# MINT 21

AN BAYERISCHEN REALSCHULEN

# P R A X I S I M P U L S E

Ich finde an MINT toll, dass die jungen Schülerinnen und Schüler begeistert bei der Sache sind und so spielerisch und fast nebenbei erste wichtige Erfahrungen mit Naturwissenschaften sammeln. (Alexandra Betz, Lehrerin)

# INHALTSVERZEICHNIS


3 Grußworte
8 Ziele, Maßnahmen, Ergebnisse
12 Dem Fachkräftemangel entgegen – MINT21 an Realschulen

MINT21-Anwendungsbeispiele
17 ■ Naturwissenschaftliches Arbeiten
23 ■ Robotik
29 ■ Genderspezifischer Unterricht
33 ■ Profilklassen
41 ■ Kooperationen
57 ■ MINT-Tage, Projekttage, MINT-Aktionen bei Schulveranstaltungen
67 ■ Wettbewerbe

68 Impressionen vom MINT21-Workshop 2015
74 Exkurs: Mathematik und Zahlenmagie
84 MINT21-Projektschulen
86 Gewinnerschulen
88 Auswahl weiterer MINT21-Projekte
90 MINT-Konkret
92 Impressum

# GRUSSWORTE

## Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst

Eine enge Verzahnung von Theorie und Praxis ist das Markenzeichen für den Unterricht an bayerischen Realschulen. Der Realschulabschluss eröffnet den Schülerinnen und Schülern vielfältige Bildungswege bis hin zur Hochschulreife. Mit dem Qualitätsentwicklungsprogramm Initiative „Realschule 21“ wird die bayerische Realschule ihrem Anspruch gerecht, ihr eigenständiges Bildungsprofil weiter auszubauen. Ein besonders gelungenes Vorhaben in diesem Kontext ist die MINT$^{21}$-Initiative.

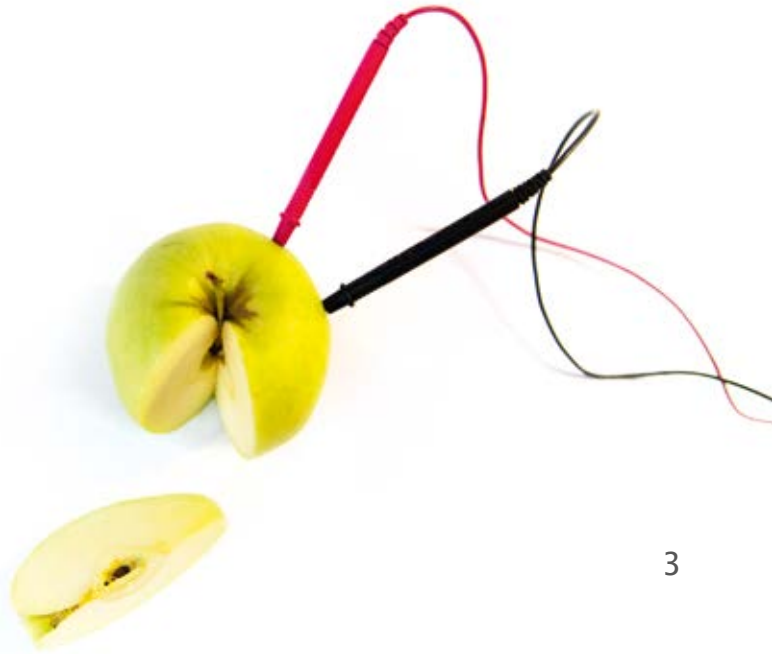
Dem MINT-Bereich kommt im Hinblick auf die Allgemeinbildung sowie die Ausbildungs- und Beschäftigungsmöglicheiten von künftigen Realschulabsolventinnen und -Absolsolventen eine besondere Bedeutung zu.
Insgesamt 68 staatliche, kommunale und private Realschulen, organisiert in regionalen MINT$^{21}$-Netzwerken, entwickeln und erproben MINT-Fördermaßnahmen, um naturwissenschaftliches Denken als Teil der Lebens- und Erfahrungswelt junger Menschen zu etablieren und ihre MINT-Kompetenzen zu stärken. Dieses MINT-Förderprogramm richtet sich dezidiert auch an Mädchen, die in MINT-Berufen vielfach noch unterrepräsentiert sind.

Regionale MINT-Koordinatorinnen und -Koordinatoren leisten für die Realschulen, die ihr bestehendes MINT-Profil ausbauen oder ihre bisherige MINT-Förderung optimieren wollen, wertvolle Unterstützung. Dazu gehören auch

regelmäßige Fortbildungen in den Aufsichtsbezirken der Ministerialbeauftragten, die der Weitergabe der von den MINT21-Netzwerkschulen gewonnenen Expertise dienen. Ferner gibt eine Datenbank im Bayerischen Realschulnetz Auskunft über alle im Zuge der MINT21-Initiative durchgeführten MINT-Fördermaßnahmen, einschließlich geeigneter Ansprechpartner. Alle interessierten Realschulen können so, gestützt auf Vorerfahrungen aus erster Hand, MINT-Fördermaßnahmen passgenau und bedarfsgerecht übernehmen und profitieren auf diese Weise von kollegialem Wissenstransfer.

Durch die MINT21-Initiative ist es gelungen, die MINT-Förderung in der Realschullandschaft strukturell zu verankern und zu verstetigen. Ich bedanke mich bei allen Mitwirkenden, die zu diesem Erfolg beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. und dem Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V. für deren tatkräftige Unterstützung und fruchtbare Kooperation.

Dr. Ludwig Spaenle

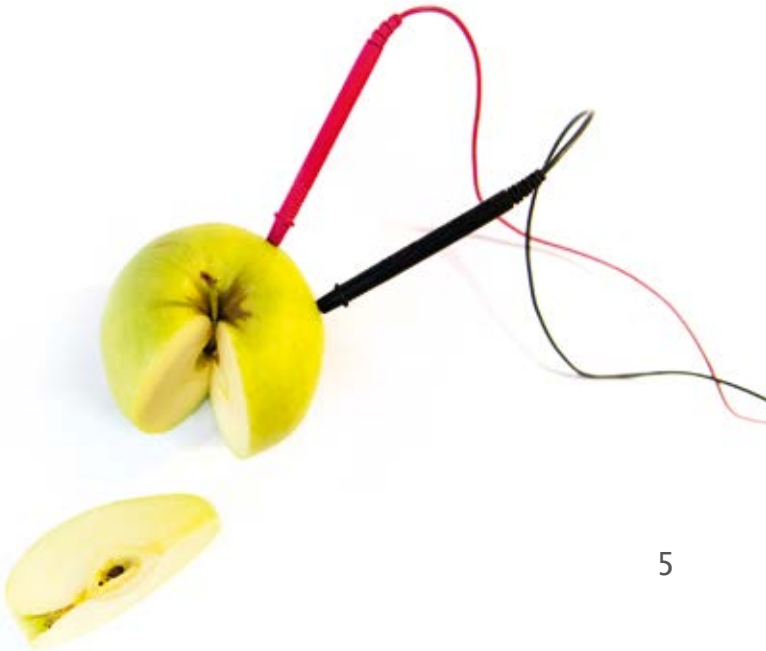


## vbw - Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.

Bildung ist für die Wirtschaft ein zentrales Thema. Mit dem Ziel, die Bildungsqualität zu steigern, die Bildungsbeteiligung zu erhöhen und die Partizipationsgerechtigkeit anzuheben, führen die vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. und die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber bayme vbm zielgerichtet Projekte durch, zum Teil in Zusammenarbeit mit Partnern. Dies geschieht auch vor dem Hintergrund der notwendigen Fachkräftesicherung, die laut der vbw Studie „Arbeitslandschaft 2040“ strategische Herausforderung und Voraussetzung für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland ist.
Absolventinnen und Absolventen bayerischer Realschulen haben sehr gute Chancen auf dem Ausbildungsstellenmarkt und erhalten zudem die Möglichkeit, über die Berufsausbildung den Weg an die Hochschule einzuschlagen. Durch die MINT21-Initiative an Bayerischen Realschulen wird das Alleinstellungsmerkmal dieser Schulart als wichtigste Zubringer-Schule für den berufsbildenden Weg zur Hochschule gestärkt. Die beteiligten Schulen können sich zukunftsfähig positionieren. Die Erhöhung der Übertrittszahlen in die Wahlpflichtgruppe I (mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Bereich) an MINT21-Netzwerkschulen verdeutlicht, dass

es gelingen kann, durch spannende Unterrichtsmodule und flankierende Projektmaßnahmen junge Menschen für die MINT-Fächer zu begeistern und eine positive Einstellung zu MINT-Themen zu erreichen.
Neben der qualitativen Verbesserung des MINT-Unterrichts ist uns die genderspezifische Förderung, die das Interesse speziell von Mädchen für MINT-Fächer wecken soll, ein besonderes Anliegen.
Schülerinnen und Schüler, die spielerisch und praxisnah ihre MINT-Kompetenzen entdecken und entwickeln, entscheiden sich bewusster für einen spezifischen Ausbildungsweg oder ein Studium in diesem Bereich. Mittelfristig wird damit auch der immer noch zu hohen Studienabbruchquote in den MINT-Fächern entgegen gewirkt.
Wir freuen uns, durch die Unterstützung der MINT21-Initiative an Bayerischen Realschulen dazu beizutragen, das Interesse junger Menschen für die faszinierende und zukunftssichere MINT-Welt zu fördern.

Bertram Brossardt

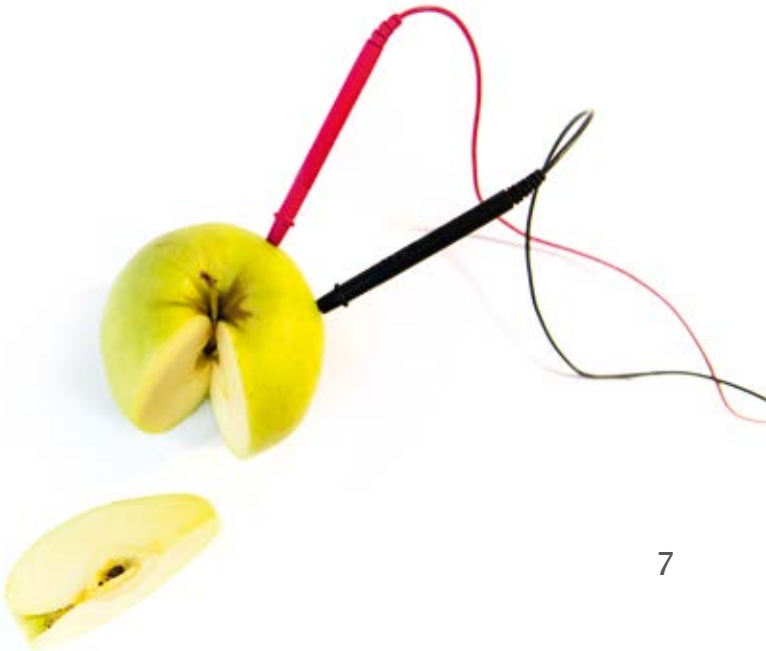


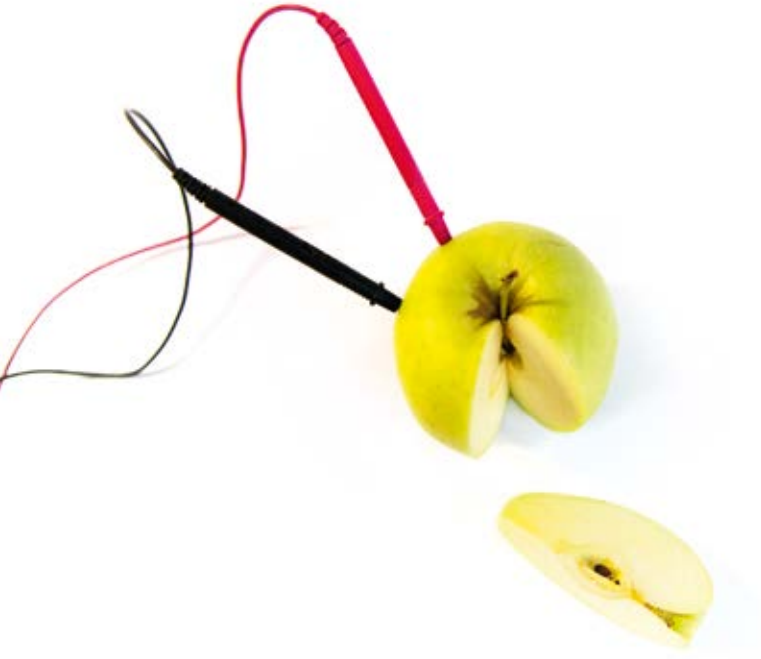
## Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.

Wir sind der Überzeugung, dass Bildung einen Wert an sich darstellt und als solide Basis für die persönliche Weiterentwicklung dient. Aus diesem Grund fördert die bbw-Gruppe die soziale, berufliche und ökonomische Bildung und hält ein breitgefächertes Angebot an Projekten für verschiedene Zielgruppen bereit. Unser besonderes Augenmerk gilt dem Übergang von der Schule ins Arbeitsleben bzw. von der Schule an die Hochschule.
Bei der MINT21-Initiative an Bayerischen Realschulen handelt es sich um ein praxisnahes Bildungsprojekt, bei dem der Brückenschlag zwischen Schule und Wirtschaft beispielhaft gelingt. Junge Menschen werden über den MINT-Unterricht hinaus für die Relevanz der naturwissenschaftlichen Fächer auch im Alltag sensibilisiert und können unter Anleitung ihrer kompetenten Lehrkräfte beim praktischen Arbeiten und Experimentieren etwaige Berührungsängste abbauen. Zahlreiche durchgeführte Projekte enthalten auch eine starke berufsorientierende Komponente, womit der Erfordernis Rechnung getragen wird, Schülerinnen und Schüler auf die wachsenden Anforderungen der Bildungs- und Berufslandschaft des 21. Jahrhunderts vorzubereiten.

Die Schulen des MINT21–Netzwerks verstehen es, verschiedene Maßnahmen zur Förderung der MINT-Kompetenzen abgestimmt auf ihre Bedürfnisse vor Ort umzusetzen und nachhaltig einzusetzen. Der Modellcharakter vieler Projekte erlaubt den Know-how-Transfer und den Ausbau von Expertenwissen. Die ausgezeichneten Aktivitäten der MINT21-Förderpreisträger entfalten nicht zuletzt auch mediale Breitenwirkung und tragen somit insgesamt zur Stärkung dieser Schulart bei. Der Erfolg der MINT21-Initiative an Bayerischen Realschulen spricht für sich. Wir danken den engagierten Netzwerkschulen, die als Wegbereiter für eine Aufwertung und nachhaltige Etablierung der MINT-Fächer fungieren.

Anna Engel-Köhler





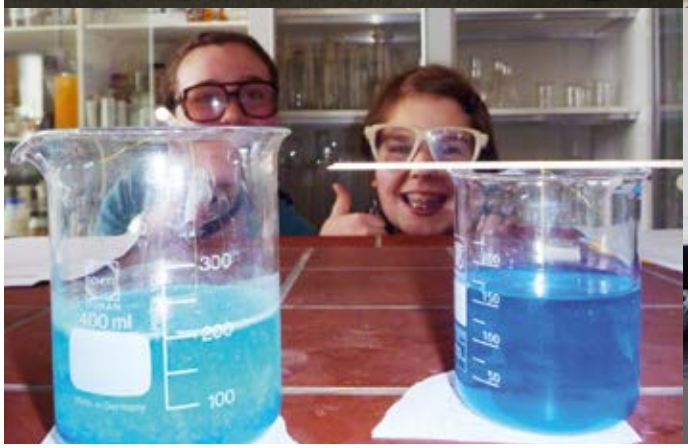
Die MINT21-Initative ist ein wesentlicher Baustein der vom Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst getragenen Initiative „Realschule 21“. Sie dient der Schärfung des besonderen Profils bayerischer Realschulen und trägt zu einer zukunftsfähigen Positionierung dieser Schulart bei. Das Vorhaben wird in Kooperation mit bayme vbm – Die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber, der Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. (vbw) und dem Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V. (bbw) durchgeführt.
Die Initiative MINT21 setzt auf die Gestaltungskraft und Kreativität der Realschulen vor Ort und möchte regionale Strukturen stärken und etablieren. In acht Netzwerken entwickeln und erproben Modellschulen Maßnahmen zur Förderung des Nachwuchses in den MINT-Fächern (Mathematik, Informationstechnologie, Naturwissenschaften, Technik). MINT21-Koordinatorinnen und -Koordinatoren unterstützen die Schulen, die eigene MINT-Kompetenzen aufbauen oder bisherige MINT-Erfahrungen optimieren wollen. Neben einer qualitativen Verbesserung des Unterrichts wird eine Steigerung der Schüleranzahl im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Wahlpflichtbereich angestrebt.

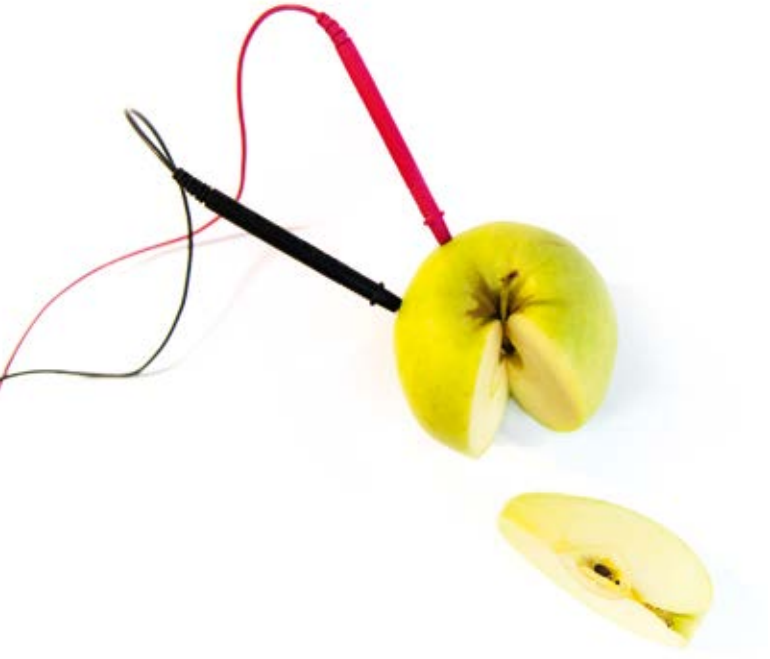
Zu Projektbeginn im Jahr 2010 umfasste das MINT21-Netzwerk 32 Realschulen, die ihre Maßnahmen zur Implementierung von MINT-Themen in Eigenregie durchführten. In einer weiteren Etappe wurden die Projekte hinsichtlich ihrer Zielerreichung evaluiert und von den Schulen vor dem Hintergrund spezifischer Schul-Bedürfnisse und ihres potentiellen Modellcharakters adaptiert. Daraus resultierte ein Leit-

faden, in dem eine Vielzahl an MINT-Projekten zu bestimmten Formaten zusammengefasst ist. Er stellte nicht nur für die neuen Projektschulen, in den Schuljahren 2013/2014 und 2014/2015 kamen insgesamt weitere 36 Realschulen hinzu, sondern für alle interessierten bayerischen Realschulen eine Handreichung mit konkreten und bewährten Anwendungsbeispielen und Informationen zum Thema MINT-Förderung dar.

Seit 2011 wird jährlich ein MINT[21]-Preis für besonders gelungene Maßnahmen an Netzwerkschulen verliehen. Ausgezeichnet werden im Rahmen einer öffentlichkeitswirksamen Veranstaltung acht Projekte – je eines aus jedem bayerischen Schulaufsichtsbezirk. Sie illustrieren beispielhaft, wie bei jungen Menschen das Interesse an MINT geweckt und gefördert werden kann, eine Entwicklung, die auch an erhöhten Übertrittzahlen in die Wahlpflichtgruppe I ablesbar ist.
Die Anzahl der MINT[21]-Netzwerkschulen ist mittlerweile auf 68 angewachsen, womit die ursprünglich angestrebte Zielgröße erreicht ist. Nun gilt es, die Qualität der MINT-Maßnahmen nachhaltig zu sichern und den weiteren Transfer von MINT-Expertenwissen zu gewährleisten. Bisherige Modellschulen können ihre Expertise als „MINT-Kompetenzzentrum“ einbringen, neuere Projektschulen erhalten Unterstützung und Anregungen bei Fortbildungsveranstaltungen, Fachtagungen und Netzwerktreffen.

Die vorliegende Broschüre präsentiert Schlaglichter der MINT[21]-Initiative und ergänzt den bestehenden MINT-Maßnahmenkatalog um zusätzliche anschauliche Umsetzungsbeispiele aus der Schulpraxis. Die vorgestellte Bandbreite an Projekten zur Förderung von MINT-Kompetenzen dient allen bayerischen Realschulen als Impuls und Orientierung für die Ausgestaltung ihrer eigenen MINT-Förderkonzepte. Gleichwohl verdeutlichen die ausgewählten Maßnahmen, wie es gelingen kann, bei Jugendlichen eine positive Einstellung zu MINT-Themen zu erreichen und sie für die faszinierende und zukunftssichere MINT-Welt zu sensibilisieren. Gerade die vielfach praktizierte Vernetzung von Schulen mit regionalen Unternehmen trägt dazu bei, Realschülerinnen und Realschüler bei ihrer Berufsorientierung zu unterstützen – eine unerlässliche Bedingung für eine erfolgreiche (Aus-)Bildungs- und Arbeitsbiografie.





„Die deutsche Bevölkerung schrumpft und altert. Diese nicht mehr wirklich überraschende Erkenntnis hat erhebliche Auswirkungen auf die künftige Struktur des Arbeitsmarkts. (…) In Bayern wird sich bis zum Jahr 2020 ein Fachkräftemangel in Höhe von ca. 230.000 Personen ergeben.“ (Arbeitslandschaft 2040, Eine vbw Studie, erstellt von der Prognos AG, 2015)

Um diesem Fachkräftemangel in Naturwissenschaft und Technik entgegenzuwirken, startete im Jahr 2010 die MINT21-Initiative an Bayerischen Realschulen. Die Resultate können sich sehen lassen, wie die jüngste wissenschaftliche Evaluation des Projekts zeigt. An den Projektschulen ist – dem allgemeinen Trend entgegen – eine signifikante Zunahme der Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlich-technischen Zweig beobachtbar. Ein wichtiges Ziel von MINT21 wurde somit erreicht. Bleibt zu hoffen, dass sich die Begeisterung der jungen Leute für Naturwissenschaft und Technik auch bei der Berufswahl fortsetzen wird. MINT21 wäre so ein wichtiger Baustein zur Förderung des Fachkräftenachwuchses in Bayern.

## KONZEPTION

Die MINT21-Initiative an bayerischen Realschulen wurde im September 2010 vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus (jetzt Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus Wissenschaft und Kunst) als Teil der Qualitätsoffensive „Realschule 21“ ins Leben gerufen. Partner der Initiative sind bayme vbm – Die bayerischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber,

vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. sowie das Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V. (bbw). Vertreten werden die Partner der Initiative durch den verantwortlichen Projektleiter Dr. Andreas Hochholzer vom Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V. Inhaltlich und wissenschaftlich wird das Gesamtprojekt vom Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung ISB begleitet.

In inzwischen 68 MINT21-Netzwerkschulen werden verschiedenste Fördermaßnahmen ausgewählt und optimiert.
Im Zuge der Erprobung einzelner Maßnahmen haben sich – neben schulortspezifischen Maßnahmen – bestimmte Projektmodelle etabliert. Diese Modelle werden auch in vorliegender Broschüre aufgeführt und geben wertvolle Tipps und Anregungen für die Planung eines Projekts. Die Vielzahl der MINT-Fördermaßnahmen lässt sich zu bestimmten Formaten zusammenfassen:

1. Naturwissenschaftliches Arbeiten,
   z. B. selbsttätiges Experimentieren und Entdecken ohne Leistungserhebungen.
2. Profilklassen,
   z. B. Forscherklassen in den Jahrgangsstufen 5 und 6 mit Zusatzstunden im MINT-Bereich.
3. Genderspezifischer Unterricht,
   z. B. spezielle Wahlfächer für Mädchen, getrennter Unterricht in MINT-Fächern.
4. Robotik,
   z. B. Wahlfachangebot am Nachmittag.
5. Teilnahme an einschlägigen Wettbewerben.
6. MINT-Tage,
   z. B. öffentlichkeitswirksame Schulveranstaltungen zur Präsentation der MINT-Maßnahmen.
7. Kooperationen,
   z. B. mit anderen Schulen (auch schulartübergreifend), Fachoberschulen, Universitäten, aber auch wirtschaftlichen Betrieben.

Die durchgeführten Maßnahmen werden von den Schulen dokumentiert und evaluiert. Sie werden auf der Webseite des Bayerischen Realschulnetzes veröffentlicht, interessierte Lehrkräfte erhalten somit wertvolle Anregungen und Praxistipps (vgl. Seite 90).

## ZIELSETZUNGEN

Ziel von MINT21 ist die inhaltliche Bereicherung und Ergänzung des MINT-Unterrichts an bayerischen Realschulen. Insbesondere wird der Bezug zur Praxis- und Arbeitswelt hergestellt, um dadurch Impulse für die berufliche Orientierung zu geben. Das eigentätige Entdecken und Experimentieren ist eine wesentliche Methode innerhalb der Initiative MINT21. So sollen die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Fächer Mathematik, Informationstechnologie, Biologie, Chemie und Physik gestärkt werden.

Neben der qualitativen Verbesserung des Unterrichts wird eine Steigerung des Anteils der Schülerinnen und Schüler in der Wahlpflichtfächergruppe I (mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Bereich)

angestrebt. Besonders der Anteil an Mädchen sollte sich in dieser Wahlpflichtfächergruppe erhöhen. Grundsätzlich soll bei Mädchen wie Jungen frühzeitig und kontinuierlich das Interesse für die MINT-Fächer geweckt und gefördert werden.

## EVALUATION

Im Dezember 2013 wurde der Abschlussbericht der Evaluation von der Grundsatzabteilung des ISB vorgelegt. Nach Auswertung aller Daten kann als Fazit im Wesentlichen festgehalten werden:

- Der langjährige Trend der Verringerung des durchschnittlichen Anteils der Schülerinnen und Schüler in der Wahlpflichtfächergruppe I konnte an den MINT21-Netzwerkschulen umgekehrt werden.
- Die Initiative MINT21 führte zu einer Steigerung des durchschnittlichen Anteils der Schülerinnen und Schüler in der Wahlpflichtfächergruppe I an MINT21-Schulen.
- Die erzielte Steigerung geht jedoch aktuell auf eine positive Entwicklung bei Jungen zurück.
- Der Erfolg der Initiative MINT21 ist von der Projektlaufzeit abhängig. Im zweiten Jahr der Maßnahme zeigte sich die positive Entwicklung beim durschnittlichen Anteil der Schülerinnen und Schüler in der Wahlpflichtfächergruppe I.
- Lehrkräfte und Schülerschaft beurteilen MINT21-Maßnahmen als sehr positiv.

PROJEKTBEISPIEL

Um die Kreativität der Netzwerkschulen anzuerkennen, wird seit dem Jahr 2011 ein Förderpreis für sehr gelungene Projekte ausgelobt. Die Auszeichnung fungiert seit 2014 als MINT21-Preis. Dieser wird im Rahmen einer öffentlichkeitswirksamen Veranstaltung im Haus der Bayerischen Wirtschaft überreicht. Aus jedem Aufsichtsbezirk wird je eine herausragende MINT21-Fördermaßnahme ausgezeichnet.

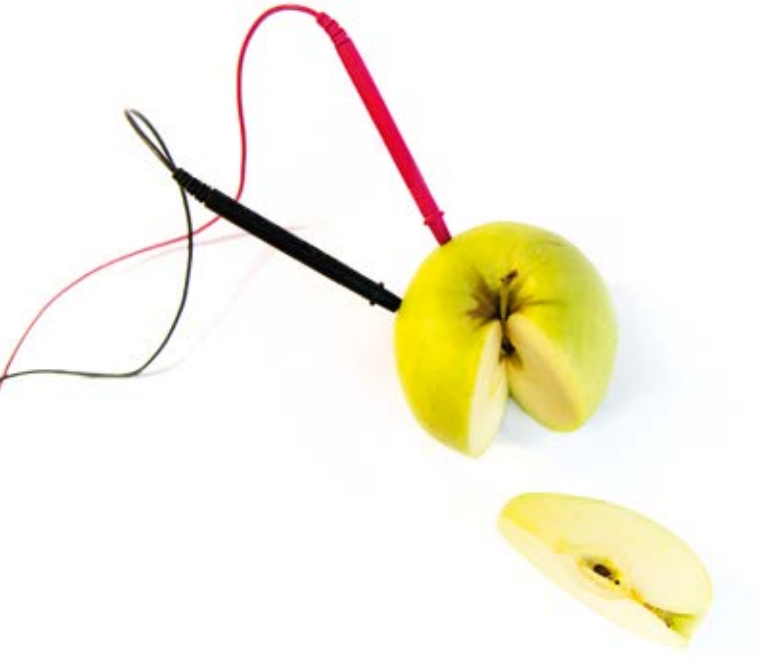
Expemparisch sei an dieser Stelle ein Projekt genannt, das 2012 zu den Preisträgern gehörte. Es handelt sich um eine MINT-Maßnahme der Staatlichen Realschule Bessenbach aus Unterfranken zum Thema „Rund um den Apfelbaum“:

Im MINT-Unterricht beobachtete die Klasse 5a über das gesamte Schuljahr hindurch das Wachstum eines Apfelbaums in der Gemeinde Bessenbach. Passend zu den Jahreszeiten konnten sich die Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Arbeitsmethoden und Experimenten aus Biologie, Chemie und Physik dem Thema nähern. Das Projekt bot Raum für vielfältiges und selbsttätiges naturwissenschaftliches Arbeiten und Forschen. Integriert wurden auch Erfahrungen zum naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess aus „Biologie im Kontext“ des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel.

Konkret befassten sich die Schülerinnen und Schüler mit verschiedenen spannenden Aspekten, die im Zusammenhang mit dem Wachsen, der Ernte und der Verarbeitung von Äpfeln stehen. Exemplarisch genannt seien einige Aktivitäten aus der umfangreichen Themenpalette: Anhand von Knospen wurden etwa in der ersten Phase verschiedene Bäume bestimmt. Die Apfelblüten erfuhren im weiteren Verlauf natürlich besonderes Augenmerk, mit dem Ziel, eigene Blütenmodelle basteln zu können. Nach der Apfelernte erfolgte die Saftherstellung: Es galt, Gärungsprozesse zu verstehen, den Nektar einzudämpfen und den Zuckergehalt des Produkts zu bestimmen. Nicht verbrauchte Äpfel wurden zu Dörrobst verarbeitet. Hervorzuheben ist auch die Teilnahme am Klimaforschungsprojekt „Apfelblütentagebuch“ von PlanetWissen (WDR).

Das Apfel-Projekt der Realschule Bessenbach ermöglicht einen lebendigen Zugang zu naturwissenschaftlichen wie ökonomischen Sachverhalten bei einer engen Verbindung von Theorie und Praxis. Von den 28 Schülerinnen und Schülern der Klasse entschieden sich im Folgejahr zehn für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig in der Realschule.

Andreas Noll, Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, ISB



Mit dem Modell „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ ergreifen die Schulen die große Chance, Beobachtungen aus Natur und Technik in einfacher Form in den Unterricht zu integrieren. In spannenden Experimenten wird alltäglich anzutreffenden Naturphänomenen und technischen Abläufen auf den Grund gegangen und Freude am naturwissenschaftlichen Arbeiten geweckt. Entscheidend ist, dass die Schülerinnen und Schüler am konkreten Objekt und nicht aus Sekundärerfahrungen lernen. Im Zentrum steht deshalb das Schülerexperiment. Geübt werden grundlegende naturwissenschaftliche Arbeitsweisen wie Beobachten, Experimentieren, Messen, Beschreiben, Auswerten, Vergleichen, Hypothesen bilden, Kategorisieren und Interpretieren, die alle im aktuellen Lehrplan verankert sind. Die Schülerinnen und Schüler trainieren dabei, konzentriert und exakt zu arbeiten. Gefördert wird das selbstständige Arbeiten, wobei auch Fehler für den Lernfortschritt genutzt werden. Die Lehrkraft fungiert als Lerncoach, d. h. sie ist verantwortlich für die Bereitstellung von Experimentiermaterialien, entsprechenden Anleitungen und berät bei Bedarf bei einzelnen Arbeitsschritten. Die Schülerinnen und Schüler können in ihrem eigenen Lerntempo individuell arbeiten und eigene Lösungen finden. Das Erfahrungslernen kommt ihrem natürlichen Forscherdrang entgegen und führt zu Interesse und Neugier an Naturwissenschaften. Der Umgang mit Materialien und Geräten aus der Erwachsenenwelt stärkt das Selbstvertrauen der Schülerinnen und Schüler. Dabei unterscheiden sich Mädchen und Jungen in keiner Weise. So wird nachhaltig eine positive Grundhaltung zu den Naturwissenschaften aufgebaut, die sich auch positiv für eine Entscheidung zur mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Wahlpflichtfächergruppe auswirkt.

# NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN

## ZIELE

Mit einer beträchtlichen Vorfreude und hoch motiviert beginnen die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5 bzw. 6 den MINT-Unterricht. Oft wiederholen sie Experimente zuhause und erfahren von Eltern und Freunden eine Wertschätzung ihrer neuen Fähigkeiten, die sie mit Stolz erfüllt. Die erworbenen Kompetenzen stehen in den folgenden Schuljahren zur Verfügung, bilden ein Fundament für naturwissenschaftliches Arbeiten und erhöhen die Bereitschaft, sich auch mit komplexeren technischen Problemstellungen auseinander zu setzen. Gerade Mädchen können Vorbehalte gegenüber der Technik wirksam abbauen und trauen sich eher zu, naturwissenschaftlich zu arbeiten. Die Lehrkraft kann ihr Augenmerk auf die Förderung der Schülerinnen und Schüler legen, weil auf Leistungserhebungen verzichtet werden kann. Engagierte Lehrkräfte, die „Naturwissenschaftliches Arbeiten“ praktisch umsetzen, erhalten positive und motivierende Rückmeldungen von Schülerinnen und Schülern.
In den Jahrgangsstufen 5 und 6 kann der MINT-Unterricht in die Stundentafel eingebunden werden.

## PRAXIS

Beim „Naturwissenschaftlichen Arbeiten“ gibt es keine Zensuren. Es empfiehlt sich jedoch, besonderes Engagement der Schülerinnen und Schüler in einer Zeugnisbemerkung oder mittels einer Urkunde zu bestätigen. Grundsätzlich sind Lehrkräfte aus den MINT-Fächern (Mathematik, Physik, Chemie, Biologie, IT, Werken) beteiligt. Nur in begründeten Ausnahmefällen ist der Einsatz von Lehrkräften anderer Fachschaften erforderlich.

MINT macht mir Spaß, weil man Experimente durchführen kann, die auch nützlich sein können. (Mike, Schüler)

In der Schulpraxis werden unterschiedliche Organisationsformen umgesetzt:

1. Unterrichtsangebot MINT: 1-stündig vormittags, Lehrkräfte aus den Fächern Biologie, Physik, Chemie, IT. Der Lehrkraftwechsel erfolgt in den Parallelklassen viermal im Schuljahr. Die MINT-Stunden finden in allen Klassen in der gleichen Wochenstunde statt, so dass ein Wechsel der Lehrkraft leicht möglich ist. Am Ende des Schuljahres haben die Schülerinnen und Schüler einen interessanten Einblick in vier verschiedene Fächer bei vier verschiedenen Lehrkräften gewonnen.

2. Unterrichtsangebot MINT: 2-stündig in der Jahrgangsstufe 5, 1-stündig in der Jahrgangsstufe 6, in der Regel vormittags. Der Unterricht erfolgt genderspezifisch.

3. Unterrichtsangebot NwA (Naturwissenschaftliches Arbeiten): 1-stündig im 2. Halbjahr der Jahrgangsstufe 5 vormittags, 1-stündig im 1. Halbjahr der Jahrgangsstufe 6 nachmittags. Lehrkraftwechsel im Vier-Wochen-Rhythmus mit Lerninhalten aus den Bereichen Biologie, Physik, IT, Chemie, Robotik.

4. Unterrichtsangebot NTS (Naturwissenschaft-Technik-Sprache): 2-stündig in der Jahrgangsstufe 5. Ein Lehrertandem (Deutsch und Naturwissenschaft) unterrichtet gemeinsam in einer Klasse.

5. Wahlfach nachmittags: für Schülerinnen und Schüler aller Jahrgangsstufen offen. Mögliche Fachbereiche: Biologie, Chemie, Physik, Mathematik, IT, Robotik, Technik, Werken.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Beim Erstellen des Stundenplans muss bei bestimmten Organisationsformen darauf geachtet werden, dass die MINT-Stunden parallel verlaufen. Für diese Stunden werden entsprechende Fachräume benötigt. Halbe Klassen sind für das Experimentieren förderlich, was zu einem größeren Lehrkräftebedarf führt. MINT-Stunden müssen aus dem Stundenbudget der Schule entnommen werden und stehen für andere Unterrichtsangebote nicht mehr zur Verfügung. Die Schulleitung ist daher gehalten, eine Schwerpunktsetzung bei den Förderangeboten vorzunehmen. Die Beschaffung der Materialien ist unter Umständen zeitaufwändig, im Gegenzug fallen keine Leistungserhebungen an. Gegebenenfalls entstehen Kosten, deren Übernahme gegebenenfalls vorab mit dem Sachaufwandsträger geklärt sein muss. Eine teilweise Kostenübernahme durch die Schülerinnen und Schüler bzw. den Eltern sollte vermieden werden.

## EMPFEHLUNGEN

Um Begeisterung für die MINT-Fächer zu wecken, werden motivierte Lehrkräfte gebraucht. Damit die Vorbereitungen für ein Unterrichtsangebot zur MINT-Förderung mehrfach genutzt werden können, empfiehlt es sich, die Unterrichtsstunden in den beteiligten Klassen einer Jahrgangsstufe parallel zu legen und dadurch das Wechseln der Lehrkräfte bzw. der Fächer im Lauf des Schuljahres möglich zu machen. Einige Schulen haben sehr gute Erfahrungen mit fächerübergreifenden Themen gemacht, die die Schülerinnen und Schüler einige Wochen bis hin zu einem ganzen Schuljahr im MINT-Unterricht begleiten, z. B. „Rund um den Apfelbaum“ oder „Bienen“.

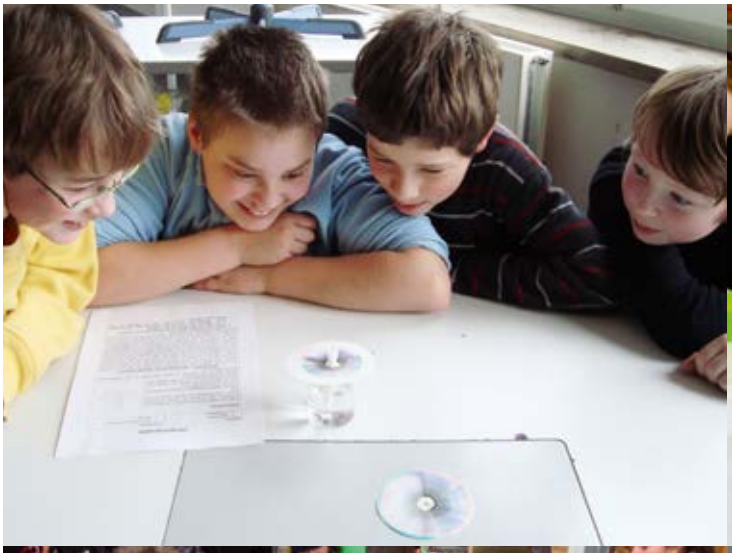
## HEINRICH-CAMPENDONK-REALSCHULE
## STAATLICHE REALSCHULE PENZBERG

OBERBAYERN WEST

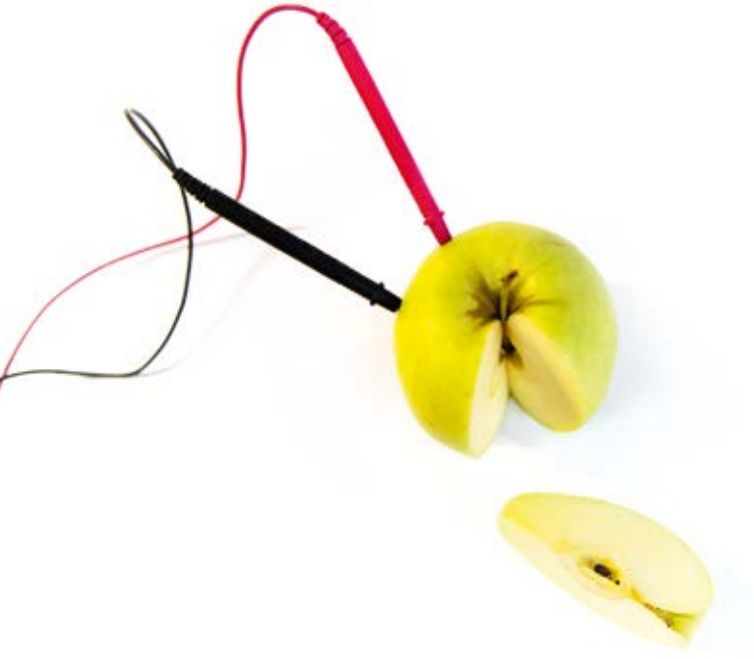
### NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN (NWA) IN DEN JAHRGANGSSTUFEN 5 UND 6

Mit Beginn des Schuljahres 2010/11 wurde an der Realschule Penzberg das Fach Naturwissenschaftliches Arbeiten (NwA) eingeführt. Aus organisatorischen Gründen findet im ersten Halbjahr je eine Stunde NwA in allen Klassen der Jahrgangsstufe 6, im zweiten Halbjahr je eine Stunde NwA in allen Klassen der Jahrgangsstufe 5 statt. Unterrichtet werden Inhalte aus Biologie, Chemie, Physik, IT und Erdkunde. Die Klassen wechseln etwa alle drei bis vier Wochen die Lehrkraft – das Rotationsprinzip gewährleistet, dass alle Fachinhalte von den entsprechenden Lehrkräften unterrichtet werden. Zusätzliche fächerverbindende Themen, wie z. B. „Wasser“, werden von allen Lehrkräften behandelt.
Um die Schülerinnen und Schüler zu motivieren und ihren natürlichen Drang zum Forschen zu fördern und zu erhalten, findet der Unterricht ausschließlich handlungsorientiert statt. Entsprechend führen die Schülerinnen und Schüler zu jedem Thema passende Experimente durch.
Als Abschluss findet zum Halbjahr ein eintägiges Projekt, z. B. Energiewerkstatt Benediktbeuern, in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Umwelt und Kultur (ZUK) bzw. dem Schulcluster Benediktbeuern statt.
Zur Dokumentation der Experimente führen die Schülerinnen und Schüler im Fach NwA eine Mappe, wobei je Klasse für die drei schönsten Mappen schulintern Preise vergeben werden.

# PROJEKTBEISPIEL FÜR NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN



MINT gefällt mir, weil man Sachen ausprobieren kann und sich die Experimente besser einprägen. (Hanna, Schülerin)



Kinder für Technik begeistern? Mit Robotik kein Problem. Die Robotik-Gruppen an bayerischen Realschulen leisten schon seit vielen Jahren einen wichtigen Beitrag zu einem grundlegenden technischen Verständnis und sind wichtiger Baustein der Initiative MINT[21] geworden. Robotik-Wahlfächer erfreuen sich an den Schulen großer Beliebtheit und können die Nachfrage oft nicht decken. Viele Schülerinnen und Schüler bleiben dem Wahlfach mehrere Jahre treu, womit deutlich wird, wie motiviert Jugendliche an die MINT-Themen Technik und Informatik herangehen und wie viel Freude sie beim Arbeiten und Tüfteln haben. Nach Planung, Konstruktion, Programmierung einschließlich gelegentlicher Rückschläge einen eigenen funktionsfähigen Roboter im Team zu präsentieren, sorgt für Anerkennung bei den Mitschülerinnen und -schülern sowie Lehrkräften und motiviert für die Weiterarbeit. Theorie und Praxis sind ideal miteinander verbunden. Des Weiteren öffnet Robotik den Blick für zukünftige Arbeitsfelder und Ausbildungsberufe. Nicht zuletzt können Schülerinnen und Schüler mit diesen vielfältigen Erfahrungen in Einstellungsgesprächen punkten.

## ZIELE

Im Wahlfach Robotik wird selbstständiges, problemlösendes und praktisches Arbeiten mit der Förderung wichtiger sozialer Kompetenzen, z. B. der Teamfähigkeit, kombiniert. Dies bereitet die Schülerinnen und Schüler auf ihre späteren Rollen im Privat- und Berufsleben gleichermaßen vor. Schülerinnen und Schüler, die an einem der zum Teil sehr anspruchsvollen Robotik-/MINT-Wettbewerbe teilnehmen, müssen termingerecht, Hand in Hand und strukturiert arbeiten sowie ihr Durchhaltevermögen und ihre Kritikfähigkeit unter Beweis stellen.

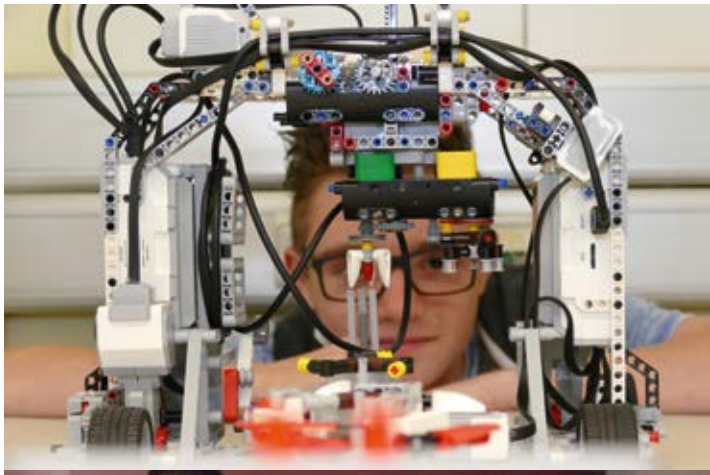
## PRAXIS

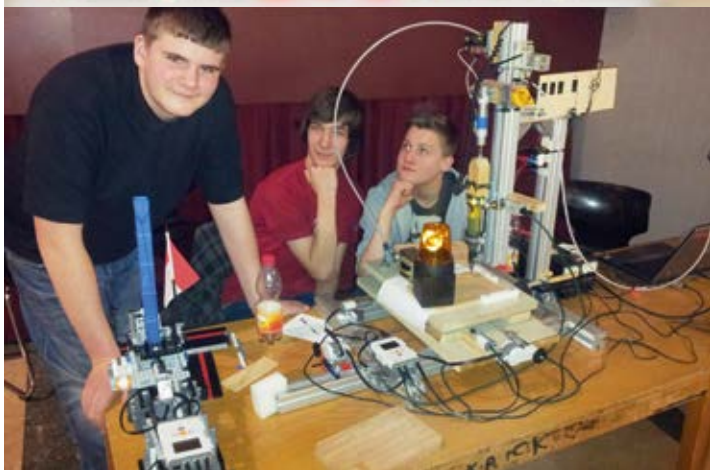
Robotik wird an den Schulen hauptsächlich als Wahlfach angeboten. Aber auch eine Einbindung in den MINT-Förderunterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6 oder in den modularen IT-Unterricht ist denkbar. Die Schulen nutzen dabei das Lego Mindstorms NXT-System für alle Alters- und Niveaustufen. Zwei mögliche Umsetzungen in der Schulpraxis gestalten sich folgendermaßen:

In einem Robotik-Einsteigerkurs für die Jahrgangsstufen 6/7 oder 7/8 wird der Umgang mit dem Baukasten geübt, es werden Vorlagen verwendet und kleine Sequenzen programmiert. Ältere und erfahrene Schülerinnen und Schüler übernehmen hier Verantwortung und unterstützen die Anfängergruppe in einem Tutoren-System.

In einem Robotik-Aufbaukurs vor allem für die Jahrgangsstufen 9/10 werden eigene Robotertypen konstruiert und umfassende Abläufe für spezielle Aufgaben programmiert. Anhaltspunkt können die Wettbewerbsaufgaben der „First Lego League“ sein, die jedes Jahr auf einem neu gestalteten Spielplan zu lösen sind.

Aber auch Robotik-Kurse, in denen Kinder von Anfang an ohne Bauanleitung an selbst gestellten Problemen tüfteln, werden an den Schulen sehr erfolgreich praktiziert. Das vielfach von der Medienwelt geprägte negative Image von Robotern (z. B. Kampfroboter in Computerspielen) kann aufgrund des Kennenlernens und Erlebens sinnvoller und positiver Einsatzszenarien durch eine objektivere Betrachtungsweise abgelöst werden. Auch aus historischer und gesellschaftlicher Perspektive kann Robotik spannend behandelt werden, denn ihre Anfänge liegen bereits in der Renaissance. In der heutigen Welt ist Robotik allgegenwärtig und eine Zukunft ohne Robotik ist kaum mehr vorstellbar. Diese Tatsache bietet viele spannende Anknüpfungspunkte für kritische und visionäre Diskussionen.





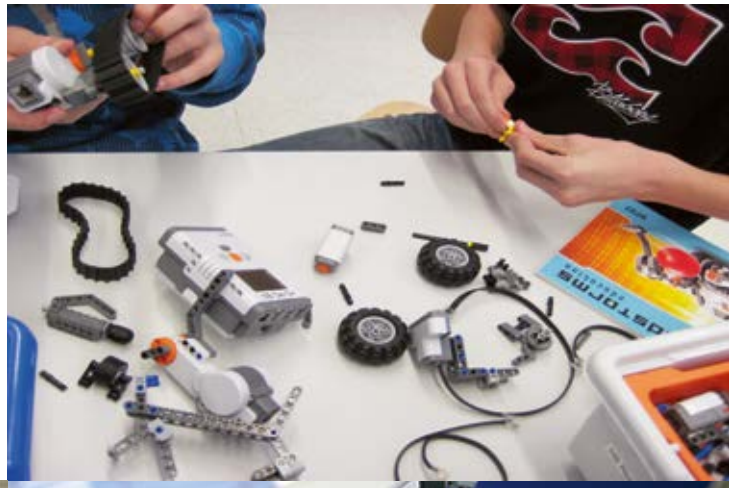
## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

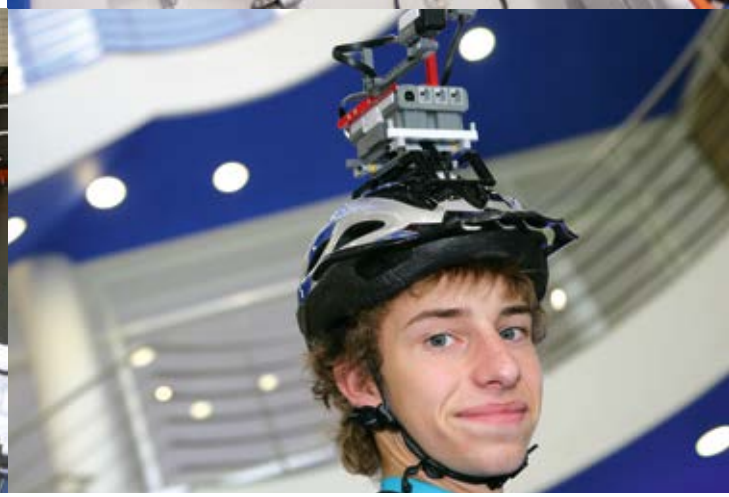
Mit der Roboter-Erstausstattung sind in der Regel hohe Anschaffungskosten verbunden. Deshalb ist bei der Planung solcher Kurse unbedingt die Zustimmung des Sachaufwandsträgers einzuholen. Gegebenenfalls kann die Finanzierung auch durch Spenden von Fördervereinen und Sponsoring unterstützt werden. Der Aufbau einer Robotik-Gruppe erfordert von den beteiligten Lehrkräften großen Einsatz und Interesse. Um verstärkt auch Mädchen zu gewinnen, sollte deren spezifischer Zugang zu Technik berücksichtigt werden.

## EMPFEHLUNGEN

Das System Lego Mindstorms Education NXT wird von allen Schulen verwendet, in der Unterstufe kommen auch Lego WeDo und Fischertechnik zum Einsatz. Bis zu drei Schülerinnen und Schüler können einen Lego-Mindstorms-Kasten nutzen. Um ein reibungsloses und kontinuierliches Arbeiten zu gewährleisten, ist für die Robotik-Gruppen ein eigener Raum mit PCs und Netzwerkanschluss erforderlich. Die Teilnahme am „First Lego League“-Wettbewerb stellt einen recht großen Aufwand für die beteiligte Lehrkraft sowie die Schülerinnen und Schüler dar, die sich den sehr umfassenden und vielfältigen Wettbewerbsaufgaben in ihrem Abschlussjahr stellen müssen. Gleichwohl lohnt es sich, diese Herausforderung anzunehmen. Als alter-

nativer und ebenfalls internationaler Robotik-Wettbewerb bietet sich die „World Robot Olympiad“ an, die für drei verschiedene Altersklassen (auch für Einsteiger) angeboten wird.
Weitere Umsetzungsvarianten:
schulinterner Robotik-Wettbewerb, Robotik-Abend für Sponsoren, Einsatz im IT-Lehrplanmodul G1, Robotik als Baustein der Ganztagsbetreuung, Zusammenarbeit mit Fachhochschulen und Firmen, Comenius-Projekt.





MINT ist sinnvoll investierte Zeit in die Zukunft unserer Kinder. (Daniel Forster, Lehrer)

## STAATL. REALSCHULE MARKTHEIDENFELD

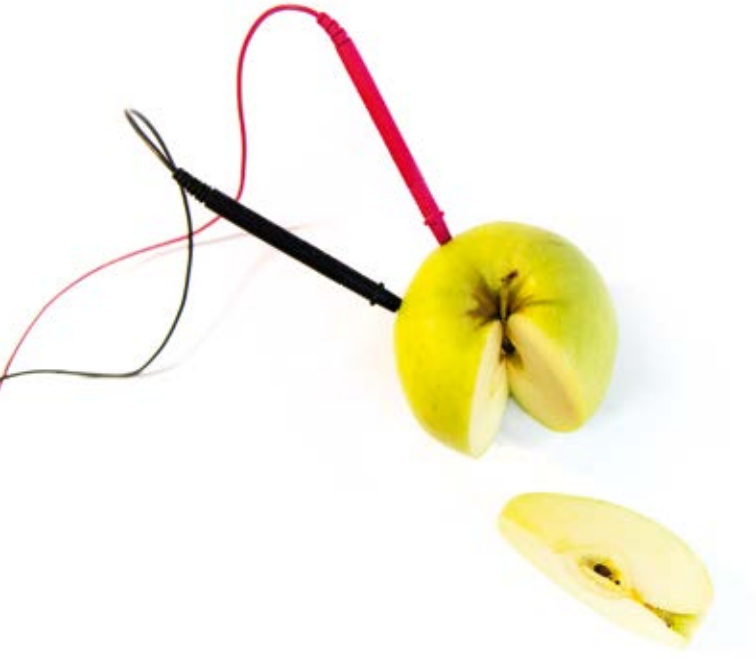
## UNTERFRANKEN

## FORSCHEN – ENTWICKELN – VERBESSERN

Die Maßnahme „Forschen – Entwickeln – Entdecken“ der Staatlichen Realschule Marktheidenfeld beginnt mit einem „Schnupperkurs“ im Technikunterricht der Jahrgangsstufe 5. Hier lernt jede Schülerin und jeder Schüler Lego-Roboter kennen, wobei in der Regel schnell die Faszination und Leidenschaft für die Robotik bemerkbar wird. Anschließend können interessierte Schülerinnen und Schüler in den folgenden beiden Jahrgangsstufen ihre Kenntnisse im Programmieren vertiefen und einfache alltagsbezogene Aufgabenstellungen durch einen Roboter ausführen lassen. Später haben sie die Möglichkeit, sich für ein Robotik-Projekt zu entscheiden, das sie dann bis zur Jahrgangsstufe 10 weiterentwickeln.
Ein beispielhaftes Vorhaben ist der sogenannte „Gravier-Roboter“. Die Aufgabenstellung sah den Bau eines Roboters vor, der gestalterisch ansprechend war und sinnvoll verwendet werden konnte. Es entstand zunächst eine Maschine, die mittels eines Brennkolbens die Schulinitialen „RSM“ in Holzklötzchen einzuzeichnen vermochte. Nach mehreren Versuchen wurde von den jungen Forscherinnen und Forschern eine Graviermaschine entwickelt, die schon über 100 Taschenrechner mit dem Namen der Schülerinnen und Schüler beschriftet hat. Im IT-Unterricht wurden weitere Verbesserungsvorschläge erörtert. So wurde mittels CAD-Programm zunächst

# PROJEKTBEISPIEL FÜR ROBOTIK

ein optimierter virtueller Gravierroboter konstruiert, der die Nachteile der bisherigen Konstruktion nicht mehr aufwies und exakter arbeiten sollte. In Zusammenarbeit mit einer ortsansässigen Firma konnten die Schülerinnen und Schüler schließlich den geplanten Roboter aus Aluminiumprofilen bauen. An dieser Maschine konnten sie die Funktionsweise der verschiedenen pneumatischen Bauelemente sowie grundlegende elektronische Bauteile, z. B. Relais, Spannungsregler und Messgeräte kennenlernen. Darüber hinaus übten sie sich im Programmieren des Lego-Roboters, der das Steuerzentrum der Maschine darstellt. Nach einer gründlichen Einweisung hatten die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, selbstständig an den großen Produktionsmaschinen in der Lehrwerkstatt zu arbeiten.



Unterrichtsbeobachtungen zeigen, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht zwischen Lehrkräften und Jungen mehr Interaktion stattfindet als zwischen Lehrkräften und Mädchen. Auch die Ursachen von weniger guten Leistungen in naturwissenschaftlichen Fächern sehen Lehrkräfte bei Jungen und Mädchen nicht selten unterschiedlich. Werden schwächere Leistungen bei Schülern meist mit mangelndem Eifer begründet, so wird bei Schülerinnen nicht selten eine geringere Begabung als Begründung genannt. Tatsächlich ist diese Einschätzung nicht belegt und spiegelt meist Einstellungen bzw. Prägungen der Lehrkräfte wider. Genderspezifischer Unterricht bedeutet im Idealfall, dass die Unterrichtenden sich ihrer eigenen geschlechterbezogenen Betrachtungsweise bewusst werden und bietet die Möglichkeit, genderspezifische Herangehensweisen an neue Themen zu nutzen, um Jungen wie Mädchen optimal zu fördern. Genderspezifischer naturwissenschaftlicher Unterricht wird insbesondere von Mädchen oft positiver erlebt.

## ZIELE

Das Zutrauen der Mädchen in ihre naturwissenschaftlichen und mathematischen Fähigkeiten soll insgesamt gestärkt werden. Dies wird erreicht, indem Schülerinnen im Unterricht gestellte Aufgaben eigentätig bewältigen. Im monoedukativen Unterricht wird ihnen dabei eine passgenaue Unterstützung zuteil. Das Interesse kann durch eine mädchenangemessene Auswahl an Unterrichtsinhalten im naturwissenschaftlichen Unterricht noch gesteigert werden. Dabei sollen die Themen in Kontexten erarbeitet werden, die den alltäglichen Erfahrungen und der Umwelt entsprechen. Auch bei der Auswahl der Experimente kann auf die Interessen der Mädchen

Rücksicht genommen werden. Das Selbstbild der Schülerinnen bezüglich ihrer Begabung für Naturwissenschaften kann durch die gemeinsame Unterrichtsarbeit mit einer als fachlich kompetent und glaubwürdig angesehenen Lehrerin für MINT-Fächer gestärkt werden.

## PRAXIS

1. Profilfach „Technik für Mädchen“: 2-stündig in der Jahrgangsstufe 5, 1-stündig in der Jahrgangsstufe 6 im Regelunterricht. Bei der Anmeldung an der Schule wird das Profilfach gewählt. Der Unterricht erfolgt ohne Notengebung, eine Zeugnisbemerkung ist möglich. Es ist empfehlenswert, mit halben Klassen zu arbeiten.

2. Differenzierungsstunde Mathematik: In einer oder mehreren Mathematikstunden in der Woche werden in der Jahrgangstufe 5 Mädchen und Jungen zweier Klassen getrennt unterrichtet, wobei jeweils die Mädchen sowie die Jungen beider Klassen zusammengefasst werden.

3. MINT für Mädchen: 2-stündig in der Jahrgangsstufe 6, Wahlfach am Nachmittag. Inhalte aus den Bereichen Mathematik, Physik, Chemie und Biologie.

4. Wahlfach: in der Regel nachmittags, offen für Schülerinnen aller Jahrgangsstufen. Themen z. B. aus den Bereichen Biologie, Chemie, Physik, Mathematik, IT, Robotik, Technik, Werken.

5. Zeitlich enger gefasste Vorhaben bzw. Projekte: 2-tägig in der Jahrgangstufe 6. Beispiele: „Mädchen machen Technik“ der TU München, Mädchen-Technik-Tag usw.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Beim Erstellen des Stundenplans muss bei einem differenzierten Mathematikunterricht darauf geachtet werden, dass dieser in beiden Klassen parallel verläuft.
Bei der Vorbereitung von MINT-Förderunterricht bietet es sich an, auf Konzepte und Erfahrungen der MINT[21]-Netzwerk-Realschulen zurückzugreifen. Die Übernahme etwaigen Materialaufwands ist vorab mit dem Sachaufwandsträger zu klären. Idealer Weise wird der MINT-Förderunterricht mit kleinen Schülergruppen durchgeführt. Die beabsichtigte Förderung des Selbstvertrauens der Mädchen in ihre naturwissenschaftlichen Fähigkeiten gelingt dann noch besser.

## EMPFEHLUNGEN

Es hat sich bewährt, neue Profilfächer, z. B. „Technik für Mädchen“ oder „MINT für Mädchen“, Eltern und Schülerinnen vorzustellen. Um die Identifikation von Mädchen mit MINT-Themen zu fördern, ist es hilfreich, motivierte Realschullehrerinnen einzusetzen, die als Vorbilder wahrgenommen werden. Beim Experimentieren ist eine intensive Betreuung der Schülerinnen nötig, deshalb sollte wenn möglich eine Klassenteilung bzw. Begrenzung der Gruppengröße vorgenommen werden. Naturwissenschaftliches Arbeiten erfordert entsprechende Fachräume.

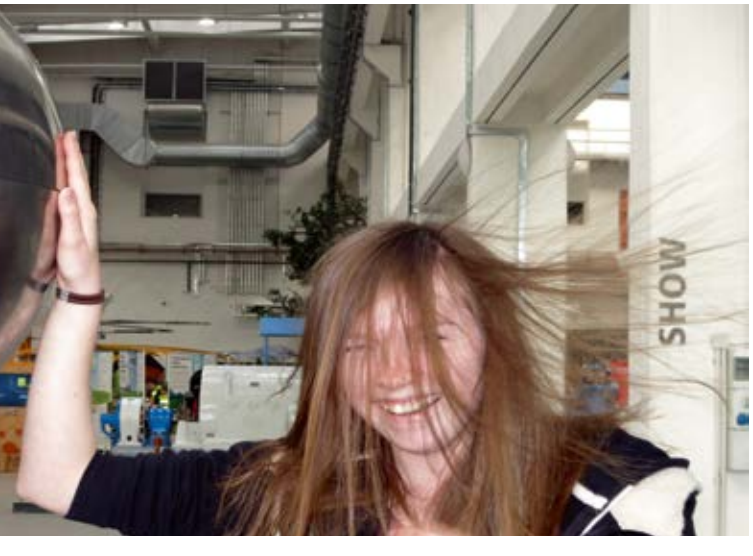
MINT gefällt mir, weil man in verschiedene Fächern einen Einblick erhält, die man erst später bekommt. (Anna, Schülerin)

JOHANN-SIMON-MAYR-SCHULE
STAATLICHE REALSCHULE RIEDENBURG

NIEDERBAYERN

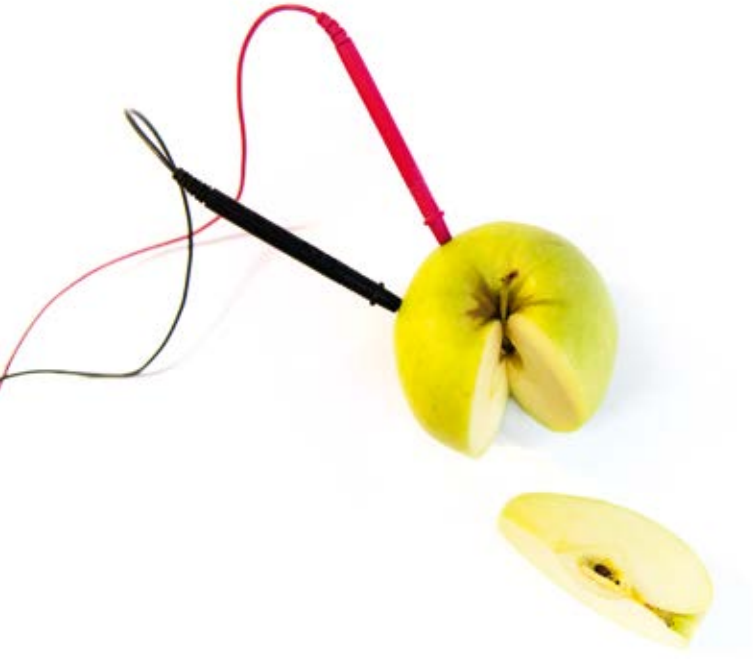
WAHLFACH MINT FÜR MÄDCHEN
DER JAHRGANGSSTUFE 6

Das Wahlfach MINT erlaubt Schülerinnen der Jahrgangsstufe 6, einen vielfältigen Einblick in verschiedene Bereiche der Naturwissenschaft, Mathematik, Informatik und Technik zu gewinnen.
Im Fachbereich Chemie werden zum Beispiel bunte Kristalle gezüchtet, Weihnachtsschmuck wird „vergoldet“ und das Verhalten verschiedener, auch explosiver Gase wird untersucht. Darüber hinaus „schnuppern“ die Schülerinnen einen Nachmittag lang in das Wahlfach „Robotik“. Im Fachbereich Physik führen sie Freihandversuche durch, bauen Stromkreise auf, untersuchen, welche Materialien Strom leiten und bringen nach geduldigem Schrauben und Wickeln Elektromotoren zum Laufen.
Am Schnuppernachmittag experimentieren MINT-begeisterte Schülerinnen für bzw. gemeinsam mit Besuchern, etwa mit Grundschülerinnen und -schülern der Jahrgangsstufe 4 und deren Eltern. Diese Aktion dient auch dazu, Anfangsinteresse für den MINT-Bereich zu wecken. Im Rahmen einer Exkursion an die Fachoberschule in Kelheim dürfen die Schülerinnen in den dortigen Lehrwerkstätten für Elektro- und Metalltechnik schweißen, löten, drehen und fräsen sowie verschiedene Experimente beobachten bzw. selbst durchführen.



# PROJEKTBEISPIEL FÜR GENDERSPEZIFISCHE MASSNAHMEN

Den Abschluss des Schuljahres bilden eine mathematische Stadtrallye durch Riedenburg sowie ein Besuch im Legoland Günzburg, wo die Mädchen an einem Robotik-Workshop teilnehmen. Im folgenden Schuljahr stehen die Schülerinnen ihren Nachfolgerinnen bei schwierigen Experimenten als MINT-Tutorinnen zur Seite.



Seit mehreren Jahren sind in den Jahrgangsstufen 5 und 6 an verschiedenen Realschulen erfolgreich sogenannte Forscherklassen als Profilklassen eingerichtet worden. Interessierte Schülerinnen und Schüler sind dabei in eigenen Klassen zusammengefasst. Für das wissenschaftliche Entdecken werden sowohl die Flexibilität der Stundentafel in den Jahrgangsstufen 5 und 6 als auch zusätzliche Unterrichtsstunden als Wahlfachangebot zur Verfügung gestellt. Geforscht wird in den Bereichen Chemie, Physik, Biologie, Mathematik, Informatik und Robotik.

## ZIELE

Forscherklassen fördern den Entdeckergeist und ermöglichen das Experimentieren, Ausprobieren und Querdenken in besonderer Weise. Die Freude am Entdecken sowie das Interesse für Naturwissenschaften und Technik werden dadurch gestärkt. Die Förderung der Eigentätigkeit und Teamfähigkeit durch Schülerexperimente und das spielerische Kennenlernen von Inhalten und Methoden der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Wahlpflichtfächergruppe bei gleichzeitigem Abbau etwaiger Vorbehalte – vor allem bei Mädchen – sind weitere wichtige Ziele. Ferner werden durch gemeinsame Aktionen die Eigenverantwortung der Schülerinnen und Schüler sowie die Klassengemeinschaft gefördert. Auf Leistungserhebungen bzw. Vergabe von Noten wird verzichtet.

## PRAXIS

Mit der Anmeldung an die Realschule entscheiden sich die Schülerinnen und Schüler für den Besuch einer Forscherklasse, entweder im Rahmen der gebundenen Ganztagsklasse oder als Profilklasse, integriert in die reguläre Stundentafel. Wird das Fach

„Forschen“ in die Stundentafel eingebettet, so können damit die 29. und 30. Wochenstunde in der Jahrgangsstufe 5 belegt werden. In der Jahrgangsstufe 6 kann das Fach einstündig als Teil der regulären Stundentafel bzw. als Wahlfach unterrichtet werden.
Die Inhalte sind nicht durch den Lehrplan festgelegt. Es können demnach verschiedene Schwerpunkte gesetzt werden, wobei Robotik erfahrungsgemäß für viele Schülerinnen und Schüler attraktiv ist. Im Rahmen der gebundenen Ganztagsklasse findet das Fach „Forschen“ in den Jahrgangsstufen 5 und 6 verpflichtend statt. Eine Klassenteilung ist bei dem hohen Maß an Eigentätigkeit der Schülerinnen und Schüler sehr zu empfehlen. Bewährt hat sich der Unterricht in rotierenden Blöcken: Forschen die Klassenhälften im Stundenplan parallel in verschiedenen Bereichen, z. B. Physik oder Chemie, wechseln die Klassenhälften nach einem bestimmten Turnus, z. B. zum Schulhalbjahr, die Themen und die Lehrkräfte. Gibt es mehrere Forscherklassen an der Schule, ist ein häufigerer Wechsel während des Schuljahres möglich. Voraussetzung dafür ist ein Stundenplan, bei dem alle Forscherstunden parallel liegen. Durch einen mehrmaligen Themenbereich- und Lehrkräfte-Wechsel können verschiedene MINT-Schwerpunkte kennen gelernt werden.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Trotz der bisher durchgehend positiven Resonanz bei Eltern sowie Schülerinnen und Schülern sind bei der Einführung der Forscherklassen mögliche Hindernisse zu beachten: Zunächst gilt es, die Ressourcenfrage zu klären. Bei der Auf-

MINT ist cool, weil man dort keine Noten bekommt und man immer etwas anders macht.
(Anton, Schüler)

teilung der Profilklassen in kleinere Gruppen ist zu prüfen, ob und wie die erforderlichen Lehrerwochenstunden durch schulinterne Umschichtung gewonnen werden können, denn das Unterrichtsangebot muss im Rahmen des Budgets für die Unterrichtsversorgung erfolgen. Ferner ergibt sich ein erhöhter Raumbedarf, besonders an naturwissenschaftlichen Fachräumen. Zusätzliche Kosten können für die Erstausstattung der Profilklassen entstehen, z. B. für Robotikbaukästen oder für Verbrauchsmaterialien. Die Kostenübernahme ist vorab mit dem Sachaufwandsträger zu klären. Die Einführung von Forscherklassen sollte innerhalb der Schulgemeinschaft abgestimmt und durch diese getragen werden. Für die betroffenen Lehrkräfte bedeuten Forscherklassen gegebenenfalls zunächst einen höheren Vorbereitungsaufwand, im Gegenzug entfällt dafür die Erhebung von Leistungsnachweisen.

## EMPFEHLUNGEN

Es bietet sich an, „Forschen“ in Doppelstunden zu unterrichten, da das selbstständige Experimentieren der Schülerinnen und Schüler mit Auf- und Abbau sowie Aufräumen in einer Schulstunde kaum möglich ist. Mädchen und Jungen sollten im „Forschen“ nach Möglichkeit getrennt unterrichtet werden: Viele Mädchen treten naturwissenschaftlichen Phänomenen und Aufgabenstellungen meist unbefangener bzw. offener gegenüber und entwickeln eigene Lösungswege, wenn sie in Ruhe arbeiten können, ohne dass Jungen aufgrund ihres oftmals zu beobachtenden

dominanten Verhaltens oder auch naturwissenschaftlich-technischen Vorwissens die Aktivität an sich ziehen und Lösungen vorwegnehmen. Über den regulären Unterricht hinaus haben sich zusätzliche Aktionen wie z. B. „Lange Nacht des Forschens“, „Lange Nacht der Mathematik“, „Besuch von technischen Betrieben“, „Waldforschertag“ sowie weitere thematisch passende Exkursionen als sehr gewinnbringend erwiesen. Dadurch lässt sich die Attraktivität des Profils „Forschen“ und vor allem auch das Zusammengehörigkeitsgefühl der Schülerinnen und Schüler in den Forscherklassen stärken. Nicht zu vermeidende Unkostenbeiträge sollten mit den Eltern (Elternbeirat) abgestimmt werden. Neben den Forscherklassen hat sich das Angebot weiterer Profilklassen bewährt, z. B. zu den Themen Theater und Chor, so dass insgesamt ein breites und ausgewogenes Förderangebot zur Wahl steht.

Wir können auf die von den Schulen entwickelte Expertise in der MINT21-Initiative auch deshalb stolz sein, weil damit ein wichtiger Beitrag zur Behebung des Fachkräftemangels geleistet wird. (Bernhard Aschenbrenner, Ministerialbeauftragter für Niederbayern)

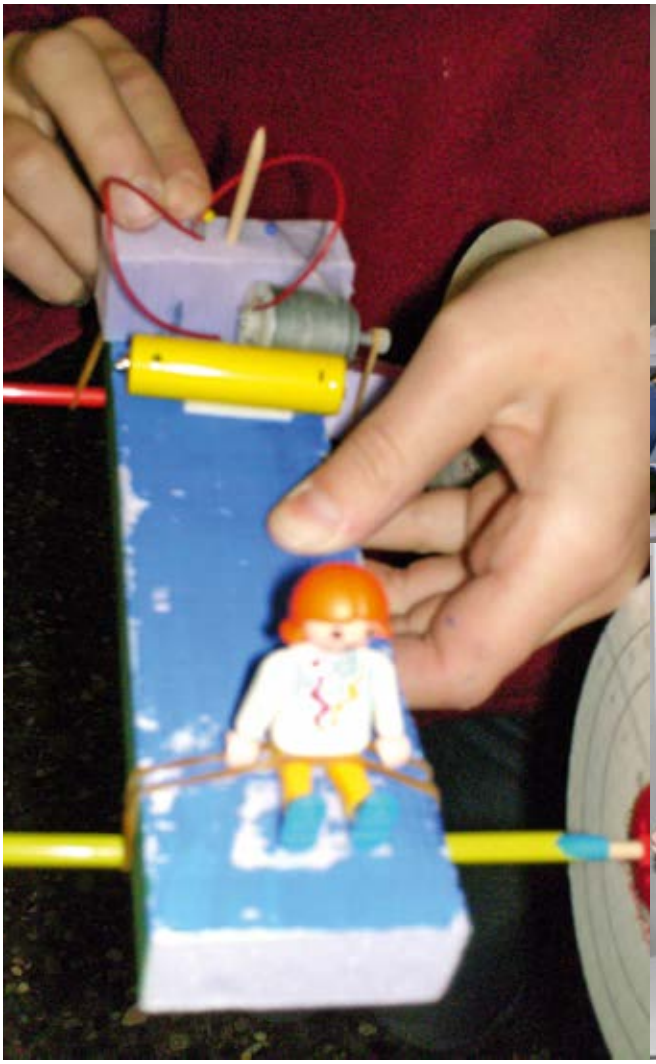
## STAATL. REALSCHULE EBERMANNSTADT

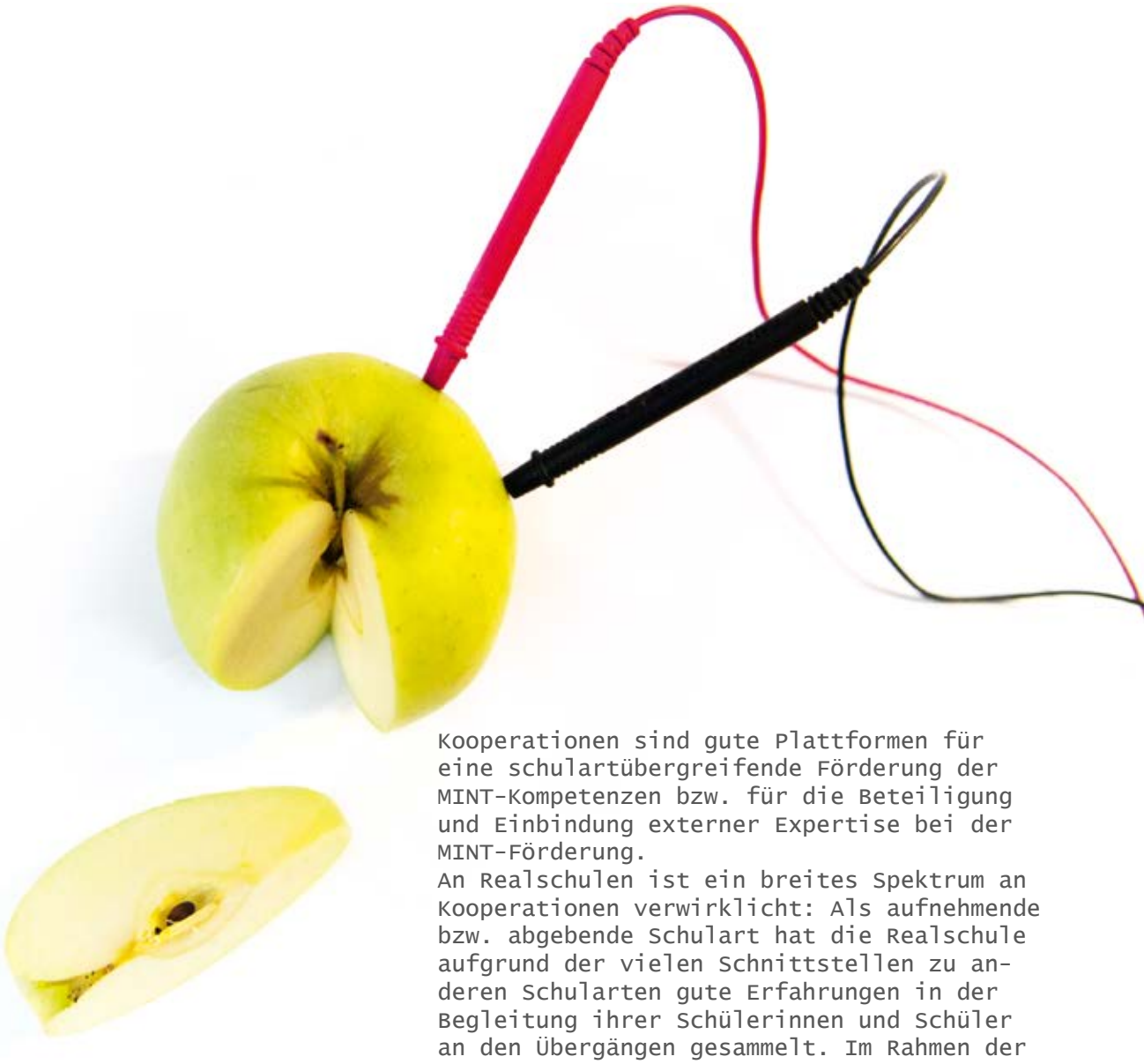
## OBERFRANKEN

## PROFILKLASSE “FORSCHEN UND BEWEGEN“

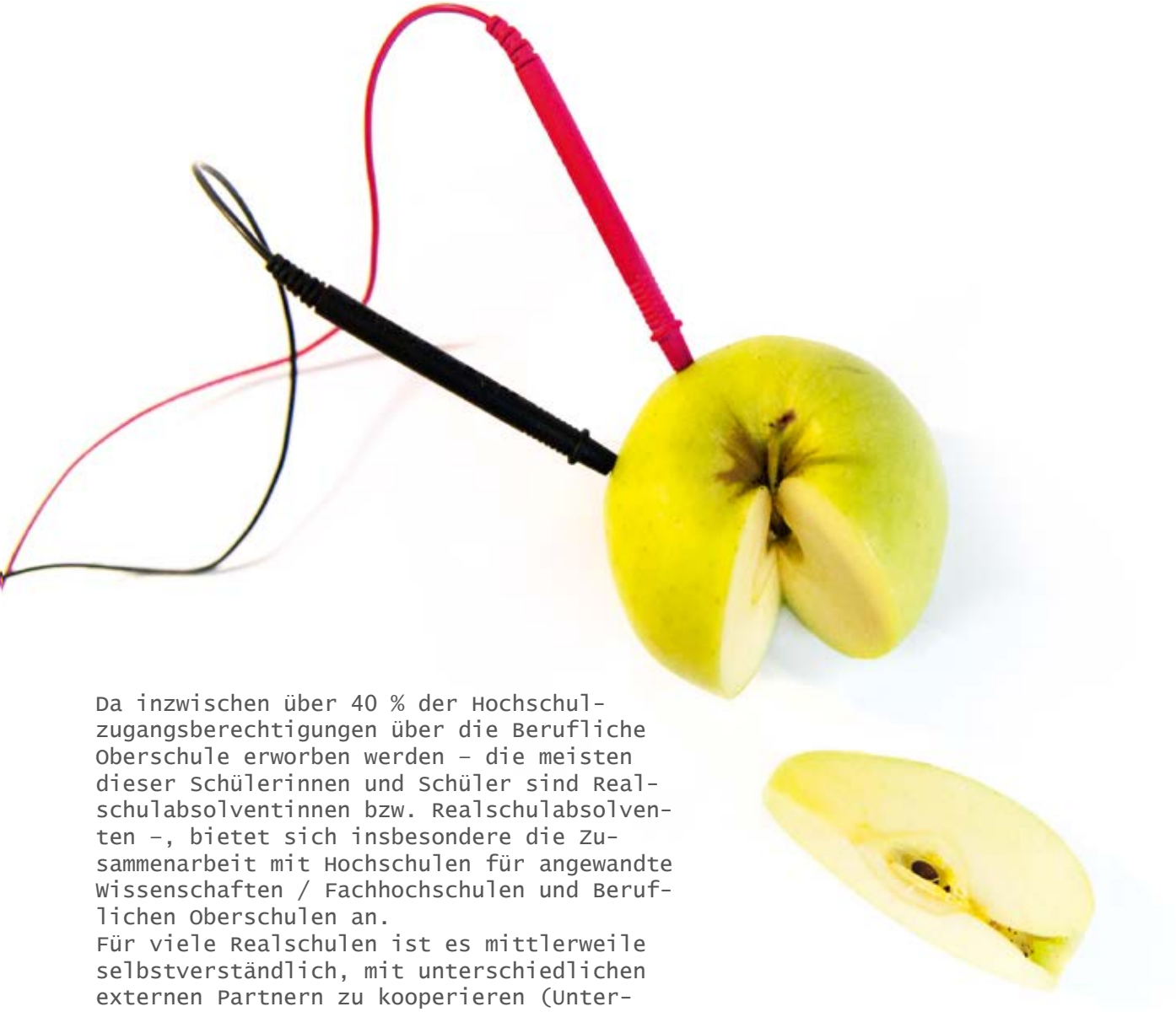
Seit dem Schuljahr 2010/11 bietet die Realschule Ebermannstadt die Profilklasse „Forschen und Bewegen“ an. Das Forschen und Entdecken dient dazu, das vorhandene Interesse der Schülerinnen und Schüler an naturwissenschaftlichen Phänomenen zu erhalten und weiterzuentwickeln. Durch spezielle Kurse werden sie in den MINT-Fächern mit Schwerpunkten in Physik, Chemie, Biologie und Robotik gefördert. Die Schülerinnen und Schüler erforschen auf spielerische Weise Naturphänomene aus dem Bereich Physik, indem sie beispielsweise ein gekochtes Ei in Salzwasser zum Schweben bringen oder verblüfft feststellen, wie viele Wassertropfen auf eine 5-Cent-Münze passen. Im Fach Chemie erlernen sie einfache Verfahren der Stofftrennung und führen Versuche mit Salzen und Säuren durch.
Die Verbindung von Forschen und Bewegen ist eine gelungene Kombination, um MINT-Fächer in der Profilklasse „Forschen und Bewegen“ zu fördern. In der Robotik lernen die Schülerinnen und Schüler die Grundlagen von Robotern und den Umgang mit einer einfachen Programmiersprache kennen. Eingebunden wird diese Vorgehensweise in den natürlichen Bewegungsdrang der Zehnjährigen. Zusätzliche Sportstunden motivieren die Schülerinnen und Schüler, bei Wald-Exkursionen auch ihre Sinne schulen.

# PROJEKTBEISPIEL FÜR PROFILKLASSEN



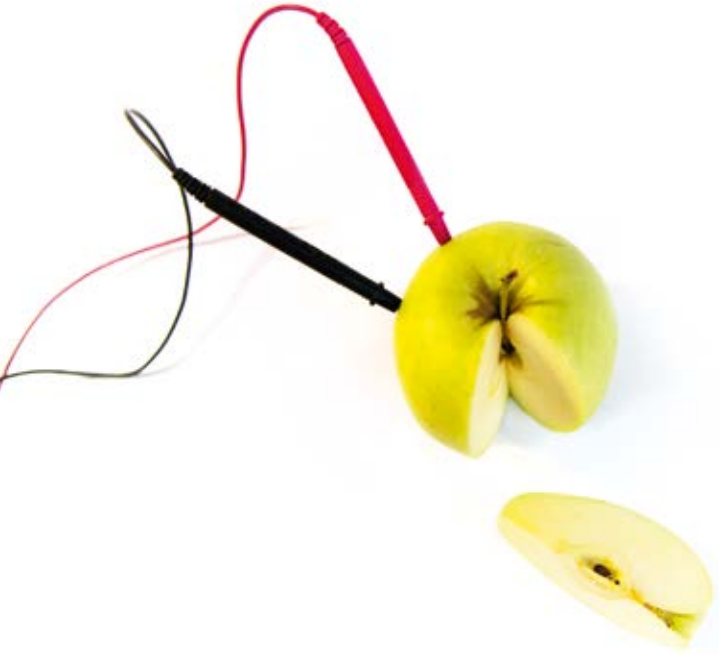


Kooperationen sind gute Plattformen für eine schulartübergreifende Förderung der MINT-Kompetenzen bzw. für die Beteiligung und Einbindung externer Expertise bei der MINT-Förderung.
An Realschulen ist ein breites Spektrum an Kooperationen verwirklicht: Als aufnehmende bzw. abgebende Schulart hat die Realschule aufgrund der vielen Schnittstellen zu anderen Schularten gute Erfahrungen in der Begleitung ihrer Schülerinnen und Schüler an den Übergängen gesammelt. Im Rahmen der Initiative „Realschule 21“ wird die Zusammenarbeit mit anderen Schularten intensiviert und systematisiert.



Da inzwischen über 40 % der Hochschulzugangsberechtigungen über die Berufliche Oberschule erworben werden – die meisten dieser Schülerinnen und Schüler sind Realschulabsolventinnen bzw. Realschulabsolventen –, bietet sich insbesondere die Zusammenarbeit mit Hochschulen für angewandte Wissenschaften / Fachhochschulen und Beruflichen Oberschulen an.
Für viele Realschulen ist es mittlerweile selbstverständlich, mit unterschiedlichen externen Partnern zu kooperieren (Unternehmen der Privatwirtschaft, soziale Einrichtungen etc.). In Anbetracht des sich abzeichnenden Fachkräftemangels besteht auch bei externen Partnern mehr denn je Interesse an dieser Zusammenarbeit.

MINT gefällt mir, weil es mir Spaß macht und ich es toll finde, Dinge herauszufinden, die ich noch nicht kenne. (Moya, Schülerin)



## ZIELE

Realschülerinnen und Realschüler, die durch das Projekt „Lernen durch Lehren“ Grundschulkindern Wissen vermitteln, vertiefen ihr Fachwissen, indem sie bereits Erlerntes weitergeben. Sie stärken ihre sozialen Kompetenzen im Umgang mit Erwachsenen (Erzieherinnen, Erzieher, Grundschullehrkräfte) und mit jüngeren Kindern. Zudem lernen sie, wie man verständlich erklärt und steigern so ihr Selbst- und Verantwortungsbewusstsein. Als Tutoren der Grundschülerinnen und Grundschüler machen sich Realschülerinnen und Realschüler nicht nur damit vertraut, nach welchen Gesichtspunkten man Versuche auswählt, diese angemessen beschreibt, organisiert und durchführt, sondern werden auch befähigt, ihre Erfahrungen ansprechend zu präsentieren. Kindern wiederum wird auf diese Weise Begeisterung für Naturwissenschaft und Technik vermittelt.

## PRAXIS

### KOOPERATION MIT GRUNDSCHULEN

Realschülerinnen und Realschüler bzw. deren Lehrkräfte nehmen Kontakt mit einer Grundschule auf. Mittels Elternbriefen werden die Eltern über das Projekt informiert. Mit den Grundschullehrkräften wird der Themenbereich abgesprochen, in dem experimentiert werden soll. Hierzu bereiten die Realschülerinnen und Realschüler Experimente aus den Bereichen Biologie, Physik oder Chemie vor. Dies findet zum Teil während des Unterrichts zum Teil in der unterrichtsfreien Zeit statt. Experimentiert wird zu einem im Heimat- und Sachkunde-Unterricht behandelten Thema. Einige Themen der Grundschule (z. B. Wie funktioniert Verbrennung?) legen nahe, dass Grundschülerinnen und Grundschüler die

Partner-Realschule besuchen, um dort in entsprechenden Fachräumen die Experimente durchführen zu können.

### KOOPERATION MIT KINDERGÄRTEN

Bei Kindergartenprojekten nehmen Realschülerinnen und Realschüler selbst mit den Verantwortlichen eines Kindergartens in ihrer Nähe Kontakt auf. Mittels Elternbriefen werden die Eltern der Kindergartenkinder über das Projekt informiert. Mit den Erzieherinnen und Erziehern wird der Themenbereich festgelegt und die Realschülerinnen und Realschüler bereiten Experimente aus den Bereichen Biologie, Physik oder Chemie vor. Realschülerinnen und Realschüler besuchen den jeweiligen Kindergarten und führen dort die Experimente gemeinsam mit den Kindern durch. Das Vorhaben könnte auch im Rahmen der in der Jahrgangsstufe 9 verbindlichen Projektpräsentation durchgeführt werden.

### BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Bei Kooperationen zwischen Realschulen und Grundschulen (und Kindergärten) sollten die Eltern der Kinder über Ziel und Praxis der Kooperation umfänglich informiert werden. Gleichzeitig muss für einen intensiven Dialog zwischen Erzieherinnen, Erziehern und Lehrkräften Sorge getragen werden. Gerade im Bereich der Grundschulen- und Kindergarten-Pädagogik darf der oberste Grundsatz nicht aus den Augen geraten: immer vom Kind her zu denken. Schließlich ist es ratsam, am Ende der gemeinsamen Aktivitäten den Erzieherinnen und Erziehern eine Feedbackvorlage einschließlich möglicher Verbesserungsvorschläge auszuhändigen, die als Rückmeldung an die betreuende Lehrkraft dient.

JOHANN-RIEDER-REALSCHULE
STAATLICHE REALSCHULE ROSENHEIM

OBERBAYERN OST

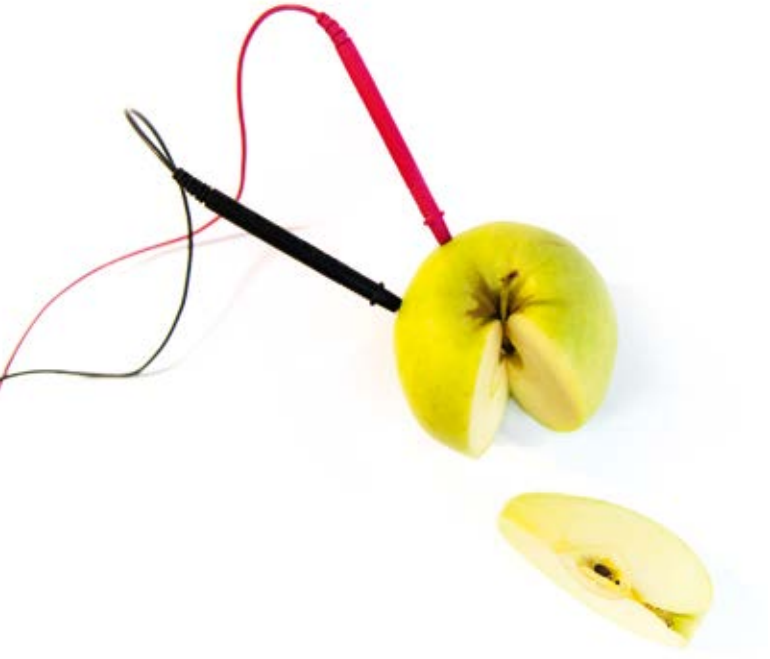
## „GROSSE LEHREN KLEINE“

Bei der Maßnahme „Große lehren Kleine“ stellen Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 9 in der Wahlpflichtfächergruppe I Experimente für Grundschülerinnen und -schüler zusammen, passend zum Heimat- und Sachkunde-Lehrplan der Grundschule. Die Realschülerinnen und Realschüler sammeln zunächst Ideen, welche Versuche durchführbar sind und sichten Unterlagen von Grundschulversuchen zu diesem Thema. Die Realschullehrkraft formuliert die Versuchsbeschreibung, während die Grundschullehrkraft das entsprechende Themengebiet mit den Grundschülerinnen und Grundschülern bespricht. Die kleineren Schülerinnen und Schüler sollen eigenständig experimentieren und die Beobachtungen selbst formulieren, doch sie werden flankierend auch von Realschülerinnen und Realschülern begleitet, die vor allem bei der Deutung der Ergebnisse Hilfestellung geben. Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen werden den Jüngeren somit von den Älteren vermittelt.
„Große lehren Kleine“ weckt das Interesse der Schülerinnen und Schüler an Naturwissenschaften und verdeutlicht, welchen Beitrag diese dazu leisten, das alltägliche Leben besser zu begreifen. Die Lebenswelt der Kinder wird dabei zur Forschungswelt: „Warum geht der Kuchen im Backofen auf?“ oder „Was ist das Geheimnis der Brause?“ sind Fragen, denen gemeinschaftlich nachgegangen wird.

# PROJEKTBEISPIEL FÜR KOOPERATION MIT GRUNDSCHULEN

Die „Großen“ profitieren nachweislich von der Arbeit mit den „Kleinen“: Bei der Auswahl und altersgerechten Aufbereitung der Experimente greifen die Realschülerinnen und -schüler auf bereits Erlerntes und auf vorhandene Erfahrungen und Fertigkeiten zurück. Das Staunen und die Freude der Grundschülerinnen und Grundschüler am gelungenen Experiment motiviert wiederum die Realschülerinnen und Realschüler, die die Vorbereitungen für die Maßnahme vor allem in ihrer Freizeit erledigen.

In der MINT-Stunde finde ich die Experimente sehr schön. Und dieses Fach soll es weiter geben. (Paul, Schüler)



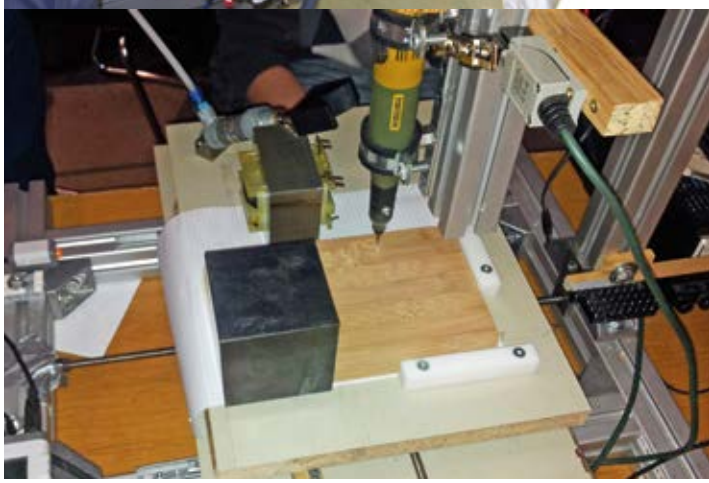
## ZIELE

Im Rahmen der Initiative „Realschule 21“ wird die Kooperation von Realschulen mit Fachoberschulen intensiviert. Realschülerinnen und Realschülern soll für die Entscheidung zwischen der Fortsetzung der schulischen Ausbildung und dem Einstieg in den Beruf zusätzliche Orientierung gegeben werden. Schließlich führt einzig die Kenntnis von Neigungen und Begabungen zu passgenaueren Weichenstellungen und zu mehr Erfolg in der jeweiligen Bildungsbiografie. Die Begleitung der Realschülerinnen und Realschüler bzw. Realschulabsolventinnen und Realschulabsolventen am Übergang zur Fachoberschule trägt letztlich dazu bei, die Durchlässigkeit des differenzierten Bildungssystems weiter zu optimieren und die Übertritte von geeigneten Schülerinnen und Schülern an die Fachoberschule zu fördern.

## PRAXIS

Das Projekt ist auf vier Jahre angelegt und umfasst Tutorien mit Werkstattbesuchen, Kombikurse und einen Informationstag.
Im Tutorium fördern Schülerinnen und Schüler aus der Fachoberschule (FOS) Realschülerinnen und Realschüler der Jahrgangsstufen 7 bis 9 in den Fächern Mathematik, Physik, Betriebswirtschaftslehre und Englisch. Realschülerinnen und Realschüler der Jahrgangsstufe 6 und 10 werden beim Besuch der FOS-Werkstätten von FOS-Schülerinnen und -Schülern angeleitet. Für Realschüle-

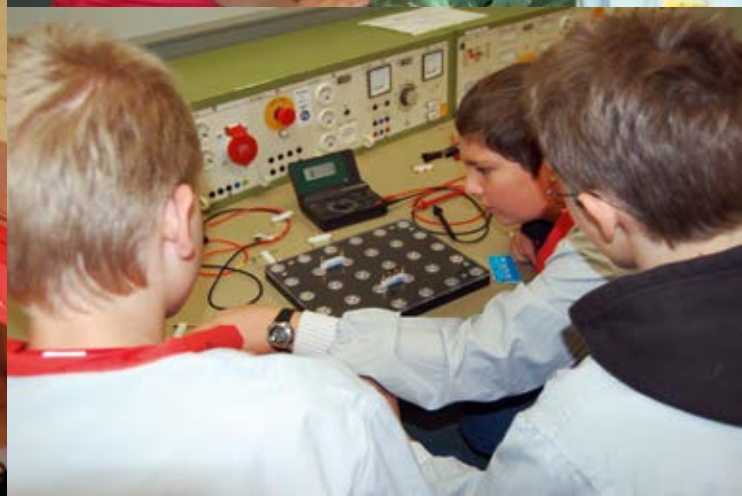
rinnen und Realschüler der Jahrgangsstufe 6 dient der Werkstattbesuch als Information im Vorfeld ihrer Entscheidung für einen Wahlpflichtbereich, mit der Perspektive, später den technischen Zweig der FOS zu besuchen. Schülerinnen und Schüler der Jahrgangstufe 10 erhalten die Möglichkeit, die FOS besser kennenzulernen und Kontakte zu Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern zu knüpfen, die unter anderem die Rolle als Beraterinnen und Berater für den Besuch der weiterführenden FOS innehaben.
Kombikurse sind Wahlfächer, die abwechselnd an der FOS und an der Realschule stattfinden. Für die Jahrgangsstufe 10 sind die Kombikurse im 1. Halbjahr an der FOS angesetzt, es unterrichten FOS-Lehrkräfte. Die an der Realschule stattfindenden Kombikurse für die Jahrgangsstufe 9 werden von Realschullehrkräften gehalten. Thema dieser Kombikurse können Unterrichtsinhalte aus den Fächern Deutsch, Englisch oder Mathematik sein. Es können auch spezifische Themen, z. B. die Nanotechnologie oder die Funktionsweise eines Handys, behandelt werden. Auf diese Weise lernen Realschülerinnen und Realschüler Unterschiede in der Unterrichtskultur und im Anspruchsniveau zwischen FOS und Realschule kennen. Vor allem aber dienen die Kombikurse der Orientierung im Hinblick auf eine anstehende Schullaufbahnentscheidung. Die Lehrkräfte der beiden Schularten tauschen sich intensiv über die jeweiligen pädagogisch-didaktischen Ansätze aus.



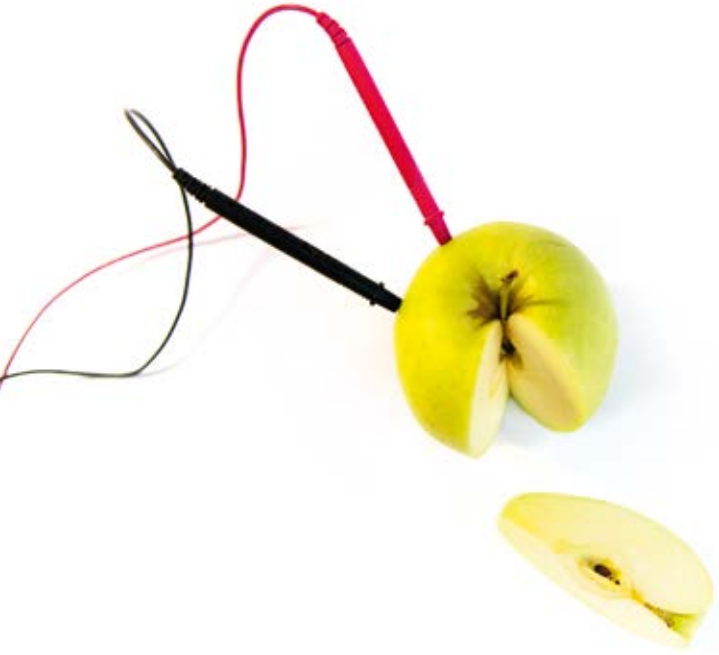
Der Informationstag schließlich richtet sich an die Jahrgangsstufe 10. FOS-Lehrkräfte sowie FOS-Schülerinnen und -Schüler jeder Ausbildungsrichtung kommen für jeweils 45 Minuten in den Realschulunterricht und stehen für Fragen zur Verfügung.
Als Beispiel für eine fruchtbare Kooperation zwischen Realschule und Berufsschule dient das Projekt „Schüler für Schüler“. In Altötting werden z. B. Zimmererlehrlinge aus der Berufsschule in den MINT-Unterricht der 10. Jahrgangsstufe, Zweig IIIB (Werken), einbezogen. Schülerinnen und Schüler erklären dabei Berufsschülerinnen und Berufsschülern die Theorie der Winkelfunktionen bei der Planung eines Dachstuhls. Im Gegenzug bauen die Zehntklässler an der Berufsschule diesen Dachstuhl als Holzmodell.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Getragen von einer hohen Nachfrage der Schülerinnen und Schüler gestaltet sich die Zusammenarbeit mit der FOS sehr positiv. Eine gewisse Ausnahme stellt der Kombikurs in der Jahrgangsstufe 10 dar. Prüfungsbedingt sollte insbesondere bei schwächeren Realschülerinnen und Realschülern wegen der Mehrbelastung eine Teilnahme gut durchdacht werden. Durch die Informationsveranstaltungen zur FOS, aber besonders durch die Tutorien, die als Schüler-Schüler-Informationsbrücke hervorragend funktionieren, erfahren Realschülerinnen und Realschüler der Jahrgangsstufe 10, wie sich der weitere schulische Weg an der FOS gestaltet.



MINT gefällt mir, weil man erfährt, ob dieser Zweig später für einen geeignet ist oder nicht. (Lars, Schüler)



## ZIELE

Schülerinnen und Schüler sollen frühzeitig für eine weiterführende Schullaufbahn und damit verbunden für eine entsprechende Berufswahl interessiert werden. Die Steigerung der Motivation für einen erfolgreichen Realschulabschluss und die Entwicklung gemeinsamer Praxismodule, um junge Menschen an MINT-Fächer heranzuführen und Neugierde zu wecken, sind weitere wichtige Ziele.

## PRAXIS

Es existieren vielfältige Organisationsformen: Die Hochschule wird mit Kleingruppen oder einer gesamten Klasse (SchülerUni) besucht, Projekttage werden durchgeführt, eine Hochschulmitarbeiterin oder ein Hochschulmitarbeiter wird als externe Expertin bzw. als externer Experte an die Schule eingeladen oder es finden eigenständige Informationsrecherchen einzelner Realschulteams an der Hochschule statt. Beispiele für eine Zusammenarbeit mit der Hochschule Rosenheim sind u. a. der Besuch des Observatoriums, die Arbeit am Elektronenmikroskop, die Bestimmung der weltweiten Herkunft verschiedener Holzarten, der Bau und die Erprobung ferngesteuerter Kleinroboter, die Programmierung virtueller Lebensformen oder der Besuch des Computermuseums. Die Praxismodule werden im Wahlfach Robotik umgesetzt.
Ein Beispiel für die Zusammenarbeit mit der Technischen Universität München (TUM), dem Schülerforschungszentrum Berchtesgaden und einer Großmolkerei in Weihenstephan nennt sich „Messen, Steuern und Regeln“. Die Realschülerinnen und Realschüler widmen sich diesen drei Aktivitäten in Theorie und Praxis. Thematisch lernen sie die Pro-

zesstechnik bei der Herstellung von gesunden Nahrungsmitteln kennen. Dem zweitägigen Theorieteil, den Professorinnen und Professoren der TUM gestalten, folgt ein zweitägiger Praxisteil. Auch ein Transfer der erarbeiteten Erkenntnisse auf die Lebensmittelherstellung ist möglich. Der Besuch des Deutschen Museums München eröffnet im TUMLab die Gelegenheit, eine Produktionsstraße selbst zu steuern. Der letzte Teil des Kurses besteht aus einer Präsentation, in der die Schülerinnen und Schüler ihre Erkenntnisse vorstellen.

### BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Die Kurse sind bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt und die projektorientierte Organisationsform ermöglicht, Themen des Lehrplans vertiefend und vernetzend zu bearbeiten. Ein möglicher Nachteil, besonders seit dem gewachsenen Interesse am Wahlpflichtfach I, ist die eingeschränkte Personenzahl von maximal 15 Teilnehmerinnen und Teilnehmern. Die Raumknappheit limitiert zusätzlich das Zeitfenster. Die Erfolge und das langfristige Nachwirken des Kurses sprechen jedoch eindeutig für einen langfristigen Fortbestand der Kooperation.

## FRANZ-XAVER-VON-SCHÖNWERTH-REALSCHULE STAATLICHE REALSCHULE AMBERG

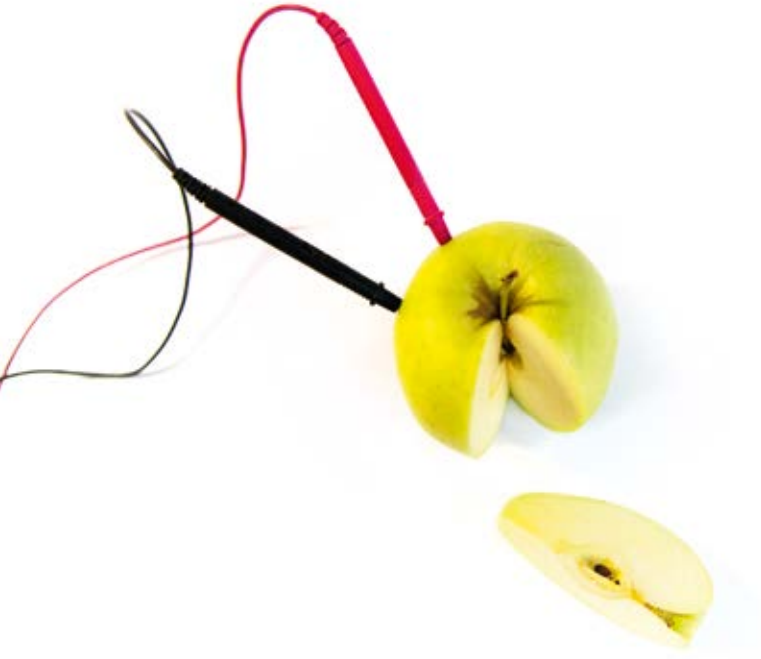
## OBERPFALZ

## EIN BLICK IN DIE TECHNISCHE BERUFSWELT

Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 6 der Schönwerth-Realschule Amberg erhalten vor der Entscheidung für die Wahlpflichtfächergruppen einen informativen Einblick in die Welt technischer und wissenschaftlicher Berufe und deren Zukunftsperspektiven.
In einem ersten Schritt informieren sich die Schülerinnen und Schüler in der Ausbildungshalle der Siemenslernwerkstatt über die zukunftsfähigen Berufe des Mechatronikers, des Werkzeugmechanikers und des Verfahrensmechanikers. Ermöglicht werden etwa die ansprechende Simulation einer Fräsprogrammierung und eine Werksführung. Die Schülerinnen und Schüler dürfen in der Lernwerkstatt auch selbst aktiv tätig werden und z.B. einen elektronischen Würfel löten. Im Deutschunterricht werden für diesen Projekttag in Gruppen Vorträge erarbeitet und mittels Plakaten präsentiert.
In einem zweiten Schritt lernen die Klassen die Räumlichkeiten und die vielfältigen Studienangebote der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden kennen. Großen Anklang finden die unterschiedlichen Labore, die Bibliothek und vor allem das Audimax der Hochschule. Bei einer Einführung in die Welt technischer Berufe werden den Schülerinnen und Schülern Bildungswege aufgezeigt, die in der Region von der Real-

schule über die Fachoberschule an die Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden möglich sind. Die im Anschluss an die Exkursion im Unterricht erfolgenden Auswertungen und Nachbearbeitungen zeigen die Attraktivität einer Ausbildung zur Ingenieurin oder zum Ingenieur auf. Das Projekt ermöglicht den Schülerinnen und Schülern gleichermaßen konkrete Einblicke in eine technische Berufsausbildung wie auch Erstinformationen zum MINT-Studium vor Ort.

Die MINT-Stunde ist interessant, weil man dort viel lernt und einen Vorgeschmack bekommt, wie das bald mal ist. Am coolsten finde ich Experimente. (Nick, Schüler)



## ZIELE

Die Kooperationen mit Unternehmen ermöglichen Realschulen eine vorurteilsfreie Öffnung in Richtung Arbeitswelt. Gleichzeitig wird eine realitätsnahe Auseinandersetzung mit schulischen Inhalten gefördert. Durch eine erweiterte Öffentlichkeitsarbeit steigert die Schule ihre Attraktivität in der Region. Der Austausch zwischen Lehrerkollegium und Unternehmen trägt zum Verständnis für die jeweilige Arbeitsrealität bei. Für Realschülerinnen und Realschüler ermöglicht die Zusammenarbeit mit externen Partnern einen konkreten Zugang zum regionalen Arbeitsmarkt. Lehrplaninhalte werden anschaulicher und das Interesse an technischen bzw. naturwissenschaftlichen Arbeitstechniken wird nachhaltig geweckt.

## PRAXIS

Neben eintägigen Veranstaltungen für einzelne Klassen werden auch mehrtägige Projekte durchgeführt, die über das gesamte Schuljahr verteilt sind. Am Anfang einer gelungenen Kooperation steht die Kontaktaufnahme mit einem Unternehmen, etwa über den regionalen Arbeitskreis *SCHULE*WIRTSCHAFT, über eine persönliche Anfrage der Schulleitung oder über ehemalige Schülerinnen und Schüler, die in dem Unternehmen tätig sind. In Vorgesprächen können die MINT[21]-Initiative und die MINT-Aktivitäten der Schule vorgestellt und andererseits die Möglichkeiten und Wünsche des Kooperationspartners in Erfahrung gebracht werden. Meistens lassen sich dabei konkrete Anknüpfungspunkte und mögliche gemeinsame Projektthemen für die Zusammenarbeit finden. Bei einem vorbereitenden Besuch des MINT-Teams beim Kooperationspartner erfolgt z. B. eine Besichtigung des Unterneh-

mens und es werden Inhalte des gemeinsamen Projekts unter Berücksichtigung von Machbarkeit und Schülerorientierung festgelegt. Bei der Durchführung des Projekts werden zum einen Auszubildende eingebunden, zum anderen wird auch auf die Selbsttätigkeit der Schülerinnen und Schüler geachtet. Arbeiten an Stationen in Kleingruppen unter Anleitung von Auszubildenden und die Herstellung eines Produkts, das nach Hause mitgenommen werden kann, runden die Maßnahme ab. In einer Nachbesprechung werden die Schülerorientierung des Projekts, das Feedback aller Beteiligten, mögliche Verbesserungsvorschläge und die zukünftige Zusammenarbeit reflektiert.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Seit vielen Jahren haben Unternehmen, Betriebe, öffentliche und soziale Einrichtungen zunehmend den Wert von Kooperationen und Partnerschaften mit Schulen erkannt. Deshalb kann von einer grundsätzlichen Kooperationsbereitschaft ausgegangen werden. Gleichwohl sind Kooperationen mit Aufwand – materiell wie personell – verbunden. So sollte im Einzelfall geprüft werden, wie viel die Schule selbst und der Kooperationspartner leisten können und wollen. Räumliche Nähe ist von Vorteil, sollte aber kein Ausschlusskriterium sein. Wichtiger sind gemeinsame Absprachen und die gemeinsam festgelegten Ziele. Je intensiver die Erfahrung der Schülerinnen und Schüler während eines Kooperationsprojekts mit der Arbeitswelt sind, umso nachhaltiger wird dessen Nutzen ausfallen.

## STAATLICHE REALSCHULE COBURG II

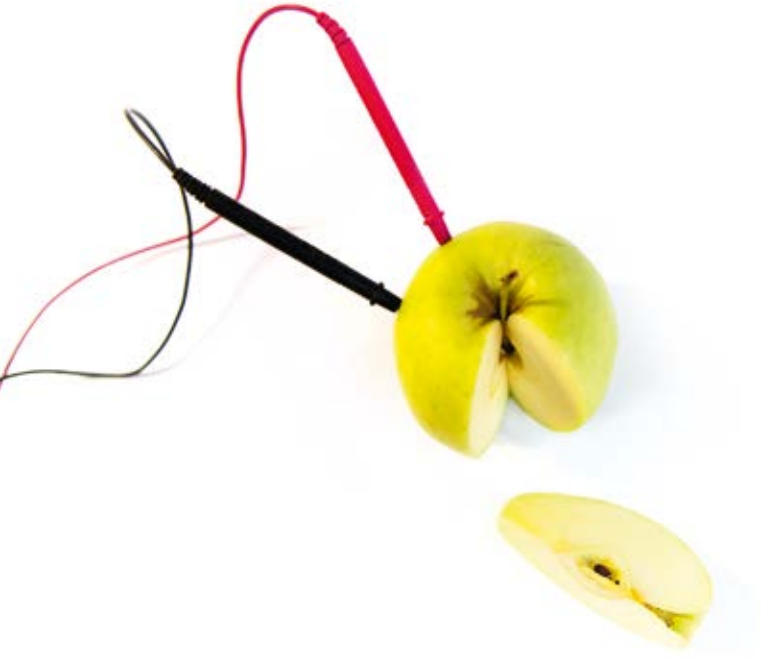
## OBERFRANKEN

## EIN TAG IN DER INDUSTRIE

Ein „Tag in der Industrie“ bietet den Schülerinnen und Schülerinnen der Jahrgangsstufe 6 die Möglichkeit, bei der Herstellung eines Werkstücks ihre praktischen Fähigkeiten unter Beweis zu stellen. Die Staatliche Realschule Coburg II führt die Maßnahme im Rahmen der Initiative come with(me) der Bayerischen Metall- und Elektroindustrie zum wiederholten Mal mit der Partnerfirma KAESER durch, die auf die Herstellung von Kompressoren spezialisiert ist. Die Schülerinnen und Schüler sind in dem Unternehmen einen Tag lang zu Gast und fertigen solarbetriebene Tischventilatoren. Bevor das Endprodukt nach Hause mitgenommen werden kann, werden mehrere Arbeitsetappen durchlaufen: Nach dem virtuellen Entwurf des Werkstücks mit Hilfe eines CAD-Systems geht es in die Werkstatt zur Metallverarbeitung. Hier dürfen die Schülerinnen und Schüler jeweils ihren Namen in ihren Ventilator eingravieren, was diesen zu einem Unikat und besonderen Erinnerungsstück macht. Danach werden alle Arbeiten an der Elektronik und die Endmontage vorgenommen. Eine Qualitätsprüfung sowie eine Kostenkalkulation runden das Projekt ab. Beim praktischen Arbeiten während des Industrie-Schnuppertages werden die Schülerinnen und Schüler durch Auszubildende und deren Ausbilderinnen und Ausbilder betreut.

# PROJEKTBEISPIEL FÜR KOOPERATION MIT EINEM UNTERNEHMEN

Wir unterstützen mit unserem Engagement MINT-Initiativen und damit die Bildung in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern, um junge Leute für Technik zu begeistern sowie langfristig die Leistungsfähigkeit unseres Unternehmens durch gut ausgebildete und motivierte Fachkräfte sicher zu stellen. (Roland Deppe, Robert Bosch GmbH)



Die Initiative MINT[21] zeigt, dass es auch außerhalb des normalen Unterrichtsalltags möglich ist, verschiedene größere MINT-Veranstaltungen zu organisieren oder bei Schulveranstaltungen mit MINT-Aktivitäten präsent zu sein, z. B. mit einem „Raum der Experimente“ beim Sommerfest. Derartige Aktionen erlauben eine intensive Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Aufgabenstellungen und ermöglichen den Beteiligten, etwa durch die Kooperation mit Betrieben, Auszubildenden oder der Agentur für Arbeit, einen guten ersten Einblick in die Berufswelt. Schulen haben Gelegenheit, ihre MINT-Aktivitäten gebündelt einer breiteren Öffentlichkeit einschließlich der Presse darzubieten. Auf diese Weise profitieren alle Beteiligten von einem MINT-Tag.

## ZIELE

Ein MINT-Tag kann je nach Organisationsform Kinder und deren Eltern erreichen, Kontakt zu künftigen Arbeitgebern ermöglichen und den Austausch zwischen Lehrkräften und Eltern intensivieren. MINT-Tage bieten zudem die Beschäftigung mit interessanten Themen, die über Lehrplaninhalte hinausgehen, fördern den spielerischen Umgang mit den Naturwissenschaften oder leisten Hilfestellung bei der Entscheidung für eine Wahlpflichtfächergruppe. Gelungene MINT-Tage machen Schulgemeinschaft erlebbar und erzeugen nicht zuletzt eine positive Außenwirkung.

## PRAXIS

MINT-Tage können hinsichtlich der Zielgruppe, der beteiligten Personen, des zeitlichen Ablaufs und des Veranstaltungsortes unterschiedlich gestaltet werden. Zur

# MINT-TAGE, PROJEKTTAGE, MINT-AKTIONEN BEI SCHULVERANSTALTUNGEN

Vorbereitung empfiehlt sich die Bildung eines Organisationsteams. Die Einbindung von externen Partnern bietet die Möglichkeit, schulische Arbeit mit außerschulischen Interessen zu vernetzen. Die Zusammenarbeit sollte auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit erfolgen. Um für die internen Abläufe teilnehmender Unternehmen und Organisationen genügend zeitlichen Spielraum zu gewährleisten, sollte eine längere Vorlaufzeit eingeplant werden.
MINT-Tage unterliegen keiner zeitlichen oder terminlichen Beschränkung. Eine Durchführung am Vormittag, Nachmittag, Abend oder ganztägig ist möglich. Eine interessante Variante kann für Schülerinnen und Schüler eine Abendveranstaltung mit anschließender Schulhausübernachtung sein (z. B. Astronomie-Nacht).

Weitere Anregungen:

- Projekttage am Vormittag zu verschiedenen Themen aus der Mathematik, Physik, Biologie oder Chemie oder für eine bestimmte Jahrgangsstufe.
- MINT-Tag am Vormittag mit Kooperationspartnern und Experimenten. Diese Maßnahme findet in der Regel ohne Eltern statt.
- MINT-Tag am Nachmittag mit Kooperationspartnern und Eltern. Hier ist auch eine Einladung von oder Zusammenarbeit mit Nachbarschulen möglich.
- MINT-Tag für Mütter. Hintergrund: Mütter spielen in der Regel eine große Rolle bei der Entscheidung für eine Wahlpflichtfächergruppe und bei der späteren Berufswahl ihrer Kinder. Dies betrifft vor allem die Mädchen.
- MINT-Tag für Mütter und Töchter.
- „Raum der Experimente“ bei Weihnachtsaktionen, beim Tag der offenen Tür, bei Sommerfesten oder ähnlichen Schulveranstaltungen.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Personelle und finanzielle Ressourcen sind vorab mit der Schulleitung und gegebenenfalls mit dem Sachaufwandsträger und/oder Elternbeirat zu klären. Die Planung und Durchführung sollte in Absprache und Übereinstimmung mit dem Kollegium erfolgen. Die Terminierung muss hinsichtlich der Zielgruppen gut überlegt sein. Bei der Einbindung von externen Partnern könnten Abendveranstaltungen schwieriger sein, für Eltern ist der Nachmittag bzw. Abend in der Regel jedoch günstiger.

## EMPFEHLUNGEN

MINT-Tag am Nachmittag mit externen Partnern und Eltern:
Die Veranstaltung findet in Räumen statt, in denen die Möglichkeit für naturwissenschaftliches Experimentieren gegeben ist. Eingeladen sind Schülerinnen und Schüler einer bestimmten Jahrgangsstufe mit ihren Familienangehörigen (z. B. Jahrgangsstufe 6 vor der Wahlpflichtfächerwahl), externe Partner aus der Wirtschaft (idealer Weise sind hier auch Auszubildende beteiligt), ehemalige Schülerinnen und Schüler, die einen technischen Beruf ergriffen haben, lokale Medien und gegebenenfalls Nachbarschulen. Geplant und durchgeführt wird die Veranstaltung von einem Lehrerteam und einer Organisationsklasse, welche die Präsentation von Experimenten aus der Mathematik, Physik, Chemie und Biologie übernimmt. Großen Anklang finden erfahrungsgemäß chemische und physikalische Shows, die von Lehrkräften gestaltet werden. Gibt es Schülerinnen und Schüler, die an einem besonderen Projekt oder Wettbewerb teilnehmen (z. B. Girls‘Day Akademie, „Jugend testet“,

„Jugend forscht“), können diese darüber berichten. Einen schönen Abschluss erhält man bei der Durchführung einer gemeinsamen Aktion am Ende der Veranstaltung.

**„Raum der Experimente“ bei einer Schulveranstaltung:**
Bei Schulveranstaltungen, wie z. B. Weihnachtsmarkt, Sommerfest oder Tag der offenen Tür, finden Angebote, bei denen Besucher selbst experimentieren können, großen Anklang. Wenn man eine Vielfalt an Experimenten aus unterschiedlichen Bereichen anbieten möchte, eignet sich dafür ein Klassenzimmer. Die Tische werden im Kreis so aufgestellt, dass die Lehrkräfte oder Schülerinnen und Schüler im Inneren des Kreises stehen und die Versuche demonstrieren können. Die Besucher können außen von Experiment zu Experiment gehen.

MINT macht mir Spaß, weil wir sehr gute Experimente machen können und neue Sachen ausprobieren dürfen. (Maya, Schülerin)

## STAATL. REALSCHULE WASSERTRÜDINGEN

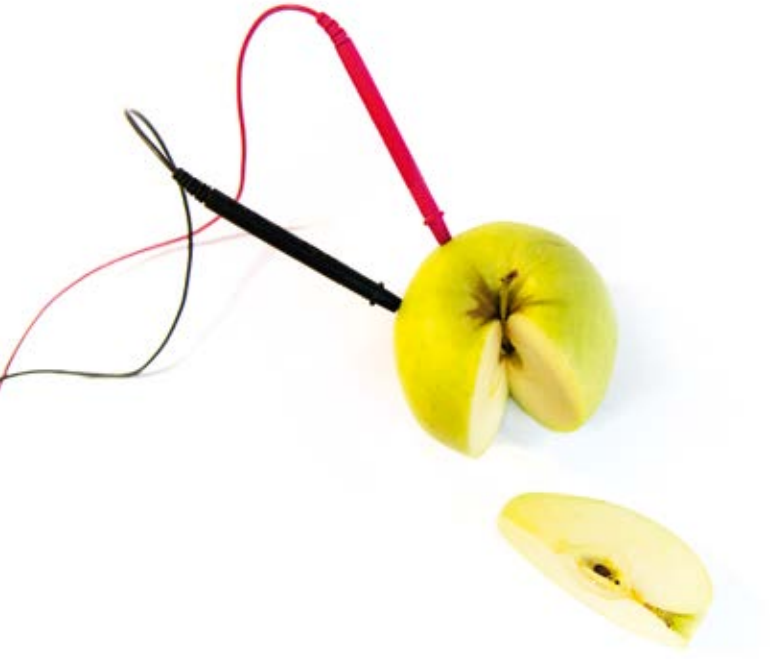
## MITTELFRANKEN

## MINT-TAGE

Seit mehreren Jahren führt die Staatliche Realschule Wassertrüdingen schulinterne MINT-Tage durch, im Schuljahr 2013/2014 war dies sogar an zwei Tagen der Fall.
Am ersten Tag durchlaufen alle Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5 bis 7 fünf verschiedene Stationen aus Mathematik, Physik, Erdkunde, Biologie, Chemie und IT, die von MINT-Lehrkräften vorbereitet und vom gesamten Kollegium betreut werden. An den Stationen lernen die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen verschiedene MINT-spezifische Inhalte kennen und führen anschauliche und attraktive Experimente eigenständig durch. Dieses Angebot wird ergänzt durch interaktive Stationen, die von mehreren regionalen Partnerunternehmen bereitgestellt werden. Besonders den Sechstklässlern dient der MINT-Tag als zusätzliche Entscheidungshilfe bei der Wahl einer Wahlpflichtfächergruppe ab der Jahrgangsstufe 7. Interessierten Eltern sowie Kolleginnen und Kollegen anderer Schulen stehen an diesem Tag die Türen ebenfalls offen.
Der zweite MINT-Tag richtet sich an alle Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 8 und 9. Er wird von externen Partnern (Unternehmen, Fachoberschulen, Maschinenbauschule) gestaltet, die sich mit großem Personaleinsatz und vielfältigem Anschauungsmaterial engagieren. Einerseits werden verschiedene Ausbildungsberufe und regionale Unternehmen vorgestellt, andererseits werden die Schülerinnen und Schüler dazu ermutigt,

# PROJEKTBEISPIEL FÜR MINT-TAGE

unter Anleitung von Auszubildenden berufsspezifische Tätigkeiten (Metallbearbeitung, Kugellagermontage, Holzbearbeitung u. v. m.) selbst auszuprobieren.
Die MINT-Tage werden als sehr gewinnbringend wahrgenommen, da Schülerinnen und Schüler durch das eigenständige Experimentieren mit Unterstützung externer Partner ihr Interesse an MINT-Themen entdecken und die Ergreifung eines MINT-Berufs in Erwägung ziehen können. Die Auswertung von Feedbackbögen spiegelt die große Begeisterung der Schülerinnen und Schüler sowie die positive Resonanz der beteiligten Unternehmen wider.



Die aktive Teilnahme an Wettbewerben aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich stellt eine gute Möglichkeit dar, die MINT-Kompetenzen von Schülerinnen, Schülern und Lehrerkräften zu fördern bzw. zu erweitern. Dabei gibt es die Möglichkeit, sich an Wettbewerben zu beteiligen, die einem Unterrichtsfach zuzuordnen sind (z. B. Chemie, Mathematik, Physik, Biologie). Darüber hinaus existieren Wettbewerbsformen, die fächerübergreifend angelegt sind (z. B. Mathematikwettbewerb am PC), oder Initiativen, die es den Teilnehmern überlassen, aus welchem naturwissenschaftlichen Bereich ihr Wettbewerbsbeitrag stammt (z. B. Fachgebiet Arbeitswelt beim Wettbewerb „Jugend forscht“). Daneben bieten Schulen aber auch verstärkt schulinterne Wettbewerbe für einzelne Jahrgangsstufen, bestimmte Fächer oder die gesamte Schülerschaft an.

## ZIELE

Schulen, die sich an Wettbewerben beteiligen, wollen bei ihren Schülerinnen und Schülern Neugierde an technischen Zusammenhängen wecken und Aufmerksamkeit auf MINT-Berufe lenken. Neben dem Wettbewerbsgedanken gilt es, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern Erfolgserlebnisse zu ermöglichen und eine positive Grundeinstellung zum jeweiligen MINT-Thema zu formen. Der starke Praxisbezug, das Aufgreifen von Alltagsthemen oder einfach die Freude, sich mit Themen aus einem speziellen naturwissenschaftlichen Bereich zu beschäftigen, sind ebenfalls lohnende Zielsetzungen. Wettbewerbe ermöglichen es Schülerinnen und Schüler darüber hinaus, ihre Leistungsfähigkeit und Kompetenzen auf Plattformen zu präsentieren, die über die Schule hinaus-

reichen. Sicherlich können attraktive Sach- und Geldpreise oder Teilnahmebestätigungen für anstehende Bewerbungen für Kinder und Jugendliche ebenfalls motivierend wirken.

## PRAXIS

Die Teilnahme an einem Wettbewerb erfolgt in mehreren Schritten. Sie kann durch Lehrkräfte oder Schülerinnen und Schüler, die Schulleitung, Eltern, externe Organisationen, Unternehmen, Industrieverbände oder durch das Kultusministerium initiiert werden. Es bedarf grundsätzlich einer gründlichen Analyse, welche Wettbewerbsformate geeignet sind. Zum einen dürfen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer weder über- noch unterfordert werden, zum anderen muss die betreuende Lehrkraft in der Lage sein, die Schülerinnen und Schüler zielgerichtet zu unterstützen. Von Anfang an müssen die Rahmenbedingungen (Anmeldezeitraum, Zeitraum und Ort für die Erstellung der Wettbewerbsbeiträge, Abgabemodus für die Wettbewerbsbeiträge usw.) gewissenhaft kommuniziert und organisiert werden. Die Mehrheit der MINT21-Schulen berichtet, dass die Wettbewerbsbeiträge hauptsächlich in der Freizeit der Schülerinnen und Schüler erstellt werden. Es sollte allerdings auch möglich sein, die Wettbewerbsbeiträge oder Teile davon im Rahmen eines Wahlfachs am Nachmittag anzufertigen (z. B. Wahlfach „Jugend forscht“, „Technik-AG“) oder im Rahmen der Projektpräsentation in den 9. Klassen. Eher selten können Bearbeitungen während des regulären Unterrichts am Vormittag vorgenommen werden. In jedem Fall ist es wichtig, dass sich die betreuende Lehrkraft auf eine geeignete Art und Weise, z. B. durch wöchentliche Treffen oder Treffen nach bestimmten Arbeitsphasen, über den

MINT ist toll, weil es jungen Menschen das Tor zur Technik öffnet.
(Anton Grauvogl, Horsch Maschinen GmbH)

Zwischenstand informieren lässt, falls es die Art des Wettbewerbs erfordert. Grundsätzlich können sich alle Jahrgangsstufen an Wettbewerben beteiligen. Schülerinnen und Schüler aus unteren Jahrgangsstufen benötigen mehr Hilfe bei Anmeldung, Erstellung und Abgabe. In der Jahrgangsstufe 10 muss die nahende Abschlussprüfung mit einkalkuliert werden. Erfahrungsgemäß konzentrieren sich die Jugendlichen spätestens ab dem Schulhalbjahr verstärkt auf die Prüfungsvorbereitung und haben damit weniger Freiräume, Wettbewerbsbeiträge zu erstellen.
Schulinterne Wettbewerbe sind weniger aufwändig zu organisieren. Sie sind auf einen engeren Zeitraum begrenzt und können sogar an einem Tag durchgeführt werden. Einige Beispiele: Mausefallenrennen-Schulwettbewerb, Adventskalender (24 Aufgaben, für verschiedene Fächer möglich), MINT-Olympiade in der Jahrgangsstufe 6, Brückenbau-Wettbewerb in der Jahrgangsstufe 10.

## BEI DER UMSETZUNG ZU BEACHTEN

Die größte Herausforderung stellt die zeitliche Planung im Schulalltag dar. Einige Wettbewerbsformate erfordern die Erstellung wissenschaftlicher Arbeiten. Die meisten Realschülerinnen und Realschüler beschreiten damit Neuland, da sie vergleichbare Ausarbeitungen für den Realschulunterricht in der Regel nicht benötigen und mit den Grundzügen wissenschaftlichen Arbeitens nicht vertraut sind. Sie sind daher auf umfangreiche Unterstützung angewiesen. Um die teilweise komplexen Anmeldemodalitäten zu bewältigen, ist die Hilfe von Eltern oder Lehrkräften notwendig. Bei offenen Wettbewerbsformen brauchen Realschülerinnen und Realschüler zuweilen Anstöße durch Lehrkräfte und Eltern, um einen geeigneten

Einstieg und Orientierung zu finden. Die Chancen für eine erfolgreiche Teilnahme an einem Wettbewerb können maximiert werden, indem vorab recherchiert wird, mit wem die Realschülerinnen und Realschüler konkurrieren. Schließlich gibt es Wettbewerbe, die nicht nach Altersstufen und Schularten differenzieren, so dass die Konkurrenz durch Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Gymnasien oder beruflichen Schulen sehr groß ist.

## EMPFEHLUNGEN

Wettbewerbe müssen frühzeitig geplant werden und die Lehrkraft muss rechtzeitig alle Informationen rund um den Wettbewerb einholen, um die Schülerinnen und Schüler und gegebenenfalls auch die Eltern informieren zu können. Organisatorische Vorteile hat die Einbindung des Wettbewerbs in ein Wahlfach. Betreuende Lehrkräfte sollten neben dem möglichen Gewinn eines Wettbewerbs auch den Kompetenzgewinn durch den Arbeitsprozess als Ziel formulieren. Während der Wettbewerbsphase ist es notwendig, Etappenziele zu formulieren und sich über den Stand der Arbeit zu informieren. Um einen offiziellen Abgabeschluss einhalten zu können, empfiehlt es sich, einen inoffiziellen früheren Abgabeschluss vorzugeben, der einen etwaigen „Feinschliff“ erlaubt. Eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit möglichen Sponsoren, wie z. B. Elternbeirat, Förderverein oder Unternehmen in der Region, kann unter Umständen notwendig sein, um die Finanzierung des Vorhabens sicher zu stellen. Gleichwohl ist die Beteiligung an einem Wettbewerb eine gute Gelegenheit, die Zusammenarbeit mit einem Unternehmen in der Region zu suchen, dessen Werkstätten zu nutzen oder fachliche Unterstützung zu erbitten.

## STAATLICHE REALSCHULE ARNSTORF

## NIEDERBAYERN

## „JUGEND FORSCHT – SCHÜLER EXPERIMENTIEREN“

Die Realschule Arnstorf beteiligt sich seit mehreren Jahren erfolgreich am Schülerwettbewerb „Jugend forscht“ in Passau. Da es sich dabei nicht um einen Aufgabenwettbewerb handelt und somit keine Themenstellung vorgegeben ist, haben insbesondere Mädchen die Möglichkeit, ihre genderspezifischen Vorstellungen und Ideen zu untersuchen und zu präsentieren.
Die Wettbewerbssparte „Schüler experimentieren“ motiviert Schülerinnen und Schüler der unteren Jahrgangsstufen, sich selbst, älteren oder behinderten Menschen durch intelligente oder pfiffige Erfindungen und Ideen das Leben zu erleichtern. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erlernen und festigen zum einen die Vorgehensweise beim naturwissenschaftlichen Arbeiten. Sie dokumentieren darüber hinaus ihre Ergebnisse und präsentieren diese beim Wettbewerb einer Jury und der Öffentlichkeit.
Schülerwettbewerbe können naturwissenschaftliches Interesse und Freude am Experimentieren wecken und MINT-Kompetenzen fördern. Jedes gelungene Projekt wird mit Regionalsiegen, Geld- und Sachpreisen sowie Praktika prämiert. Die feierliche Preisverleihung an der Universität Passau wird durch eine Gastvorlesung eines namhaften Professors abgerundet. Überdies besteht bei externen Partnern aus dem direkten Umfeld der Schule großes Interesse, „Jugend forscht“-Projekte personell und materiell zu unterstützen.

# PROJEKTBEISPIEL FÜR WETTBEWERBE

Die MINT-Stunde ist cool, weil man dort viele tolle Sachen macht, egal, ob mit Feuer, Experimenten oder Computern, in MINT ist alles dabei. (Nele, Schülerin)

# WORKSHOP MINT 2015

Große lehren Kleine: Realschüler experimentieren mit Grundschülern

MINT rund um den Apfelbaum

Kooperationen - zwei verschiedene Ansätze

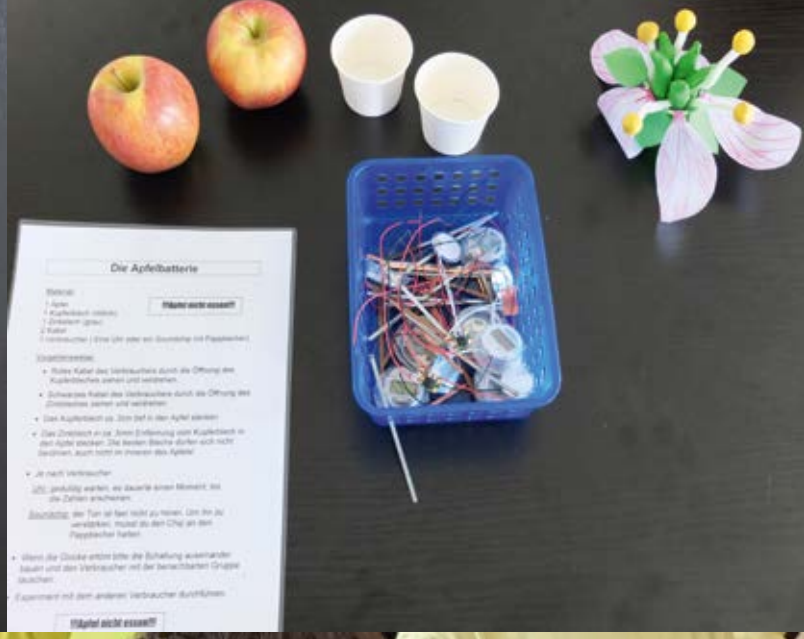
MuT - Mädchen und Technik Förderung von Mädchen in Naturwissenschaft und Technik

Forscherklassen - eine Motivation für die Wahlpflichtfächergruppe I

Mathematik mit allen Sinnen erfassen

Robotik I und II

Montagetest
Baue das Modell nach.
Punkte: 3
wenn Länge der Teile nicht stimmen


Die Apfelbatterie

BURTON
SNOWBOARDS

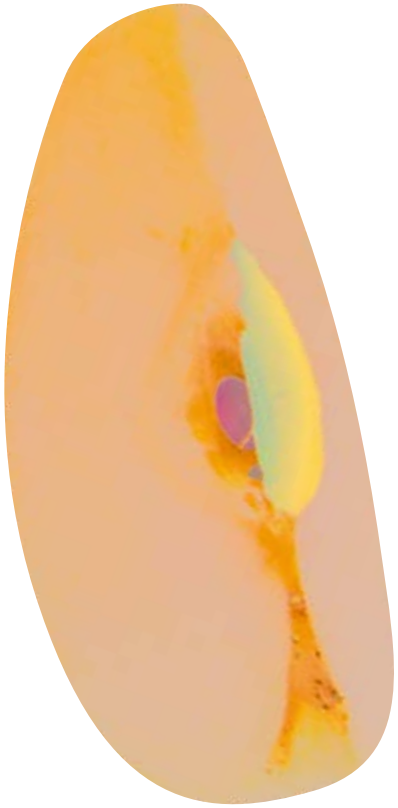
Ministerialrat
Rüdiger Wieber
Michael Lindemann
Günter Frey

Mathematik und Magie, Zahlen und Zauberei, das sind nur auf den ersten Blick scheinbare Gegensätze mit unüberbrückbaren Unterschieden. In der Welt der Ziffern, Zahlen, Figuren und Rechnungen gibt es unzählige faszinierende Entdeckungen zu machen, die auf den ersten Blick unerklärlich erscheinen und doch bei näherem Hinsehen verständlich werden – im Gegensatz zu den Zaubertricks der sogenannten Illusionisten und „echten“ Zauberer.

Martin Gardner gilt als einer der Väter der Unterhaltungsmathematik und veröffentlichte über 25 Jahre lang eine erfolgreiche Kolumne mit dem Titel „Mathematical Games“ in der Zeitschrift „Scientific American“. Bei weiterer Recherche stößt man auf das Werk von Prof. Dr. Hermann Schubert mit dem Titel „Mathematische Mußestunden“, ein Buch voller Geduldspiele, Kunststücke und Unterhaltungsaufgaben mathematischer Natur, das erstmals 1897 verlegt wurde und auch heute nur wenig von seinem Reiz eingebüßt hat. Dabei wird deutlich, dass die Menschen sich auch schon vor vielen Jahren mit der Kurzweil der Mathematik die Zeit vertrieben haben.

Aktuell gibt es eine beständig wachsende Anzahl an erfolgreichen Publikationen, die sich mit Mathematik, Schnellrechnen und diversen Knobeleien beschäftigen. Exemplarisch genannt seien die Bücher von Arthur Benjamin („Mathemagie“), Gert Mittring („Rechnen mit dem Weltmeister“) und Holger Dambeck („Nullen machen Einsen groß“). Sie erfahren in

den einschlägigen Online-Plattformen ausnahmslos Zustimmung und Lob von den Lesern. Es gibt also einen latent vorhandenen Reiz und Zauber, der dem Fach leider im Lauf der Schulzeit irgendwann abhanden zu kommen scheint.
Die folgenden Ausführungen sollen zeigen, dass die Welt der Zahlen und Formen spannender und vielfältiger ist, als manch einer vermutet. In den sogenannten Rand- oder Vertretungsstunden bieten sich kreative Spielwiesen und damit Möglichkeiten, unabhängig vom Lehrplan die Gelegenheit zu nützen, Faszination für das interessante Fach Mathematik zu wecken. Schülerinnen und Schüler stellen überrascht fest, dass sie von den unerwarteten Entdeckungen und unerklärlichen Fähigkeiten der Lehrkräfte oder ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler in den Bann gezogen werden und die Schulstunde wie im Flug verstreicht. Das gilt umso mehr, wenn sie sich vergegenwärtigen, dass es das vermeintlich dröge Fach Mathematik war, das sie so vorzüglich unterhalten hat.
Die folgenden Beispiele sollen als Anregung für eine erste Beschäftigung mit der „Mathemagie“ dienen. Sie sind nur knapp erläutert und erheben keinen Anspruch, das behandelte Phänomen umfassend zu durchleuchten und zu erklären. Vielmehr beschränkt sich der Text auf eine Erklärungsskizze, der Anwender muss die umrissenen Gedankengänge – mit Zettel und Stift – selbst nachvollziehen.



Quelle:
MINT-Konkret: Zaubereien mit der Handynummer

## BEISPIEL 1: DER ZAUBER DER 9

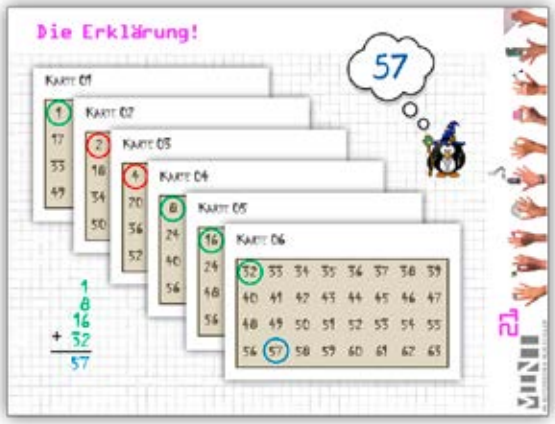
Nimmt man eine beliebige gedachte Zahl (z. B. das eigene Geburtsjahr 1972) und multipliziert sie mit der Zahl 9, so kann man vom Produkt (im vorliegenden Fall 17.748) eine beliebige Ziffer entfernen (z. B. die Ziffer 7 im Produkt 17.748 ausradieren) und diese „Geheimziffer“ einfach durch die Quersummenregel wieder berechnen. Jedes Produkt einer Zahl mit 9 besitzt nämlich eine durch 9 teilbare Quersumme. In unserem Beispiel ergibt die Addition der Ziffern der Zahl 17-48 den Summenwert 20, was 7 weniger als das nächste Vielfache von 9 – im vorliegenden Fall 27 – ist. Dieser „Trick“ funktioniert nicht nur mit dem Geburtsjahr (eine vierstellige Zahl), sondern mit jeder natürlichen Zahl. Insofern kann er in verschiedene Kontexte (Handynummer, Hausnummer, Schuhgröße etc.) eingebettet werden.
Er kann auch in einer anderen Variation durchgeführt werden, wenn man aus einer größeren Zahl (z. B. der Handynummer) eine Anzahl an Ziffern auswählt, anschließend aus der Auswahl zwei beliebige Zahlen entfernt und dann die (positive) Differenz dieser Zahlen bildet. Es ergibt sich auf jeden Fall ein Vielfaches von 9 mit einer durch 9 teilbaren Quersumme. Auch hier lässt sich eine verdeckte Ziffer wie oben beschrieben ermitteln.

Immer wieder zeigen sich Schülerinnen und Schüler aller Altersstufen fasziniert von diesem einfachen Zaubertrick. Zugleich verfügen sie spätestens ab der 8. Klasse über die mathematischen Grundlagen, um diesen „Zauber“ zu verstehen.

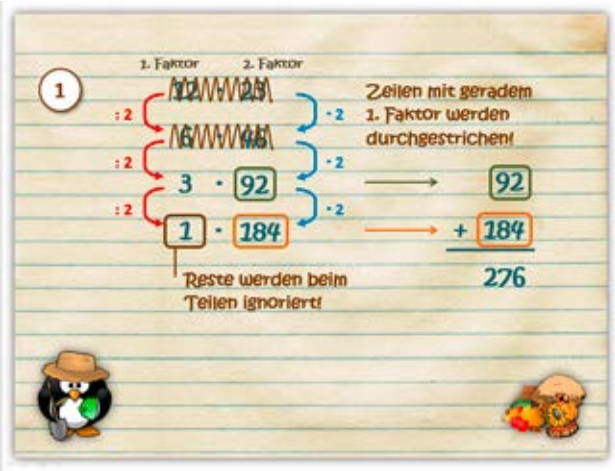
## BEISPIEL 2: ZAHLEN WAHRSEHEN MIT DEM BINÄRSYSTEM

Bei der nachfolgend beschriebenen mathematischen Hellseherei handelt es sich um einen echten Klassiker, der an einigen Schulen auch schon Eingang in MINT-Projekttage gefunden hat.
Mit den unten abgedruckten Zahlenkärtchen ist es möglich, eine gedachte Zahl zwischen 1 und 63 zu erraten. Dazu zeigt die Lehrkraft nacheinander die Karten 1 bis 6 und eine Schülerin oder ein Schüler bejaht alle Karten, auf denen seine gedachte Zahl zu sehen ist. Im Anschluss nennt die Lehrkraft sofort die gedachte Zahl.

Der Trick beruht auf der Zerlegung der gedachten Zahl in ihre Zweierpotenzen. So lässt sich die Zahl 57 beispielsweise darstellen als 57 = 1 + 8 + 16 + 32, was zur Folge hat, dass die Zahl auf den Karten 1, 4, 5 und 6 erscheint. Die Schlüsselzahl bei diesem Trick ist die Zahl links oben auf der Karte, die alle Zweierpotenzen von 1 bis 32 zeigt.
Dieser Zaubertrick, der in Variationen auch Eingang in Zauberkästen für Vorschulkinder gefunden hat, besitzt eine „Portalfunktion“. Er kann z. B. ein Einstieg in die Welt der Zahlensysteme sein. Ausgehend von den Zauberkarten kann die Lehrkraft mit ihren Schülerinnen und Schülern die Zerlegung der Zahlen in ihre Zweierpotenzen behandeln, eigene Zauberkärtchen basteln oder sogar einen Bezug zur Umsetzung von Buchstaben in ASCII-Code an PC herstellen.




Quelle:
MINT-Konkret:Zahlen wahrsehen




Quelle:
MINT-Konkret: Russische Bauernmultiplikation

## BEISPIEL 3: RUSSISCHE BAUERNMULTIPLIKATION

Ein schönes Beispiel für eine außergewöhnliche Art des Rechnens ist die sogenannte „Russische Bauernmultiplikation“, mit der sich Zahlen wie beispielsweise 12 und 23 ohne Kenntnis des Einmaleins‘ nur durch Verdoppeln, Halbieren und Addieren miteinander multiplizieren lassen. Dabei wird der erste Faktor schrittweise halbiert, während der zweite Faktor zeitgleich verdoppelt wird. Lässt sich der erste Faktor nicht halbieren, weil es sich bei ihm um eine ungerade Zahl handelt, ignoriert man die Reste beim Dividieren einfach. Am Ende werden alle Zeilen gestrichen, die einen geraden ersten Faktor aufweisen. Bei den verbleibenden Zeilen mit ungeraden ersten Faktoren werden die zweiten Faktoren addiert und liefern den Produktwert.

Interessanter Weise zeigt sich in der Unterrichtspraxis, dass Verdoppeln und Halbieren selbst für Schülerinnen und Schüler mit Rechenschwächen gut beherrschbar ist und sie dabei wenige Fehler machen.

Erklärbar wird diese scheinbar willkürliche Form der Multiplikation freilich erst durch Umsetzung der Rechenregeln in die Sprache der Algebra, wonach es offensichtlich ist, weshalb Reste beim Dividieren ignoriert werden können, wenn hinterher alle Zeilen mit geradem erstem Faktor gestrichen werden.

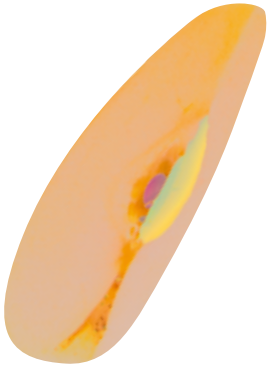
Mit solchen aus der Reihe fallenden Rechenmethoden (weitere Beispiele wären Ägyptisches Multiplizieren, Chinesisches Multiplizieren, Arabisches Multiplizieren, Vedisches Multiplizieren) lassen sich vor allem die jüngeren Schülerinnen und Schüler immer wieder aufs Neue beeindrucken und gewinnen.

## BEISPIEL 4: ZAHLEN WAHRSEHEN FÜR FORTGESCHRITTENE

Ein besonders schönes Beispiel für die „Zauberkraft“ der Mathematik ist das sogenannte Ziehen von dritten Wurzeln im Kopf. Scheinbar Unmögliches wird hier von der Lehrkraft spielerisch leicht vollbracht. Und doch handelt es sich nur um eine Form der mathematischen Mustererkennung. Die Rechenfähigkeiten des Vorführenden werden zu keinem Zeitpunkt über Gebühr gefordert. Eine Schülerin oder ein Schüler denkt sich eine beliebige zweistellige Zahl aus (Schuhgröße, Hausnummer, Alter der Mama o. ä.) und multipliziert diese dreimal mit sich selbst, er bildet also die dritte Potenz der gedachten Zahl. Er nennt das Ergebnis seiner Rechnung und wenige Augenblicke später nennt die Lehrkraft die gedachte Zahl der Schülerin oder des Schülers.

Tatsächlich hat die Lehrkraft in dieser kurzen Zeit das genannte Ergebnis nur eingruppiert und auf einen „mathematischen Fingerabdruck“ untersucht:
Die Zehnerziffer der gedachten Zahl lässt sich nämlich ganz einfach bestimmen, wenn die Lehrkraft die dritten Potenzen der Zahlen 1 bis 10 bzw. damit auch von 10 bis 100 kennt. So ergibt beispielsweise die Zahl 34 dreimal mit sich selbst multipliziert ($34^3$) die Zahl 39.304, die zwischen $30^3$ = 27.000 und $40^3$ = 64.000 liegt. Die Zehnerziffer der gesuchten Zahl ist folglich eine 3. Auf die gleiche Art und Weise lässt sich die Zehnerziffer der Zahl 78 bestimmen, deren dritte Potenz $78^3$ den Wert 474.552 besitzt und damit zwischen $70^3$ = 343.000 und $80^3$ = 512.000 einzuordnen ist.

Quelle:
MINT-Konkret: Zahlen wahrsehen für Fortgeschrittene



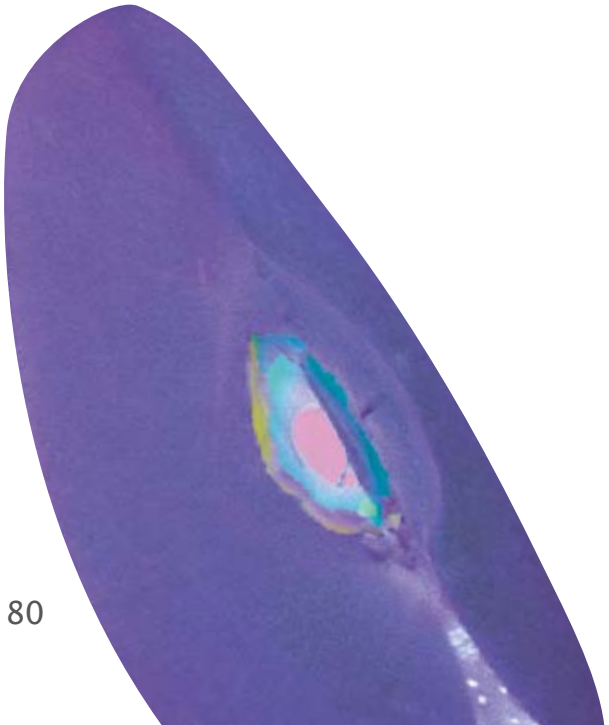
Zur Bestimmung der Einerziffer muss nur die letzte Ziffer des Produkts beachtet werden. Es zeigt sich, dass in sechs von zehn Fällen die Einerziffer der gedachten Zahl mit der Einerziffer der dritten Potenz identisch ist. Und in den anderen vier Fällen treten zwei „Überkreuzbeziehungen“ auf, denn:

$2^3 = 8$ und $8^3 = 512$ bzw. $3^3 = 27$ und $7^3 = 343$.

Somit muss die Lehrkraft hier gar nicht rechnen, sondern ausschließlich die letzte Ziffer des genannten Produkts betrachten und mit der Auflistung oben vergleichen. Es handelt sich hier um eine Art „mathematischen Fingerabdruck“, den die Zahl beim Potenzieren mit 3 hinterlässt.
Dieser Zaubertrick wirkt noch erstaunlicher, wenn zu Beginn der wesentliche Kern des Tricks verschleiert wird, indem die Lehrkraft beispielsweise die gedachte Zahl mit ihrem Vorgänger und Nachfolger multiplizieren lässt und zum Produkt nochmals die gedachte Zahl addieren lässt. Eine schnelle Anwendung der 3. binomischen Formel und der Rechenregeln der Algebra liefert:

$$x \cdot (x - 1) \cdot (x + 1) + x = x \cdot (x^2 - 1) + x = x^3 - x + x = x^3$$

Dadurch bleibt zunächst verborgen, dass bei dieser Zahlenzauberei die gedachte Zahl mit 3 potenziert wird und es somit nur um das Ziehen der dritten Wurzel im Kopf geht. Vielmehr erscheint die Rechnung so willkürlich und undurchsichtig, dass die Fähigkeiten der oder des Vorführenden nur durch Hellseherei und Magie zu erklären sind.



## BEISPIEL 5: NÜTZLICHER KOPFRECHENTRICK FÜR DEN UNTERRICHT

Normalerweise benutzen die Schülerinnen und Schüler ab der 8. Jahrgangsstufe im Unterricht den Taschenrechner, zum Erledigen der Hausaufgaben meist schon vorher. Trotzdem kann es gerade für die Jahrgangsstufen 8-10 nützlich sein, ein paar Rechentricks zu kennen, mit deren Hilfe man Aufgaben schnell und ohne Taschenrechner lösen kann. Bei dem folgenden Kopfrechentrick geht es um das Quadrieren von Dezimalbrüchen mit einer 5 hinter dem Komma, also z. B.:

$0{,}5^2$; $1{,}5^2$; $2{,}5^2$ u.s.w.

Man geht folgendermaßen vor:

$$2{,}5^2$$

2,5 steht zwischen zwei natürlichen Zahlen, also 2 und 3.
Multipliziere 2 mit 3 und addiere 0,25:

$$2 \cdot 3 + 0{,}25 = 6{,}25$$

Weitere Beispiele:

$$3{,}5^2 = 3 \cdot 4 + 0{,}25 = 12{,}25$$
$$4{,}5^2 = 4 \cdot 5 + 0{,}25 = 20.25$$
$$5{,}5^2 = 5 \cdot 6 + 0{,}25 = 30{,}25$$

u.s.w.

Hinweis: Der Trick funktioniert natürlich auch beim Quadrieren negativer Zahlen.

**Mathematische Begründung:**
Sei n eine natürliche Zahl, dann gilt:

$$(n + 0{,}5)^2 = n^2 + n + 0{,}25 = n \cdot (n+1) + 0{,}25$$

## BEISPIEL 6: FINGERMULTIPLIKATIONEN

Ein nicht nur nützlicher, sondern auch amüsanter Trick ist das Lösen von Einmaleins-Aufgaben mit Hilfe der 10 Finger. Mit diesem Trick kann man die Mitschülerinnen und Mitschüler überraschen und auch im privaten Umfeld für Staunen und Faszination sorgen.

a) Das Einmaleins mit Zahlen von 5 bis 10 am Beispiel von:

$$7 \cdot 8 = 56$$

Halte deine 10 Finger vor dich hin:

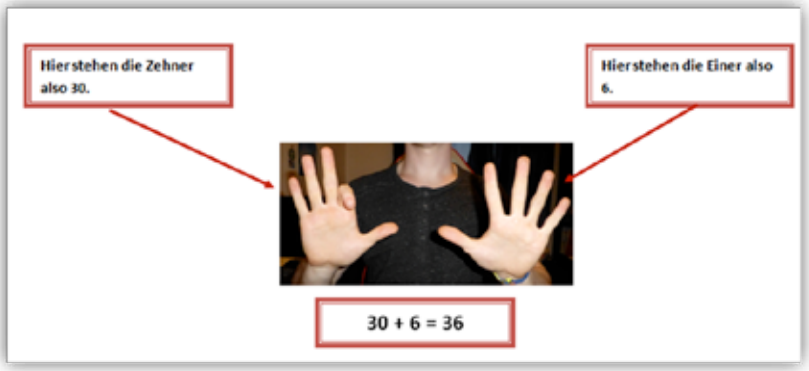
Die noch stehenden Finger stellen die Zehner dar und werden zusammengezählt, also 5 Finger und damit 50. Die umgelegten Finger werden multipliziert und zu den Zehnern addiert, also 2 mal 3 ist 6, und damit erhält man 56!

b) Das Neunereinmaleins am Beispiel von:

$$4 \cdot 9 = 36$$

Halte deine 10 Finger vor dich hin:

Zähle vier Finger ab und klappe den vierten Finger um:
Das funktioniert mit den Faktoren von 1 bis 9 – probiert es aus!



# DIE MINT21-PROJEKTSCHULEN

## Mittelfranken

Staatliche Realschule Heilsbronn
koordinierende Schule

Veit-Stoß-Realschule Nürnberg
Staatliche Realschule Erlangen
Staatliche Realschule Wassertrüdingen
Staatliche Realschule Zirndorf
Staatliche Realschule Ansbach
Staatliche Realschule Lauf
Staatliche Realschule Rothenburg o.d.T.

## Niederbayern

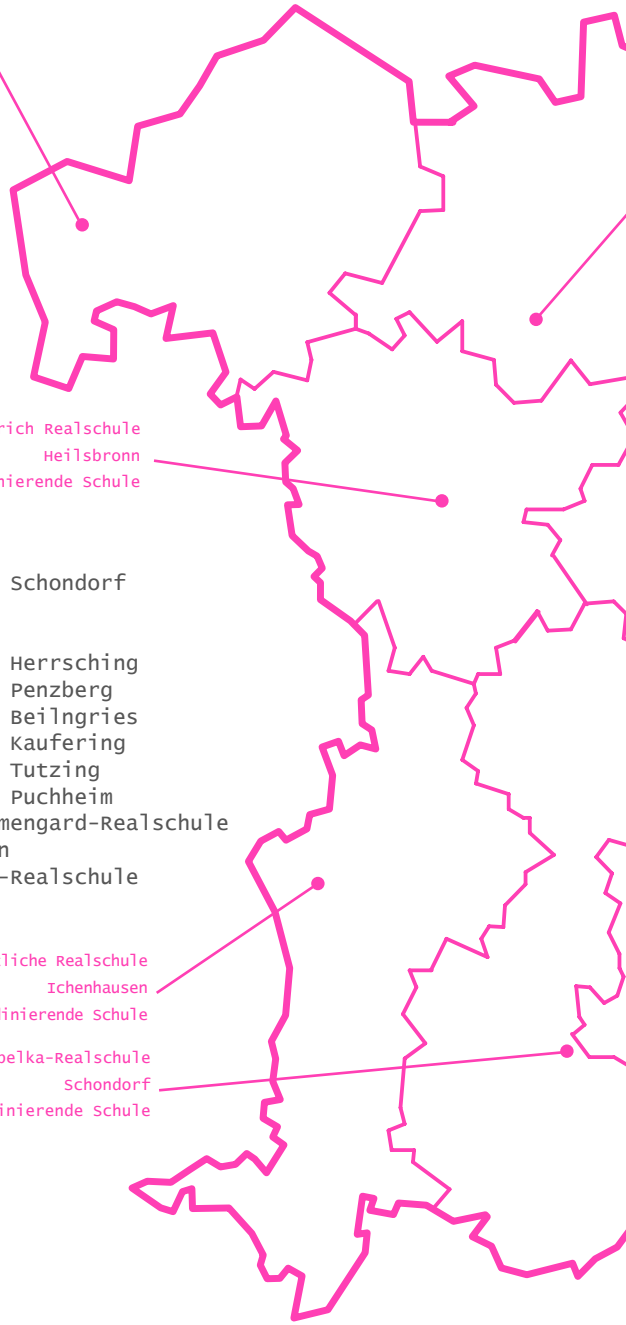
Staatliche Realschule Arnstorf
koordinierende Schule

Staatliche Realschule Eggenfelden
Staatliche Realschule Osterhofen
Staatliche Realschule Riedenburg
Staatliche Realschule Pfarrkirchen
Staatliche Realschule Landau a.d.I.
Staatliche Realschule Plattling
Staatliche Realschule Vilsbiburg

## Oberbayern-Ost

Staatliche Realschule Rosenheim
koordinierende Schule

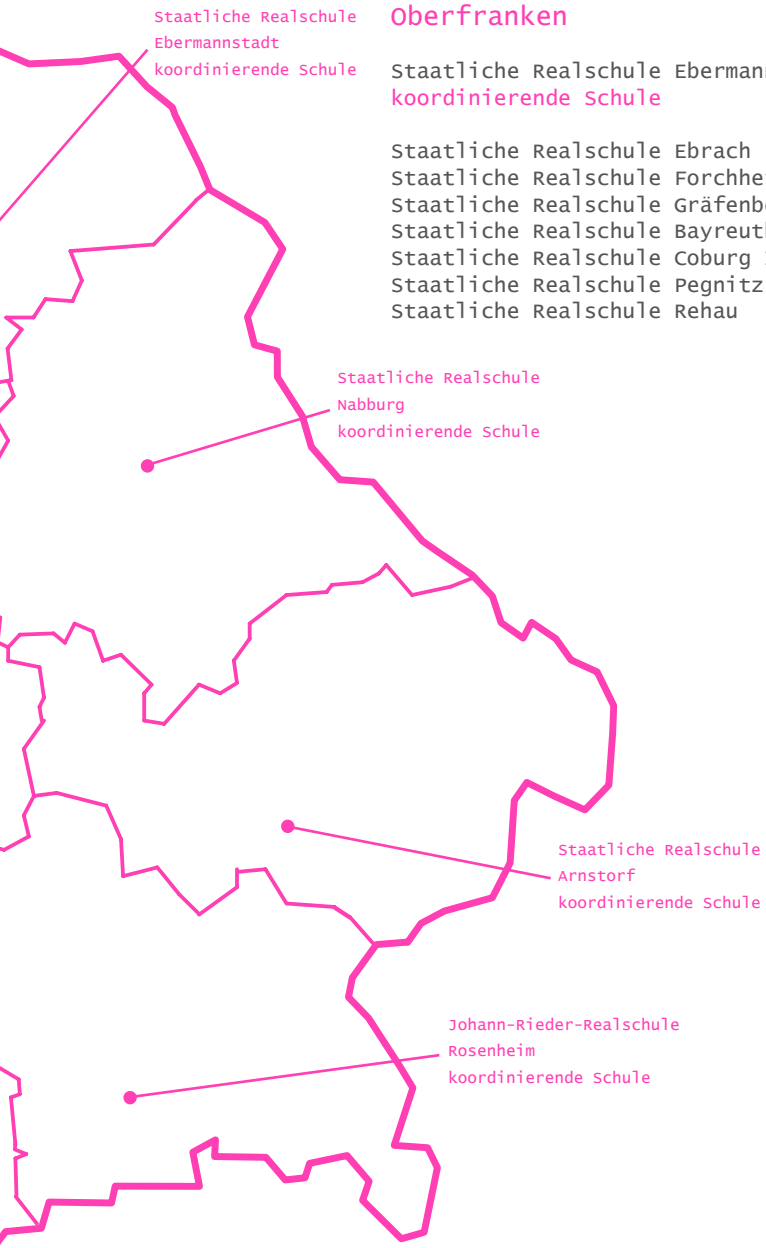
Staatliche Realschule Bruckmühl
Staatliche Realschule Freising
Städtische Realschule für Mädchen Rosenheim
Staatliche Realschule Brannenburg
Staatliche Realschule Traunreut
Staatliche Realschule Bad Tölz
Staatliche Realschule Geretsried
Staatliche Realschule Altötting




## Oberbayern-West

Staatliche Realschule Schondorf
koordinierende Schule

Staatliche Realschule Herrsching
Staatliche Realschule Penzberg
Staatliche Realschule Beilngries
Staatliche Realschule Kaufering
Benedictus-Realschule Tutzing
Staatliche Realschule Puchheim
Erzbischöfliche St.-Irmengard-Realschule Garmisch-Partenkirchen
Städtische Anne-Frank-Realschule München




## Oberfranken

Staatliche Realschule Ebermannstadt
koordinierende Schule

Staatliche Realschule Ebrach
Staatliche Realschule Forchheim
Staatliche Realschule Gräfenberg
Staatliche Realschule Bayreuth I
Staatliche Realschule Coburg II
Staatliche Realschule Pegnitz
Staatliche Realschule Rehau

## Oberpfalz

Staatliche Realschule Nabburg
koordinierende Schule

Staatliche Realschule Amberg
Staatliche Realschule für Mädchen
Neumarkt i.d.OPf.
Staatliche Realschule Vohenstrauß
Staatliche Realschule Regensburg II
Mädchenrealschule
der Zisterzienserinnen Waldsassen
Staatliche Realschule Schwandorf
Staatliche Realschule Kemnath
Staatliche Realschule für Mädchen Weiden

## Schwaben

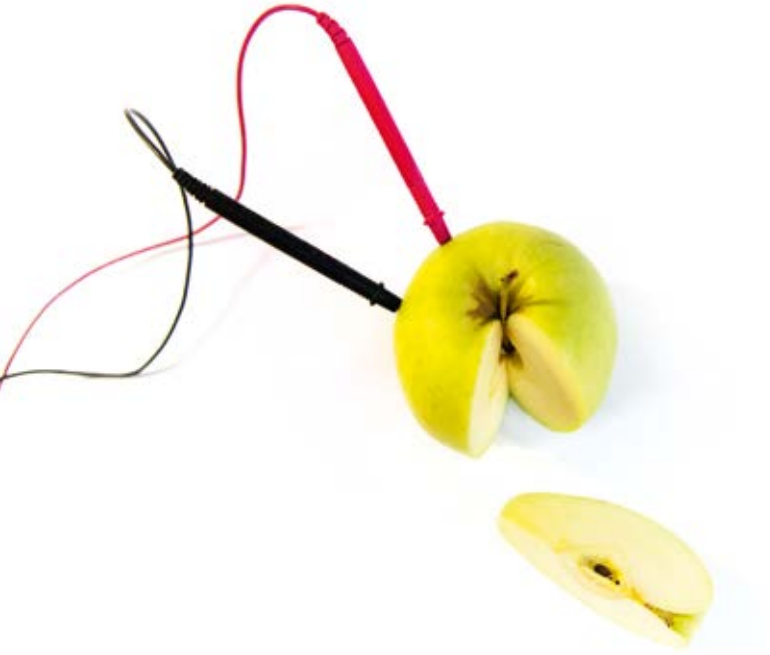
Staatliche Realschule Ichenhausen
koordinierende Schule

Staatliche Realschule Schwabmünchen
Staatliche Realschule Bobingen
Staatliche Realschule Marktoberdorf
Staatliche Realschule Mering
Staatliche Realschule Wertingen
Staatliche Realschule Babenhausen
Staatliche Realschule Wemding

## Unterfranken

Staatliche Realschule Bessenbach
koordinierende Schule

Staatliche Realschule Haßfurt
Staatliche Realschule Bad Königshofen
Staatliche Realschule Marktheidenfeld
Staatliche Realschule Höchberg
Staatliche Realschule Hösbach
Staatliche Realschule Würzburg III
Staatliche Realschule Arnstein
Staatliche Realschule für Mädchen Aschaffenburg



## MINT21-Förderpreis 2011:

Heinrich-Campendonk-Realschule
Staatliche Realschule Penzberg

Johann-Rieder-Realschule
Staatliche Realschule Rosenheim

Staatliche Realschule Arnstorf

Naabtal-Realschule
Staatliche Realschule Nabburg

Staatliche Realschule Ebermannstadt

Städtische Veit-Stoß-Realschule
Nürnberg

Staatliche Realschule Marktheidenfeld

Staatliche Realschule Bobingen

## MINT21-Förderpreis 2012:

Wolfgang-Kubelka-Realschule
Staatliche Realschule für Knaben
Schondorf

Karl-Michelbeck-Realschule
Staatliche Realschule Freising

Johann-Simon-Mayr-Schule
Staatliche Realschule Riedenburg

Franz-Xaver-von-Schönwerth-Realschule
Staatliche Realschule Amberg

Steigerwaldschule
Staatliche Realschule Ebrach

Markgraf-Georg-Friedrich-Realschule
Staatliche Realschule Heilsbronn

# GEWINNERSCHULEN

Staatliche Realschule Bessenbach

Staatliche Realschule Mering

## MINT21-Förderpreis 2013:

Staatliche Realschule Herrsching

Johann-Rieder-Realschule
Staatliche Realschule Rosenheim

Stefan-Krumenauer-Schule
Staatliche Realschule Eggenfelden

Staatliche Realschule Vohenstrauß

Georg-Hartmann-Realschule
Staatliche Realschule Forchheim

Staatliche Realschule Wassertrüdingen

Staatliche Realschule Marktheidenfeld

Staatliche Realschule Marktoberdorf

## MINT21-Preis 2014

Altmühltal-Realschule
Staatliche Realschule Beilngries

Johann-Rieder-Realschule
Staatliche Realschule Rosenheim

Staatliche Realschule Pfarrkirchen

Staatliche Realschule für Mädchen
Neumarkt i.d.OPf.

Staatliche Realschule Coburg II

Werner-von-Siemens-Realschule
Staatliche Realschule Erlangen I

Staatliche Realschule Höchberg

Staatliche Realschule Mering

## MINT21-Preis 2015

Erzbischöfliche St.-Irmengard-Real-
schule Garmisch-Partenkirchen

Herzog-Ludwig-Realschule
Staatliche Realschule Altötting

Stefan-Krumenauer-Schule
Staatliche Realschule Eggenfelden

Staatliche Realschule Kemnath

Markgraf-Friedrich-Schule
Staatliche Realschule Rehau

Staatliche Realschule Zirndorf

Staatliche Realschule Hösbach

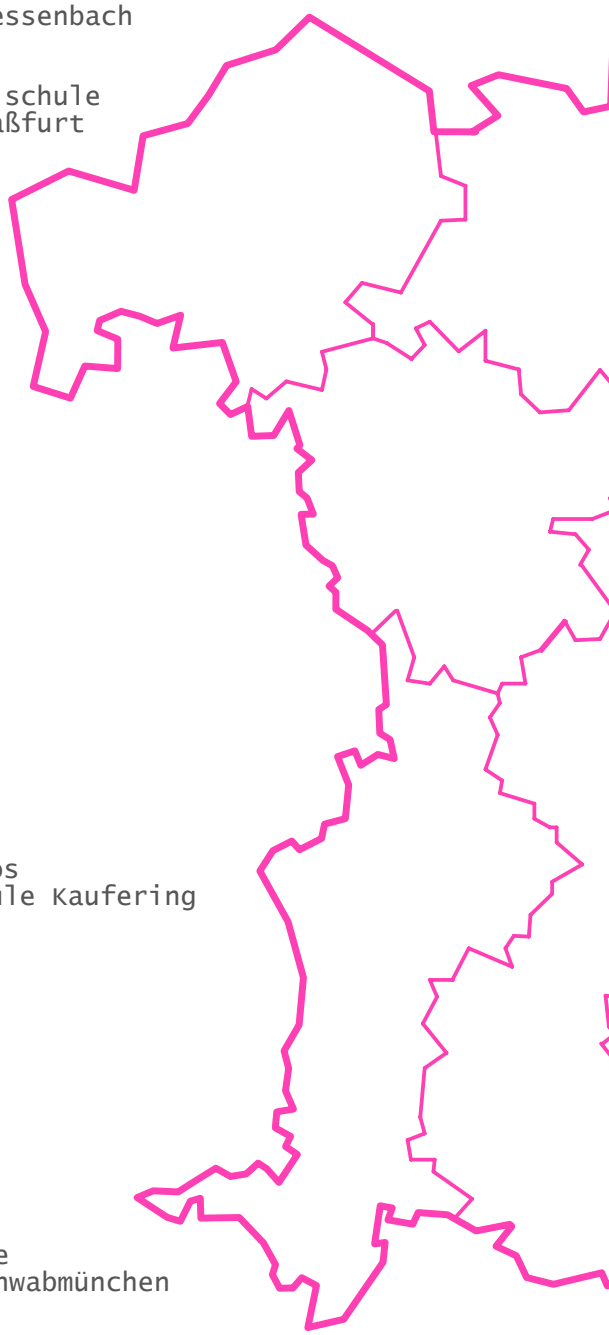
Anton Fugger Realschule
Staatliche Realschule Babenhausen

# WEITERE MINT21-PROJEKTE – EINE AUSWAHL

## Unterfranken:

Geocaching-Projekt
Staatliche Realschule Bessenbach

Mathematik und Kunst
Dr.-August-Kirchner-Realschule
Staatliche Realschule Haßfurt



## Mittelfranken:

Storytelling in den
Naturwissenschaften
Veit-Stoß-Realschule
Städtische Realschule Nürnberg

Physik und Sport –
Immer in Bewegung
Oskar-Sembach-Realschule
Staatliche Realschule Lauf

Bienenprojekt
Markgraf-Georg-Friedrich-Realschule
Staatliche Realschule Heilsbronn

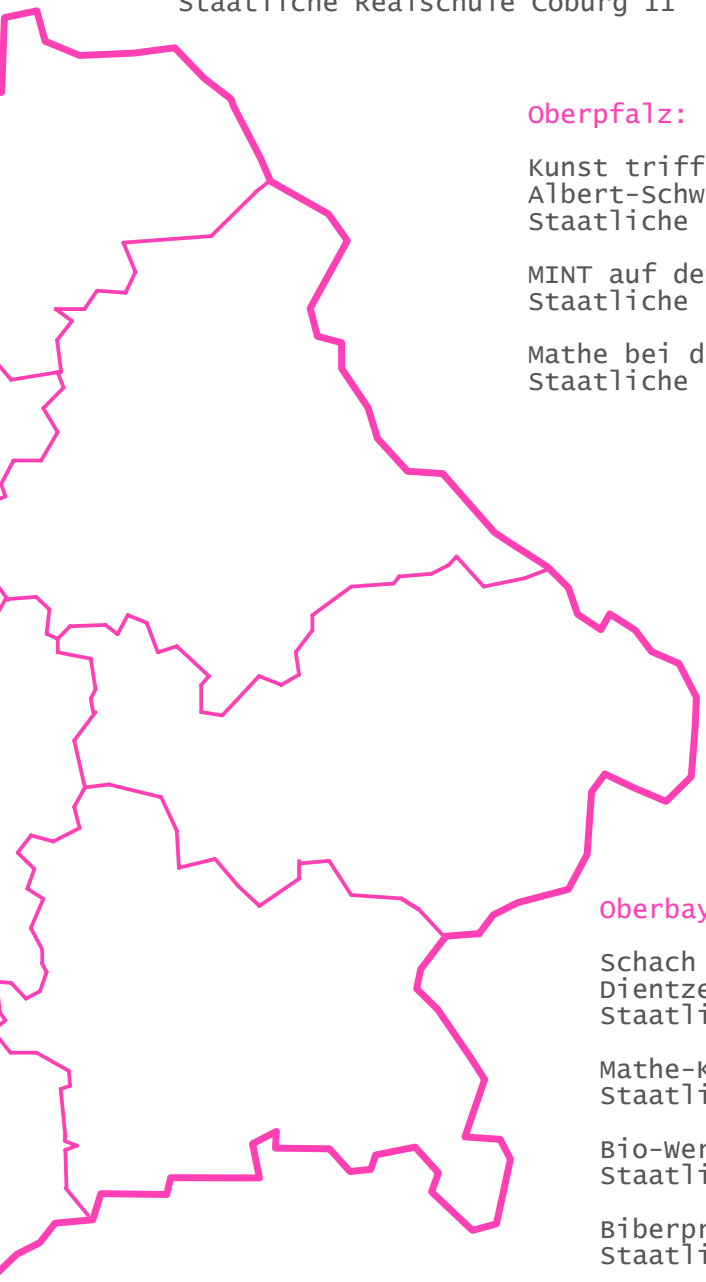
## Oberbayern-West:

Bau eines Solarautos
Staatliche Realschule Kaufering

## Schwaben:

Film und Videoschnitt
Staatliche Realschule Mering

Veranstaltungstechnik für
Anfänger und Fortgeschrittene
Leonard-Wagner-Realschule Schwabmünchen



## Oberfranken:

Physik in der Kletterhalle
Staatliche Realschule Coburg II

## Oberpfalz:

Kunst trifft Mathe
Albert-Schweitzer-Realschule
Staatliche Realschule Regensburg

MINT auf dem Bauernhof
Staatliche Realschule Schwandorf

Mathe bei der Feuerwehr
Staatliche Realschule Vohenstrauss

## Niederbayern:

Hämmern - Sägen - Bohren
Staatliche Realschule Pfarrkirchen

## Oberbayern-Ost:

Schach
Dientzenhofer-Schule
Staatliche Realschule Brannenburg

Mathe-Kunst-Projekt
Staatliche Realschule Geretsried

Bio-Werken-Projekt
Staatliche Realschule Bruckmühl

Biberprojekt
Staatliche Realschule Bad Tölz

Bienenprojekt
Johann-Rieder-Realschule
Staatliche Realschule Rosenheim

MINT21 AN BAYERISCHEN REALSCHULEN

## Methoden der Stofferkennung

*Idee, Einstieg, Einführung*

In den 3 Gefäßen vor dir ist Salz, Zucker und ein Gemisch aus beiden Stoffen enthalten! Alle drei Feststoffe sehen sich sehr ähnlich und sind optisch nicht zu unterscheiden …

*Auftrag:*

Finde mit Hilfe der gegebenen Materialien heraus, in welchem Gefäß welcher Stoff enthalten ist!

*Geräte, Materialien:*

| | | |
|---|---|---|
| 3 Plastikbecher | 3 Filmdosen mit Salz, Zucker, Salz-Zucker-Gemisch | |
| Lupe | Pinzette | Schwarzes Papier, Karton |
| Streichhölzer | Teelicht | Alufolie (3 kleine Streifen) |
| Löffel | 100 ml Enghalsflasche | |
| Leitfähigkeitsprüfer mit AAA-Batterien | | |

*Hinweise, Gefahren*

In der Chemie ist der **Geschmack** als Stofferkennungsmethode strengstens **verboten**! Beim Experimentieren mit **Feuer** immer auf Haare und Kleidung achten! Das Feuer von brennbarem Material fern halten.

*Aufgabe 1:*

Unter deinen Materialien befindet sich eine **Lupe**. Schütte aus jedem Gefäß ein paar Kristalle auf schwarzes Papier aus und sieh sie dir unter der Lupe an.

Skizziere die **Form der Kristalle** in die unten abgebildeten Lupen:

MINT21 Bayern, Janina Söllner (RS Rehau)

## DANK

Wir danken allen Schulen und Institutionen, die umfangreiches Bildmaterial zur Verfügung gestellt haben.

Ebenso danken wir allen Autoren aus dem MINT21-Koordinatorenkreis, die Beiträge für den MINT-Maßnahmenkatalog verfasst haben.
Ein Dank geht auch an Frau Liane Schuster und Herrn Oliver Schrüfer für die Textgrundlage zu „Mathematik und Zahlenmagie.“

## Herausgeber

bayme – Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V.
vbm – Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V.
vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.

Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.

in Kooperation mit dem
Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus,
Wissenschaft und Kunst

## Informationen + Links

Staatsinstitut für Schulqualität
und Bildungsforschung (ISB)
Andreas Noll
andreas.noll@isb.bayern.de

www.realschule.bayern.de
www.bildunginbayern.de
www.sprungbrett-bayern.de

## Impressum

Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Dr. Andreas Hochholzer
Infanteriestr. 8
80797 München

Lektorat und Redaktion:
Dr. Andreas Hochholzer
Andrea Haidu

Gestaltung:
Josef Fiedler

Herstellung:
Josef Marschalek