikunterricht nie in Gruppen arbeiten, 66% selten und nur 14% regelmäßig (vgl. Stepancik, 2008). Damit hat also das fremdbestimmte Lernen noch immer einen großen Anteil im Mathematikunterricht und kooperative Arbeitsformen, die prozessbezogene Kompetenzen wie z. B. das Kommunizieren und Argumentieren unterstützen, sind selten im Mathematikunterricht.

1. Gruppenarbeit – Kooperation – Kollaboration

Auf den ersten Blick mögen die Begriffe *Gruppenarbeit*, *Kooperation* und *Kollaboration* Synonyme für einander sein und werden in der Literatur auch oft als solche verwendet. Gemeinsam ist ihnen jedenfalls, dass mehrere Schüler/innen zeitlich befristet eine mehr oder weniger umfangreiche Aufgabenstellung zusammen bearbeiten. Welche Spezifika aber typisch für das kooperative bzw. kollaborative Arbeiten sind, möchte ich hier nun verdeutlichen.

Seit rund 30 Jahren wird das kooperative Arbeiten beforscht (vgl. Sharan, 1980; Slavin, 1980), im Zusammenhang mit dem Mathematikunterricht konnten Johnson & Johnson erstmals empirisch nachweisen, dass das kooperative Arbeiten in kleinen Gruppen positive Effekte hat. Es zeigte sich beispielsweise, dass Schüler/innen bei kooperativen Lernsettings eine positive Einstellung zur Mathematik entwickelten und ihr Vertrauen in das eigene mathematische Denken zunahm (in Davidson, 1990). Die am weitesten gefasste und damit wohl unbefriedigendste Definition des kooperativen Lernens spricht von selbigem, wenn zwei oder mehr Personen in einer gemeinsamen realen oder virtuellen Umgebung miteinander lernen (vgl. Dillenbourg, 1999). Präziser gefasst, meint kooperatives Lernen, dass

- die Lernenden gemeinsam in einer so kleinen Gruppe arbeiten, dass allen Gruppenmitgliedern die Partizipation an der ihnen gemeinsam übertragenen Aufgabenstellung ermöglicht wird und

- dass von den Lernenden erwartet wird, dass sie ihre Aufgabe ohne direkte bzw. unmittelbare Betreuung durch die Lehrperson in gemeinsamer Anstrengung oder mittels systematischer Arbeitsteilung erfüllen (vgl. Cohen, 1992; Reinmann, 2005).

Beim kooperativen Lernen soll also zum einen gemeinsam auf inhaltlicher Ebene gelernt werden, zum anderen soll aber auch ein Lernen hinsichtlich des Kommunikations- und Sozialverhaltens erfolgen. Das Zugehörigkeitsgefühl zum Team und die Gruppe selbst spielen eine wichtige Rolle, auch dem Wissenserwerb der Gruppe kommt besondere Bedeutung zu. Dennoch wird beim kooperativen Lernen die Arbeit unter den einzelnen Gruppenmitgliedern aufgeteilt, die Teilprobleme werden individuell gelöst und zum Abschluss zu einem Endergebnis zusammengeführt. Kollaboratives Arbeiten unterscheidet sich in diesem Punkt ganz wesentlich vom kooperativen, denn bei der Kollaboration wird nicht arbeitsteilig gearbeitet, sondern von Beginn an wird der Lerngegenstand gemeinsam bearbeitet (vgl. Reinmann, 2005). Ein wichtiges Ziel des kollaborativen Lernens ist es, dass die Gruppe ein gemeinsames Verständnis für die Thematik entwickelt und dass das zu Beginn verteilte Wissen am Ende des Lernprozesses samt dem neu erarbeiteten Wissen bei möglichst allen Gruppenmitgliedern verankert ist (vgl. Hron et al., 2002). Dass die Kommunikation zwischen den Gruppenmitgliedern hier immense Bedeutung hat, ist evident.

Wie die bisherigen Ausführungen zeigen, hat sowohl für die Gruppenarbeit als auch das kooperative und kollaborative Arbeiten die Kommunikation und Interaktion der Lernenden und damit die soziale Dimension des Lernens hohen Stellenwert und es gilt, die sozialen und individuellen Faktoren des Lernens zu berücksichtigen, da ja jede Form des sozialen Lernens immer individuelle und soziale Aspekte, wenn auch unterschiedlich ausgeprägt, beinhaltet (vgl. Reinmann, 2005). Nach Wygotski wird Lernen sehr stark durch soziale Interaktion gefördert (vgl. Wygotski, 1978) und in diesem Zusammenhang ist oft von der *Zone proximaler Entwicklung* die Rede, unter der ein Bereich des Lernens verstanden wird, bei dem sich soziale Unterstützung besonders positiv auf den Wissenserwerb auswirkt (vgl. Reinmann, 2005).

2. Kooperatives Lernen im Mathematikunterricht – Warum?

Wie oben schon angedeutet, gibt es zumindest einige, wenige empirische Befunde, die den positiven Einfluss kooperativen Lernens im Mathematikunterricht bestätigen. Zudem ist aber Kommunikation auch ein (wenn auch nicht zwingendes) Grundprinzip des Mathematiktreibens und kooperative Arbeitsformen im Mathematikunterricht vermitteln ein angemessenes Bild dieser Wissenschaftsdisziplin (vgl. Hepp und Miehe, 2006). Natürlich

wissen wir Lehrenden, dass es vielen Lernenden schwer fällt, über Mathematik zu sprechen. Genau dies fordert jedoch der Lehrplan, wenn er eine Schulung der mathematischen Grundtätigkeiten *Argumentieren und exaktes Begründen* (vgl. Lehrplan AHS-Unterstufe) sowie das *kritisch-argumentative Arbeiten* (vgl. Lehrplan AHS-Oberstufe) vorschreibt. Beides zielt auf das Sprechen über Mathematik, z. B. das Aushandeln und Hinterfragen von Lösungswegen, ab. Selten wohl wird man hier alleine, sondern eher in Kooperation mit anderen handeln. Gerade aber bei Gruppenarbeiten oder kooperativen Lernprozessen müssen Schüler/innen miteinander sprechen, ihre Ideen und Lösungswege austauschen und einen gemeinsamen Nenner finden. Sie müssen also über Mathematik sprechen – auch wenn sie dies in solchen Phasen oft in einer eher informellen Sprache tun.

3. Voraussetzungen für kooperatives Lernen in der Schule

Kooperative Lernformen verlangen von unseren Schülern/innen viel, das sei hier nicht verschwiegen. Kooperative Lernformen verlangen aber auch von den Lehrenden ein Um- bzw. Neudenken von Unterricht. Einige der dafür wichtigen Parameter möchte ich hier zumindest kurz skizzieren.

3.1 Verantwortung

Wenn wir wollen, dass Schüler/innen erfolgreich miteinander lernen, dann ist notwendig, dass sie Verantwortung übernehmen. Die Lernenden müssen sowohl wechselseitige Verantwortlichkeit für den Lernprozess als auch individuelle Verantwortlichkeit für die Gruppenleistung übernehmen. Der Erfolg von kooperativen Lernprozessen hängt maßgeblich auch davon ab, ob die Lernenden wahrnehmen und erkennen, dass sie ihr eigenes Lernziel nur dann erreichen, wenn auch die anderen Mitglieder ihre Ziele erreichen können. Um „Trittbrettfahrern“ entgegenzuwirken, ist sichtbar zu machen, was jedes einzelne Gruppenmitglied gelernt und zum Erfolg der Gruppe bzw. zum Erreichen des Lernzieles beigetragen hat. Jeder Schüler/jede Schülerin muss also Verantwortung für sich, die eigenen Leistungen und den Kooperationsprozess übernehmen. Wenn dies gelingt, dann können Schüler/innen im wechselseitigen Austausch Wissen und Kompetenzen aktiv erwerben.

3.2 Interaktion, Reflexion und Evaluation

Neben dem Übernehmen von Verantwortung sind auch die Interaktion, also der Austausch von Ideen, Informationsquellen, Material, Lösungswegen, etc. sowie die Reflexion und Evaluation der Gruppenergebnisse bedeutende Faktoren beim kooperativen Arbeiten. Die

Rückschau auf den gemeinsamen Lernprozess bietet die Chance, die Zusammenarbeit zu bewerten und in Zukunft zu verbessern. Die Möglichkeiten zur Gestaltung einer solchen Reflexionsphase sind vielfältig und werden daher von mir an dieser Stelle ausgespart, betonen möchte ich aber die Wichtigkeit dieser abschließenden Phase.

3.3 Gruppen- und Teambildung

Für das Gelingen von kooperativem Arbeiten ist die Gruppen- und Teambildung von großer Relevanz. Unabhängig davon, ob die Gruppenzusammensetzung von der Lehrperson gesteuert wird (= formale Gruppe), zufällig erfolgt (= Zufallsgruppe) oder die Schüler/innen ihre Gruppeneinteilung selbst vornehmen (= Basisgruppe), lässt sich der wichtige Prozess der Gruppenfindung nach Tuckman in vier Phasen unterteilen (vgl. Tuckman, 1965).

Die erste Phase – *Forming* genannt – entspricht einer Orientierungsphase der Gruppenmitglieder, die von Höflichkeit und gegenseitigem Abtasten geprägt ist. Die zweite Phase – *Storming* – ist ebenso wichtig wie anstrengend. Sie ist von Konflikten geprägt, bei denen das Aushandeln der verschiedenen Positionen im Vordergrund steht. Eine Gruppe, die diese Phase nicht durchmacht, kann leicht scheitern, da das erfolgreiche Austragen von Konflikten immer auch ein Zeichen dafür ist, dass sich die Individuen füreinander engagieren. In der dritten Phase – *Norming* – wird die Gruppe handlungsfähig und echte Kooperation findet statt. Die letzte Phase – *Performing* – ist von maximaler Effizienz und der bestmöglichen Nutzung der Ressourcen der Gruppenmitglieder geprägt.

3.4 Die Rolle der Lehrperson

Als Lehrende werde ich bei der Vorbereitung für meinen Unterricht stets die fachlichen und sozialen Ziele sowie das konkrete Unterrichtsthema im Auge haben. Beim kooperativen Lernen ist zusätzlich noch besonderes Augenmerk auf die Aufgabenstellungen und Methoden zu richten sowie auf einen klar definierten Zeitrahmen zu achten.

Die Rolle und Wirksamkeit der Lehrperson während kooperativer Lernprozesse ist bisher sehr wenig erforscht (vgl. Pauli und Reusser, 2000). Empfohlen wird gemeinhin, das soziale Verhalten der Lernenden zu beobachten und gegebenenfalls Maßnahmen zur Förderung des kooperativen Lernens (z. B. Beraten hinsichtlich der Zusammenarbeit und hinsichtlich des fachlichen Weiterkommens) zu ergreifen. Besonders vielversprechend scheint für die Lehrperson die Rolle als *adaptive Lernberaterin* (Pauli und Reusser, 2000) zu sein, die sich vor der Intervention über den aktuellen Stand des Gruppengesprächs informiert und erst dann situationsbezogen eingreift.

4. Netzbasiertes kooperatives Lernen

Für das netzbasierte kooperative Lernen hat sich vor allem der Begriff CSCL (Computer-Supported Cooperative Learning) etabliert. Die grundlegende Idee ist keine andere als beim oben beschriebenen kooperativen Lernen. Auch hier geht es darum, dass die Lernenden kommunizieren und gemeinsam neues Wissen kooperativ aufbauen. Die technischen Möglichkeiten aber erweitern das kooperative Arbeiten um einige Dimensionen. Folglich wird zwischen folgenden Formen, die auch als Mischformen auftreten, unterschieden (vgl. Wessner und Pfister, 2001):

- *Lokales versus verteiltes kooperatives Lernen:*
Das Unterscheidungskriterium ist der Lernort, der einmal immer derselbe ist, das andere Mal variiert. Bei Letzterem ist die Unterstützung durch das Internet unumgänglich.
- *Synchrones versus asynchrones kooperatives Lernen:*
Synchron meint hier zeitgleiches und asynchron zeitlich versetztes Lernen der einzelnen Gruppenmitglieder.
- *Symmetrisches versus asymmetrisches kooperatives Lernen:*
Symmetrisches kooperatives Lernen ist dann gegeben, wenn die Lernenden ein vergleichbares Wissensniveau haben, asymmetrisches, wenn es kein vergleichbares Wissensniveau gibt.

Welche dieser Formen für den Lernprozess ausgewählt wird, hängt maßgeblich von der Aufgabenstellung und den technischen Gegebenheiten ab, natürlich aber auch den Probanden.

4.1 Vorteile des netzbasierten kooperativen Lernens

Viele Vorteile des netzbasierten kooperativen Arbeitens sind ident mit jenen von netzbasiertem Lernen ganz allgemein. Der erste große Vorteil ist die Möglichkeit verschiedene Repräsentationsformen (Text, Bild, Video, ...) parallel zu verwenden. Damit kann beim Lernprozess die eventuell vorhandene unterschiedliche mediale Präferenz der Lernenden berücksichtigt werden. Ganz typisch für netzbasiertes Lernen sind auch die Wiederverwendbarkeit von Inhalten sowie das Zurückgreifen auf alle digitalen Wissensangebote. Ein weiterer Vorteil des netzbasierten kooperativen Lernens liegt im Erwerb einer erweiterten Medienkompetenz, die z. B. durch die aktive, kooperative Mitgestaltung eines Webprodukts sicherlich erreicht wird.

4.2 Probleme beim netzbasierten kooperativen Lernen

Die wohl größten Probleme beim netzbasierten Lernen sind die fehlende *soziale Präsenz*, die sogenannte *Kanalreduktion* (vgl. Döring, 1997), und die *kognitive Belastung*. Die fehlende soziale Präsenz äußert sich darin, dass beim netzbasierten Lernen häufig nicht klar ist, wer gerade anwesend ist und mit wem ich daher zusammenarbeiten kann. Mit diesem Problem geht auch die Kanalreduktion einher. Beim netzbasierten kooperativen Lernen bin ich mit meinen Gruppenmitgliedern oft nur virtuell verbunden, dabei können nicht alle Sinneskanäle angesprochen werden und es fehlen vor allem die Möglichkeiten der nonverbalen Kommunikation. Die kognitive Belastung oder gar das Gefühl der Überlastung bei E-Learning Angeboten ist allseits bekannt (vgl. Reinmann, 2005). Bei netzbasierten kooperativen Lernprozessen kann die kognitive Belastung für die Lernenden schnell sehr hoch werden, da zum einen häufig komplexe Technologien eingesetzt werden und zum anderen zumeist auch komplexer Lehrstoff bearbeitet wird.

Zu guter Letzt möchte ich noch auf das Fehlen von *sozialen Kontexthinweisen* in netzbasierten Lernumgebungen hinweisen. Neben dem Nachteil, dass die Identität der Gruppenmitglieder nicht eindeutig ist (vgl. Kiesler et al., 1984), bringt es den Vorteil, dass auch statutsgeringere Personen sich online deutlicher einbringen, mit sich. Gerade im schulischen Unterricht habe ich dies schon oft beobachtet.

Die hier erwähnten Schwierigkeiten werden aber mit der Entwicklung der Web2.0-Applikationen immer geringer. Soziale Netzwerke wie etwa Facebook machen sichtbar, wer gerade online ist und die Emoticons erlauben längst schon, Gefühle und Stimmungen kurz und prägnant auch virtuell auszutauschen. Mit einer guten Online-Moderation kann zusätzlich der fehlenden sozialen Präsenz sowie den fehlenden sozialen Kontexthinweisen entgegen gewirkt werden. Ein entsprechendes Aufgabendesign kann die Probleme der kognitiven Belastung entschärfen.

4.3 Online-Moderation

Eines der anerkanntesten und weitverbreitetsten Modelle zur Gestaltung von Online-Moderation ist das von Gilly Salmon (2002), sie schlägt für den Prozess des Online-Lernens fünf Stufen vor.

Auf der Stufe I, die sie „*Zugang und Motivation*“ nennt, ist es wichtig, dass sich die Lernenden im System einrichten, einen sicheren Zugang zum System verschaffen und sich in ihrer virtuellen Umgebung einmal umsehen (vgl. Salmon, 2002).

Die Stufe II, „*Online-Sozialisation*“ genannt, sollte davon geprägt sein, dass sich die Lernenden mit einfachen Übungen an die Online-Umgebung gewöhnen. Außerdem können sie sich jetzt schon zu Gruppen finden und Vertrauensnetzwerke knüpfen (vgl. Salmon, 2002). Auf der Stufe III „*Informationsaustausch*“ werden Informationen unter den Lernenden ausgetauscht und erste kooperative Arbeitsaufträge können in Angriff genommen werden (vgl. Salmon, 2002). Die Interaktion der Lernenden findet hier auf zwei verschiedenen Ebenen statt, zum einen wird mit den anderen Lernenden interagiert, zum anderen wird mit den online zur Verfügung stehenden Kursinhalten gearbeitet.

Die Stufe IV nennt Salmon „*Wissenskonstruktion*“ (Salmon, 2002). Auf dieser Stufe übernehmen die Lernenden nun die Kontrolle über ihre eigene Wissenskonstruktion. Jetzt ist es an der Zeit, die Lernenden zum kritischen Denken, Analysieren von Inhalten, kreativen Denken, Entdecken, Visualisieren, usw. anzuregen. In dieser Phase wird bereits jeder Baustein von neu konstruiertem Wissen auf schon Bestehendem aufgebaut und die Lernenden sind jetzt als Online-Autoren/innen tätig (vgl. Salmon, 2002).

Auf der Stufe V „*Entwicklung*“ übernehmen die Lernenden Verantwortung für ihr eigenes Lernen und das der Gruppe (vgl. Salmon, 2002). In dieser Phase ist dem selbstkritischen Reflektieren des eigenen bzw. gemeinsamen Lernprozesses Zeit und Raum zu geben (vgl. Salmon, 2002).

4.4 Design der Lernaufgabe

Nicht alle Aufgaben eignen sich für kooperatives Lernen, Aufgaben für netzbasiertes kooperatives Lernen müssen so gestaltet sein, dass sie

- a) zur mentalen Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand anregen,
- b) die Kooperation der Lernenden erfordern und
- c) in den verfügbaren Kommunikationsmedien bearbeitbar sind.

Geeignet sind dafür zwei Typen von Aufgabenstellungen, nämlich eine kooperative Informationssuche mit anschließender Präsentation und Diskussion der Ergebnisse und eine Aufgabenstellung, die paralleles Problemlösen sowie den Austausch und die Diskussion der Lösungen verlangt.

Beim Design der Lernaufgabe ist Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Einzelleistungen der Lernenden als solche erkennbar sind, denn damit lässt sich vermeiden, dass nur die Besten der Gruppe arbeiten.

5. Web2.0

Mit den rasanten Entwicklungen und Veränderungen des Internets etablierte sich im Jahr 2004 der Begriff Web2.0, der vor allem durch Tim O'Reilly und Tim Berners-Lee publik wurde. Die maßgeblichen Veränderungen des Internets ermöglichen es auch nicht so versierten Personen, Inhalte im Internet viel leichter zu veröffentlichen, mit anderen zusammenzuarbeiten und Inhalte gemeinsam zu bearbeiten. Zentrales Element aller Web2.0-Anwendungen ist das Teilen, Kommentieren und Weiterverarbeiten von Inhalten. Soziale Netzwerke wie Facebook oder MySpace tragen dazu bei, dass Jugendliche diese Technologie beherrschen und von sich aus nicht nur zum Austausch mit Freunden nutzen.



Abbildung 1: Facebook und Mathematik

Kommunikationsplattformen wie zum Beispiel Moodle ermöglichen es, einen geschlossenen virtuellen Raum für eine Klasse zu schaffen, Kurse darin einzurichten, Material abzulegen und mit der Lerngruppe zu kommunizieren. Das Teilen von Inhalten wird vor allem von Youtube, Flickr¹ und Wikipedia forciert.

5.1 Wiki

Eines der erfolgreichsten und bekanntesten Web2.0 Projekte ist mit Sicherheit die Wikipedia. Mit über einer Million „Views“ pro Stunde (vgl. <http://stats.wikimedia.org/>, 12.09.2011) ist die deutschsprachige Wikipedia ein weit verbreitetes Nachschlagewerk. Ganz allgemein ist ein Wiki ein schnell editierbares Web, für das man keine Programmierkenntnisse braucht. Diesem Wiki-Prinzip entsprechen verschiedene Softwarepakete, alle haben folgende Faktoren gemeinsam:

- 1) Die direkte Bearbeitung von Dokumenten ist möglich.
- 2) Die Ergebnisse sind sofort und für alle verfügbar.
- 3) Das Speichern von Dokumenten ist möglich und die Versionsgeschichte erlaubt das Zurückgreifen auf frühere Versionen sowie das Sichtbarmachen der Autoren/innen.

¹ Webportal mit Communityelementen zum Teilen und Kommentieren von Fotos.

- 4) Es gibt einen öffentlichen Diskussionsbereich, in dem Texte bzw. Überarbeitungen kritisch diskutiert werden.

Charakteristisch und typisch für das Arbeiten mit einem Wiki ist der kreative und kooperative Prozess beim Erarbeiten des gemeinsamen Wissens.

6. Kooperativer Mathematikunterricht zwischen Wien und Berlin – ein Unterrichtsprojekt

Im Rahmen eines Sparkling Science Projektes² beschlossen Kollegin Balmega (Mathematiklehrerin an der Marie-Curie Oberschule Berlin) und ich, mit unseren Klassen der 10. Schulstufe eine kooperative, länderübergreifende Unterrichtssequenz zum Thema „Exponentialfunktionen in der Anwendung“ durchzuführen. In den Lehrplänen beider Länder ist das experimentell-heuristisch Arbeiten, Formulieren, Begründen und Belegen von Vermutungen sowie das Übersetzen von Situationen, Zuständen und Prozessen aus der Alltagssprache in die Sprache der Mathematik verankert (vgl. Lehrplan AHS-Oberstufe Österreich und Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I Berlin). Ferner werden im Rahmenlehrplan für Berlin dezidiert Bezüge zu anwendungsorientierten Kontexten und außermathematischen Sachverhalten gefordert (vgl. Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I Berlin). Unseren Schülern/innen wollten wir damit sowohl individuelles als auch kooperatives und kollaboratives Lernen ermöglichen. Der Einsatz eines Wiki schien uns dazu in vielerlei Hinsicht gut geeignet. Für die Gestaltung des Lernprozesses haben wir uns am Fünf-Stufen-Modell von Gilly Salmon orientiert, da dieses ja auch den Teambildungsprozess nach Tuckman unterstützt.

6.1 Projektdurchführung

Etwas mehr als eine Woche hatten wir für die Stufe I „Zugang und Motivation“ und die Stufe II „Online-Sozialisation“ veranschlagt. In dieser Zeit lernten die Schüler/innen, Beiträge in einem Wiki zu verfassen und zu gestalten, besonderes Augenmerk legten wir dabei auf den Umgang mit Formeln, da gerade die in Webpublikationen immer noch Schwierigkeiten bereiten. Zum gegenseitigen Kennenlernen wählten die Lernenden den Windows-Messenger. Im Wiki erstellten sie selbst eine zeitliche Übersicht zur Organisation ihrer Chatzeiten, die außerhalb des Unterrichts stattfanden. Zudem mussten sich die Schüler/innen beider Länder

² Sparkling Science ist ein österreichisches Forschungsprogramm des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, dessen Besonderheit darin liegt, dass Wissenschaftler/innen Seite an Seite mit Jugendlichen an Forschungsprojekten arbeiten.

zu einem der von uns Lehrerinnen vorgegebenen Themen zuordnen und damit schon ihr Team für die weitere Zusammenarbeit formen. Für die verschiedenen Themen gaben wir eine strukturierte Linkliste vor, damit sich die Schüler/innen einen ersten Überblick über die anstehende Thematik bzw. die zu bearbeitenden außermathematische Sachverhalte verschaffen konnten. Als Ergebnis des außerhalb der Schule stattfindenden Kennenlernens forderten wir von jeder Gruppe eine gegenseitige Vorstellung der Teammitglieder ein. Damit wollten sicherstellen, dass die ersten Schritte der Online-Sozialisation auch wirklich stattfinden und die Anzahl von Problemen basierend auf fehlender sozialer Präsenz verringert wird.

Auf der Stufe III „Informationsaustausch“ fand eine intensive Einarbeitung und Aufbereitung des gewählten außermathematischen Sachverhaltes statt. Die Schüler/innen trugen Informationen zusammen, wählten passende aus und verschriftlichten ihre Rechercheergebnisse im Wiki. Wir Lehrerinnen wurden zur Unterstützung bei der Auswahl und Aufbereitung der Information gebraucht.

Zwei Gruppen waren hier besonders erfolgreich und haben ihre Beiträge sehr übersichtlich gestaltet.

The screenshot shows a Wiki page titled "Vermehrung der Bakterien" on the website "fe-male.net". The page layout includes a top navigation bar with tabs for "Seite", "Diskussion", "Quelltext betrachten", "Versionen/Autoren", and "chat". On the left side, there is a sidebar with the "fe-male" logo, a search box, and a "Werkzeuge" (Tools) section containing links for "Hauptseite", "Aktuelle Ereignisse", "Letzte Änderungen", "Hilfe", "Links auf diese Seite", "Änderungen an verlinkten Seiten", "Hochladen", "Spezialseiten", "Druckversion", "Permanentlink", and "Print as PDF".

The main content area is titled "Vermehrung der Bakterien" and contains an "Inhaltsverzeichnis (Verbergen)" (Table of Contents) with the following items:

- 1 Allgemein über Bakterien
- 2 Bedeutung
 - 2.1 Ökologische Bedeutung
 - 2.2 Medizinische Bedeutung
 - 2.3 Bakterien auf und im Menschen
 - 2.4 Biotechnische Bedeutung
 - 2.5 Gentechnische Bedeutung
- 3 Vorkommen und Lebensweise
- 4 Vermehrung
- 5 Gefahr
 - 5.1 Salmonellen
 - 5.2 Staphylokokkus aureus
 - 5.3 Clostridium Botulinum
- 6 Aufgabenstellungen zu den Exponentialfunktionen
 - 6.1 Aufgabe 1
 - 6.2 Aufgabe 2 - Hefekulturen
- 7 Literatur
- 8 Weblinks
- 9 Exponentialfunktionen in der Medizin (Aids)

Below the table of contents, there are sections for "Allgemein über Bakterien" and "Bedeutung". The "Allgemein über Bakterien" section contains text defining bacteria as microorganisms without a true nucleus, also known as prokaryotes. The "Bedeutung" section includes a sub-section "Ökologische Bedeutung" which discusses the role of soil bacteria in geochemical cycles and cyanobacteria in photosynthesis. An image of "Cholera Bakterien" is shown on the right side of the page.

Abbildung 2: Ausschnitt einer Wikiseite siehe http://www.fe-male.net/index.php5/Vermehrung_der_Bakterien 13.09.2011

Nachdem die Schüler/innen nun also schon einen außermathematischen Wissensstock aufgebaut hatten, musste sie in der nachfolgenden Phase das neu hinzukommende mathematische Wissen in die Wikiseiten integrieren und vernetzen. Damit waren sie auf der Stufe IV, der „Wissenskonstruktion“ angelangt. Exemplarische möchte ich hier zwei Aufgaben vorstellen.

Aufgabenstellung zur Weltbevölkerung

1. Lies aus der [Darstellung](#) die Bevölkerungsanzahl in Schritten von 200 Jahren ab und erstelle eine Tabelle. Übertrage die einzelnen Punkte (Wertepaare) in eine GeoGebra-Datei und versuche mithilfe von Schiebereglern eine Exponentialfunktion der Form $f(x) = a \cdot e^{bx}$ zu erzeugen, die die Bevölkerungsentwicklung annähernd modelliert. In welchen Zeitraum passt deine Funktion am besten zur Entwicklung der Weltbevölkerung?
2. Bevölkerung eines bestimmten Landes
Jede Gruppe wählt im Team ein anderes Land aus und sucht dazu Daten zur Bevölkerungsentwicklung. Modelliert dieses Wachstum ebenfalls mit einer Exponentialfunktion der Form $f(x) = a \cdot e^{bx}$.
3. Zusammenführung der Ergebnisse
Vergleicht nun die Ergebnisse aus den vorigen beiden Aufgaben.
Verfasst gemeinsam einen kurzen Artikel zur Entwicklung der Weltbevölkerung in dem ihre die Ergebnisse aus den vorigen Aufgaben darstellt.

Abbildung 3: Aufgabenstellung zur Weltbevölkerung http://www.fe-male.net/index.php5/Woche_3 13.09.2011

Aufgabenstellung zum Thema Aids

Aids in der Statistik von 24 Jahren

Die Weltgesundheitsorganisation WHO veröffentlicht u.a. regelmäßig Daten zu Infektionskrankheiten, zum Teil differenziert nach Ländern oder Ländergruppen. CISID ist ein computergestütztes Informationssystem für Infektionskrankheiten. Unter [\[1\]](#) finden Sie statistische Werte zu Aids.

1. Wählen Sie unter den Optionen unter [\[2\]](#) die Anzahl der Aidsfälle in Österreich und in Deutschland im Zeitraum von 1982 bis 2006 aus. Erstellen Sie mit diesen Werten ein Säulendiagramm mit Hilfe von Excel. Beschreiben Sie kurz die beiden Graphen.
2. Unter [\[3\]](#) finden Sie ergänzend die kumulative Gesamtzahl der gemeldeten Aidsfälle. In dieser Tabelle sind die Werte aus den einzelnen Jahren jeweils aufsummiert worden. Es gibt leichte Abweichungen, da 1981 nicht mehr betrachtet wird.
Wir betrachten das Jahr 1982 als „Startjahr“ (= Zeitpunkt 0), 1983 als Folgejahr (=Zeitpunkt 1) usw.. Übertragen Sie nun die Wertepaare (Jahr|Gesamtzahl) für Deutschland in eine GeoGebra-Datei. Beispiele für Zahlenpaare sind (0|15), (1|55). Die Punktmenge soll nun phasenweise durch eine Funktion modelliert werden. Für die ersten acht Jahre scheint eine Exponentialfunktion geeignet, für die nächsten fünf Jahre eine lineare Funktion. Für die Modellierung im gesamten Zeitraum benötigten wir noch andere Funktionsarten und verzichten an dieser Stelle darauf. Geben Sie zunächst eine geeignete lineare Funktion an, die den Verlauf von 1990 bis 1995 beschreibt. Versuchen Sie nun mithilfe von Schiebereglern eine Exponentialfunktion der Form $f(x) = a \cdot e^{bx}$ zu erzeugen, die die Entwicklung der ersten acht Jahre annähernd modelliert. Beschreiben Sie dabei Ihre Überlegungen und auch Fehlversuche.
Unter [\[4\]](#) finden Sie die Grafik 7 und die Tabelle 9, die sich auf Wien beziehen. Suchen Sie sich einen zeitlichen Abschnitt aus, in dem Sie ebenfalls mit einer Exponentialfunktion der Form $f(x) = a \cdot e^{bx}$ modellieren.
3. Verfassen Sie gemeinsam einen kurzen Artikel zur Entwicklung der Aidskrankung in dem Sie Ihre Ergebnisse der vorigen Aufgaben darstellen und verweisen Sie kurz auf Tendenzen bis heute .

Abbildung 4: Aufgabenstellung zum Thema Aids http://www.fe-male.net/index.php5/Woche_3 13.09.2011

Zur Lösung dieser Aufgabenstellungen wurden Tabellen, Graphen, Funktionsgleichungen, Excel und GeoGebra verwendet. Das aktive Online-Agieren war dabei besonders wichtig,

kritisch-analytisches Denken sowie das Entdecken und Visualisieren von Zusammenhängen waren gefragt.

In dieser Phase der Wissenskonstruktion zeigte sich die volle Stärke der Wikisoftware. Denn in die bereits bestehenden Textbausteine konnten von den Schülern/innen rasch und ohne technischen Aufwand die Aufgabenstellungen und Lösungen – also neue Wissensbausteine – integriert werden. Dazu haben die Lernenden ausgehend von einer in Einzelarbeit begonnenen Lösungsstrategie ihre Ansätze im Wiki veröffentlicht und die anderen Teammitglieder setzen den Lösungsweg fort, korrigieren ihn und brachten ihre eigenen Ideen ein. Alle Beteiligten fühlten sich verantwortlich für den eigenen Lernprozess und den der Gruppe. Damit war auch der Übergang in die Stufe V „Entwicklung“ gelungen.

6.2 Wikiergebnisse

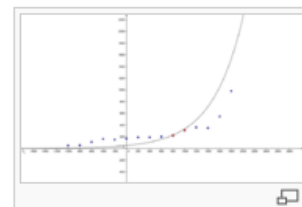
Mit den erreichten fachlichen Zielen waren sowohl wir Lehrer/innen als auch unsere Schüler/innen sehr zufrieden. Die Schüler/innen haben in ganz unterschiedlicher Weise Modelle zur Beschreibung von Abnahme- und Wachstumsprozessen ausgehend von vorgegebenen Datensätzen oder Informationen erstellt. Bei der Entwicklung von Coli-Bakterien beispielsweise wurden lineare mit exponentiellen Modellen verglichen, Graphen erzeugt, Wertepaare ermittelt und Wertepaare aus vorgegebenen Graphen abgelesen. Dieses Wissen wurde dann auf Hefekulturen übertragen, dabei waren die mathematisch ermittelten Ergebnisse mit den Realdaten eines Experiments zu vergleichen und die Qualität der mathematischen Modellierung zu beurteilen. Jenes Team, das sich mit dem Bevölkerungswachstum beschäftigte, modellierte unterschiedliche Zeitabschnitte mit unterschiedlichen Funktionen und erkannte, dass die Modelle den tatsächlichen Verlauf verschieden gut beschreiben.

1. Funktionsterm

$$f_1(x) = 50 \cdot e^{0,0019 \cdot x}$$

Zeitraum: Vom Jahr 800 bis ins Jahr 1000

[Bearbeiten]



2. Funktionsterm

$$f_2(x) = 240 \cdot e^{0,002 \cdot x}$$

Zeitraum: Im Jahr -800 & im Jahr -200

[Bearbeiten]

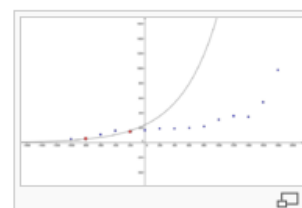


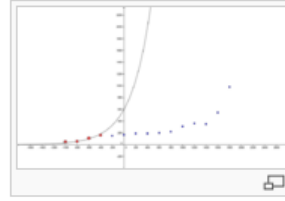
Abbildung 5: Exemplarische Funktionsgraphen und –gleichungen zum Bevölkerungswachstum
http://www.fe-male.net/index.php5/Team_H#4_Funktionsterm 13.09.2011

3. Funktionsterm

$$f_3(x) = 600 \cdot e^{(0.002995 \cdot x)}$$

Zeitraum: Vom Jahr -400 bis ins Jahr -100

[Bearbeiten]

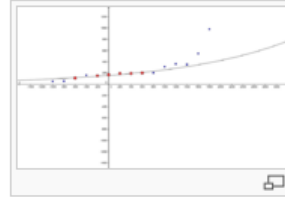


4. Funktionsterm

$$f_4(x) = 155 \cdot e^{(0.0005 \cdot x)}$$

Zeitraum: Vom Jahr -200 bis ins Jahr 800

[Bearbeiten]



Ergebnis

Wie man erkennt muss man für a eine ziemlich hohe Zahl (größer als 1) einsetzen, währenddessen für b eine möglichst kleine Zahl benötigt wird (größer als 0)

[Bearbeiten]

Abbildung 6: Exemplarische Funktionsgraphen und –gleichungen zum Bevölkerungswachstum
http://www.fe-male.net/index.php5/Team_H#4._Funktionsterm 13.09.2011

Zu guter Letzt formulierte dieses Team auch noch Hinweise, wie die Parameter a und b für Exponentialfunktionen vom Typ $f(x) = a \cdot e^{bx}$ zu wählen sind, wenn es um die Modellierung des Bevölkerungswachstums in unterschiedlichen Zeitabschnitten geht.

Die hier skizzierten Ergebnisse, die unter <http://www.fe-male.net> (13.09.2011) nachgelesen werden können, zeigen, dass in diesem kooperativen Unterrichtsprojekt die vom Lehrplan geforderten Lernziele mehr als erreicht werden konnten. Von den Schülern/innen wurden Vermutungen formuliert, begründet und mit unterschiedlichen Mitteln belegt. All dies wurde im Wiki in kooperativer zum Teil auch kollaborativer Arbeit niedergeschrieben und mit grafischen Darstellungen, Tabellen und Formeln dokumentiert. Damit haben die Schüler/innen also auch klar dargelegt, dass sie mit den unterschiedlichen Darstellungsformen von Funktionen – insbesondere der Exponentialfunktion – umgehen und diese entsprechend einsetzen können.

6.3 Projektergebnisse

Die obigen Ausführungen belegen, dass mit netzbasiertem kooperativem Mathematikunterricht ein wichtiger Beitrag zu diesem geleistet werden kann. Kommunikation und Kooperation als Grundprinzipien des Mathematiktreibens rücken bei derartigen Unterrichtsszenarien deutlich in den Vordergrund. Die von den Schülern/innen im Wiki dokumentierten Lösungswege und Ergebnisse gehen weit über das Niveau der sonst in Gruppenarbeiten üblichen informellen Sprache hinaus. Der Prozess des Niederschreibens und Dokumentierens im Wiki „zwingt“ die Schüler/innen zu einer nochmaligen Reflexion ihres

vorangegangenen Denkprozesses und damit wird das erworbene Wissen reproduziert bzw. reflektiert.

Bis auf wenige Ausnahmen hat der Einsatz der Wikisoftware und das damit verbundene Öffentlichmachen der Ergebnisse dazu beigetragen, dass die Lernenden Verantwortung für die Gruppe, die gemeinsamen Leistungen und den Kooperationsprozess übernahmen. Auch der Austausch von Ideen, Informationsquellen, Material und Lösungswegen wird durch das Wiki bestmöglich unterstützt, da ja jeder Wikieintrag sofort allen anderen zur Verfügung steht. Insgesamt war die Motivation und Aktivität der Schüler/innen beim Arbeiten mit dem Wiki sehr hoch und die Einarbeitungszeit in das Verfassen, Editieren und Korrigieren von Beiträgen sehr kurz. Die Versionsgeschichte jeder einzelnen Wikiseite gibt auch genaue Auskunft darüber, welchen individuellen Beitrag der/die einzelne Schüler/in zum Gesamten geleistet hat, damit kann auch dem „Trittbrettfahren“ entgegengearbeitet werden. Der einzige Nachteil, der von uns festgestellt wurde, ist die für die Schüler/innen völlig unattraktive Kommunikationsmöglichkeit im Wiki. Die Diskussionsseite, die in der Wikipedia zum regen Austausch genutzt wird, wurde von den Schülern/innen nicht angenommen.

Zu guter Letzt sei noch erwähnt, dass sich das Fünf-Stufen-Modell von Gilly Salmon (Salmon, 2002) einmal mehr zur Prozessstrukturierung als sehr geeignet erwiesen hat.

Literatur

Cohen, Elisabeth (1992): Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED347639.pdf> [07.09.2011].

Davidson, Neil (Hrsg.) (1990): Cooperative Learning in Mathematics: A Handbook for Teachers. Addison-Wesley, Menlo Park.

Dillenbourg, Pierre (1999): What do you mean by 'collaborative learning'? In: P. Dillenbourg (Hrsg.): Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches. Amsterdam, Pergamon.

Döring, Nicola (1997): Kommunikation im Internet. Neun theoretische Ansätze. In: B. Batanic: Internet für Psychologen. Göttingen, Verlag für Psychologie, S. 267 – 298.

Hepp, Ralph; Mieke, Kirsten (2006): Kooperatives Lernen – Gemeinsam Mathematik betreiben: Konzepte für einen schüleraktiven Unterricht. In: mathematik lehren, 139, S. 4 – 7.

Hron, Aemilian et al. (2002): Gemeinsam lernt es sich besser. Kooperatives Lernen und kognitive Prozesse in netzbasierten Szenarien. In: F.W. Hesse (Hrsg.): E-Learning. Die Revolution des Lernens gewinnbringend einsetzen, Stuttgart, Klett-Cotta, S. 83 – 100.

Kiesler, Sara et al. (1984): Social psychological aspects of computer mediated communication. In: American Psychologist, 39, S. 338 – 368.

Lehrplan AHS-Unterstufe. Lehrplan AHS-Oberstufe.

http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11859/lp_neu_ahs_07.pdf, 13.09.2011

Lehrplan AHS-Oberstufe. http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11859/lp_neu_ahs_07.pdf, 13.09.2011

Pauli, Christine; Reusser, Kurt (2000): Zur Rolle der Lehrperson beim kooperativen Arbeiten. In: Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften 3, S. 421 – 442.

Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I Berlin. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-bildung/schulorganisation/lehrplaene/sek1_mathematik.pdf, 13.09.2011

Reinmann, Gabi (2005): Blended Learning der Lehrerbildung. Grundlagen für die Konzeption innovativer Lernumgebungen. Pabst Science Publisher, Lengrich.

Salmon, Gilly (2002): E-tivities. Der Schlüssel zu aktivem Online-Lernen. Orell Füssli, Zürich.

Sharan, Shlomo (1980): Cooperative Learning in Small Groups: Recent Methods and Effects on Achievement, Attitudes, and Ethnic Relations. In: Review of Educational Research, 50, S. 241 – 271.

Slavin, Robert (1980): Cooperative Learning. In: Review of Educational Research, 50, S. 315 – 342.

Stepancik, Evelyn (2008): Die Unterstützung des Verstehensprozesses und neue Aspekte der Allgemeinbildung im Mathematikunterricht durch den Einsatz neuer Medien. Dissertationsschrift, Universität Wien.

Tuckman, Bruce (1965): Developmental Sequence in Small Groups. In: Psychological Bulletin, 63, S. 384 – 399.

Wessner, Martin; Pfister, Hans-Rüdiger (2001): Kooperatives Lehren und Lernen. In: G. Schwabe (Hrsg.): CSCW Kompendium – Lehr- und Handbuch für das computerunterstützte kooperative Arbeiten. Springer, Berlin.

Wygotski, Lew Semjonowitsch (1978): Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge University Press, Cambridge.

Evelyn STEPANCIK
Universität Wien
Fakultät für Mathematik
Nordbergstraße 15 (UZA IV)
A-1090 Wien

Evelyn.Stepancik@univie.ac.at