

# Naturwissenschaft und Technik (NwT)

 in der Mittelstufe der allgemein bildenden Gymnasien  
in Baden-Württemberg

WISSENSWERTES FÜR LEHRKRÄFTE



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR KULTUS, JUGEND UND SPORT



# Naturwissenschaft und Technik (NwT)

**DAS FACH „NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK“ (NWT)  
IN DER MITTELSSTUFE DER ALLGEMEIN BILDENDEN GYMNASIEN  
IN BADEN-WÜRTTEMBERG**

*„Der einfachste Versuch, den man selber gemacht hat,  
ist besser als der schönste, den man nur sieht.“*

MICHAEL FARADAY (1791–1867)





# Inhalt

## INHALT

Naturwissenschaftlich-technische Bildung .....	8
Stärkung der Naturwissenschaften .....	8
Die Stellung des Faches NwT im gymnasialen Fächerkanon .....	9
Entstehungsprozess der Bildungsstandards .....	10
Bildungsstandards .....	10
Bildungsstandards in NwT .....	10
Rolle der Versuchsschulen .....	11
Verzahnung der Naturwissenschaften .....	11
Vorbemerkungen zu den Bildungsstandards .....	12
Die Bildungsstandards .....	13
I. Leitgedanken zum Kompetenzerwerb .....	13
II. Kompetenzen und Inhalte .....	15
Didaktische Überlegungen zum Fach NwT .....	18
Entwicklung übergeordneter Fähigkeiten und Fertigkeiten .....	19
Elemente des NwT-Unterrichts .....	21
Struktur von Unterrichtseinheiten .....	26
Annäherung an das Thema .....	26
Bereitstellung von Methoden und Vorkenntnissen .....	26
Arbeitsphase .....	26
Ergebnissicherung und Präsentation .....	26
Beispiele für Unterrichtseinheiten .....	27
Unterrichtseinheit: Aufschluss in einer Kiesgrube .....	27
Unterrichtseinheit: Lärm und Schall .....	30
Unterrichtseinheit: Arzneimittel Aspirin .....	34
Unterrichtseinheit: Technische Nutzung regenerativer Energien .....	37
Schulorganisatorische Aspekte .....	41
Besondere Anforderungen an die Lehrenden .....	41
Organisationsmodelle .....	41
Gruppengröße, Teilung .....	41
Räumliche und sächliche Voraussetzungen .....	42
Unterstützungssysteme .....	43
Lehrerfortbildung .....	43
Landesbildungsserver .....	44
Fernstudium NwT – eine umfassende Zusatzqualifikation .....	44
NwT-Stützpunkte .....	46
Mailingliste NwT@zum.de .....	47
Lehrerausbildung .....	47
Evaluation .....	47
Facharbeit .....	47
Schlussbemerkungen .....	48
Literatur und Links .....	48
Impressum .....	49



# Naturwissenschaft und Technik (NwT)

Das Kernfach Naturwissenschaft und Technik (NwT) wird ab dem Schuljahr 2007/2008 in allen allgemein bildenden Gymnasien Baden-Württembergs vierstündig in den Klassen 8 bis 10 unterrichtet werden. Analog zur dritten Fremdsprache im sprachlichen Profil ist NwT das Profilmfach des naturwissenschaftlichen Profils. In der Kontingenzstundentafel für den achtjährigen Bildungsgang ist das Fach mit 12 Unterrichtsstunden ausgewiesen.

Daneben werden die Basiswissenschaften Biologie, Chemie, Geografie und Physik mit gleichen Inhalten und gleicher Stundenzahl in allen Profilen auf der Grundlage der Bildungsstandards unterrichtet; das bisherige naturwissenschaftliche Praktikum ist in NwT integriert.

# Naturwissenschaftlich- technische Bildung

Naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken ist integraler Bestandteil einer zeitgemäßen Bildung. Naturwissenschaftliche Bildung umfasst Fertigkeiten, Kenntnisse und Einstellungen, die die Schülerinnen und Schüler in ihrer Neugier unterstützen und zu Problemlösestrategien hinführen. Technische Bildung ermöglicht zusätzlich Verständnis für technische Strukturen und Abläufe und bietet Lösungen für konkrete Problemstellungen. Naturwissenschaftlich-technische Bildung stellt Strukturen bereit, die die Wahrnehmung der natürlichen und

technischen Lebenswelt unterstützen. Sie bildet die Grundlage für überlegtes Handeln und ist somit eine wichtige Voraussetzung für die Welterschließung.

Im Fach Naturwissenschaft und Technik lernen die Schülerinnen und Schüler durch eigenes Handeln. Ausgangspunkt des Unterrichts ist die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

Unterrichtsinhalte sind Systeme aus der beobachtbaren Welt; diese gehören zu den Bereichen der belebten und unbelebten Natur und der Technik.

## Stärkung der Naturwissenschaften

Seit Mitte der 90er-Jahre waren die Bemühungen des Kultusministeriums darauf ausgerichtet, den naturwissenschaftlichen Unterricht am allgemein bildenden Gymnasium zu stärken.

In ersten Schritten wurde 1997 in den Klassen 5 und 6 das Fach Naturphänomene eingeführt und der Schulversuch zum naturwissenschaftlichen Profil mit einem naturwissenschaftlichen Praktikum in den Klassen 9 bis 11 eingerichtet.

Das Kultusministerium hat sich für die Einführung des Kernfaches NwT im naturwissenschaftlichen Profil entschieden, um

- das naturwissenschaftliche Profil dem sprachlichen, dem Musik-, Sport- und Kunstprofil hinsichtlich der Stundenausstattung und inhaltlich gleichgewichtig zur Seite zu stellen. NwT entspricht hinsichtlich der Anforderungen der dritten Fremdsprache im sprachlichen Profil.
- den naturwissenschaftlichen Unterricht durch die Einrichtung eines fächerverbindend und anwendungsbezogen angelegten vierstündigen Kernfaches für technische Fragestellungen zu öffnen und inhaltlich und methodisch gezielt im Sinne einer neuen Lernkultur weiterzuentwickeln.
- den Nachwuchs für naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Berufe zu sichern.



# Die Stellung des Faches NwT im gymnasialen Fächerkanon

Der naturwissenschaftliche Unterricht in der Orientierungsstufe des Gymnasiums knüpft an den Erfahrungen und Interessen an, die die Schülerinnen und Schüler aus dem Unterricht der Grundschule im Fächerverbund „Mensch, Natur und Kultur“ mitbringen. Neugier, Wissensdurst und die Freude am eigenen Tun bilden in diesem Alter die Motivation für die Beschäftigung mit Phänomenen in der Natur und der Technik.

In Klasse 5 beginnt auf altersgemäße Weise der naturwissenschaftliche Unterricht mit den Fächern Naturphänomene, Biologie und Geografie, das mit Wirtschaft und Gemeinschaftskunde den Fächerverband GWG bildet.

Das Fach Naturphänomene wird in den Klassen 5 und 6 unterrichtet. Dort gewinnen die Schülerinnen und Schüler „zunehmend Einblicke in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen. Dabei stehen ein experimenteller Zugang, das unmittelbare Erleben und die sorgfältige Beobachtung im Mittelpunkt.“ [1] Die Themenkreise Wasser, Magnetismus und Elektrizität sowie Luft und Feuer ermöglichen eine ganzheitliche Betrachtung ohne Einengung auf die Perspektive einer Fachwissenschaft. Der Themenkreis Technik führt die Schülerinnen und Schüler an das technische Arbeiten und Gestalten heran. Bei der Herstellung eines einfachen technischen Objekts machen sie auch wichtige Erfahrungen im Umgang mit Materialien und Werkzeugen.

Der Biologieunterricht ermöglicht den Schülerinnen und Schülern die Begegnung mit Lebewesen und der Natur. Sie verstehen die wechselseitige Abhängigkeit von Mensch und Umwelt und werden für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur sensibilisiert. Der Biologieunterricht eröffnet den Schülerinnen und Schülern Einblicke in den Bau und die Funktion des menschlichen Körpers und leistet so einen wichtigen Beitrag zur Gesundheits-erziehung.

In Geografie werden sowohl naturwissenschaftliche als auch gesellschaftswissenschaftliche Inhalte un-

FÄCHERKANON DER NATURWISSENSCHAFTEN

Klasse	Naturphänomene	Geografie*	Biologie	Physik	Chemie	Profilfach NwT	Seminar-kurs
12		■	Zwei durchgehende Naturwissenschaften				
11		■	Zwei durchgehende Naturwissenschaften				■
10	■	■	■	■	■	■	
9	■	■	■	■	■	■	
8	■	■	■	■	■	■	
7	■	■	■	■			
6	■	■	■				
5	■	■	■				
1 – 4	Grundschule: Mensch, Natur und Kultur						

■ 14 Unterrichtsstunden  
 ■ 25 Unterrichtsstunden gesamt  
 ■ 12 Unterrichtsstunden  
 \* im Fächerverbund GWG  
 ■ Nicht durchgehend

terrichtet. Die Schülerinnen und Schüler erlangen Kenntnisse von natürlichen und kulturellen Gegebenheiten in verschiedenen Regionen der Erde sowie ein räumliches Ordnungsraster zur Standortbestimmung. Sie erkennen die Vernetzung von Natur, Ökologie, Ökonomie, von sozialen, politischen und kulturellen Bedingungen und das Zusammenwirken Raum prägender Faktoren und Prozesse.

In Klasse 7 beginnt der Unterricht im Fach Physik. Dort erwerben die Schülerinnen und Schüler physikalisches Grundlagenwissen und erlernen Fachmethoden. Die Beschreibung von Systemen mit Hilfe physikalischer Größen sowie Modellvorstellungen und Analogien bilden eine wichtige Grundlage für die Welterschließung und befähigt sie so zu verantwortungsvollem weitsichtigem Handeln.

Am Ende der Klasse 7 entscheiden sich die Schülerinnen und Schüler entsprechend ihren Neigungen und Begabungen für eines der zur Wahl stehenden Profile. Zur Sicherung der fachlichen Voraussetzungen für den Unterricht in der Kursstufe werden die naturwissenschaftlichen Basisfächer Biologie, Physik und Chemie in allen Profilen im gleichen zeitlichen Umfang unterrichtet.

Ebenfalls in Klasse 8 beginnt der Unterricht im Fach Chemie. Hier erwerben die Schülerinnen und Schüler die Grundkenntnisse für ein Verständnis von stofflichen Veränderungen, die sich in der belebten und unbelebten Natur zeigen und die in den Synthesen und Analysen der Laboratorien von Industrie und Forschung Anwendung finden.

Die Kontingenzstundentafel sieht für den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Klassen 5 bis 10 insgesamt 25 Wochenstunden vor. Zusammen mit den 12 Wochenstunden im Fach NwT ist im naturwissenschaftlichen Profil eine Ausweitung des na-

turwissenschaftlichen Unterrichts auf insgesamt 37 Wochenstunden verbunden.

In der gymnasialen Oberstufe werden alle Basis-Naturwissenschaften als zwei- und vierstündige Kurse für Schülerinnen und Schüler aller Profile angeboten. Handlungsorientierte Arbeitsformen sind üblicherweise in allen naturwissenschaftlichen Kursen vertreten. Eine Fortsetzung der Beschäftigung mit naturwissenschaftlich-technischen Themen im Rahmen von Projekten – wie in NwT – ist in Seminarkursen mit naturwissenschaftlichem und/oder technischem Schwerpunkt möglich.

## Entstehungsprozess der Bildungsstandards

In Baden-Württemberg führten mehrjährige intensive Diskussionen neben der Einführung des 8-jährigen Gymnasiums zu einer Bildungsreform, die eine Umstellung der herkömmlichen Lehrpläne auf Bildungsstandards beinhaltete.

Zur Konzeption des Faches NwT hat das Kultusministerium im Sommer 2001 die pädagogische Arbeitsgruppe NwT eingerichtet.

### BILDUNGSSTANDARDS

Bildungsstandards beschreiben fachliche und überfachliche Kompetenzen für das Ende eines Bildungsabschnitts. Sie enthalten ein Kerncurriculum, das die verbildlichen Inhalte eines Faches oder Fächerverbundes ausweist.

Für die Behandlung des Kerncurriculums sind zwei Drittel der Unterrichtszeit vorgesehen, was es den

Schulen ermöglicht, ein Schulcurriculum auszugestalten und dabei eigene Schwerpunkte zu setzen.

Damit wird zweierlei bewirkt: einerseits eine höhere Vergleichbarkeit der Lernergebnisse durch allgemein gültige Standards und andererseits mehr pädagogische Gestaltungsmöglichkeiten für die einzelne Schule.

### BILDUNGSSTANDARDS IN NWT

Zum Aufgabenbereich der Arbeitsgruppe NwT gehörten unter anderem die Formulierung der Bildungsstandards, die Entwicklung von Unterrichtskonzepten und der inhaltlichen Grundlagen für die Lehrerfortbildung.

Zu diesem Zeitpunkt lagen an den Gymnasien noch wenige Erfahrungen mit diesem Fach vor. Daher stand zu Beginn der Arbeit die Entwicklung des Faches Naturwissenschaft und Technik insgesamt im Vordergrund. Auf dem Weg zu den NwT-Bildungsstandards wurden Experten aus den verschiedensten Bereichen einbezo-

gen. Vertreter aus Hochschule und Wirtschaft legten dar, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler als Grundlage für Ausbildung und Beruf benötigen. Deren einheitliche Meinung war: Nicht isoliertes Faktenwissen ist entscheidend, sondern Fähigkeiten bei Umsetzung und Anwendung von Kenntnissen. Die Vertreter aller Fachrichtungen erwarten, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig arbeiten und mit Rückschlägen und Frustrationen umgehen können. Als ebenso wichtig werden die Fähigkeiten, interdisziplinär zu denken und im Team zu arbeiten, angesehen.

Bei Gesprächen mit Ausbildern der Industrie und Berufsschullehrkräften wurde deutlich, wie in der beruflichen Bildung im Rahmen von Projekten gelernt und gearbeitet wird. Berichte von Berufs-, Haupt- und Realschullehrkräften haben gezeigt, wie Projektarbeit dort in den Unterricht integriert wird. Bei der Arbeit in Projekten entwickeln die Schülerinnen und Schüler in starkem Maße ihre Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und personale Kompetenz weiter. Die Arbeit in Projekten hat in den NwT-Bildungsstandards einen festen Platz gefunden.

#### **ROLLE DER VERSUCHSSCHULEN**

Ganz entscheidend trugen und tragen die Kolleginnen und Kollegen der Versuchsschulen zu der Entwicklung des Faches NwT bei. Sie entwickelten Unterrichtseinheiten und gaben Rückmeldungen über deren Gelingen. Die Arbeitsgruppe stand während des gesamten Prozesses in engem Kontakt und intensiver Diskussion.

Derzeit sind an rund 50 allgemein bildenden Gymnasien in Baden-Württemberg Schulversuche zum Fach NwT eingerichtet.

#### **VERZÄHNUNG DER NATURWISSENSCHAFTEN**

Im Fach Naturwissenschaft und Technik werden Systeme unter den fachlichen Perspektiven und mit den Methoden der naturwissenschaftlichen Basiswissenschaften und der Technik betrachtet und unter-

sucht. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zu einer ganzheitlichen Sicht zusammengeführt. Damit baut das Fach auf den Basisnaturwissenschaften auf und ist mit diesen eng verzahnt. Es war daher notwendig, die Bildungsstandards des Faches NwT und der anderen naturwissenschaftlichen Fächer aufeinander abzustimmen. Ein zentrales Anliegen ist die einheitliche Verwendung gemeinsam benutzter Begriffe und Konzepte. Unter dieser Zielsetzung ist in Zusammenarbeit mit dem Landesinstitut für Schulentwicklung (LS) die Publikation „Knotenpunkte“ erstellt worden.

# Vorbemerkungen zu den Bildungsstandards

Die gewählte Form der Bildungsstandards gewährleistet einen verbindlichen inhaltlichen Rahmen und ermöglicht gleichzeitig den Schulen, ihre spezifischen Kompetenzen in den NwT-Unterricht einzubringen.

Der inhaltliche Teil der Standards ist in „Prinzipien“, „Betrachtungsbereiche“ und „Mess- und Arbeitsmethoden“ gegliedert. Die Betrachtungsbereiche „Mensch“, „Umwelt“, „Technik“ und „Erde und Weltraum“ entstammen der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. An Themen aus diesen Betrachtungsbereichen erlernen sie spezifische Mess- und Arbeitsmethoden. „Ursache und Wirkung“, „Systemgedanke“ sowie „Energieerhaltung“ werden als Prinzipien erkannt, die alle Themen verbinden.

Diese Struktur beschreibt jedoch nicht den zeitlichen Ablauf des Unterrichts oder konkrete Unterrichtseinheiten. Es sind viele unterschiedliche Unterrichtsgänge denkbar, die sich an den Interessen der Lernenden, an aktuellen oder regionalen Themen und am speziellen Angebot der Lehrenden orientieren sollen.

Die Auswahl der Unterrichtsthemen orientiert sich an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler und folgt nicht der Fachsystematik einer naturwissenschaftlichen Disziplin. Dennoch sind Verknüpfungen mit den Basisfächern erwünscht und gewollt. Das Aufgreifen und Anwenden des im Basisunterricht Gelernten festigt dieses und trägt zur Sinnstiftung naturwissenschaftlichen Unterrichts bei.

Die in den Standards angesprochenen Inhalte können arbeitsteilig erschlossen und anschließend den Klassenkameraden präsentiert werden. Dies setzt eine Unterrichtskultur voraus, die Wertschätzung für die Arbeit Gleichaltriger und die Fähigkeit zum Lernen im Team beinhaltet.

Die nachfolgenden Standards sind dem aktuellen Bildungsplan des Landes Baden-Württemberg entnommen.

## AUFBAU DER BILDUNGSSTANDARDS IM FACH NWT



# Die Bildungsstandards

## I. LEITGEDANKEN ZUM KOMPETENZERWERB

Unsere Schülerinnen und Schüler wachsen in eine durch Naturwissenschaft und Technik geprägte Welt hinein; sie müssen sich darin orientieren und eine verantwortungsvolle Rolle übernehmen.

### STELLUNG DES FACHES

Naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken ist integraler Bestandteil einer zeitgemäßen Bildung. Naturwissenschaftliche Bildung umfasst Kenntnisse, Kompetenzen und Einstellungen, die die Schülerinnen und Schüler in ihrer Neugier unterstützen und zu Problemlösestrategien hinführen. Technische Bildung ermöglicht zusätzlich Verständnis für technische Strukturen und Abläufe und zeigt Lösungen für konkrete Problemstellungen in unserer Gesellschaft auf.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen Herausforderungen für die jetzige und spätere Generationen. Sie bewerten Systeme und Innovationen im Sinne des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung unter ökologischen, ethischen, wirtschaftlichen und sozialen Gesichtspunkten. Der schonende Umgang mit Energie und die Wiederverwertung von Materialien werden im Unterricht thematisiert. Globale Notwendigkeiten sowie sich daraus ergebende individuelle und lokale Handlungsmöglichkeiten werden deutlich. Die Fähigkeit, Fragestellungen interdisziplinär zu bearbeiten, gewinnt zunehmend an Bedeutung. Die in den Fachdisziplinen erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten müssen zu einer ganzheitlichen Sicht zusammengefügt werden.

Unsere heutige von Naturwissenschaft und Technik geprägte Welt wird besser verständlich, wenn die geschichtliche Entwicklung und die damit verbundenen Biografien bedeutender Naturwissenschaftlerinnen/Naturwissenschaftler und Erfinderinnen/Erfinder einbezogen werden. Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass Erfindungen der Menschheit

immer wieder neue Welten eröffnen. Sie lernen die Funktion und Anwendung ausgewählter Innovationen und deren historische Entwicklung kennen. Ihre Bedeutung für den Einsatz zum Wohle der Menschheit wird, eventuell im Rahmen einer Zusammenarbeit mit gesellschaftswissenschaftlichen Fächern, bewertet.

Unterrichtsinhalte des Faches Naturwissenschaft und Technik sind Systeme aus der beobachtbaren Welt; diese gehören zu den Bereichen der belebten und unbelebten Natur und der Technik. Die Systeme werden in immer komplexeren Zusammenhängen gesehen; ihre Vernetzung, der Austausch von Stoffen und Energie, ihre Stabilität, ihr Werden und Vergehen rücken zunehmend ins Blickfeld. Die Systeme werden aus den spezifischen Perspektiven und mit den Methoden der Naturwissenschaften und der Technik betrachtet und untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse werden zu einer ganzheitlichen Sicht zusammengeführt.

### KOMPETENZERWERB IM FACH NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK

Die in den naturwissenschaftlichen Basisfächern (Biologie, Chemie, Geographie und Physik) erworbenen Kompetenzen werden aufgegriffen und erweitert. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln aufgrund des methodischen Vorgehens und des Bezugs zur Technik in besonderem Maße folgende personale, soziale und fachliche Kompetenzen:

- fächerverbindendes naturwissenschaftlich-technisches Denken;
- die Fähigkeit, sich in einer technisch und naturwissenschaftlich geprägten Welt zu orientieren;
- Verständnis für industrielle Produktionsabläufe;
- Verständnis für den Ablauf von Innovationsprozessen;
- eine kritische Aufgeschlossenheit für neue Technologien;
- Verständnis für die Rolle der Basiswissenschaften und deren Bedeutung in Alltag und Technik;

- Teamfähigkeit und Eigenverantwortlichkeit bei der Arbeit in Projekten;
- Durchhaltevermögen und Frustrationstoleranz bei der Lösung komplexer Aufgaben.

Dabei

- betrachten sie komplexe Sachverhalte unter naturwissenschaftlichen und technischen Aspekten;
- wenden sie fachspezifische naturwissenschaftliche Sicht- und Analyseweisen an;
- erwerben sie vertiefte Kenntnisse über Systeme der belebten und unbelebten Natur und der Technik;
- verstehen sie naturwissenschaftlich-technische, auch englischsprachige, Texte;
- verfassen sie naturwissenschaftlich-technische Texte;
- setzen sie Eigenschaften eines Systems in Modelle um;
- erwerben sie die Fähigkeit, Hypothesen und Prognosen aus dem naturwissenschaftlich-technischen Bereich verbal auszudrücken und argumentativ zu untermauern;
- planen naturwissenschaftlich-technische Projekte im Team.

#### DIDAKTISCHE PRINZIPIEN

Für die Unterrichtsgestaltung sind folgende didaktische Grundsätze von Bedeutung:

Ausgangspunkt des Unterrichts ist die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Zur Beschreibung der betrachteten Systeme gehören stets die mathematischen, physikalischen und chemischen Grundlagen. Können diese aus fachlichen oder pädagogischen Gründen nicht bereitgestellt werden, so sollten die Schülerinnen und Schüler erfahren, aus welchen Quellen sie fehlende Kenntnisse erwerben können.

Auf die korrekte Verwendung der Fachsprache der einzelnen Basiswissenschaften und der Technik ist zu achten.

Konkrete Bezüge zu den Basiswissenschaften stärken diese,

- indem deren jeweilige Rolle in der Forschung und technischen Entwicklung dargestellt wird;
- typische Fachmethoden und Kenntnisse eingeübt und angewandt werden;
- die unterschiedlichen Perspektiven der Basisfächer zur Geltung kommen;
- die Fachsprachen der Basiswissenschaften untereinander angeglichen werden.

In Naturwissenschaft und Technik lernen die Schülerinnen und Schüler exemplarisch Vorgehensweisen und Methoden der naturwissenschaftlichen Forschung und der technischen Entwicklung kennen und üben diese ein. Dazu gehört auch die Verwendung des Computers als Werkzeug und die kritische Nutzung des Internets.

Im Rahmen von projektorientiertem Unterricht, bei Langzeitbeobachtungen und beim Anfertigen einer Jahresarbeit erwerben die Schülerinnen und Schüler die Fähigkeit, über längere Zeit an einem Thema zu arbeiten. Die Arbeit in Projekten ermöglicht die Entwicklung von Strategien zur Problemlösung, fördert die Fähigkeit zur Ausdauer und den Umgang mit Rückschlägen und Frustrationen. Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Lösungen für konkrete Aufgabenstellungen oder erfinden bereits bestehende nach. Die Planung und Herstellung eines technischen Produktes verknüpft Theorie und Praxis.

Technische Vorgänge, zum Beispiel moderne Fertigungsverfahren oder aktuelle Forschungsprojekte, sollen vor Ort betrachtet werden. Kooperationen mit Industriebetrieben und Forschungseinrichtungen und der Besuch von Schullaboren sind hierfür Voraussetzungen. Ergebnisse von Betriebserkundungen, den dort durchgeführten Experimenten, Beobachtungen und Befragungen sollen dokumentiert und in Text, Bild und Vortrag präsentiert werden.

Wo immer dies möglich ist, ist die Eigentätigkeit der Lernenden der Vorführung durch Lehrende vorzuziehen. Die Rolle der Lehrkräfte erweitert sich von Fachspezialist/inn/en zu fachlichen Beraterinnen/Beratern, die die Schülerinnen und Schüler auf ih-



rem Erkenntnisweg begleiten, ohne in allen Bereichen von vorne herein einen Wissensvorsprung zu besitzen.

Die naturwissenschaftlich-technische Förderung beider Geschlechter ist selbstverständlich. Die Lehrenden sorgen für gleichberechtigtes Arbeiten in Teams und gegebenenfalls für die Überwindung von rollenspezifischen Einstellungen und Verhaltensweisen.

Bei der Unterrichtsorganisation stehen pädagogische Aspekte im Vordergrund. Unterrichten im Team ist wünschenswert. Ein häufiger Lehrerwechsel muss zugunsten eines kontinuierlichen Vertrauensverhältnisses vermieden werden. Wenn verschiedene Lehrkräfte unterrichten, ist auf eine enge inhaltliche und pädagogische Zusammenarbeit und regelmäßige Absprachen zu achten.

Zur Leistungsbeurteilung gehört neben schriftlichen Arbeiten und der mündlichen Mitarbeit auch die Bewertung von praktischen Fähigkeiten, Referaten, Präsentationen, Facharbeiten und gegebenenfalls Portfolios. Auch Einzelleistungen im und für das Team sind zu berücksichtigen.

## II. KOMPETENZEN UND INHALTE

„Ursache und Wirkung“, „Systemgedanke“ sowie „Energieerhaltung“ werden als Prinzipien erkannt, die alle Themen verbinden. Die Betrachtungsbereiche „Mensch“, „Umwelt“, „Technik“ und „Erde und Welt-raum“ entstammen der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. An Themen aus diesen Betrachtungsbereichen erlernen sie spezifische Mess- und Arbeitsmethoden.

### 1. PRINZIPIEN

#### *Ursache und Wirkung*

Die Schülerinnen und Schüler verstehen, ausgehend von einfachen Ursache-Wirkungs-Beziehungen, immer komplexere Zusammenhänge.

Dabei sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Struktur – Funktionszusammenhang;
- lineare Kausalkette;
- positive und negative Rückkopplung;
- Vernetzung.

#### *Systemgedanke*

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der Systemgedanke für das Verständnis ihrer Umwelt hilfreich ist. Sie erschließen Systeme in zunehmend komplexen Zusammenhängen und wissen um die Dynamik und die Wechselwirkungen in diesen Systemen.

Dabei sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Stoff-, Energie- und Informationsstrom;
- Stoffkreisläufe;
- geschlossene und offene Systeme;
- Zusammenwirken von Teilsystemen;
- Steuerung und Regelung;
- Werden und Vergehen;
- Gleichgewichte;
- Modellbildung und Simulation.

#### *Energieerhaltung*

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Energiefluss und Energieumwandlung bei der Aufrechterhaltung aller Systeme eine zentrale Rolle spielen.

Dabei sind folgende Aspekte von Bedeutung:

- Energieträger – Energiespeicher – Energiestrom;
- Energieumwandlung – Wirkungsgrad;
- Entropieerzeugung.

### 2. BETRACHTUNGSBEREICHE

#### *Mensch*

Die Schülerinnen und Schüler können Körperfunktionen auf physikalische und chemische Vorgänge zurückführen. Sie wissen, welche Einflüsse eigenes Verhalten auf ihren Körper hat, werden dadurch sensibilisiert und in ihrer Eigenverantwortlichkeit gestärkt, um ihr erworbenes Wissen in gesundheitsbewusstes Handeln umzusetzen. Sie wissen um den Nutzen und die Risiken des medizintechnischen

Fortschrittes und können diesen auch unter ethischen Gesichtspunkten bewerten.

Die Schülerinnen und Schüler können

- den Bewegungsapparat unter biomechanischen Aspekten beschreiben;
- die schädigende Wirkung von Lärm auf das menschliche Gehör erläutern;
- einen Sinn des Menschen mit seiner technischen Entsprechung vergleichen;
- Nähr- und Zusatzstoffe in Nahrungsmitteln nachweisen und deren Bedeutung begründen;
- Konservierungsmethoden von Lebensmitteln vergleichen und bewerten;
- Ernährungsgewohnheiten und -pläne im Hinblick auf gesundheitliche und ökologische Folgen beurteilen;
- an einer Zivilisationskrankheit Ursachen und Folgen aufzeigen;
- medizintechnische Diagnose- und Therapieverfahren erklären.

#### *Umwelt*

Die Schülerinnen und Schüler erwerben durch gezieltes Forschen vertiefte Kenntnisse über ihre natürliche und technische Umwelt. Sie untersuchen einen Lebensraum und ermitteln an alltäglichen Produkten deren stoffliche Bestandteile.

Die Schülerinnen und Schüler können

- einen Lebensraum analysieren;
- erläutern, wie Lebewesen ihre Umwelt formen und von ihr geformt werden;
- Eigenschaften verschiedener Mineralien und Gesteine beschreiben;
- Eigenschaften verschiedener Böden ermitteln;
- Faktoren, die Wetter und Klima beeinflussen, untersuchen;
- Energieströme mit atmosphärischen Vorgängen in Verbindung setzen;
- die Zusammensetzung eines Alltagsproduktes ermitteln;
- die Wirkung von Inhaltsstoffen eines Produktes begründen.

#### *Technik*

Die Schülerinnen und Schüler kennen Leistungen des menschlichen Erfindergeistes und der Ingenieurkunst sowie deren Bedeutung und Nutzen für den Menschen. An Beispielen können sie die Wege technischer Entwicklungen im Spannungsfeld wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Bedingungen sowie naturwissenschaftlich-technischer Neuerungen nachvollziehen. Beim Planen und Bauen wenden sie physikalische, chemische und biologische Grundlagen an. Sie haben Einblick in die industrielle Produktion und zeigen kritische Aufgeschlossenheit für neue Technologien.

Die Schülerinnen und Schüler können

- Möglichkeiten der Energienutzung analysieren und bewerten;
- Perspektiven der Energieversorgung der Zukunft nachvollziehen und bewerten;
- in einem biotechnischen Verfahren ein Produkt herstellen und verfahrenstechnische Parameter erfassen;
- ein Alltagsprodukt mittels eines chemietechnischen Verfahrens herstellen;
- die statische Konstruktion eines Bauwerkes erläutern;
- mechanische Konstruktions- und Funktionsprinzipien anwenden;
- Analogien zwischen technischen und natürlichen Systemen erkennen und beschreiben;

Außerdem kennen sie Anwendungen der Nanotechnik und Informationstechnik.

#### *Erde und Weltraum*

Die Schülerinnen und Schüler sind sich der Stellung des Menschen im System Erde und im Weltall bewusst. Sie erkennen die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Komponenten und wissen um die besondere Verantwortung des Menschen für den Schutz der Erdatmosphäre.



Die Schülerinnen und Schüler können

- den Himmelsanblick dokumentieren und erklären;
  - Objekte identifizieren und sich damit auf der Erde orientieren;
  - Methoden astronomischer Beobachtung und Forschung erläutern;
  - astronomische Vorgänge einordnen und erklären;
  - die Entwicklung des Sonnensystems beschreiben;
  - die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern;
  - bedeutende Schritte der Geschichte des Lebens beschreiben;
  - Zusammenhänge und Wechselwirkungen am Beispiel eines ausgewählten Stoffkreislaufes erklären und die Prinzipien auf andere Kreisläufe übertragen;
  - Veränderungen des Systems Erde durch menschliches Eingreifen analysieren und bewerten.
- chemische Nachweise und Analyseverfahren durchführen;
  - mikrobiologische und enzymatische Untersuchungen durchführen;
  - Modelle für die konstruktiven Eigenschaften eines Werkes herstellen;
  - einfache elektronische Schaltungen bauen;
  - Computer als Werkzeug nutzen für
    - Messwerterfassung und -auswertung;
    - Simulation dynamischer Systeme;
    - Steuerung oder Regelung von Prozessabläufen;
  - Hilfsmittel sachgerecht als Informationsquellen nutzen: Formelsammlung, Nachschlagewerke, Tabellenwerke, technische Datenblätter, topographische, geologische Karten und Sternkarten.

#### *Mess- und Arbeitsmethoden*

Die Schülerinnen und Schüler erfassen ihre Lebenswelt mit naturwissenschaftlichen Methoden. Sie können mit zunehmender Selbstständigkeit Experimente planen, durchführen, auswerten, protokollieren und wissen um die Bedeutung einer Fehlerbetrachtung. Sie gehen mit Werkzeugen und Geräten sachgerecht und sorgfältig um.

Die Schülerinnen und Schüler können

- Langzeitbeobachtungen und -messungen aufnehmen und auswerten;
- Klima- und Wetterdaten ermitteln;
- Statistiken lesen und auswerten;
- Messungen planen, durchführen und die Ergebnisse grafisch darstellen;
- Messungen mit einem selbst hergestellten Instrument durchführen;
- Diagramme erstellen, auswerten und interpretieren;
- in Größenordnungen denken und sinnvolle Abschätzungen durchführen;
- Objekte nach Kategorien ordnen und einen Bestimmungsschlüssel erstellen;
- chemische Trennverfahren durchführen;

# Didaktische Überlegungen zum Fach NwT

Das Ziel *naturwissenschaftlicher Arbeit* ist das Erkennen von Naturgesetzen. Eine wichtige Aufgabe ist dabei, Gesetzmäßigkeiten mit Hilfe von Experimenten zu erforschen und durch Theorien zu beschreiben sowie die gewonnenen Erkenntnisse dem Menschen nutzbar zu machen.

Wichtigstes Merkmal *technischer Arbeit* ist die Nutzerorientierung. Ziel ist es, Sachsysteme herzustellen und zu verwenden, die Leben und Arbeiten erleichtern und Bedürfnisse befriedigen.

Trotz der unterschiedlichen Zielsetzungen und Vorgehensweisen gibt es zahlreiche Verknüpfungen und fruchtbare gegenseitige Einflüsse zwischen Naturwissenschaften und Technik. Naturwissenschaften und Technik können nicht isoliert betrachtet werden, sondern sind immer in einen historischen und gesellschaftlichen Kontext eingebettet.

Ein Fach, das den Anspruch hat, sich an der naturwissenschaftlich-technischen Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler zu orientieren, muss auf den Erkenntnissen der Didaktik der Naturwissenschaften und der Didaktik der Technik aufbauen und Wege suchen, beides zu verbinden. In diesem Sinne greift das Fach NwT auf bewährte Elemente zurück. NwT bietet ein Konzept für einen ganzheitlichen naturwissenschaftlich-technischen Unterricht mit der Möglichkeit der konsequenten Umsetzung von fächerübergreifenden und projektorientierten Unterrichtsvorschlägen.

Die Didaktik der Naturwissenschaften beschäftigt sich mit der Vermittlung naturwissenschaftlicher

Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Ein Schwerpunkt liegt auf den Erkenntniswegen und Fachmethoden der Naturwissenschaften, wobei Wert auf die Erziehung zu exaktem Beobachten und gewissenhaftem Arbeiten gelegt wird.

Weitere wichtige Zielsetzungen ergeben sich aus der gesellschaftlichen und kulturellen Bedeutung der Naturwissenschaften. Die Schülerinnen und Schüler erhalten Grundlagen dafür, Vorgänge in ihrer Umwelt naturwissenschaftlich begründet zu beurteilen und in einer naturwissenschaftlich-technisch geprägten Gesellschaft verantwortlich zu handeln.

Der Schwerpunkt der Didaktik der Technik liegt je nach Alter und biografischer Situation der Lernenden auf einer der drei unterschiedlichen Zielsetzungen:

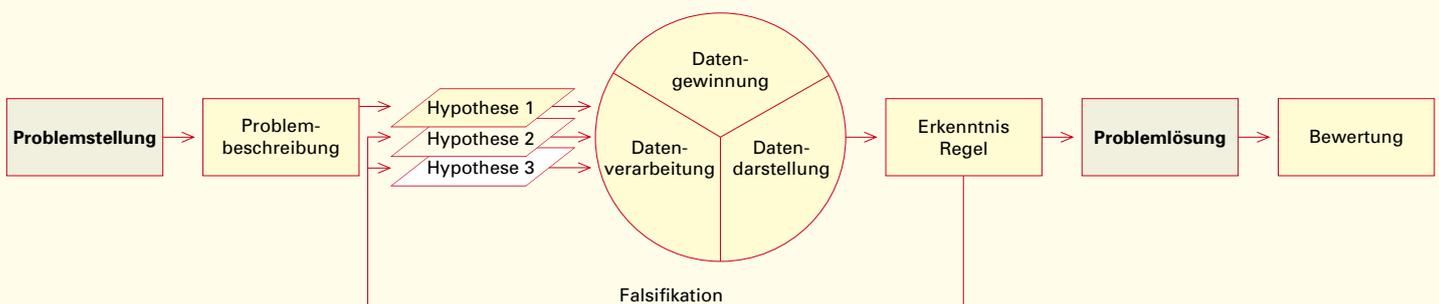
- Berufliche Qualifikation;
- Technische Bildung;
- Gestaltung von technischen Lebens- und Arbeitssituationen.

Für das Fach NwT sind vor allem die letzten beiden von Bedeutung.

Von den verschiedenen Ansätzen der Technik-Didaktik erscheint für die Mittelstufe allgemein bildender Gymnasien der „mehrperspektivische Ansatz“ am besten geeignet. Er stellt die persönliche Entwicklung der Lernenden in den Mittelpunkt. Er „begreift die Technik als Teil menschlicher Kultur und den Technikunterricht als Kulturfach, das Schülern zentrale Inhalte der Technik erschließt.“ (W. Schmayl in [3])

*Im Unterricht werden Lösungen für zunehmend komplexer werdende Problemstellungen in wachsender Eigenverantwortlichkeit und Selbstständigkeit erarbeitet.*

## NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN





Der mehrperspektivische Ansatz kennzeichnet vier Zielperspektiven des Technikunterrichts:

1. Die Handlungsperspektive beschreibt technikspezifische Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Konstruieren, Herstellen oder Bedienen. Praktische Problemstellungen sollen durch eigenes Handeln gelöst werden. Ziel ist der Erwerb von Handlungs- und Methodenkompetenz.
2. Die Kenntnis- und Strukturperspektive umfasst technische Sachverhalte und allgemeine Strukturzusammenhänge in verschiedenen technischen Disziplinen, wie zum Beispiel der Bautechnik oder der Informationstechnik.
3. Zur Bedeutungs- und Bewertungsperspektive gehören Einsichten in den Entstehungsprozess technischer Systeme, in den Interessenbezug und in die sozialen und ökologischen Auswirkungen. Kritische Reflexion führt zu verantwortungsvollem Handeln.
4. Die Perspektive der vorberuflichen Orientierung gibt Einblicke in berufliche Tätigkeiten und in Berufsbilder. Dies ist um so wichtiger, je weniger die Schülerinnen und Schüler im familiären Umfeld mit verschiedenen Berufen konfrontiert werden.

Technische Vorgehensweisen und die Perspektiven der einzelnen Naturwissenschaften bilden eine wichtige Grundlage für das Verständnis weiterer Bereiche unserer Welt.

Immer mehr Problemstellungen der menschlichen Gesellschaft erfordern darüber hinaus interdisziplinäres Arbeiten. Auch darauf muss moderner naturwissenschaftlicher Unterricht vorbereiten, ohne jedoch auf die Vorteile fachsystematisch geordneter Strukturen zu verzichten.

Deshalb erscheint die Kombination beider Wege sinnvoll: In einem fachsystematisch strukturierten Basisunterricht werden grundlegende Kompetenzen erworben, an denen ein interdisziplinär ausgerichteter, technische Fragestellungen beinhaltender Unterricht anknüpft. Dieses

Vorgehen hat sicher auch Auswirkungen auf den Unterricht in den Basisfächern. Es darf erwartet werden, dass fächerübergreifende und technische Überlegungen auch dort stärker als bislang integriert werden.

## ENTWICKLUNG ÜBERGEORDNETER FÄHIGKEITEN UND FERTIGKEITEN

Ein wichtiges Ziel des Faches NwT ist die Hinführung der Schülerinnen und Schüler zu selbstständigem naturwissenschaftlichem Denken und Arbeiten im Team. Hier spielen nicht an einen bestimmten Inhalt gebundene Fähigkeiten und Fertigkeiten eine Rolle, die im Folgenden in sieben Bereiche eingeteilt sind, in denen eine Entwicklung während der drei Jahre NwT-Unterricht dargestellt ist:

### *Positives Selbstkonzept*

Notwendige Voraussetzung für eigenständiges Arbeiten und Lernen ist die Überzeugung, naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge verstehen, bewerten und beeinflussen zu können. Häufig bringen die jüngeren Schülerinnen und Schüler diese Überzeugung mit, verlieren sie aber im Verlauf der Schulzeit mehr und mehr. Deshalb ist es eine Kernaufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts, diese zu erhalten und zu nähren.

### *Arbeiten und Lernen*

Die Arbeit im Team setzt die Fähigkeit voraus, sich alleine und gemeinsam mit einem Partner Kenntnisse anzueignen und Problemlösungen zu erarbeiten. Die Arbeit im Team stellt eine Bereicherung dar, denn nun können die Kompetenzen der anderen Team-Mitglieder genutzt werden. Bei der Arbeit im Rahmen größerer Projekte wird in der Regel die Arbeit auf verschiedene Teams aufgeteilt, die sich gegenseitig zuarbeiten.

**ENTWICKLUNG ÜBERGEORDNETER KOMPETENZEN**

<b>Positives Selbstkonzept</b>	Überzeugung, naturwissenschaftliche und technische Zusammenhänge verstehen, bewerten und beeinflussen zu können		
<b>Arbeiten und Lernen</b>	Individuell und mit Partner arbeiten und lernen	Im Team arbeiten, miteinander und voneinander lernen	Arbeitsteilig füreinander arbeiten und voneinander lernen
<b>Problemlösen und Experimentieren</b>	Experimentieren mit Anleitung	Eigene Produkte und Experimente	Arbeit in Projekten mit experimentellem Anteil
<b>Technisches Arbeiten</b>	Produktorientierung	Optimieren	Mit Ressourcen umgehen
<b>Darstellung der eigenen Arbeit</b>	Referat, Präsentation	Naturwissenschaftliche Artikel mit Präsentation	Facharbeit mit Präsentation
	Portfolio		
<b>Umgang mit Systemen und Prozessen</b>	Einfache Systeme und Prozesse	bis	Komplexe Systeme und Prozesse
<b>Ursache und Wirkung</b>	Kausalkette	Rückkopplung	Vernetzung

zu entwickeln, spielt hier eine untergeordnete Rolle. Im Fach NwT soll dieses Denken im Rahmen von Projekten erlernt, erlebt und eingeübt werden.

*Darstellung der eigenen Arbeit*

Kurze Referate und Präsentationen sind heute bereits in der gymnasialen Unterstufe üblich. Hier knüpft der NwT-Unterricht an und erweitert die zugehörigen Kompetenzen. Präsentationen sind kein Selbstzweck. Dann und nur dann, wenn Resultate eigener Arbeit und eigenen Bemühens vorliegen, sind Präsentationen des Erreichten als Teil menschlicher Kommunikation unerlässlich. Dabei spielen elektronische Medien nicht die Hauptrolle: Technische Geräte und Experimente aber auch die Tafel als Ort naturwissenschaftlicher Diskussion sind wichtige Medien bei der naturwissenschaftlich-technischen Kommunikation.

Sollen alle Schülerinnen und Schüler in jeder Unterrichtseinheit eine Präsentation vorbereiten, wird das sehr schnell eintönig und wenig motivierend für die Arbeit am Thema. Es bietet sich an, die Lernenden als Heranführung an die Facharbeit in der 10. Klasse kleine naturwissenschaftliche Artikel schreiben zu lassen, wie sie in populärwissenschaftlichen Zeitschriften erscheinen könnten. Die Themen werden im Rahmen der Unterrichtseinheit selbst gewählt und sollten immer auch die Herstellung eines Produkts, ein Experiment oder eine eigene Untersuchung beinhalten. Diese Arbeit wird in der Regel mit dem Computer verfasst und enthält digitale Bilder und mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erstellte Tabellen und Grafiken.

In einem Portfolio (siehe unten) sammeln die Schülerinnen und Schüler alle von ihnen individuell angefertigten Arbeiten.

*Umgang mit Systemen und Prozessen,*

*Ursache und Wirkung*

Das Denken in Systemen und das Erkennen der Wirkungszusammenhänge ist eine notwendige Vor-

*Problemlösen und Experimentieren*

Experimente werden bereits im Anfangsunterricht der Basisfächer und im Fach Naturphänomene durchgeführt. Dort werden auch einfache technische Produkte hergestellt. Daran anknüpfend arbeiten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn auch in NwT nach Anleitung und nach den Vorschlägen der Lehrkraft, wie dies bislang schon im naturwissenschaftlichen Praktikum üblich ist. Im Unterrichtsverlauf ergeben sich Ideen für eigene Experimente und Produkte. Der Unterricht sollte so gestaltet sein, dass die Schülerinnen und Schüler Raum haben, diesen Ideen nachzugehen. Sie können auch eine entsprechende Aufgabe bekommen, um sie an eigenes Planen heranzuführen. So entwickelt sich langfristig die Fähigkeit, selbstständig Probleme zu lösen und sich eigene Ziele zu setzen. Diese ist eine notwendige Voraussetzung für eine gelingende Arbeit in Projekten.

*Technisches Arbeiten*

Naturwissenschaftlicher Unterricht folgt sinnvollerweise meist naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozessen. Die technische Denkweise, mit vorhandenen Ressourcen Produkte herzustellen und diese weiter



aussetzung für das Verständnis unserer Lebenswelt. Einfache Systeme mit linearen Kausalketten ermöglichen den Zugang zu diesem Denken. Es wird auf immer komplexere Systeme mit vernetzten Strukturen angewendet und stellt so die Voraussetzung dar, komplexe Problemstellungen zu lösen. Als mathematisches Werkzeug sind hier Modellbildungssysteme hilfreich.

### ELEMENTE DES NWT-UNTERRICHTS

Die im nachfolgenden Abschnitt dargestellten Elemente können in ähnlicher Form auch im Unterricht der Basisfächer enthalten sein. NwT bietet aber wegen der Zeitausstattung als Kernfach und wegen seiner handlungsorientierten Zielsetzung in besonderer Weise einen Rahmen für projektorientiertes, schülerzentriertes Arbeiten.

#### UNTERRICHTSMETHODEN

Für den Unterricht im Fach NwT sind handlungsorientierte, schülerzentrierte Unterrichtsmethoden am besten geeignet. Wo immer dies möglich ist, ist die Eigentätigkeit der Lernenden der Vorführung durch Lehrende vorzuziehen.

Die Schülerinnen und Schüler lernen Hypothesen zu bilden und diese durch Experimente oder Recherchen zu überprüfen. Die Ergebnisse werden ausgewertet und auf ihre Aussagekraft analysiert, um die Hypothesen verifizieren oder falsifizieren zu können. Dabei werden Lösungen für zunehmend komplexer werdende Problemstellungen in wachsender Eigenverantwortlichkeit und Selbstständigkeit erarbeitet.

#### PROJEKTARBEIT

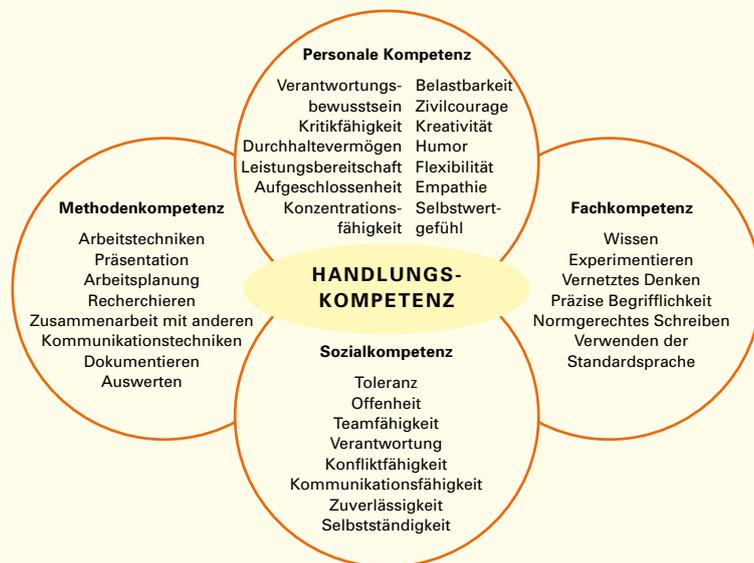
Die produktorientierte Arbeit in Projekten spielt im Fach NwT eine große Rolle. Dabei befassen sich die Schülerinnen und Schüler umfassend mit Problemstellungen und den damit verbundenen Frage-

stellungen und Lösungen. Projektarbeit befähigt unsere Schülerinnen und Schüler dazu, die erworbenen fachlichen Fähigkeiten für die Lösung von Aufgabenstellungen zu nutzen. Sie entwickeln bei der Arbeit in Projekten ihre Handlungskompetenz in optimaler Weise weiter. Die Projektarbeit bietet ihnen Möglichkeiten der Mitsprache und der Gestaltung. Auf diese Weise wird auch ihre Fähigkeit und ihre Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung gefördert.

Projektarbeit gliedert sich in verschiedene Phasen. Am Anfang steht eine Idee oder eine bestimmte Aufgabe. Diese wird mit den zur Verfügung stehenden Mitteln innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums von den Schülerinnen und Schüler umgesetzt und gelöst. Dabei unterstützt die Lehrkraft die Arbeit der einzelnen Gruppen beratend. Die Ergebnisse der eigenen Arbeit werden vor der Klasse oder einem größeren Publikum präsentiert. Als Abschluss wird in einem gemeinsamen Gespräch der Ablauf des Projektes und das Ergebnis reflektiert.

Bei der Arbeit in Projekten kann die Notwendigkeit entstehen, länger als 45 Minuten beziehungsweise 90 Minuten am Stück zu arbeiten oder einen Teil der Arbeit außerhalb der Schule auszuführen.

#### HANDLUKSKOMPETENZ



**PORTFOLIO**

In einem Portfolio sammeln die Schülerinnen und Schüler alle im Zusammenhang mit dem NwT-Unterricht alleine oder im Team angefertigten Arbeiten von Klasse 8 bis 10. Es gibt den Lernenden einen Überblick über die eigene Leistung und die Möglichkeit des Vergleichs mit den Mitschülerinnen und Mitschülern und kann Bestätigung geben, aber auch eine Aufforderung zu größerem Engagement sein. Bei Schul- oder Lehrerwechsel beispielsweise gibt das Portfolio den Lehrenden einen Überblick über den Kenntnis- und Leistungsstand der Schülerin oder des Schülers.

Die Schülerinnen und Schüler legen zu Beginn der Klasse 8 einen Ordner an und heften dort die folgenden Dokumente ab:

*Strukturierende Elemente*

- Deckblatt
- Inhaltsverzeichnis mit den Erstellungsdaten

*Vorstellung der eigenen Person*

- Steckbrief mit Foto;
- Lebenslauf;
- Interessensgebiete.

*Pflichtdokumente*

- Klassenarbeiten;
- Schriftliche Zusammenfassungen von eigenen Referaten;
- Protokolle von Praktika;
- Darstellung von Projekten;
- Jahresarbeit.

*Freiwillige Dokumente*

- Kommentare zu Pflichtdokumenten;
- Leselisten;
- Bescheinigungen über die Teilnahme an naturwissenschaftlichen Wettbewerben, Kursen, Arbeitsgemeinschaften etc.;

- Ergebnisse von Wettbewerben, Kursen, Arbeitsgemeinschaften etc.;
- Eigene naturwissenschaftliche Veröffentlichungen, beispielsweise in der Schülerzeitung.

*Übersicht über Beurteilungen*

- Noten der Klassenarbeiten (selbst einzutragen);
- Bewertungen der Praktika, Referate, Projekt- und Facharbeiten;
- Kommentare der Lehrkraft zum Lernfortschritt.

siehe auch [9] und [10]

**FACHARBEIT**

Die Erstellung einer Facharbeit ist in den Bildungsstandards des Faches NwT für die Jahrgangsstufe 10 vorgesehen. Die Schülerinnen und Schüler sollen hier die im Unterricht erworbenen Kompetenzen vor allem im Zusammenhang mit selbstständigem naturwissenschaftlich-technischen Arbeiten und der schriftlichen Darstellung ihrer Ergebnisse anwenden und erweitern.

Es bietet sich an, die Facharbeit nicht ganz an das Ende des Schuljahres zu setzen, sondern zum Beispiel in die Mitte des Schuljahres. So kann die Teilnahme an Wettbewerben – beispielsweise „Jugend Forscht“ – einbezogen werden und der nachfolgende Unterricht profitiert von der Themenvielfalt, die sich aus den Arbeiten ergibt.



## ERFAHRUNGSBERICHT FACHARBEIT

*Im Folgenden soll das Vorgehen und die Erfahrungen einer Versuchsschule, in der inzwischen drei Jahre lang in jeweils drei Klassen Facharbeiten geschrieben wurden, dargestellt werden:*

Den Schülerinnen und Schülern wurde bereits zu Beginn des Schuljahres mitgeteilt, dass sie sich Themen für eine Facharbeit überlegen sollen. Die Themenwahl war frei, aber es mussten bestimmte Rahmenbedingungen (siehe unten) eingehalten werden. Das Vorgehen entsprach dem bei einer Projektarbeit.

Die Unterrichtszeit während dieser Phase stand für die Teamarbeit zur Verfügung. Wenn nicht für bestimmte Aufgaben etwas anderes vereinbart wurde, war Anwesenheitspflicht. Jede Gruppe hatte die Auflage, ein Laborbuch zu führen und einen Arbeitsplan zu erstellen. Gemeinsame Besprechungen im Wochenabstand mit einer kurzen Darstellung des Arbeitsstandes sorgten für einen Austausch der Gruppen untereinander. Betreut wurden die Arbeiten von ihren jeweiligen Lehrkräften, bei besonderen Fachfragen in Einzelfällen auch durch Fachkräfte der Basisfächer. Alle Klassen der Stufe hatten in dieser Phase parallel Unterricht, so dass auch die Unterrichtenden der Parallelklassen für Fragen zur Verfügung standen.

### Rahmenbedingungen

- Für die Facharbeiten ist ein Zeitraum von zehn bis zwölf Wochen vorgesehen.
- Die Abgabe wird auf Wunsch der Schülerinnen und Schüler (!) nach einen Ferienabschnitt gelegt.
- Es wird in Zweiergruppen gearbeitet; auch Einzelarbeiten sind möglich.
- Vor Beginn der Arbeit muss das genaue Thema mit einer konkreten Fragestellung und eine Grobgliederung sowie eine Liste der benötigten Geräte und Materialien vorliegen. Materialien, die nicht an der Schule vorhanden sind, müssen in der Regel von den Schülerinnen und Schülern selbst besorgt werden.

- Ein Experiment, eine umfangreiche Beobachtung oder eine praktische Arbeit, wie zum Beispiel die Herstellung eines Produkts, muss Bestandteil der Arbeit sein.
- Der wissenschaftliche und soweit vorhanden auch technische Hintergrund des Themas muss recherchiert und in der Arbeit dargestellt werden.
- Die Sprache und der inhaltliche Schwierigkeitsgrad soll für interessierte Mitschülerinnen und Mitschüler angemessen sein.
- Die Abgabe der Arbeit erfolgt in Form einer Datei, die nach der Korrektur und einer eventuell notwendigen Überarbeitung den Klassenkameraden zugänglich gemacht und von diesen gelesen wird.
- In jeder Arbeit muss gekennzeichnet sein, welchem Teammitglied welcher Teil zuzuordnen ist.
- Der Umfang der Arbeiten wird zur Begrenzung der Arbeitsbelastung der Lehrkraft und der Schülerinnen und Schüler auf 15 Seiten beschränkt.

Es bestand das Angebot, die Arbeit oder Teile davon schon vor dem eigentlichen Abgabetermin vorzulegen. Eine Grobkorrektur bot bei eventuellen Unzulänglichkeiten die Chance, die Arbeit ohne Verschlechterung der Note zu verbessern.

Die Arbeiten lagen allen Schülerinnen und Schülern in Form von Dateien vor. Sie hatten die Pflicht, sie vor der jeweiligen Präsentation zu lesen. Die Präsentation bestand dann im Wesentlichen aus einer Darstellung des eigenen experimentellen Anteils oder Produkts und der Diskussion über die Arbeit. Die Inhalte der Facharbeiten waren auch Gegenstand der zum Abschluss geschriebenen Klassenarbeit.

### Themen

- Wie lässt sich in der Schule elektrische Energie sparen?
- Wie shaped man ein ideales Surfboard; Auftrieb und Fahreigenschaften;
- Astro-Fotografie: Nachgeführte Aufnahmen mit einer Kleinbild-Kamera;

- Sonnenbeobachtung mit einer Projektionsvorrichtung;
- Käseproduktion;
- Wie braut man in kleinen Mengen Bier?
- Vom Obst zum Schnaps;
- Ein virtuelles Schulhaus im PC;
- Messung der Geschwindigkeit mit einer selbst gebauten Lichtschranke;
- Aufnahme von Sternenspektren mit einem Geradsichtprisma;
- Videoanalyse von Aufschlagstests im Tennis;
- Energiegewinnung aus Fäulnisprozessen;
- Warum können wir ohne Sonnenenergie nicht leben?
- Entwicklung eines Schallschutzes für einen Jugendraum.

#### *Benotung*

Bei der Benotung der Arbeiten wurde darauf geachtet, dass der Inhalt das wichtigste Kriterium darstellte. Arbeiten mit mangelhaftem Inhalt erhielten auch bei bester Darstellung keine ausreichende Note.

Nach folgenden Kriterien wurde benotet:

1. Inhalt: Einhaltung der Aufgabe; Fachliches Niveau und fachliche Korrektheit; Verständlichkeit der Ausführungen.
2. Struktur und Form: Gliederung und formaler Aufbau; Richtiges Zitieren und Quellenangaben; Rechtschreibung
3. Eigener Anteil: Engagement; eigene Ideen für Experimente etc.

#### *Erfahrungen*

Nahezu alle Schülerinnen und Schüler äußerten sich positiv über den Sinn der Facharbeiten. Vor allem die Möglichkeit, selbstständig zu arbeiten und sich intensiv mit einem Thema auseinander zu setzen, wurde einhellig begrüßt.

Eine wichtige Rolle für den Erfolg der Arbeit spielte die Themenfindung und die intensive Beratung hierbei. Zu Beginn zeigte sich ein hoher Betreuungsbe-

darf und ein hoher Aufwand für die Besorgung von Gerätschaften und Materialien. Später ergaben sich eher ruhige Arbeitsphasen.

Der Arbeitsaufwand wurde im Vergleich mit anderen 4-stündigen Kernfächern von der Mehrheit als größer eingeschätzt, es war aber auch eine gewisse Korrelation des Aufwandes mit der Zufriedenheit über das Ergebnis beobachtbar.

Die räumlichen und sächlichen Voraussetzungen entsprachen noch nicht an allen Schulen den Anforderungen. Häufig wurde der Wunsch geäußert, auch in der Schule handwerklich arbeiten und halb fertige Experimente und Produkte lagern zu können.

Für die praktischen Arbeitsphasen ungeeignet ist der 45-Minuten Takt eines Schulvormittages. Zumindest sollten Doppelstunden eingeplant werden.

Es zeigt sich, dass im naturwissenschaftlichen Bereich bisher wenig Erfahrung in der Anleitung und Bewertung von Facharbeiten dieser Art vorliegt. Ein Austausch mit Kolleginnen und Kollegen des Faches Deutsch ist empfehlenswert, eine fächerübergreifende Zusammenarbeit gut möglich.

*Siehe auch Niveaunkretisierung „Facharbeit“ auf dem Landesbildungsserver [10].*

**LERNEN UND ARBEITEN VOR ORT**

Für ein lebensnahes Fach gibt es die Notwendigkeit, die Schule zu Gunsten einer besseren Lernumgebung zu verlassen: Vorgänge in der Natur, an technischen Objekten oder in der Produktion können nur schlecht oder gar nicht im Schulgebäude selbst untersucht werden. In Hochschulen, Firmen und Ämtern können Lernende Erfahrungen machen, die ihnen in der Schule höchstens medial vermittelt werden können.

Doch gerade für diese Art des Lernens ist eine gute gemeinsame Vorbereitung unerlässlich. Diese kann zum Beispiel bei einem Besuch in der Erkundung der Aufgaben des Instituts, beziehungsweise der Produkte des Betriebes, beispielsweise durch Lektüre von Firmenprospekten und Recherche im Internet, bestehen. Auch die Formulierung von Fragen, die vorab zugesandt werden, macht den eigentlichen Besuch fruchtbarer.

In der Nachbereitung sollten sich die Schülerinnen und Schüler Rechenschaft darüber ablegen, was sie gelernt haben und was sie besonders interessant fanden. Die Gastgeber sind dankbar für ein Feedback dieser Art. Auch ein Bericht für das Portfolio bietet sich an.

**LEISTUNGSBEURTEILUNG**

Im Kernfach NwT sind mindestens vier Klassenarbeiten im Schuljahr zu schreiben, von denen eine durch eine fachpraktische Arbeit ersetzt werden kann. Darüber hinaus bieten sich eine Fülle von weiteren Schülerleistungen zur Beurteilung an:

- Referate und Präsentationen;
- selbst erstellte Texte, wie zum Beispiel naturwissenschaftliche Artikel;
- Facharbeit;
- Praktika;
- Dokumentation und Präsentation eines Projekts;
- Ergebnisse praktischer Arbeiten;
- Mündliche Noten. In die mündliche Note kann auch die Reaktion der Zuhörer während Präsentationen einfließen: Werden interessierte Fragen gestellt? Werden neue Aspekte in die Diskussion eingebracht?

# Struktur von Unterrichtseinheiten

Die im Nachfolgenden beschriebenen Phasen stellen einen möglichen Ablauf der Arbeit an einem Unterrichtsthema dar. Die Reihenfolge muss nicht der unten stehenden entsprechen; manche Phasen können parallel laufen, andere in den Hintergrund treten oder ganz wegfallen.

Selbstverständlich werden, wo dies sinnvoll erscheint, auch Unterrichtsphasen mit Lehrervorträgen und Lehrer-Schüler-Gesprächen eingeflochten.

## ANNÄHERUNG AN DAS THEMA

Fachgrenzen überschreitende Themen der Lebenswelt sind in der Regel nicht sofort in allen Aspekten und Verbindungen überschaubar. Notwendige Voraussetzung für die Vorbereitung eines solchen Themas ist es deshalb, dass sich das Vorbereitungsteam einen Überblick über die Teilthemen, deren Verbindungen zu den Basiswissenschaften und über die Voraussetzungen der Lernenden verschaffen. Erst dann kann mit den Schülerinnen und Schülern begonnen werden, das Thema zu erarbeiten. Ausgangspunkt ist dabei stets deren eigene Lebenswelt.

*Inhaltliche Anknüpfungspunkte können sein:*

- die Interessen der Schülerinnen und Schüler;
- schulisch und außerschulisch gewonnene Kenntnisse;
- der eigene Körper, Sport, Hobby;
- ein technisches Produkt;
- ...

*Methodische Möglichkeiten*

- Brainstorming;
- Mindmap;
- Concept-Map;
- Moderation;
- originale Begegnung, Exkursion;
- aktueller Sachbezug.

Das Ergebnis ist eine Übersicht über das Thema mit Perspektiven für Referatsthemen, durchzuführende Experimente und mögliche Projekte. In gemeinsamer Auswahl werden Referate verteilt, Experimente vorgeplant und Projektgruppen gebildet.

## BEREITSTELLUNG VON METHODEN UND VORKENNTNISSEN

Vorkenntnisse, bekannte und neu eingeführte Methoden sollen die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzen, sich neue Erkenntnisse und Inhalte in der nachfolgenden praktischen Arbeit und in Recherchen so weit wie möglich selbstständig zu erarbeiten. Dabei wird von einer Gesamtsicht des Themas ausgegangen, aber auch die Perspektiven der Basiswissenschaften werden einbezogen:

- Vorkenntnisse aus den Basiswissenschaften;
- Vorkenntnisse aus Büchern, TV-Sendungen etc.;
- Bereits bekannte Mess- und Beobachtungsmethoden beispielsweise aus den Basiswissenschaften;
- Einführung weiterer Mess- und Beobachtungsmethoden.

## ARBEITSPHASE

In dieser Phase arbeiten die Schülerinnen und Schüler in kürzeren oder längeren Abschnitten selbstständig mit Betreuung der Fachlehrkraft. Sie arbeiten an Experimenten, im Rahmen von Projekten, bereiten Exkursionen vor und führen diese durch. Schließlich werden die Ergebnisse der Arbeit für die Präsentation vorbereitet.

## ERGEBNISSICHERUNG UND PRÄSENTATION

Die Präsentation muss nicht auf die Klasse beschränkt bleiben. Die Arbeitsergebnisse können zum Beispiel der Elternschaft der Klasse oder der schulischen Öffentlichkeit mit einer gemeinsamen Broschüre, einem Buch oder im Rahmen einer Präsentationsveranstaltung oder einer Ausstellung vorgestellt werden.



# Beispiele für Unterrichtseinheiten

In den letzten drei Jahren wurden von Kolleginnen und Kollegen der Versuchsschulen in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe NwT Unterrichtseinheiten entwickelt, die aufzeigen, wie Unterricht im Fach NwT aussehen soll (vgl. Abschnitt „Struktur von Unterrichtseinheiten“). Sie sind in der Praxis erprobt und auf der Grundlage der Erfahrungen überarbeitet worden. Sie stehen allen Kolleginnen und Kollegen auf dem Landesbildungsserver [10] zur Verfügung.

Nachfolgend wird eine Auswahl aus diesen Unterrichtseinheiten beschrieben.

## UNTERRICHTSEINHEIT AUFSCHLUSS IN EINER KIESGRUBE

Diese Unterrichtseinheit wurde von einem Team von drei Lehrkräften mit den Fächerkombinationen Biologie/Geographie, Physik/Mathematik und Chemie/Biologie für den NwT – Anfangsunterricht in Klasse 9 (G9) entwickelt. Die gesamte Unterrichtseinheit erstreckte sich über ca. acht Unterrichtswochen mit je vier Stunden. Je nach inhaltlichem Schwerpunkt der jeweiligen Stunde wurde der Unterricht vom entsprechenden Fachlehrkraft übernommen. Falls es die Inhalte erforderten, wurde auch im Team unterrichtet.

### UNTERRICHTSVERLAUF

ZEIT	THEMA	INHALT	METHODEN / SOZIALFORMEN
1h	Vorbereitung einer Exkursion	Vorstellung des Exkursionszieles, Gruppenbildung, Ausrüstung	Sicherheitshinweise, Exkursionshinweise
1 – 3h	Bau eines Försterdreiecks	Bau und Umgang mit dem Försterdreieck	Herstellung aus Holz (fester Pappe), zum Teil in Hausarbeit
halb-tägig	Exkursion in eine Kiesgrube	Beobachtungen und Versuche	Arbeit in Kleingruppen, Hypothesenbildung zur Entstehung der Schichtung
1 – 2h	Zusammenfassung der Ergebnisse, Vergabe von Referatsthemen	Themen: siehe unten	Gruppenbericht vor Plenum, Lehrer-Schüler-Gespräch
ca. 8h	Hypothesenbildung zur Entstehung des Gesteinsprofils	Entwicklung von geeigneten Versuchen, Versuchsdurchführung in Gruppenarbeit	teilweise Freilandversuche (auf Schulgelände) mitgebrachte Materialproben
ca. 4h	Theoretischer Unterbau	Dichte, Dichtebestimmung, Fallgesetze	Lehrer-Schüler-Gespräch, Praktikum
ca. 2h	Ergebnisdarstellung	Mikroskopische Betrachtung der Materialproben, Graphische Veranschaulichung der Ergebnisse	Partnerarbeit, Lehrer-Schüler-Gespräch, Ergebnissicherung
2h	Erstellen eines Bestimmungsschlüssels für Kieselsteine	Untersuchung von Kieselsteinen	Gruppenarbeit
2 – 4h	Referate	Themen: siehe unten	Präsentationen

**ANNÄHERUNG AN DAS THEMA***Exkursion*

Der Geologe versteht unter einem Aufschluss einen Aufriss unter der Erdoberfläche. Dieser erschließt uns das, was sich normalerweise unsichtbar unter unseren Füßen befindet, öffnet im übertragenen Sinne eine Tür und gibt den Blick frei auf den bis dahin verborgenen Untergrund, das Material, sein Aussehen, seine Zusammensetzung und Beschaffenheit.

Dies erfahren die Schülerinnen und Schüler während einer Exkursion in eine Kiesgrube. Sie formulieren ihre Beobachtungen und führen erste Versuche durch.

Die Frage nach der Entstehung des Aufschlusses wird aufgeworfen, es werden Hypothesen gebildet. Diese sind Ausgangspunkt für den weiteren Unterrichtsverlauf.

**BEREITSTELLUNG VON METHODEN****UND VORKENNTNISSEN**

Die Unterrichtseinheit ist ein Einstieg in das Fach NwT. Sie nutzt Kenntnisse aus den Fächern Geographie, Biologie, Physik und Naturphänomene, wendet diese an, vertieft und erweitert sie. Bei der ganzheitlichen Betrachtung eines Naturbeispiels werden in wiederholten Schritten naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, Phasen der Teamarbeit und Präsentationstechniken eingeübt.

Um im Aufschluss eine Geländevermessung durchführen zu können, bauen die Schülerinnen und Schüler ein Försterdreieck und üben den Umgang mit diesem. Dabei kommt der Strahlensatz zur Anwendung.

**PRAKTIKA**

BEI DER EXKURSION bekommen die Schülerinnen und Schüler Beobachtungsaufgaben und formulieren ihre Beobachtungen über Schichtlagerung und Farbveränderungen.

Sie untersuchen Materialzusammensetzungen mit geländegängigen Methoden wie Knirschprobe, Würstchenprobe, Kalknachweis.

Sie vermessen die Mächtigkeit der Schichten sowie mit dem Försterdreieck die Gesamthöhe des Aufschlusses und entwerfen in Hausarbeit eine maßstabgetreue Profilskizze.

Um im weiteren Unterrichtsverlauf die Frage nach der Entstehung des Aufschlusses beantworten zu können, werden Materialproben entnommen und Steine gesammelt.

IN DER SCHULE folgen Experimentalreihen zur Erosions- und Transportkraft von Wind und Wasser. Von der Lehrkraft geführt, planen die Schülerinnen und Schüler Versuche um ihre Hypothesen zu überprüfen. Die Schülerinnen und Schüler gewinnen quantitative Aussagen zu Transportweite in Abhängigkeit von Korngröße, zum Beispiel bei Wind über die Stufenschaltung des Föns oder seinen Abstand zum Material, bei Wasser über veränderte Fließgeschwindigkeit aufgrund der Zugabe unterschiedlicher Wassermengen pro Zeiteinheit mit variierter Neigung der Testrinne (Winkelmessung und Gefälleberechnung).

Sie ermitteln Sinkgeschwindigkeiten verschiedener Materialien und Korngrößen. Dieser Teil wird durch Unterrichtssequenzen zur Dichte und Dichtemessung und zu den Gesetzen des Falls fachlich untermauert. Die Schülerinnen und Schüler untersuchen die Wasserspeicherkapazität von Sand, Ton und Schluff. Ihre Messungen setzen sie in Bezug zur mikroskopischen Betrachtung dieser Materialien und finden Klärung in der Anheftfähigkeit (Adhäsion) des Wassers auf den unterschiedlichen Oberflächen.

Mit den bekannten Kieselsteinen aus der Kiesgrube erstellen die Schülerinnen und Schüler einen dichotomen Bestimmungsschlüssel.

Die gewonnenen Ergebnisse werden graphisch dargestellt, ihre Aussagen verallgemeinert und als Regeln formuliert.

Anhand einer wissenschaftlichen Abhandlung über die Entstehung des Untersuchungsbeispiels ordnen die Schülerinnen und Schüler ihre gewonnenen Erkenntnisse in den aktuellen Wissensstand ein.



### PROJEKTARBEITEN

Im Rahmen dieser Einheit, die am Anfang des Unterrichts im Fach Naturwissenschaft und Technik steht, werden viele Kompetenzen eingeübt, die zur Projektarbeit hinführen. Hierzu zählen Versuchs- und Arbeitsplanung, Recherchieren, Dokumentieren, Auswerten, Teamfähigkeit, Verantwortung, Zuverlässigkeit und Selbstständigkeit.

### REFERATE

Bei der Begehung der Kiesgrube ergeben sich vor Ort Fragestellungen, die von Schülergruppen als Referate bearbeitet werden. Dies erfolgt parallel zum Unterrichtsgeschehen mit Betreuung durch die Lehrkraft.

#### *Gruppenauftrag 1:*

#### Verwendung von Kies und Sand

(Materialtrennung: praktisch, technisch, Förder- und Verkaufsmengen, Verwendungszwecke)

#### *Gruppenauftrag 2:*

#### Mülldeponie und/oder Recyclinghof

(natürliche Voraussetzungen, Bedingungen für das Untersuchungsbeispiel)

#### *Gruppenauftrag 3:*

#### Sekundärbiotop

(ggf. Pflanzen und Tiere des Untersuchungsbeispiels, Tier- und Pflanzenbestimmung, Beispiele aus der Umgebung)

#### *Gruppenauftrag 4:*

#### Renaturierung oder Rekultivierung

(inkl. alternative Vorschläge für das Untersuchungsbeispiel)

Die Präsentationen bildeten den Abschluss der Unterrichtseinheit. Die Ergebnisinhalte sind Bestandteil der Klassenarbeit.

### KOMMENTAR

Diese Einheit knüpft – vor allem methodisch – an die Fächer Naturphänomene, Biologie und Geografie an. Es machte den Schülerinnen und Schülern Freude, praktisch zu arbeiten, wobei es nicht allen leicht fiel, die Versuche sorgfältig und exakt zu planen. Sie mussten bei ihren Versuchen immer wieder Rückschlüsse hinnehmen, lernten aber so, die Versuche zu hinterfragen und Fehler zu analysieren.

Die zweistündige Klassenarbeit umfasst mit der Untersuchung unbekannter Materialproben (mit Untersuchungsprotokoll) und der Bestimmung von Kieselsteinen (unter Verwendung des selbst erstellten Bestimmungsschlüssels) auch praktische Komponenten.

### BEZÜGE ZU DEN STANDARDS

#### *Betrachtungsbereich Umwelt*

Die Schülerinnen und Schüler können

- einen Lebensraum analysieren;
- erläutern, wie Lebewesen ihre Umwelt formen und von ihr geformt werden;
- Eigenschaften verschiedener Mineralien und Gesteine beschreiben;
- Eigenschaften verschiedener Böden ermitteln.

#### *Mess und Arbeitsmethoden*

Die Schülerinnen und Schüler können

- Messungen planen, durchführen und die Ergebnisse grafisch darstellen;
- Messungen mit einem selbst hergestellten Instrument durchführen;
- Diagramme erstellen, auswerten und interpretieren
- in Größenordnungen denken und sinnvolle Abschätzungen durchführen;
- Objekte nach Kategorien ordnen und einen Bestimmungsschlüssel erstellen;
- chemische Nachweise und Analyseverfahren durchführen;
- Hilfsmittel sachgerecht als Informationsquellen nutzen: Nachschlagewerke, Tabellenwerke, topographische und geologische Karten.

## UNTERRICHTSEINHEIT LÄRM UND SCHALL

Diese Unterrichtseinheit wurde von einem Team von drei Lehrkräften mit den Fächerkombinationen Biologie/Chemie, Biologie/Chemie/Physik und Physik/Mathematik für den NwT-Anfangsunterricht in

Klasse 9 (G9) entwickelt. Die gesamte Einheit umfasste ca. 10 Unterrichtswochen mit je vier Stunden. Jede Lehrkraft unterrichtete eine Klasse und eignete sich die Kenntnisse, die über die eigenen Fächer hinaus gingen, mit Hilfe der Kolleginnen und Kollegen an. Bei den Experimenten haben sich die jeweiligen Fachleute gegenseitig zugearbeitet.

### UNTERRICHTSVERLAUF

ZEIT	THEMA	INHALT	METHODEN/ SOZIALFORMEN
1h	Annäherung, Überblick, Planung	Geräusche-Quiz, Brainstorming zum Thema Geräusche	Plenum
1h	Audiorecorder	Einführung in das Arbeiten mit dem Audiorecorder des Computers	Lehrervortrag, Mikrofone wurden zur Verfügung gestellt
4h	Physikalische Grundlagen der Akustik	Schwingung, Amplitude, Schwingungsdauer, Frequenz, Schallausbreitung, Messung der Schallgeschwindigkeit in Festkörpern	Lehrer-Schüler-Gespräch, Gruppenarbeit
4h		Messungen am Monochord, Musikinstrumente	Praktikum
6h	Gehör	Bau und Funktion, Schwerhörigkeit, Tinnitus, Hörsturz, Audiometrie	Referate
4h		Hörvorgang	Praktikum
2h	Schallerzeugung bei Tieren	Delfine, Fledermäuse, Frösche, Wale	Referate
15h	Projekte	Schallisolation, Verkehrslärm, Schallgeschwindigkeit in Wasser, Konfliktpotenziale bei Lärm (rechtliche Aspekte)	Projektarbeit, Präsentation
3h	Technische Anwendungen	Echolot, MP3, Lautsprecher, Mikrofon, etc.	Referate
	Mögliche Erweiterung	Modellversuche zur Ultraschallortung	Praktikum



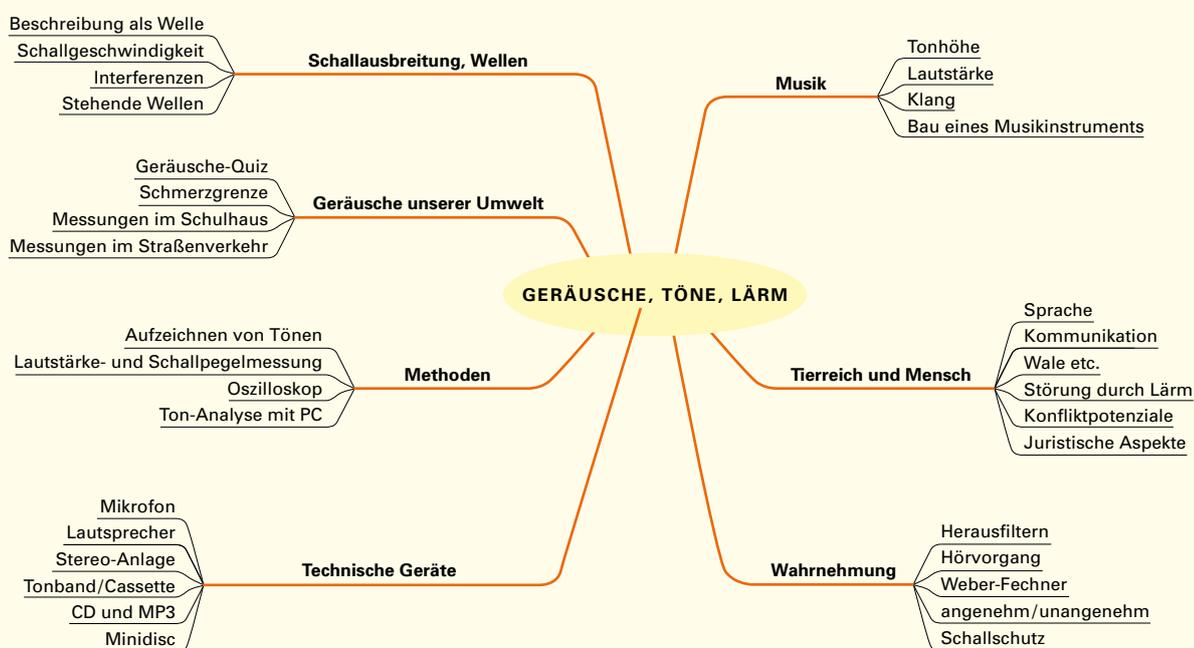
### ANNÄHERUNG AN DAS THEMA

*Lehrkraft*

Um einen Überblick über das Thema zu erhalten, erstellte das Lehrer-Team eine Mindmap, die allerdings

einen viel größeren Themenbereich abdeckte als der spätere Unterricht. Bei späteren Unterrichtseinheiten wurde eine solche Mindmap auch gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern erstellt.

### MINDMAP ZUM THEMA LÄRM UND SCHALL



*Klasse*

Zur Einstimmung in das Thema bekamen die Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, auf Tonträgern Geräusche mitzubringen, die dann von den Mitschülerinnen und Mitschülern in der nächsten Stunde erraten werden mussten.

Ein Brainstorming ermöglichte den Schülerinnen und Schülern, die für sie wichtigen Themen einzubringen und sich einen Überblick zu verschaffen. Die an der Tafel gesammelten Begriffe wurden anschließend geordnet und gemeinsam in eine Reihenfolge gebracht. Einig war sich die Klasse darin, dass zu Beginn die Grundlagen der Akustik, die bereits aus der Physik bekannt waren, wiederholt werden sollten. Dies geschah im Rahmen eines Schüler-Referats.

### BEREITSTELLUNG VON METHODEN

#### UND VORKENNTNISSEN

Für ihre spätere Arbeit im Praktikum und in den Projektgruppen benötigten die Schülerinnen und Schüler Fach-Methoden, die ihnen im Unterricht vorgestellt wurden.

Eine zentrale Rolle spielte die Aufnahme und spätere Analyse von Geräuschen mit dem Computer, die eine Messung der Frequenz, des Schallpegels und der Schallgeschwindigkeit sowie die Darstellung des Schwingungsverlaufs ermöglichte. Da dafür nur ein sehr einfacher Computer mit Soundkarte und Mikrofon benötigt wird, war dies nahezu allen Schülerinnen und Schüler auch zu Hause möglich.

Als weiteres Messgerät wurde den Schülerinnen und Schülern ein Schallpegelmessgerät mit Datenspeicher vorgestellt.

#### REFERATE

Im Rahmen der Unterrichtseinheit erhielten alle Schülerinnen und Schüler die Aufgabe, in Zweiergruppen ein Referat zu halten. Die Themen wurden teilweise von den Lehrkräften vorgeschlagen, andere resultierten aus dem in der Klasse erstellten Themenüberblick. Hier die Liste der gewählten Themen:

- Aufbau und Funktion des Ohres;
- Ursachen der Schwerhörigkeit; Hörhilfen;
- Die Tonleiter;
- Aufbau und Funktion von Lautsprechern;
- Aufbau und Funktion von Mikrofonen;
- Komponenten einer Stereo-Anlage;
- Kunstkopf-Stereofonie;
- Schallaufzeichnung auf einer CD;
- Datenkompression MP3;
- Ultraschalluntersuchungen in der Medizin;
- Schallerzeugung und Kommunikation bei Walen und Delfinen;
- Vogelzwitschern;
- Schallortung bei Fledermäusen;
- Schallerzeugung und Kommunikation bei Fröschen;
- Schalldämmung an Gebäuden;
- Lärmschutz bei Flugzeugen;
- Aufbau und Funktion des Echolots.

Es ist deutlich sichtbar, dass neben Fragestellungen aus der Natur vor allem die Technik eine wichtige Rolle spielte.

Da Referate bereits im Deutschunterricht eingeführt wurden, war keine große Vorbereitung nötig. Von jeder Gruppe wurde eine Zusammenfassung des Referats auf einer Seite verlangt. Die Zuhörenden waren angehalten, mitzuschreiben, die vermittelten Inhalte waren auch Gegenstand der Klassenarbeit.

Die Serie der Referate wurde immer wieder durch Praktika und durch die Arbeit an den Projektaufträgen (s.u.) unterbrochen.

#### PRAKTIKA

In den Praktika wurden unter anderem die vorher im Unterricht erlernten Methoden zur Darstellung von Schallschwingungen mit dem Computer angewandt. Bei Experimenten mit schwingenden Saiten wurde die Abhängigkeit der Tonhöhe von der Saitenlänge und das Frequenzverhältnis wohlklingender Akkorde von zwei Saiten bestimmt. Mehrere Instrumente musizierender Schülerinnen und Schüler wurden auf die Art der Tonerzeugung und ihren Klang hin untersucht. Im Zusammenhang mit der Wahrnehmung von Schall machten die Schülerinnen und Schüler Erfahrungen zur Schallleitung in Knochen, zu ihrer eigenen Stimme und zur Beeinträchtigung der Konzentration durch Hintergrund-Musik. Experimente zum Richtungshören zeigten die Sensitivität auf Laufzeitunterschiede des beide Ohren erreichenden Schalls und den Einfluss der Form der Ohrmuschel.

#### PROJEKTARBEITEN

Bei der Arbeit an den Projekten waren die Schülerinnen und Schüler weit weniger geführt als in den Praktika. Die Arbeit in Fünfer-Gruppen wurde im Wesentlichen mit der Betreuung der Lehrkräfte von den Schülerinnen und Schülern selbst geplant. Insgesamt wurden drei Projektaufträge teilweise mehrfach vergeben:

### Gruppenauftrag 1:

#### Bau eines schallgeschützten Modellhauses

1. Besorgt Euch Materialien zum Hausbau und verschiedene Dämmmaterialien und baut das Modellhaus.
2. Überlegt Euch eine Experimentieranordnung, die einen Vergleich der Dämmeigenschaften ermöglicht. Zur Verfügung steht der Computer; alles andere muss selbst besorgt werden.
3. Bringt nacheinander verschiedene Dämmmaterialien in das Haus ein und vergleicht die Dämmeigenschaften.

### Gruppenauftrag 2:

#### Juristische Fallbeispiele

Gegeben waren vier Konfliktfälle im Zusammenhang mit Lärm

1. Bearbeitet die vier Fälle arbeitsteilig und führt jeweils Tagebuch über Eure Absichten, Vorstellungen und Erkenntnisse.
2. Befragt jeweils Menschen mit „gesundem Menschenverstand“, Behörden, Juristen und die Literatur.

### Gruppenauftrag 3:

#### Messung von Verkehrsräuschen

Mit Hilfe eines Schallpegel-Messers untersuchten die Gruppen an verschiedenen Stellen der Stadt die Intensität von Verkehrsräuschen.

1. Notiert während der Messung besondere Geräuscheereignisse.
2. Zählt die Fahrzeuge im Messzeitraum.
3. Tragt Eure Messungen im Messbogen ein.

### Gruppenauftrag 4:

#### Messe die Schallgeschwindigkeit in Wasser

Zwei Gruppen wählten verschiedene Methoden der Geschwindigkeitsmessung unter Wasser:

1. Mit einer Stoppuhr.
2. Mit Hilfe einer Stereo-Schallaufzeichnung mit zwei Mikrofonen im Abstand von zwei Metern und anschließender Auswertung am PC.

### KOMMENTAR

Die Unterrichtseinheit knüpft an den Fachunterricht in Biologie und Physik an und greift dort gelernte Kenntnisse auf, um sie anzuwenden und zu erweitern. Die Vermittlung von Inhalten geschieht weitgehend im Rahmen von Schülerreferaten, was aber den Lernerfolg nicht geschmälert hat. Das Ergebnis der am Ende der Einheit geschriebenen Klassenarbeit belegt dies.

Die lange Reihe von Referaten war nur deshalb erträglich, weil sie immer wieder durch andere Unterrichtsmethoden unterbrochen wurde. Das Vorgehen kann nicht in jeder Unterrichtseinheit wiederholt werden.

### BEZÜGE ZU DEN STANDARDS

#### Betrachtungsbereich Mensch

Die Schülerinnen und Schüler können

- die schädigende Wirkung von Lärm auf das menschliche Gehör erläutern;
- einen Sinn des Menschen mit seiner technischen Entsprechung vergleichen;
- medizintechnische Diagnose- und Therapieverfahren erklären.

#### Mess- und Arbeitsmethoden

Die Schülerinnen und Schüler können

- Messungen planen, durchführen und die Ergebnisse grafisch darstellen;
- Messungen mit einem selbst hergestellten Instrument durchführen;
- Diagramme erstellen, auswerten und interpretieren;
- Computer als Werkzeug nutzen.

## UNTERRICHTSEINHEIT ARZNEIMITTEL ASPIRIN

Diese Unterrichtseinheit wurde von einem Team von drei Lehrkräften mit den Fächerkombinationen Bio/Geographie, Physik/Mathematik und Chemie/Biologie für den NwT-Unterricht in Klasse 10 (G9)

entwickelt. Die gesamte Unterrichtseinheit erstreckte sich über ca. acht Unterrichtswochen mit je vier Stunden. Je nach inhaltlichem Schwerpunkt der jeweiligen Stunde wurde der Unterricht von einer entsprechenden Fachlehrkraft übernommen. Falls es die Inhalte erforderten, wurde auch im Team unterrichtet.

### UNTERRICHTSVERLAUF

ZEIT	THEMA	INHALT	METHODEN / SOZIALFORMEN
ca. 2h	Geschichtlicher Rückblick, Wirkungsweise von Acetylsalicylsäure	Rekorde und Superlative von Aspirin, Wirkungsweise von Acetylsalicylsäure, Vom Naturheilmittel zur Tablette	Textauswertung, Meinungsaustausch: eigene Erfahrungen; Medikamentenmissbrauch
ca. 1h	Was sollte ein Medikament leisten können?	Anforderungen an Medikamente, Darreichungsformen, anschl. Strukturierung des Unterrichts, Vergabe von Referaten und Projektaufträgen (siehe unten)	Brainstorming in Gruppenarbeit, Plenum
ca. 2h	Nachweis von Acetylsalicylsäure	Quantitative Analyse durch Titration	Praktikum
ca. 2h	Synthese von Aspirin		Praktikum
ca. 2h	Prüfung auf Identität	Untersuchung des eigenen Präparates, Vergleich mit käuflichen Präparaten auf Gehalt von ASS	Praktikum: Analyse mit Dünnschichtchromatographie
ca. 2h	Produktpalette von Aspirin	Zusammensetzung von Tabletten: Unterschiede und Bedeutung, Galenik	Gruppenarbeit, Plenum
ca. 4h	Der Weg des Wirkstoffs durch den Körper	Stationen: Magen, Dünndarm, Leber, Niere, Aufgabe dieser Organe, auch in Bezug auf Wirkstoff; Bioverfügbarkeit, First-Pass-Effekt	Gruppenpuzzle
ca. 4h	Galenik	Wirkstoff und Trägerstoff, Brausewirkung, Pufferwirkung	
ca. 2h	Wirkung von Antacida	Pufferwirkung	Praktikum
ca. 2h	Herstellen von Brausepulver	Brausepulver, Brausegranulat, Aromastoffe	Praktikum
ca. 2h	Herstellen von Pfefferminzpastillen		Praktikum
ca. 4h	Präsentation der Projektaufgaben	siehe unten	

**ANNÄHERUNG AN DAS THEMA**

Als Einstieg diente eine Powerpoint-Präsentation über die Erfolgsstory und Superlativa des Medikamentes „Aspirin“. Es folgte ein Meinungsaustausch zwischen den Schülerinnen und Schülern über eigene Erfahrungen mit diesem Medikament, der auch die Hinweise der Packungsbeilagen sowie Gefahren von Medikamentenmissbrauch mit einbezog. In zwei „klassischen“ Unterrichtsstunden erarbeiteten sich die Schülerinnen und Schüler mittels Textauswertungen Kenntnisse über den Wirkstoff Acetylsalicylsäure (ASS), seine Wirkungsweise und seine Entdeckung bis hin zur Synthese.

Ein Brainstorming zu der Frage, was ein Medikament leisten können sollte, führte zur Vergabe von Projektaufträgen und zur Strukturierung des weiteren Vorgehens.

**BEREITSTELLUNG VON METHODEN UND VORKENNTNISSEN**

Das Fach NwT baut auf den Inhalten und Erkenntnissen der Basisnaturwissenschaften auf, vertieft diese und wendet sie an. Wo nötig wird auch Fachwissen neu erarbeitet.

Bei dieser Einheit werden die Grundlagen über den Bau und die Funktion von Magen, Dünndarm, Leber und Niere mithilfe eines Gruppenpuzzles wiederholt, vertieft und ergänzt. Anwendung finden diese Grundlagen bei der Erarbeitung des Weges von ASS durch unseren Körper oder bei Fragestellungen wie Wirkdauer, Abbau und möglichen Rückständen des Wirkstoffs. Um Themen wie Bioverfügbarkeit oder First-Pass-Effekt angehen zu können, müssen sich die Schülerinnen und Schüler zusätzlich Fachwissen aneignen.

Auf Grundwissen aus dem Fach Chemie konnte bei dieser Einheit leider nur in geringem Maße zurückgegriffen werden, da die organische Chemie erst später einsetzt. Schwerpunkte lagen daher bei den praktischen Arbeiten und darin, die Motivation für chemische Fragestellungen zu wecken.

**PRAKTIKA**

Durch Titration bestimmten die Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Präparaten die Stoffmenge von ASS und überprüften ihr Produkt mittels Dünnschichtchromatographie auf Identität.

Eine Nebenwirkung von ASS ist die Übersäuerung des Magens. In einer zweiten begleitenden Praktikumsphase untersuchten sie die Pufferwirkung am Beispiel von Antacida.

**PROJEKTARBEITEN**

Nach einem Brainstorming (s.o.) und anhand der Produktpalette von Aspirin sowie dem Vergleich der Beipackzettel ergaben sich verschiedene Fragestellungen, die als Projektaufträge vergeben und parallel zum Unterrichtsgeschehen mit Betreuung der Lehrkraft bearbeitet wurden:

*Gruppenauftrag 1 und 2:*

Darreichungsformen von Arzneimitteln – Besonderheiten, Vor- und Nachteile (beispielsweise Saft, Tablette, Kapseln, Pulver, Zäpfchen, Injektionen)

*Gruppenauftrag 3:*

Verpackungsformen – Vor- und Nachteile, Haltbarkeit, Herstellung, Umweltverträglichkeit

*Gruppenauftrag 4:*

Design einer Verpackung, Marktstrategien, Marktforschung (Entwurf und Durchführung eigener Umfrage)

*Gruppenauftrag 5:*

Verkaufsstrategien im In- und Ausland, Vertriebswege

Der Schwerpunkt dieser Projekte lag zunächst in Recherchearbeit; zusätzlich erhielten die Gruppen den Auftrag ermittelte Komponenten selbst zu überprüfen und in ihre Ergebnispräsentation mit

aufzunehmen. Die Mitschülerinnen und Mitschüler erhielten eine schriftliche Zusammenfassung, die Ergebnisinhalte waren Bestandteil der Klassenarbeit.

#### PRODUKTHERSTELLUNG

Die Herstellung eines Produktes rundete die Einheit ab. Da dies aus rechtlichen Aspekten verständlicherweise kein ASS enthalten konnte, stellten die Schülerinnen und Schüler verschieden aromatisierte Brausepulver und Brausegranulat her. Einige Schülergruppen verpressten ihr Produkt mithilfe einer einfachen Tablettenpresse (Bauanleitung siehe Landesbildungserver [10]).

#### KOMMENTAR

Um die erwünschte Fachtiefe in Chemie zu erreichen, sollte man die Einheit in Klasse 10 (G8) durchführen.

Neben den praktischen Anteilen hatten die Schülerinnen und Schüler viel Freude an der Herstellung eigener Produkte, was sich unter anderem auch daran zeigte, dass mehrfach nach weiteren Möglichkeiten nachgefragt wurde; so wurden zusätzlich Pfefferminzplätzchen und Gummibärchen hergestellt (für letzteres erhielten wir dankenswerterweise Zäpfchen-Formen von der Firma LaRoche in Mannheim).

#### BEZÜGE ZU DEN STANDARDS

##### *Betrachtungsbereich Umwelt*

Die Schülerinnen und Schüler können:

- die Zusammensetzung eines Alltagsproduktes ermitteln;
- die Wirkung von Inhaltsstoffen eines Produktes begründen.

##### *Betrachtungsbereich Technik*

Die Schülerinnen und Schüler können:

- ein Alltagsprodukt mittels eines chemietechnischen Verfahrens herstellen;
- ein Produkt herstellen und verfahrenstechnische Parameter erfassen.

##### *Mess- und Arbeitsmethoden*

Die Schülerinnen und Schüler können:

- chemische Trennverfahren durchführen;
- chemische Nachweise und Analyseverfahren durchführen;
- in Größenordnungen denken und sinnvolle Abschätzungen durchführen;
- Statistiken lesen und auswerten;
- Diagramme erstellen, auswerten und interpretieren;
- Hilfsmittel sachgerecht als Informationsquellen nutzen.



### UNTERRICHTSEINHEIT TECHNISCHE NUTZUNG REGENERATIVER ENERGIEN

Die Einheit wurde mehrmals in Klassen 11 als Abschluss des NwT-Lehrgangs unterrichtet. Ein wichtiges Ziel war es, dass die Schülerinnen und Schüler viele ihrer in den vergangenen Schuljahren erworbenen Kompetenzen an einem Thema anwenden konnten. Damit überprüften sie ihren eigenen Lernerfolg.

Die Unterrichtseinheit erstreckte sich über ca. 30 Stunden.

#### UNTERRICHTSVERLAUF

ZEIT	THEMA	INHALT	METHODEN/SOZIALFORMEN
4 h	Einführung in das Thema	Nachhaltigkeit in der Energieversorgung, Wiederholung Halbleiter/Solarstrahlung	Gruppenpuzzle
4 h	Solarenergie	Messungen mit Solarzellen	Praktikum
3 h	Verfügbarkeit von Solarenergie in Baden Württemberg	Auswahl der zu recherchierenden Daten	Brainstorming, Recherche
		Verknüpfung der Daten	Gruppenarbeit mit verschiedenen Ansätzen
5 h	Windenergie	Grundlagen und Typen verschiedener Konverter	Lehrervortrag mit Demonstrationsexperimenten
4 h	Wasserstofftechnik	Funktion, Aufbau und Nutzung einer Brennstoffzelle	Gruppenpuzzle
10 h	Vergleich der unterschiedlichen Techniken	Solarzelle, Windkonverter und Brennstoffzelle	Arbeitsteilige Versuchsserie, Erstellung einer Abschlussarbeit und Präsentation vor der Klasse

**ANNÄHERUNG ANS THEMA**

Mit Folien zum Thema Energieversorgung wurde eine intensive Diskussion über die langfristige Energieproblematik angestoßen. Lösungsideen für die Zukunft wurden mit einfachen Modellen zur Demonstration von Solarzellen, Windkonvertern und Brennstoffzellen vorgestellt.

**BEREITSTELLUNG VON METHODEN UND VORKENNTNISSEN**

In mehreren Gruppenpuzzle-Einheiten erarbeiteten sich die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Vorwissen und durch Literaturrecherche die Zukunftsperspektiven herkömmlicher und regenerativer Energieträger. Hierbei klärten sie den Verlauf von Energieströmen und technische sowie wirtschaftliche Randbedingungen. Physikalisches Wissen über Solarzellen wurde vertieft und chemische sowie technische Grundlagen der Brennstoffzellen, ihre Einsatzmöglichkeiten in verschiedenen technischen Bereichen wurden bearbeitet und Ausblicke auf die künftige Entwicklung einbezogen.

Technische Fragen zum Bereich der Windkonverter wurden in Hausarbeiten bearbeitet.

Die Auswertung von Experimenten war den Schülerinnen und Schülern aus den Vorjahren geläufig, sie wurde nur noch um den Bereich der Auswertung mit dem grafikfähigen Taschenrechner ergänzt.

**PRAKTISCHE ARBEITEN**

Durch Messungen mit Luxmetern und Solarzellen wurden die Schülerinnen und Schüler mit den Geräten vertraut und erhielten Sicherheit im Umgang mit ihnen. Wesentliche Theoriebausteine konnten damit untermauert werden.

**PLANUNG ARBEITSTEILIGER RECHERCHE**

Aus der Diskussion, ob regenerative Energiequellen nur eine Nischenfunktion ausfüllen oder eine flächendeckende Energieversorgung ermöglichen, erarbeiteten sich die Schülerinnen und Schüler ver-

schiedene Aufträge für eigene Recherchen. Deren Ergebnisse wurden zusammengefasst und in Gruppen unter verschiedenen Grundannahmen ausgewertet und beurteilt. Die Schülerinnen und Schüler visualisierten die Ergebnisse entsprechend.

**EXPERIMENTELLE FACHARBEIT**

Die Schülerinnen und Schüler planten in Kleingruppen Experimente zu verschiedenen Themen.

Im Einzelnen wurden folgende sieben Themenbereiche untersucht:

**Leistungsanpassung einer Solarzelle**

- Untersuchung der Kennlinien in Abhängigkeit von verschiedenen Beleuchtungsstärken und Temperaturen;
- Diskussion der Auswirkungen auf die technische Umsetzung.

**Solarmodule**

- Bestimmung der Abhängigkeit des Ertrags vom Einstrahlwinkel des Lichtes auf die Solarzelle;
- Zusammenschaltung mehrerer Solarzellen zu einem Modul;
- Untersuchung der unterschiedlichen Schaltungstypen;
- Schutzeinrichtungen für die einzelnen Zellen.

**Leistungsanpassung eines Windkonverters**

- Untersuchung der Kennlinien unter verschiedenen technischen Randbedingungen;
- Optimierung des Ertrags bei konstanter Windgeschwindigkeit.

**Untersuchung verschiedener Windkonverter**

- Untersuchung verschiedener Bauweisen von Windkonvertern;
- Diskussion der Abhängigkeit des Ertrags von der Windgeschwindigkeit.



Ergebnis einer Gruppenarbeit



Optimierung der Geometrie eines Windkonverters

- Erprobung verschiedener Aufbauten von Windkonvertern;
- Messung der Leistung in Abhängigkeit von Flügelform, Flügelzahl und Anstellwinkel;
- Herstellung eines Bezugs zur aktiven Steuerung einer Windkraftanlage.

In der Gesamtschau und der Erfahrung aus naturwissenschaftlichen Kursen der Sekundarstufe II ergibt sich in den Feldern des selbstständigen Recherchierens, Experimentierens und Darstellens ein Kompetenzzuwachs innerhalb der drei NwT-Schuljahre.

Wirkungsgrad von Elektrolyseur und Brennstoffzelle

- Messung der Wirkungsgrade von Elektrolyseur und Brennstoffzelle;
- Erstellung einer energetischen Gesamtbilanz;
- Untersuchung eines Gesamtsystems aus Windkonverter, Elektrolyseur und Brennstoffzelle.

Leistungsanpassung von Elektrolyseur und Brennstoffzelle

- Untersuchung der Kennlinien von Brennstoffzelle und Elektrolyseur in Abhängigkeit von Betriebsdaten;
- Untersuchung eines Gesamtsystems aus Solarmodul, Elektrolyseur und Brennstoffzelle.

Die Schülerinnen und Schüler fertigten eine schriftliche Ausarbeitung ihrer Resultate und im Umfang einer Facharbeit an. Die Hauptergebnisse stellten sie der Klasse in einem Experimentalvortrag mit Kolloquium vor. Ihre Ergebnisse komprimierten sie in einer schriftlichen Kurzzusammenfassung für die Mitschülerinnen und Mitschüler.

#### KOMMENTAR

Die Bereitstellung von Voraussetzungen und Aufarbeitung des Vorwissens aus den Fächern Physik und Chemie sowie wesentlicher technischer Erfordernisse wurden in verschiedenen Phasen arbeitsteiliger Gruppenarbeit und in Hausarbeiten bewältigt. Die Schülerinnen und Schüler nutzten den Ihnen gestatteten Freiraum bei der Bearbeitung der praktischen Aufgaben und bei der Vorbereitung der Präsentationen.

**BEZÜGE ZU DEN STANDARDS***Betrachtungsbereich Technik*

Die Schülerinnen und Schüler kennen Leistungen des menschlichen Erfindergeistes und der Ingenieurkunst sowie deren Bedeutung und Nutzen für den Menschen. An Beispielen können sie die Wege technischer Entwicklungen im Spannungsfeld wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Bedingungen sowie naturwissenschaftlich-technischer Neuerungen nachvollziehen. Beim Planen und Bauen wenden sie physikalische, chemische und biologische Grundlagen an. Sie haben Einblick in die industrielle Produktion und zeigen kritische Aufgeschlossenheit für neue Technologien.

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Möglichkeiten der Energienutzung analysieren und bewerten;
- Perspektiven der Energieversorgung der Zukunft nachvollziehen und bewerten;
- mechanische Konstruktions- und Funktionsprinzipien anwenden.

*Betrachtungsbereich Erde und Weltraum*

Die Schülerinnen und Schüler sind sich der Stellung des Menschen im System Erde und im Weltall bewusst. Sie erkennen die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen den Komponenten und wissen um die besondere Verantwortung des Menschen für den Schutz der Erdatmosphäre.

Die Schülerinnen und Schüler können:

- die Bedeutung der Sonne für das Leben auf der Erde erläutern;
- Veränderungen des Systems Erde durch menschliches Eingreifen analysieren und bewerten.

*Mess- und Arbeitsmethoden*

Die Schülerinnen und Schüler erfassen ihre Lebenswelt mit naturwissenschaftlichen Methoden. Sie können mit zunehmender Selbstständigkeit Experimente planen, durchführen, auswerten, protokollieren und wissen um die Bedeutung einer Fehlerbetrachtung. Sie gehen mit Werkzeugen und Geräten sachgerecht und sorgfältig um.

Die Schülerinnen und Schüler können:

- Statistiken lesen und auswerten;
- Messungen planen, durchführen und die Ergebnisse grafisch darstellen;
- Diagramme erstellen, auswerten und interpretieren;
- in Größenordnungen denken und sinnvolle Abschätzungen durchführen;
- Computer als Werkzeug für Messwerterfassung und -auswertung nutzen;
- Hilfsmittel sachgerecht als Informationsquellen nutzen: Formelsammlung, Nachschlagewerke, Tabellenwerke, technische Datenblätter.

# Schulorganisatorische Aspekte

## BESONDERE ANFORDERUNGEN

### AN DIE LEHRENDEN

Sowohl die inhaltliche Konzeption des Faches NwT als auch die methodische Vorgehensweise stellen an die unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen besondere Anforderungen. Die Unterrichtsthemen sollen stets aus den Perspektiven mehrerer Basiswissenschaften betrachtet werden und auch technische Fragestellungen beinhalten. Dies setzt die Bereitschaft und die Fähigkeit zur Kooperation mit Lehrkräften verschiedener Fächer – auch der nicht-naturwissenschaftlichen Fächer – voraus. Ein erster Schritt dazu ist es, Abgrenzungen anderen Fächern gegenüber zu überwinden und den Schülerinnen und Schülern Interesse und Wertschätzung für alle in der Schule angebotenen Lernbereiche zu vermitteln.

Darüber hinaus besteht die Notwendigkeit, sich bei Begriffen, die in mehreren Fächern verwendet werden, wie zum Beispiel dem Energie- oder dem Teilchenbegriff, auf gemeinsame Konzepte zu einigen. Die Rolle der Lehrenden erweitert sich vom Wissensvermittler zum Begleiter von Lernprozessen, der sich durch seine Fachkompetenz auszeichnet, gleichzeitig aber Interesse und Wertschätzung für die über den eigenen Fachrahmen hinausgehenden Bereiche zeigt.

### ORGANISATIONSMODELLE

Die Bearbeitung der Unterrichtsthemen aus den Perspektiven mehrerer Basisfächer heraus ist nur in Teamarbeit der Lehrenden einer Klassenstufe zu leisten. Hierzu wurden an den Versuchsschulen drei Modelle entwickelt:

#### *Eine Fachlehrkraft unterrichtet NwT*

Inhalte des Unterrichtsthemas, die die eigenen Fächer der Lehrenden überschreiten, werden im Team erarbeitet. Die einzelne Fachlehrkraft arbeitet sich gegenseitig zu und stehen zum Beispiel bei Korrekturen oder bei Experimenten einander beratend zur Verfügung. Werden Parallelklassen gleichzeitig

unterrichtet, besteht während Projektarbeitsphasen für einzelne Schülergruppen auch die Möglichkeit, Fachlehrkräfte der anderen Klassen aufzusuchen und um Hilfe zu bitten.

#### *Arbeitsteilung I*

Eine Lehrkraft übernimmt jeweils einen Themenbereich, beispielsweise für ein halbes Schuljahr und wechselt dann in die Parallelklasse. Hierbei dürfen fächerübergreifende Aspekte jedoch nicht vernachlässigt werden. Durch geeignete Fächerkombination oder besondere Interessensgebiete der Lehrenden kann dies gewährleistet werden. Eine größere Präsenz der Lehrkräfte in der Klasse kann erreicht werden, wenn diese dort eine weitere Naturwissenschaft unterrichten.

Dieses Modell stellt wegen der Verzahnung der Stundenpläne mehrerer Klassen und mehrerer Lehrkräfte hohe Ansprüche an die Stundenplangestaltung.

#### *Arbeitsteilung II*

Mehrere Kolleginnen und Kollegen verschiedener Fächer sprechen sich stundenweise so ab, dass ein Teilaspekt des Themas immer von Lehrenden des „passenden“ Faches unterrichtet wird. Dies setzt voraus, dass die entsprechenden Stunden für alle Beteiligten frei gehalten werden. Eine Aufteilung der Wochenstunden auf verschiedene Lehrkräfte und eine Zuordnung zu einzelnen Basisfächern ist nicht möglich.

### GRUPPENGROSSE, TEILUNG

Für den Unterricht in NwT ist für praktisches Arbeiten die Teilung einer der vier Stunden aus dem Pflichtbereich vorgesehen, falls die Klasse mehr als 20 Schülerinnen und Schüler umfasst (siehe [15]). Damit kann neben drei Stunden je Woche im Klassenverband in einer Stunde wöchentlich oder zwei Stunden 14-tägig in Gruppen experimentell oder praktisch gearbeitet werden.

**RÄUMLICHE UND SÄCHLICHE**

**VORAUSSETZUNGEN**

Das Fach NwT ist geprägt durch praktisches Arbeiten – auch in Gruppen, selbstständiges Experimentieren sowie die Herstellung von Produkten im Rahmen von Projektarbeiten. Schülerexperimente und Projektarbeit sind auch in Naturphänomene, Biologie, Physik und Chemie zentrale Bestandteile des Unterrichts (Bildungsplan 2004, Seite 173).

Verfügt eine Schule über die im geltenden Modellraumprogramm (siehe Schulbaurichtlinien KuU Ausgabe B 6440-51) vorgesehenen naturwissenschaftlichen Fachräume, bestehen gute Voraussetzungen

für den Unterricht in den Naturwissenschaften und NwT. Schwierigkeiten können sich ergeben, wenn die Ausstattung der Fachräume den heutigen Anforderungen an naturwissenschaftliche Fachräume nicht entspricht.

Ein Ausbau der Ausstattung der Schule sollte in Abstimmung mit dem Schulträger und unter Berücksichtigung der hierfür zur Verfügung stehenden Mittel Zug um Zug erfolgen.

Die Ausstattung der Fachräume richtet sich nach den Unterrichtsinhalten und den Sicherheitsvorschriften.

# Unterstützungssysteme

1. REGIONALE FORTBILDUNGEN	2. SCHULINTERNE FORTBILDUNGEN	3. MODULE ZU SPEZIELLEN THEMEN	
Multiplikatoren	Lehrer-Teams, Schulberater, externe Referenten aus Hochschule und Industrie und Moderator aus dem schulischen Bereich	Multimedia-Berater, Berufsschullehrkräfte, Stützpunktschulen Industrie, Hochschule und Moderator aus dem schulischen Bereich, Didaktische Zentren (Seminare), Fernstudienzentrum	ADRESSATEN
Unterrichtseinheiten mit Methodik und grundlegenden Fach-Methoden	Standard-Methoden, spezielle Kompetenzen	Zum Beispiel Messen mit dem PC, Biotechnologie, Astronomie, Medizintechnik, Geotechnologie, Nanotechnologie	INHALTE

Die Einführung von NwT ist Ausgangspunkt von Prozessen der Schul- und Unterrichtsentwicklung.

Die Lehrkräfte des Faches NwT stimmen die Inhalte und Fachmethoden ab und erstellen ein Schulcurriculum. Sie haben weiter die Aufgabe, eigene Unterrichtseinheiten zu entwickeln oder vorhandene an die schulischen und regionalen Gegebenheiten anzupassen.

Auch organisatorisch müssen die Naturwissenschaftler enger zusammen rücken. In der Regel sind für eine Unterrichtseinheit Materialien aus den Sammlungen mehrerer Fächer nötig. Eine eigene NwT-Sammlung muss aufgebaut werden. Gemeinsam genutzte Fachräume und Medien erfordern Absprachen über Fachgrenzen hinweg.

Diese Schulentwicklungsprozesse sollen durch folgende Unterstützungssysteme gefördert werden:

## LEHRERFORTBILDUNG

Für den Unterricht in NwT besteht ein erheblicher Fortbildungsbedarf. Zwar überschneiden sich manche für NwT-Lehrkräfte erforderliche Kompetenzen mit solchen der Basisfächer, wie zum Beispiel bei der Betreuung von Präsentationen oder Projek-

tarbeiten. Andere gehen dagegen darüber hinaus. Dazu gehören auch Grundkenntnisse und grundlegende Fachmethoden der benachbarten Naturwissenschaften.

Seit dem Schuljahr 2003/2004 werden Lehrkräfteteams regional für den NwT-Unterricht fortgebildet. Seit 2005 erfassen die Angebote die Lehrkräfte aller Schulen. Auch in den kommenden Jahren sind flächendeckend regionale Fortbildungen und Angebote für schulnahe Veranstaltungen zu speziellen Themen vorgesehen.

Besonders zu erwähnen ist das in Zusammenarbeit mit der Universität Karlsruhe entwickelte Fernstudium NwT mit technischem Schwerpunkt, das auf einem „blended learning-Konzept“ basiert (s.u.).

Die Fortbildungen in NwT stützen sich auf drei Säulen:

- In regionalen Fortbildungen stellen Kolleginnen und Kollegen aus den Versuchsschulen erprobte Unterrichtseinheiten vor und informieren über die Erfahrungen mit NwT an ihren Schulen. Dort werden auch CDs mit Beschreibungen von Unterrichtseinheiten mit gegenüber dem Internet erweiterten Informationsmaterial ausgegeben.

- Schulinterne Fortbildungen dienen in erster Linie dem Austausch innerhalb der Schule. Lehrende mit besonderen Kenntnissen, zum Beispiel in der Messwerterfassung, multiplizieren diese im Kollegenkreis. Dazu können für spezielle Fragen Schulberater oder andere externe Referenten eingeladen werden.
- Manche Themenbereiche überschreiten den Fortbildungsrahmen, den Lehrerinnen und Lehrer aus allgemein bildenden Gymnasien abdecken können. Es werden daher auch Lehrgänge mit Referenten von Hochschulen, der Industrie und aus dem beruflichen Schulwesen angeboten.

Da NwT an den Schulen Teamarbeit voraussetzt, richten sich die Fortbildungsangebote stets an fächergemischte Lehrer-Teams.

**LANDESBILDUNGSSERVER**

Die NwT-Seiten auf dem Landesbildungsserver [10] sollen die Arbeit derer unterstützen, die NwT bereits unterrichten oder sich und ihre Schule darauf vorbereiten wollen. Ihr Inhalt soll Mut machen und die Diskussion über das Fach und dessen Umsetzung fördern.

Neben organisatorischen Informationen findet sich dort eine Sammlung von Unterrichtseinheiten mit Verlaufstabellen, Arbeitsblättern und Anleitungen. Diese wird sukzessive ergänzt und erweitert. Immer mehr Unterrichtseinheiten entstehen in Zusammenarbeit mit Industrie und Hochschule.

*Hier einige Beispiele:*

Brückenbau, Biogas, Kühlschrank, Aufschluss, Wiese, Wetter, Schall und Lärm, Auge und Kamera, Licht und Farben, Energie, Arzneimittel, Fortbewegung, Thermoisolation.

Ebenfalls auf dem Landesbildungsserver befinden sich Niveaue Konkretisierungen zum Fach NwT [11].

**FERNSTUDIUM NWT**

**EINE UMFASSENDE ZUSATZQUALIFIKATION**

In den vergangenen Jahren haben sich Angebote des Fernstudienzentrums der Universität Karlsruhe in den Bereichen „Ökonomische Bildung online“ und „Molekularbiologie“ gut bewährt.

Mit einer Kombination aus Selbststudienphasen, zentralen Veranstaltungen an Hochschulen und bei Partnern der Industrie sowie einer kontinuierlichen Begleitung des Lernprozesses mittels einer Lernplattform im Internet wird Lehrkräften hier die Gelegenheit geboten, ihre Kenntnisse zu vertiefen und sich weiter zu qualifizieren.

Aufbauend auf den naturwissenschaftlichen Basisfächern soll dabei insbesondere der NwT-Betrachtungsbereich Technik und das damit verbundene Berufsbild des Ingenieurs in den Fokus gebracht werden.

*Inhalte des Fernstudiums*

Die Inhalte sind so ausgewählt, dass das Spektrum der Lehrenden an allgemein bildenden Gymnasien erweitert wird. Da es hierzu keinen anerkannten Kanon von relevanten Themen für eine naturwissenschaftlich-technische Grundbildung gibt, hat eine Arbeitsgruppe aus Technikdidaktikern, Industrievertretern und Lehrkräften sich mit den folgenden Fragestellungen beschäftigt:

Welche Themenbereiche

- sind geeignet, interdisziplinäre naturwissenschaftliche und technische Arbeitsweisen exemplarisch darzustellen;
- bieten genügend Anknüpfungspunkte an die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler;
- sind vom Schwierigkeitsgrad her in der Sekundarstufe I integrierbar;
- bieten in ihrer schulischen Umsetzung Möglichkeiten für ein hohes Maß an Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler und für Projektarbeit;
- und bieten in ihrer Gesamtheit ein repräsentatives Bild moderner Naturwissenschaft und Technik?



Landesbildungsserver



Dabei wird die Fortbildung einerseits vielfältige Anknüpfungspunkte für die Umsetzung im NwT-Unterricht bieten, andererseits aber auch auf wissenschaftlicher Basis das Hintergrundwissen zu den ausgewählten Inhalten einschließen.

Da der vorrangig betrachtete Technikbereich sehr vielfältig ist, ist es Ziel der Fortbildung, anhand ausgewählter exemplarischer Bereiche die Herangehensweise eines Ingenieurs an ein technisches Problem zu verdeutlichen und gleichzeitig die dafür notwendigen Kompetenzen zu vermitteln. Angelehnt an die Bildungsstandards für das Fach wird die Projektmethode in die Fortbildung integriert, um so neben Fach- und Methodenkompetenz auch die Handlungskompetenz, das Arbeiten im Team sowie Kreativität praxisorientiert zu vermitteln. Zusätzlich wird der Bereich der Technikdidaktik durch theoretisches Basiswissen untermauert.

Die Fortbildung setzt sich aus Modulen zu den folgenden Technikthemen zusammen:

- Bionik;
- Verfahrenstechnik: Von der Idee zum Produkt;
- Lebensmittelverfahrens- und Medizintechnik;

- Energietechnik;
- Fahrzeugtechnik und Brückenbau.

An der Erstellung der Materialien sind Autoren aus der Industrie und den Universitäten Freiburg, Heidelberg, Karlsruhe, Ulm sowie den Fachhochschulen Esslingen, Konstanz und Mannheim beteiligt.

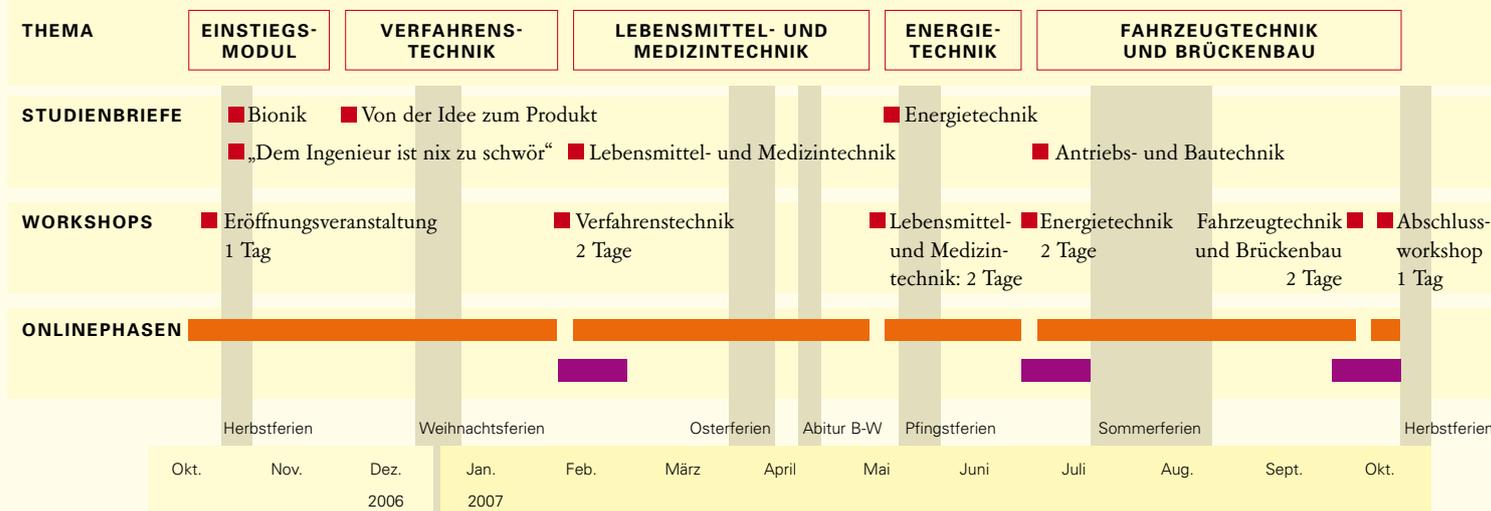
### Verlauf des Fernstudiums

Das Fernstudium dauert ein Jahr und gliedert sich in vier Studienabschnitte. Jeder Studienabschnitt hat ein eigenes Thema und wird von einer zweitägigen Praxisphase abgeschlossen. Eine Einstiegsphase in der der Umgang mit der Lernplattform, der Einstieg in die Denk- und Arbeitswelt des Ingenieurs und das zukunftssträchtige Technikthema „Bionik“ enthält, ist in den ersten Studienabschnitt eingebunden.

Im Schuljahr 2006/2007 beginnt das Fernstudium NwT in einer Pilotphase für NwT-Multiplikatoren, ab dem Schuljahr 2007/2008 ist ein Angebot für jährlich 90 Kolleginnen und Kollegen vorgesehen.

Didaktische Grundlage der berufsbegleitenden, einjährigen Fortbildung ist ein Blended-Learning-Szenario, bestehend aus einer Kombination drei sich einander ergänzender Komponenten.

### FERNSTUDIUM



- Fachdidaktische Betreuung
- Virtuelle Gruppenarbeiten in Kleingruppen aus den Bereichen: Unterrichtskonzeption zum Thema, Materialerstellung für Multiplikatorentätigkeit

### *Selbststudienphasen*

In den Studienbriefen sind zu den jeweiligen Studienabschnitten die Fachinformationen zusammen gestellt. Setzen diese technischen Inhalte naturwissenschaftliche Basiskenntnisse voraus, ist dies im Text gekennzeichnet und es sind Quellen zur weiteren Vertiefung angegeben. Zur besseren Abstimmung auf die schulischen Bedürfnisse wird die Erarbeitung der Studienbriefe von NwT-Multiplikatoren betreut.

### *Workshops/Praxisphasen*

Des Weiteren werden zu den Themen jeweils zweitägige Präsenzveranstaltungen angeboten.

Folgende Gesichtspunkte finden dabei Berücksichtigung:

1. Erwerb technischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen auf Erwachseneniveau
  - Anschauung in Betrieb und Hochschule, in Ausbildungs- und Praktikumsräumen;
  - Arbeit an größeren Maschinen; Arbeit an Maschinen, Geräten oder mit Materialien, die im Schulbetrieb nicht vorkommen;
  - handwerkliches Arbeiten;
  - Besichtigung großtechnischer Anlagen.
2. Transfer der in den Studieneinheiten erworbenen Kenntnisse in Unterrichtssequenzen. Die im Rahmen von virtuellen Gruppenarbeiten erstellten Materialien werden im Rahmen der Praxisphasen von den Teilnehmenden präsentiert und diskutiert.

### *Netzbasierende Kommunikation und Kooperation*

Der Einsatz der Lernplattform bietet die Möglichkeit zur Kommunikation zwischen Teilnehmenden, betreuenden Teletutoren und den Fachexperten. Die Studieninhalte sollen dabei mit Hilfe der Lernplattform vertieft und diskutiert werden. Im Rahmen von Gruppenarbeiten erstellen die Teilnehmenden auf Grundlage des in den Studienmodulen Erlernen kooperativ Unterrichtsmaterialien. Während der Eröffnungsveranstaltung des Kontaktstudiums erfolgt eine Einführung in die Handhabung der notwendigen

Software. Dabei erhalten alle Teilnehmenden die Gelegenheit, selbst am Computer das System zu erproben und erhalten einen umfassenden Einblick in die Nutzungsmöglichkeiten im Rahmen der Fortbildung. [17]

### **NWT-STÜTZPUNKTE**

Viele NwT-Themen lassen sich praxisnäher und anschaulicher unterrichten, wenn mit realen, in der Praxis üblichen Geräten und Experimenten gearbeitet wird. Dies überschreitet jedoch sehr schnell die finanziellen Möglichkeiten einzelner Schulen. Hier könnte die Kooperation mehrerer Schulen, zum Beispiel denen eines Landkreises, das Angebot erweitern.

Vorbild sind „NaT-Working“-Projekte, die mit Unterstützung der Robert-Bosch-Stiftung an vielen Orten eingerichtet werden konnten. Dort werden beispielsweise in Stützpunktschulen Experimente angeboten, die den Rahmen einzelner Schulen überschreiten. In einer ersten Phase haben die Lehrerinnen und Lehrer die Möglichkeit, die Experimente selbst durchzuführen und sich einzuarbeiten. Danach können sie mit Schülergruppen zum Experimentieren an die Stützpunktschulen kommen. Hier liegen mehrjährige positive Erfahrungen vor.

Diese Beispiele können Schulen und Schulträgern als Anregung dienen, zusammen mit ortsansässigen Unternehmen NwT-Schullabore einzurichten und Schulen aus der Umgebung zur Verfügung zu stellen.

Für dieses Angebot sind besondere Räumlichkeiten notwendig, die auch größeren Gruppen experimentelles Arbeiten ermöglichen. So könnte der Schulträger bei einer qualitativen Verbesserung des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts Synergien nutzen und Gelder gezielt investieren. Wirtschaftsbetriebe der Region können sowohl ihre Erfahrung sowie Sach- oder Geldmittel einbringen.

Eine motivierende und praxisnahe Ausbildung liegt im Interesse aller gesellschaftlichen Gruppen. Industrieverbände haben bereits ihre Bereitschaft erklärt, bei der Suche nach Unternehmen behilflich zu sein,

die bereit sind, die Einrichtung von NwT-Stützpunkten zu fördern.

NwT-Stützpunkte benötigen eine konstante personelle Betreuung durch Teams engagierter Lehrerinnen und Lehrer.

Den Stützpunktschulen kommt zusätzliche Bedeutung als Ort der Lehreraus- und Fortbildung zu.

Zur Zeit befinden sich u.a. in Esslingen, Karlsruhe, Konstanz, Mannheim, Marbach, Stuttgart und Tübingen NwT-Stützpunkte im Aufbau.

#### MAILINGLISTE NWT@ZUM.DE

Im Internet ist unter der Adresse <http://www.zum.de/nwt.html> eine Mailingliste eingerichtet. Dort kann man sich eintragen und mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern per E-Mail diskutieren, Ideen und Vorschläge verbreiten oder Fragen stellen.

#### LEHRERAUSBILDUNG

An allen Seminaren für Didaktik und Lehrerbildung bestehen bereits Konzepte für die Lehrerausbildung in NwT. Gemäß der „Verordnung des Kultusministeriums über den Vorbereitungsdienst und die Zweite Staatsprüfung für die Laufbahn des höheren Schuldienstes vom 31. August 2004“ erhalten seit 2005 alle Lehramtsbewerber mit mindestens einem naturwissenschaftlichen Fach eine fachdidaktische Ausbildung in NwT. Die Ausbildungs- und Prüfungsordnung (APrO-Gym) beschreibt die Kompetenzen, die angehende NwT-Lehrende während ihrer Ausbildung entwickeln sollen.

Für das fächerübergreifende Fach NwT mit einer stark handlungsorientierten Ausrichtung bietet sich eine teilnehmerzentrierte Ausbildung in fächergemischten Referendar-Teams an. Teamarbeit bei der Betreuung durch die Fachleiter schafft ein Vorbild für die spätere Zusammenarbeit im Kollegium.

Mögliche Ausbildungselemente können sein:

- Einführung in Unterrichtsmethoden, die in NwT eine besondere Bedeutung haben;
- Einführung grundlegender Fach-Methoden der affinen Fächer (Fachmethoden-Zirkel);

- Teilnahme an einem Projekt;
- Betreute Durchführung eines NwT-Projekts als Lehrkraft;
- Dokumentation von technischen Projekten.

#### EVALUATION

Im Rahmen einer Evaluation kann es interessant sein, Lehrkräfte, Schülerinnen und Schülern sowie deren Eltern Auskunft über das Erreichen der in den Bildungsstandards aufgeführten Kompetenzen zu geben.

Aber welche Art von Fragestellungen wird dem Fach NwT gerecht? Wie können zentrale Kompetenzen wie eigenständiges naturwissenschaftlich-technisches Arbeiten oder die Anwendung von Fachmethoden evaluiert werden?

Nachstehend werden zwei für NwT geeignete Möglichkeiten dargestellt:

##### *Experimentell-technische Aufgabenstellung*

Die Schülerinnen und Schüler erhalten eine Aufgabe, die sie in einer vorgegebenen Zeit praktisch lösen und schriftlich dokumentieren müssen.

Solche Aufgaben müssen so gestellt sein, dass die notwendigen Materialien in genügender Menge an der Schule bereit stehen.

Vorbilder für Beurteilungskriterien gibt es beispielsweise aus dem angelsächsischen Raum (siehe auch [10]).

#### FACHARBEIT

Die Facharbeit bietet einen idealen Weg für die Evaluation dessen, was die Schülerinnen und Schüler in Laufe der drei Jahre in NwT gelernt haben. Dort wird an aus dem Unterricht heraus wachsenden Themen selbstständig gearbeitet. Sowohl methodische Kompetenzen als auch Kreativität zeigen sich direkt in der Qualität der Arbeit.

Rahmenbedingungen, Ablauf und Beurteilungskriterien sind in der Niveaunkretisierung zur Facharbeit beschrieben [11].

Über zentrale Bewertungskriterien kann Vergleichbarkeit hergestellt werden.

# Schlussbemerkungen

Das Fach NwT steht kurz vor der Einführung als Kernfach im naturwissenschaftlichen Profil. Der Arbeit der Versuchsschulen ist es zu danken, dass erprobte Konzepte vorliegen und für die jetzt einsteigenden Schulen Unterrichtsvorschläge in großer Zahl bereit gestellt sind. Die weitere Ausgestaltung des Unterrichts obliegt den Lehrkräften, den Schulen und den Fachdidaktikern. Zur Konzeption des Faches gehört auch die Offenheit für inhaltliche und methodische Veränderungen. So wie sich die Lebens-

welt der Lernenden und die Herausforderungen der Gesellschaft verändern, muss sich der Unterricht in NwT – wie in den anderen Fächern auch – weiter entwickeln.

Die politische und gesellschaftliche Bedeutung der Einrichtung des Kernfaches NwT wird von Wirtschaft und Hochschulen anerkannt. Namhafte Firmen, Wirtschaftsverbände, Stiftungen und Hochschulen unterstützen die Einführung des Kernfaches NwT.

# Literatur und Links

- [1] Bildungsplan Baden-Württemberg 2004
- [2] Bundesstandards für den naturwissenschaftlichen Unterricht
- [3] Bernhard Bonz, Bernd Ott: Allgemeine Technikdidaktik – Theorieansätze und Praxisbezüge, Baltmannsweiler 2003
- [4] Walter Wagner: Technik im naturwissenschaftlichen Unterricht, in MNU 57 (2004) Nr. 8
- [5] Thomas Willenberg: Der handlungsorientierte Ansatz im mehrperspektivischen Technikunterricht, in: Zeitschrift für Technik im Unterricht, 99/2001
- [6] Winfried Schmayl: Technische Bildung durch fachlichen oder integrierten Technikunterricht? in: Zeitschrift für Technik im Unterricht, 103/2002
- [7] Burkhard Sachs: Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven, in: Zeitschrift für Technik im Unterricht, 100/2001
- [8] Technikdidaktik und Technikwissenschaft – Überlegungen zu einer fachlichen Bezugsdisziplin der Technikdidaktik, in: Zeitschrift für Technik im Unterricht, 98/2000 und 99/2001
- [9] Thorsten Bohl: Prüfen und Bewerten im offenen Unterricht; Beltz-Verlag 2004
- [10] NwT auf dem Landesbildungsserver: <http://www.schule-bw.de/unterricht/faecher/nwt/nwt/unter.html>
- [11] Niveaunkretisierungen NwT <http://www.bildung-staerkt-menschen.de/unterstuetzung/schularten/Gym/niveaunkretisierungen>
- [12] Mailing-Liste auf dem Server der Zentralstelle für Unterrichtsmedien: [www.zum.de](http://www.zum.de)
- [13] Horst Scheu, Sabine Schatte, Carsten Hansen, Alexander Schäfer, Gerhard Stern: „Das Fach Naturwissenschaft und Technik in der Mittelstufe der allgemein bildenden Gymnasien“, Lehren und Lernen, Februar 2005, Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, ISSN 0341-8294
- [14] Horst Scheu: „Das Fach NwT – interdisziplinär auf der Basis der klassischen Naturwissenschaften“, Lehren und Lernen, Juli 2006, Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, ISSN 0341-8294
- [15] Verwaltungsvorschrift des Kultusministeriums Baden-Württemberg „Eigenständigkeit der Schulen und Unterrichtsorganisation im Schuljahr 2007/07“ (Organisationserlass); erscheint voraussichtlich Frühjahr 2007
- [16] Landesinstitut für Schulentwicklung, Baden-Württemberg: Knotenpunkte der Naturwissenschaften – Auf dem Weg zu einer gemeinsamen Fachsprache <http://www.ls-bw.de/allg/publikationen/online>
- [17] Fernstudium NwT: <http://www.fsz.uni-karlsruhe.de>

**IMPRESSUM***Herausgeber:*

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport  
Baden-Württemberg  
Postfach 10 34 42, 70029 Stuttgart  
Telefon: 0711 279-2835 und -2611  
Fax: 0711 279-2838  
E-Mail: oeffentlichkeitsarbeit@km.kv.bwl.de  
www.km-bw.de  
www.ls-bw.de  
www.bildung-staerkt-menschen.de  
www.schule-bw.de

*Redaktion:*

Heinz Eberspächer (verantwortlich)  
Claudia Grimm

*Autoren:*

Dr. Peter Bühl, Carsten Hansen, Alexander Schäfer,  
Horst Dieter Scheu, Sabine Schatte, Gerhard Stern

*Fotos:*

Carsten Hansen S. 8, 11, 42; Martin S. 1; Merkle S. 1;  
Alexander Schäfer, S. 1, 7, 17, 25, 38 (2x), 39;  
Gerhard Stern, S. 26 (2x); Horst Scheu, S. 33 (3x)

*Gestaltung:*

Zimmermann Visuelle Kommunikation, Stuttgart  
www.zimmermann-visuelle-kommunikation.de

*Auflage:* 10.000 Stück

*Druck:*

Central-Druck Medien AG, Böblingen

November 2006

*Wahlwerbungsverbot*

„Diese Informationsschrift wird vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg im Rahmen seiner verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten, Kandidatinnen oder Helferinnen und Helfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch, die Broschüre an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung weiterzugeben. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Teilnahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Es ist den Parteien jedoch erlaubt, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.“

## BESTELLUNG

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport  
Baden-Württemberg  
Öffentlichkeitsarbeit  
Postfach 10 34 42

70029 Stuttgart

FAX 0711 279-2838

E-MAIL [oeffentlichkeitsarbeit@km.kv.bwl.de](mailto:oeffentlichkeitsarbeit@km.kv.bwl.de)

## ABSENDER (LIEFERADRESSE)

\_\_\_\_\_  
Vorname, Name

\_\_\_\_\_  
Straße

\_\_\_\_\_  
PLZ, Ort

\_\_\_\_\_  
Telefon

\_\_\_\_\_  
Ort

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

**BITTE SENDEN SIE MIR FOLGENDE BROSCHÜREN** (Stückzahl im Kästchen):

**GRUNDSCHULE**

- Schulanfang auf neuen Wegen (Faltblatt) (ab Januar 2007)
- Fremdsprachen in der Grundschule (Faltblatt)
- Französisch in der Grundschule (Faltblatt)
- Spektrum Schule – Bildungswege in Baden-Württemberg

**HAUPTSCHULE**

- IMPULSE Hauptschule – Neukonzeption der Berufswegeplanung in der Hauptschule\*
- Kontakthandbuch Hauptschule – berufliche Schulen – Jugendagenturen – Wirtschaft\*

**GYMNASIUM**

- Gymnasium 2004. Das pädagogische Konzept
- Gymnasium mit neuem Profil. Freiburger G8-Forum. Dokumentation\*
- Leitfaden Abitur 2009 (ab Januar 2007)
- Naturwissenschaft und Technik (NwT) in der Mittelstufe der allgemein bildenden Gymnasien in Baden-Württemberg

**BERUFLICHE SCHULEN**

- Markenzeichen für Qualität STEBS-Evaluationsbericht (2005)

**ELTERN**

- Elterninfo zum Schulanfang
- Elterninfo für gewählte Elternvertreter/innen

**LEHRENDE**

- Lehrerin/Lehrer an beruflichen Schulen\*

**UNTERRICHT**

- Bildungsplanreform 2004  
Bildungspläne für allgemein bildende Schulen

**THEMEN**

- Sozial Verhalten Lernen\*
- Vom Umgang mit Trauer in der Schule\*

**BILDUNGSPOLITIK**

- Magazin Schule Extra (Frühjahr 2003) – Pisa-E – Vertiefender Länderbericht / Daten – Fakten – Perspektiven
- Frankreich schlägt Brücken in die Zukunft

\* Pro Bestellung nur ein Exemplar möglich. Lieferung nur solange Vorrat reicht.

**Diese und weitere Publikationen zum kostenlosen Herunterladen finden Sie unter [www.km-bw.de/Service/Printmedien](http://www.km-bw.de/Service/Printmedien)**



