



MiMa - Mathematics in the Making

Mit Unterstützung des Lifelong Learning Programms der Europäischen Union, Projekt Nr. 539872 - LLP - 1 - 2013 - 1 - IT - COMENIUS - CMP Agreement n. 2013 - 3073 / 001 - 001

Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.















## Title MiMa - Mathematics in the Making - Das Projekt

#### Autoren

Gill Adams, Sheffield Hallam University, England Colin Jackson, Sheffield Hallam University, England Hilary Povey, Sheffield Hallam University, England

Albrecht Beutelspacher, Mathematikum Giessen, Germany Carola Kahlen, Mathematikum Giessen, Germany Rosina Weber, Mathematikum Giessen, Germany

Holló-Szabó Ferenc, ELTE, Hungary Munkácsy Katalin, ELTE, Hungary Vásárhelyi Éva, ELTE, Hungary Wintsche Gergely, ELTE, Hungary

Emanuela Ughi, Università di Perugia, Italy

Susana Baptista, Universidade Nova de Lisboa, Portugal Gracinda Rita Guerreiro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal Nelson Chibeles Martins, Universidade Nova de Lisboa, Portugal Fátima Rodrigues, Universidade Nova de Lisboa, Portugal Maria do Céu Soares, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Vorwort von P3 Poliedra Progetti in Partenariato

ISBN 978-3-00-050637-6

Herausgeber: Mathematikum Gießen e.V. Layout: Dimensione Grafica - Spello (Pg)

Druck: agentur equinox

## Inhalt

| Vorwort   | 3  |
|---|----|
| Einleitung: Das <i>MiMa-Projekt</i>   | 5  |
| Kapitel 1: Warum <i>MiMa</i> ?  | 11 |
| Kapitel 2: Organisation der Grundschulmathematik in den MiMa-Partnerländern | 17 |
| Kapitel 3: Die MiMa-Workshops   | 25 |
| Kapitel 4: Die MiMa-Ausstellungen   | 29 |
| Kapitel 5: Ausblick   | 35 |
| Kapitel 6: Die MiMa-Partner   | 37 |

#### **Vorwort**

Die Europäische Union (EU) spielt eine Schlüsselrolle bei der Unterstützung und Zusammenführung der Arbeiten in Bildung und Ausbildung aller Mitgliedsstaaten mit dem Ziel der Verbesserung und Modernisierung ihrer Bildungssysteme. Unter Berücksichtigung der verschiedenen nationalen Gesetze und der Prioritätensetzung der einzelnen Staaten fördert die EU die Zusammenarbeit der Mitgliedsstaaten durch die Bereitstellung erheblicher finanzieller Mittel für die Entwicklung von innovativen Ausbildungskursen, Materialien, Verfahren und Lehrmethoden, um das Lernen zu verbessern.

Die Zusammenarbeit auf EU-Ebene erlaubt es den Ländern durch den Austausch von best practice voneinander zu lernen und durch die Entwicklung von einer Vielzahl von Innovationen die europäische Dimension von Bildung und Ausbildung zu verstärken. Die EU-Projekte fördern – neben ihrem Beitrag zur Lösung wichtiger sozialer, wirtschaftlicher und ökologischer Probleme – auch die Entwicklung einer europäischen Identität und verbreiten die Werte Europas unter ihren Mitgliedern. Dies unterstützt den sozialen und kulturellen Zusammenhalt.

In diesem Zusammenhang beabsichtigt das MiMa Projekt – unterstützt durch das Comenius Multilateral Lifelong Learning Programme – durch theoretische Überlegungen und konkrete Ergebnisse, den Prozess der Verbesserung der Qualität von Lernen und Lehren in der Schule vor allem auf dem komplexen Gebiet der Mathematik vor anzutreiben.

Diese Publikation stellt eine Zusammenfassung der während des zweijährigen MiMa-Projekts geleisteten Arbeiten dar und beinhaltet Beiträge aller Projektpartner. Nach einer kurzen Einleitung und Erklärung der wesentlichen Projektphasen werden die MiMa-Methode und die Grundidee des Projekts erläutert. Anschließend werden die jeweiligen Bildungssysteme der fünf Partnerländer kurz beschrieben. Sowohl die MiMa-Methode als auch die Lehrerfortbildungen und das Lehrmaterial wurden in jedem Partnerland getestet. Zwei wichtige Kapitel geben das Projekt in Form von Fotos aus den Workshops und den Ausstellungen wieder.

Ein herzlicher Dank gebührt allen, die an der Realisierung dieses Projekts mitgewirkt haben – und vor allem an unsere europäischen Partner, die an das Projekt geglaubt und mit Engagement und Hingabe an der Überwindung von unvermeidlichen Schwierigkeiten gearbeitet haben, damit die Ziele des Projekts erreicht werden konnten.

Fabiana Mariani MiMa Managing coordinator P3 Poliedra Progetti in Partenariato

## Einleitung: Das MiMa-Projekt

### Hintergrund

Die Idee zum Projekt Mathematics in the Making (MiMa) entstand aus praktischen Erfahrungen mit Problemen im Mathematikunterricht an Schulen. Man ging davon aus, dass der Grund für die negative Einstellung vieler Schülerinnen und Schüler zur Mathematik bereits in den Anfängen ihrer Bildungslaufbahn liegt. Manche europäischen Bildungssysteme verzeichnen zudem anhaltend unterdurchschnittliche Mathematikleistungen ihrer 15-jährigen Schülerinnen und Schüler im Programm zur internationalen Schülerbewertung (PISA) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Neben numerischen Kompetenzen fehlen den jüngeren Schülerinnen und Schülern die Sicherheit im mündlichen und schriftlichen Ausdruck von Ideen, sowie das Denken in logischen Mustern.

Schülerinnen und Schüler neigen dazu, die Mathematik als ein Fach wahrzunehmen, das zu abstrakt ist, um es völlig zu verstehen, und das nur aus sich wiederholenden Routinetätigkeiten besteht, die mit der Realität nichts zu tun haben. Darüber hinaus halten viele Schülerinnen und Schüler – und auch Eltern – die Mathematik für ein sehr schwieriges Fach, das nur von Natur aus "begabte" Menschen begreifen können. Die Gründe dafür, dass in manchen Ländern hohe Anteile der Schülerinnen und Schüler im Mathematiktest der PISA-Studie 2009 (OECD 2009) so schlecht abschnitten, sind eng mit solchen Vorstellungen verbunden: Die geringen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler im kritischen Denken, begleitet von einer Neigung zur geistlosen Anwendung mathematischer Regeln; enorme Schwierigkeiten, mathematische Kompetenzen auf das Lösen von Problemen im wirklichen Leben zu übertragen; Unfähigkeit, Situationen des Alltags mithilfe von mathematischen Prozessen zu beschreiben und zu gliedern; und eine sehr geringe Fähigkeit, auf Aufforderung logische Erklärungen zu Problemen niederzuschreiben. Zusätzlich spielt der emotionale Aspekt beim Mathematiklernen eine wichtige Rolle. "Dabei sind die ersten Erfahrungen von Kindern entscheidend, jedoch haben die Schüler häufig Angst vor Mathematik, so dass einige bewusst andere Bildungswege einschlagen, um sie zu vermeiden" (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2008, S.6).

In diesem herausfordernden Kontext wurde das MiMa-Projekt von einem Zusammenschluss von Partnern gegründet, der aus vier Universitäten in Ungarn, Italien, Portugal und Großbritannien besteht, die entscheidende Erfahrungen mit Methoden zum handlungsorientierten Lernen von Mathematik und der Ausbildung

von Lehrern mitbringen, sowie dem Mathematikum in Deutschland, einem Museum mit umfassender Erfahrung beim Entwickeln, Gestalten und Konstruieren von interaktiven mathematischen Exponaten. Alle Projektpartner arbeiten mit Mathematiklernenden an unterschiedlichen Punkten ihrer Ausbildung. Sie sind überzeugt, dass die Zusammenarbeit auf europäischer Ebene und das Entwickeln von Werkzeugen mit bewährten Methoden aus allen Ländern einen enormen Beitrag zum Erreichen des gemeinsamen Ziels leisten kann: fähige europäische Schüler und Bürger auszubilden, die in der Wirtschaft wettbewerbsfähig und in der Gesellschaft aktiv sind.

Es war wirklich sehr beeindruckend, den Schülerinnen und Schülern zuzuhören. (Leiter der Lehrerausbildung an der Sheffield Hallam University, England)

Das Ziel des Projekts ist es, Grundschülerinnen und -schüler dabei zu unterstützen, ein starkes Interesse an und gute Kompetenzen in der Mathematik zu entwickeln. Ebenso sollen ihre Sozialkompetenzen gesteigert werden und dadurch die Chance auf Erfolg in der Schule und im weiteren Leben erhöht werden. Neben besseren Leistungen in Tests führt das Bewusstsein, ein allgemein als schwierig angesehenes Fach zu beherrschen, auch zu einem höheren Selbstbewusstsein bezogen auf die eigenen Lernfähigkeit und damit zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit, das Studium der Mathematik auch in Zukunft fortzusetzen.

Die Kommission der Europäischen Gemeinschaft fördert Projekte, die durch "[v]erschiedene pädagogische Ansätze [...] die Verhaltensmuster positiv beeinflussen, das Bildungsniveau anheben helfen und neue Lernmöglichkeiten eröffnen [können]." (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2008, S.6). Das MiMa-Projekt stellt mit seinen erklärten Zielen ein erfolgreiches und innovatives Beispiel für solche pädagogischen Ansätze dar.

### Die MiMa-Methode und die Projekte

Der erste Arbeitsschritt war das Entwickeln einer neuen Lehrmethode, die auf einer handlungsorientierten Herangehensweise an die Mathematik basiert. Dabei wurden Werkzeuge entwickelt, die bewährte Methoden und Erfahrungen aller Partnerländer in sich vereinen. Die Partner haben gemeinsam zehn handlungsorientierte Projekte ausgewählt und für jedes von ihnen eine mathematische Lehrmethode entwickelt. Während eines jeden Projekts stellen

die Kinder zu verschiedenen Themen Objekte her, die in einer öffentlichen Ausstellung gezeigt werden können. Um die Lehrerinnen und Lehrer bei der Umsetzung dieser Vorschläge zu unterstützen, wurde ein umfassendes Handbuch entwickelt, das auf Italienisch, Englisch, Deutsch, Portugiesisch und Ungarisch auf www.mathematicsinthemaking.eu zur Verfügung steht. Darin enthalten sind alle Informationen, Bastelvorlagen und sonstige Materialien, die die Lehrerinnen und Lehrer und die Kinder benötigen, um die Projekte durchzuführen und die mathematischen Inhalte und interdisziplinären Verknüpfungen zu entdecken. Zusätzlich haben die MiMa-Partner ein kurzes Video für jedes Projekt erstellt, in dem die wichtigsten Aspekte vorgestellt werden.

Das Projekt Würfelexperimente führt die Kinder an erste Konzepte der Wahrscheinlichkeit heran und ermöglicht es ihnen, sich mit den Begriffen wahrscheinlich' und "unwahrscheinlich" im Zusammenhang mit regulären. gezinkten und nicht transitiven Würfeln vertraut zu machen. Beim Projekt Logische Labyrinthe bauen die Kinder ihre eigenen Labyrinthe und denken sich selbst die Regeln aus, anhand derer der richtige Weg gefunden werden muss. Bei den Projekten Viele bunte Dreiecke und Bandornamente lernen die Kinder verschiedene Aspekte der Geometrie der Ebene kennen. Viele bunte Dreiecke verwendet Dreiecke, die auf verschiedene Arten und Weisen aneinander gelegt werden und so neue Formen ergeben, wie zum Beispiel Rauten, Trapeze, Parallelogramme und regelmäßige Sechsecke. Die Kinder können die Dreiecke auch so verändern, dass wunderschöne Parkette entstehen, die an die Arbeiten des niederländischen Künstlers M. C. Escher erinnern, Bandornamente zielt auf das Verständnis von Isometrie (Verschiebung, Drehung, Spiegelung und Schubspiegelung) ab. Die Kinder lernen, wie man sie verwenden kann, um hübsche Bandornamente zu erstellen, indem man auf ein bestimmtes Motiv mehrfach Isometrien nach einem bestimmten Muster anwendet.

Der Mathematische Fußball arbeitet mit geometrischen Körpern. Dabei wird mit den platonischen Körpern begonnen und auf die komplexere Struktur eines Fußballs, also eines trunkierten Ikosaeders hingearbeitet, den die Kinder aus Tonkarton herstellen. Im Projekt Mathematik der Bienenwabe werden die geometrischen Eigenschaften der Bienenwabe deutlich, indem die Kinder bunte Papiermodelle von Würfeln, die aus sechs Pyramiden hergestellt werden, Rhombendodekaedern und den einzelnen Zellen der Bienenwabe basteln. Der Löwe beschäftigt sich mit dem Verhältnis von dreidimensionalen Körpern zu ihren zweidimensionalen Repräsentationen. Mögliche Wege über die Kanten des Quaders werden mithilfe einer einfachen Software spielerisch entdeckt.

Für manche Projekte muss man nach draußen gehen. Die *Mathematische Entdeckungstour* leitet die Kinder an, Mathematik in ihrer Umgebung (in der Natur, der Architektur oder in Alltagsgegenständen) zu entdecken. Dies kann zum Beispiel in der Nachbarschaft der Schule geschehen. Die Kinder nutzen ihre Entdeckungen für die Erstellung einer mathematischen Entdeckungstour, mit der andere Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtungen nacherleben können. Das Projekt *Planetenweg* leitet die Kinder dazu an, ein großes Modell unseres Sonnensystems im Freien zu bauen. Die größte Herausforderung ist es hier, die Größe der Sonne und der Planeten sowie die Abstände zwischen ihnen ins richtige Verhältnis zu setzen. Zu guter Letzt lernen die Schülerinnen und Schülern beim Projekt *Sonnenuhren*, wie der Schatten der Sonne dazu verwendet werden kann, mit verschiedenen Arten von Sonnenuhren die Zeit anzuzeigen.

#### Die Arbeit mit den Lehrerinnen und Lehrern

Derzweite Schritt des Projekts bestand darin, interessierten Lehrerinnen und Lehrern eine Fortbildung anzubieten, die sie bei der Durchführung der MiMa-Projekte unterstützen sollte. Während dieser Kurse lernten die Lehrerinnen und Lehrer die Prinzipien des interaktiven, handlungsorientierten Lernens kennen, die den MiMa-Projekten zugrunde liegen und führten sie selbst durch. Dabei hatten sie Gelegenheit, ihr Repertoire an Lehrmethoden zu bereichern und zu verbessern und darüber nachzudenken, wie die MiMa-Prinzipien in ihrer Klasse angewendet werden könnten, um auf eine positivere Einstellung der Kinder zur Mathematik hinzuarbeiten.

#### Die Arbeit mit den Kindern

Der dritte Schritt bestand in der Durchführung der MiMa-Projekte durch die Lehrerinnen und Lehrer im Unterricht. Die 8- bis 10-jährigen Schülerinnen und Schüler wurden zu Kreativität, Kooperation und Gruppenarbeit ermutigt. Ziel war es, Gegenstände herzustellen, die am Ende in einer Ausstellung gezeigt werden sollten, bei der die Kinder selbst die Aufgabe der Ausstellungsbegleiter übernehmen und den Besuchern die Ausstellungsstücke und ihre mathematischen Hintergründe erklären würden. Dies diente dazu, das Selbstbewusstsein der Kinder zu stärken und ihr Lernpotenzial sowie ihre Fähigkeit, sich mathematischen Konzepten effektiv anzunähern und sie zu verstehen, zu verbessern.

Der letzte Schritt des Projekts waren die MiMa-Ausstellungen. Diese wurden in den Partnerländern auf verschiedene Arten und Weisen umgesetzt. Ihnen

gemeinsam war die Durchführung als öffentliche Ausstellung, je nach den lokalen Gegebenheiten etwas größer oder kleiner, die von den Lehrerinnen und Lehrern geplant und unter Beteiligung der Schülerinnen und Schüler umgesetzt wurde. Als Fachleute für die mathematischen Hintergründe ihrer Objekte wurden die Kinder zu Begleiterinnen und Begleitern für die Ausstellungsbesucher. Dadurch konnten die Kinder stolz auf ihre mathematischen Leistungen sein und selbst als Protagonisten der Veranstaltung auftreten – oft in Gegenwart ihrer Eltern und Verwandten. Direkt in die Organisation und Besucherführung eingebunden zu sein stärkte allgemeine Kompetenzen der Kinder, wie Sprachfertigkeit, kritisches Denken und ein Gefühl für gesellschaftliche Verantwortung und Engagement.

#### **Diskussion**

Durch die MiMa-Projekte entstanden ganz automatisch lokale Netzwerke zwischen den teilnehmenden Lehrerinnen und Lehrern, die zusammen arbeiteten und ihre Aktivitäten untereinander austauschten. Wir hoffen, dass diese Verbindungen über das Ende des Projekts hinaus bestehen bleiben.

Auch einige internationale Kontakte erwuchsen aus dem Projekt, bei denen die Kinder über die Ländergrenzen hinweg korrespondierten und so schon in jungen Jahren die Idee von Europa und das Zusammenarbeiten mit anderen europäischen Kindern am gleichen Projekt kennenlernten. Darüber hinaus boten die MiMa-Videos, die in den verschiedenen Sprachen aufgenommen und mit einfachen englischen Untertiteln versehen wurden, den Kindern die Gelegenheit, zu versuchen, fremde Sprachen zu entziffern und sich beim Versuch darüber zu kommunizieren, sicher zu fühlen.

Der Mathematikunterricht hat durch die MiMa-Ausstellungen deutlich an Präsenz in den jeweiligen Umkreisen gewonnen.

Herzlichen Dank für die Einladung
zu dieser Veranstaltung gestern,
ich habe sie wirklich genossen.
Bitte geben Sie meinen Dank an alle Kinder weiter,
die mir ihre großartigen Werke gezeigt haben – sie haben
fantastische Arbeit geleistet!
(Leiterin des Forschungszentrums für Bildung
und Inklusion an der Sheffield Hallam University, England)

Die große Gemeinsamkeit aller MiMa-Projekte war die Begeisterung: Die Lehrerinnen und Lehrer waren begeistert von den neuen Wegen, ihre Kinder zu motivieren und die Kinder genossen das Lernen, die Arbeit an den Objekten für die Ausstellung und das Vorstellen ihrer Arbeiten vor Ort. Die Besucher, insbesondere die Verwandten der Kinder, waren interessiert und überrascht von solch innovativen Lehrmethoden und froh, die Kinder so ernsthaft und freudig ins Lernen vertieft zu sehen.

Und wir, die MiMa-Partner, sind stolz und glücklich über das so positive Feedback, das wir von Lehrerinnen und Lehrern, Kindern, Eltern und der Öffentlichkeit erhalten haben.

#### Quellen

Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2008): Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts-und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Bessere Kompetenzen für das 21. Jahrhundert: eine Agenda für die europäische Zusammenarbeit im Schulwesen {SEK(2008) 2177}, URL: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0425&from=DE

Organisation for Economic Co-operation and Development (2009): PISA 2009 Key Findings, URL: http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa2009keyfindings.htm

## **Kapitel 1: Warum MiMa?**

#### Von der Hand übers Herz in den Kopf

Kinder sind von Natur aus neugierig, sie interessieren sich für viele Dinge und genießen es, zu experimentieren und Neues zu lernen. Diese Fähigkeiten werden durch Hands-on Aktivitäten hervorragend unterstützt, welche ihrerseits nachhaltiges Lernen und Aneignung von Wissen fördern.

Der MiMa-Ansatz, Mathematik zu lernen, geht von der Hand über das Herz in den Kopf, ein Lernmodell, das zum ersten Mal im Werk des Schweizer Pädagogen Johann Heinrich Pestalozzi (1801) auftaucht. Aus dieser Sicht des Lernens wird Wissen dadurch nachhaltig gewonnen, dass zunächst Hands-on-Aktivitäten durchgeführt werden, um so eine Basis des Verstehens zu schaffen. Solche Aktivitäten fördern Freude und Motivation, so dass die neuen Erfahrungen ins Herz gelangen. Auf diesem Weg erreicht das neue Wissen schließlich das Gehirn des lernenden Kindes. Lernen mit allen Sinnen war für Pestalozzi zentral. Er war überzeugt, dass diese Art des Lernens moralisch richtig und bereichernd sei und darüber hinaus nützlich und wegweisend für das Leben. Er schätzte handlungsorientierte Gruppenarbeit, deren Lerntempo von den beteiligten Kindern selbst bestimmt wird und bei der sie sich gegenseitig unterstützen. Die MiMa-Methode erwächst aus und unterstützt diese Art zu arbeiten.

#### Ein Modell für Erkenntnis

Wie ein solcher Ansatz den Erkenntnisgewinn unterstützt, hat Jerome Bruner (1966) in seinem Werk entwickelt. Er tritt für das Unterrichten in drei Schritten ein, welche die Entwicklungsschritte des Verstehens widerspiegeln: von der enaktiven über die ikonische zur symbolischen Ebene. Hands-on-Aktivitäten stellen genau diesen ersten Schritt der enaktiven Herangehensweise an neues Wissen oder neue Fähigkeiten dar: Die Kinder machen konkrete Erfahrungen, um zu Verständnis zu gelangen. Nach ausreichend praktischer Erfahrung kann die ikonische (bildhafte, repräsentative) Ebene erreicht werden, die einerseits das Nachdenken über die konkreten Erfahrungen und andererseits die beginnende Abstrahierung beinhaltet. Dazu können Kinder graphische oder mentale Repräsentationen nutzen. Beide Ebenen sind essentiell für die Entwicklung des Lernens und Voraussetzungen für die letzte Ebene, in der Kinder auf symbolischer Ebene strategisch agieren können und symbolische Konstrukte kreieren, verstehen und nutzen können. Um ihr Wissen zu vertiefen oder zu überprüfen oder um Unsicherheiten zu

klären, können die Kinder sich aber noch einmal den Hands-on Aktivitäten zuwenden. Sie bleiben als Bilder, die das symbolische Denken unterstützen, im Bewusstsein des Kindes. Die MiMa-Hands-on Aktivitäten befähigen Kinder, Mathematik mit ihren Händen zu be-greifen und sich zuverlässiges Wissen für gleichzeitiges und aufeinander folgendes ikonisches und symbolisches mathematisches Denken anzueignen.

Zusätzlich unterstützt das Lernen mit Hands-on-Aktivitäten die Kinder dabei, ihr bildhaftes Denken zu trainieren. Dieses ist fundamental wichtig für die Fähigkeit zur Abstraktion, zum Beispiel bei der Reduktion von dreidimensionalen Objekten auf zweidimensionale Grafiken und Symbole. Die MiMa-Unterrichtsprojekte ermutigen Kinder zu lernen, die Welt mit mathematischen Augen zu betrachten und dabei geometrische und mathematische Eigenschaften in allem, was ihnen begegnet, zu entdecken und zu hinterfragen. Dies unterstützt die Sinnbildung, die essentiell für die Entwicklung des mathematischen Lernens.

#### Gemeinsames Lernen

Ein zentraler Aspekt der MiMa-Methode ist die große Bedeutung der Gruppenarbeit für das Lernen. Grundlegende Prinzipien für das Etablieren von Gruppenarbeiten in Grundschulklassen sind (TRLP, 2005):

- Betonung von Rücksichtnahme, Vertrauen, Einbeziehung aller und gegenseitiger Respekt zwischen den Gruppenmitgliedern,
- Schaffung angemessener räumlicher Gegebenheiten, die die Arbeit in Gruppen unterstützen,
- Einführung von Aktivitäten, die der Gruppenarbeit angemessen sind und zum Dialog anregen.

Diese Prinzipien passen perfekt zu der MiMa-Methode und den Aktivitäten, die im Handbuch vorgestellt werden. Gruppenarbeit, die obige Kriterien erfüllt, öffnet Raum für Kommunikation und dialogisches Unterrichten. Dazu trägt bei, dass die Arbeit kollektiv ist, die Kinder also gemeinsam an einer gemeinsamen Aufgabe arbeiten. Sie ist reziprok – die Schülerinnen und Schüler hören sich gegenseitig ihre jeweiligen Ideen an und beschäftigen sich mit verschiedenen Sichtweisen. Außerdem ist sie unterstützend, das heißt, die Schüler können ihre Gedanken frei ausdrücken, ohne Angst zu haben, etwas Falsches zu sagen. Sie arbeiten gemeinsam darauf hin, gemeinsames Verständnis zu bekommen (Alexander, 2008).

Lehrerinnen und Lehrer wissen, dass Fehler und Missverständnisse ganz natürlich sind und als Werkzeug verwendet werden können, um Kinder dazu zu bewegen, sich mit einem Thema näher zu befassen. Die Kinder können während ihrer Arbeit und Diskussion ermutigt werden, sowohl richtige als auch falsche Fragen und Vermutungen zu stellen. Die Lehrerin oder der Lehrer kann die Kinder dann anleiten, falsche Vermutungen zu revidieren, zum Beispiel indem die fehlerhaften Konzepte an einem Hands-on-Objekt überprüft werden. Das Überprüfen von Ideen, von denen man noch nicht weiß, ob sie richtig oder falsch sind. führt die Kinder an das wissenschaftliche Arbeiten heran.

Dieses gemeinschaftliche Arbeiten bedeutet nicht, dass es keine Zeiten des konzentrierten Reflektierens gibt. Diese ergeben sich von ganz alleine, wenn die Kinder für sich in eine praktische Aktivität vertieft sind oder wenn sie darüber nachdenken, wie sie ihre Gedanken zu Papier bringen möchten oder auch während der Phase der Problemlösung selbst. Gruppenarbeit besteht oft aus einem Gedankenaustausch zu einer Mathematikaufgabe oder einem mathematischen Problem, gefolgt von einer Zeit, in der die Gruppenmitglieder für sich ruhig nachdenken, um dann wieder zusammenzukommen und ihre Ideen auszutauschen.

Wir hatten heute eine Ratssitzung, daher war es schwierig, meinen Besuch zu organisieren, aber ich konnte zwischen zwei Meetings kurz rausgehen und mir alles anschauen. Ich wollte wirklich gerne herkommen, weil ich wusste, dass die Kinder und Lehrerinnen und Lehrer so lange und hart an der Ausstellung gearbeitet haben.

(Gemeinderat, der auch Direktor einer englischen Schule ist)

Lev Vygotskys Theorien betonen die fundamentale Rolle der sozialen Interaktion bei der Entwicklung des Denkens. Diese Entwicklung findet statt, wenn ein Kind in einer unterstützten Lernsituation in den Bereich seines nächsten Entwicklungsschritts kommt. Dabei ko-konstruieren die Kinder mit ihren Lernpartnerinnen und -partnern zusammen ihr Wissen (Vygotsky 1962, 1978). Die MiMa-Aktivitäten bieten den Lehrerinnen und Lehrern vielfältige Gelegenheiten, die Kinder beim gemeinsamen Lernen zu unterstützen. Die Projekte sind so konzipiert, dass für die Zusammenarbeit zwischen den Kindern (und Interaktionen mit anderen Personen während der Ausstellung) ausreichend Zeit und Gelegenheit gegeben ist, also soziale Lernsituationen entstehen.

#### Erklärungen für Andere

Zur MiMa-Methode gehört es, dass die Kinder ihre Arbeit anderen Personen im Rahmen einer Ausstellung vorstellen und erklären – anderen Kindern, ihren Eltern oder einer breiteren Öffentlichkeit. Natürlich muss das Verständnis für die Inhalte bis zu einem gewissen Grad ausgereift sein, damit die Kinder zeigen und erklären können, was sie gelernt haben. Am Ende der Unterrichtsprojekte sollten die Kinder in der Lage sein, ihre Gedankengänge und Problemlösungsstrategien zu erklären. Dies ist für ihren Lernfortschritt sehr wichtig. Manche Fragen stellen sich erst, wenn man seine Gedankengänge jemand anderem erklären soll. Nur dann können sie in der Tiefe beantwortet und verstanden werden.

Hands-on-Aktivitäten bieten Kindern einen Weg, Probleme auf einer sehr praktischen Ebene zu lösen. Dies kann eine Basis dafür sein zu reflektieren, welche Strategien man verwendet hat. Die Erfahrung zeigt, dass Hands-on-Experimente von einem hohen Maß an Kommunikation begleitet werden, welche Metakognition möglich macht. Indem sie ihren eigenen Lernprozess durchdenken, lernen die Kinder einen möglichen Weg kennen, mathematische Probleme zu lösen, den sie auf zukünftige Lernsituationen übertragen können. Solche metakognitiven Erfahrungen helfen dabei, das eigene Denken zu strukturieren, und unterstützen das Verstehen von neu gelernten Inhalten.

#### Demokratisches Lernen

Die Konstruktion eigenen Wissens ist nicht nur ein kognitiver und individueller Prozess, sondern sie wird auch unvermeidbar durch die Art und Weise geprägt, wie diese Aneignung erfolgte. Verschiedene pädagogische Ansätze ermöglichen es dem Lernenden nicht nur, mehr oder weniger Wissen auf eine mehr oder weniger effektive Art zu erwerben, sondern sie gestalten auch die Art des Wissens mit (Povey & Burton, 2004). Wissen, das durch "demokratisches Lernen" – ein aktiver, engagierter, sinnstiftender Ansatz – erworben wird, ist gemeinsam, offen und einvernehmlich.

Der neue landesweite Lehrplan ist so eng und konzentriert sich stark auf Zahlen. Das MiMa Projekt ist eine großartige Möglichkeit, um Kindern zu zeigen, dass Mathematik noch so viel mehr zu bieten hat. (englische Lehrkraft) Die MiMa-Methode unterstützt demokratisches Lernen im Mathematikunterricht. In Gruppenarbeit durchgeführte, praxisbezogene Hands-on-Aktivitäten befördern die Kreativität der Kinder: Sie erstellen sowohl Gegenstände als auch Wissen. Dadurch werden sie ermutigt, sich nicht einfach nur als passive Rezipienten von Wissen wahrzunehmen, sondern aktiv ihr eigenes Wissen zu konstruieren. So entwickeln sie ein Gefühl von erkenntnistheoretischer Autorität, wodurch sie Selbstbewusstsein und Selbstwertgefühl gewinnen. Dies ist nicht gerade eine Erfahrung, die schwächere Schülerinnen und Schüler oder solche aus benachteiligten sozio-ökonomischen Hintergründen in der Schule besonders häufig machen. Ganz im Sinne John Dewey (1949) unterstützt MiMa aktives, experimentierendes Teilnehmen am entdeckenden Lernen, bei dem die Kinder die Aktivitäten selbst entwickeln und organisieren, so dass sie in ihrem eigenen Lernprozess nicht nur Zuschauer, sondern Akteure sind, was mit einer demokratischen Lebenshaltung übereinstimmt.

#### Erfolgserlebnisse für alle

Die MiMa-Methode kann auf jedem Leistungsniveau sinnvoll angewendet werden. Die Aktivitäten sind breit genug aufgestellt, um sowohl die Aufmerksamkeit jener zu erregen, die bisher Schwierigkeiten mit der Mathematik hatten als auch jener, deren bisherige Leistungen sehr gut waren. Tatsächlich wird die Entwicklung Letztgenannter im Gegensatz zu den üblichen Unterrichtsmethoden besonders unterstützt, indem ihnen durch die Projekte Herausforderungen und Gelegenheiten zum kreativen Problemlösen geboten werden.

#### Quellen

Alexander, Robin. (2008). Towards Dialogic Teaching: *Rethinking classroom talk* (4th ed.) York, Dialogos.

Bruner, Jerome Seymour. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, Ma., Harvard University Press.

Dewey, John. (1949). Democracy and education: An introduction to the philosophy of education. New York, Free Press.

Pestalozzi, Johann. (1801/1894). How Gertrude Teaches her Children. London, Swann Sonnenschein.

Povey, Hilary and Burton, Leone with Angier, Corinne and Boylan, Mark. (2004) Learners as authors in the mathematics classroom. In L. Burton (ed) *Learning Mathematics, from Hierarchies to Networks*, 232-245, London, Falmer, 1999, reprinted in B. Allen and S. Johnston-Wilder (eds) *Mathematics Education: Exploring the Culture of Learning*. London, RoutledgeFalmer.

Teaching and Learning Research Programme. (2005). *Improving pupil group work in classrooms: A new approach to increasing engagement and learning in everyday classroom settings in key stages 1, 2 and 3* No. Research Briefing No11). London, Teaching and Learning Research Programme.

Vygotsky, Lev. (1962). Thought and Language. Cambridge, Ma., The MIT Press.

Vygotsky, Lev. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, Ma., Harvard University Press.

Die Kinder haben angefangen, in Beziehungen zu denken: "Ich bin 10. Ich wurde im Jahr 2005 geboren, jetzt haben wir 2015. Das bedeutet, dass ich mein ganzes Leben auf dem Weg zur Sonne unterwegs wäre!" (deutsche Lehrerin)

> Man kann nirgendwo mehr mit den Kindern hingehen, ohne dass jemand sagt: "Schau, dort ist ein Quadrat!" und "Schau, das ist symmetrisch.". (deutscher Lehrer)

Am Ende des dritten Schuljahrs sinkt meistens die Leistungskurve der Kinder, weil sie den Druck spüren, sich für die weiterführenden Schulen qualifizieren zu müssen. Das MiMa-Projekt war großartig, um die Kinder zu motivieren, abzulenken und anzuregen. (deutsche Lehrerin)

# Kapitel 2: Organisation der Grundschulmathematik in den MiMa-Partnerländern

### **England**

In England kommen Kinder mit vier oder fünf Jahren in die Grundschule und werden dort innerhalb ihrer Altersgruppe in Mathematik unterrichtet. Es ist in englischen Grundschulen üblich, Kinder auf Basis ihrer Kenntnisse in Gruppen einzuteilen (Marks 2013). Kinder mit speziellem Förderungsbedarf werden meist in Regelschulen unterrichtet, dort aber von zusätzlichen Lehrerinnen und Lehrern unterstützt. Am Ende der zweiten Schlüsselphase (mit 11 Jahren) schreiben sie in Mathematik überregionale Tests. Diese anspruchsvollen Tests können dazu führen, dass der vorhergehende Unterricht darauf fokussiert wird, die Kinder auf die Prüfungen vorzubereiten. So haben sie weniger Gelegenheit, ihre mathematischen Fähigkeiten und das mathematische Verständnis zu entwickeln (ACME 2014).

In den meisten staatlichen Schulen wurde der gesetzliche Lehrplan für Mathematik für Grundschulkinder (5-11 Jahre) im Rahmen der Bildungsreform aus dem Jahr 1998 eingeführt. Hier wurden landesweite Lehrpläne und Bewertungsmaßnahmen festgelegt, die im Laufe der Zeit – zuletzt im Jahr 2013 – überarbeitet wurden (DfE 2013). Freie Schulen und Akademien müssen dem Lehrplan zwar nicht folgen, die meisten tun es allerdings trotzdem. Lehrkräfte sind angehalten, hohe Erwartungen an alle Kinder zu stellen, auf ihre individuellen Bedürfnisse einzugehen und Lernhindernisse zu beseitigen. Der aktuelle landesweite Lehrplan fordert von den Lehrerinnen und Lehrern außerdem, die Schülerinnen und Schüler daran zu gewöhnen, rechnerische Fähigkeiten und die mathematische Herangehensweise im Problemlösen in allen Unterrichtsfächern anzuwenden. Mithilfe des Lehrplans im Fach Mathematik sollen die Schülerinnen und Schüler "mit den Grundlagen der Mathematik vertraut gemacht werden" (DfE 2013, S.99). Außerdem sollen sie lernen, mathematisch zu schlussfolgern und Probleme zu lösen. Der Mathematik-Lehrplan wurde zwischen 1997 und 2000 von den "National Strategies" gestützt; für Mathematik wurden daher detaillierte Vorschriften und Fortbildungen für Lehrerinnen und Lehrer bereitgestellt. Sowohl die gesetzliche und nicht-gesetzliche Dokumentationspflicht als auch eine Ausweitung in den Verantwortlichkeitsstrukturen haben es für Lehrerinnen und Lehrer erforderlich gemacht, gemeinsam einen adäguaten Lehrplan für die Kinder, die sie unterrichten, zu erarbeiten (ACME 2006).

Zehnjährige werden im Umgang mit Zahlen (Anzahl und Stellenwert, Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, Brüche, einschließlich Dezimal- und Prozentzahlen) unterrichtet. Außerdem lernen sie die Arbeit mit größeren Zahlen kennen, entwickeln Verbindungen und lösen bereits zunehmend komplexe Probleme; sowie Messen, Geometrie (Eigenschaften von Formen, Position und Richtung) und Wahrscheinlichkeit.

#### Deutschland

In Deutschland beginnen die Kinder im Alter von sechs Jahren mit der Grundschule, die vier Jahre umfasst. Anschließend gehen sie auf eine weiterführende Schule. Der Schultyp wird dem entsprechenden Leistungsniveau passend ausgewählt.

Bereits vor der Einschulung eignen sich viele Kinder auf spielerische Weise und mithilfe von didaktischen Materialien im Kindergarten mathematische Grundkenntnisse an. Allerdings gibt es keine spezifischen Vorschriften, was Kinder im Kindergarten lernen müssen. Es gibt lediglich regionale Leitfäden für die vorschulische Bildung. Dies führt zu der Tatsache, dass das mathematische Vorwissen der Kinder (und auch das in anderen Fächern) sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann, wenn sie eingeschult werden.

Traditionell war in Deutschland das Hauptziel der grundlegenden mathematischen Bildung das Rechnen im Zahlenraum bis eine Million. Der Schwerpunkt lag auf Arithmetik, anderen Themen wurde oft weniger Beachtung geschenkt. Mit der Zeit allerdings hat sich der Fokus verschoben und andere Themen – wie zum Beispiel Geometrie – wurden in die Bildungsinhalte integriert.

Im Jahr 2005 wurden in deutschen Schulen die Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich eingeführt. Dies sind Leitsätze für die Lehre in der Grundschule. Die Standards für die Grundschule definieren die Lerninhalte und Kompetenzen, die die Kinder nach dem zweiten bzw. vierten Schuljahr beherrschen sollten. Das geforderte Leistungsniveau orientiert sich an Studien wie TIMSS und PISA.

Am Ende ihrer Grundschulzeit sollten die Kinder im Fach Mathematik grundsätzliche Kompetenzen im Kommunizieren, Argumentieren, Darstellen, Modellieren und Problemlösen erlangt haben. Darüber hinaus sollten sie weitergehende Kompetenzen in den Bereichen Zahlen und Operationen, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit, Raum und Form, Größen und Messen sowie Muster und Strukturen ausgebildet haben. Die Bildungsstandards, die

für alle 16 Bundesländer gelten, bilden für die Kinder eine gute Grundlage für die Entwicklung ihrer Kompetenzen. Trotzdem sind die jeweiligen Kultusministerien dafür verantwortlich, welche Fächer und welche Inhalte in ihrem Bundesland gelehrt werden. Außerdem müssen Schulen einen eigenen Lehrplan entwickeln, der auf den nationalen Standards basiert.

Handlungsorientiertes Lernen ist seit einigen Jahrzehnten Teil der Grundschulmathematik und wird stetig weiterentwickelt. Die Kinder vergrößern ihr Wissen auf spielerische Weise durch die Arbeit mit Objekten und das Lernen mit praktischen Aufgaben. So können sie individuell gefördert und von den Lehrkräften auf ihrem persönlichen Wissenslevel abgeholt werden. Durch die regelmäßige Durchführung von Hands-on-Aktivitäten kann nicht nur Arithmetik geübt werden. Die unterschiedlichen Materialien eigenen sich ebenfalls für die Entwicklung eines tieferen Verständnisses für andere Themenfelder. Darüber hinaus werden durch das handlungsorientierte Lernen auch die allgemeinen Kompetenzen der Kinder im Kommunizieren und Problemlösen gefördert.

Mit dem erheblichen Anteil an Hands-on-Aktivitäten in den Schulstunden könnte die Grundschule ein Vorbild für die weiterführenden Schulen sein. Kaum ein anderer Schultyp in Deutschland hat solche Fortschritte gemacht bzw. nimmt den ganzheitlichen Ansatz und das Lernen durch Entdecken so ernst. Inwieweit sonst Theorie und Praxis an einzelnen Schulen ineinander greifen, ist nicht einfach zu analysieren. In jedem Fall sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Politikerinnen und Politiker und Lehrerinnen und Lehrer stark interessiert an der Integration von handlungsorientiertem Lernen in der Schule.

## Ungarn

In Ungarn besteht die Grundschulbildung aus zwei Stufen, aus der tatsächlichen Grundschule und der unteren Mittelstufe. In der Grundschule erhalten die Kinder im Alter von sechs bis zehn Jahren Unterricht, danach bleiben die meisten Schülerinnen und Schüler noch für die Klassen fünf bis acht an derselben Schule. Hier werden die Fächer dann von speziell ausgebildeten Lehrerinnen und Lehrern unterrichtet. Die Mehrheit der ungarischen Schulen ist öffentlich, aber es gibt auch einige private und kirchliche Schulen.

Ein Kernlehrplan wird durch das Bildungsministerium herausgegeben (Dobos, Ocskó und Vásárhelyi 2001). Schulen dürfen darüber hinaus auch ihre eigenen Lehrpläne auf Basis des Kernlehrplans definieren. Die Unterrichtsfächer der Grundschule umfassen Mathematik, Sprache,

Umweltthemen (sowohl biologische als auch gesellschaftliche Umwelt), Singen, Zeichnen, Sport und Informatik. Es können außerdem Fächer wie Musik, Fremdsprachen oder Schach ergänzt werden. Üblicherweise wird eine Grundschulklasse von zwei Lehrkräften unterrichtet: einer unterrichtet Mathematik und je nach seinen Fähigkeiten einige weitere Fächer und der zweite Lehrer unterrichtet Literatur und alle übrigen Fächer. Pflichtunterrichtsstunden finden sowohl am Morgen als auch am Nachmittag statt. Die Kinder bleiben von 8:00 Uhr bis 16:00 Uhr in der Schule und bekommen dort auch Mittagessen. An manchen Schulen haben Schülerinnen und Schüler nur morgens Unterricht, bekommen Mittagessen und können freiwillige Kurse am Nachmittag wählen. Die Wahl des Schulmodells hängt von den lokalen Gegebenheiten und den Vorliehen der Eltern ah.

Aktionen wie diese sollten viel öfter durchgeführt werden! (deutsche Mutter)

Der Mathematik-Lehrplan ist allgemein gültig für das gesamte öffentliche Bildungssystem. Er kann in fünf Hauptbereiche unterteilt werden: Funktionen (Analysis), Rechnen (Algebra, Zahlentheorie, Arithmetik), Geometrie, Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kombinatorik. Der gesamte Lehrplan ist verwoben mit Logik und Mengenlehre. Traditionell wurden in der Grundschule Zählen und Messen unterrichtet. Als Resultat der Arbeit von Tamás Varga wurden diese Bereiche in den 1970er Jahren durch eine andere Art der Mathematik ersetzt. Obwohl Varga auch von der "Neuen Mathematik' beeinflusst wurde, stand die neue ungarische Methode doch in Kontrast zur formellen Natur der "Neuen Mathematik'. Vargas Mathematik basiert auf Erfahrungen, Spielen und Experimenten. Seit der Entwicklung dieser Methode hat sich einiges verändert. Das Grundkonzept ist geblieben, doch die Qualität der Umsetzung kann stark variieren. Dies hängt einerseits von der jeweiligen Schule ab, andererseits aber mehr noch von der einzelnen Lehrerin oder dem Lehrer.

In der vierten Klasse (im Alter von zehn Jahren) nehmen die Kinder an einer landesweiten Beurteilung ihrer mathematischen Grundkompetenzen teil. Das Gesetz zur nationalen öffentlichen Bildung sieht seit 2011 ein dreigliedriges System zur Schulinspektion vor.

#### Italien

In Italien kommen Kinder mit sechs Jahren in die Grundschule. Unter gewissen Umständen können sie auch bereits mit fünfeinhalb Jahren eingeschult werden. Die Grundschule umfasst fünf Jahre. In den Klassen zwei und fünf nehmen die Kinder an landesweiten Tests teil, die Invalsi organisiert (http://www.invalsi.it). Es wird immer öfter die Sorge laut, dass der Druck auf die Schulen, bei diesen Tests gut abzuschneiden, den Lehrplan zu sehr beeinflusst.

Der Rahmen für die Entwicklung eines Lehrplans für jede Schule wird vorgegeben durch die "Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione' (Nationale Richtlinien für den Grundschullehrplan und die erste Bildungsphase) (Bildungsministerium 2012). Hier wird betont, dass Mathematik die Fähigkeiten zum Verständnis der engen Verbindung zwischen Denken und Tun fördert und dadurch die Werkzeuge zum Erfassen der Realität liefert. Insbesondere betont der Lehrplan die Nützlichkeit der Mathematik für das wissenschaftliche Verständnis der Welt und für das richtige Kommunizieren und Diskutieren. Ein besonderes Augenmerk wird auf den Labor-Ansatz im Mathematikunterricht (und in der Wissenschaft im Allgemeinen) gelegt. In diesem Kontext meint das Arbeiten im Labor sowohl den tatsächlichen Raum mit Werkzeugen und Objekten als auch den Moment, in dem die Kinder aktiv werden, ihre Hypothesen aufstellen, Ergebnisse überprüfen, diskutieren und ihr eigenes Wissen entwickeln und ausbauen. Außerdem schlägt der Lehrplan die Möglichkeit vor, dass Kinder auf spielerische Weise lernen.

Mathematische Praxis wird als das Lösen von Problemen im weitesten Sinne verstanden. Einen besonderen Schwerpunkt bildet die Absicht, eine adäquate Vorstellung von Mathematik zu entwickeln und sie nicht als "eine Reihe von Regeln zu sehen, die man sich merken und an die man sich halten muss" (Bildungsministerium 2012, S.52). Darüber hinaus sollen die Kinder merken, welchen Nutzen sie aus den mathematischen Werkzeugen ziehen können, um in der realen Welt zu agieren. Leider basieren diese Anforderung auf der Erkenntnis, dass tatsächlich viele Schülerinnen und Schüler in Italien von der Schule eine falsche Vorstellung von Mathematik vermittelt bekommen und sich selbst nicht in der Lage fühlen, die Inhalte des Fachs zu bewältigen. Der Ansatz des Ministeriums ist für italienische Schulen ganz neu. Traditionell wurde von Lehrerinnen und Lehrern erwartet, dass sie von der Tafel aus unterrichten und die Schülerinnen und Schüler zuhören und Notizen machen. Daher können die Veränderungen hin zu einem handlungsorientierten

Unterricht nicht auf einen Schlag geschehen, doch mit ein wenig Zeit wird sich der Erfolg einstellen.

Der Lehrplan sieht vor, dass die Kinder ihre Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit Zahlen und Berechnungen und mit Figuren in der Ebene und im Raum (auch mit Zeichen- und Messwerkzeugen) ausbauen. Außerdem sollen sie die Darstellung und Analyse von Daten in Tabellen und Grafiken lernen. Weiterhin sollen sie sich im Lösen von Problemen, dem Umgang mit Unsicherheiten, in der Analyse von möglichen Lösungsstrategien und im Lesen und Verstehen von mathematischen Texten üben.

#### **Portugal**

Das Grundschulsystem in Portugal ist auf vier Jahre ausgelegt: im ersten Schuljahr sind die Kinder sechs bis sieben Jahre alt, im zweiten Schuljahr sieben bis acht Jahre, im dritten Schuljahr acht bis neun und im vierten Schuljahr sind sie im Alter von neun bis zehn Jahren. Dies ist die erste Phase des grundlegenden Bildungssystems. Um einen hohen Bildungsstandard in der Grundschule gewährleisten zu können, ist der Allgemeine Inspektionsdienst für Bildung und Wissenschaft die Behörde, die für Kontrolle, Prüfung und Evaluation zuständig ist. Die Behörde entwickelt Maßnahmen, die die Leistung des Bildungssystems verbessern können oder beteiligt sich an deren Entwicklung. In kleinerem Umfang kooperiert sie mit Schulen, um sie auf pädagogischer und administrativer Ebene zu unterstützen. Außerdem sorgt sie als Repräsentantin des Portugiesischen Ministeriums für Bildung und Wissenschaft für die Teilnahme an den Kontrolleinrichtungen der Europäischen Schulen.

Der offizielle Lehrplan für Mathematik muss von allen öffentlichen und privaten Schulen befolgt werden. Er ist in drei Bereiche aufgeteilt: die Struktur der Argumentation, die Analyse der natürlichen Umwelt und die Interpretation der Gesellschaft. Im offiziellen portugiesischen Mathematik-Lehrplan wird erklärt: "Die Auffassungsgabe und Hierarchisierung der mathematischen Konzepte, die systematische Untersuchung ihrer Eigenschaften und eine klare und präzise Argumentation spielen eine wichtige Rolle in der Begründung der Strukturierung" (Programa e Metas Curriculares Matemática 2013). In Bezug auf die Welt, die uns umgibt, "ist Mathematik essenziell für das Verständnis der Phänomene der Erde" und die "Beherrschung der mathematischen Werkzeuge wird das Studium dieser Phänomene erst ermöglichen". Letztlich sind die "mathematischen Methoden die hauptsächlichen Instrumente, um die Funktion der Gesellschaft zu analysieren und zu verstehen". Damit trägt der "Mathematikunterricht zu einem Leben als gefestigter, informierter und verantwortungsvoller Bürger bei".

Um die oben genannten Ziele zu erreichen, wurden für Schülerinnen und Schüler die folgenden grundlegenden Kompetenzen festgesetzt: Konzepte und Objekte identifizieren, Ergebnisse finden, intuitiv die Richtigkeit von Ergebnissen konkreter Beispiele erkennen und Verallgemeinerungen verstehen. Diese Fähigkeiten sollen zum Erwerb von Wissen über Fakten und Verfahren sowie zur Konstruktion und Entwicklung von mathematischer Argumentation beitragen. So sollen Schülerinnen und Schüler die richtige Verwendung von mathematischer Sprache (mündliche und schriftliche) verbessern, sie sollen fähig sein, Probleme in unterschiedlichen Kontexten zu lösen und die ganzheitliche Konzeption der Mathematik zu erfassen.

Die Kinder wurden ganz enthusiastisch bei der Arbeit an der mathematischen Entdeckungstour und konnten nicht aufhören, sich neue Aufgaben für ihre Mitschülerinnen und -schüler auszudenken. Einige waren sehr kreativ (ein Katapult aus Baumrinde)!

(deutsche Lehrerin)

Der offizielle Mathematik-Lehrplan sieht innerhalb der Grundschulzeit eine graduelle Annäherung an den Lernstoff vor. Zunächst lernen die Kinder die Mathematik experimentell und auf der Basis von konkreten Beispielen kennen und werden danach an abstraktere Konzepte herangeführt. Im Bereich Zahlen und Operationen müssen Schülerinnen und Schüler die vier Rechenregeln des Addierens, Subtrahierens, Multiplizierens und Dividierens erlernen. Außerdem sollen sie ihre Fähigkeiten im Kopfrechnen zeigen. Mit der Einführung der Bruchrechnung im dritten Schuljahr wird eine der Schlüsselkompetenzen innerhalb dieser Phase der Schulbildung vermittelt. In den Bereichen Geometrie und Messen werden grundlegende Ideen von Punkten, kollinearen Punkten, Richtungen, Geraden, Halbgeraden und Strecken, Parallelität und Rechtwinkligkeit vermittelt. So dass weiter auch komplexere Inhalte, wie zum Beispiel Polygone, Kreisumfänge, Körper und Winkel abgedeckt werden können. Das Messen von Winkeln und Strecken wird eingeführt, so dass Verbindungen zwischen der Geometrie und dem Messen hergestellt werden können. Letztlich werden bezüglich des Umgangs mit Daten verschiedene Verfahren zur Aufbereitung von Daten vermittelt und außerdem ein grundlegendes Vokabular zur Mengenlehre eingeführt.

Die Beurteilung der Schülerinnen und Schüler wird während der Grundschulzeit von den eigenen Lehrerinnen und Lehrern durchgeführt und gipfelt in einem landesweiten Test am Ende des vierten Schuljahrs.

#### **Ouellen**

ACME (2014): Mathematik-Lehrplan http://www.acme-uk.org/media/20272/mathscurriculum.pdf

ACME (2006): Schlüsselprobleme beim zukünftigen Lernen und Lehren von Mathematik in der Grundschule http://www.acme-uk.org/media/6942/acme%20position%20paper%20 on%20primary%20mathematics.pdf

DfE (2013): Nationaler Lehrplan in England: Grundschule https://www.gov.uk/government/collections/national-curriculum

Dobos, Ocskó & Vásárhelyi (2001): Referenzwerte für den Mathematikunterricht in Europa, Präsentation für die Europäische Mathematische Gesellschaft, March 2001. http://www.emis.de/data/projects/reference-levels/EMS\_HUNGARY.pdf

Marks, R. (2013): "The Blue Table Means You Don't Have a Clue": The Persistence of Fixed-Ability Thinking and Practices in Primary Mathematics in English Schools, FORUM, 55 (1), S. 31-44.

Bildungsministerium (2012): Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione. http://www.indicazioninazionali.it/l/

Programa e Metas Curriculares Matemática, (2013): Direção Geral de Educação, Governo de Portugal, 2013, p. 2, abrufbar unter: http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Basico/Metas/Matematica/programa\_matematica\_basico.pdf

Ich würde mich sehr gerne an diesem Projekt beteiligen. Ich bin überzeugt, dass der erste Schritt für das Lernen von Kindern konkrete Handlungen sind und ich bin interessiert an allen Initiativen, die auf die Förderung solcher Aspekte abzielen. (ungarische Professorin Institut für Mathematikdidaktik, University of West Hungary)

Leider kann ich am Treffen am Donnerstag nicht teilnehmen und auch nicht bei der Entwicklung einer Ausstellung helfen. Aber ich schreibe, weil ich immer wieder an die *Mathematische* Entdeckungstour denken muss. (ungarische Lehrerin)

Die Hands-on-Aktivitäten haben das Interesse derjenigen Schülerinnen und Schüler geweckt, die Schwierigkeiten haben. So hatten sie die Möglichkeit, das Fach zu verstehen und Erfolgserlebnisse zu haben. (italienische Lehrerin)

## **Kapitel 3: Die MiMa-Workshops**

#### Überblick

In den fünf Partnerländern wurden unter Beteiligung von fast 40 Schulen, über 110 Lehrkräften und fast 1600 Schülerinnen und Schülern 90 Workshops organisiert. Während dieser Projektphase wurden alle zehn MiMa-Projekte erprobt und einige von ihnen – Bandornamente, Logische Labyrinthe, Mathematische Entdeckungstour, Viele bunte Dreiecke und Planetenweg – wurden in mehreren Ländern zur gleichen Zeit durchgeführt.

Die MiMa-Workshops waren sowohl für Lehrerinnen und Lehrer als auch für Schülerinnen und Schüler auf unterschiedliche Weisen gewinnbringend. Die Wirkung auf die Motivation wurde von den Lehrkräften besonders betont – eine Lehrerin beschreibt ihre eigenen Erfahrungen so:

"Das MiMa-Projekt war ein Durchbruch in meiner eigenen Tätigkeit als Lehrerin, weil es die Benutzung einer Fülle von Materialien ermöglicht und Hinweise darauf gibt, wie man den Lehrplan mit Hilfe von Aktionen erfüllt, die Spaß machen. Auf diese Weise können die Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Wissen ausbauen und das mathematische Denken entwickeln.".

#### Das Verhalten der Schülerinnen und Schüler beschreibt sie so:

"Ich war überrascht, dass alle Schülerinnen und Schüler Interesse und Bereitschaft gezeigt haben mitzumachen – vor allem diejenigen, die sonst die meisten Lernschwierigkeiten in Mathematik hatten.".

Die folgenden Bilder zeigen den Enthusiasmus und das Engagement der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit den Hands-on-Experimenten. Diese Begeisterung war durch das gesamte Projekt hindurch stets spürbar.

## Würfelexperimente



Bei den Würfelexperimenten entstanden viele verschiedene Spiele.

## **Logische Labyrinthe**



Ein riesiges logisches Labyrinth: Die Kinder hatten viel Spaß beim Lösen des Labyrinths.

Viele bunte Dreiecke





Parkette entdecken

## Bandornamente



Herstellung von Bandornamenten

#### Der mathematische Fußball





Die Kinder bauen einen MiMa-Fußball.

## Mathematik der Bienenwabe





Die Konstruktion der MiMa-Waben – machen Bienen das wohl genauso?

#### **Der Löwe**



Die Kinder entdecken die Software *Der Löwe*.

## Eine mathematische Entdeckungstour



Unsere mathematische Entdeckungstour hat viele schöne Orte besucht.

**Der Planetenweg** 





Eine Sonne wird gebaut.

## Sonnenuhren



Wie und warum funktioniert eine Sonnenuhr?



Die Uhrzeit auf einer aufgebauten Sonnenuhr ablesen

## Kapitel 4: Die MiMa-Ausstellungen

#### Überblick

Ein Highlight des MiMa-Projekts waren die Ausstellungen, die in allen fünf Partnerländern durchgeführt wurden. Bezüglich der Form der Ausstellung gab es große Unterschiede zwischen den Präsentationen der Ergebnisse der Kinder in den einzelnen Ländern. Es gab sowohl landesweite Ausstellungen, an denen sich alle Schulen eines Landes beteiligt haben als auch Schulen, die jeweils eigene Ausstellungen organisierten. Manchmal wurden auch beide Optionen unabhängig voneinander realisiert. Auch wenn die Ausstellungen selbst sehr verschieden waren, alle hatten eine Gemeinsamkeit: Die Kinder waren die Experten und erklärten Besucher, wie sie ihre Objekte hergestellt hatten und welche Mathematik dahinter steckt.

Das Ziel des MiMa-Projekts wurde in allen Partnerländern erreicht: Die Kinder haben ihre Resultate fröhlich vorgestellt und enthusiastisch von ihren Erfahrungen berichtet. Jeder konnte sehen, wie viel Arbeit und Engagement die Lehrerinnen und Lehrer in das Projekt investiert haben, um ihren Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu bieten, eine so schöne Ausstellung präsentieren zu können. So war es keine Überraschung, dass neben den Kindern und ihren Lehrkräften auch viele Eltern, Geschwister und Freunde kamen, um sich die Ausstellung anzuschauen und die Erklärungen der Kinder zu hören.

Im Folgenden zeigen wir einige Eindrücke der einzelnen Ausstellungen:

## **England**



Die Präsentation der Mathematischen Entdeckungstour





Bunte Mathematische Fußbälle

Lösung eines Logischen Labyrinths

MiMa hat viel mehr Spaß gemacht als mit einem Lehrbuch zu arbeiten. Man musste wirklich überlegen, was man nun gerade tut – oder man hat es falsch gemacht. Es war außerdem eine gute Möglichkeit, um sein Gehirn aufzuwecken und vor einer Schulstunde etwas zu arbeiten... Insgesamt finde ich, das Projekt war eine großartige Idee und ich würde empfehlen, dass man daran teilnimmt oder seinem Lehrer davon erzählt. (englischer Schüler)

Die Kinder haben die Aspekte des Problemlösens bei den Logischen Labyrinthen sehr genossen. Sie hatten Freude daran, eigene Aufgaben so komplex wie möglich zu gestalten und sie dann mit den anderen Kindern zu teilen. (englische Lehrerin)

#### **Deutschland**



Präsentation der Planeten unseres Sonnensystems



Viele hunte Dreiecke



Schülerinnen und Schüler zeigen eine echte Bienenwabe und ihr Model

Marie ist eine intelligente und eloquente Schülerin, aber Mathe war immer ihr am wenigsten geliebtes Fach. Während des Projekts aber ist sie der Geometrie geradezu verfallen. Sie hat sich sogar freiwillig gemeldet, diese Aktion vorzustellen. Und so war es nicht nur bei ihr. (deutscher Lehrer)

Es ist faszinierend, was wir als Familie durch das MiMa-Projekt gelernt haben. Das Universum und die Entfernungen zwischen den Planeten waren tagelang Thema Nummer eins beim Abendessen. (deutsche Mutter)

#### Ungarn



Die letzten Vorbereitungen für die Vielen bunten Dreiecke



Präsentation der verschiedenen Parkette



Ein begehbares Logisches Labyrinth

Es war sehr aufschlussreich, den Kindern dabei zuzusehen, wie sie an Probleme herangegangen sind (auch an organisatorische) und Lösungsideen diskutiert haben. Während der Ausstellung haben sie clevere und ausgewertete Arbeiten präsentiert und ihren Aufgaben viel Aufmerksamkeit geschenkt. (ungarische Lehrerin)

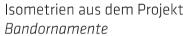
Die Kinder haben mich gefragt, ob wir das Brettspiel, das wir entwickelt hatten, behalten und noch einmal damit spielen könnten. (ungarischer Lehrer)

#### Italien



Die Europaflagge aus Bienenwaben







Kinder erklären ihr *Logisches Labyrinth* 

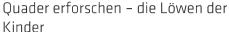
Während des Projekts habe ich mit großer Freude beobachtet, dass die Kinder, die sonst meist schüchtern sind, die Situationen gemeistert haben und die unterschiedlichen Phasen mit Selbstbewusstsein und den richtigen Vokabeln beschreiben konnten. (italienischer Lehrer)

## **Portugal**



Kinder staunen über den Mathematischen Fußball







Die verschiedenen Operationen bei den *Bandornamenten* 

Dieses Projekt hat geholfen, den Schülerinnen und Schülern die Inhalte des Lehrplans zu vermitteln und ihnen Aspekte der realen Nutzbarkeit von Mathematik im alltäglichen Leben zu zeigen. (portugiesische Lehrerin)

Lehrerin, können wir auch noch andere geometrische Körper trunkieren und andere Figuren untersuchen? (Viertklässler aus Portugal)

Ein Kind namens Francesco war so begeistert von den Parketten und den Arbeiten von M. C. Escher, dass er beschlossen hat, sich selbst Frescher zu nennen. (italienische Lehrerin)

Die Schülerinnen und Schüler haben großes Vergnügen an der Erforschung der Geometrie gezeigt, während sie geometrische Figuren und Körper aus Polydron-Teilen gebaut haben – vor allem ein Schüler mit dem Asperger-Syndrom hatte große Freude.

Normalerweise zeigt er keinerlei Interesse an irgendwelchen Aktivitäten oder daran, eine Verbindung mit den anderen Schülerinnen und Schülern aufzubauen. Aber bei dieser speziellen Aktion hat er mit seinen Mitschülern interagiert.

(portugiesischer Lehrer)

## **Kapitel 5: Ausblick**

Für die Fortsetzung des MiMa-Projekts haben wir viele Zukunftspläne. Einige sind fest geplant und andere eher noch Wunschträume. Als Projektpartner haben wir enorm von unserer Teilnahme am Projekt profitiert und haben uns fest vorgenommen, unser starkes zwangloses Netzwerk weiter zu pflegen über individuelle E-Mails und Gruppenmails, über die offene Facebookseite und hoffentlich auch über persönliche Begegnungen in unseren Ländern und auf Mathematikdidaktik-Konferenzen. Wir haben bereits darüber gesprochen, auf die Stärken von MiMa und unserem eingespielten Teamwork aufzubauen und ein neues Projekt ins Leben zu rufen. Vielleicht organisieren wir ein Projekt mit Schülerinnen und Schülern anderer Altersklassen und zu anderen mathematischen Themen oder wir arbeiten mit Lehrerinnen und Lehrern, um deren mathematisches Fachwissen zu vertiefen und weiterzuentwickeln. Viele der MiMa-Lehrerinnen und Lehrer haben schon konkrete Pläne gemacht, um MiMa fortzusetzen. Einige von ihnen möchten das, was sie gelernt haben, auf jüngere Schülerinnen und Schüler ausweiten. Andere möchten MiMa-Fortbildungen für die Lehrerinnen und Lehrer benachbarter Schulen anbieten. Wieder andere möchten zusammenarbeiten. um noch mehr MiMa-Unterrichtsprojekte zu entwickeln. Es existieren auch Pläne, die MiMa-Ausstellung zu einem festen Termin in jedem Schuljahr zu machen. Ihnen allen gemeinsam ist die Absicht, mit ihren Kindern weiter mit der MiMa-Methode zu arbeiten. Wir hoffen, dass es manchen der Partner gelingt, finanzielle Mittel zu finden, mit denen sie die breite Vielfalt von Aktivitäten auf nationaler Ebene unterstützen können. Nicht zuletzt wird die MiMa-Homepage weiterhin als frei zugängliches Archiv für alle Veröffentlichungen zur Verfügung stehen. Dies beinhaltet die Richtlinien, die die pädagogischen Prinzipien hinter den Projekten erläutern, die Fortbildungsmaterialien und die Newsletter und Presseinformationen aus verschiedenen Phasen des Projekts. Außerdem wird das MiMa-Handbuch bereitgestellt, das einerseits die zehn Einzelprojekte im Detail vorstellt und andererseits sowohl die Mathematik, die die Kinder dabei entdecken, als auch Vorschläge, wie man die Projekte in den Unterricht einbindet, enthält. Darüber hinaus können Materialien zur Unterstützung der Lehrerinnen und Lehrer, bestehend sowohl aus Bastelvorlagen als auch aus mathematischen Hintergrundinformationen, zehn Anleitungsvideos zu den Projekten, eine digitale Version dieser Publikation und eine Reihe weiterer Materialien auf der Homepage gefunden werden. Es wird Verlinkungen zu dieser Website in diversen nationalen Foren geben und wir hoffen, auf diese Weise den Geist des MiMa-Projekts lebendig zu halten.

Eine der Schülerinnen zeigte großes Interesse an den Bandornamenten, die eine sehr wichtige Herausforderung für sie waren, weil diese Aufgabe ihr geholfen hat, ihr Problem der Legasthenie zu überwinden. (portugiesischer Lehrer)

> Seitdem wir mit dem Projekt Viele bunte Dreiecke begonnen haben, verwenden die Schülerinnen und Schüler eine viel präzisere mathematische Sprache. (portugiesischer Lehrer)

Lustig! Wir bauen Bienenwaben mit Mathe. (portugiesischer Schüler)

Ich habe zuvor nie bemerkt, dass es überall um uns herum Symmetrien gibt. Ich dachte, sie seien nur in Spiegeln zu finden... (portugiesischer Schüler)

## Kapitel 6: Die MiMa-Partner

#### **Eotvos Lorand Universität, Ungarn**

Die ELTE ist die größte Universität in Ungarn und wurde 1635 gegründet.

Das Zentrum der Mathematikdidaktik ist Teil des mathematischen Instituts (vor einigen Jahren geleitet von László Lovász). Neben der Lehrerausbildung und anderen Mathematikkursen sind wir auch in der Forschung tätig. Die Forschungsfelderreichenvonder Grundlagen forschung zum Mathematikunterricht bis zur Koordination von Computerarbeit und Hands-on-Aktivitäten. Außerdem werden sowohl Möglichkeiten erforscht, um Schülerinnen und Schülern aus Familien mit geringem sozioökonomischem Status das Lernen in der Schule zu erleichtern als auch die Geschichte der Mathematik von einer didaktischen Perspektive aus betrachtet. Die Früchte unserer Forschungsarbeit erreichen unsere Studierenden sehr schnell als Bestandteile von Wahlfächern und werden später in den regulären Lehrplan aufgenommen.

#### Mathematikum, Deutschland

Das Mathematikum ist das erste Science Center für Mathematik auf der Welt. Es wurde im Jahr 2002 von Professor Albrecht Beutelspacher gegründet und befindet sich in Gießen in der Mitte Deutschlands.

Die Ausstellung zeigt über 170 Exponate, durch die die Besucher faszinierende mathematische Effekte entdecken können. Die Besucher können sich im Lösen von Knobelspielen versuchen, verschiedene Experimente mit Spiegeln ausprobieren, Brücken bauen und noch vieles mehr. Es gibt sowohl Exponate zu allen Bereichen der Mathematik als auch solche, die mit anderen Disziplinen verbunden sind – zum Beispiel mit Physik, Musik oder Kunst.

Die Ausstellung war verblüffend.
Auch die Kleineren hatten Spaß an unseren Sachen.
Es war "wow"!
(portugiesischer Schüler)

Diese handlungsorientierten und den Geist anregenden Experimente bieten vielen Menschen einen neuen Zugang zur Mathematik. Die größten Besuchergruppen sind Schulklassen (aller Jahrgangsstufen) und Familien. Doch auch professionelle Mathematiker werden neue und überraschende Dinge finden. Im Jahr 2009 wurde das Mini-Mathematikum als ein spezieller

Bereich des Mathematikums für kleine Besucherinnen und Besucher eröffnet. Die gemütliche Atmosphäre lädt Kinder im Alter von vier bis acht Jahren ein, die Mathematik auf ihre eigene Art und Weise zu entdecken. Hier sind alle Exponate auf die Bedürfnisse der jüngeren Kinder abgestimmt.

Das Schülerfeedback war, dass es einfacher geworden sei, Inhalte zu erfassen und aus diesem Grund werden wir die MiMa Experimente im kommenden Schuljahr wieder einsetzen – inklusive der Bandornamente. (portugiesischer Lehrer)

Neben der Ausstellung engagiert sich das Mathematikum in vielen unterschiedlichen Projekten, um Mathematik einer breiteren Öffentlichkeit – und vor allem Kindern und Jugendlichen – näher zu bringen.

Insbesondere die diversen Wanderausstellungen vermitteln vielen Menschen ein neues Bild der Mathematik.

#### P3 Poliedra Projects in Partnership, Italien

P3 Poliedra Projects in Partnership ist der Koordinator des MiMa-Projekts. Das Unternehmen wurde im Jahr 2010 gegründet und ist eine Vereinigung von professionellen Beraterinnen und Beratern mit langjähriger Erfahrung in den folgenden Bereichen: Europäische Projektplanung / Design, Projekt- und Finanzmanagement, Projektphasenmanagement, partizipative Planung und berufliches Training. Alle P3-Mitglieder sind in das MiMa-Projekt eingebunden; drei von ihnen sind vom PMI-Institut zertifizierte PMP® (Projektmanager).

## **Sheffield Hallam University, England**

Das Bildungszentrum für Mathematik an der Sheffield Hallam Universität hat einen internationalen Ruf auf seinem Gebiet und unser Team führt ein breites Spektrum von Aktivitäten durch, in die es eine Fülle von Erfahrungen einzubringen hat. Das Institut arbeitet an der Lehrerausbildung, an Lehrerfortbildungen, Projekten zur Lehrplanentwicklung, Aktivitäten mit Schülerinnen und Schülern, an Lehre und Kontrolle der Studierenden auf Bachelor-, Master-und Doktorandenebene, und an der Forschung zum Mathematikunterricht. Mit allem "was wir tun, möchten wir unseren Zielen näherkommen: Wir wollen die Bereicherung des Lernens von Mathematik erreichen und Inspirationen für einen kreativen Mathematikunterricht vermitteln.

Aus unserem Bildungszentrum für Mathematik sind drei Mitarbeiter am MiMa-Projekt beteiligt: Dr. Gill Adams arbeitet vor allem in der Lehrerausbildung; Colin Jackson beschäftigt sich mit Fragen der sozialen Gerechtigkeit im Mathematikunterricht und Professorin Hilary Povey, die ebenfalls zu diesem Thema forscht, verfügt zudem über umfangreiche Erfahrung bei Innovationen des Mathematiklehrplans. Das vierte Mitglied unseres Teams ist Jan Hedge, der als Grundschullehrer arbeitet.

#### Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Das Institut für Mathematik des Fachbereichs Wissenschaft und Technologie an der Universidade NOVA de Lisboa hat neben seiner didaktischen Arbeit auch ein großes Interesse daran, sich der breiten Öffentlichkeit zu öffnen und verschiedene übergreifende Initiativen zu entwickeln und zu fördern.

Mit MiMa haben wir mehr als Mathematik gelernt.
Wir haben gelernt, als Team zu arbeiten und immer zu versuchen, noch weiter zu gehen.
(portugiesische Klasse)

Das MiMa-Team besteht aus folgenden Assistenzprofessoren des NOVA-Instituts für Mathematik: Fátima Rodrigues, Gracinda Rita Guerreiro, Maria do Céu Soares, Nelson Chibeles Martins und Susana Baptista. Im Jahr 2007 haben wir - basierend auf unseren Erfahrungen als Lehrkräfte und Multiplikatoren von Mathematik – den ClubeMath ins Leben gerufen. Dies ist ein Mathe-Club für Schülerinnen und Schüler im Alter von 11 bis 18 Jahren. 2011 haben wir den Club auf 6- bis 18-Jährige ausgeweitet. Mathematik wird hier in einem spielerischen und entspannten Kontext präsentiert. Mit Hilfe von Hands-on-Aktivitäten werden Herausforderungen gemeistert und Probleme gelöst. ClubeMath will bei Schülerinnen und Schülern das Lernen von Mathematik und den Spaß daran fördern. Wir sind der Ansicht, dass die handlungsorientierten Aktivitäten, die im ClubeMath angeboten werden, von entscheidender Bedeutung für die Übertragung der mathematischen Kenntnisse sind und zur effektiven Konsolidierung der Fähigkeiten an jedes Bildungsniveau angepasst werden können (einschließlich an das universitäre Level).

Das Team veranstaltet außerdem spielerische mathematische Aktivitäten für Familien, die die Schülerinnen und Schüler als soziales Umfeld vornehmlich

beeinflussen. Viele verschiedene und speziell auf Schulen ausgerichtete Aktionen werden ebenfalls organisiert; zum Beispiel werden Schülerinnen und Schüler an die Universität eingeladen und Lehrerinnen und Lehrer können an Fortbildungen teilnehmen. Wir sind darüber hinaus an verschiedenen übergreifenden Veranstaltungen für die breite Öffentlichkeit beteiligt, so zum Beispiel an der Organisation von Tagungen, von mathematischen Ausstellungen und an der Entwicklung von mathematischen Spielen.

Mein Schüler sagte: "Können wir im Klassenraum weiter arbeiten und nicht raus auf den Spielplatz gehen? Keine weiteren MiMa-Experimente...?! Wir könnten in der Mittagspause weiter machen..."

(portugiesischer Lehrer)

## Università degli Studi di Perugia, Italien

Das Institut für Mathematik und Informatik der Universität von Perugia arbeitet mit dem Nazionale Piano Lauree Scientifiche zusammen, um neue und verknüpfende Ansätze der Mathematikdidaktik zu verbreiten.

Das Herz dieser Aktivitäten bildet die Galleria di Matematica. Dies ist eine Dauerausstellung von mathematischen Objekten, die im Polo Museale Universitario in Casalina (Deruta-Perugia) zu sehen ist. Die Ausstellung wurde von Emanuela Ughi entwickelt und realisiert. Die Exponate wurden meist aus sehr einfachen Materialen (wie z.B. Holz, Plexiglas, Wolle oder Pappe) gefertigt und sollen angefasst, bewegt und zerlegt werden, um geometrische Bilder zu zeigen oder mathematische Ideen, Lehrsätze und Rechenregeln zu vermitteln.

Die Sammlung der Galleria di Matematica wächst stetig um weitere Objekte mit neuen didaktischen Anregungen an und bezieht auch Studierende der Universität mit ein, die Objekte herstellen. Außerdem werden viele zusätzliche Aktionen organisiert, um den Ansatz "vom Konkreten zum Abstrakten" bekannt zu machen und zu fördern. Hierzu zählen Wanderausstellungen, Shows, Tagungen, Lehrerfortbildungen und die Herausgabe von Büchern und Lehrmaterialien speziell für Kinder mit besonderen Lernanforderungen (wie z.B. Blinde, Gehörlose und Kinder mit Dyskalkulie oder kognitiven Problemen).







Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Project n. 539872-LLP- 1-2013- 1-IT-COMENIUS-CMP

#### Partners













