

# Die Förderung erster Kompetenzen für den Umgang mit Risiken bereits in der Grundschule: ein Projekt von RIKO-STAT und dem Harding Center

STEPHAN LATTEN, LUDWIGSBURG, LAURA MARTIGNON, LUDWIGSBURG, MARCO MONTI, BERLIN UND JAN MULTMEIER, BERLIN

**Zusammenfassung:** *Wir schlagen eine Lehr-Lernumgebung vor, die erste Kompetenzen für den Umgang mit Risiko von Viertklässlern fördern kann. Es geht dabei primär um erste Konzepte für einen Diskurs über Risiko, die anhand von einfachen Aufgaben und die Diskussion, die sie entfachen können, von Kindern aufgenommen werden.*

*Diese Lehr-Lernumgebung ist bereits in 6 vierten Klassen in Berlin realisiert worden.*

## 1 Einführung

Leben wir heute riskanter denn je? Diese Frage wird von Skeptikern wie Ulrich Beck (1999) emphatisch mit Ja beantwortet, unter anderem aus den folgenden Gründen:

Wachsende technische Möglichkeiten werden mit einer nicht vorhersehbaren Zunahme an Risiken erkauft; zum einen zeigte sich u. a. durch die Vorfälle in Harrisburg und Tschernobyl, dass die Sicherheitsversprechen der Wissenschaft und Technik brüchiger geworden sind (Bonß, 1996), zum anderen hat sich aber auch die politisch-ökonomische Unsicherheit eher verstärkt als abgeschwächt, und das nicht nur im Umgang mit wissenschaftlich-technisch induzierten Risiken. Die weltweite Finanzkrise von 2008, die bis heute andauert, hat zudem eine kollektive Verunsicherung mit sich gebracht, die von einer individuellen Überforderung begleitet ist. Auch gibt es auf gesellschaftlicher und sozialer Ebene immer weniger feste Strukturen, die Ordnung und handlungsrelevante Sicherheitskonzepte bieten. Was im Bereich von Wissenschaft und Technik gilt, gilt somit auch im sozialen und individuellen Bereich: Risiko wird vor dem Hintergrund der selbstgestalteten Biographie immer mehr zur sozialen Basiserfahrung. Risikoprobleme der Lebensgestaltung gehen in heutiger Zeit nicht mehr mit eindeutigen Lösungen einher, sondern sind ambi- oder polyvalent (vgl. Bonß 1996). Stark betont werden muss hier außerdem die heutige Überforderung von Patienten vor einer Überflutung an medizinischer Information, die sie selten korrekt interpretieren können.

## 2 Drei Kontexte, die diesen Beitrag motivieren

Risiken sind unmittelbar an Ressourcen gebunden: genauer, Risiken entstehen, wenn Ereignisse möglich sind, die an Ressourcenverlusten gekoppelt sind (siehe Kapitel 3). Hier führen wir kurz drei lebensnahe Anwendungsgebiete ein, bei denen sehr verschiedene Ressourcen relevant sind, nämlich die Umwelt, die Gesundheit und das Geld. Diese drei Kontexte haben uns motiviert, die Arbeit in der Grundschule zu realisieren, über die wir hier berichten.

### Lebenskontexte

I. Der Kontext der Nachhaltigkeitsdiskussion (typische Ressource ist die Umwelt)

II. Der medizinische Kontext (typische Ressource ist die Gesundheit)

III. Der Kontext der finanziellen Entscheidungen von Einzelindividuen (typische Ressource ist Geld)

Zu I: Aus dem Kontext der Nachhaltigkeitsdiskussion hat sich aufgrund der Dringlichkeit der Problematik in Deutschland eine Agenda etabliert, die unter anderem als Ziel die Ausbildung für eine nachhaltige und gerechte Entwicklung ins Auge fasst. Darin wird die Schule als primärer Ort für den Erwerb von Kompetenzen für den adäquaten Umgang mit Risiko betrachtet (De Haan, Kamp, Lerch, Martignon, Müller-Christ, Nutzinger, 2008; Martignon & Sander, 2008). Im spezifischen Fall der Notwendigkeit eines nachhaltigen Umgang mit der Umwelt wurde eine Reihe von Kompetenzen formuliert und erarbeitet (de Haan, et a. 2008) und die Durchsetzung des schulischen Erwerbs dieser Kompetenzen als Projekt entwickelt. Es handelt sich um die erste Liste von Kompetenzen im Umgang mit Risiko, die in der Literatur formuliert worden ist. Aus diesem Grund und weil ein großer Teil dieser Liste allgemein gültig ist, wollen wir sie hier einführen:

*Kompetenz zum Umgang mit überkomplexen Informationen: Risiken, Gefahren und Unsicherheiten erkennen und abwägen können.*

Die Schülerinnen und Schüler ...

1. können Risiken und Gefahren analysieren und beurteilen.
2. können – an ihre Lebenswirklichkeit angepasst – stochastische Operationen in Bezug auf nachhaltigkeits- und gerechtigkeitsrelevante Aussagen durchführen.
3. können in Dilemmata und „risk-benefit“ Situationen Risiken abwägen und darüber kommunizieren.
4. können mit Hilfe von Normen bzw., Heuristiken angemessene Aussagen formulieren und die daraus resultierenden Erkenntnisse bei der Formulierung von Handlungsoptionen nutzen. Die folgenden Komponenten des Umgangs mit Risiken müssen berücksichtigt werden.

Das folgende Diagramm stellt die Kompetenzen für den Umgang mit Risiken knapp dar:

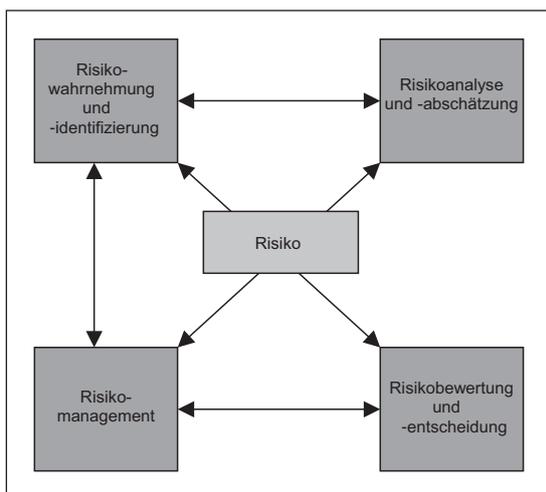


Abb. 1: Kompetenzen für den Umgang mit Risiko (aus de Haan, Kamp, Lerch, Martignon, Müller-Christ, Nutzinger, 2008)

Zu II. Drei der in I. aufgelisteten Kompetenzen sind so allgemein und universell, dass sie auch im medizinischen Kontext ihre Validität behalten. In diesem Bereich sind Risikowahrnehmung und Risikokommunikation als grundlegend anzusehen, um das Ideal des „aufgeklärten Patienten“ zu erreichen. Der besondere Aspekt der medizinischen Diagnose ist die Schwierigkeit, Risiken direkt einzuschätzen. Im medizinischen Kontext werden Risiken, wenigstens in den ersten Phasen der Diagnosen, nicht direkt ermittelt. Risiken werden anhand der Symptome des Patienten und durch die Anwendung von Tests eingeschätzt, bevor die direkte Ermittlung durch eine Biopsie beschlossen wird.

Das Harding Center for Risk Literacy in Berlin, das mit dem Ziel entstanden ist, Individuen im Umgang mit Risiken im Sinne des Erwerbs einer Risk Literacy zu unterstützen, hat bis jetzt keine Liste von Kompetenzen erstellt, sondern eine Liste von Termen zusammengefasst, deren Kenntnis für den guten Umgang mit Risiko unentbehrlich ist (<http://www-abc.mpib-berlin.mpg.de/hardingcenter/>). Zu dieser Liste gehören einige Begriffe, die diesen Beitrag (siehe Kapitel 5) motivieren, wie relatives und absolutes Risiko, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Prävalenz einer Krankheit, Sensitivität eines Tests (siehe Aufgabe 1 in Kapitel 4).

Die Entscheidungsfindung der Ärzte basiert auf der Ermittlung solcher Symptome und Tests. Die Methodologie des Harding Centers basiert auf den Entdeckungen der Entscheidungsfindung in riskanten Situationen und bei Ressourcenknappheit, die das Zentrum für adaptives Verhalten und Kognition am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin seit 1995 erforscht. Empirische Studien haben beispielsweise gezeigt, dass, wenn mehrere Attribute oder Merkmale einer klinischen Situation vorhanden sind (beispielsweise medizinische Tests, die zeigen sollen, ob eine Krankheit möglicherweise vorhanden ist) und Entscheidungen in Situationen der Ressourcenknappheit und hoher Risiken getroffen werden müssen, die Entscheidungsprozesse der Ärzte oft durch non-kompensatorische „lexikographische Entscheidungsbäume“ modellierbar sind (Martignon, Katsikopoulos und Woike, 2008). Ein Beispiel soll eine solche typische Strategie hier erläutern: Bei der Entscheidung, ob ein Patient in die Intensivstation gehört, wenn er Symptome zeigt, die eine Herzinfarktgefahr vermuten lassen, geht ein Arzt „lexikographisch“ vor: die Attribute (d. h. Symptome, Merkmale) werden von ihm nach ihrer Diagnostizität (= Prädiktivität) geordnet, wobei, in diesem Fall, das diagnostischste Symptom die starke Veränderung des ST-Segments im Elektrokardiogramm ist. Besteht eine solche Veränderung, wird der Patient als „Hoch-Risiko-Patient“ bezeichnet und in die Intensivstation geschickt. Ist keine Veränderung des ST-Segments vorhanden, wird die Anamnese des Patienten untersucht: Patienten, die bis dahin keinen Herzinfarkt hatten, werden in einem regulären Krankenhauszimmer behandelt. Patienten, die bereits Infarkte hatten, werden in die Intensivstation geschickt. Der Entscheidungsbaum untersucht die weiteren Symptome in sequentieller Form und kann bei jedem Schritt zu einer Entscheidung kommen (Martignon, Katsikopoulos, Woike, 2008).

Für diese Prozedur ist eine gute Einschätzung der Diagnostizität (oder Prädiktivität) eines jeden Symptoms seitens der Ärzte unentbehrlich. Aber auch der „mündige Patient“ sollte imstande sein, die Entscheidungsstrategie des Arztes nachzuvollziehen. Dies wird nur möglich sein, wenn auch Patienten die Ermittlung der Diagnostizität (Prädiktivität) eines Merkmals oder Test nachvollziehen können. Die Diagnostizität eines Merkmals wird durch eine bedingte Wahrscheinlichkeit beschrieben: Wie sicher (wahrscheinlich) ist die Krankheit vorhanden, wenn der Test (bzw. das Symptom) positiv (bzw. vorhanden) ist? Dieses Konzept wird üblicherweise anhand des Satzes von Bayes im Kontext von Wahrscheinlichkeiten in der neunten Klasse unterrichtet. Die Empfehlung des Harding Centers ist hierzu eindeutig: Dieses Thema sollte viel früher – mit Beginn der vierten Klassenstufe – anhand von en-aktiven Konstruktionen und „natürlichen Häufigkeiten“ *heuristisch* behandelt werden. Dabei ist eine *didaktische Reduktion* vorzunehmen (siehe Kapitel 5). Erst später werden die Schülerinnen und Schüler diese Konzepte im normativ-korrekten stochastischen Kontext erlernen. Empirische Studien haben nämlich gezeigt, dass Viertklässler bereits in der Lage sind, Kompetenzen zur Einschätzung und zum Vergleich von Diagnostizitäten erfolgreich zu entwickeln (Zhu & Gigerenzer, 2005; Martignon & Krauss, 2007; Martignon und Krauss, 2009).

Zu III. Entscheidungsstrategien unter Risiko wurden u. a. von Marco Monti in den letzten Jahren im Kontext von Portfolioinvestitionen sorgfältig untersucht. In seinen Studien geht es um Entscheidungsstrategien, die gewöhnliche Bankkunden verwenden, um ihre Ersparnisse in verschiedene Komponenten eines Portfolios zu verteilen. Auch hier (wie in II), entscheiden Menschen durch die sequentielle Abfragung von Merkmalen und Attributen. Auch hier, wie im medizinischen Kontext, ist die Diagnostizität (oder Prädiktivität) von Merkmalen ein zentrales Instrument. Monti hat festgestellt (Monti, Gigerenzer, Martignon, Berg, 2009; Martignon & Monti, 2010), dass es sich auch hier (wie in II) um einfache Bäume handelt, die „lexikographisch“ ein Merkmal nach dem anderen abfragen. Muss ein Bankkunde zwischen zwei Investitionsfonds entscheiden, erkundigt er sich als erstes, wie riskant jede Alternative ist, und falls die Risikoeinschätzungen sehr unterschiedlich sind, wählt er die Alternative, die weniger riskant ist. Sonst erkundigt er sich nach weiteren Merkmalen; er geht eines nach dem anderen durch bis zwischen zwei Merkmalausprägungen deutliche Unterschiede sind.

Monti hat aber auch beobachtet, dass Bankkunden im Allgemeinen Schwierigkeiten haben, Risiken einzuschätzen und nicht wissen, wie sie überhaupt Risiko definieren sollten.

### 3 Risiko als Schulstoff: Eine Lehr-Lernumgebung für die Grundschule

„The risks that kill you are not necessarily the risks that anger and frighten you“ (Sandman, in Jungermann und Slovic, 1993). So ist man oft geneigt, die Risiken, die aus dem Rauchen, der geringen körperlichen Bewegung und/oder dem Übergewicht für die eigene Gesundheit resultieren, als gering einzuschätzen; im Gegensatz zu den Gefahren, die von der Atomkraft, Müllverbrennungsanlagen oder von Pestizidrückständen auf Obst und Gemüse ausgehen. Ein frühes Training im Abschätzen von Risiken, meint Gerd Gigerenzer (2002), ist deshalb unbedingt ratsam, weil man sich besser gegen Tücken der eigenen Wahrnehmung wappnen kann. Grundschul Kinder sollen früh in eine systematische Behandlung von Risiken eingeführt werden. Die Hauptkompetenzen für den Umgang mit Risiken, wie das Einschätzen und Vergleichen von Risiken, das Kommunizieren von Risiken und das bewusste Abwägen zwischen Risiken bei Entscheidungen unter Unsicherheit sollen Kinder bereits sehr früh, wenn auch auf sehr elementarer, heuristischer Art erwerben können.

Wie wird Risiko definiert? Mathematisch beinhaltet eine unsichere Situation (die als Zufallsexperiment modelliert werden kann) ein Risiko, falls mindestens eines der wahrscheinlichen Ereignisse an einen Verlust von Ressourcen gekoppelt ist. Der Begriff Ressource bezeichnet traditionelle Güter wie Geld, Zeit, Gesundheit, Umwelt aber auch sehr subjektive Güter wie Glück und Wohlbefinden. Das Risiko wird dann als der *erwartete Verlust* (oder der *erwartete Nachteil*) beschrieben.

Leider wird die Definition von Risiko komplizierter, wenn man auch den subjektiven Aspekt betrachtet, dass ein Phänomen, das für eine Person A von Nachteil ist, für eine andere Person B von Vorteil sein kann. Es muss also, bei einer rigorosen Behandlung von Risiken, auch die Nutzenfunktion des Subjekts mitbetrachtet werden. Wie aber die Kognitionspsychologen entdeckt haben, können sich die Eigenschaften dieser Nutzenfunktionen in Abhängigkeit der gegebenen Situationen auch ändern. Diese Aspekte können somit beliebig komplex werden und sind keineswegs als Schulstoff geeignet. Es ist aber trotzdem ratsam, erste, sehr rudimentäre Elemente des Umgangs mit

Risiko bereits Kindern nahe zu bringen. Wie bereits oben erwähnt, kann man auf eine erste, elementare Beschreibung von Risiko schon früh eingehen, als ein besonderer Erwartungswert, oder, genauer, als ein erwarteter Verlust an Ressourcen.

Eine (etwas unpräzise) Formel für diesen, sehr einfachen Rahmen ist also:

$$\text{Risiko} = p \times \text{Verlust}$$

wobei  $p$  die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses ist, welches den jeweiligen Verlust nach sich zieht. Gibt es für die gegebene Situation auch Ereignisse, die einen Gewinn einbringen können, so wird die Begünstigung („benefit“) als der erwartete Vorteil modelliert. Viele Entscheidungssituationen beinhalten sowohl mögliche Nachteile als auch mögliche Vorteile und es geht darum, zwischen den verschiedenen Alternativen bewusst abzuwägen. Oft sind auch mehrere Ressourcen involviert: Muss man sich beispielsweise zwischen einer Reise mit dem Zug und einer mit dem Flugzeug entscheiden, so sollte man sich der Unfallrisiken beider Verkehrsmittel, der aufzubringenden Kosten aber auch der Umweltrisiken beider Alternativen bewusst sein.

Wie bereits mehrmals betont, wollen wir eine Lanze dafür brechen, dass erste elementare Kompetenzen für den Umgang mit Risiken bereits in der Grundschule erworben werden, wie Gigerenzer, Gaissmayer, Kurz-Milcke, Schwartz und Woloshin (2007) vorschlagen. Die vierte Klassenstufe erscheint unter vielen Aspekten als eine geeignete Phase für eine erste Auseinandersetzung mit konzeptuellen Vorstufen des Risikokonzepts. Die Viertklässler haben Erfahrung mit den vier Rechenarten und können auch lernen (siehe Martignon & Krauss, 2007, 2009) einfache Proportionen oder Verhältnisse zu vergleichen.

Die Lehr-Lernumgebung die wir konzipiert haben, besteht aus einem Vortest, sechs Unterrichtseinheiten und einem Nachtest. Der Vortest besteht aus sechs Aufgaben. Auch der Nachtest besteht aus sechs Aufgaben, die äquivalente Kompetenzen testen wie der Vortest, jedoch mit anderen Texten und Zahlen. Die sechs Unterrichtseinheiten beinhalten Diskussionen mit den Schülerinnen und Schülern über die Aufgaben des Vortests und über andere ähnliche Aufgaben, die auch einige Instruktionselemente beinhalten, wie Merksätze oder Erläuterungen neuer Terminologie. In sechs vierten Klassen in Berlin und in Ludwigsburg wurde diese Lehr-Lernumgebung bereits getestet.

Wir beschreiben hier als erstes die Aufgaben, die auch die Basis der Unterrichtseinheiten bilden.

Aufgabe 1 ist der Diagnostizität von Merkmalen gewidmet: Die Aufgabe befasst sich nicht direkt mit dem Risiko, sondern mit rudimentärem Bayesianischem Schließen, das, wie im Kapitel 3 erwähnt wurde, für das Einschätzen von Risiken notwendig werden kann (z. B. im medizinischen Bereich).

Man beschreibt eine kleine Population, eine Schulklasse von zwölf Jungen und sechs Mädchen und ihre Haaren, die bei manchen lang, bei anderen kurz sind. Es geht darum, die Diagnostizität des Merkmals „lange Haare“ für die Kategorie „Mädchen“ zu bestimmen, wenn man sich auf diese Population einschränkt.

*Typ der Aufgabe zu Diagnostizität von Merkmalen*

1. *Stell Dir eine kleine Schulklasse aus 18 Schülerinnen und Schülern, 12 Jungen und 6 Mädchen.*

*Acht Jungen haben kurze Haare, die anderen Jungen haben lange Haare. Bei den Mädchen ist es anders: drei Mädchen haben lange Haare und drei haben kurze Haare.*

*„Wenn ich jemanden aus dieser Schulklasse von weitem sehe, und merke, dass das Kind lange Haare hat, ist es dann ein Mädchen?“*

*Deine Antwort:*

- eher ja*  
 *eher nein*

*„Denk mal an alle Kinder mit langen Haaren. Sind darunter mehr Mädchen oder Jungen?“*

*Deine Antwort:*

- mehr Jungen,*  
 *mehr Mädchen*

Zwei weitere Aufgaben behandeln eine erste elementare Risikosituation: es geht um eine Abwägung zwischen zwei Alternativen, wobei beide ein Risiko beinhalten.

*Aufgaben zu Risikostufe 1:*

2. *Im Garten von Joachims Tante wurden 10 von 30 Salatpflänzchen von gefräßigen Schnecken aufgefressen, in der Bio-Gärtnerei von Joachims Onkel wurden 40 von 100 Salatpflänzchen von Schnecken gefressen, bevor sie groß wurden. Joachim hat 20 Salatpflänzchen und darf sie bei seiner Tante oder seinem Onkel im Garten pflanzen.*

*Wo ist die Gefahr geringer, dass die Pflänzchen von Schnecken aufgefressen werden? Beschreibe das Risiko!*

3. *Ist es riskanter einen Chihuahua oder einen Schäferhund als Hund zu besitzen? Man weiß, dass im Durchschnitt vier von je neun Chihuahua Hunden und drei von je zehn Schäferhunden beißen.*

Bei dem Risikovergleich in 2. geht es allein um den Vergleich zwei relativer Häufigkeiten, 10 von 30 und 40 von 100. Der Verlust ist für beide Alternativen gleich.

Bei dem Risikovergleich in 3. sind die Verluste nicht gleich, denn der Biss eines Chihuahua gleicht nicht dem eines Schäferhundes. Bei der Auswertung der Lösungen zu dieser Aufgabe ist aber aufgefallen, dass dieser Unterschied den Kindern nicht bewusst ist und dass sie nur die relativen Häufigkeiten der Bisse verglichen haben.

Diese Aufgabe ist offen, oder zumindest halboffen, weil sie eine zusätzlich Recherche und einige Einschränkungen mit sich zieht. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei bemerken, dass manche Risiken des Alltags nicht ganz eindeutig eingeschätzt werden können. Ein Vergleich zwischen dem Biss eines Schäferhundes und dem eines Chihuahua kann eben nur approximativ sein.

Ist der Biss eines Schäferhundes doppelt so gravierend wie der Biss eines Chihuahua so ist der Schäferhund riskanter, obgleich er etwas seltener (3 von 10 statt 4 von 9) beißt.

Die dritte Unterrichtseinheit hat diese Aufgabe als Thema. Dabei geht es zunächst darum, dass den Schülerinnen und Schülern bewusst wird, dass der Besitz eines Hundes stets ein gewisses Risiko beinhaltet, da die meisten Hunde mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit auch beißen.

Es sei bei den letzten zwei Aufgaben angemerkt, dass die Kompetenz, Risiken zu vergleichen, hier nicht nur eine stochastische Kompetenz verlangt (das Verständnis der Aussage „im Durchschnitt beißen 4 von 9 Chihuahua Hunde“). Risiken vergleichen ist mit einer elementaren mathematischen Kompetenz verzahnt, nämlich mit der Kompetenz des Vergleichs von Wahrscheinlichkeiten und relativen Häufigkeiten, die, in elementaren Fällen, als einfache Proportionen ausgedrückt wird.

Vergleiche von einfachen Proportionen können durchaus bereits in der vierten Klassenstufe mit Hilfe enaktiver Elemente wie Tinker-Cubes gefördert werden (Martignon und Krauss, 2007; Martignon und Krauss, 2009). Zwei der sechs Unterrichtseinheiten

der Lehr-Lernumgebung sind den Vergleichen von Proportionen und deren Anwendung in der Risikoabschätzung gewidmet (siehe Kapitel 4).

In der nächsten Stufe geht es um eine Abwägung zwischen grundsätzlich verschiedenen Alternativen, von denen eine kein Risiko und auch keinen Gewinn bietet, während die zweite einen wahrscheinlichen (nicht sicheren) Gewinn bietet und ein mögliches Risiko beinhaltet.

#### *Aufgaben zu Risikostufe 2*

4. *Laura erzählt, dass sie in dieser Woche bei ihrem Taschengeld wählen darf: Entweder sie bekommt 5 Euro, oder eine Münze wird geworfen und wenn „Zahl“ oben liegt, bekommt sie 20 Euro, wenn „Zahl“ nicht oben liegt, bekommt sie gar nichts. Gib Laura einen Tipp, was sie wählen soll, welche Entscheidung riskanter ist und warum das so ist.*
5. *Spaghetti, wie oft?*

*Sebastian lebt in Berlin und liebt Spaghetti über alles. Es gibt aber normalerweise nur einmal in der Woche Spaghetti. Seine Mama bietet ihm an: „Wir können es in Zukunft so machen: Wenn es an einem Tag regnet oder schneit, dann gibt es am Tag danach Spaghetti, aber nur dann!“*

*Sebastian fragt sich: Ist es besser bei einmal in der Woche Spaghetti zu bleiben oder das Angebot seiner Mutter anzunehmen?*

*Gib ihm einen Tipp, welche Entscheidung riskanter ist, was er machen sollte und warum.*

Die zwei Aufgaben sind sehr ähnlich in der Konstruktion jedoch verschieden in den Angaben. Die Münze der ersten Aufgabe wird, durch einen Prozess ersetzt bei der zweiten, der zwar auch zufällig ist, aber mit einer nicht leicht erschließbaren Wahrscheinlichkeit versehen ist. Die Aufgabe ist halboffen, in dem Sinne, dass Kinder viele Möglichkeiten haben, sie zu beantworten. Die Wahl von Aufgabe 5. ist bewusst, und zwar wegen der Möglichkeit, solche Phänomene, wie Regenwahrscheinlichkeit mit den Kindern zu thematisieren (siehe Kapitel 4).

Die letzte Aufgabe beinhaltet das Verständnis von Risikoreduktion, das im Alltag zentral ist.

6. *Aufgabe zu Risikoreduktion*

*Die Zahnärztin Dr. Schönlach sagt immer:*

*„Je 8 von 12 Kindern, die sich die Zähne nicht putzen, bekommen Karies“.*

Sie sagt aber auch:

Regelmäßiges Zähneputzen verringert das Kariesrisiko um die Hälfte“.

Unten siehst Du 36 Kinder, die sich die Zähne nicht putzen. Mach bei jedem Kind ein Kreuz drauf, das Deiner Meinung nach Karies hat.

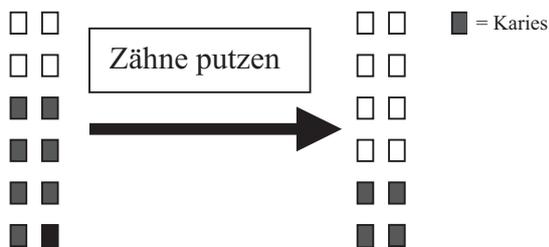
Jetzt siehst Du weitere 36 Kinder, die sich aber regelmäßig die Zähne putzen. Mach bei jedem Kind ein Kreuz drauf, das Deiner Meinung nach Karies hat.

Man bemerke, dass Neunjährige diese Art Aussage in ihrem Alltag hören und lesen, obschon es fraglich ist, ob sie die Aussage analysieren können. Die Instruktionseinheiten (Kapitel 4) werden das Thema der Risikoreduktion als erstes behandeln.

#### 4 Unterrichtseinheiten: erste Instrumente für den Umgang mit Risiko

Das Kernstück der Lehr-lernumgebung sind Unterrichtseinheiten, die auf den Aufgaben im Vortest basieren. Die Lehrerin oder der Lehrer können anhand dieser Aufgaben 6 Instruktionseinheiten gestalten, bei denen sie die mathematischen Instrumente für die Behandlung der Aufgaben auf elementarer, en-aktiver (im Sinne von Bruner, 1960) einführen.

Das erste Thema ist die Risikoreduktion von Karies, wenn man sich regelmäßig die Zähne putzt. Die Kinder lernen, dass es sich um ein „relatives Risiko“ handelt, wenn man sagt, das Zähneputzen reduziere das Kariesrisiko um die Hälfte. Viel informativer ist die Angabe der absoluten Risikoreduktion, die aus zwei Angaben besteht: welche Proportion der Kinder, die ihre Zähne nicht putzen, Karies bekommen und welche Proportion der Kinder bekommen Karies, von denen, die regelmäßig Zähne putzen. Die Risikoreduktion, kann für einen hypothetischen aber repräsentativen Fall, so illustriert werden:



Die Lehrerin oder der Lehrer erklären, dass es sich hier um einen möglichen Fall handelt, obgleich auch andere Verteilungen der Kariesfälle bei 12 Kindern auftreten können. Hier ist es aber zentral, dass

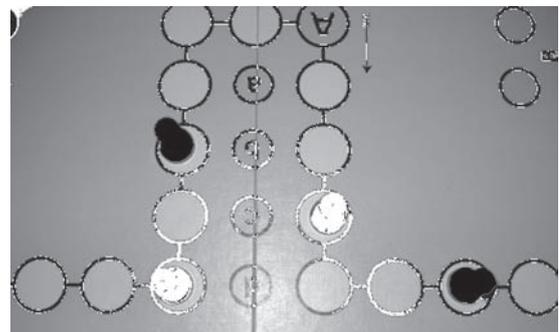
die „absolute“ Risikoreduktion „von 8 von 12 auf 4 von 12“ erfasst wird.

Die Lehrerin oder der Lehrer besprechen auch die Risikoreduktion von Karies, wenn man keine Bonbons isst oder keine Coca-Cola trinkt. Dabei bereiten sie die Kinder auf die so häufigen Angaben von relativen Risiken im Alltag vor: in Werbungen liest man, beispielsweise, dass ein gewisses Medikament, das Risiko einer bestimmten Krankheit um die Hälfte reduziert, ohne dass man erfährt, was das absolute Risiko ist.

Es wird anschließend auch eine neue Aufgabe behandelt, die das Einschätzen von Risiken mit dem Verständnis von Risikoreduktion kombiniert.

Die „Mensch ärgere Dich nicht“ Aufgabe:

Schwarz und Weiß spielen „Mensch-ärgere-dich-nicht“. Nur die Steine auf dem Bild sind noch auf dem Brett. Weiß ist dran und würfelt eine „1“. Er muss einen seiner Steine in Uhrzeigerichtung um ein Feld vorwärts bewegen. Weiß muss entschieden, welchen Stein er bewegt. Bei welcher Entscheidung ist die Gefahr, dass im nächsten Zug eine weiße Figur von Schwarz geschlagen werden kann, geringer? Erkläre und begründe!



Diese Aufgabe, die bei RIKO-STAT (Engel, Kuntze, Martignon & Gundlach, 2010) getestet wurde, beinhaltet den Vergleich von zwei sehr einfachen Wahrscheinlichkeiten: bewegt sich Weiß mit dem rechten Stein, so beinhaltet sein Risiko, beim nächsten Zug einen Stein zu verlieren, die Wahrscheinlichkeit von 2 von 6. Bewegt er den linken Stein, so beinhaltet sein Risiko eine Wahrscheinlichkeit von 1 von 6.

Dieser Vergleich ist einfach, da die zu vergleichenden Proportionen den „gleichen Nenner“ haben, nämlich 6.

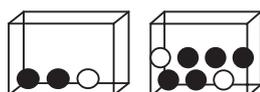
Bei der Diskussion dieser Aufgabe, sind zwei Faktoren wichtig: Einerseits geht es um die Einschätzung und die Kommunikation der Risiken, andererseits auch um die absolute Risikoreduktion von „2 von 6“ auf „1 von 6“.

Die zwei darauffolgenden Unterrichtsstunden werden den Aufgaben gewidmet, deren Lösung im Wesentlichen in einem Vergleich von Proportionen resultiert.

Man kann die Aufgabe der Salaten von Joachim als eine Variation und Verkleidung der typischen Boxenaufgabe aus dem Pisa Test 2003 (Pisa Konsortium, 2004):

Die Boxenaufgabe:

*Du gewinnst, wenn du blind eine weiße Kugel ziehst. Welche der beiden Boxen würdest du zum blinden Ziehen wählen? Begründe*



Es handelt sich bei der Boxenaufgabe und bei ihren Verkleidungen (Gartenaufgabe) um eine Kombination von stochastischem Verständnis und der Kompetenz kleine Proportionen erfolgreich zu vergleichen (Martignon & Krauss, 2007; Martignon & Krauss, 2009). Die Methodologie, die verwendet wird, um diese Kompetenz zu fördern, wurde „Urnenarithmetik“ genannt, und besteht aus zwei Schritten: zwei Urnen werden so *erweitert*, bis sie vergleichbar sind, und anschließend verglichen. Dabei werden auch enaktive Vorgehensweisen verwendet. Türmchen aus Steckwürfeln repräsentieren den Inhalt einer Urne, mit beispielsweise einem weißen und zwei schwarzen Steckwürfeln. Diese Türmchen werden dann erweitert. Für die Boxenaufgabe genügt es, das Türmchen der linken Urne in ein Türmchen aus 2 weißen und 4 schwarzen Würfeln zu erweitern. Dann kann dieses erweiterte Türmchen leicht mit dem Türmchen aus 2 weißen und 5 schwarzen Steckwürfeln verglichen werden. Abbildung 5 zeigt, wie Kinder typische Boxenaufgaben lösen, nachdem sie ein Training in der Urnenarithmetik erworben haben.

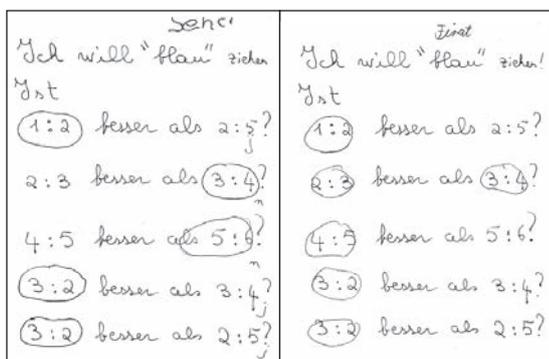


Abb. 2: Wie Viertklässlerinnen Proportionen vergleichen (Martignon & Krauss, 2009).

Zum Training im Vergleichen von kleinen Proportionen gehört auch eine kleine Klassenarbeit, in der die Kinder eine kleine Anzahl von Boxenaufgaben schriftlich lösen (Abb. 2). Die zwei Unterrichtseinheiten, die dem Vergleich von Proportionen gewidmet sind, schließen mit der Diskussion zweier Aufgaben zum Risikovergleich.

Zwei weitere Unterrichtsstunden sind den Aufgaben zu Risikostufe 2 gewidmet.

Aufgabe 4. (Taschengeld) verlangt eine Abwägung zwischen Risiko und Begünstigung (risk-benefit trade-off). Sie ist auch eine Situation in der die für manche Menschen typische Risikoscheue eintreten kann. Viele Kinder würden Laura raten, ihr Taschengeld zu behalten. Dies kann von einem strikt normativen Standpunkt als irrational betrachtet werden, denn der Erwartungswert bei der zweiten Alternative ist größer. Es lohnt sich sozusagen, die Wette einzugehen. Die Diskussion dieser Aufgabe mit den Kindern – auch ohne die Thematik von Erwartungswerten zu berühren – kann sehr ergiebig sein. Das Ziel ist, anhand von vielen Beispielen, mit den Kindern die Problematik der Abwägung zwischen zwei Situationen: Sicherheit einerseits, und Unsicherheit gebunden an einem möglichen Verlust und einem möglichen Gewinn.

Aufgabe 5. ist eine „halboffene“ Aufgabe, weil der Zufallsgenerator nun wetterabhängig ist (Regen oder Schnee), und konkrete Angaben über die dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten im Aufgabentext fehlen. Viele Lebensentscheidungen beinhalten solche Faktoren, die nicht nur unsicher sondern sogar ungewiss sind (De Haan et al., 2008). Es ist bei dieser Aufgabe erstaunlich, welche Entscheidungsstrategien Kinder vorschlagen. Typisch ist der Vorschlag, im Sommer (d. h. wenn es nicht so oft regnet) anders als im Winter zu entscheiden.

Eine vollständige Lösung wird von dem Lehrer oder der Lehrerin anhand einer konkreten mittleren Regen/Schneewahrscheinlichkeit für das ganze Jahr angegeben. Hier wird wieder der Vergleich von Proportionen thematisiert.

Zwei Unterrichtsstunden werden den „bedingten Proportionen“ gewidmet. Hier können Kinder auch beginnen, die Diagnostizität von Merkmalen als Konzept zu begreifen. Dieses Konzept ist zentral für Entscheidungen in riskanten Situationen, wie wir in 3.II erwähnten, da Risikoeinschätzungen oft anhand von Merkmalen realisiert werden. Kinder sollten das Konzept von Diagnostizität früh erwerben (Gigerenzer et al. 2007).

In denn zwei Unterrichtseinheiten behandelt die Lehrperson mehrere Aufgaben, wie die folgende:

*Ist jemand [aus Deiner Klasse], der lange Haare trägt, notwendigerweise ein Junge? Konstruiere Deine Klasse anhand von Tinker- Cubes, wobei Du die Merkmale „Junge-Mädchen“ und „kurze Haare-lange Haare“ geschickt kodierst und beantworte diese Frage.*

*Ist jemand [aus Deiner Klasse], der Computer Spiele mag, notwendigerweise ein Junge?*

Auch hier können Steckwürfel (die wir Tinker-cubes nennen) zur Illustration und Kodierung verwendet werden. Farben werden nämlich verwendet, die Werte der Merkmale zu repräsentieren. Türmchen von Steckwürfeln können aus blauen (= Jungen) oder roten (= Mädchen) Würfelchen mit gelben (= mag Computerspiele) oder grünen (= mag keine Computerspiele) zusammengesetzt werden (siehe Martignon & Krauss, 2007; Martignon & Krauss, 2009).

## 5 Erste Beobachtungen und zusammenfassende Anmerkungen

Nachdem die Viertklässlern (6 Klassen, N = 167) in 6 Unterrichtseinheiten erste Kompetenzen im Umgang mit Risiko erworben haben, werden sie neu getestet und zwar anhand eines Nachttests, der alle 6 Aufgaben des Vortests in anderen Verkleidungen beinhaltet. Auch der Nachttest enthält zwei halboffene Aufgaben. Bei allen Fragen sollen Kinder ihre Antwort kurz begründen.

Pilotstudien mit diesem Design wurden in Berlin inzwischen ausgeführt, deshalb können summarische Resultate genannt werden. Erste Kompetenzen im Umgang mit Risiko (wie sie von de Haan et al. (2008) und vom Harding Center empfohlen werden) sind zweifellos durch die Unterrichteinheiten erworben worden. Die Kompetenz zur Risikokommunikation hat sich entwickelt. Es ist aber wichtig anzumerken, dass bereits beim Vortest mehr als 65 % der und Schüler die Proportionsvergleiche in Aufgaben 2 und 3 korrekt ausgeführt haben. Überraschend beim Vortest war auch, dass die meisten Kinder (mehr als 80 %) sich bei der Taschengeldaufgabe eher konservativ zeigten. Deutlich war aber, dass sie sich des Risikos bewusst waren und darüber kommunizieren konnten. Erste Elemente im Umgang mit dem Vergleich von Proportionen und bedingten Proportionen wurden bereits in anderen Studien untersucht. In der Lehr-Lernumgebung, die wir hier vorschlagen, werden diese arithmetischen Kompetenzen mit ersten Kompetenzen der Risikoabschätzung und der Kom-

munikation von Risiken kombiniert. Es erscheint sinnvoll, eine ganze Lehr-Lernumgebung mit diesen Komponenten zu gestalten. Risiko wird als übergreifendes Thema genommen, um sehr elementare (erste) Kompetenzen zusammen zu bündeln.

Wir danken der Judith Kerr Schule und der Mühlenau Schule in Berlin, so wie den Lehrer/Innen Legand und Raithel, die uns die Möglichkeiten geschaffen haben, die hier beschriebene Lehr-Lernumgebung zu testen.

## Literatur

- Bonß, E. (1996): Vom Risiko. Frankfurt: Laudauf Verlag.
- Beck, U. (1999): Die Risikogesellschaft. München: Suhrkamp Verlag.
- Bruner, J. (1977): The process of education. Cambridge: Harvard University Press.
- De Haan, Kamp. G., Lerch. A., Martignon. L. Müller-Christ, G. Nutzinger, H. (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit: New York: Springer Verlag.
- Engel, J.; Kuntze, S.; Martignon, L.; Gundlach M. (2010): Students' abilities in communicating and analyzing risks – First results of RIKO-STAT. Vortrag im Rahmen des DMV-Minisymposiums „Risiko, Risikoanalyse und Risikokommunikation“. Gemeinsame Jahrestagung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV) und der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) 2010. Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Gigerenzer, G. (2002): Reckoning with risk: Learning to live with uncertainty. London: Penguin Books.
- Gigerenzer G., Gaissmaier W., Kurz-Milcke E., Schwartz L. M., Woloshin S. (2007) Helping doctors and patients to make sense of health statistics. IN: Psychol. Science in the Public Interest, 8, S. 53–96.
- Jungermann, H.; Slovic, P. (1993): Charakteristika individueller Risikowahrnehmung. In: Bayerische Rück (Hrsg.): *Risiko ist ein Konstrukt. Wahrnehmungen zur Risikowahrnehmung*. München: Knesebeck, S. 89–109.
- Martignon, L. & Krauss, S. (2007): Gezinkte und ungezinkte Würfel, Magnetplättchen und Tinkercubes: Materialien für eine Grundschulstochastik zum Anfassen. *Stochastik in der Schule*, 27 (3) S. 16–28.
- Martignon, L.; Katiskopoulos, K.; Woike, J. K. (2008): Categorization with limited resources: A family of simple heuristics. In: *Journal of Mathematical Psychology*. 52, S. 352–361.
- Martignon, L.; Sander, W. (2008): Der aufgeklärte Umgang mit Unsicherheit in der Diskussion über Umwelt und nachhaltige Entwicklung: Eine schulische Interventionsstudie. Graue Reihe 132. Ahrweiler: Europäische Akademie.
- Martignon, L.; Krauss, S. (2009): Hands-on activities for fourth-graders: A tool box for decision-making and reckoning with risk. In: *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4 (3), S. 227–256.

Martignon, L.; Monti, M. (2010): Conditions for risk assessment as a topic for probabilistic education. In: Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Teaching Statistics, ICOTS, Ljubljana, Invited and refereed Paper.

Monti, M.; Gigerenzer, G.; Martignon, L.; Berg, N. (2009): Investment decisions: from Homo oeconomicus to Homo heuristics, In: Technical Report, Max Planck Institute of Human Development, Berlin.

Pisa Konsortium (2004): Pisa 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland. Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Münster: Waxmann.

Zhu, L. & Gigerenzer, G. (2006): Children can solve Bayesian problems: the role of representation in mental computation. In: *Cognition* 98 (3), S. 287–308.

## Anschrift der Verfasserin und der Verfasser

**Stephan Latten**

[lattenstephan@ph-ludwigsburg.de](mailto:lattenstephan@ph-ludwigsburg.de)

**Laura Martignon**

[martignon@ph-ludwigsburg.de](mailto:martignon@ph-ludwigsburg.de)

Institut für Mathematik und Informatik

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

71634 Ludwigsburg

**Marco Monti**

[monti@mpib-berlin.mpg.de](mailto:monti@mpib-berlin.mpg.de)

**Jan Multmeier**

[multmeier@mpib-berlin.mpg.de](mailto:multmeier@mpib-berlin.mpg.de)

Max Planck Institute für Bildungsforschung

14195 Berlin