

# Kreativität im Mathematikunterricht oder ein Plädoyer für Schokolade und Wasser

Eva Sattlberger

## **Abstract**

Üblicherweise wird Mathematikunterricht nicht mit Kreativität in Verbindung gebracht. – Warum eigentlich nicht?!

Kreative Persönlichkeiten tasten sich an Probleme heran, bestimmen mögliche Lösungen, versuchen ihre Untersuchungen effizient zu gestalten, treffen Entscheidungen, bleiben hartnäckig, suchen Alternativen. Sie legen unkonventionelles Verhalten an den Tag und hinterfragen, sind ehrgeizig und geprägt von Arbeitseifer.

Sind nicht genau diese Verhaltensweisen und Eigenschaften wichtige Schritte in der Entwicklung einer umfassenden Problemlösekompetenz?

In dieser Arbeit soll gezeigt werden, dass Kreativität im Mathematikunterricht nicht nur möglich, sondern sogar von wesentlicher Bedeutung ist.

## **1. Einleitung**

Kreativität wird normalerweise mit künstlerischen Aktivitäten in Verbindung gebracht. Sie ist aber eine Fähigkeit, die uns in vielen Bereichen des Lebens sehr hilfreich sein kann, nicht zuletzt auch für das Lösen von mathematischen Aufgaben. Im Folgenden sollen Überlegungen basierend auf einer vielseitigen Auseinandersetzung mit dem Thema Kreativität auch im Zusammenhang mit dem konkreten Mathematikunterricht dargestellt werden. Dabei geben Einblicke in die Kreativitätsforschung der vergangenen Jahrzehnte weitere Impulse sich mit dem Thema Kreativität als wesentlicher Bestandteil eines Problemlöseprozesses näher zu beschäftigen und mögliche Umsetzungen von kreativitätsfördernden Maßnahmen im Mathematikunterricht zu entwickeln. Es ist eine Aufgabe des Mathematikunterrichts Schülerinnen und Schülern Werkzeuge für das Problemlösen in die Hände zu geben.

## **2. Kreativität als Teil von Problemlösekompetenz**

Sir Karl Popper wurde mit dem Satz „Alles Leben ist Problemlösen“ bereits oft zitiert. Jede/r begegnet im täglichen Leben ständig den verschiedensten Problemen, die es zu lösen gilt. Ständig neue Situationen erfordern dabei immer neue Verhaltensweisen. Durch das Lösen von Problemen wächst die Persönlichkeit im Laufe eines Lebens – die Aktivität dazu ist Lernen.

„Unter allen Problemen, denen die Durchschnittsperson im täglichen Leben begegnet, sind die, die es mit persönlichen Interaktionen zu tun haben, die häufigsten. Soziales Zusammenleben erzeugt viele große und kleine Probleme. Der Umgang mit anderen Menschen – gleichgültig, ob es Partner sind, Vorgesetzte oder Untergebene – erfordert zahlreiche praktische Maßnahmen verschiedenster Art. Man kann gewisse Fertigkeiten und Gewohnheiten für derartigen Umgang entwickeln, aber sie decken nicht alle Möglichkeiten. Neue Arten von Situationen tauchen ständig auf und erfordern neue Verhaltensweisen im Umgang mit anderen und dies wiederum erfordert Problemlösen.“ (Guilford 1973, S. 113)

Betrachtet man die in der Literatur angeführten allgemeinen Bedingungen zum Lösen von Problemen, so trifft man immer wieder auf folgende Merkmale, die einen problemlöseorientierten Prozess bedingen:

- das Grundwissen: Früher Gelerntes soll in neuen Situationen angewendet werden. Daraus ergeben sich unter Umständen neue Regeln und Begriffe, Lernen im eigentliche Sinn findet statt.
- die Fähigkeit Probleme überhaupt als solche erkennen zu können
- die Fähigkeit des Wechsels zwischen verschiedenen Darstellungen derselben Situation
- logisches Denken
- und ein gewisses Maß an Kreativität.

### **3. Definition von Kreativität – Begriffsbestimmung**

Menschen sind ständig kreativ, ohne dass sie dies eigens bemerken, explizit wissen oder gar begrifflich beschreiben könnten, was unter Kreativität zu verstehen ist. Dies gilt besonders für Entscheidungssituationen. In diesen gehört oft viel Kreativität dazu im richtigen Moment das Richtige zu tun. Was im Nachhinein manchmal als Intuition beschrieben wird, hat oft mit Kreativität zu tun.

Innerhalb der Psychologie setzte die explizite Erforschung der Kreativität erst nach dem zweiten Weltkrieg in den USA ein. Einer der Begründer der Kreativitätsforschung, der Amerikaner J.P. Guilford weist 1950 in einem Vortrag zum Thema „Creativity“ darauf hin, dass kreative Menschen in der amerikanischen Wissenschaft und Industrie fehlen. Der Psychologe war damals bei der amerikanischen Luftwaffe angestellt, um neue Selektionsmaßstäbe für Erfinder und Führungskräfte zu entwickeln, da sich die Auswahl rein mittels Intelligenztests als nicht befriedigend erwies – als Genies identifizierte erwiesen sich häufig als ungeeignet für neuartige Anforderungen. Die zu schaffenden Selektionsmaßstäbe sollten Qualifikationsmerkmale im Bereich des kreativen Denkens aufweisen, welches als Vorbedingung für einen technologischen Fortschritt galt. Die Intensivierung der Kreativitätsforschung zu dieser Zeit beruht auch auf der Angst der USA im internationalen Wettkampf, d.h. vor allem im Wettkampf mit den UdSSR nicht mehr bestehen zu können (Sputnikschock!). „Golovin vergleicht 1959 die Anzahl der Wissenschaftler und Ingenieure, die jährlich in den USA und in den UdSSR die Hochschulen und Universitäten absolvieren. Während es in den UdSSR jährlich 80 000 sind, sind es in den USA jährlich nur 30 000. Da es von vornherein als wahrscheinlich angesehen werden kann, daß sich unter 80 000 Hochschulabsolventen mehr hervorragende Wissenschaftler befinden als unter 30 000, haben diese Zahlen in Amerika den Eindruck hervorgerufen, daß Amerika im internationalen Wettkampf nicht mehr bestehen würde können, ...“ (Ulmann 1968, S. 17f)

Für Guilford ist eine Grundlage des kreativen Denkens und Problemlösens das divergierende Denken. „... in seiner Bedeutung ist ‚divergierend‘, nämlich als ‚abweichend vom Üblichen‘, schon immer ein Synonym für Kreativität gewesen.“ (Ulmann 1973, S. 17). Dieser Begriff des divergierenden Denkens findet sich auch in den Arbeiten von Torrance wieder, die in engem Zusammenhang zur Theorie Guilfords stehen (vgl. Torrance 1973, S. 125). Torrance verwendet jedoch anstatt der Bezeichnung des divergierenden Denkens wieder den Begriff kreatives Denken, der seiner Meinung nach am besten die von seinem Test gemessenen Items beschreibt.

Für Serfe „besteht das wichtigste Resultat der modernen Kreativitätsforschung in der Erkenntnis, dass ein reiches und flexibel nutzbares fachliches Wissen die Voraussetzung für anspruchsvolle kreative Leistung darstellt. Hinzu kommt der Befund, dass kreative Problemlösungen durch sehr verschiedene Denkprozesse

zustände kommen können und dass es sehr verschiedenartige Menschen sind, die zu einem solchen Denken fähig scheinen. Entscheidend ist stets die individuell verfügbare Menge und Qualität des problemrelevanten Wissens, die Fähigkeit zur flexiblen und unkonventionellen Nutzung dieses Wissens und die Bereitschaft, mit großer Ausdauer und langem Atem nach günstigen Gelegenheiten für kreative Problemlösungen zu suchen.“ (Serve 1994, S. 124)

Wie aber so oft bei derartig breit verwendeten Begriffen ist eine genaue Definition des Begriffs schwierig und soll deshalb auch nicht geschehen. Es werden daher lediglich Merkmale angeführt, die einem kreativen Prozess eigen sind und in einem Zusammenhang mit dem Mathematikunterricht stehen.

#### **4. Merkmale von Kreativität**

Serve beschreibt das Wort Kreativität als ein im Trend liegendes Modewort bzw. als ein vermutetes Wundermittel zur Bewältigung nahezu jedweden Problems (vgl. Serve 1994, S. 100).

„Dem Trend folgend findet hier [in schulpädagogischen Publikationen, Anmerkung der Autorin] – und auch in Unterrichtskonzeptionen – die Kreativität als menschliche Fähigkeit zu problemlösendem, schöpferischem und originellem Denken und Tun zunehmend häufiger Erwähnung bzw. Beachtung. Forciert wird dabei diese Entwicklung nicht zuletzt durch immer lauter geäußerte Forderungen u.a. zukunftsorientierter Eltern und besonders auch der Wirtschaft an die Schule, die Kreativität der Kinder positiver anzunehmen und mehr als bisher zu fördern, ...“ (Serve 1994, S. 100).

Weiters meint Serve, dass die Bedeutung kreativer Fähigkeiten als eine unverzichtbare Voraussetzung zum Finden neuer Wege und Lösungen in einer immer komplexeren politischen, wirtschaftlichen und sozialen Welt verdeutlicht wird (vgl. Serve 1994, S. 105).

Betrachtet man diesbezüglich die Literatur eingehender, so lassen sich immer wieder bestimmte Merkmale kreativer Prozesse finden, welche im Folgenden aufgelistet sind:

- Probleme erkennen
- Offenheit gegenüber der Umwelt
- Kritisches Betrachten im Zusammenhang mit einem Sich-Lösen von Konventionellem
- Divergierendes Denken
- Divergierende Produktion
- Flüssigkeit, Flexibilität, Elaboration des Denkens
- Denken in Zusammenhängen – Vernetzung
- Schaffen von neuen Ordnungssystemen – Kreative ziehen oft Irregularität vor
- Suchen von Alternativen
- Arbeitshaltung und Ausdauer

Kreativen Personen fällt also der Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungsweisen leicht, sie können durch ein offenes, kritisches Betrachten ihrer Umwelt flexibel agieren und sich leichter von „ihrem“ vorgegebenen Weg lösen. Darüber hinaus sind Kreative meist sehr ausdauernd und bleiben so lange als nötig bei ihrer Arbeit.

## 5. Phasen des kreativen Prozesses

Hanisch (1982, S. 71) schreibt in Anlehnung an Preiser (1976, S. 5), dass eine Idee in einem sozialen System als kreativ bezeichnet wird, wenn sie in einer bestimmten Situation neu ist oder neuartige Elemente enthält und wenn ein sinnvoller Beitrag zu einer Problemlösung gesehen wird.

Der kreative Prozess lässt sich dabei in vier Phasen gliedern (vgl. Hanisch 1982, S. 73f in Anlehnung an Konecny 1978, S. 84). Diese sollen hier nur stark verkürzt wiedergegeben werden:

1. Vorbereitung:  
Dabei geht es um das selbstständige spontane Entdecken verborgener Probleme, welches zum integralen Bestandteil kreativer Fähigkeiten gehört.
2. Inkubation / Hypothesenbildung:  
In dieser Phase werden Hypothesen zur Problemlösung aufgestellt, wobei man zwischen einem organisierten und einem inspirierten Zugang unterscheiden muss.
3. Illumination / Synthese:  
Hier kommt es über eine Neugestaltung oder Neuordnung der relevanten Informationen zu einer Lösung des Problems, welche sich häufig schlagartig ergibt.
4. Überprüfung und Ausarbeitung:  
In dieser Phase wird die Problemlösung auf ihre Brauchbarkeit und Durchführbarkeit überprüft.

Bezogen auf den Mathematikunterricht bedeutet das, dass es einerseits notwendig ist, sich strikt an (Rechen-)Regeln zu halten, nachdem ein Einfall passiert ist, andererseits ist aber auch oft eine Art „Geistesblitz“ nötig, um zur Lösung eines speziellen Problems zu gelangen. Dieses Wechselspiel ist typisch für das Betreiben von Mathematik. Den verständigen Umgang damit zu lehren und zu lernen ist die eigentliche Herausforderung eines modernen Mathematikunterrichts.

## 6. Bedingungen für kreatives Arbeiten

Betrachtet man die vorherrschende Kultur unseres Mathematikunterrichts, so handelt es sich dabei meist um eine Form des fragend-entwickelnden Unterrichts, in dem Lehrerinnen und Lehrer im Gespräch zusammen mit ihren Schülerinnen und Schülern bestimmte Theorien entwickeln, welche sie dann gemeinsam anhand von Aufgaben ausprobieren. Diese Form des Unterrichts hat durchaus seine Berechtigung, weil es sich dabei um eine relativ effiziente Methode zur Erarbeitung neuer Inhalte handelt. Die Schülerinnen und Schüler sind an diese Form des Unterrichts auch gewöhnt. Doch darf man dabei nicht vergessen, dass die Schülerinnen und Schüler dabei meist nur bereits vorgefertigte Ideen nachvollziehen müssen, den eigentlichen kreativen Prozess hat dabei aber nur die Lehrperson (und nicht einmal die!) beim Erarbeiten des Problems durchlaufen.

Um den Schülerinnen und Schülern also kreatives Arbeiten zu ermöglichen, ist es von Bedeutung sich vor Augen zu halten, wie man vielleicht selbst an das Lösen von Problemen (z.B. das Entwerfen einer besonderen Unterrichtsstunde, die Vorbereitung eines Vortrags, das Schreiben eines Aufsatzes, ...) herangeht.

Hier der Versuch einer Auflistung der Bedingungen, um kreatives Arbeiten zu initiieren: Zuallererst braucht man eine bestimmte **Motivation** (man will etwas

schaffen, man muss etwas erledigen). Zur Erledigung der Aufgabe ist auch **Zeit** nötig, wobei hier zu unterscheiden ist zwischen kreativen Akten, welche unter Druck entstehen (z.B. bei Prüfungen) und solchen, die im entspannten Zustand zu Stande kommen (z.B. das Anfertigen eines Schummlers und das damit verbundene Suchen eines geeigneten Versteckes). Weiters braucht man **Ruhe**, um die bereits erlernten **Methoden** zur Einleitung eines Problemlöseprozesses (Erstellen einer Mindmap, ...) anwenden zu können. Durch das Schmökern in relevanten **Materialien** oder das Nachschlagen in Büchern werden oft neue Gedanken entwickelt. In dieser Phase findet auch oft die **Umstrukturierung** von bereits gelerntem Fachwissen und die Verknüpfung mit Neuem statt. Individuelle **Pausen** sind notwendig, um die Konzentrationsfähigkeit aufrecht zu erhalten, dabei kann es auch oft zu einem **Austausch** mit anderen kommen, wobei Meinungen bestätigt bzw. neue Gedanken entwickelt werden können. Bei diesem Austausch muss es sich nicht immer um ein Gespräch mit dem Lehrer oder der Lehrerin handeln, das Lernen in Gruppen kann dabei eine sehr hilfreiche Variante sein, da die Schülerinnen und Schüler dabei ungestört und ohne Angst vor Konsequenzen (Stichwort Beurteilung) **Fehler** machen können. Letztendlich ist ein gewisses Maß an **Ausdauer** und eine prinzipiell positive **Arbeitshaltung** von Nöten, wenn man einen Problemlöseprozess erfolgreich zu Ende bringen will. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die **Anerkennung** durch das Umfeld bzw. die **Ermunterung** zum Weitermachen. Darin steckt die in diesem System wahrscheinlich schwierigste Aufgabe einer Lehrperson, das **Bewusstmachen** der jeweiligen Stärken und individuellen Arbeitsweisen der einzelnen Schülerinnen und Schüler. Denn nur wer sein eigenes Potenzial und seine eigene Arbeitsweise genau kennt, kann diese effizient einsetzen und dadurch leichter erfolgreich sein.

## 7. Möglichkeiten im Unterricht

Wirtner (1994, S. 90) meint in ihrer Diplomarbeit zum Thema „Kreativität im Mathematikunterricht“: „Wenn es Anliegen der Schule ist, Schüler auf ihr künftiges Leben vorzubereiten, dann muss sie die zum Problemlösen nötigen Denkanforderungen schulen und fördern.“ Sie beschreibt dabei im Abschnitt „Wozu Problemlösen im Mathematikunterricht? – Wozu Kreativität?“ vier Aspekte, welche das Schöpferische im Mathematikunterricht und somit auch das Problemlösen rechtfertigen. Es ist dies einerseits die Menschenwürde, die im Gegensatz zur Arbeit von Computern durch ihren Zugang über kreatives Denken die Einmaligkeit des Menschen hervorhebt, andererseits soll die Anpassungsfähigkeit, welche für lebenslanges Lernen erforderlich ist, durch divergierendes Denken gefördert werden. „Um dieses Ziel auch im Mathematikunterricht zu erreichen, rückt das Problemlösen immer mehr in den Mittelpunkt des Unterrichtsgeschehens.“ (Wirtner 1994, S. 88)

Als dritten Punkt nennt sie den gesellschaftlichen Aspekt. „Obwohl wir in einer Zeit von Technikhöchstleistungen leben, weisen die in der heutigen Gesellschaft scheinbar unlösbaren existierenden Probleme (Umwelt, Wirtschaft, ...) enorme Komplexität auf. Zur Erfassung des Problemkerns wird vernetztes Denken und Denken in Zusammenhängen gefordert, das eben erlernt werden muss.“ (Wirtner 1994, S. 89) Sie meint dazu in Anlehnung an Törner und Zielinski (1992, S. 255), dass sich die Mathematik besonders gut eignet, Modelle für verschiedenste Probleme zu liefern und Wissen und Fähigkeiten zu fördern, die dem Schüler/der Schülerin z.B. ein sinnvolles Anwenden des Erlernten ermöglichen (vgl. Wirtner 1994, S. 89). Als Grundlage dafür sollen die Schülerinnen und Schüler aber über ein gewisses mathematisches Grundwissen verfügen. Als vierten Aspekt beschreibt Wirtner den lerntheoretischen.

- „Durch die Formulierung der Problemstellung kann der Bedeutungszusammenhang direkt mitgeliefert werden, was eine bessere Einordnung des Lerninhalts ermöglicht.
- Durch eine sinnvolle Auswahl der Probleme kann Neugier geweckt werden, was die neuen, unbekanntenen Informationen besser verankert.
- Durch die Variation der Darbietung können weitere Eingangskanäle angesprochen werden, was die Anschaulichkeit (...) erhöht und dadurch Erfolgserlebnisse vermehrt.
- Der Lernstoff kann leicht mit positiven Emotionen verknüpft werden, was stressabbauend wirkt und zu einer besseren Verankerung im Langzeitgedächtnis führt.
- ...“

(Wirtner 1994, S. 90)

Auch Alfanz schließt sich in ihrer Diplomarbeit über „Problemlösen im Mathematikunterricht“ dieser Meinung an. „Als Ziel des Lernenden kann es angesehen werden, früher Gelerntes (Begriffe, Regeln etc.) selbständig zu gebrauchen, das heißt in neuen Situationen anzuwenden bzw. beim Aufbau neuer Begriffe und Regeln zu benutzen. Daher lässt sich das Problemlöseverhalten in gewissem Sinn als letztes Ziel jeglichen Lernens verstehen. Der Lernenden soll ohne Anweisungen des Lehrers in der Lage sein, Aufgaben zu lösen.“ (Alfanz 1998, S. 2) (Problemlösen ist aber nur eine von vielen wichtigen Tätigkeiten im Mathematikunterricht, der auch ganz andere essenzielle Beiträge zur Allgemeinbildung wie z.B. das Darstellen liefert.)

Wie kann nun aber diese Fülle von Anforderungen an den Mathematikunterricht umgesetzt werden? In der Folge eine kleine Auswahl an Beispielen, wobei selbstständiges Entdeckungslernen schon als Kreativität gesehen werden kann:

### **Experimentieren mit Ziffernkarten**

Du hast Karten mit den Ziffern von 1 bis 9 (jede Ziffer genau einmal) und sollst vierstellige Zahlen bilden.

- a) Welche größte und welche kleinste Zahl findest du?
- b) Finde eine Zahl nahe an 6 000!
- c) Finde die kleinste Zahl, die größer als 5 000 ist!

Du hast die Ziffernkarten von 0 bis 9 (jede Ziffern genau einmal). Bilde zwei dreistellige Zahlen und addiere sie!

- a) Welches größte und welches kleinste Ergebnis findest du?
- b) Kannst du das Ergebnis 500 (oder 888) erreichen?
- c) Wie viele Möglichkeiten findest du um die Zahl 1 000 als Summe zu erhalten?

Du hast die Ziffernkarten von 0 bis 9 (jede Ziffern genau einmal). Bilde zwei dreistellige Zahlen und subtrahiere sie voneinander!

- a) Welches größte und welches kleinste Ergebnis findest du?
- b) Kannst du das Ergebnis 222 erreichen?
- c) Findest du ein Ergebnis nahe an 300? Kannst du genau 300 erreichen?

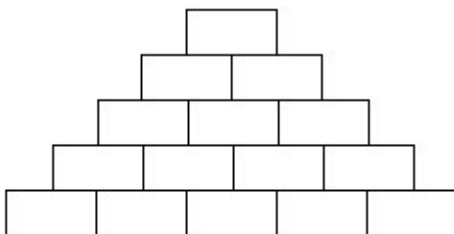
Bei dieser Art des Rechnens und Nachdenkens legen Schülerinnen und Schüler viel Kreativität an den Tag. Sie müssen überlegen, können ausprobieren und haben an

derartigen Aufgaben viel Freude, was man daran erkennen kann, dass fast alle ihre gefundenen Ergebnisse vor der Klasse präsentieren wollen. Es entsteht dabei ein regelrechter Wettbewerb, wer mehr richtige Ergebnisse gefunden hat.

### Zahlenmauern<sup>1</sup> (Addition)

Durch Zahlenmauern kann divergierendes Denken gefördert werden. Eine innere Differenzierung in der Klasse kann durch das Stellen von leichteren oder schwierigeren Aufgaben erreicht werden. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler unterschiedlich viele Lösungen für ein Problem finden, wer mehr machen will, ist beschäftigt. Sind mehrere Lösungen möglich, wird oft der Ehrgeiz angeregt, möglichst viele Lösungen zu finden.

Kannst du jeweils eine Zahlenmauer bauen?



- Du trägst in der ersten Zeile fünf Zahlen ein, die dir gefallen.
- Du gibst in der ersten Zeile nur vier Zahlen vor.
- In der zweiten Zeile kommen nur ungerade Zahlen vor.
- In der Spitze steht eine Zahl nahe bei 500.
- In der Spitze steht genau 500.
- Kannst du mehrere Mauern finden, bei denen in der Spitze 500 steht?
- Können in der dritten Zeile nur Zahlen vorkommen, die durch drei teilbar sind?
- Kannst du anfangs irgendwo fünf Zahlen hinschreiben, so dass die Mauer vollendet werden kann?

### „Wie werden herkömmliche Aufgaben kreativ?“

Um die Kreativität der Schülerinnen und Schüler zu fördern sollten man nach Möglichkeit zu offenen Fragestellungen übergehen, die man sich vielleicht selbst einfallen lassen muss. Dabei ist es wichtig nicht zu viele Vorgaben zu machen. Oft müssen dabei bestehende Aufgaben nur ein klein wenig modifiziert werden. So kann man zum Beispiel Zahlen „nur“ ordnen lassen, ohne zusätzlich anzuführen nach welchen Kriterien.

- Ordne die folgenden rationalen Zahlen:
  - $-1; \frac{2}{3}; 3,9; -\frac{143}{6}; -184,76; \frac{14}{7}; 8,23; -5\frac{2}{9}$
- Such dir vier Brüche aus. Bilde aus ihnen jeweils Terme, deren Ergebnis möglichst groß ist (möglichst nahe bei 1 liegt, ...)

<sup>1</sup> Die Summe zweier Eintragungen ergibt immer die Eintragung im darüber liegenden Kästchen.

- Rechne einige Potenzen aus, die dir gefallen.
- Ergänze die folgende Gleichung so, dass du sie lösen kannst:
  - $x^3 + \dots = 0$
- Um wie viel Grad kannst du den Graphen von  $y = x^2$  drehen, so dass die entstehende Parabel immer noch Graph einer Funktion ist?
- Eine Parabel lässt sich als Graph einer Funktion darstellen mit  $f(x) = ax^2 + bx + c$ . Beschreibe, wann man zwei (oder mehr) Parabeln „verwandt“ nennen könnte. Untersuche die Verwandtschaft von Parabeln.

### Textaufgaben erfinden

Schreibe eine Textaufgabe, in der 2 kg 500 g und 10 d vorkommen. Löse dann diese Textaufgabe.

Aufgaben zu erfinden gehört zum Themenbereich „Mathematisches Modellieren“. Der Schüler oder die Schülerin muss eine Aufgabe erfinden und diese auch lösen. Wenn Fehler auftreten kann man als Lehrkraft diese richtig stellen lassen. Die Schüler/Schülerinnen werden dadurch vermehrt zum eigenständigen Denken angeregt und müssen Neues mit Altem verbinden, d.h. auch ihr Vorwissen in den kreativen Prozess einfließen lassen.

### Aufgaben mit Alltagsbezug – Anwendungsaufgaben

| Es sei $y = f(t)$ die als Funktion der Zeit betrachtete ... | ... dann hat die erste Ableitung $f'(t)$ folgende Bedeutung |
|---|---|
| ... Temperatur eines sich erwärmenden Körpers               | Erwärmungsgeschwindigkeit                                   |
| ... Konzentration eines chemischen Reaktionsproduktes       |   |
| ... Menge einer radioaktiven Substanz                       |   |
| ... Holzmenge eines Waldes                                  |   |
| ... Größe einer Bakterienkultur                             |   |

Finde selbst weitere Beispiele!

#### Mögliche weiterführende Aufgabe:

Jemand kommt auf die Idee, die Füllhöhe in der Kanne beim Laufen einer Kaffeemaschine in Abhängigkeit der Zeit als Kurve aufzutragen. Welche Probleme können bei der mathematischen Beschreibung auftreten? Welche inhaltliche Bedeutung hätte die erste Ableitung dieser Kurve?

Leider gibt es immer wieder Beispiele, die als Anwendungsaufgaben geführt werden, aber eigentlich gar keine sind, z.B. eine 1000 km lange Eisenbahnschiene erwärmt sich, dehnt sich dabei  $p\%$  aus und bildet ein gleichschenkeliges Dreieck. Berechne die Höhe des Dreiecks! Derartige Beispiele sind nicht realistisch, es werden einfach nur Alltagsbegriffe eingeschoben, um damit den Anschein eines Realitätsbezuges zu erwecken.



## 8. Weitere Möglichkeiten

Nicht nur die Art der Aufgabenstellungen kann zu kreativitätsfördernden Bedingungen im Mathematikunterricht führen, sondern oft genügt auch schon eine Änderung der Methodik, um das kreative Potenzial von Schülerinnen und Schülern zu wecken. So können z.B. Wettbewerbe für besonders schwierige Aufgaben ausgeschrieben oder den Schülerinnen und Schülern ein Pool von Beispielen als Wahlhausübungen angeboten werden. Das Durchforsten von Zeitungsartikeln auf mathematische Inhalte und damit verbunden die Erstellung von Portfolios kann den Schülerinnen und Schülern verdeutlichen, wie präsent Mathematik im alltäglichen Leben ist. Die Technik des Brainstormings erhöht die Testwerte bei kreativen Problemlösungen und das Erstellen von Mindmaps ist für viele Schülerinnen und Schüler eine gute Möglichkeit ihre Gedanken beim Problemlöseprozess besser ordnen zu können. Offenes Lernen oder Stationenbetriebe ermöglichen vermehrt das individuelle Lösen von Aufgaben, wobei die eigenständiges Arbeiten gefordert und gefördert wird.

## 9. Schlussfolgerungen

Mathematik hat also mit Kreativität zu tun, wobei es aber zu keiner Überinterpretation des Begriffes kommen sollte, das einfache Zulassen von Kreativität in ihren verschiedenen Formen genügt schon. Damit kreative Prozesse möglich werden, müssen die Bedingungen im Unterricht geschaffen werden, wobei die Eigenarbeit der Schülerinnen und Schüler immer im Mittelpunkt stehen sollte. Es ist günstig Lern- und Leistungssituationen strikt zu trennen und den Schülerinnen und Schülern problemorientierte Arbeitsphasen zu ermöglichen, die das Auftreten von Fehlern ermöglichen. Die Lehrperson wird dabei vom Akteur zum Regisseur und lässt unterschiedliche Lösungswege zu.

Es darf aber nicht vergessen werden, dass auch das Schaffen derartiger Unterrichtsbedingungen seine Zeit dauert und geübt werden muss. Das Auftreten von Anfangsschwierigkeiten ist praktisch unvermeidbar. Daher ist letztendlich Ausprobieren kurzfristig sicherlich der Schlüssel zur Förderung der Kreativität im Mathematikunterricht.

Am Schluss noch mein Plädoyer für Schokolade und Wasser (oder Eistee)<sup>2</sup>, weil man als Lehrerin oder Lehrer niemals vergessen darf, dass es keine kollektive Erziehung gibt (wie es aber schon kollektive Techniken gibt), sondern ab einem gewissen Zeitpunkt Kreativität eine Geschichte der individuellen Persönlichkeitsentwicklung ist. D.h. jeder Schüler und jede Schülerin geht anders an ein bestimmtes Problem heran, hat einen anderen Potenzial und geht einen anderen Weg. Für Lehrerinnen und Lehrer ist dies wichtig zu wissen, denn gerade hier setzt die individuelle Förderung und Forderung an.

---

<sup>2</sup> Diese Kombination gilt für meinen speziellen Fall und meine individuelle Arbeitsweise. Um kreative Problemlösearbeit zu leisten, brauche ich eine geeignete Umgebung und viel Schokolade und Flüssigkeit.

## 10. Literatur

### Im Text zitierte Literatur

ALFANZ, Margit: Problemlösen im Mathematikunterricht – Eine didaktische Analyse mit konkreten Beispielen. Universität Wien [Diplomarbeit]. 1998

GUILFORD, Joy P.: „Kreativität“. In: ULMANN, Gisela (Hg.): Kreativitätsforschung. Köln: Kiepenheuer und Witsch. 1973. S. 25-48

GUILFORD, Joy P. et al.: „Kreatives Lösen sozialer Probleme“. In: ULMANN, Gisela (Hg.): Kreativitätsforschung. Köln: Kiepenheuer und Witsch. 1973. S. 113-123

HANISCH, Günter: „Kreativitätsförderung im Mathematikunterricht“. In: Österreichische Mathematische Gesellschaft (Hg.): Didaktik-Reihe Heft 14. 1986. S. 80-97

KONECNY, Edith: Psychologie. Wien: Wilhelm Braumüller. <sup>4</sup>1978

POPPER, Karl R.: Alles Leben ist Problemlösen. München: Piper Verlag. <sup>3</sup>1997

PREISER, S.: Kreativitätsforschung. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. 1976

SERVE, Helmut J.: „Kreativität – (k)ein Thema für die Schule?! Bedeutung, Möglichkeiten und Grenzen schulischer Kreativitätsförderung“. In: ZÖPFL, Helmut et al. (Hg.): Kreativität in Schule und Gesellschaft. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer. 1994

TÖRNER, Günter u. ZIELINSKI, Ulrich: „Problemlösen als integraler Bestandteil des Mathematikunterrichts – Einblicke und Konsequenzen“. In: Journal für Mathematikdidaktik, Heft 2/3, Jg.13/1992, S. 253-270

TORRANCE, E. Paul: „Neue Item-Arten zur Erfassung kreativer Denkfähigkeiten“. In: ULMANN, Gisela (Hg.): Kreativitätsforschung. Köln: Kiepenheuer und Witsch. 1973. S. 124-140

ULMANN, Gisela: Kreativität. Weinheim und Berlin: Verlag Julius Beltz (Pädagogisches Zentrum – Veröffentlichungen, Reihe C, Bd. 11). 1968

ULMANN, Gisela: Einleitung: Psychologische Kreativitätsforschung. In: ULMANN, Gisela (Hg.): Kreativitätsforschung. Köln: Kiepenheuer und Witsch. 1973. S. 11-24

WIRTNER, Brigitte: Kreativitätsförderung im Mathematikunterricht. Universität Wien [Diplomarbeit]. 1994

### Weitere Literaturhinweise zum Thema

AMABILE, Teresa: The Social Psychology of Creativity. New York: Springer Verlag (Springer Series in Social Psychology). 1983

BEITZ, Lars-Erik: Schlüsselqualifikation Kreativität: Begriffs-, Erfassungs- und Entwicklungsproblematik. Hamburg: Steuer- und Wirtschaftsverlag. 1996

BODEN, Margaret (Hg.): Dimensions of creativity. Cambridge (Mass): Bradford. 1994

BRANSFORD, John D.: et al. The ideal Problem Solver. New York: W. H. Freeman. <sup>2</sup>1993

BREYDE, Carsten: Entwicklung und Gestaltung von Lernumwelten vor dem Hintergrund des Erwerbs von Schlüsselqualifikationen. Frankfurt am Main: Europäischer Verlag der Wissenschaften (Europäische Hochschulschriften Reihe 11, Pädagogik, Bd. 645). 1995

CHARLES, Richard: „Mathematics Problem Solving“. In: PONTE, Joao P. (Hg.): Mathematical Problem Solving and New Information Technologies. Berlin: Springer Verlag. 1992. S.329-342.

ENGEL, Arthur: Problem-Solving Strategies. New York: Springer (Problem Books in Mathematics). 1998

HAIDVOGEL, Christine: Hemmung und Förderung der Kreativität in der Schulerziehung unter besonderer Berücksichtigung offener Unterrichtsformen. Universität Wien [Dissertation]. 1991

KÖSTER, Egon: Problemlösen als Lernhandlung – Grundlagen der Ausbildung schöpferischen Denkens und Handelns in der Lerntätigkeit. Hamburg: Kovac (Erziehung – Unterricht – Bildung, Bd. 28). 1994

LESTER, Frank K. et al. (Hg.): Mathematical Problem Solving: Issues in Research. Philadelphia (PA): The Franklin Institute Press. 1982

POSAMENTIER, Alfred S. (Hg.): The Art of Problem Solving. Thousand Oaks (CA): Corwin Press. 1996

RUNCO, Mark A. (Hg.): Problem Finding, Problem Solving, and Creativity. Norwood (NJ): Ablex Publishing Corporation. 1994

SATTLBERGER, Eva: College Preparatory Mathematics versus offenes Lernen – Ein Vergleich zweier Mathematikprogramme hinsichtlich ihrer Eignung zur Vermittlung von Schlüsselqualifikationen basierend auf einer in Kalifornien durchgeführten Fragebogenuntersuchung. Universität Wien [Dissertation]. 2001

SATTLBERGER, Eva: Kreativität im Mathematikunterricht (gemeinsam mit S. Götz und G. Wagner); erschienen in: Erziehung und Unterricht. Österreichische pädagogische Zeitschrift März/April 3-4/2004 (154. Jahrgang). S. 210-227.

SCHOENFELD, Alan H.: Mathematical Problem Solving. New York: Academy Press. 1985

STECHER, Brian M.: Vermont Teachers' Understanding of Mathematical Problem Solving. Los Angeles: National Center for Research and Evaluation. 1995

TAYLOR, Calvin W. (Hg.): Scientific Creativity: Its Recognition and Development. New York: John Wiley & Sons. 1963

TIGGELERS, Karl-Heinz: Kreativität und Flexibilität: Qualifikationen für die Arbeitswelt von morgen. Köln: Bachem (Reihe Wirtschaftspädagogik). 1989

WEBB, Moreen et al.: Validity of Alternative Measurement Procedures for Assessing Mathematical Problem-Solving Processes and Performance. Los Angeles: National Center for Research and Evaluation. 1990

Mag. Dr. Eva Sattlberger

Universität Wien  
Institut für Bildungswissenschaft  
Forschungseinheit LehrerInnenbildung und Professionalisierungsforschung  
Maria Theresienstraße 3  
A-1090 Wien

eva.sattlberger@univie.ac.at