

LEHRERFORTBILDUNG

in Nordrhein-Westfalen

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht in der Sekundarstufe I

Mathematik

Materialien zu den Themenbereichen

Einführung in die Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung von Unterricht und Schulinterner Umgang mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten

- Entwurf -

Bei diesem Material handelt es sich um eine 1. Erprobungsfassung, die im Laufe der Maßnahme weiterentwickelt wird.

Herausgegeben vom
LANDESINSTITUT FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG

In dieser Schriftenreihe erscheinen Materialien zur

LEHRERFORTBILDUNG IN NORDRHEIN-WESTFALEN

Beteiligte Institutionen:

Das Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung
Die Bezirksregierungen
Die Schulämter
Das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung

Mitglieder der Arbeitsgruppe: Karl-Heinz Barth, Doris Becker, Hans Beinghausen, Christine Fasselt, Udo Huber, Martin Jablonski-Große Wilde, Sabine Kliemann, Birgit Münstermann, Guido Trimpop, Bernd Volter

Redaktion: Dietmar Meyer, Hans-Herbert Weiß

Textverarbeitung/Gestaltung: Helga Kayser, Martina Stöber

Nachdruck nur mit Genehmigung des
Landesinstituts für Schule und Weiterbildung
Paradieser Weg 64
59494 Soest

Bei diesem Material handelt es sich um eine 1. Erprobungsfassung, die im Laufe der Maßnahme weiterentwickelt wird.

EINLEITUNG	6
1. QUALITÄT ALS GEMEINSAME AUFGABE.....	6
2. PARALLELARBEITEN AUF DER GRUNDLAGE VON AUFGABENBEISPIELEN ALS TEIL EINER SYSTEMATISCHEN QUALITÄTSENTWICKLUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG DES UNTERRICHTS	7
3. QUALITÄTSENTWICKLUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG ALS SCHULSPEZIFISCHER PROZESS	8
4. QUALITÄTSENTWICKLUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG ALS KONTINUIERLICHER PROZESS	9
5. DIE MATERIALREIHE „QUALITÄTSENTWICKLUNG UND QUALITÄTSSICHERUNG VON UNTERRICHT IN DER SEKUNDARSTUFE I“.....	10
6. AUFBAU UND STRUKTUR DER MATERIALIEN ZUM FACH MATHEMATIK	11
1 GRUNDLAGEN DER QUALITÄTSENTWICKLUNG IM FACH MATHEMATIK FÜR DIE EIGENE SCHULE	31
1.1 UNABDINGBARE VORAUSSETZUNG: EIN VERBINDLICHER SCHULEIGENER LEHRPLAN	31
1.1.1 <i>Beschreibung einer Fachkonferenz zur Entwicklung eines schulinternen Lehrplans.....</i>	<i>31</i>
1.1.2 <i>Material für die Fachkonferenz zur Erarbeitung eines schuleigenen Lehrplans.....</i>	<i>32</i>
1.2 ARBEIT DER FACHKONFERENZ.....	33
1.2.1 <i>Aufgabenbereiche der Fachkonferenz</i>	<i>33</i>
1.2.2 <i>Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz (Modell I)</i>	<i>35</i>
1.2.3 <i>Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz (Modell II).....</i>	<i>36</i>
1.2.4 <i>Materialien</i>	<i>37</i>
2 DER WEG ZUR PARALLELARBEIT	50
2.1 KONSENSBILDUNG ÜBER KLASSENARBEITEN	54
2.1.1 <i>Verständigung über Grundsätze für die Gestaltung und das Anspruchsniveau einer Klassenarbeit</i>	<i>54</i>
2.1.2 <i>Verständigung über Bewertungskriterien für eine Klassenarbeit.....</i>	<i>56</i>
2.1.3 <i>Verständigung über die Korrektur und die Nachbereitung der Klassenarbeit</i>	<i>59</i>
2.1.4 <i>Verständigung über die Durchführung von gemeinsamen Klassenarbeiten und die Umsetzung bzw. Erprobung der getroffenen Absprachen</i>	<i>60</i>
2.1.5 <i>Mögliche methodische Umsetzung in zwei Fachkonferenzen</i>	<i>61</i>
2.1.6 <i>Materialien</i>	<i>65</i>
2.2 ENTWICKLUNG EINES GEMEINSAMEN UNTERRICHTSVORHABENS.....	73
2.2.1 <i>Prozess der Entwicklung gemeinsamer Unterrichtsvorhaben</i>	<i>73</i>
2.2.2 <i>Notwendige Gemeinsamkeiten - Vereinbarungen.....</i>	<i>74</i>
2.2.3 <i>Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz.....</i>	<i>74</i>
2.2.4 <i>Materialien</i>	<i>79</i>
2.3 ENTWICKLUNG EINER PARALLELARBEIT.....	113
2.3.1 <i>Parallelarbeiten konzipieren auf der Grundlage der Aufgabenbeispiele</i>	<i>113</i>
2.3.2 <i>Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz.....</i>	<i>115</i>
2.3.3 <i>Materialien</i>	<i>117</i>
3 AUSWERTUNG EINER PARALLELARBEIT	138
3.1 DOKUMENTATION DER ERGEBNISSE	138
3.1.1 <i>Verständigung über die Punkteverteilung</i>	<i>139</i>
3.1.2 <i>Verständigung über die Charakterisierung der erbrachten Leistungen</i>	<i>142</i>
3.1.3 <i>Lerngruppenbezogene Dokumentation der Ergebnisse</i>	<i>145</i>
3.1.4 <i>Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz.....</i>	<i>148</i>
3.2 ANALYSE DER ERGEBNISSE	149
3.2.1 <i>Analyse mit der Lerngruppe</i>	<i>149</i>
3.2.2 <i>Mögliche methodische Umsetzungen in der Fachkonferenz.....</i>	<i>151</i>
3.2.3 <i>Materialien</i>	<i>153</i>
3.2.4 <i>Kollegiale Analyse.....</i>	<i>159</i>
3.2.5 <i>Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz.....</i>	<i>159</i>
3.2.6 <i>Materialien</i>	<i>161</i>
3.2.7 <i>Analyse der Rahmenbedingungen.....</i>	<i>167</i>
3.2.8 <i>Beschreibung einer Fachkonferenz</i>	<i>167</i>
3.2.9 <i>Materialien</i>	<i>169</i>
3.3 FORTSETZUNG DER FACHKONFERENZARBEIT	175

ANHANG 1: HANS WERNER HEYMANN „WAS IST EINE ZEITGEMÄßE MATHEMATISCHE ALLGEMEINBILDUNG?“	178
ANHANG 2: DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE UNTERRICHT IM RAHMEN EINER MODERNEN ALLGEMEINBILDUNG	197
ANHANG 3: MERKMALE DER UNTERRICHTSFÜHRUNG, DIE SICH IN EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNGEN ALS BEDEUTSAM FÜR DEN WISSENSERWERB ERWIESEN HABEN	203
ANHANG 4: ELEMENTE EINER NEUEN AUFGABENKULTUR. ANREGUNGEN ZU DEN MODULEN 1 UND 5	205
ANHANG 5: DIE GRUNDKONZEPTION DES BLK-PROGRAMMS	209
ANHANG 6: WAS MACHT DEN SELBSTÄNDIGEN LERNER AUS?	226
ANHANG 7: WOMIT KÖNNTEN DIE ARBEITSGRUPPEN AN DEN SCHULEN BEGINNEN?	227

Einleitung

Einleitung

1. Qualität als gemeinsame Aufgabe

Die verantwortliche Erfüllung des Erziehungs- und Bildungsauftrages beinhaltet für alle Schulen die systematische Entwicklung und Sicherung der Qualität ihrer Arbeit. Vor dem Hintergrund veränderter gesellschaftlicher und ökonomischer Rahmenbedingungen und nicht zuletzt als Konsequenz aus Ergebnissen internationaler Vergleichsstudien zur Schülerleistungen hat das Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung im Rahmenkonzept „Qualität als gemeinsame Aufgabe - Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit“¹ das Verständnis von Schul- und Unterrichtsqualität erläutert sowie Leitlinien zur Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Schulen veröffentlicht.

In Fortführung des Entwicklungskonzepts „Stärkung der Schule“² soll das Rahmenkonzept einen breiten innerschulischen und gesellschaftlichen Dialog über Fragen der Qualitätsentwicklung anstoßen und dazu beitragen, die verschiedenen Maßnahmen der Qualitätssicherung und der Stärkung der Schule miteinander zu verbinden. Die zentralen Ziele sind dabei die Stärkung der einzelnen Schulen und die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit. Beide Elemente gehören zusammen und sind auf das Ziel gerichtet, die einzelne Schule als „Pädagogische Handlungseinheit“ weiterzuentwickeln. Jede einzelne Schule soll sich noch bewusster als bisher für die Ergebnisse ihrer Arbeit verantwortlich zeigen gegenüber den Schülerinnen und Schülern, gegenüber den Eltern und auch gegenüber der Gesellschaft.

Das Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung orientiert sich im Rahmenkonzept an einem umfassenden und komplexen Verständnis von Schulqualität, das sich gleichermaßen auf die Ergebnisse, den Prozess und die Strukturen der schulischen Arbeit bezieht. Im Sinne von Leitzielen werden zu diesen Dimensionen Merkmale von Schul- und Unterrichtsqualität vorgestellt³. Sie sollen Schulen Orientierung bei der Schul- und Unterrichtsentwicklung bieten und können als Bezugspunkte bei der Bewertung und Überprüfung der eigenen Ergebnisse herangezogen werden.

Die in Nordrhein-Westfalen eingeleitete Stärkung der einzelnen Schule soll helfen, die mit systematischer Schulentwicklung und damit der Entwicklung und Sicherung der Qualität ihrer Arbeit verbundenen Aufgaben besser gerecht zu werden. In besonderer Weise werden im Rahmenkonzept die folgenden Aufgaben von Schulen herausgestellt:

- Schulprogrammentwicklung und Evaluation
- Unterrichtsentwicklung als „Schulentwicklung in der Klasse“
- Entwicklung einer Kultur der Zusammenarbeit und gemeinsamer Verantwortung
- Parallelarbeiten, wechselseitige Korrekturen, Aufgabenbeispiele
- Verstärkte Einbeziehung der Eltern und Schülerinnen und Schülern

¹ MSWWF: „Qualität als gemeinsame Aufgabe“. Rahmenkonzept: „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit“, Frechen 1998

² MSWWF: „... und sie bewegt sich doch!“ Entwicklungskonzept „Stärkung der Schule“. Frechen 1997.

³ Vgl. hierzu die Textauszüge in den Basismaterialien zur Qualität von Schule und Unterricht (Anhang 1)

- Öffnung der Schule, Einbindung des regionalen Umfelds, Bildung von Schulnetzwerken

2. Parallelarbeiten auf der Grundlage von Aufgabenbeispielen als Teil einer systematischen Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung des Unterrichts

Die im Rahmenkonzept „Qualität als gemeinsame Aufgabe“ hervorgehobenen Maßnahmen und Aufgaben für Schulen stehen nicht unverbunden nebeneinander, sondern sind aufeinander bezogen und dienen dem gemeinsamen Ziel, die Qualität von Schule und Unterricht zu sichern und zu entwickeln. Eine gute Schule wird vor allem durch guten Unterricht charakterisiert. Deshalb steht im Zentrum aller Bemühungen zur Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit die Frage, was und wie Kinder und Jugendliche in der Schule lernen. Dem Unterricht kommt somit sowohl im Schulprogramm als auch bei der Evaluation der schulischen Arbeit als auch bei Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung eine zentrale und hervorgehobene Bedeutung zu.

Im Erlass „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung durch Parallelarbeiten und Aufgabenbeispiele“ des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung⁴ sowie den begleitenden Handreichungen zu den Aufgabenbeispielen für die Fächer Deutsch, Englisch und Mathematik⁵ werden deshalb verbindliche Regelungen getroffen und Empfehlungen formuliert, wie Schulen die Qualität des Unterrichts entwickeln und sichern können.

Damit kommen Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten wichtige Funktionen auf unterschiedlichen Ebenen der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Schule und Unterricht zu:

- Parallelarbeiten und Lernstandserhebungen auf der Grundlage von Aufgabenbeispielen liefern zuverlässige Daten für die schulinterne Einschätzung der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler und geben Hinweise zur erreichten Unterrichtsqualität. Sie stellen somit einen wesentlichen Bestandteil der *Evaluation* der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler, des Unterrichts und der im Schulprogramm formulierten unterrichtsbezogenen Ziele dar. Ergebnisse der Parallelarbeiten können daraufhin analysiert werden, inwieweit es der Schule gelingt, schulübergreifende Standards sowie selbstformulierte Ziele des Schulprogramms umzusetzen.
- Die anlässlich der Arbeit mit Parallelarbeiten und Aufgabenbeispielen gewonnenen Erkenntnisse bieten Hinweise, für bewahrens-werte Stärken, aber auch für notwendige Entwicklungsmaßnahmen. Die Arbeit mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten stößt konkrete Projekte und Maßnahmen zur Verbesserung der Unterrichtsqualität an und ist somit Bestandteil der *Unterrichtsentwicklung*. Aus Parallelarbeiten ergeben sich dabei nicht nur Rückwirkungen für die Arbeit der einzelnen Fachlehrkräfte in den Klassen, sondern beispielsweise auch für die Gestaltung schulinterner Lehrpläne und das Schulprogramm insgesamt.
- Die Entwicklung schuleigener Parallelarbeiten entspricht dem Auftrag der einzelnen Schule als „pädagogischer Handlungseinheit“, im Rahmen ihrer Gestaltungsspiel-

⁴ RdErl. d. MSWWF v. 1.12.1998 - 721.32-70/0 Nr. 277/98

⁵ MSWWF (Hrsg.): Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Aufgabenbeispiele für die Klasse 10. 3 Bände. Frechen 1998.

räume und ihrer Selbstverantwortung Maßnahmen zur dauerhaften Verbesserung der Wirksamkeit des Unterrichts durchzuführen. Die Aufgabenbeispiele liefern Modelle, die von der einzelnen Schule daraufhin geprüft werden müssen, welche am besten zu der an der Schule entwickelten Kultur fachlicher Arbeit passen bzw. welche in der Lage sind, neue Impulse zu geben. Die Entwicklung schuleigener Aufgaben und Parallelarbeiten ist somit Bestandteil der fachlichen Profilbildung einer Schule und der (Weiter-)Entwicklung des *Schulprogramms*.

- Die kollegiale Vorbereitung von Parallelarbeiten, die gemeinsame Durchführung sowie Analyse und Bewertung der Ergebnisse sind ein wichtiger Beitrag zur Entwicklung einer *Kultur der Zusammenarbeit und gemeinsamer Verantwortung* innerhalb der Schule.
- Aufgabenbeispiele konkretisieren beispielhaft die vorgegebenen fachlichen Ziele und Inhalte und verdeutlichen einen Teil der schulübergreifend verbindlichen Grundorientierungen, die der schulischen Arbeit zugrunde liegen. Die Präsentation und Diskussion von Ergebnissen von Parallelarbeiten, die auf der Grundlage der Aufgabenbeispiele entwickelt wurden, sind eine geeignete Maßnahme, um die Qualität der Arbeit einer Schule gegenüber *Schülerinnen und Schülern und den Eltern darzustellen und diese in die Planung von Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung einzubeziehen*.
- Der vorgesehene Austausch der Ergebnisse von Parallelarbeiten zwischen Schulen der gleichen und zwischen Schulen verschiedener Schulformen kann als Einstieg in die Bildung von *Schulnetzwerken* und der noch weitergehenden Einbindung in das regionale Umfeld genutzt werden.

3. Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung als schulspezifischer Prozess

Die Bemühungen um Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung erhalten erst Sinn und Aussicht auf Erfolg, wenn sie als kontinuierlicher Prozess und als standortbezogene Aufgabe der einzelnen Schule gesehen werden. Insofern passen die Initiativen des Rahmenkonzepts „Qualität als gemeinsame Aufgabe“ in den Erfahrungszusammenhang, den Lehrerinnen und Lehrer heute machen:

- Veränderte Schülerinnen und Schüler in einer sich verändernden Gesellschaft erfordern Veränderung von Unterricht und Schule.
- Schlüsselqualifikationen wie Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Lernkompetenz, Sozialkompetenz sind in der gesellschaftlichen Bedeutung wichtiger geworden. Das Erreichen dieser Schlüsselkompetenzen erscheint den Lehrerinnen und Lehrern immer schwieriger. Fachliches Wissen zu vermitteln bedarf vermehrter Anstrengungen.
- Nicht zuletzt hat die TIMS - Studie den Anlass gegeben, nicht nur über den Mathematik- und den naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern über Gestaltung und Ergebnisse von Fachunterricht insgesamt nachzudenken und die Intensität der pädagogischen und fachlichen Diskussion in den Schulen zu stärken

Wenn Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung, wie beispielsweise die Durchführung von Parallelarbeiten, und die damit verbundenen schulinternen Gespräche und Diskussionen an die jeweils konkreten Erfahrungen in Schulalltag an-

knüpfen, ist die Akzeptanz dieser Aufgabe bei Lehrerinnen und Lehrern nicht in Frage gestellt.

Die konkrete Ausgestaltung der Maßnahmen zur Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung einer Schule sind von daher von Schulform, Standort, Integration der Schule in das soziale Umfeld, spezifischer Schülerklientel und Lehrerkollegium abhängig. Der Auftrag, die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung im Rahmen der Schulentwicklung voranzutreiben, besteht ohne Frage gleichermaßen für ein Gymnasium in einer Kleinstadt wie für eine Hauptschule, die vielleicht als so genannte "Brennpunktschule" die gesamte Palette der gesellschaftlichen Probleme von Randgruppen im Schulalltag zu bearbeiten hat. Allerdings muss die inhaltliche Ausgestaltung der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung für jede Schule unterschiedlich erfolgen. Sie ist abhängig von den jeweiligen Voraussetzungen und den an der einzelnen Schule zur Verfügung stehenden Ressourcen .

Dass hier die in der Schule arbeitenden Personen der vermutlich wichtigste Faktor sind, zeigen viele Schulen durch die in den letzten Jahren geleistete Arbeit und ihre Bereitschaft, sich mit Innovationen auseinander zu setzen. Es muss bei der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung gelingen, an diese positiven Erfahrungen anzuknüpfen und dort Perspektiven für die schulische Arbeit aufzuzeigen, wo weitergehende Veränderungen notwendig sind. Dies ist eine Aufgabe, die der Motivation und Gestaltungskräfte aller an Schule Beteiligten bedarf: der Lehrerinnen und Lehrern, der Schülerinnen und Schülern und der Eltern.

4. Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung als kontinuierlicher Prozess

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung sind Teil einer kontinuierlichen und systematischen Schulentwicklung. Dieser Prozess bedarf der zielgerichteten Gestaltung und Steuerung und kann nicht punktuell und als eher zufällige Reaktion auf schulinterne Problemstellungen oder veränderte Rahmenbedingungen im Umfeld erfolgen. Für die Arbeit mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten bedeutet dies die Einbindung entsprechender Anstrengungen in einen kontinuierlichen Prozess der Unterrichtsentwicklung. Verfahren zur Feststellung des erreichten Standes müssen mit Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung verbunden werden, oder: „Messung von Qualität steht im Dienste der Entwicklung von Qualität“⁶.

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung ist somit keine einmalige Aktivität, die nach einem erfolgten Durchgang abgeschlossen werden kann, sondern ein ständiger Prozess, der in Form eines Zyklus, einer Spirale oder eines Flussdiagramms dargestellt werden kann (vgl. S. 13). Hat die Analyse der Ergebnisse von Parallelarbeiten zu einer Revision von Zielen, Unterrichtskonzepten oder Handlungsstrategien geführt, können diese bereits wieder als Ausgangspunkt der nächsten Reflexionsphase begriffen werden.

⁶ Posch, P./Altrichter, H.: Möglichkeiten und Grenzen der Qualitätsevaluation. Innsbruck, Wien 1997, S.126.

5. Die Materialreihe „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht in der Sekundarstufe I“

Die Materialreihe „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht in der Sekundarstufe I“ ist ein Beitrag zur Unterstützung von Schulen bei der Verbesserung der Qualität des Fachunterrichts. Im Zentrum stehen die Fächer Deutsch, Englisch, Mathematik und Physik. Die Materialien stehen in unmittelbarem inhaltlichen Zusammenhang zu den Handreichungen des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung zur Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Auf eine ausführliche Darstellung der Grundlagen der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung wurde an dieser Stelle deshalb weitgehend verzichtet. Entsprechende Basisinformationen können den folgenden Veröffentlichungen des Ministeriums entnommen werden:

- „Qualität als gemeinsame Aufgabe“. Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit". Frechen 1998.
- „... und sie bewegt sich doch!“ Entwicklungskonzept „Stärkung der Schule“. Frechen 1997.
- Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Aufgabenbeispiele Klasse 10. 3 Hefte. Frechen 1998.
- Schulprogramm - Eine Handreichung. Frechen 1998.
- Evaluation - Eine Handreichung. Frechen 1999.
- Fächerübergreifendes Arbeiten - Bilanz und Perspektiven. Frechen 1997.

Die Materialreihe „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht in der Sekundarstufe I“ wurde für den Einsatz im Rahmen von Lehrerfortbildung konzipiert und richtet sich von daher in erster Linie an Moderatorinnen und Moderatoren der Lehrerfortbildung. In der Regel enthalten die Materialsammlungen keine dezidierten Moderationsvorschläge für den Einsatz der Materialien in Fortbildungsveranstaltungen. Für den jeweiligen Verwendungszusammenhang bedarf es deshalb der zielgruppenspezifischen Auswahl und fortbildungsdidaktischen Einbindung, möglicherweise auch der Anpassung einzelner Materialien. Bei der Konzeption der Materialsammlungen wurde dabei von einem breiten und differenzierten Einsatzbereich ausgegangen, so beispielsweise:

- schulinterne Fortbildungsveranstaltungen für Fachschaften
- schulexterne Fortbildungsveranstaltungen für Fachkonferenzvorsitzende oder Fachlehrkräfte
- Qualifizierungsmaßnahmen für Fachmoderatorinnen und Fachmoderatoren
- schulintern selbstorganisierte Fortbildungsveranstaltungen

Ausgewählte Bestandteile der Materialsammlungen sollen über den Bildungsserver allen interessierten Schulen und Lehrkräften zur Verfügung gestellt werden.

Das vorliegende erste Materialpaket bezieht sich auf den Themenbereich *Schulinterner Umgang mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten*. Da mit dem verbindlichen Auftrag, Parallelarbeiten auf der Grundlage von Aufgabenbeispielen zu schreiben, ab dem Schuljahr 1999/2000 neue Aufgaben auf Schulen und Fachkonferenzen zukommen, wurde diese Thematik bewusst als Auftakt der Materialreihe gewählt. Die Materialsammlungen enthalten Arbeitshilfen, Instrumente und Hintergrundmaterialien, die Unterstützung bei der Vorbereitung, Konzeption, Gestaltung und Auswertung von Parallelarbeiten bieten. Sie dienen somit der Kompetenzstärkung im Umgang mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten. In besonderer Weise steht dabei im Vordergrund, Auf-

gabenbeispiele und Parallelarbeiten als Einstieg in weitergehende Unterrichtsentwicklungsprozesse zu nutzen.

In einem zweiten Schritt werden weitere Materialsammlungen entwickelt, die für die oben genannten Fächer Instrumente, Verfahren und Hintergrundmaterialien zur Verfügung stellen, um die Entwicklung fachbezogener Unterrichtsqualität zu unterstützen. Zu ausgewählten Fragestellungen des jeweiligen Faches sollen Wege und Strategien vermittelt werden, die Fachschaften und Lehrkräfte dabei unterstützen fachbezogene Unterrichtsentwicklung zu gestalten und bessere Unterrichtsergebnisse zu erreichen.

6. Aufbau und Struktur der Materialien zum Fach Mathematik

Die Handreichung soll den Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern, den Fachkonferenzen und den in der Lehrerfortbildung tätigen Moderatorinnen und Moderatoren konkrete Hilfen bieten, sich in Gesprächen und Diskussionen an die erste Parallelarbeit heranzuarbeiten und darüber hinaus, Anknüpfungspunkte für die weitere Arbeit in der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung im Fach Mathematik zu schaffen.

Die Handreichung bietet einige Bausteine an, die bei der Qualitätsentwicklung und -sicherung wichtig sind. Diese sollen, entsprechend dem einschlägigen Runderlass zur Qualitätsentwicklung und -sicherung, die innerschulische Diskussion über Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichts anregen und bereichern, ohne dabei zu einer Rangordnung zwischen den einzelnen Lerngruppen einer Schule bzw. zwischen einzelnen Schulen zu führen.

In diesem Sinne finden Schulen,

die sich über den Diskussionstand im Bereich der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung informieren und Anregungen zur eigenen Auseinandersetzungen haben wollen, im **Anschluss zur Einleitung** entsprechende Basismaterialien zur Qualität von Schule und Unterricht,

die noch keinen **differenzierten schulinternen Lehrplan** erarbeitet haben, entsprechende Hinweise im **Kapitel 1.1** dieser Handreichungen,

deren **Fachkonferenzarbeit** bisher mehr formal als **inhaltlich** gestaltet war, Hinweise auf mögliche inhaltliche Fragestellungen in **Kapitel 1.2**,

die noch keine Erfahrung mit der Entwicklung **gemeinsamer Unterrichtseinheiten** und der **Durchführung paralleler Klassenarbeiten** haben, Hinweise im **Kapitel 2.1** und **2.2**,

die konkret die **erste Parallelarbeit** vorbereiten wollen, Hinweise in **Kapitel 2.3** die nach der Durchführung der Parallelarbeit Anregungen für eine **sinnvolle Auswertung und Evaluation** suchen, Hinweise im **Kapitel 3**.

Zur grundlegenden Information und als Anregung zur Diskussion innerhalb der Kollegien wurden im **Anhang** der Aufsatz „Was ist eine zeitgemäße mathematische Allgemeinbildung?“ von Prof. Dr. Heymann und andere Passagen aus Veröffentlichungen zur Frage, was guter Mathematikunterricht sei, aufgenommen.

Dies sind

Auszug aus der Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ der Bund-Länder-Kommission-Projektgruppe „Innovation im Bildungswesen“,

Auszug aus Thesen zum Vortrag. „Ansprüche an das Lernen in heutiger Zeit“. von Prof. Dr. Jürgen Baumert,

Auszüge aus „Elemente einer neuen Aufgabenkultur“ von Prof. Dr. Baptist,

Auszüge aus den Materialien zum BLK-Programms zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts.

In diesem Zusammenhang sei auf folgende Publikationen hingewiesen:

MSWWF (Hg.). Stärkung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Materialien.

MSWWF (Hg.). Stärkung des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts. Initiativen und Projekte in Nordrhein-Westfalen. Frechen 1998.

MSWWF (Hg.) Mut zu Mathe und zum naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld. Eine Zusammenstellung freigegebener Aufgaben aus der TIMS/II-Studie, begleitet durch eine kurze Einführung und eine Kommentierung ausgewählter Aufgaben. Frechen 1998.

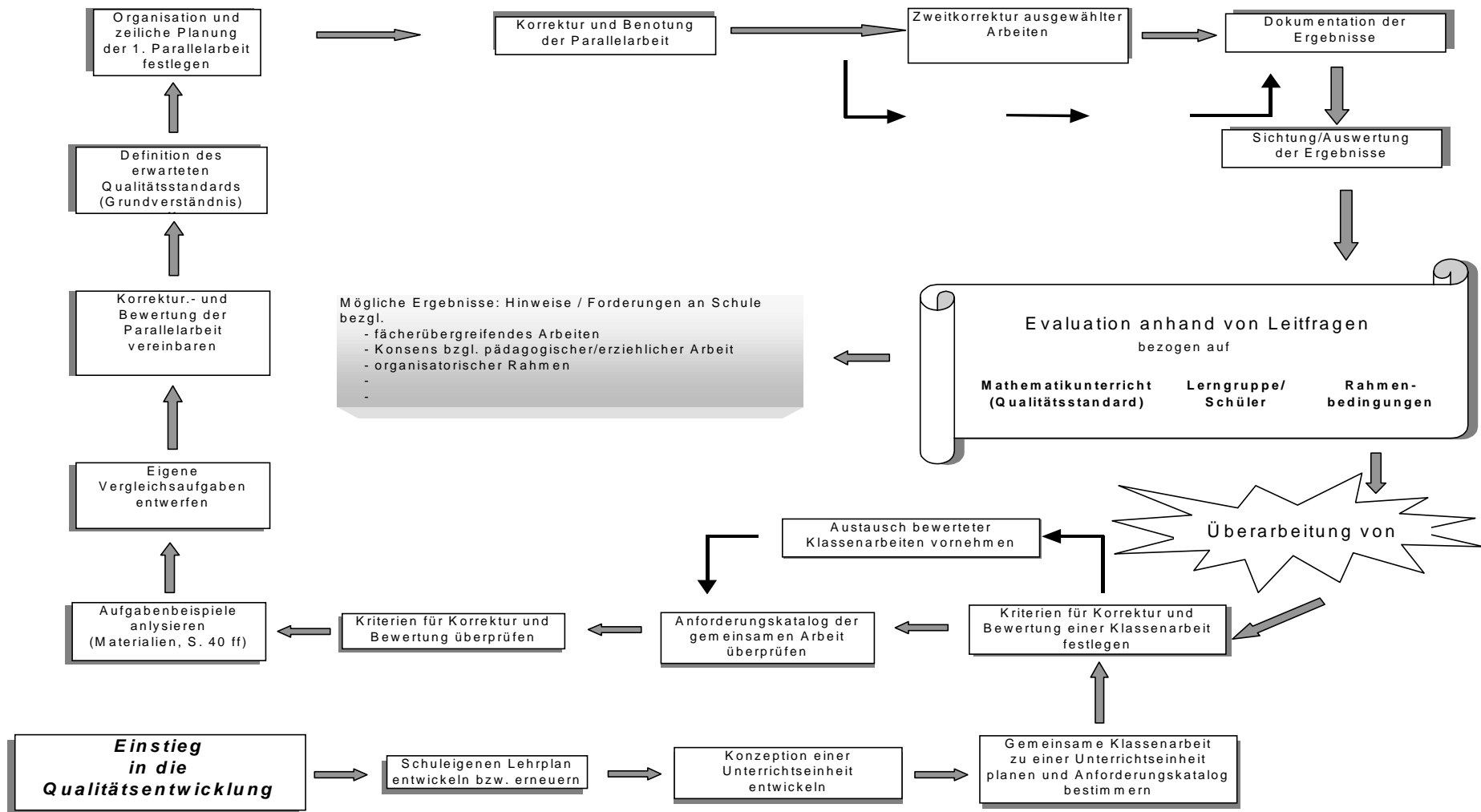
MSWWF (Hg.). Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Aufgabenbeispiele Klasse 10: Mathematik. Frechen 1998.

MSWWF (Hg.). „Qualität als gemeinsame Aufgabe“. Rahmenkonzept „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit. Frechen 1998.

Dieser Prozess der Qualitätsentwicklung ist nicht in einem Schuljahr zu erledigen und vor allen Dingen nicht abgeschlossen.
--

Bei der Qualitätsentwicklung gilt für jede Schule:

1. Ein Prozess kann nur erfolgreich werden, wenn man sich gemeinsam auf den Weg macht.
2. Die Arbeit beginnt auf der Grundlage des bisher Erreichten: Positives festhalten und stärken, Veränderungen wagen.
3. Sie muss auf konkrete Ziele ausgerichtet sein.
4. Den Zielen kommt die Fachkonferenz leichter näher, indem sie sich Teilschritte vornimmt, die in einer überschaubaren Zeit erreicht und überprüft werden können.
5. Sind diese Ziele erreicht, gilt es sie auszuwerten und erneut in einen Diskussionsprozess einzutreten, um neue Ziele zu formulieren.



Erläuterung des Flussdiagramms

Diese prozessorientierte Darstellung kennzeichnet zwar einen idealtypischen Weg zur schulischen Qualitätsentwicklung und –sicherung, aber gleichzeitig ist sie offen für Veränderungen und Anpassungen. Denn jede Schule muss für sich klären, wo sie innerhalb dieses Entwicklungsprozesses steht, wo sie einsteigen und welche weiteren Schritte sie wählen möchte. Damit bietet dieses Flussdiagramm einen weiten Gestaltungsrahmen für die eigenen Wege der einzelnen Schule.

Bei der Darstellung wird vorausgesetzt, dass ein schuleigener Lehrplan besteht oder entwickelt wird. Sinnvoll ist auch, die gemeinsame Konzeption einer Unterrichtsreihe vorzunehmen und dafür eine Klassenarbeit zu planen. Damit werden wichtige Grundfragen gemeinsam diskutiert und möglicherweise schon konsensfähig gemacht.

Im zweiten Schritt werden durch die gemeinsame Festlegungen für Korrekturen und Bewertungen einer Klassenarbeit wichtige Vorarbeiten geleistet, die für die Durchführung der Parallelarbeit notwendig sind. Der Austausch einiger bewerteter Arbeiten ist hilfreich bei der vielleicht notwendigen Korrektur der erarbeiteten Kriterien für die Bewertung von Klassenarbeiten.

Die eigentliche Vorbereitung der Parallelarbeit beginnt mit der Beschäftigung mit den Aufgabenbeispielen. Nach der Analyse ausgewählter Aufgaben wird es möglich, eigene Aufgaben zu entwerfen und dafür die Korrektur- und Bewertungskriterien zu vereinbaren. Abschließend erfolgt die Definition des erwarteten Qualitätsstandards bezüglich des Grundverständnisses, an dem später die erreichten Ergebnisse gemessen werden.

Die Organisationsphase (erstmal Frühjahr 2000) führt von der Planung und Durchführung der Parallelarbeit über die Korrektur und Bewertung zur Dokumentation der Ergebnisse. Für die Schülerinnen und Schüler ergibt sich aus der Arbeit eine Leistungsnote. Die Ergebnisse der Bearbeitung der Vergleichsaufgaben werden dokumentiert, ausgewertet und anhand von Leitfragen evaluiert.

Damit mündet die Arbeit an der Parallelarbeit einerseits wieder im Bereich der Grundlagen der Qualitätsentwicklung, indem manche Ergebnisse der Evaluation möglicherweise Bedingungen aus dem Grundlagenbereich in Frage stellen, zu Veränderungen zwingen oder sogar neue Aspekte auftauchen lassen. Andererseits hat die bisher geleistete Arbeit Auswirkungen auf die zukünftige Arbeit. Die Vorbereitung der nächsten Parallelarbeit wird durch die vorliegenden Ergebnisse und die Bearbeitung der Leitfragen im Rahmen der Evaluation manche Veränderung erfahren und somit den nächsten Schritt im Prozess der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung darstellen.

Qualität von Schule und Unterricht - Basismaterialien zur Orientierung

Die Fragen danach, was eine gute Schule auszeichnet, was Leitziele und Merkmale von guten Schulen und von erfolgreichem Unterricht sind, sind von entscheidender Bedeutung für die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Ohne Antworten auf diese Fragen fehlen die Bezugspunkte für ein gezieltes Handeln.

Alle, die in der Schule arbeiten, haben Vorstellungen von guter Schule und guter schulischer Arbeit, an denen sie sich in ihrem Handeln orientieren. Dabei sind Vorgaben von Richtlinien und Lehrplänen, Prägungen der Lehrerbildung, vielfältige praktische Erfahrungen und mit ihnen gewonnene Überzeugungen sowie die spezifische Arbeitskult der Schule bestimmend.

Gleichzeitig gibt es systematische Antworten, die die Forschung zur Qualität von Schule bereitstellt. Auch diese orientieren sich an bestimmten **Leitzielen für eine gute Schule**. Über die beste Art der Umsetzung solcher Leitziele, aber auch über die Vereinbarkeit verschiedener Leitziele geben diese Studien dann mit zum Teil umfangreichen Katalogen von **Merkmale von Schulqualität** Auskunft. Sie sind für bildungspolitische Entscheidungen, staatliche Vorgaben durch Richtlinien und Lehrpläne und für die konkrete schulische Arbeit hilfreich.

Dabei gilt es aber immer zu beachten: Merkmale von Schulqualität können nicht mit universeller Gültigkeit definiert werden, da sie von den grundlegenden pädagogischen Leitzielen abhängig sind. Auswahl und Gewichtung dieser Leitziele verändern sich mit dem gesellschaftlichen Wandel.

Sowohl Moderatorinnen und Moderatoren der Lehrerfortbildung als auch Leitungsmitglieder und Fachkonferenzvorsitzende in Schulen stehen vor der schwierigen Aufgabe, die Diskussion um das, was die Qualität einer Schule und ihres Unterrichts ausmacht, zu initiieren und zu moderieren. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe besteht u.a. darin, den komplexen Gegenstand aufzubereiten und Orientierung in der aktuellen Debatte um Qualität von Schule und Unterricht zu vermitteln.

Die hier angebotenen Basismaterialien sollen Hilfen für eine schnelle Orientierung und eine knappe Darstellung der Grundlagen von Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung bieten. Im Schulalltag ist der Zwang, sich sehr schnell über Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung informieren und darüber berichten zu müssen, eher die Regel als die Ausnahme. Gleichzeitig besteht die Notwendigkeit, die Information jeweils auf die Situation und Bedürfnisse der Schule anzupassen. Standardreferate und Grundlagenartikel helfen deshalb nur bedingt weiter. Darum bietet es sich an, die Basismaterialien im Rahmen von Fortbildung in die folgende Übung einzukleiden.

Übung: Konferenzvorschlag zum Thema "Qualität von Schule und Unterricht" erstellen

Ziele:

1. Klärung der Grundannahmen, -voraussetzungen und -bedingungen für Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung in der Schule
2. Entwicklung eines adressatenbezogenen Informations- und Initiierungskonzepts

3. Klärung (in der Fortbildungsgruppe) über Essentials zu Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung

4. Vorbereitung einer Konferenz

Vorgehensweise:

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten zur Vorbereitung die "Basismaterialien".

1. Das Plenum teilt sich in Gruppen (3 - 5 Personen). Jede Gruppe erhält folgende Aufgabe:

Die nächste Lehrerkonferenz (alternativ: Fachkonferenz, Schulkonferenz) soll zum Thema: "Qualität von Schule und Unterricht - ein Thema für uns?" gestaltet werden. Dabei soll es um die Fragen gehen:

- Was sind Kennzeichen guter Schul- und Unterrichtsqualität?
- Welche Bedeutung haben Leitziele und Merkmale von Schul- und Unterrichtsqualität für unsere Schule?
- Wie können wir mit Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung beginnen?

Ziel ist es, die Konferenz/das Kollegium zu informieren und zu aktivieren, etwas in Richtung Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung zu unternehmen.

Für diesen Tagesordnungspunkt haben Sie insgesamt 45 - 60 Minuten Zeit vorgesehen.

Erarbeiten Sie

- a) ein Konzept, wie Sie diesen Tagesordnungspunkt gestalten wollen (bitte Stichpunkte, auf Wandzeitung notieren); Teil dieses Konzepts muss ein 10- bis 15-minütiges Impulsreferat sein,
 - b) eine Gliederung (3-5 Punkte) zu diesem Einstiegsreferat,
 - c) 3 - 5 Leitlinien/Grundsätze, die Sie im Referat vermitteln wollen,
 - d) einen Antrag, über den die Konferenz am Ende dieses Tagesordnungspunktes abstimmen sollte.
2. Jeweils zwei Gruppen stellen einander die Ergebnisse vor. Ein Mitglied versucht, das Impulsreferat zu halten (evtl. Plenum).

Vertiefende Informationen zu den Grundlagen der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung können den folgenden Veröffentlichungen des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung entnommen werden:

"Qualität als gemeinsame Aufgabe". Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit", Frechen.

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Aufgabenbeispiele Klasse 10. 3 Hefte. Frechen 1998

Evaluation - Eine Handreichung. Frechen 1999.

Schulprogramm - Eine Handreichung. Frechen 1999.

Fächerübergreifendes Arbeiten - Bilanz und Perspektiven. Frechen 1997.

Material 1: Bezugspunkte der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung - Arbeitsdefinitionen

Bei der *Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung* geht es darum:

- "- die Qualität eines Produkts oder einer Dienstleistung sowie
- die Prozesse und Voraussetzungen, die in dieses Produkt oder diese Dienstleistung eingehen, festzustellen und zu bewerten, sowie
- die Ergebnisse dieses Vorgangs für eine Weiterentwicklung der Qualität des Produkts oder der Dienstleistung zu nutzen"¹

Leitziele sind übergeordneten Ziele für eine gute Schule und für ihre Arbeitsbereiche, insbesondere für den Unterricht.²

Merkmale von Schulqualität sind Konkretisierungen der Leitziele, die auf einer allgemeinen Ebene die Art der Umsetzung solcher Leitziele beschreiben".²

Evaluationskriterien beschreiben Merkmale, an denen die Umsetzung von Leitzielen und die Ausgestaltung von Merkmalen der Schulqualität in der Schul- und Unterrichtspraxis festgemacht werden kann. Insbesondere wenn die Evaluationskriterien die Form von Anzeiger oder 'Messgrößen' erhalten, mit deren Hilfe man feststellen kann, inwieweit Leitziele und Merkmale von Schulqualität in der Praxis tatsächlich verwirklicht wurden, spricht man auch von *Qualitätsindikatoren*².

Qualitätsstandards benennen die Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit die Schulqualität in einem Arbeitsbereich allgemeinverbindlichen Ansprüchen, insbesondere definierten Mindestanforderungen (*Mindeststandards*) entspricht².

Evaluation ist die systematische Sammlung, Analyse und Bewertung von Informationen über schulische Arbeit².

Interne Evaluation oder *Selbstevaluation* bedeutet, dass die zentrale Verantwortung für die Gestaltung und Durchführung einer Evaluation in der einzelnen Schule liegt und von Personen durchgeführt wird, die in der Schule arbeiten. *Externe* oder *Fremdevaluation* bedeutet, dass die zentrale Verantwortung für die Gestaltung und Durchführung einer Evaluation außerhalb der Schule liegt und von Personen durchgeführt wird, die nicht in der Schule arbeiten.²

¹ Posch/Altrichter: Möglichkeiten und Grenzen der Qualitätsevaluation und Qualitätsentwicklung im Schulwesen. Innsbruck, Wien 1997

² MSWWF: Evaluation. Eine Handreichung. Frechen 1999

Material 2: Was sind Leitziele für eine gute Schule?

Auszug aus: MSWWF: "Qualität als gemeinsame Aufgabe". Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit", Frechen 1998, S.10

Leitziele für eine gute Schule

Das grundlegende Ziel schulischer Arbeit ist es, allen Schülerinnen und Schülern eine umfassende Bildung zu vermitteln. Dabei sind personale, soziale und fachliche Bildung aufeinander bezogene Aufgaben. Es geht in Unterricht, Erziehung und Schulleben darum,

- grundlegende fachliche und überfachliche Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten zu vermitteln,
- die Ausbildung individueller Neigungen und eines individuellen Selbst- und Weltverständnisses zu fördern und Hilfen zur Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit zu geben,
- auf eine erfolgreiche Tätigkeit in der Berufs- und Arbeitswelt vorzubereiten,
- eine kulturelle Teilhabe und die Mitgestaltung einer demokratischen Gesellschaft anzubahnen.

Eine besondere Herausforderung ist dabei die umfassende Förderung von Schülerinnen und Schülern entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit und damit die Förderung von Chancengleichheit und sozialer Integration. Das schließt sowohl den Ausgleich von Lerndefiziten und die besondere Hilfen für Schülerinnen und Schülern mit Lernrückständen als auch die Förderung von herausragenden Leistungen und besonderen Talenten und Neigungen ein.

Material 3: Was sind Merkmale von Schulqualität?

Auszug aus: MSWWF: "Qualität als gemeinsame Aufgabe". Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit", Frechen 1998, S.10

Merkmale von Schulqualität

Diesen Leitzielen entspricht ein umfassendes und komplexes Verständnis von Schulqualität. Dieses bezieht sich sowohl auf die Ergebnisse, als auch auf die Prozesse und die Strukturen der schulischen Arbeit. Diese drei Elemente müssen im Zusammenhang gesehen werden, auch wenn letztlich die Ergebnisse der Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern entscheidend sind.

Ergebnisse der schulischen Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern, an denen sich Schulqualität im Sinne der genannten Leitziele feststellen lässt, sind:

- Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten,
- grundlegende Lernkompetenzen und Schlüsselqualifikationen wie die Fähigkeit und Bereitschaft zu lebenslangem Lernen, Anstrengungsbereitschaft und Leistungswillen, Kooperationsfähigkeit und Hilfsbereitschaft,
- persönliche Identität und Stabilität,
- Werthaltungen und moralisches Urteilen und Handeln im Sinne der Normen des Grundgesetzes und der Landesverfassung.

Material 4: Prozesse und Strukturen schulischer Arbeit, an denen man gute Schulen im Sinne der genannten Leitziele erkennt

Auszug aus: MSWWF: "Qualität als gemeinsame Aufgabe". Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit", Frechen 1998, S. 11

- eine **Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse**, die die Ansprüche von Schülerorientierung und Wissenschaftsorientierung gleichermaßen berücksichtigt, auf 'kumulatives Lernen'¹⁾ und den Erwerb von 'intelligentem Wissen'²⁾ angelegt ist und verschiedene Lernformen wie selbständiges und angeleitetes, individuelles und gemeinsames, fachliches und überfachliches Lernen variabel verbindet,
- eine sowohl an der Förderung von Lernfreude und Anstrengungsbereitschaft als auch der Vermeidung von Schulangst ausgerichtete **Gestaltung des Unterrichts und anderer Schulveranstaltungen**,
- eine pädagogisch reflektierte Leistungskultur und eine an einem 'pädagogischen Leistungsprinzip' orientierte **Praxis von Leistungsbewertung**, die klare Ansprüche an Leistung mit individueller Förderung verbindet,
- ein **professionelles Handeln der Lehrenden**, das eine wirksame Kooperation und eine abgestimmte Arbeit im Sinne einer professionellen Gemeinschaft mit der Respektierung der pädagogischen Freiheit und Verantwortung der Lehrkräfte verbindet,
- eine am modernen Führungs- und Managementverständnis orientierte **Arbeit der Schulleitung**, die unbeschadet der Letztverantwortlichkeit der Schulleiterin bzw. des Schulleiters auf Arbeitsteilung, Delegation, Kooperation und Teamarbeit setzt,
- ein **lebendiges Schulleben**, das Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler und Eltern einbindet, und eine Kultur der aktiven Partizipation aller am Schulleben,
- eine feste **Struktur aktiver Zusammenarbeit** mit anderen Schulen und dem regionalen Umfeld und dem Schulträger im Sinne der Öffnung von Schule sowie mit der Schulaufsicht,
- eine effektive **Organisations- und Verwaltungsstruktur** für die Bewältigung des schulischen Alltags,
- eine **Kultur systematischer Schulentwicklung** und damit auch Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung (Schulprogrammarbeit, Evaluation).

¹ *Kumulatives Lernen* verbindet neues Wissen und neue Fertigkeiten mit vorhandenen Wissens- und Fertigkeitsbeständen und integriert so die Ergebnisse vorhergehenden und aktuellen Lernens, so dass sie im Zusammenhang verfügbar sind, statt beziehungslos nebeneinander zu stehen.

² *Intelligentes Wissen* bezeichnet ein System von flexibel nutzbaren fachlichen, überfachlichen und lebenspraktischen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten sowie damit verbundener wert- und Handlungsorientierungen, das durch systematischen Aufbau, Vernetzung und Anschlußfähigkeit für weiteres Lernen gekennzeichnet, in diesem Sinne intelligent ist. (...)

Material 5: Merkmale von Schul- und Unterrichtsqualität

Ergebnisse der Schul- und Unterrichtsforschung

(Quelle: Hartmut Ditton: Qualitätskontrolle und -sicherung in Schule und Unterricht - ein Überblick zum Stand der empirischen Forschung. In: Helmke/Hornstein/Terhart (Hrsg.): Qualitätssicherung im Bildungsbereich. Beiheft 41 der Zeitschrift für Pädagogik. Weinheim 1999.)

Für den Unterricht wichtige Faktoren für gute Qualität	
Qualität (Quality)	Motivierung (Incentives)
Struktur und Strukturiertheit des Unterrichts Klarheit, Verständlichkeit, Prägnanz Variabilität der Unterrichtsform Angemessenheit des Tempos (Pacing) Angemessenheit des Medieneinsatzes Übungsintensität Behandelter Stoffumfang Leistungserwartungen und Anspruchsniveau	Bedeutungsvolle Lehrinhalte und Lernziele Bekannte Erwartungen und Ziele Vermeidung von Leistungsangst Interesse und Neugier wecken Bekräftigung und Verstärkung Positives Sozialklima in der Klasse
Angemessenheit (Appropriateness)	Unterrichtszeit (Time)
Angemessenheit des Schwierigkeitsgrades Adaptivität Diagnostische Sensibilität/Problemsensivität Individuelle Unterstützung und Beratung Differenzierung und Individualisierung Förderungsorientierung	Verfügbare Zeit Lerngelegenheiten Genutzte Lernzeit Inhaltsorientierung, Lehrstoffbezogenheit Klassenmanagement, Klassenführung

Für die Schule wichtige Faktoren für gute Qualität	
Schulkultur	Schulmanagement
Gemeinsam akzeptierte, handlungsrelevante und eindeutige Ziele Gemeinsam geteiltes Aufgabenverständnis Einigkeit hinsichtlich der primär zu erfüllenden Aufgabe Eine gemeinsame Vision	Organisatorische und pädagogische Leitung geklärte Entscheidungsbefugnisse und –verfahren Geregelte Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten Geregelte Aufgabenverteilung
Kooperation und Koordination	Personalpolitik und Personalentwicklung
Koordinierter Schul- und Unterrichtsbetrieb Kooperation innerhalb der Schule (Schulleitung-Lehrer-Schüler) Kooperation mit Partnern außerhalb der Schule (Eltern, Administration, Berater ...)	Rekrutierung, Sozialisation und Weiterbildung der Lehrer Einführung neuer Lehrer Regelungen der Fort- und Weiterbildung Erfahrungsaustausch/Wissens-Sharing

Material 6: Was macht guten Unterricht aus?

Auszug aus: MSWWF: "Qualität als gemeinsame Aufgabe". Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit", Frechen 1998, S.14-18.

Leitziele für guten Unterricht werden ausführlich in den Ausbildungsordnungen, Richtlinien und Lehrplänen entfaltet. Als solche übergreifenden "Prinzipien des Lehrens und Lernens" werden in den Richtlinien z. B. ausgewiesen "Erziehender Unterricht" (Grundschule), "Erfahrungsorientierung, Wissenschaftsorientierung, Handlungsorientierung, Gegenwarts- und Zukunftsorientierung" (Hauptschule und Realschule), "Wissenschaftsorientierung und Grundlegung wissenschaftspropädeutischen Lernens, Schülerorientierung" (Gymnasium Sekundarstufe I), "Förderung von Lernbereitschaft und Selbstvertrauen in einer Schule der Integration und Differenzierung" (Gesamtschule) und "Berufliche Handlungskompetenz" (Berufsbildende Schulen).

Solche Leitziele müssen in Schulprogrammen konkretisiert und akzentuiert werden. Sie sind als Bezugspunkt für die Gestaltung des Lehrens und Lernens unverzichtbar. Damit ist jedoch noch nicht die Frage beantwortet, was die **Merkmale guten Unterrichts** sind, wie ein Unterricht aussieht, der im Hinblick auf die Leitziele wirksam ist

Für die Beantwortung dieser Frage sind - neben den Erfahrungen der Lehrenden und Lernenden - Erkenntnisse über die Wirksamkeit bestimmter Formen des Lehrens und Lernens und einer bestimmten Unterrichtsgestaltung bedeutsam. Solche Erkenntnisse sind in Verbindung mit den Leitziele in die Richtlinien und Lehrpläne eingeflossen. Die entsprechenden Abschnitte tragen Überschriften wie "Gestaltung der Lernprozesse" oder "Grundsätze der Unterrichtsgestaltung". Sie geben wichtige Hinweise für Kriterien zur Beobachtung und Einschätzung von Unterricht und damit der Überprüfung der Qualität des Lehrens und Lernens.

In den letzten Jahren wurden Erkenntnisse der Lern- und Unterrichtsforschung stärker beachtet. Dazu haben auch internationale Vergleichsuntersuchungen über den Unterricht in bestimmten Fachbereichen und seine Ergebnisse wie etwa die **Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie** (Third International Mathematics and Science Study - **TIMSS**) beigetragen.

Einige wichtige Ergebnisse der Lern- und Unterrichtsforschung werden im Folgenden (siehe Kasten S. 15 ff.) beispielhaft vorgestellt. Damit ist nicht beabsichtigt, den aktuellen Wissensstand abschließend wiederzugeben. Die Beispiele können und sollen vielmehr kontrovers diskutiert werden. Sie sollen dazu anregen, sich mit den aktuellen Erkenntnissen auf diesem Gebiet auseinander zu setzen.

Wie können Lehrkräfte und Schulen solche Ergebnisse der Lern- und Unterrichtsforschung - ergänzend zu den Aussagen in den Richtlinien und Lehrplänen über die Gestaltung der Lernprozesse - nutzen? Die Beschreibungen guten Unterrichts in der Lern- und Unterrichtsforschung geben Hinweise:

für die anzustrebende Grundausrichtung des Unterrichts im Hinblick auf bestimmte Leitziele. Die Unterrichtsforschung kann jedoch keine unmittelbare Handlungsanleitung für einzelne Unterrichtssituationen geben, da sie Besonderheiten der beteiligten Personen, des behandelten Unterrichtsstoffes, der situativen Bedingungen des jeweiligen Unterrichts und mögliche Zielkonflikte nicht berücksichtigen kann. Dieses wird auch daran deutlich, dass viele Aussagen im Sinne eines "sowohl - als auch" oder "nicht zu viel und nicht zu wenig" formuliert sind.

für eine Schulentwicklung, die auf die Verbesserung von Unterricht ausgerichtet ist. Erst über eine Schulentwicklung, in der die Lehrkräfte miteinander und zusammen mit den Schülerinnen und Schülern daran arbeiten, Unterricht zu analysieren, bewusst zu gestalten und dauerhaft zu verändern, werden allgemeine Beschreibungen der Lern- und Unterrichtsforschung zur Qualität des Lehrens und Lernens wirksam. Die wissenschaftliche Unterrichtsforschung wird erst durch die gemeinsame Erforschung und Entwicklung des Unterrichts in den einzelnen Schulen konkret fruchtbar.

1. Beispiel: **Wirksamkeit unterschiedlicher Formen des Lehrens und Lernens**

Der Lernpsychologe Franz Weinert wendet sich in einem Vortrag auf einer Fachtagung im Landesinstitut für Schule und Weiterbildung im Frühjahr 1997 gegen die Behauptung, „nur eine bestimmte Form des Lernens und Lehrens sei die beste oder gar die einzig richtige“. Er betont die Spannbreite wirksamer Lernformen:

„Lernen ist nicht nur, passiv rezeptiv ergebnisorientiert individuell kollektiv extrinsisch motiviert lehrergeleitet	sondern auch aktiv konstruktiv prozessorientiert kooperativ kleingruppenorientiert intrinsisch motiviert schülergeleitet“
„Lehren ist nicht nur systematisch stoffbezogen fachlich lehrmethozentriert lehrerdominant	sondern auch situiert projektbezogen überfachlich offen schülerdominant“

In diesem so beschriebenen Feld akzentuiert er die Bedeutung aktiven und konstruktiven Lernens: „Damit sind nicht äußere Aktivitäten gemeint; es geht vielmehr darum, dass sich Schüler mit den Lerninhalten und mit den Lernsituationen aktiv auseinandersetzen und ihr eigenes Wissen konstruktiv aufbauen.“

Er betont weiter, dass in der Schule sowohl „kognitiv-systematisch“ als auch „situiert-lebenspraktisch“ gelernt werden muss. „Fachlichem und überfachlichem Unterricht kommt die gleiche Bedeutung zu. Die Systematik der Inhalte ist der eine Weg, die Besonderheit der lebensweltlichen Phänomene, Probleme und Projekte der andere. Nicht jeder der zwei Wege, sondern nur beide zusammen führen zum Ziel.“

„Sowohl das vom Lehrer angeleitete als auch das vom Schüler selbstständig gesteuerte Lernen sind gleichermaßen wichtige und notwendige Arbeitsformen im Unterricht. ... Gute Lehrer (machen in beiden Arbeitsformen) durch ihren Unterricht Schüler nicht passiv..., sondern (sorgen dafür), dass möglichst alle Lernenden in einer je geeigneten Weise sich mit den Lernaufgaben aktiv auseinandersetzen. Lehrer müssen dabei helfen und auch dafür verantwortlich sein, dass Schüler motiviert und aktiv lernen.“

„Wichtig ist..., dass in Schulen nicht Lernen und Leisten permanent miteinander vermischt werden, sondern dass es im Unterricht separat sowohl Lern- als auch Leistungssituationen gibt. In Leistungssituationen demonstriert der Schüler (wie jeder Erwachsene auch), was er kann; er vermeidet Fehler, weil er subjektiv Erfolge erleben will, aber Misserfolge oft nicht vermeiden kann. In Lernsituationen wird in entspannter Weise Neues erfahren; aus Fehlern lernt man; Mitschüler sind nicht Konkurrenten, sondern Partner; Lehrer sind nicht Beurteiler, sondern Unterstützende. Entscheidend an Lern- und Leistungssituationen ist nicht, was der Lehrer beabsichtigt, sondern wie sie der Schüler erlebt.“

“Der Erwerb intelligenten Wissens ist und bleibt auch in Zukunft eine wesentliche Aufgabe des Unterrichts. Mit intelligentem Wissen sind nicht träge, mit der Lernsituation verlötete, eingekapselte, nur mechanisch anwendbare Kenntnisse gemeint, sondern es geht um ein sinnvoll geordnetes, untereinander und mit vielen Anwendungssituationen vernetztes, flexibel nutzbares und situativ leicht anpassungsfähiges Wissen und Können. Der Erwerb dieses intelligenten Wissens erfordert in der Regel viele Jahre intensiven Lernens. Defizite lassen sich durch allgemeine Strategien der Informationsverarbeitung, durch kurze Trainings- oder schicke Animationsseminare nicht kompensieren. Fehlendes Wissen behindert und erschwert jedes nachfolgende Lernen, insbesondere bei lernschwachen Kindern. ...“

„Der Erwerb selbständiger Lernkompetenzen ist als Voraussetzung einer lebenslangen Bildung und Weiterbildung von fundamentaler Bedeutung. ...Der größte praktische Nutzen ergibt sich, wenn der Erwerb inhaltlichen Wissens mit dem Aufbau allgemeiner Lern- und Denkstrategien eng verknüpft wird.“

„Auf den ersten Blick scheint es die beste Methode zu sein, die Schüler das tun zu lassen, was sie später tun sollen und sie so zu behandeln, als wenn die angestrebten Bildungsziele schon erreicht wären. In dieser Perspektive müsste sich der Lehrer ausschließlich als partnerschaftlicher Moderator autonomer Lerngruppen verstehen. Dadurch aber würden die Bildungsziele mit den Voraussetzungen und Mitteln zu ihrer Erreichung verwechselt. Elementare Fertigkeiten zu üben und zu automatisieren, in systematischer Weise Wissensbausteine aufeinander aufzubauen, Lerngewohnheiten zu kultivieren und die gezielte Förderung durch den Lehrer zu Gunsten zunehmender Eigenverantwortlichkeit der Schüler abzubauen, sind die vielen kleinen, aber notwendigen pädagogischen Schritte zur Erreichung großer Ziele.“

Franz E. Weinert, Ansprüche an Lernen in der heutigen Zeit, in „Fächerübergreifendes Arbeiten“ - Bilanz und Perspektiven -, Dokumentation der landesweiten Fachtagung vom 15. bis 16. Mai 1997, herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung, Frechen 1997, Schule in NRW - Schriftenreihe des Ministeriums für Schule und Weiterbildung, Heft 9020, S.12—17.

2. Beispiel: **Wirksamkeit von lehrergeleitetem Unterricht**

Eine von der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung eingesetzte Expertenkommission setzt sich in einem Gutachten u. a. mit dem Verhältnis von Selbstregulation und angeleitetem Lernen im lehrergeleiteten mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachunterricht auseinander:

„Das Bild des Frontalunterrichts, der in wechselnden Fächern im 45-Minuten-Takt stattfindet, ist in der Regel der kritisierte Ausgangspunkt von unterrichtsbezogenen Reformmaßnahmen, die in reformpädagogischer Tradition stehen. Danach ist der lehrergesteuerte Unterricht synonym mit rezeptivem, mechanisch-sinnentleertem und entfremdetem Lernen. Die leitenden Zielvorstellungen reformpädagogischer Maßnahmen, die Selbstregulation des Lernens von früh auf zu stärken, verständnisvolles und erfahrungsgesättigtes Lernen in lebensnahen, sinnstiftenden Kontexten zu organisieren und nicht nur individuelles, sondern auch kooperatives Lernen und sozial verantwortliches Verhalten zu schulen, werden ungeteilte Zustimmung finden. ...

Es gibt eine hinreichende Zahl von Untersuchungen zum kooperativen Lernen in komplexen Situationen, welche die Wirksamkeit dieser Unterrichtsform gut belegen. ... Kennzeichnende Merkmale dieser Lernformen sind die Vorgabe problemorientierter Lernaufgaben und die Übertragung verstärkter Verantwortung für den Lernprozess an die Lernenden selbst. ...

In scheinbarem Widerspruch zu diesen Befunden belegen ... Unterrichtsstudien die Lernwirksamkeit und häufig die Überlegenheit eines anspruchsvollen lehrergesteuerten, störungspräventiven, aufgabenorientierten und klar strukturierten Unterrichts, in dem die verfügbare Zeit intensiv für akademische Aufgaben genutzt wird, das Interaktionstempo aber gemäßigt bleibt, sodass Schüler Zeit zum Nachdenken und Spielraum für die Entwicklung eines eigenen Gedankenganges finden. Die Forschungsergebnisse zu den positiven Wirkungen eines Frontalunterrichts, der diese Merkmale der direkten Instruktion realisiert, sind außerordentlich robust. Nachgewiesene Effektstärken sind auch von praktischer Bedeutung.

Diese scheinbar widersprüchlichen Ergebnisse weisen zunächst daraufhin, dass in der alltäglichen Unterrichtspraxis nicht nur ein einziger methodischer oder didaktischer Weg zum gewünschten Ziel führt. Es gibt offenbar hinreichende Bedingungen guten Unterrichts, die bis zu einem gewissen Grade auch austauschbar sind. Die Expertengruppe möchte diesen Befund betonen, um auf die Problematik pädagogischen Dogmatismus jeder Art hinzuweisen. Ferner verdeutlichen diese Ergebnisse, dass es nicht die soziale Organisationsform des Unterrichts an sich ist, die ein aktives, verständnisvolles Lernen garantiert oder von vornherein verhindert. Entscheidend für verständnisvolle Lernprozesse sind die individuelle mentale Aktivität und die individuelle kognitive Konstruktionsleistung. Der lehrergeleitete Unterricht, der die beschriebenen Merkmale direkter Instruktion besitzt, macht offensichtlich Schüler nicht zu passiven Rezipienten, sondern bietet ihnen Strukturierungshilfen, durch die eine aktive mentale Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung und dem Stoff nicht verhindert, sondern gestützt wird.“

Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, BLK-Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Bonn 1997, S.23—25.

Material 7: Ansprüche an das Lernen in der heutigen Zeit

10 Thesen von Prof. Dr. Franz Weinert

(Quelle: <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/links/weinert/index.html>)

1. Lernen ist stets auf die Zukunft gerichtet
2. Wir brauchen neue Formen einer Lernkultur
3. Erfolgreiches schulisches Lernen vollzieht sich häufig als Mischform zwischen individueller und kollektiver Arbeit
4. Der Unterricht sei zu leistungsbezogen und zu wenig lernorientiert
5. Der Erwerb intelligenten Wissens ist und bleibt eine wichtige Aufgabe vom Unterricht
6. Inhaltliches Wissen kann nicht durch den Erwerb von Schlüsselqualifikationen ersetzt werden
7. Der Erwerb selbständiger Lernkompetenzen ist als Voraussetzung einer lebenslangen Bildung (Aufbau metakognitiver Kompetenzen) von fundamentaler Bedeutung
8. Fachliches und überfachliches Lernen sind zwei notwendige Transferformen dafür, dass sowohl kognitiv-systematisch als auch situiert-lebenspraktisch gelernt wird
9. Die erfolgreiche Förderung motivierender Kräfte und willenssteuernder Kompetenz entscheidet darüber, ob nur für die Schule, sondern auch und vor allem für das Leben gelernt wird
10. Ein guter Lehrer ist immer auch ein gut ausgebildeter Lehrer

1. Lernen ist stets auf die Zukunft gerichtet

Die Ansprüche an das heutige Lernen ergeben sich nicht nur aus der gegenwärtigen Situation, sondern vor allem aus den künftigen Anforderungen an die Erkenntnis- und Handlungskompetenzen der nachwachsenden Generationen.

Vom statischen Vorratsmodell an Bildung zum dynamischen Bildungserneuerungsmodell.

2. Wir brauchen neue Formen einer Lernkultur

Die Qualität des Unterrichts bleibt Dreh- und Angelpunkt jeder erfolgreichen Schul- und Bildungsarbeit, wobei der lehrgesteuerte, aber schülerzentrierte Unterricht das Rückgrat von Schule ist.

ABER: Der Unterricht braucht eine neue Orientierung mit neuen Zielen, neuen und erweiterten Methoden, neuen Vernetzungen.

Es geht darum, passives und rezeptives Lernen durch aktives und konstruktives Lernen zu ersetzen: Schüler sollen sich mit den Lerninhalten und mit den Lernsituationen aktiv auseinandersetzen und ihr eigenes Wissen mit Unterstützung des Lehrers konstruktiv aufbauen.

3. Erfolgreiches schulisches Lernen vollzieht sich häufig als Mischform zwischen individueller und kollektiver Arbeit

Sowohl das vom Lehrer angeleitete, als auch das vom Schüler selbständig gesteuerte Lernen sind gleichermaßen wichtige Arbeitsformen im Unterricht. Deshalb ist es eine gefährliche Bildungsideologie, die aktive, konstruktive und selbständige Rolle des Lernenden zu betonen und dem Lehrer nur noch eine anregende, beratende und moderierende Funktion zuzuschreiben.

Praktisch alle verfügbaren Unterrichtsstudien zeigen die Wichtigkeit einer lehrergesteuerten, aufgabenorientierten und effektiven Instruktion. Die aktive, aufgabenbezogene Lernzeit der Schüler entscheidet praktisch darüber, was, wieviel und wie gut der Einzelne lernt.

(Die Auflösung dieses theoretischen Paradoxons liegt beim guten Lehrer)

4. Der Unterricht sei zu leistungsbezogen und zu wenig lernorientiert

In den Schulen werden LERNEN und LEISTEN permanent miteinander vermischt. Leisten und Lernen unterliegen aber völlig unterschiedlichen psychologischen Gesetzmäßigkeiten. Lehrer müssen lernen, die Lern- und Leistungssituationen im Bewusstsein der Schüler so zu trennen, dass in der Klasse sowohl eine produktive Lernkultur als auch eine effiziente Leistungsatmosphäre entsteht. In Leistungssituationen demonstriert der Schüler, was er kann - er vermeidet Fehler, weil er subjektiv Erfolge erleben will, ohne Misserfolge immer vermeiden zu können. In Lernsituationen wird in entspannter Weise Neues erfahren - aus Fehlern lernt man - Mitschüler werden zu Partnern.

Ein "guter" Lehrer verbessert also nicht nur die Leistungen seiner Schüler, sondern auch ihren Glauben an sich selbst!

5. Der Erwerb intelligenten Wissens ist und bleibt eine wichtige Aufgabe vom Unterricht

Mit intelligentem Wissen sind nicht träge, mit Lernsituationen "verlötete", mechanisch anwendbare Kenntnisse gemeint, nicht eine passive Verfügbarkeit von Fakten oder unverstandenen Leistungsdispositionen, sondern ein wohlorganisiertes, disziplinar und interdisziplinär sowie lebenspraktisch vernetztes System von flexibel nutzbaren Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnissen und metakognitiven Kompetenzen.

Voraussetzung dafür und Resultat davon ist ein sachlogisch aufgebautes, systematisches, inhaltsbezogenes Lernen, das grundlegende Kenntnislücken, Verständnisdefizite und falsche Wissens Elemente meidet. Die zweckmäßigste Unterrichtsform dafür ist eine lehrergesteuerte, aber schülerzentrierte, also die Schüler aktivierende, verständnisförderliche und auf die Vermeidung oder schnelle Beseitigung von Wissensdefiziten ausgerichtete Unterrichtsform. Wissensdefizite lassen sich durch allgemeine Fähigkeiten der Informationsverarbeitung nur schwer kompensieren.

6. Inhaltliches Wissen kann nicht durch den Erwerb von Schlüsselqualifikationen ersetzt werden

So plausibel das zum überstrapazierten Schlagwort gewordene Konzept der Schlüsselqualifikationen auch ist, so verschwommen ist es. Hier gilt die Aussage: Je allgemeiner eine Regel, eine Strategie oder eine Handlungsroutine, umso geringer ist ihr Beitrag zur Lösung eines anspruchsvollen Problems. Es ist ein Irrtum zu glauben, man solle den Kindern nur noch einen Kanon von Schlüsselqualifikationen beibringen, weil in der Schule erworbene Qualifikationen zu schnell veralten! Eine solche Ideologie verstellt den Blick auf die psychologische Tatsache, dass bessere Schülerleistungen nur durch bessere Leistungen der Schule erreicht werden können. Das erforderliche Wissen entfalte sich bei Kindern eben nicht spontan, sondern müsse systematisch aufgebaut werden.

7. Der Erwerb selbständiger Lernkompetenzen ist als Voraussetzung einer lebenslangen Bildung (Aufbau metakognitiver Kompetenzen) von fundamentaler Bedeutung

Man versteht darunter einerseits das subjektive Wissen über Lernen und Denken, über die eigenen Schwächen und Stärken sowie über die Strategien des Wissenserwerbs wie des Problemlösens und andererseits die Anwendung dieses Wissens in unterschiedlichen konkreten Lern- und Leistungssituationen. Denken lernt man nicht aus Regeln zum Denken, sondern am Stoff zum Denken. Dafür sind selbständiges und selbstverantwortliches Arbeiten, freie geistige Tätigkeit, Gruppenarbeit und offener Unterricht notwendig, weil Schüler nur auf diese Weise Erfahrungen mit dem eigenen Lernen machen können. (Extrem schwierige pädagogische Aufgaben, weil es dazu an erfolgversprechenden didaktischen Modellen und Materialien fehlt)

8. Fachliches und überfachliches Lernen sind zwei notwendige Transferformen dafür, dass sowohl kognitiv-systematisch als auch situiert-lebenspraktisch gelernt wird

Fachlichem und überfachlichem Unterricht kommt die gleiche Bedeutung zu. Die Systematik der Inhalte ist der eine Weg, die Besonderheit der lebensweltlichen Phänomene, Probleme und Projekte der andere. Eine kritische Analyse der vorliegenden Literatur ergibt, dass systematisch-kognitives Lernen vor allem den vertikalen Transfer verbessert, während situiertes Lernen vor allem den horizontalen Transfer begünstigt, d.h. die Anwendung und Erweiterung des Wissens in ähnlichen sozialen oder inhaltlichen Kontexten und Situationen.

9. Die erfolgreiche Förderung motivierender Kräfte und willenssteuernder Kompetenz entscheidet darüber, ob nur für die Schule, sondern auch und vor allem für das Leben gelernt wird

Es ist ein Bildungsziel höchsten Ranges, bei jungen Menschen eine Persönlichkeitsentwicklung zu fördern, die sie befähigt, vielfältige und intrinsische Bedürfnisse für wichtige Lernziele zu entwickeln, eine realistische Einschätzung eigener Tüchtigkeit zu erfahren, Toleranz und Urteilsfähigkeit im Umgang mit widersprüchlichen Informationen zu erwerben, Erfolg- und Mißerfolgserlebnisse selbstwertdienlich zu verarbeiten, das richtige Maß an langfristiger Ziel- und kurzfristiger Situationsorientierung zu begreifen, die innere Abschürfung gegenüber ablenkenden Reizen zu lernen, die Zusammenarbeit mit anderen zu üben und schließlich die Eigenverantwortlichkeit für das eigene Handeln bei sich umzusetzen. Hier sind Handlungs- und Wertorientierungen in Bildungs- und Erziehungsprozeß implementiert, die deutlich machen, wie komplex lernpsychologische Prozesse und Mechanismen ablaufen, um aus kognitiven Kompetenzen Welt-, Wert- und Handlungsorientierungen zu machen.

10. Ein guter Lehrer ist immer auch ein gut ausgebildeter Lehrer

Die professionelle Aus- und Weiterbildung von Lehrern ist der kurz- und langfristige Schlüssel zur Qualitätsverbesserung von Schule und zur Erreichung einer neuen Lernkultur.

Die Wirksamkeit menschlicher, pädagogischer und didaktischer Tugenden eines Lehrers verbessert sich, je mehr er zum Experten für Unterricht und Erziehung und zum anerkannten Experten für den Unterrichtsgegenstand wird. Der Fachkompetenz kommt eine hohe Bedeutung zu.

1 Grundlagen der Qualitätsentwicklung im Fach Mathematik für die eigene Schule

1.1 Unabdingbare Voraussetzung: ein verbindlicher schuleigener Lehrplan

Ein **differenzierter schuleigener Lehrplan**, der neben mathematischen Inhalten auch verbindliche Verabredungen über

- Unterrichtsvorhaben,
- Medien,
- Methoden und
- Arbeitstechniken

enthält stellt in der Verbindung mit einer **funktionsfähigen Fachkonferenz**, die ihre Aufgabe darin sieht, die kollegiale Diskussion über Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichtes zu führen, eine wichtige Voraussetzung für die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung dar.

Konsens wird nicht immer leicht und vor allen Dingen nicht sofort erfolgen. Vereinbarungen können nur mit Kompromissen der einzelnen Kollegin, des einzelnen Kollegen einhergehen. Die Fachkonferenz darf nicht als Kontrollorgan für die einzelne Kollegin, den einzelnen Kollegen gesehen werden, sondern kann als Chance und Möglichkeit begriffen werden, um

- Verlässlichkeit der Absprachen im Fachbereich Mathematik zu erreichen,
- Teamarbeit als Austausch- und Hilfsmöglichkeit zu nutzen,
- die Arbeit der einzelnen Lehrkraft ökonomischer zu gestalten,
- abgesicherte Vorgaben für die Arbeit fachfremder Kollegen zu ermöglichen,
- organisatorische Wechsel - bzw. Tauschmöglichkeiten (Lehrer / Lehrer, Schüler / Schüler) zwischen Jahrgangsstufen bzw. Lerngruppen möglich zu machen.

Diese Vorteile fokussieren beispielhaft in einer der Grundvoraussetzungen der Qualitätsentwicklung, dem schuleigenen Lehrplan, der über die Unterrichtsinhalte aller Klassenstufen als curricularen Prozess Auskunft gibt. Ohne einen solchen verbindlichen schuleigenen Lehrplan müssen alle anderen Bemühungen um Qualitätsentwicklung als Stückwerk gesehen werden.

1.1.1 Beschreibung einer Fachkonferenz zur Entwicklung eines schulinternen Lehrplans

Eingangsvoraussetzungen

Die Mitglieder der Fachkonferenz haben im Vorfeld Arbeitsgruppen gebildet, die aus Lehrerinnen und Lehrer eines Jahrgangsteams bestehen. Diese Arbeitsgruppen einigen sich auf der Grundlage der Arbeitspläne der Gruppenmitglieder auf einen gemeinsamen Lehrplan dieser Jahrgangsstufe, der danach den Mitgliedern der Fachkonferenz zur Verfügung gestellt wird.

Zielsetzung

Zielsetzung der Fachkonferenz soll der Beschluss eines schulinternen Lehrplans sein, der entweder

- a) als absolut verbindlicher Minimalplan verstanden wird oder

b) als verbindlicher Minimalplan mit Erweiterungsmöglichkeiten vereinbart wird.

Möglicher Ablauf der Sitzung

Phase 1:

Gruppenarbeit mit den Lehrerinnen und Lehrer einer Jahrgangsstufe (5/6, 7/8, 9/10)

Arbeitsaufträge:

- a) Koordinieren Sie unter Beachtung der Vorgaben der Richtlinien und der Lehrpläne die Jahrgangspläne zu Doppelplänen!
- b) Dokumentieren Sie den Doppeljahrgangsplan im vorgegebenen Format ! (Folie / Plakat / o.ä.)

Phase 2:

Plenumssitzung mit allen Lehrerinnen und Lehrer zur Erstellung des Gesamtplanes:

Sichtung der Doppeljahrgangspläne

Beratung und Abgleich aller Pläne hinsichtlich festgelegter Kriterien wie zeitliche Faktoren, vertikaler Vernetzung, kumulierendes Lernen, ...

Phase 3:

Beschlussfassung zur Arbeit mit dem schuleigenen Lehrplan

Anmerkung: Für Schulen mit einer kleinen Fachkonferenz kann Phase 1 entfallen!

1.1.2 Material für die Fachkonferenz zur Erarbeitung eines schuleigenen Lehrplans

Arbeitsauftrag für eine Doppeljahrgangsstufe...

- 1) Notieren Sie Unterrichtsinhalte Ihrer Jahrgangsstufe thematisch auf jeweils einer Karte!
- 2) Führen Sie einen Konsens herbei über:
 - die Reihenfolge der Themen und
 - die zu veranschlagenden Zeiträume!
- 3) Bereiten Sie Ihr Ergebnis übersichtlich auf einem Plakat für das Plenum vor!



zusätzlicher Arbeitsauftrag (evtl. gemeinsam mit dem Plenum)

- 4) Überprüfen Sie das Ergebnis bezüglich:
 - der vorgeschriebenen Lerninhalte der Richtlinien
 - der vertikalen Vernetzung der Lerninhalte
 - ...

1.2 Arbeit der Fachkonferenz

1.2.1 Aufgabenbereiche der Fachkonferenz

Nachdem die Fachkonferenz sich auf einen schuleigenen Lehrplan geeinigt hat, ergeben sich darüber hinaus bezüglich der Qualitätsentwicklung und -sicherung weitere Aufgabenbereiche:

- die Parallelarbeit vorbereiten

Manchmal bedarf es eines Anlasses, der auf den ersten Blick als störend oder lästig angesehen werden könnte, um einen Anreiz für die gemeinsame kollegiale Diskussion zu finden. Dieser Anlass könnte die Vorbereitung der ersten Parallelarbeit sein. Er verstärkt die innerschulische Auseinandersetzung über Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichts. Wenn sie im Sinne der einführenden Bemerkungen verstanden wird, vollzieht sich die Beratung wesentlicher Fragen bzgl. der Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichtes sowie der Bemühungen um Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung in der Schule in der Vorbereitung der ersten Parallelarbeit.

Die ausführliche Darstellung der Arbeitsschritte im Überblick zur Vorbereitung der ersten Parallelarbeit (aber auch jeder folgenden Parallelarbeit in den nächsten Jahren) findet sich mit erläuterndem Kommentar im Kapitel 2.

- sich mit aktuellen Ansätzen des Mathematikunterrichts auseinander setzen¹

Besonders hilfreich für die Arbeit der Fachkonferenz erscheint zurzeit die Auseinandersetzung mit den Modulen des BLK-Schulversuches (siehe <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/>). Exemplarisch seien hier genannt:

- ⇒ Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht (Modul 1)
- ⇒ Aus Fehlern lernen (Modul 3)
- ⇒ Sicherung von Basiswissen - Verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichem Niveau (Modul 4)
- ⇒ Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen (Modul 5)
- ⇒ Verantwortung für das eigene Lernen stärken (Modul 9)
- ⇒ Prüfen, Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs (Modul 10)

- sich mit den von der Wirtschaft geforderten Schlüsselqualifikationen² auseinander setzen

Die ausbildenden Unternehmen stellen zu Recht Ansprüche an die Schulabgänger. Berufsausbildung muss auf einer soliden schulischen Basis aufbauen können. Betriebe erwarten, dass am Ende der Schulausbildung die Grundlagen für eine stabile Persönlichkeit, für Gemeinschaftsfähigkeit, für Lern- und Leistungsbereitschaft gelegt sind und grundlegende Kenntnisse in allen Fächern erworben wurden. Die Frage, was die Schule in Bezug zur Vorbereitung auf das Berufsleben zu leisten hat, sollte nicht nur gestellt, sondern auch beantwortet werden.

¹ Siehe Anhang

² Siehe Materialteil (S.34)

Berufliche Sachzwänge und die Arbeit in den Unternehmen erfordern zwingend bestimmte arbeitsethische Grundeinstellungen. Persönlichkeitswerte, Motivationsfaktoren und grundsätzliche Werteinstellungen finden wieder Beachtung. Die oft als Sekundärtugenden diskreditierten Verhaltensmuster gewinnen beim Umgang mit moderner Technik wieder an Gewicht.

Allgemeines Wehklagen über nicht erreichte Lernziele darf aber nicht den Sinn von Unterricht in Frage stellen, sondern nur als Aufforderung interpretiert werden, im kollegialen Austausch Schlüsselqualifikationen und Kompetenzen, die aus dem Mathematikunterricht erwachsen sollen, festzulegen und dabei Außenerwartungen zu berücksichtigen.

- Korrektur und Bewertung von Schülerleistungen vereinbaren

Im Hinblick auf die Auswertung und Dokumentation der ersten Parallelarbeit muss im Vorfeld Einigkeit darüber erzielt werden, wie Schülerleistungen - hier die Bearbeitung von schriftlichen Aufgaben - zu korrigieren und zu bewerten sind.

Insbesondere muss überprüft werden, inwieweit Teilleistungen bzw. unvollständige Lösungen bewertet werden. Darüber hinaus ist festzulegen, welche Leistungen (wiederholendes Bearbeiten, Anwendungen, Transfers, kreatives Entwickeln) mit welchen Anteilen in einer Arbeit überprüft werden sollen (siehe Kapitel 2.1).

Um gleiche Bewertung von Leistungen sicherzustellen, ist der Austausch über die Bewertung einer Klassenarbeit in einer Klassenstufe der erste Schritt, um später einen möglich großen Konsens in der Schule zu erreichen.

- Organisationsstrukturen optimieren

Verlässliche Regelungen in den organisatorischen Strukturen einer Schule tragen erheblich zur Zufriedenheit der Lehrerinnen und Lehrer und der Sicherheit der kollegialen Arbeit bei. Dazu kann die Fachkonferenz durch Beschlüsse zu folgenden Aspekten der schulischen Arbeit beitragen.

- ⇒ Kontinuität der Unterrichtsverteilung
- ⇒ Kurssysteme / Kurseinteilung
- ⇒ Verteilung der Stunden in der Woche
- ⇒ Förder- und Stützkurse
- ⇒...

- Zeiträume für bestimmte Zielsetzungen festlegen

Überprüfbare Qualitätsentwicklung kann nur erfolgreich stattfinden, wenn für festgelegte Zeiträume erreichbare Ziele oder Arbeitsvorhaben vereinbart werden. Qualitätssicherung manifestiert sich in regelmäßiger Überprüfung der gefassten Vereinbarungen und Zielvorgaben.

Beide Arbeitsschritte führen zum Erfolg, wenn angestrebte Teilziele schriftlich und formell fixiert werden und dadurch die Bedeutung gewinnen, die mündliche Absprachen - z. B. in Pausengesprächen - nicht erlangen können. Die Einhaltung der Vereinbarungen gebietet der kollegiale Konsens. Im Einzelfall mag es nötig sein, die Einhaltung durch den Vorsitzenden der Fachkonferenz einzufordern oder durch den Schulleiter durchsetzen zu lassen. Es ist sinnvoller, konkrete Teilziele zu beschreiben, die leichter zu erreichen sind als gewaltige Globalziele, die häufiger schon nach kurzer Zeit in Frage gestellt werden und dann zu erheblichen Motivationsverlusten führen können.

- Ausschüsse bilden und Aufgaben delegieren

Je nach Größe der Schule und damit auch der einzelnen Fachschaften sind die zu bearbeitenden Probleme besser in der Fachkonferenz oder in Ausschüssen zu bearbeiten, die zu Teilproblemen Vorschläge und Vorlagen ausarbeiten, die dann der Fachkonferenz vorgelegt werden.

Diese Arbeitsweise ermöglicht gleichzeitig die Bearbeitung mehrerer Problembereiche und ist deshalb bei zahlenmäßig großen Fachkonferenzen sicherlich eine Zeit sparende und effektive Arbeitsweise.

Fachkonferenzen kleinerer Schulen benötigen deshalb mehr Zeit, die anstehenden Themen zu bearbeiten, da die Ausschussarbeit nur in geringem Maße möglich sein wird.

- kollegialen Austausch über den eigenen Unterricht durchführen

Die Vorbereitung der ersten Parallelarbeit führt schnell von den grundlegenden und praktisch-organisatorischen Fragen zu den wesentlichen Fragen, die sich mit der Durchführung von Mathematikunterricht heute beschäftigen.

Damit steht der eigene und der in der eigenen Schule erteilte Unterricht auf dem Prüfstand. Inhalte dieses kollegialen Austausch können sein:

- ⇒ Anforderungen an Schülerinnen und Schüler bzgl. Fähigkeiten und Fertigkeiten
- ⇒ Anforderungen an Schülerinnen und Schüler bzgl. des Arbeitsverhaltens
- ⇒ Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler (mathematische Arbeitsweisen)
- ⇒ Methodenkompetenz der Lehrerinnen und Lehrer
- ⇒ pädagogische Fragen (Lehrer als Wissensvermittler/ Erzieher)
- ⇒ gemeinsamer Entwurf einer Unterrichtsreihe
- ⇒ Bewertung von Schülerleistungen
- ⇒ ...

1.2.2 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz (Modell I)

Eingangsvoraussetzungen

Sowohl die Lehrpläne als auch die rechtlichen Bestimmungen zur Konzeption der Parallelarbeit fordern eine stärkere inhaltlich-thematisch orientierte Fachkonferenzarbeit, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckt und Auswirkungen auf den Unterricht hat.

Zielsetzung

Erstellung eines Arbeitsplanes für die Fachkonferenz

Möglicher Ablauf der Sitzung (Modell I)

Phase 1:

Gruppenarbeit mit Kartenabfrage: Jede Kollegin und jeder Kollege notiert vier Arbeitsbereiche / Aufgaben, die nach persönlicher Meinung die Fachkonferenz in Zukunft bearbeiten sollte (freie Form).

Alternativ: Jede Kollegin und jeder Kollege wählt aus einer Anzahl vorgegebener Karten (siehe Materialteil) mit möglichen Arbeitsbereichen vier Karten mit den wichtigsten Bereichen aus.

Bei beiden Verfahren werden die Karten sortiert, doppelte ausgesondert, ähnliche zugeordnet und dann mit Überschriften versehen auf Plakate fixiert.

Phase 2:

Im Plenum werden die Gruppenergebnisse gesichtet und verglichen. Die genannten Arbeitsbereiche werden zusammengeschrieben. Mittels der Methode „Entscheidungstorte“ (siehe Materialteil) werden die Arbeitsbereiche ermittelt, die zuerst bearbeitet werden sollen.

Phase 3:

Verabschiedung des Arbeitsplanes im Plenum evtl. verbunden mit der Bildung von Arbeitsgruppen zu einzelnen Aufgaben (Wer macht wann, was, mit wem und mit welchen Mitteln?).

1.2.3 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz (Modell II)

Vorbemerkung

In vielen Kollegien stoßen Kartenabfragen häufig auf unbegründete Ablehnung. Hier oder auch in Fachkonferenzen mit nur wenigen Mitgliedern bietet sich deshalb „Mind-Mapping“ als Methode an, Aufzeichnungen und Notizen zu machen. Die Gehirnforschung hat festgestellt, dass man mit dieser Methode exzellente und kreative Denkleistungen erbringen kann, da das Gehirn optimal genutzt wird, weil Wissen hier in Beziehungen und Assoziationen gespeichert wird. Man kann mit dieser Methode bei Besprechungen „mitschreiben“, Texte strukturieren, Projekte planen, Ideen finden oder auch Wissen (Lernstoff) strukturieren u.a. Im Materialteil sind zwei Beispiele, die das „Mind-Map-Verfahren“ näher erläutern sollen:

- a) Sammlung zu den Aufgaben der Fachkonferenz
- b) Umsortiertes und ergänztes Schaubild

Möglicher Ablauf der Sitzung (Modell II)

Phase 1:

Zunächst wird zum Begriff „Fachkonferenzarbeit“ ein Mind-Mapping durchgeführt. Die persönlichen Mind-Maps werden innerhalb einer Gruppe diskutiert, strukturiert und als gemeinsame Übersicht der Gruppe gestaltet.

Phase 2:

Im Plenum werden die Gruppenergebnisse gesichtet und verglichen. Hieraus werden Arbeitsbereiche für die zukünftige Fachkonferenzarbeit entwickelt. Eine Gewichtung der einzelnen Bereiche lässt sich mittels einer „Entscheidungstorte“ (siehe Materialteil) bestimmen, um eine Abfolge in der Bearbeitung festzulegen.

Phase 3:

Verabschiedung des Arbeitsplanes im Plenum evtl. verbunden mit der Bildung von Arbeitsgruppen zu einzelnen Aufgaben (Wer macht wann, was, mit wem und mit welchen Mitteln?).

1.2.4 Materialien

Arbeitsblatt für die Durchführung einer Fachkonferenz

Liste der Schlüsselqualifikationen

Arbeitsbereiche der Fachkonferenz (Karten)

Entscheidungstorte

Sammlung zu den Aufgaben der Fachkonferenz (Mind-Map)

Umsortiertes und ergänztes Schaubild (Mind-Map)

Maßnahmenbündel zur Qualitätsentwicklung und –sicherung in Nordrhein-Westfalen

Typische Elemente eines Schulprogramms

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Modell I

Arbeitsauftrag 1 für die Gruppenarbeit

Wählen Sie aus den Karten die vier Karten mit den Themen aus, die Sie als vor-
dringlich für die weitere Arbeit der Fachkonferenz ansehen.



Arbeitsauftrag 2 für die Gruppenarbeit

1. Heften Sie die Karten undiskutiert auf ein Plakat.
2. Sichten Sie die Karten und formulieren Sie Themenschwerpunkte.
3. Sortieren Sie die Karten nach diesen Themenschwerpunkten.



Arbeitsauftrag 3 im Plenum

Erläutern Sie das Plakat im Plenum.



Modell II

Arbeitsauftrag 1 für die Gruppenarbeit

1. Schreiben Sie das zentrale Thema (hier: „Fachkonferenzarbeit“) in die Mitte eines leeren Blattes.
2. Ergänzen Sie um diese Mitte Schlüsselwörter, die Ihnen zu diesem Thema einfallen und verbinden Sie diese immer mit dem Mittelpunkt.
3. Stellen Sie Ihr Mind-Map in der Gruppe vor und vergleichen Sie es mit den Mind-Maps der Gruppenmitglieder.
4. Entwickeln Sie ein gemeinsames Mind-Map.



Arbeitsauftrag 2 im Plenum

Erläutern Sie das Mind-Map im Plenum.

Benennen und nummerieren Sie Arbeitsbereiche für die Fachkonferenz.

Legen Sie auf der Pappe Kreissegmente für die einzelnen Arbeitsbereiche fest, die Ihrer Einschätzung der Bedeutung des jeweiligen Bereiches entsprechen.

Kleben Sie die einzelnen Stücke nach den Arbeitsbereichen sortiert (Nummer) zu neuen Torten auf einem Plakat zusammen.

Zusatzinformationen zum Mind-Mapping

Beim Aufschreiben werden nur einzelne Substantive, Adjektive oder Verben verwendet. Zu Anfang geht es darum, so viele Begriffe wie möglich strukturiert auf das Papier zu schreiben. Hier sollte auch nicht zensiert werden. Als Oberbegriffe bieten sich häufig Bezeichnungen wie Zweck, Einsatzgebiet, Probleme, Erfahrungen, Lösungen etc. an. Man kann sich aber auch an „W- Fragen“ orientieren: Was? Wer? Wann? Wo? Warum? Wie? usw. Es empfiehlt sich, die „Mind-Maps“ nach ein paar Tagen, Wochen oder Monaten immer mal wieder anzuschauen und zu prüfen Sie, ob sie immer noch verständlich sind. Wenn nicht, sollten sie korrigiert werden. Mit der Zeit entwickelt jeder eine eigene Art, kreativ mit diesem Verfahren effektive Ergebnisse zu erzielen.

Schlüsselqualifikation für den Übergang ins Berufsleben

Grundwissen in wichtigen Lern- und Lebensbereichen (Fachliche Kompetenz)

1. Grundlegende Beherrschung der deutschen Sprache in Wort und Schrift
2. Beherrschung einfacher Rechentechniken
3. Grundlegende naturwissenschaftliche Kenntnisse
4. Grundkenntnisse in wirtschaftlichen Zusammenhängen
5. Grundkenntnisse in Englisch
6. Kenntnisse und Verständnis über die Grundlagen unserer Kultur

Grundhaltungen und Werteinstellungen (persönliche Kompetenz)

7. Zuverlässigkeit
8. Lern- und Leistungsbereitschaft
9. Ausdauer- Durchhaltevermögen - Belastbarkeit
10. Sorgfalt- Gewissenhaftigkeit
11. Konzentrationsfähigkeit
12. Verantwortungsbereitschaft - Selbstständigkeit
13. Fähigkeit zur Selbstkritik
14. Kreativität und Flexibilität

Soziale Einstellungen (Soziale Kompetenz)

15. Kooperationsfähigkeit - Teamfähigkeit
16. Höflichkeit und Freundlichkeit
17. Konfliktfähigkeit
18. Toleranz

(Auszug aus der Informationsbroschüre:
„Was erwartet die Wirtschaft von den Schulabgängern?“
der Industrie- und Handelskammern in Nordrhein- Westfalen)

Arbeitsbereiche für die Fachkonferenz

Repertoire der Unterrichtsmethoden im Mathematikunterricht erweitern	Neue Aufgabenkultur entwickeln
Konsequentes pädagogisches Handeln im Mathematikunterricht vereinbaren	Fachliche Inhalte des Unterrichts gemeinsam vereinbaren
Grundsätze über die Korrektur von Klassenarbeiten vereinbaren	Eine Arbeit gemeinsam korrigieren
Grundsätze über die Bewertung von Klassenarbeiten festlegen	Eine Klassenarbeit gemeinsam planen
Struktureller Aufbau von Klassenarbeiten festlegen (Wiederholung, Anwendung und Transfer)	Terminliche Absprachen bezüglich der Unterrichtsthemen vornehmen

Eine Unterrichtsreihe gemeinsam planen	Eine gemeinsam durchgeführte Unterrichtsreihe auswerten
Schulinterner Lehrplan nach Anwendungsorientierung ausrichten	Einsatz von neuen Medien und Software planen
Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler entwickeln	Gemeinsame Materialbörse erstellen
Bessere Ausstattung mit Materialien für den Mathematikunterricht organisieren	Mathematikunterricht gemeinsam handlungsorientiert planen
Grundsätze zur Bewertung von Schülerleistungen erarbeiten	Mathematikunterricht unter dem Aspekt des fächerverbindenden Unterrichts planen
Anwendungsorientierung fördern und planen	Terminliche Absprachen bezüglich der Klassenarbeiten festlegen

Entscheidungstorte

Phasen: Evaluation und Planung

Sozialformen: Einzelarbeit und Plenum

Verlauf: Zu einem Inhaltsfeld werden verschiedene Aspekte gesammelt bzw. vorgegeben und nummeriert. Die TN¹ gewichten diese Aspekte, indem sie entsprechend ihrer Einschätzung, ihres „Für-wichtig-haltens“ einen Kreis in „Tortenstücke“ (Kreissegmente) einteilen und mit den entsprechenden Kennziffern versehen. Die einzelnen Stücke werden ausgeschnitten, nach Themen sortiert und auf Flipchart oder Plakat zu neuen Torten geklebt.

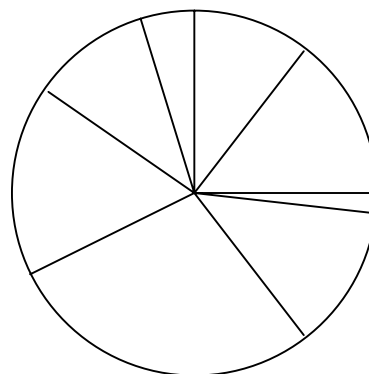
Kommentar: Die Meinungen und Interessen der gesamten Gruppe können so anschaulich zum Ausdruck kommen. Im Gegensatz zur Meinungsdarstellung über Bepunktung wird hier auch deutlich, wie intensiv sich einzelne TN die Zuwendung zum einen oder anderen Punkt gedacht haben (dies wird z. B. deutlich, wenn TN ihre gesamte Torte einem Thema zuordnen.) Das Verfahren eignet sich auch zur Planung oder Bewertung. Die TN gewichten ihre inhaltlichen Prioritäten für eine nächste Fortbildungssequenz oder ihre Kritik an einer vorausgegangenen. Variante: Anstelle eines Kreises kann den TN auch ein genau 10 cm langer Klebestreifen gereicht werden. Dieser kann von den TN in beliebige Teile zerteilt werden. Diese Teilstreifen werden dann unter gewünschte Themen geklebt. Wenn die Teilstreifen unter einem bestimmten Thema untereinander geklebt werden, entsteht wieder ein durchgehender Streifen, an dessen Länge die Intensität der Zuwendung zu diesem Thema gemessen werden kann (Thermometer).

Materialien: Flipchart oder Plakate, Stifte, vorbereitete Papierkreise oder Klebestreifen, Scheren, evtl. Klebstoff.

Beispiel zum Einsatz der Methode „Entscheidungstorte“ :

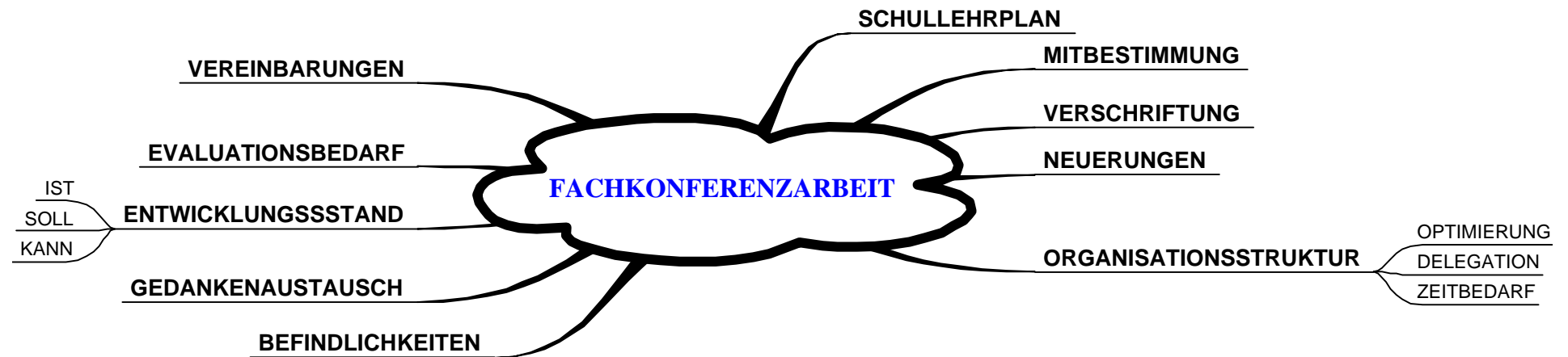
Nach der Klassenarbeit zum Thema „Trigonometrie“ wird die Entscheidungstorte benutzt, um die besonderen Schwierigkeiten bei der Klassenarbeit herauszufinden.

Ich hatte besondere Schwierigkeiten
beim Benutzen des Taschenrechners
beim Zeichnen der Graphen
die Aufgabenstellung zu verstehen
die Anwendungsaufgaben zu lösen
die Zeichnungen zu interpretieren
mit der Zeit auszukommen
Gleichungen umzuformen
die richtige Formel zu finden.

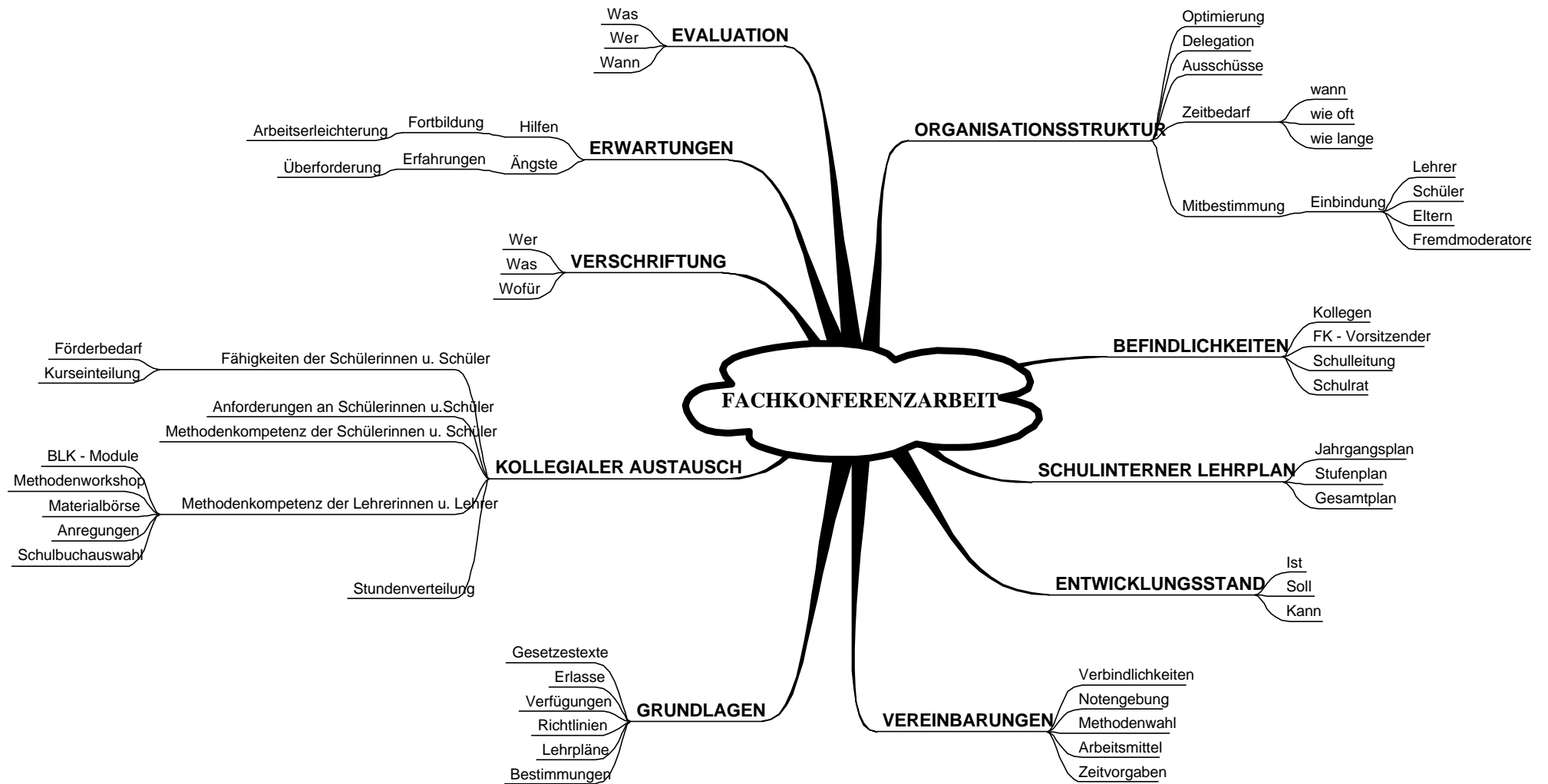


¹ TN bedeutet Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im Singular als auch Plural.

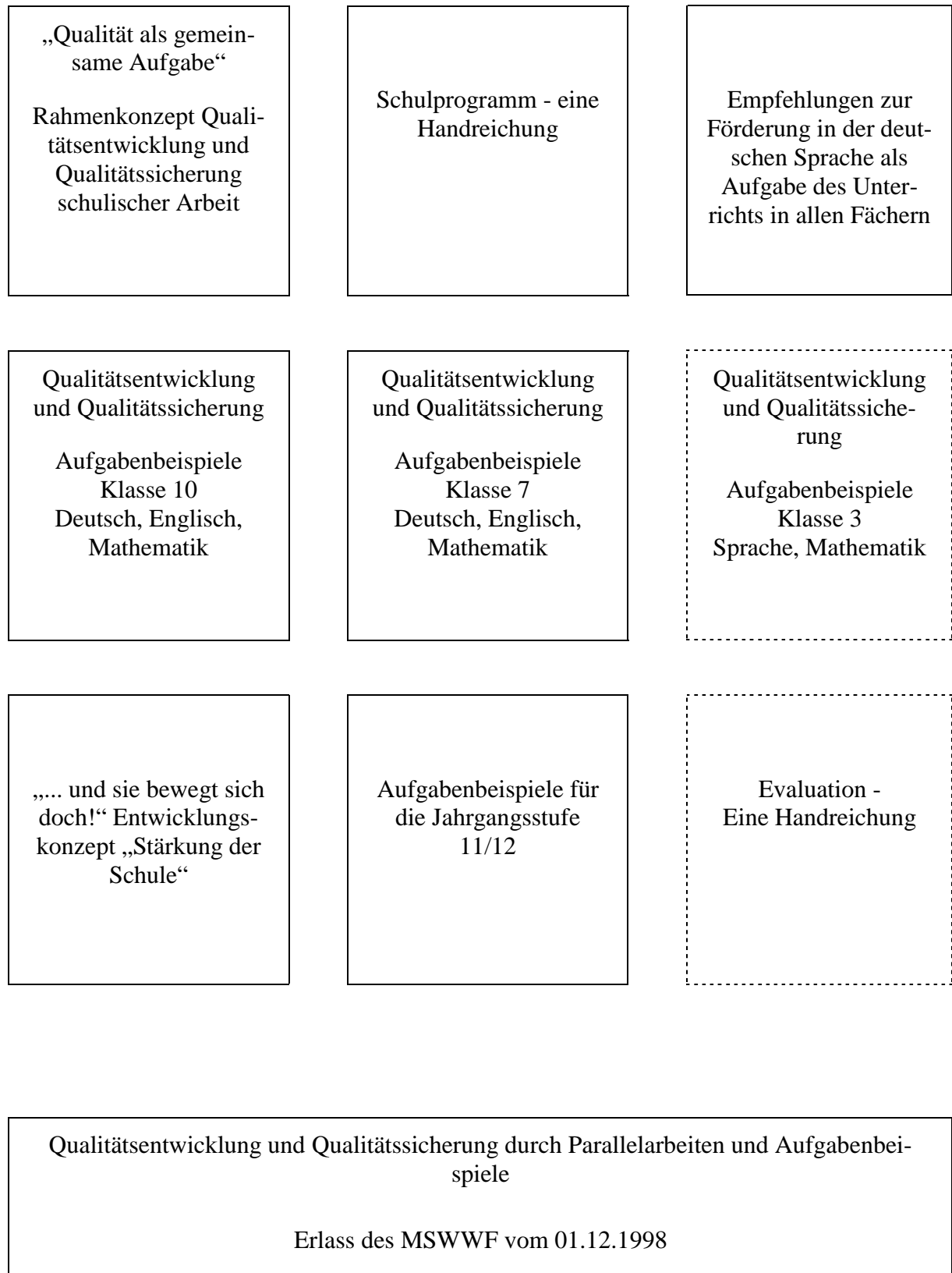
Beispiel für ein Mind-Map - Sammlung zu den Aufgaben der Fachkonferenz



Beispiel für ein umsortiertes und ergänztes Schaubild (Mind-Map)



Maßnahmenbündel zur Qualitätsentwicklung und –sicherung in Nordrhein-Westfalen



Aufgabenbeispiele und Schulprogramm

Das Schulprogramm ist das grundlegende Konzept der pädagogischen Zielvorstellungen und der Entwicklungsplanung einer Schule. Es soll der schulischen Arbeit Orientierung geben und sie steuern. Es integriert die Unterrichts- und Erziehungsarbeit einer Schule in einem zusammenfassenden Konzept und bestimmt die Perspektiven der Weiterentwicklung. Schulprogrammarbeit ist somit ein zentraler Bestandteil von Schulentwicklung und damit der Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit.

Schulprogramme nehmen die verbindlichen staatlichen Vorgaben auf. Sie haben deshalb einen Bestand an gemeinsamen Grundorientierungen. Gleichzeitig sind sie Ausdruck der Besonderheiten der einzelnen Schule als pädagogischer Handlungseinheit und ihrer Entwicklungsprozesse. Durch das Schulprogramm können besondere Schwerpunkte der schulischen Arbeit ausgeprägt und so eine Profilbildung vorgenommen werden.

Mit dem Auftrag, ein Schulprogramm zu entwickeln, verbindet sich die Aufgabe, in regelmäßigen Abständen die Durchführung und der Erfolg der schulischen Arbeit zu überprüfen. Dazu müssen Informationen über die schulische Arbeit gesammelt, verarbeitet und interpretiert werden. Solche Prozesse der Evaluation sollen zu gesicherten Beschreibungen der jeweiligen Praxis führen und Bewertungen nach klaren Kriterien ermöglichen. Sie sind damit Grundlage für gemeinsam zu treffende Entscheidungen über die Sicherung erreichter Qualitätsstandards und die Weiterentwicklung der schulischen Arbeit. Das Schulprogramm ist eine wichtige Grundlage für die Evaluation schulischer Arbeit.

Schulprogramme konkretisieren somit verbindliche Vorgaben und Freiräume im Hinblick auf die spezifischen Bedingungen vor Ort, bestimmen Ziele und Handlungskonzepte für die Weiterentwicklung der schulischen Arbeit und legen Formen und Verfahren der Überprüfung der schulischen Arbeit fest.

Das Schulprogramm kann zu unterschiedlichen Feldern schulischer Arbeit Aussagen enthalten.

Unverzichtbar ist allerdings der Unterricht als Kern schulischer Arbeit sowie die Erziehungsarbeit als genuiner Bestandteil des Bildungsauftrages der Schule.

Darüber hinaus können im Schulprogramm eine Vielzahl weiterer Arbeitsfelder berücksichtigt werden. Dazu gehören beispielsweise:

- das Schulleben
- die Zusammenarbeit mit den Eltern
- die Gestaltung der Schule als Lebensraum und die Öffnung der Schule
- die Zusammenarbeit mit dem Schulträger, der Jugendhilfe und weiteren Partnern aus dem Schulumfeld
- internationale Schulpartnerschaften und Begegnungen
- die Beratung der Schülerinnen und Schüler

Die Übersicht I M4.1 zeigt die typischen Elemente eines Schulprogramms, d. h. die schriftlich festgehaltenen Inhalte und Ergebnisse der Schulprogrammarbeit.

Die an den Aufgabenbeispielen orientierten Parallelarbeiten und Lernstandserhebungen sind ein wichtiger Bestandteile der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung einer Schule. Im

Rahmen der Schulprogrammarbeit übernehmen sie für den Arbeitsbereich Unterricht unterschiedliche Funktionen:

Aufgabenbeispiele konkretisieren beispielhaft die vorgegebenen fachlichen Ziele und Inhalte und verdeutlichen einen Teil der schulübergreifend verbindlichen Grundorientierungen, die Schulprogrammen zugrunde liegen.

Die Entwicklung schuleigener Parallelarbeiten entspricht dem Auftrag der einzelnen Schule als „pädagogischer Handlungseinheit“, im Rahmen ihrer Gestaltungsspielräume und ihrer Selbstverantwortung, Maßnahme zur dauerhaften Verbesserung der Wirksamkeit des Unterrichts durchzuführen. Die Aufgabenbeispiele liefern Modelle, die von der einzelnen Schule daraufhin geprüft werden müssen, welche am besten zu der an der Schule entwickelten Kultur fachlicher Arbeit passen bzw. welche in der Lage sind, neue Impulse zu geben. Die Entwicklung schuleigener Aufgaben und Parallelarbeiten ist somit Bestandteil der fachlichen Profilbildung einer Schule.

Parallelarbeiten und Lernstanderhebungen auf der Grundlage von Aufgabenbeispielen liefern zuverlässige Daten für die schulinterne Einschätzung der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler und mittelbar der Unterrichtsqualität. Sie stellen somit einen wesentlichen Bestandteil der Evaluation der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler und der im Schulprogramm formulierten unterrichtsbezogenen Ziele dar. Ergebnisse der Parallelarbeiten können daraufhin analysiert werden, inwieweit es der Schule insgesamt gelingt, die Ziele des Schulprogramms als dem zentralen Bezugsdokument für die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung umzusetzen.

Die anlässlich der Arbeit mit Parallelarbeiten und Aufgabenbeispielen gewonnenen Erkenntnisse bieten Hinweise, für bewahrensvalue Stärken, aber auch für notwendige Entwicklungsmaßnahmen. Die Arbeit mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten stoßen konkrete Projekte und Maßnahmen zur Entwicklung und Sicherung der Unterrichtsqualität an, die Rückwirkungen auf schulinterne Lehrpläne und auf das Schulprogramm insgesamt haben.

Typische Elemente eines Schulprogramms¹

- 1. Beschreibung der schulischen Arbeit als Ergebnis einer Bestandsaufnahme, Berichte über die bisherige Entwicklungsarbeit**
- 2. Leitbild einer Schule, pädagogische Grundorientierung, Erziehungskonsens**
- 3. Schulinterne Konzepte und Vereinbarungen für schulische Arbeitsfelder**
 - Schuleigene Lehrpläne für den Fachunterricht
 - Vereinbarungen zu Parallelarbeiten und zur Verwendung der Aufgabenbeispiele
 - Konzepte für fachübergreifendes Lernen und besondere fächerübergreifende Aufgaben wie Berufsorientierung, Umwelterziehung, interkulturelles Lernen usw.
 - Konzepte zum Bereich „Lernen des Lernens“ bzw. zur Schulung grundlegender methodischer Fertigkeiten
 - Vereinbarungen zur Leistungsbewertung
 - Konzepte für die Arbeit in bestimmten pädagogischen Einheiten (z. B. Erprobungsstufe, Abteilungen, Bildungsgänge)
 - Akzente im Bereich der Erziehungsarbeit
 - Konzepte für Bereiche des Schullebens
- 4. Schulinterne Arbeitsstrukturen und –verfahren (Geschäftsverteilungsplan, Konferenzarbeit, Lehrerausbildung u. a.)**
- 5. Mittelfristige Ziele für die Entwicklung der schulischen Arbeit**
- 6. Arbeitsplan für das Schuljahr**
- 7. Fortbildungsplanung**
- 8. Planungen zur Evaluation und zu den Evaluationsergebnissen**

¹ Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung NRW (Hg). *Schulentwicklung. Schulprogramm – eine Handreichung.* (= Schule in NRW 9027). Frechen (Ritterbach) 1998.

Der Weg zur Parallelarbeit

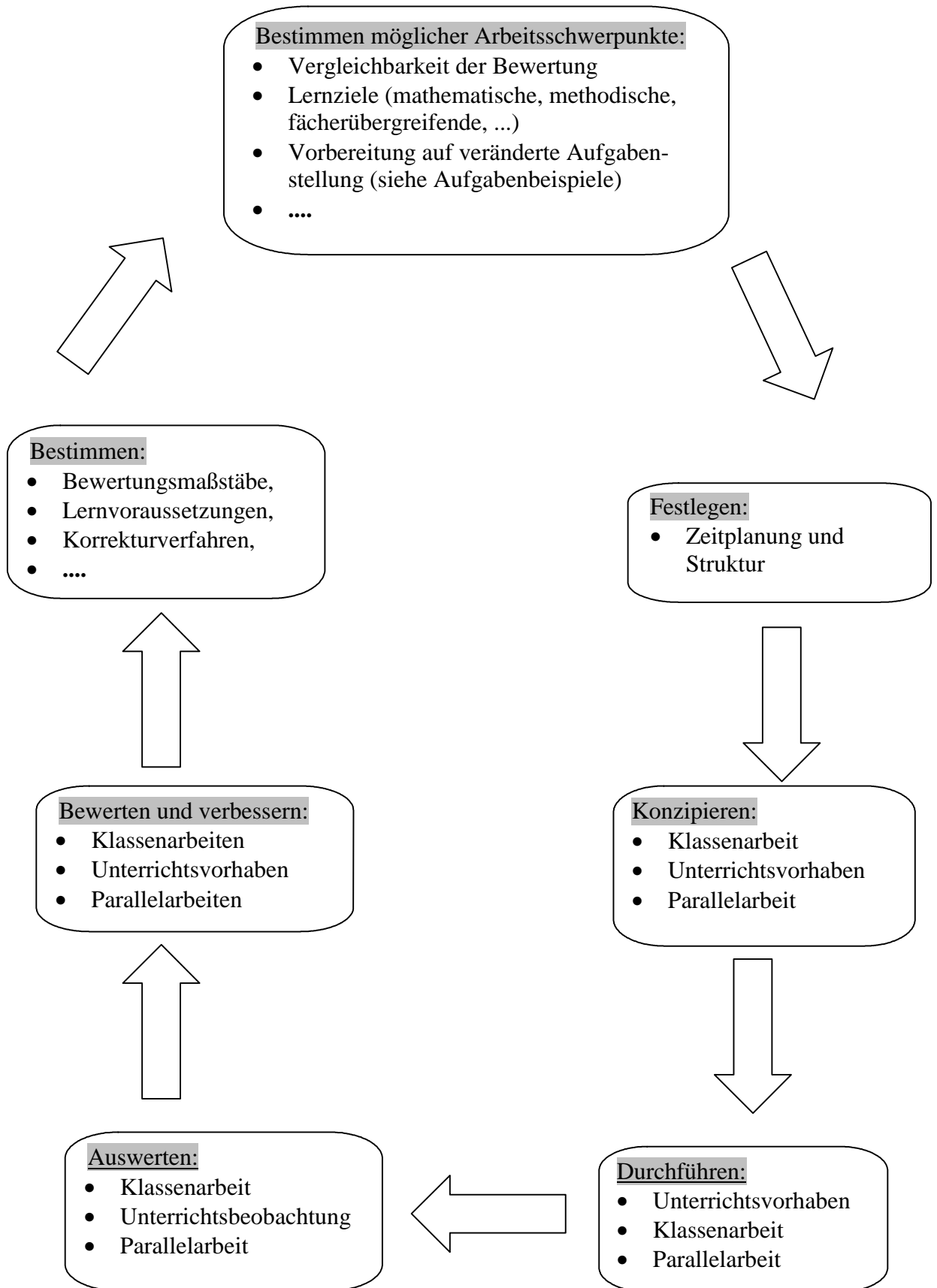
2 Der Weg zur Parallelarbeit

Jede Lehrerin und jeder Lehrer steht allein „vor der Klasse“. Diese Grundbedingung des Lehrberufes bietet vielerlei Chancen, die in der individuellen Gestaltung des Unterrichts genutzt werden. Die Diskussion über die Parallelarbeit führt dazu, die unterrichtliche Arbeit zu unterstützen, zu reflektieren und den Zeitbedarf durch Teamarbeit auch zu verringern und die gemeinsame Arbeit weiter zu verbessern. Zudem wird ein Diskurs über Ziele, Inhalte und Methoden des Mathematikunterrichts initiiert.

Ziel der Parallelarbeiten ist, dass sich die Lehrerinnen und Lehrer auf der Grundlage der festgestellten Lernergebnisse über die in ihrer Schule zu stellenden Anforderungen einigen. Vor diesem Hintergrund soll sich neben einer reflektierten und abgestimmten Leistungsbewertung im Kollegium eine gemeinsame Unterrichtskultur entwickeln, die die Schülerinnen und Schüler besser befähigt, den zuvor gemeinsam definierten Anforderungen der Schule gerecht zu werden.

Prozess der Entwicklung gemeinsamer Unterrichtsvorhaben (Klassenarbeit, Unterrichtseinheit, Parallelarbeit)

Das Schaubild versucht deutlich zu machen, dass allen drei in diesem Abschnitt beschriebenen Vorhaben eine gemeinsame prozesshafte Struktur zu Grunde liegt, die sowohl durch den Kreislauf als auch durch die **grau unterlegten Überschriften** hervorgehoben wird.



Grundannahmen für die Entwicklung von Unterricht

Lernen ist ein selbsttätiger Akt, denn keiner kann für den anderen lernen. Ausgehend von dieser Tatsache muss das Lernen dann leichter fallen und damit der Unterricht effektiver sein, wenn der Unterricht noch stärker aus der Perspektive des Lernenden geplant wird. Dabei wird ein erweiterter Lernbegriff zu Grunde gelegt, der sich in sechs Thesen fassen lässt (vgl. hierzu die Darstellungen in der Mediothek von learn:line (www.learn-line.nrw.de/Faecher/Mathematik/Lernsituationen))

- Lernen ist konstruktiv
- Lernen ist kumulativ
- Lernen ist kooperativ
- Lernen ist zielorientiert
- Lernen ist selbstreguliert
- Lernen ist situativ

Bei der Gestaltung von Unterrichtsvorhaben sollte versucht werden, diese Bedingungen erfolgreichen Lernens zu berücksichtigen. Wie ist dies nun möglich?

Lernen ist konstruktiv: Lernen ist ein aktiver Vorgang. Lernende machen beim Austausch mit ihrer Umwelt Erfahrungen und erreichen durch Interpretation und Reflexion dieser Erfahrungen eine Abstraktionsebene, auf der mathematische Zusammenhänge konstruiert werden.

⇒ *Der Unterricht soll möglichst viele Anregungen, Situationen bieten, in denen Lernende Erfahrungen machen können. Dabei gewährt der Lehrende Hilfestellungen bei der Reflexion und Interpretation.*

Lernen ist kumulativ: Neues Wissen, Strukturen, Fertigkeiten zu erwerben, bedeutet nicht, dass sie in der vorgegebenen Struktur kopiert werden, sondern sie werden in einer vorhandenen Umgebung eingebettet, verknüpft und verankert. Lernen geschieht also immer auf dem Hintergrund bereits Gelernten.

⇒ *Der Unterricht soll die Vernetzung zwischen „altem“ und „neuem“ Wissen klar verdeutlichen und ihre Verknüpfung durch das Ermöglichen vieler Lernwege, das Lernen in Sinnzusammenhängen oder sinnvoll erlebten Problemkontexten fördern.*

Lernen ist kooperativ: Lernen ist zwar ein selbsttätiger Vorgang, aber im Austausch mit anderen Lernenden werden Verständnisprobleme sowohl schneller deutlich als auch leichter gelöst, wenn diese Interaktion zwischen Schülerinnen und Schülern richtig angeleitet ist.

⇒ *Der Unterricht soll Aufgaben und dazu passende Arbeitsformen beinhalten, die die Zusammenarbeit mehrerer Schülerinnen und Schüler notwendig und sinnvoll macht.*

Lernen ist zielorientiert: Effektives mathematisches Denken und Handeln, d.h. das Lernen benötigt ein Ziel, das vom Lernenden als sinnvoll akzeptiert wird.

⇒ *Im Unterricht sollen die Schülerinnen und Schüler verstehen, was und warum sie lernen, damit über die Akzeptanz dieser Ziele die notwendige Anstrengung ermöglicht wird.*

Lernen ist selbstreguliert: Der effektiv Lernende ist in der Lage, seinen Lernfortschritt selbst zu steuern und zu beurteilen.

⇒ *Der Unterricht soll dazu notwendige Strategien wie die Planung, Reflexion und Überprüfung von Arbeitsschritten, Lernprozessen oder Lernleistungen im Rahmen der Entwicklung von Methodenkompetenz vermitteln.*

Lernen ist situativ: Lernen geschieht immer in einem Kontext, der sich aus der Lernsituation auf mathematischer, thematischer und emotionaler Ebene zusammensetzt.

⇒ *Der Unterricht soll berücksichtigen, dass neben den Situationen (Anwendungen, Themenfelder) zugleich auch das Erleben der Mathematik, d.h. Darbietung fertigen Wissens oder konstruktive Auseinandersetzung mit Mathematik, und die Haltung der Lehrerinnen und Lehrer zum Thema erhebliche Auswirkungen auf den Lernerfolg haben und ebenfalls gelernt wird. Dies bedeutet, dass nicht nur ein Inhalt, sondern zugleich die Art, wie dieser Inhalt vermittelt, angegangen wird, gelernt wird.*

Diese Thesen finden sich auch in der Grundintention der Aufgabenbeispiele, die durch die Überschriften „Einsichtiges Lernen in Zusammenhängen“ und „Anwendungsorientierung“ gekennzeichnet ist, wieder. Die Aufgabenbeispiele „intendieren durch die Anwendung des Gelernten in Sachzusammenhängen den horizontalen Transfer; sie zielen durch Vernetzung neuer Wissensbestände mit früher erworbenen und die Förderung der Einsicht in strukturelle Zusammenhänge auf den vertikalen Transfer [...] konfrontieren bewusst mit komplexeren Zusammenhängen [...] um die Fähigkeit anzusprechen, Sachverhalte zu mathematisieren [...] lassen auch unterschiedliche Arbeitsweisen und Lösungen zu“ (Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung. Aufgabenbeispiele Klasse 10: Mathematik. MSWWF, 1998: S. 37).

Auf der dargestellten Basis lassen sich Anforderungen an die Gestaltung eines Unterrichtsvorhabens formulieren:

- Einbeziehung für Schülerinnen und Schüler relevanter außermathematischer Kontexte und Mathematisierung dieser Kontexte,
- Vernetzung innerhalb der Mathematik, um implizite Wiederholungen zu gewährleisten und strukturelle Zusammenhänge (spiralförmiger Aufbau) aufzuzeigen und
- Förderung der Methodenkompetenz durch bewussten Umgang mit verschiedenen Lern- und Arbeitsformen.

Für die methodische Umsetzung gibt es dabei keine klare Anleitung, die auf jede Unterrichtssituation eine Lösung liefert, da die Abhängigkeit von den beteiligten Personen, dem Unterrichtsinhalt und den Zielen zu groß ist. Dies untermauert der Lernpsychologe Franz Weinert, indem er sich gegen die Behauptung ausspricht, dass „nur eine bestimmte Form des Lernens und Lehrens die beste oder gar die einzig richtige“ sei (vgl. „Qualität als gemeinsame Aufgabe“. Rahmenkonzept „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit“. MSWWF, Heft 9029, 1998: S. 14-18). Als Diskussionsgrundlage bieten sich hier die Auszüge aus dem Heft 9029 und aus der Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ an (vgl. Material 6 im Anschluss zur Einleitung).

2.1 Konsensbildung über Klassenarbeiten

Die Konsensbildung über Klassenarbeiten ist ein erster möglicher Schritt auf dem Weg zur Planung gemeinsamer Unterrichtsvorhaben und von Parallelarbeiten. Sie dient dazu, in einer Schule gemeinsame Lernstandards festzulegen und weiter zu entwickeln.

Dazu ist eine Einigung notwendig über

- die konkret zu erstellenden Anforderungen,
- die Kriterien zur Bewertung der Leistungen,
- die Korrektur und Nachbereitung,
- die Durchführung der Klassenarbeiten und
- die Umsetzung und Erprobung der getroffenen Absprachen.

Die folgenden Ausführungen haben keinen normativen Charakter, sondern sind als Aufforderung zu verstehen, die Diskussion über Leistungsbewertung anzuregen und im kontinuierlichen Dialog miteinander zu verbessern.

2.1.1 Verständigung über Grundsätze für die Gestaltung und das Anspruchsniveau einer Klassenarbeit

Grundsätze für Aufbau und Konzeption einer Klassenarbeit beraten

Die Lehrpläne der verschiedenen Schulformen äußern sich mehr oder weniger ausführlich über die Gestaltung und Durchführung von Klassenarbeiten, jedoch könnten folgende **allgemeine Grundsätze** für eine Klassenarbeit gelten:

Klassenarbeiten dienen der schriftlichen Überprüfung der Lernergebnisse einer vorausgegangenen Unterrichtssequenz. Sie sind so zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler Sachkenntnisse und methodische Fertigkeiten nachweisen können.

- Die Klassenarbeit sollte dem Leistungsvermögen der Lerngruppe angemessen sein.
- Der vorangegangene Unterricht ist bei der Auswahl der Klassenarbeitsaufgaben angemessen zu berücksichtigen. Klassenarbeiten und Aufgaben bedürfen angemessener Vorbereitung und müssen klar und verständlich formuliert sein.
- Die Aufgaben sollten zeitlich so bemessen sein, dass die überwiegende Zahl der Schülerinnen und Schüler die Klassenarbeit in der zur Verfügung stehenden Zeit in ansprechender Form und ohne Zeitdruck erledigen kann.
- Schriftliche Arbeiten sollten variationsreich gestaltete Aufgaben umfassen.
- Es ist sinnvoll, die Klassenarbeit so zu gestalten, dass die Anordnung der Aufgaben nach wachsendem Schwierigkeitsgrad erfolgt.

Bei der Gestaltung einer Klassenarbeit bietet sich eine Aufteilung der Aufgaben in drei Anforderungsbereiche an:

Anforderungsbereich I

Aufgaben, bei denen mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten in einfachen Sachzusammenhängen der vorangegangenen Unterrichtsreihe wiederzugeben sind.

Anforderungsbereich II

Aufgaben, die auf selbstständiges Auswählen, Darstellen, Anordnen und Verarbeiten bekannter Sachverhalte in einem bekannten Zusammenhang abzielen.

Anforderungsbereich III

Aufgaben, bei denen die erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten auf komplexe und unbekannte Zusammenhänge zu übertragen sind.

Bezogen auf die Lerngruppe und den zu definierenden Qualitätsstandard ist festzulegen, aus welchen Anforderungsbereichen die Aufgaben zu entnehmen sind. Eine Klassenarbeit sollte im Regelfall die drei verschiedenen Anforderungsbereiche enthalten. Einen Rahmen für die Anteile der drei Anforderungsbereiche innerhalb einer Klassenarbeit festzulegen, ist Gegenstand der Abstimmung der Fachkolleginnen und Fachkollegen sowie Fachkonferenzen. Die gewählten Anteile stehen im engen Zusammenhang mit dem Anspruchsniveau und der Bewertung der Schülerleistung.

Als Hilfe für die zeitliche Abschätzung einer Klassenarbeit könnte man auf Basis eines Zeitfaktors auf der Grundlage der eigenen Bearbeitungszeit zeitliche Einschätzungen vornehmen.

Klassenstufe 5/6: 3-4

Klassenstufe 7/8: 2-3

Klassenstufe 9/10: 2

Hinter der Klassenstufe erscheint der Zeitfaktor. Danach könnte man einer Klasse 5 z. B. 40 min Zeit einräumen, wenn man selbst die Aufgaben in ca. 10 min erledigen würde. Man sollte zudem beachten, die Klassenarbeit nicht auf die volle Schulstunde zu konzipieren, um den Schülerinnen und Schülern noch Zeit für die Selbstkontrolle zu lassen.

Organisatorische Voraussetzungen und die Nutzung von Hilfsmitteln festlegen

Der **Nutzung von Hilfsmitteln** z.B. Formelsammlungen und Taschenrechner (hier insbesondere den unterschiedlichen Modellen) in Klassenarbeiten kommt Bedeutung zu. Aufgabe der Fachkonferenz sollte es sein, über eine sinnvolle Nutzung zu diskutieren und möglichst einen Konsens zu finden.

2.1.2 Verständigung über Bewertungskriterien für eine Klassenarbeit

Durch die Erlasse und Lehrpläne wird zwar keine Benotung von Klassenarbeiten mittels Punkten vorgegeben, allerdings legt die Forderung nach Vergleichbarkeit und Transparenz der Leistungsmessung für Eltern, Schülerinnen und Schüler eine Bepunktung von Aufgaben nahe. Zudem erleichtert eine klar definierte Punktvergabe die parallele Korrektur einer Klassenarbeit durch einen oder mehrere Fachkolleginnen oder Fachkollegen.

Im weiteren Verlauf wird davon ausgegangen, dass die Klassenarbeit auf der Basis von Punkten konzipiert und bewertet wird.

Die Fachkonferenz hat die Aufgabe, die folgenden Grundsätze für die Bewertung von Klassenarbeiten festzulegen.

Die Punktbewertung bezogen auf die unten genannten Teilaspekte vereinbaren

Das Problem, Aufgaben nach Punkten zu bewerten, liegt in der richtigen Verteilung der Punkte. Würde die erbrachte Leistung als physikalische Größe verstanden, d.h. als Arbeit pro Zeit, so wären die Punkte nur vom Zeitaufwand der Lösung abhängig. Ein Addieren der Punkte wäre dann problemlos möglich. Lediglich bei Routineaufgaben ist dieser Leistungsbegriff der Physik anwendbar. In der Praxis beschreiben jedoch die Punkte in erster Linie ein erreichtes Niveau. Um dennoch mit Punkten sinnvoll Leistungen zu bewerten und Noten zuzuordnen, sollten einige Bedingungen erfüllt sein.

- Einzelaufgaben/Gesamtpunktzahl

Die Aufgaben der Klassenarbeit sind hinsichtlich der auszuführenden Arbeitsschritte zu analysieren. Jedem dieser Arbeitsschritte ist eine angemessene Punktzahl zuzuordnen. Das impliziert die Berücksichtigung von Zeitaufwand und Schwierigkeitsgrad.

Die **maximale Punktzahl** sollte nicht zu klein gewählt werden, um Spielraum für Punktabzüge zu haben. Diese Abzüge sind unterschiedlich groß zu wählen, abhängig davon ob kleine Fehler, schwere Fehler, grundlegende Fehler, Flüchtigkeitsfehler usw. vorliegen. Hierüber ist in der Fachkonferenz Konsens zu erzielen.

Ein zu diskutierendes Problem besteht auch darin, die **zu erreichenden Punkte bereits in der Klassenarbeit offen zu legen oder nicht**. Für die Aufnahme der Punkte in die Aufgabenstellung spricht mit Sicherheit die Transparenz der Punktvergabe, während Kritiker äußern, dass sich Schülerinnen und Schüler dadurch leicht verführen lassen, primär die Aufgaben anzugehen, die anscheinend die meisten Punkte haben, durch auftretende Schwierigkeiten nervös werden und infolge der Fehleinschätzung auch leichtere Aufgaben nicht mehr bewältigen.

- Teilergebnisse

Entsprechend des Punkteschemas der einzelnen Aufgabe erhalten Teilergebnisse die ihnen zustehende Bewertung.

- Lösungswege und deren Dokumentation

Besondere Bedeutung in Klassenarbeiten kommt der Dokumentation der Lösung durch den Schüler oder die Schülerin zu. Da nur so der Nachweis erbracht werden kann, dass jeder einzelne Arbeitsschritt erbracht worden ist. Es muss daher Ziel des Unterrichts sein, Schülerinnen und Schüler zur Dokumentation ihrer Lösungen anzuhalten und diese in Klassenarbeiten auch abzufordern. Vor allem offene Aufgabenstellungen, die alternative Rechenwege erlauben, erfordern, dass Schülerinnen und Schüler ihren Lösungsweg durch sachgerechte Skizzen, exakte Beschriftung, nachvollziehbare Rechnungen usw. dokumentieren. In diesem Zusammenhang wird zudem über **die Behandlung fehlender Größenangaben, Schlussätze usw.** in Aufgaben nachzudenken sein.

Bei der Zusammenstellung von Aufgaben einer Klassenarbeit werden häufiger thematische Überschneidungen verschiedener Unterrichtsinhalte vorkommen bzw. möglich sein und sich damit für Schülerinnen und Schüler auch **alternative Rechen- bzw. Lösungswege** anbieten. (z. B. im Rahmen der Trigonometrie die Verwendung des Satzes des Pythagoras). Korrekte, alternative Lösungen müssen mit der vollen Punktzahl bewertet werden.

Es ist auch sinnvoll, **Kommentare, die auf eine Fehlereinsicht oder Fehleranalyse des Schülers oder der Schülerin hindeuten, angemessen zu berücksichtigen**. Sie lassen Rückschlüsse zu, dass ein Schüler oder eine Schülerin in der Lage ist, Lösungen auf ihre Plausibilität hin zu beurteilen und nicht ungeprüft hinzunehmen. Denkbar sind Situationen, in denen ein Schüler oder eine Schülerin eine Probe zu einer Gleichung durchführt, oder z.B. eine Rechnung mit den trigonometrischen Funktionen mit dem Satz des Pythagoras überprüft, jedoch seinen Rechenfehler nicht findet und dies entsprechend kommentiert.

- Fehlertypen und Folgefehler

Über die Bewertung von „Fehlertypen“ muss sich die Fachkonferenz austauschen. Es sollte grundsätzlich festgelegt werden, wie viele Punkte für einzelne Fehlertypen abgezogen werden sollten, z.B. „Rundungsfehler“, „Einstellungsfehler beim Taschenrechner“ (z.B. RAD statt DEG). Dies bezieht sich auch auf den Fall, dass ein bestimmter Fehlertyp durchgehend wiederholt wird. In solchen Fällen sollten möglichst nicht bei jeder Aufgabe Punktabzüge für falsche Ergebnisse erfolgen, sondern man sollte über einen angemessenen Punktabzug von der Gesamtpunktzahl nachdenken und diesen mit einem Kommentar verbinden.

Auch über die Bewertung von Folgefehlern in Rechnungen muss Konsens erzielt werden. Gehäuft wird sich dieser Fehlertyp im Bereich der Algebra (Gleichungen, Auflösen von Klammern, ...) antreffen lassen. Hier sollte grundsätzlich diskutiert werden, wie viele Punkte abgezogen werden, bis die Rechnung falsch wird, oder wie man verfährt, wenn eine Schülerin oder ein Schüler bereits beim ersten Rechenschritt scheitert und in der Folge richtig weiter rechnet.

- Formalien

Durch die neuesten Erlasse¹ kommt den „Formalien“ eine besondere Bedeutung zu. Die Fachkonferenzmitglieder müssen sich darüber verständigen, mit wie vielen Punkten „Formalien“ wie Unterstreichen, Nebenrechnungen, Gliederungen, Sauberkeit u. ä. sowie die **Rechtschreibung** als auch die sprachliche Kompetenz in die Punktbewertung einfließen sollen.

Es erscheint pädagogisch sinnvoll, Formalien durch geringe Zusatzpunkte zu belohnen und nicht durch Punktabzug zu ahnden. Man könnte darüber nachdenken, Formalien grundsätzlich in Form von Punkten in die Gesamtwertung einzubeziehen, um einen Anreiz für die Schülerinnen und Schüler zu schaffen, gewissenhaft und sorgfältig zu arbeiten. Allerdings sollten diese immer möglichst den gleichen Prozentsatz der Punktzahl einer Klassenarbeit ausmachen und die Punktzahl so angesetzt werden, dass eine Abstufung der Bewertung von Formalien möglich ist.

In diesem Zusammenhang wird darauf verwiesen, dass insbesondere der Rechtschreibung fachlicher Termini besondere Bedeutung zuzumessen ist.

Die Notengebung - den erwarteten Qualitätsstandard festlegen

Es ist üblich, zunächst den Schnitt zwischen „ausreichend“ (4) und „mangelhaft“ (5) zu setzen. Er wird in der Praxis meist bei 40% - 50% der geforderten Leistung angesiedelt. Die Bandbreite für die beiden schlechtesten Noten „ungenügend“ (6) und „mangelhaft“ (5) ist in der Regel äquidistant, während diese Äquidistanz für die Bandbreite der Noten „ausreichend“ (4) bis „sehr gut“ (1) nicht

¹ Vgl. hierzu den Runderlass „Förderung der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern“

bei allen Punktverteilungen angewendet wird. Auch für die Noten „ausreichend“ bis „sehr gut“ sollten möglichst äquidistante Bandbreiten vereinbart werden. Welche Prozentverteilung für die Noten eine Fachkonferenz auch immer festlegt, eine solche Festlegung setzt einen Qualitätsstandard.

2.1.3 Verständigung über die Korrektur und die Nachbereitung der Klassenarbeit

Möglichkeiten der sinnvollen Berichtigung diskutieren

Es ist wenig sinnvoll, im Unterricht berichtigte Aufgaben anschließend fein säuberlich ins Klassenarbeitsheft übertragen zu lassen. Sinnvoll wäre es hier, über mögliche Alternativen nachzudenken. Mögliche Alternativen wären beispielsweise, wenn die Schülerin oder der Schüler entweder:

- **Eine Fehleranalyse anfertigt.** z.B. „Statt des kleinen Winkels von 30° hätte ich den Ergänzungswinkel 150° wählen müssen.“²
- **Zu jeder zu berichtigenden Aufgabe eine neue Aufgabe erfindet.**³
- **Die entsprechenden Aufgaben der Parallelgruppe löst und/oder berichtet,** falls die Klassenarbeit in zwei Gruppen geschrieben wurde.

Art und Umfang der (statistischen) Auswertung festlegen

Es ist hilfreich und für den weiteren Unterricht sehr effektiv, die Klassenarbeit einer statistischen Auswertung zu unterziehen. Diese kann Stärken und Schwächen der Arbeit und auch der unterrichtlichen Vorbereitung aufzeigen und Hinweise für die Nachbereitung der Unterrichtssequenz und für die Besprechung der Klassenarbeit geben. Zudem kann diese Rückschlüsse auf die Qualität der Aufgabenstellung zulassen.

Die Analyse lässt sich äußerst bequem mit Hilfe einer Tabellenkalkulation unter Einsatz eines Computers durchführen. Es ist sinnvoll, für jede Schülerin und jeden Schüler die erreichte Punktzahl pro Aufgabe und in der Summe sowie die durchschnittlich von allen Schülerinnen und Schülern erreichte Punktzahl pro Aufgabe zu ermitteln.

² Um hierbei den Bearbeitungsaufwand erträglich zu halten, ist es denkbar, dass diejenigen Aufgaben zu korrigieren sind, deren erreichte Punktzahl nur die Hälfte oder weniger von der Maximalpunktzahl beträgt.

³ Siehe Fußnote 1

Man erhält dann z.B. folgendes Bild:

Name / Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe
Punkte pro Aufg.	5	3	4	4	4	5	5	4	34
Paula	2,0	3,0	2,5	2,5	4,0	0,0	3,0	2,5	19,5
Michael	4,5	3,0	1,5	3,0	4,0	0,5	3,5	3,0	23,0
Dorothea	5,0	3,0	2,0	3,5	4,0	1,0	3,5	3,5	25,5
...
Durchschnitt	3,9	2,8	2,3	3,1	3,7	0,9	3,1	3,2	23,0

Wie diese Auswertung sofort zeigt, war die Aufgabe 5 für das Niveau der Klasse zu schwierig, die Aufgabe 2 hingegen wurde offensichtlich von fast allen Schülerinnen und Schülern gelöst. Eine Konsequenz wäre, z.B. den unterrichtlichen Inhalt von Aufgabe 5 nachzubereiten. Um den auftretenden Fehlern näher auf den Grund zu gehen, könnte man die Klassenarbeit auf Fehlertypen hin analysieren (vgl. Kapitel 3.1). Die Häufung bestimmter Fehler könnte Grundlage der Besprechung der Klassenarbeit in den Klassen sein und Aufschluss darüber geben, was an der Konzeption und dem Aufbau der Klassenarbeit verbesserungswürdig sein könnte.

Art und Umfang der Korrektur vereinbaren

Hinweise zu rechtlichen Grundlagen der Korrektur und zur Vereinbarung von möglichen Korrektursymbolen (sind im Materialteil zu finden).

2.1.4 Verständigung über die Durchführung von gemeinsamen Klassenarbeiten und die Umsetzung bzw. Erprobung der getroffenen Absprachen

Zur Durchführung von gemeinsamen Klassenarbeiten und zur Umsetzung und Erprobung der gemachten Vereinbarungen ist es erforderlich, verschiedene Absprachen bzgl. der weiteren Vorgehensweise zu vereinbaren. Hier muss schwerpunktmäßig über folgende Punkte nachgedacht werden:

Organisationsformen für parallele Klassenarbeiten vereinbaren

Die Organisationsform hängt von den schulinternen Bedingungen (personelle Besetzung, Größe der Systeme, ...) ab und kann nicht allgemein gültig für alle Schulen vorgegeben werden. An vielen kleinen Schulen unterrichtet oft nur eine Lehrkraft eine Jahrgangsstufe. An größeren Schulen sind sicherlich Kooperationen in kleinen Arbeitsgruppen von zwei bis drei Kolleginnen oder Kollegen oder in Form eines „Jahrgangsstufen-Teams der Fachkolleginnen und Fachkollegen“ als mögliche Einstiegsformen in die Durchführung gemeinsamer Klassenarbeiten denkbar.

Zeitpunkt und Durchführung der Klassenarbeiten vereinbaren

Die Klassenarbeit bildet in der Regel den Abschluss einer Unterrichtssequenz. Daher ist es erforderlich, im Vorfeld Absprachen auf Basis der schulinternen Lehrpläne (s. Kapitel 1) zu treffen, welche Inhalte (Vernetzungen zu anderen

fachlichen Themen) und welche Aufgaben (Anforderungsbereiche beachten) verbindlich behandelt werden sollen. Zudem sind zeitliche Absprachen über die Vorgehensweise erforderlich. Für die Konzeption der abschließenden Klassenarbeit bieten sich verschiedene Modelle der Durchführung an:

- Konzeption im Team
- Konzeption in einem „Patenschaftsmodell“, bei dem die Klassenarbeit im Wechsel von einem Teammitglied erstellt wird oder von Lehrerinnen und Lehrern, die nicht an der Jahrgangsstufe beteiligt sind.

Formen des Erfahrungsaustausches vereinbaren

Möglichkeiten für den Erfahrungsaustausch sind Gespräche der Fachkolleginnen und Fachkollegen oder der Austausch von Klassenarbeiten. Eine besondere Bedeutung ist jedoch der **schriftlichen Dokumentation einer durchgeführten Klassenarbeit** beizumessen, stellt sie doch einen ersten möglichen Schritt dar, den Erfahrungsaustausch über Klassenarbeiten zu intensivieren. Die schriftliche Dokumentation gewährleistet, dass eine Kollegin bzw. ein Kollege auf bereits bestehende Erfahrungen zurückgreifen kann. Die Vereinbarung über Austauschmöglichkeiten der Dokumentation (Weitergabe besonders gelungener Konzepte an das Team der folgenden Jahrgangsstufe oder die Schaffung eines „Klassenarbeitspools“ in Form von Klassenarbeitsordnern) können die Vorbereitung anderer Klassenarbeiten verkürzen und der Arbeitsökonomie und Arbeitsqualität zugute kommen. Neben der eigentlichen Klassenarbeit sollte die Dokumentation, die Bewertungskriterien, die verwendeten Hilfsmittel, die Zeitdauer, die Absprache über die Form der Berichterstattung und über die vereinbarten Inhalte und Aufgaben enthalten. Weiter gehende Analysen zum Anspruchsniveau der Klassenarbeit, Zeitplanung, Aufgabenstellung, ... sind sinnvoll. Die Art und den Umfang dieser Dokumentation fest zu legen, ist eine Frage der Absprache innerhalb der Fachkonferenz bzw. der beteiligten Fachkolleginnen und Fachkollegen.

2.1.5 Mögliche methodische Umsetzung in zwei Fachkonferenzen

Fachkonferenz 1

Eingangsvoraussetzungen

Im Vorfeld hat die Fachkonferenz ein Thema abgegrenzt, zu dem in der folgenden Fachkonferenz eine gemeinsame Klassenarbeit konzipiert werden soll.

Zielsetzung der Fachkonferenz

Die Fachkonferenz legt die Kriterien für die Gestaltung, das Anforderungsniveau und die Bewertung einer gemeinsam konzipierten Klassenarbeit fest.

Möglicher Ablauf der Sitzung

Phase 1

Die Fachkonferenz erarbeitet in der Gruppe oder im Plenum eine gemeinsame Klassenarbeit, die als Grundlage für die weitere Besprechung dient (s. Arbeitsauftrag 1).

Phase 2

(Bei kleinen Fachkonferenzen im Plenum; bei größeren Fachkonferenzen zuerst in parallelen Arbeitsgruppen und dann im Plenum.)

Die gemeinsam konzipierte Klassenarbeit wird bzgl. der Grundsätze für den Aufbau und nach Anforderungsbereichen analysiert und ein Bewertungsschema für die Klassenarbeit erarbeitet (s. Arbeitsaufträge 2 und 3).

Phase 3

Im Plenum erzielt die Fachkonferenz einen Konsens über den Aufbau und das Bewertungsschema der erarbeiteten Klassenarbeit (s. Arbeitsauftrag 4). Die Fachkonferenz legt fest, wann und unter welchen Bedingungen die gemeinsame Klassenarbeit geschrieben werden soll. Ein Termin für eine Fachkonferenz über die Bewertung und Nachbereitung der geschriebenen Klassenarbeit wird festgesetzt.

Fachkonferenz 2

Eingangsvoraussetzungen

Die in der 1. Fachkonferenz gemeinsam erarbeitete Klassenarbeit wurde inzwischen geschrieben. Die Ergebnisse liegen den Fachkonferenzmitgliedern zur weiteren Bearbeitung vor.

Zielsetzung der Fachkonferenz

Die Fachkonferenz legt auf Basis der Analyse einer geschriebenen Klassenarbeit die Rahmenbedingungen für die Gestaltung, das Anforderungsniveau und die Bewertung sowie die Nachbereitung von Klassenarbeiten fest.

Diese Rahmenbedingungen dienen als Basis zur Kooperation bei der Durchführung gemeinsamer Klassenarbeiten.

Möglicher Ablauf der Sitzung

Phase 1

(Bei kleinen Fachkonferenzen im Plenum; bei größeren Fachkonferenzen zuerst in Arbeitsgruppen und dann im Plenum)

Anhand einiger Klassenarbeiten werden die Ergebnisse verschiedener Analysen bzgl. Anforderungsniveau, Bewertung von Teilaufgaben, Folgefehlern, Formalien, ... unterzogen. Hierbei werden sich evtl. Schwierigkeiten aufzeigen, die man in dieser Form nicht berücksichtigt oder erwartet hat. Die Diskussion sollte dazu führen, die Klassenarbeit auf Grund der gemachten Erfahrungen

bzgl. des Aufbaus, Anforderungsniveaus und der Bewertung nochmals zu überdenken und die vereinbarten Kriterien zu verbessern (s. Arbeitsaufträge 1-3).

Phase 2

Im Plenum werden Vorschläge für mögliche Formen von sinnvollen Berichtigungen diskutiert. Die überarbeiteten Kriterien bzgl. der Gestaltung, des Anforderungsniveaus und der Bewertung sowie der Nachbereitung von Klassenarbeiten werden als vorläufige Grundsätze für Klassenarbeiten verabschiedet und von der Fachkonferenz verschriftlicht.

Damit ergibt sich für die weitere Arbeit:

Die erarbeiteten Grundsätze müssen in der Unterrichtspraxis überprüft werden und Diskussionsgrundlage für eine fortlaufende Verbesserung der gefundenen Maßstäbe sein. Eine Möglichkeit der Überprüfung besteht in der Durchführung gemeinsamer Klassenarbeiten.

Die Fachkonferenz organisiert die Durchführung gemeinsamer Klassenarbeiten. Dazu muss Folgendes beachtet werden:

- Organisationsform
- Durchführung der Klassenarbeiten
- Erfahrungsaustausch

2.1.6 Materialien

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz 1 und 2
2. Klassenarbeit einer Klasse 10 zum Thema Trigonometrie
3. Beispiel zur Vergabe der Punkte (Schema durchgängig für alle Aufgaben gültig)
4. Schema zur Vergabe der Punkte (durchgängig für alle Aufgaben gültig)
5. Verweis auf einige rechtliche Bestimmungen im Zusammenhang mit der Leistungsbewertung von Klassenarbeiten
6. Korrektur und Bewertung von Klausuren (Auszug aus den Richtlinien für die Sekundarstufe II)

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz 1:

1) Stellen Sie zum Thema / Klasse gemeinsam eine Klassenarbeit auf.

Aufträge für die Arbeitsgruppen

2) Analysieren Sie diese Arbeit bzgl. Aufbau und nach den verschiedenen Anforderungsbereichen.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anforderungsbereich										

3) Einigen Sie sich auf eine Punktbewertung für jede Aufgabe / die gesamte Klassenarbeit einschließlich einer Bewertung für Formalien.

4) Erzielen Sie Konsens über Aufbau, Anforderungsniveau und Bewertungsschema.

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz 2:

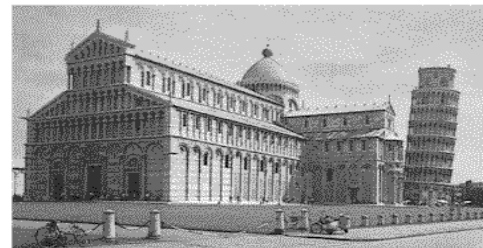
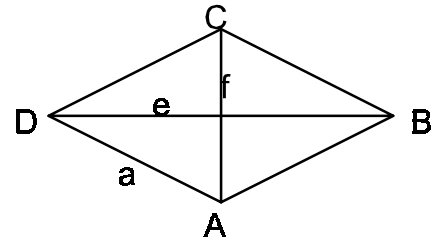
1) Arbeitsgruppe 1
Vergleichen Sie die Ergebnisse der Klassenarbeiten in den parallelen Lerngruppen.

2) Arbeitsgruppe 2
Analysieren Sie die Korrekturen bzgl. Bewertung von Teilergebnissen, Lösungswegen, Fehlern, ...

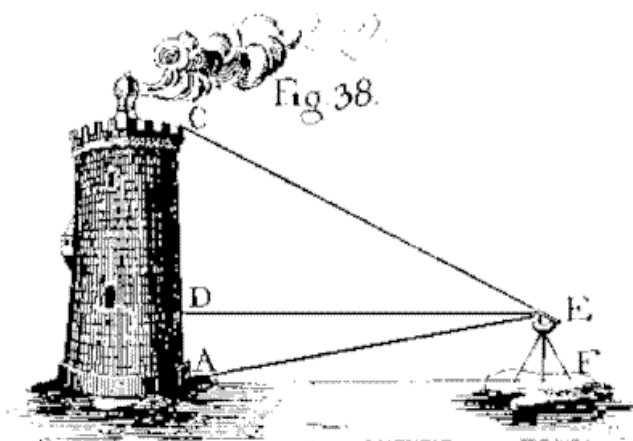
3) Arbeitsgruppe 3
Fertigen Sie für eine Lerngruppe eine (statistische) Auswertung an (s. Kapitel 3 und 2.1.3).

Klassenarbeit einer Klasse 10 zum Thema Trigonometrie

- 1** In einem rechtwinkligen Dreieck ist $\gamma = 90^\circ$, $\alpha = 38,4^\circ$ und $b = 22,8$ cm. *Berechne β , a und c .*
- 2** In einem rechtwinkligen Dreieck ($\beta = 90^\circ$) sind die Teile $a = 4$ cm und $c = 3$ cm gegeben. *Bestimme die Größe der fehlenden Seite und der Winkel!*
- 3** In einer Raute ist die Diagonale $f = 14,7$ cm und $\alpha = 122^\circ$ (Winkel DAB) gegeben. *Berechne die Seitenlänge a der Raute und die Länge der zweiten Diagonalen.*
- 4** In einem gleichschenkligen Dreieck ist ein Basiswinkel $\alpha = 47^\circ$ und die zur Basis gehörige Höhe $h = 4$ cm gegeben. *Berechne die Seitenlängen und die Fläche des Dreiecks!*
- 5** Eine 11,9 m lange Leiter wird mit einem Neigungswinkel von 58° an eine Hauswand gelehnt. *Wie weit ist die Leiter von der Hauswand entfernt?*
- 6** Der weltberühmte schiefe Turm von Pisa stellte sich wegen schlechter Bodenbeschaffenheit bereits während seiner Bauzeit schräg. Er hat sich bis heute so stark geneigt, dass er in 54,5 m Höhe 5,45 m über seine Standfläche hinausragt und deshalb für Besucher gesperrt werden musste. Um wie viel Grad hat sich der Turm seit seiner Bauzeit geneigt?



- 7** In einem Buch von 1795 findet sich in deutscher Übersetzung folgende Aufgabe von George Adams:



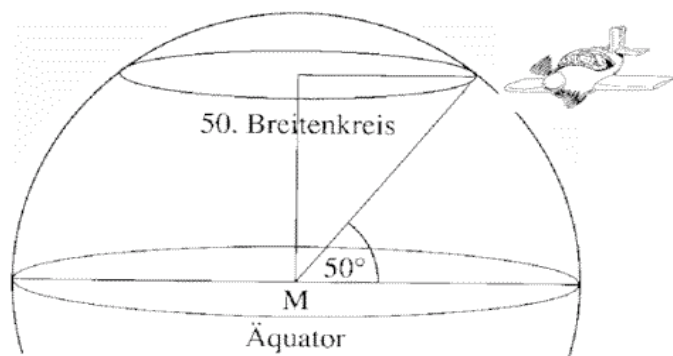
„Die Höhe eines Gebäudes von einem gegebenen Punkt zu finden, von wo aus es unmöglich ist, eine Grundfläche in irgendeiner Richtung zu messen, die Punkte A und F werden angenommen, dass sie sich auf einerlei Horizontallinie befinden..“

Rohübersetzung: „Wie viel

Meter beträgt die Höhe AC des unzugänglichen Leuchtturms. Mit einem Theodoliten misst man von einer Insel aus die Winkel CED und AED. Es wird angenommen, dass $FA \parallel ED$ und ED die horizontale Visierlinie ist.“

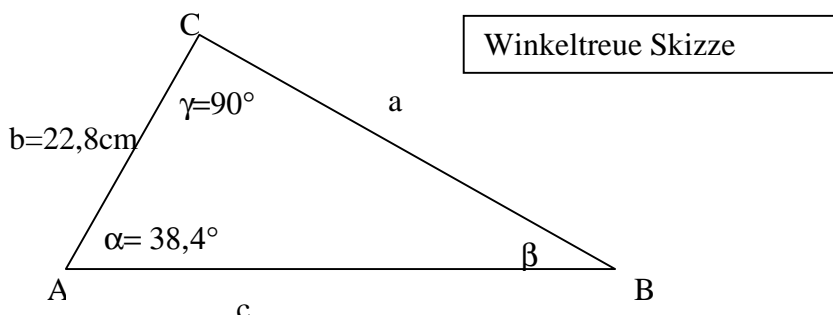
Adams gibt an: Winkel CED $33,2^\circ$; Winkel AED $2,5^\circ$. $|EF|= 5$ Fuß. (1 Fuß = 30,48 cm)

8 Die Erde hat annähernd Kugelform und einen Radius von ca. 6366 km. Der Flughafen Frankfurt liegt fast genau auf dem 50. Breitenkreis.



Welche Strecke würdest du zurücklegen, wenn du von Frankfurt aus mit dem Flugzeug startest und die Erde in 10 km Flughöhe entlang dem 50. Breitenkreis umrundest!

Beispiel zur Vergabe der Punkte (Schema durchgängig für alle Aufgaben gültig):



1 Pkt.

Berechnung von β : $\beta = 90^\circ - 38,4^\circ = 51,6^\circ$

1 Pkt.

Berechnung von a: $\tan \alpha = \frac{a}{b} \Rightarrow a = b \cdot \tan \alpha \Rightarrow a = 22,8\text{cm} \cdot \tan 38,4^\circ \approx 18,1\text{cm}$



3 Pkte.

oder $\tan \alpha = \frac{a}{b} \Rightarrow \tan 38,4^\circ = \frac{a}{22,8\text{cm}} \Rightarrow a = 22,8\text{cm} \cdot \tan 38,4^\circ \approx 18,1\text{cm}$

Berechnung von c: $\cos \alpha = \frac{b}{c} \Rightarrow c = \frac{b}{\cos \alpha} \Rightarrow c = \frac{22,8\text{cm}}{\cos 38,4^\circ} = 29,093007\text{cm} \approx 29,1\text{cm}$



3 Pkte.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Aufgaben, ihre Punktzahl und ihre Zuordnung zu den Anforderungsbereichen. Die Gesamtpunktzahl der Aufgaben beträgt 52 Punkte ohne die Punkte für Formalien. Mit Formalien ergibt sich eine Gesamtpunktzahl von 55 Punkten. Auf die Aufgaben des Anforderungsbereiches I entfallen demnach 32 Punkte (ca. 61% der Gesamtpunktzahl ohne Formalien), auf die Aufgaben des Anforderungsbereiches II 15 Punkte (ca. 29% der Gesamtpunktzahl ohne Formalien), auf den Bereich III 5 Punkte (ca. 10% der Gesamtpunktzahl ohne Formalien).

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Formalien
Anforderungsbereich	I	I	I	I	II	II	II	III	
Punkte	8	8	8	8	4	4	7	5	3

Als Grundlage für die Benotung hat die Fachkonferenz folgende Prozentverteilung vereinbart:

Note	6	5	4	3	2	1
Prozentsatz	bis 24%	bis 49%	bis 66%	bis 81%	bis 94%	ab 95%

Rechtliche Grundlagen

(Alle Angaben von Paragraphen ohne Zusatz beziehen sich auf die ASchO)

Klassenarbeiten sind im Mathematikunterricht aller Schulformen ein verbindlicher Bestandteil der Leistungsbewertung. Rechtliche Grundlage für Lernkontrollen und Leistungsbewertungen stellen die Allgemeine Schulordnung ASchO [i. Wesentlichen Abschnitt V, §§ 21-25, 27(4), Abschnitt X § 50(4)], die Allgemeine Prüfungsordnung APO, die Allgemeine Dienstordnung ADO, sowie Richtlinien und Lehrpläne und in geringem Umfang auch Beschlüsse von Mitwirkungsorganen dar.⁴

In ihnen werden die „Rahmenbedingungen“ der Leistungsbewertung, wie z.B. der Leistungsbegriff, die Grundlagen der Leistungsbewertung, Art, Anzahl und Umfang von schriftlichen Leistungen und die Benotung (Notenstufen) festgesetzt.

Nach der ASchO sind **Klassenarbeiten ein Teil der Leistungsbewertung**. Demnach bezieht sich Leistungsbewertung auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die zur Bewertung von Schülerleistungen (Notenfindung) zu berücksichtigen sind (ASchO § 21 (2), (3)). Es werden Umfang sowie die selbstständige und richtige Anwendung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie die Art der Darstellung bewertet (ASchO § 21(3)).

Rechtliche Hinweise für die Notengebung:

Die Klassenarbeit ist durch Angabe des Datums, des Namens (Kürzels) und der Note zu bewerten. Die Note muss im Wortlaut z.B. „befriedigend“ geschrieben werden. Notenangaben in Form von Zahlen sind nicht statthaft. Tendenzzusätze zu Noten (+; -; „voll“; „noch“; usw.) können erfolgen [Komm. §25.1] und bieten sich auch aus Motivationsgründen an.

Verweis auf einige rechtliche Bestimmungen im Zusammenhang mit der Leistungsbewertung von Klassenarbeiten:

Schriftliche Arbeiten § 22

- Gleichmäßig über das Schuljahr verteilen § 22 (1)
- Sollten vorher angekündigt werden. (Mindestens einen Tag vorher) § 22 (1), [Komm. 22. I]
- Pro Tag ist nur eine Arbeit zulässig. Es dürfen auch keine weiteren Tests geschrieben werden. § 22 (1), [Komm. 22. 1]
- Nur zwei Arbeiten pro Woche (in begründeten Ausnahmefällen auch drei). § 22 (1)
- Die Koordination der Arbeit ist Sache des Klassenlehrers [§16.1 ADO]

⁴ In diesem Zusammenhang sei auch auf Kommentare [Komm.] u.a. zur ASchO, APO und ADO, ... verwiesen, die zwar nicht rechtsverbindlich sind, jedoch Vorschläge für Verfahrensweisen und Anhaltspunkte zur praktischen Umsetzung liefern. (Kommentar: Wingen Verlag, Essen)

- Klassenarbeiten sind immer, auch bei Ganztagschulen, vormittags zu schreiben. [Komm § 22. 11]
- "Drittelerlass" beachten. § 22 (2) (Eine Klassenarbeit, bei der ein Drittel oder mehr Arbeiten unter ausreichend sind, darf nicht gewertet werden oder bedarf der Genehmigung durch die Schulleitung.)
- Nachschreibetermine für die schriftliche Leistungsüberprüfung sind in der Regel anzusetzen. [Komm. § 21.6]
- Kurze Korrekturzeit. [Komm § 22.2]
- Die nächste Arbeit darf erst nach Rückgabe der vorherigen geschrieben werden. [Komm. § 22.31]
- Am Ende des Halbjahres ist im Zweifelsfall ein Nachschreibetermin möglich. [Komm. § 21.6]
- Ist es zur Halbjahresbeurteilung notwendig, so muss die Schule einen Nachschreibetermin ansetzen.
- Der „Drittelerlass“ gilt für Nachschreibetermine nicht. [Komm. § 21.6]
- Im Einzelfall kann die Kenntnisnahme der Benotung bei den Eltern eingefordert werden. Ggf. ist eine gesonderte Mitteilung notwendig. Sie gilt auch bei Verweigerung der Unterschrift als eingegangen. [Komm. § 40.41]
- Die Note "sehr gut" setzt nicht die völlige Fehlerfreiheit der Arbeit voraus. [Komm. § 25. 1]
- Ein Notenspiegel muss nicht mitgeteilt werden. [Komm § 22.3]
- Dauer: Mathematik: Kl. 5/6 bis 1 Std.. Kl. 7 1 Std. Kl.8/9 1-2 Std. Kl. 10 2 Std.
- Die Fachkonferenz muss die Anzahl der Klassenarbeiten pro Klasse in einem Schuljahr festlegen.
- Mehr als die in der APO und ASchO festgelegte Anzahl von Arbeiten darf auch im Einvernehmen aller Beteiligten nicht geschrieben werden. [Komm. 22. 11]
- Nachträgliche Notenänderungen einer Arbeit sind nur positiv möglich (VwVfG §§ 48/49 Widerruf eines begünstigenden Verwaltungsaktes)
- Schülerarbeiten sind dienstliche Unterlagen und bedürfen der besonderen Sicherungspflicht. [Komm. § 22.8]
- Die Korrektur der Arbeit durch den Schüler entspricht einer Hausaufgabe. [Komm 22.31]

Korrektur und Bewertung von Klausuren

Bei der Korrektur werden die Fehler an der Stelle ihres Auftretens und am Rand markiert. Es haben sich folgende Korrekturzeichen bewährt:

a) In Rechnung, Zeichnung oder Text

(Beispielzahl)	<u>1 2 3 4</u>	erstmalig auftretender Fehler
(Beispielzahl)	<u>2 3 3 2</u>	weitergeführter Fehler (im Endergebnis)
	~~~~	Ungenauigkeit

b) Am Rand

—	Flüchtigkeitsfehler, einfacher Rechenfehler (Verschreiber, numerischer Irrtum)
	Voller Fehler
+	Schwerer Fehler
┌	Lücke im Text oder in der Rechnung
#	Fehlen ganzer Passagen bzw. eines Restes der Aufgabe
≈	Ungenauigkeit, die den Wert einer Lösung nur unwesentlich beeinträchtigt

Die Korrektur muss für die Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar sein. Oft genügen die formalen Korrekturzeichen nicht. Dann sind sie durch sachbezogene Hinweise und Bemerkungen am Rand oder am Ende der Arbeit zu ergänzen. Eine sich steigernde Komplexität der Anforderungen verlangt bei der Korrektur und Bewertung der Klausuren ein adäquates Eingehen auf das Informationsbedürfnis der Kursteilnehmer. Hinweise zum Lernprozess sind wünschenswert.

(Auszug aus: Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe II - Gymnasium / Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. MSWWF (Hg.). Düsseldorf, 1999, S.65)



## 2.2 Entwicklung eines gemeinsamen Unterrichtsvorhabens

Dieser Abschnitt richtet sich an alle Gremien (Fachkonferenz, Jahrgangsteam oder eine Gruppe interessierter Lehrerinnen und Lehrer), die ein gemeinsames Unterrichtsvorhaben entwickeln, durchführen und auswerten wollen. Dazu werden Materialien angeboten, die bei der Arbeit in der Gruppe Hilfestellung leisten, um sich mit der Komplexität der Gestaltung einer Unterrichtseinheit strukturiert auseinander setzen zu können.

### 2.2.1 Prozess der Entwicklung gemeinsamer Unterrichtsvorhaben

Die Gestaltung einer Unterrichtseinheit lässt sich in der Form eines **Zyklus** (siehe Einleitung) beschreiben, denn durch vielfältige Faktoren sind die Lernvoraussetzungen in jedem Jahrgang und jeder Klasse noch oft sehr unterschiedlich. Die notwendige **Evaluation** (siehe Auswertungsbogen im Materialteil) der gemeinsamen Arbeit kann dann Rückschlüsse auf eine veränderte Unterrichtsgestaltung sowohl bei der entsprechenden Einheit im nächsten Jahr als auch bei der Planung anderer Einheiten nützlich sein.

Wenn Erfahrungen mit gemeinsamen Unterrichtseinheiten gesammelt worden sind, bietet sich zur Arbeitserleichterung und zur Zeitersparnis in Abhängigkeit von der Größe der Schule ein **Patenschaftsmodell** an. In einer kurzen Besprechung des Jahrgangsteams werden anhand des schuleigenen Lehrplans gemeinsame Vorhaben festgelegt, für die jeweils eine Lehrerin oder ein Lehrer die Patenschaft übernimmt. In einer nächsten Sitzung werden, so detailliert wie im Team vereinbart, eine Zeitplanung, Inhalte, Lern- und Arbeitstechniken, Methoden, fachliche Verknüpfungen, Materialien und ein Vorschlag für eine Klassenarbeit vorgestellt und diskutiert (siehe Beispiel). Der jeweilige Pate oder die jeweilige Patin sorgt später dafür, dass für alle Klassen die entsprechenden Materialien rechtzeitig vorhanden sind. Der Arbeitsaufwand des Paten oder der Patin für die Gestaltung der Einheit ist zwar hoch, jedoch zahlt sich dies durch die Ersparnis bei den anderen Einheiten aus. Gemeinsam durchgeführte Unterrichtseinheiten werden dokumentiert, indem das ausgefüllte Raster zur Planung gemeinsamer Unterrichtseinheiten (siehe Materialteil) sowie alle verwendeten Materialien, die Klassenarbeit und mögliche Auswertungen in einem Ordner in der Schule gesammelt werden. Hierdurch entsteht eine kleine Mediothek erprobter Unterrichtseinheiten, die allen Lehrerinnen und Lehrer zur Verfügung steht.

Denkbar sind z.B. folgende Möglichkeiten – abhängig von den internen Voraussetzungen -:

- Sammlung von Arbeitsblättern und anderer Materialien auf Diskette; hierdurch lassen sich schnell der jeweiligen Situation angepasste Arbeitsblätter erzeugen.

- Sammlung von Materialien, Aufgaben z.B. auf der schuleigenen Homepage im Internet, um die Schülerinnen und Schüler zur Nutzung der neuen Medien

und zum eigenständigen Lernen anzuregen. Die Aufgaben sind dann auch für die Fachlehrerinnen und Fachlehrer der eigenen und anderer Schulen zugänglich.

- Materialien als laminierte Karteikarten für Lehrer- und Schülerhand.

### **2.2.2 Notwendige Gemeinsamkeiten - Vereinbarungen**

Gemeinsames Arbeiten erfordert eine Reihe von Absprachen, die auch beachtet werden müssen, damit die Ziele erreicht werden können. Für die Gestaltung einer gemeinsamen Unterrichtseinheit sollten folgende Punkte besprochen und festgehalten werden. Die **Verschriftlichung dieser Absprachen** hilft zunächst bei der Durchführung und bei der Evaluation der Einheit, später auch den Lehrerinnen und Lehrer, die zum gleichen Thema im nächsten Jahr unterrichten wollen.

Absprachen sollten über:

- Zeitplanung (Zeitraum, Stundenzahl, Klassenarbeit)
- zentrale mathematische Ziele
- methodische Ziele
- Schwerpunkte der verwendeten Arbeitstechniken
- Vernetzungen zu anderen Fachgebieten (Wiederholungsphasen)
- Schwerpunkt der Anwendungen bzw. Lernsituationen
- Materialien
- Grundstruktur der Klassenarbeit und
- ...

getroffen werden.

Um die Verschriftlichung zu vereinfachen, wird im Materialteil ein Raster angeboten.

### **2.2.3 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz**

Wenn die Fachkonferenz gemeinsame Unterrichtseinheiten plant, bieten sich verschiedene Organisationsformen an. So könnten sich arbeitsfähige Gruppen auf Ebene von Jahrgängen oder nach thematischer Neigung zusammenfinden. Durch die gemeinsame Arbeit in der Fachkonferenz erhalten die Lehrerinnen und Lehrer methodische Anregungen, die sie im eigenen Unterricht umsetzen können.

Im Folgenden werden zwei Vorschläge für die Gestaltung einer Fachkonferenz zur Planung gemeinsamer Unterrichtsreihen vorgestellt, die sich zwar weniger in ihrem Ergebnis, einer Grobplanung einer Einheit, aber deutlich in ihrer Vorgehensweise unterscheiden.

Im **ersten Vorschlag** soll ausgehend von einem **mathematischen Thema** eine Reihe geplant werden. Im **zweiten Vorschlag** steht zunächst eine **Lernsituati-**

**on mit Handlungsmöglichkeiten** im Vordergrund, aus der sich verschiedene mathematische Fragestellungen ergeben.

Als Hintergrund für den zweiten Vorschlag kann dieses Zitat gesehen werden: „Auch müssen geeignete Unterrichtsmaterialien und Medien vorhanden sein. Da dies nicht immer der Fall ist, wird es unter anderem Aufgabe der Unterrichtenden sein, solche Materialien kooperativ zu erstellen, passende Kapitel aus Schulbüchern auszuwählen, Unterrichtseinheiten bzw. –materialien im Sinne des angestrebten Unterrichts zu verändern. Dies erfordert zusätzliche Zeit für die Vorbereitung, die nicht unbegrenzt verfügbar ist“ (Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe I - Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Mathematik, 48).

Ein weiterer, besonders beim zweiten Vorschlag zu beachtender Aspekt ist, dass veränderter Unterricht eine z.T. andere Methodik impliziert. Um andere Methoden im Unterricht anwenden zu können, ist das eigene Erleben sicherlich notwendig und hilfreich. Deshalb sollte versucht werden, die Fachkonferenz oder Teamsitzung möglichst nahe an der Struktur des folgenden Unterrichts zu gestalten.

Weitere Lernsituationen mit Handlungsmöglichkeiten für eine Unterrichtseinheit, wie sie im Vorschlag 2 entwickelt werden soll, wären z.B. für die Jahrgänge 9 und 10 u.a.:

- Statistiken – Datenerhebung und –deutung
- Verpackungen und Wareninhalte im Vergleich
- Rund ums Fliegen
- Einkommen nach der Schulzeit
- Kreise in der Natur und in der Kunst
- Tarifsysteme
- Wachstums- und Zerfallprozesse
- Geschwindigkeit und Anhalteweg

## **Darstellung einer Fachkonferenz zur Entwicklung eines gemeinsamen Unterrichtsvorhabens (Vorschlag 1)**

### **Eingangsvoraussetzungen**

Für die Vorbereitung der Sitzung wird auf der Ebene der gewählten Organisationsform (Jahrgangsteam o.ä.) ein mathematisches Thema bestimmt, zu dem die Lehrerinnen und Lehrer geeignete Materialien (auch Prospekte, Diagramme, Statistiken, Zeitschriften usw.) mitbringen. Weiterhin sollten sie auch die ihres Erachtens notwendigen methodischen und mathematischen Lernvoraussetzungen zur Bearbeitung des jeweiligen Themas schriftlich festlegen. Die mathematischen Lernvoraussetzungen lassen sich mit Hilfe des Analyserasters (siehe Materialteil zu Kapitel 2.3) für die Aufgabenbeispiele ermitteln.

### **Zielsetzung**

Die nachweislich hohe Arbeitsbelastung der Lehrerinnen und Lehrer soll durch gemeinsame Absprachen und Vorbereitungen mittel- und langfristig verringert werden. Weiterhin soll auf der Grundlage einer Synopse der bisherigen guten Unterrichtsgestaltung eine Synthese der besten Methoden und Materialien zur weiteren Qualitätsentwicklung erreicht werden. Als Ergebnis wird ein Grundgerüst (ausgefüllte Rasterplanung (siehe Materialteil) einer Unterrichtseinheit angestrebt.

### **Möglicher Ablauf der Sitzung**

Zu Beginn der Sitzung werden kurz die Zielsetzung, das weitere Vorgehen, die Art der Absprachen und das Raster erläutert.

1. Anschließend werden in den Gruppen die in der Vorbereitung bestimmten Lernvoraussetzungen gesammelt und verglichen, um auf dieser Basis mathematische und methodische Lernziele zu formulieren.
2. Eine chronologische Struktur der Einheit wird gemeinsam festgelegt.
3. Das vorhandene Material wird in den Gruppen gesichtet und bewertet. Danach werden die Materialien den einzelnen Planungsschritten zugeordnet. Notwendige Ergänzungsvorschläge werden eingearbeitet.
4. Zum Abschluss werden Verantwortlichkeiten festgelegt, wer wann welche der ausgewählten Materialien für alle Kolleginnen und Kollegen vorbereitet. Für die Klassenarbeit wird ein Team bestimmt, das einen Vorschlag erarbeitet (vgl. hierzu Abschnitt 2.1).
5. Ein Termin für die interne Auswertung (siehe Auswertungsbogen im Materialteil) der Durchführung wird bestimmt.
6. Die Arbeitsergebnisse der Gruppen werden kurz im Plenum vorgestellt

## **Darstellung einer Fachkonferenz zur Unterstützung eines themenorientierten Unterrichtsvorhabens (Vorschlag 2)**

### **Eingangsvoraussetzungen**

Für die Vorbereitung der Sitzung wird auf der Ebene der gewählten Organisationsform (Jahrgangsteam o.ä.) eine Lernsituation mit Handlungsmöglichkeiten bestimmt, zu dem die Lehrerinnen und Lehrer geeignete Materialien (insbesondere Prospekte, Diagramme, Statistiken, Zeitschriften usw.) mitbringen. Wenn sich eine Fachkonferenz zum ersten Mal mit themenorientiertem Unterricht auseinandersetzen möchte, kann sie in den entsprechenden Abschnitten aus den Lehrplänen Hilfestellung finden. Möglicherweise wird hierzu eine Fragerunde durchgeführt (vgl. Arbeitsaufträge im Materialteil).

### **Zielsetzung**

In der Sitzung sollen sich die Lehrerinnen und Lehrer mit den Veränderungen für den Unterricht, die sich aus themenorientierten Ansätzen ergeben, auseinandersetzen. Auf dieser Grundlage soll ein Grundgerüst (ausgefüllte Rasterplanung (siehe Materialien)) einer Unterrichtseinheit entstehen.

### **Möglicher Ablauf der Sitzung**

Zur Einleitung wird eine Bestimmung des **Ist-Zustandes** durchgeführt, indem die Teilnehmer ihre persönliche Unterrichtsgestaltung schlagwortartig auf Karten notieren. In einer anschließenden Diskussionsphase wird versucht zu klären, wie der Abstand zwischen Ist-Zustand und Ziel (themenorientierter Unterricht) überwunden werden kann.

1. Ein möglicher Weg zur Brückenbildung wird eingeschlagen, indem die Unterrichtenden, sich in die Rolle einer Schülerin oder eines Schülers versetzen, die / der sich mit bisher unstrukturierten Materialien z.B. zum Thema „Untersuchungen im Ablauf der Natur“ auseinandersetzen muss. Mögliche Arbeitsschritte in den Themengruppen:
  - Ein Brainstorming zum Thema wird durchgeführt.
  - Nach der Sortierung nach Schwerpunkten werden die vorhandenen Materialien zugeordnet, zugleich werden Defizite im Materialpool aufgezeigt. (Alternativ kann auch von den vorhandenen Materialien ausgegangen werden, indem diese zunächst nach thematischen Schwerpunkten sortiert werden.)
  - Den einzelnen Themenbereichen werden Kleingruppen oder einzelne Lehrerinnen und Lehrern zugeordnet, die z.B. inner- und außermathematische Fragestellungen formulieren oder inner- und außermathematische Verknüpfungen darstellen.
2. Nach der Präsentation und Diskussion der Arbeitsergebnisse in der Themengruppe wird anhand des Rasterbogens (siehe Materialteil) für gemeinsame Unterrichtsmaterialien eine Übersicht erstellt, bei der ein Schwerpunkt auf die Unterrichtsmaterialien gelegt werden sollte.

3. Zum Abschluss werden Verantwortlichkeiten festgelegt, wer wann welche der ausgewählten Materialien für alle Kolleginnen und Kollegen vorbereitet.
4. Ein Termin für die interne Auswertung (siehe Auswertungsbogen im Materialteil) der Durchführung wird bestimmt.
5. Die Arbeitsergebnisse der Gruppen werden kurz im Plenum vorgestellt

### **2.2.4 Materialien**

Die allgemeinen Materialien dienen zum einen der Unterstützung der Fachkonferenz zur Entwicklung gemeinsamer Unterrichtsvorhaben, zum anderen sollen sie einen Diskurs über unterschiedliche didaktische Schwerpunkte und deren methodische Umsetzung initiieren.

Die Materialien zur Unterrichtseinheit sind zum Teil für den Einsatz im Unterricht geeignet. Sie bieten auch Informationen für Lehrerinnen und Lehrer zu Messverfahren, -problemen und möglichen Lösungen.

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Raster zur Planung eines gemeinsamen Unterrichtsvorhabens
3. Raster zur Evaluation eines gemeinsamen Unterrichtsvorhabens
4. Zehn Gesichtspunkte für eine Unterrichtseinheit
5. Beispiel für ausgefülltes Raster – Thema „Vermessung“
6. Beschreibung zweier Messverfahren
7. Klassenarbeit
8. Ausschnitt aus einer Wanderkarte
9. Werbebroschüre von Schladming – Karte Bischofshofen
10. Beschreibung eines Theodoliten
11. Problemstellungen mit Erläuterungen
12. Winkelfunktionen und Trigonometrie im Internet
13. Anleitung zum Bau von Theodoliten aus: Geometrie im Gelände Peilen und Messen in freier Natur. Engelbert Vollath (Hrsg.). Donauwörth: Auer, 1989.

## **Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz**

### **Zur Vorbereitung:**

1. Bringen Sie zum Thema _____ geeignete Materialien mit!
2. Bestimmen Sie die notwendigen methodischen und mathematischen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler für die Bewältigung der zu planenden Einheit! Verwenden Sie ggf. das beigefügte Raster!



### **Arbeitsaufträge:**

- a) Legen Sie ein Mind-Mapping der Ihnen wichtigen mathematischen, methodischen o.a. Ziele an!
- b) Strukturieren Sie das Mind-Mapping zu einem chronologischen Ablauf der Einheit und benennen Sie mögliche Anwendungsfelder, indem Sie das Planungsraster entsprechend ausfüllen!
- c) Überprüfen Sie die vorhandenen Materialien und ordnen Sie sie, falls möglich, den in das Planungsraster eingetragenen Zielen und Anwendungsfelder zu! Benennen Sie weitere notwendige Materialien!
- d) Benennen Sie Materialien, die Sie den Kolleginnen und Kollegen zur Verfügung stellen können.
- e) Bereiten Sie eine Präsentation Ihrer Arbeitsergebnisse vor!



### **Arbeitsaufträge:**

Notieren Sie eine Frage zum themenorientierten Unterricht auf ein Blatt! Lassen Sie dieses Blatt nun im Kreis wandern! Falls Sie eine Antwort zu den Fragen wissen, die auf den Blättern Ihrer Kolleginnen und Kollegen geschrieben sind, tragen Sie diese dort ein!

Schreiben Sie auf die weißen Karten Schlagwörter, die Ihre aktuelle Unterrichtsgestaltung kennzeichnen. Auf die gelben Karten schreiben Sie Schlagwörter, die Ihre Wünsche für einen veränderten Unterricht verdeutlichen!

Notieren Sie alles, was Ihnen zur gewählten Lernsituation einfällt

Sortieren sie die vorhandenen Materialien nach thematischen Schwerpunkten!

Bestimmen Sie mögliche Ziele, Fragestellungen, die sich aus den Materialien ergeben!

Füllen Sie das Planungsraster auf der Grundlage der bisherigen Ergebnisse aus!



Unterrichtsvorhaben zum Thema:

Zeit (Datum / Stunden- zahlen)	Mathematische Lernziele	Arbeitstechniken (me- thodische Lernziele)	Anwendungen / Themenfelder	Materialien /Medien	Mathematische Verknüpfun- gen

Termin und Inhalte der Klassenarbeit.....  
 .....

**Auswertungsbogen zur Unterrichtseinheit zum Thema .....**

<b>Zeitplanung</b>	Passend	2	1	0	-1	-2	Zu kurz oder zu lang	
	Zutreffend	2	1	0	-1	-2	Zu ungenau	
<b>Beschreibung der Einheit</b>	Konkret	2	1	0	-1	-2	Abstrakt	
<b>Struktur der Einheit</b>	Gegliedert	2	1	0	-1	-2	Unstrukturiert	
	Roter Faden erkennbar	2	1	0	-1	-2	Kein roter Faden erkennbar	
Gute Unterscheidung wesentlich/unwesentlich		2	1	0	-1	-2	Keine Unterscheidung wesentlich/unwesentlich	
<b>Lernvoraussetzung</b>	Erkannt	2	1	0	-1	-2	Über- oder unterschätzt	
	Berücksichtigt	2	1	0	-1	-2	Unberücksichtigt	
<b>Lernziele</b>	mathematische Erreicht	2	1	0	-1	-2	Nicht angesprochen	
	methodische Erreicht	2	1	0	-1	-2	Nicht angewendet	
<b>Motivation der Schülerinnen und Schüler</b>								
Bei neuen Inhalten		Hoch	2	1	0	-1	-2	Gering
Bei neuen Arbeitsmethoden		Hoch	2	1	0	-1	-2	Gering
Während der Gruppenarbeit		Hoch	2	1	0	-1	-2	Gering
Während der Übungs- oder Wiederholungsphasen		Hoch	2	1	0	-1	-2	Gering
<b>Material</b>	Zu wenig		2	1	0	-1	-2	Zu viel
	Hilfreiche Illustrationen		2	1	0	-1	-2	Überflüssige Abbildungen
	Guter Bezug zur Lebenswelt		2	1	0	-1	-2	Keine Beziehung zu den Schülerinnen und Schülern
	Lerngruppe angemessen		2	1	0	-1	-2	Unangemessen (über- oder unterfordernd)

Die Einheit	nicht					sehr				
...spricht die Schülerinnen und Schüler an	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
...verknüpft mathematische Lerninhalte sinnvoll	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
...bindet außermathematische Kontexte gelungen ein	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
...fordert zur impliziten Wiederholung auf	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
...fördert die Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
...ermöglicht verschiedene Arbeitsweisen	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Gut finde ich:.....
.....
Problematisch oder gar falsch finde ich:.....
.....
Die Einheit sollte ergänzt werden um:.....
.....

Weitere Anmerkungen (benutzen Sie bitte ggf. die Rückseite des Blattes):

## **Zehn Fragen für die Gestaltung von Unterricht**

1. Wie wird Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben zu staunen und neugierig zu werden und wie wird erreicht, dass daraus ein Erlebnis wird?
2. Wie wird an außerschulische Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler angeknüpft?
3. Wie wird es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, aktiv und eigenständig zu lernen und Erfahrungen aus erster Hand zu machen?
4. Wie wird erreicht, dass Schülerinnen und Schüler einen Bezug zum Alltag und zu ihrer Lebenswelt herstellen?
5. Wie wird dazu angeregt, die Bedeutung der Mathematik für die Menschen und die Gesellschaft zu erkennen und danach zu handeln?
6. Wie wird der lebenspraktische Nutzen der Mathematik erfahrbar gemacht?
7. Wie wird ein Bezug zum eigenen Körper hergestellt?
8. Wie werden die Notwendigkeit und der Nutzen der Einführung und des Umgangs mit der Fachsprache und mit Variablen verdeutlicht?
9. Wie wird sichergestellt, dass den Formeln ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgeht?
10. Wie kann vorzeitige Abstraktion zu Gunsten eines spielerischen Umgangs und unmittelbaren Erlebens vermieden werden?

**Unterrichtsvorhaben zum Thema: Trigonometrie in der Vermessung**

Zeit (Datum / Stundenzahlen)	Mathematische Lernziele	Arbeitstechniken (methodische Lernziele)	Anwendungen/ Themenfelder	Materialien / Medien	Mathematische Verknüpfungen
21. April / 2 Std.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Satz des Pythagoras anwenden können</li> <li>Steigungen berechnen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karten lesen können</li> <li>Selbstständig Fragestellungen formulieren (mathematisieren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeit mit Karten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausschnitt aus Wanderkarte mit Höhenlinie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigungsdreieck</li> <li>Lineare Funktionen</li> <li>Prozentrechnung</li> </ul>
4 Std.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beziehungen im rechtwinkligen Dreieck kennen</li> <li>Seitenlängen im rechtwinkligen Dreieck berechnen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Texte selbstständig bearbeiten</li> <li>Bauanleitungen anwenden</li> <li>Handwerklich tätig sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Messen in Karten</li> <li>Messen im Gelände</li> <li>Messen von Gebäudehöhen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theodolit als Selbstbau</li> <li>Erläuterungen zum Theodoliten</li> <li>Ggf. Winkelmesser aus dem Baumarkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strahlensätze</li> <li>Ähnliche Dreiecke</li> <li>Rechnen mit Dezimalbrüchen</li> </ul>
1 Std.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karten beurteilen können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strukturierte Begründungen schreiben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeit mit Karten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karten von Bischofshofen und Schladming</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechnen mit Maßstäben</li> </ul>
12 Std.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Messverfahren (Triangulations- und Orthogonalverfahren) kennen und anwenden können</li> <li>Beide Verfahren beurteilen können (Aufwand und Genauigkeit)</li> <li>Maßstabstreue Zeichnungen anfertigen können</li> <li>Kosinus- und Sinussatz kennen und anwenden können</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeitsschritte mit Theodolit, Fluchtstangen u. a. selbstständig planen und durchführen</li> <li>Sauber zeichnen</li> <li>Arbeit dokumentieren in Form eines Vermessungsprotokoll</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Messungen im Gelände (Durchführung anhand der gezeigten Problemstellungen)</li> <li>Erstellen von Kartenskizzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Speere aus dem Sportunterricht</li> <li>Maßband</li> <li>pythagoreisches Knotenband</li> <li>Feldbuch für Protokoll</li> <li>Theodolit</li> <li>Erläuterungen zu Messverfahren</li> <li>Problemstellungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechnen mit verschiedenen Einheiten</li> <li>Kongruenzsätze für Dreiecke</li> <li>Flächeninhalte berechnen</li> <li>Quadratmeterpreise berechnen</li> <li>Fehlerrechnung</li> </ul>

**Termin und Inhalte der Klassenarbeit:** Leichte Anwendungen der Beziehungen im rechtwinkligen Dreieck ohne Kontext. Flächeninhaltsberechnung anhand einer Planskizze. Beschreiben der Messverfahren und Bestimmung der Vor- und Nachteile. Berechnung eines Winkels mittels des Sinussatzes oder des Kosinussatzes.

---

**Beschreibung der dargestellten Einheit**

In der ersten Phase setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit Wanderkarten auseinander, d.h., sie bestimmen Entfernungen (Luftlinie), wenden Maßstäbe an, vergleichen sie, schätzen Weglängen mit Hilfe des Satzes des Pythagoras, berechnen Steigungen, wiederholen den Steigungsbegriff z.B. bei linearen Funktionen. Insgesamt sollte sich hierbei zumindest die Fragestellung nach der Messbarkeit von Weglängen im nicht-ebenen Gelände ergeben.

In der zweiten Phase werden durch Nutzung der Strahlensätze Sätze zu ähnlichen und rechtwinkligen Dreiecken die Beziehungen zwischen Hypotenuse und den Katheten entwickelt. Damit lassen sich dann Weglängen und Höhen im Gelände bestimmen.

In der dritten Phase müssen zunächst die notwendigen Grundlagen für das Messen im Gelände geschaffen werden (siehe genannte Arbeitstechniken, Materialien). Dazu wird nochmals die Bedeutung von Maßstäben an nicht-maßstabstreuen Karten verdeutlicht.

Im weiteren Verlauf wird im Gelände des Umfeldes gemessen. Als einfaches Verfahren kann das Orthogonal-Messverfahren (Pythagoras, Strahlensätze) angewendet werden. Bei anderen Sachverhalten (siehe Problemstellungen) ergibt sich beim Triangulationsverfahren die Herleitung des Sinussatzes und auch des Kosinussatzes. Es bieten sich hier Ausweitungen auf Flächeninhaltsberechnungen, Bewertungen von Messverfahren, Fehlerrechnungen, Kostenrechnungen an.

## Das Orthogonal-Messverfahren (auch Rechtwinkel- oder Koordinatenverfahren)

Auf eine oder mehrere Hauptmesslinien (Verbindungen zwischen Messpunkten bereits bekannter Koordinaten) werden von einzelnen Punkten (Grenzpunkten, Häuserecken, topografischen Gegenständen) mit zumeist optischen Rechtwinkelgeräten Lote gefällt und deren Längen gemessen. Die Lotfußpunkte werden fortlaufend von einem Endpunkt aus auf der Hauptmesslinie eingemessen. Die Hauptmesslinie wird so zur Abzissenachse, die Längen der Lote geben den Wert der Ordinate des zu vermessenden Punktes an. Diese Werte werden durch Kontrollmessungen gesichert, die innerhalb gewisser Fehlergrenzen liegen müssen. Die Flächeninhalte der mit dem Orthogonalverfahren eingemessenen Grundstücken können leicht über die Flächenberechnung von Rechtecken und rechtwinkligen Dreiecken bestimmt werden.

## Triangulations- und Trilaterationsverfahren (Dreiecksnetz)

Es werden wie beim Orthogonalverfahren einzelne Punkte eingemessen. Die hier beschriebenen Verfahren bedienen sich allerdings nicht eines Koordinatensystems zur Bestimmung von Streckenlängen, sondern der Berechnung von Dreiecksseiten aus bekannten Größen (Winkelmaßen und Seitenlängen) des Dreiecks. Flächenobjekte werden also zur Vermessung nach dem Triangulations- oder Trilaterationsverfahren in Dreiecke geteilt und an bereits vorhandene und vermessene Punkte, die so genannten **Trigonometrischen Punkte (TP)**, angebunden. Durch den Einsatz der Trigonometrie kann jeder neue Punkt in das Koordinatensystem eingebunden werden, da die Koordinaten der TP bereits bekannt sind.

Für die Trilateration (von *latus*: Seite) werden alle Seiten des Dreiecks bestimmt. Nach dem Kongruenzsatz SSS ist damit das Dreieck eindeutig bestimmt. Die Trilateration findet in der Landvermessung erst Verwendung, seitdem es elektro-optische Entfernungsmessgeräte gibt, die mit sehr hoher Genauigkeit arbeiten.

Bei der Triangulation (von *angulus*: Winkel) werden möglichst alle Winkel und mindestens eine Seite eines Dreiecks gemessen. Dadurch ist das Dreieck eindeutig bestimmt (Kongruenzsatz WSW bzw.). Mit dem Sinussatz lassen sich die anderen Dreiecksseiten bestimmen.

Die Triangulation ist das ältere Verfahren.¹ Bei Einsatz relativ ungenauer Entfernungsmessgeräte (Maßband) wird der Fehler umso größer, desto mehr Strecken gemessen werden müssen. Die Winkelbestimmung mit optischem Gerät ist also in diesem Fall geeigneter. Es werden so viele Größen wie möglich bestimmt, um durch die Überbestimmung Fehler zu vermeiden oder zumindest zu minimieren.

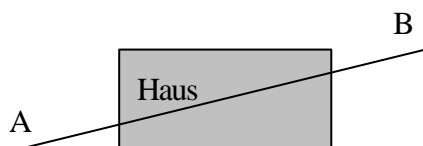
In der Praxis werden beide Verfahren zumeist kombiniert. Es wird also sowohl die Winkel- als auch die Streckenmessung benutzt.

---

¹ Die Bestimmung der TP erfolgte seit der Entstehung der Lagefestpunktnetze (vgl. z. B. den Abdruck eines Teils der Hannoverschen Dreieckskette auf dem Zehnmarkschein) ab etwa 1850 bis 1900 ausschließlich durch Triangulation, d. h., es wurden Winkel und eine Basis gemessen. Bis 1960 verdichtete man das Netz der TP durch Polygonzugvermessung. Seither werden elektro-optische Geräte zur Längenmessung (Trilateration) benutzt.

**Klassenarbeit zur Vermessung**

1. Aufgabe: In einem rechtwinkligen Dreieck ABC ist  $\alpha = 38,4^\circ$ ,  $\gamma = 90^\circ$  und  $b = 22,4$  cm. Berechne  $\beta$ , a und c!
2. Aufgabe: In einem gleichschenkligen Dreieck ist ein Basiswinkel  $\alpha = 47^\circ$  gegeben. Die zur Basis gehörende Höhe h beträgt 4 cm. Berechne die Seitenlängen des Dreiecks.
3. Aufgabe: Die Strecke AB soll gemessen werden. Erläutere ein Messverfahren, das berücksichtigt, dass A von B aus nicht sichtbar ist und umgekehrt. Die Strecke ist wegen eines Hindernisses (z. B. Haus) nicht messbar.



Aufgabe: Die Abbildung 1 zeigt den Feldbucheintrag zur Messung eines Gebäudes mit dreieckiger Grundfläche. Bestimme den Inhalt der Grundfläche!

Aufgabe: Die Abbildung 2 zeigt das gleiche Gebäude nach der Messung durch ein anderes Verfahren. Beschreibe, wie hier gemessen wurde, und vergleiche die beiden Messverfahren miteinander, indem du die Vor- und Nachteile benennst!

Aufgabe: Bestimme die Größe des Winkels  $\alpha$ ! Beschreibe zunächst deine Vorgehensweise und berechne dann!

Aufgabe: Die Grunderwerbssteuer soll um einen Prozentpunkt erhöht werden. Um wie viel teurer wird das Grundstück, wenn der Quadratmeter 270,- DM kostet!

Abbildung 1

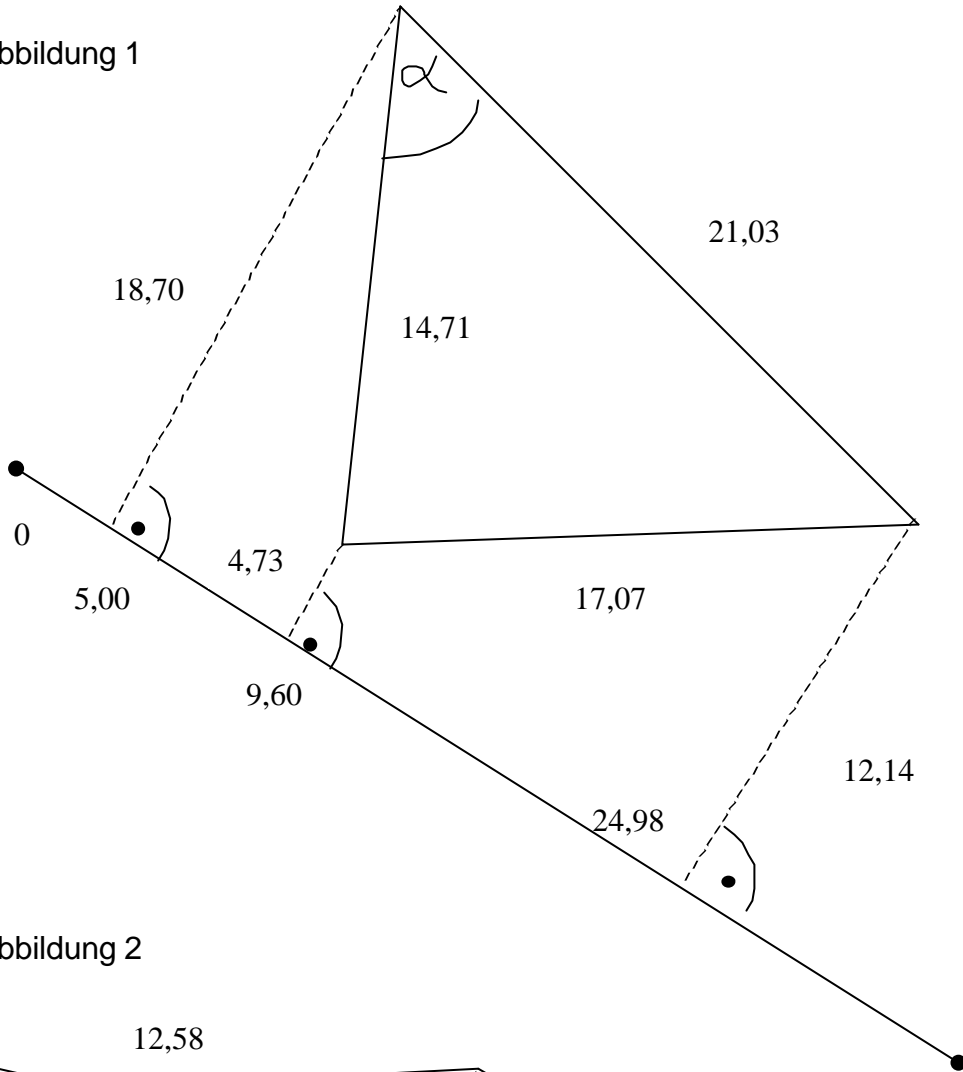
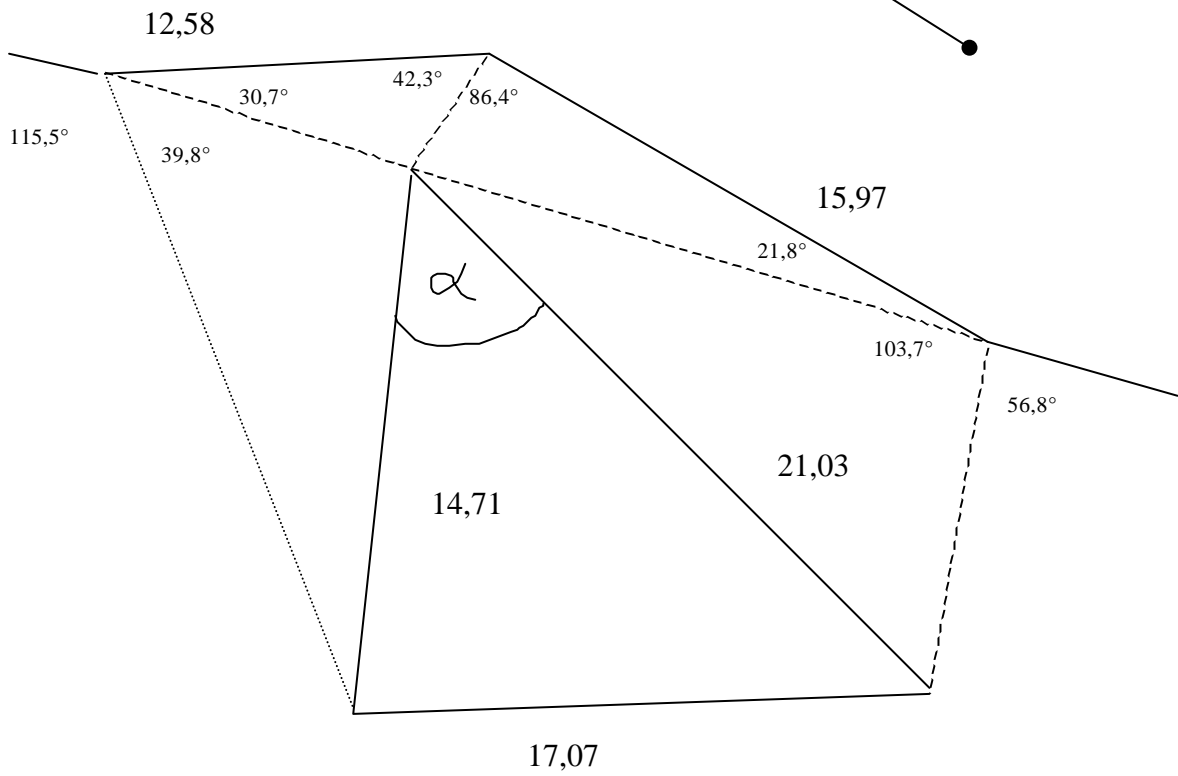


Abbildung 2



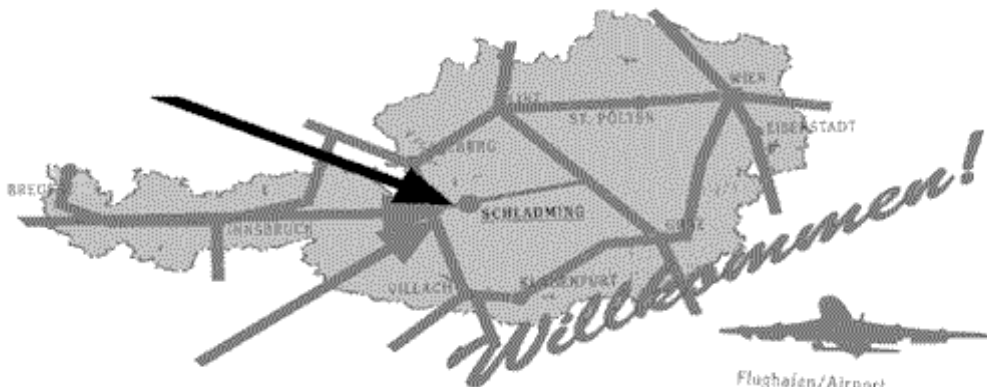
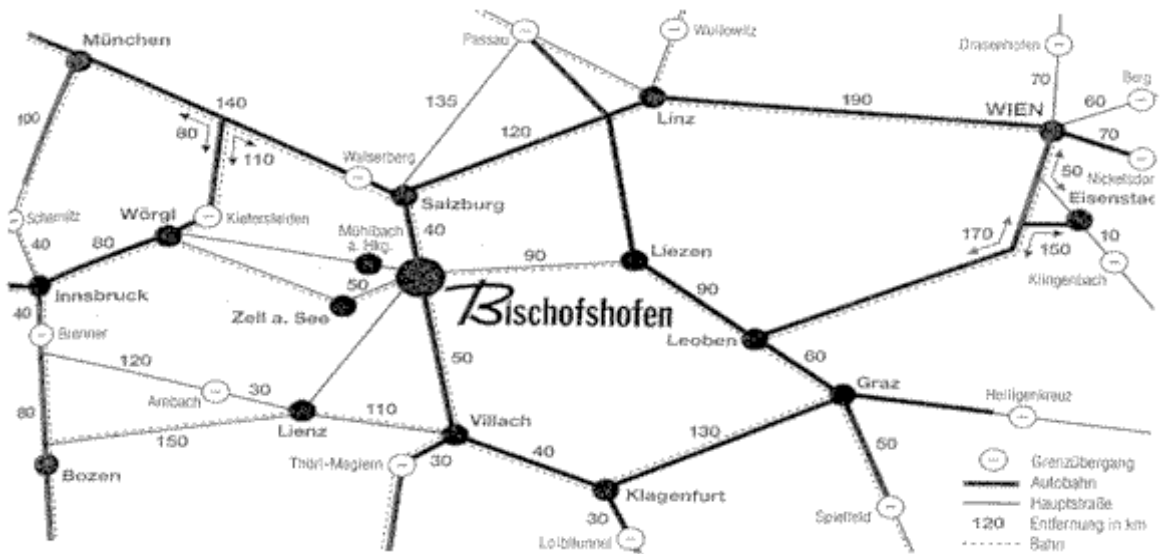


**Ausschnitt aus einer Wanderkarte**

Maßstab  
1:50000



**Werbebroschüre von Schladming – Karte Bischofshofen**



Flughafen/Airport  
Entfernungen in km  
von Schladming:  
90 Salzburg  
240 München  
300 Wien  
170 Graz  
185 Linz  
320 Innsbruck  
165 Klagenfurt

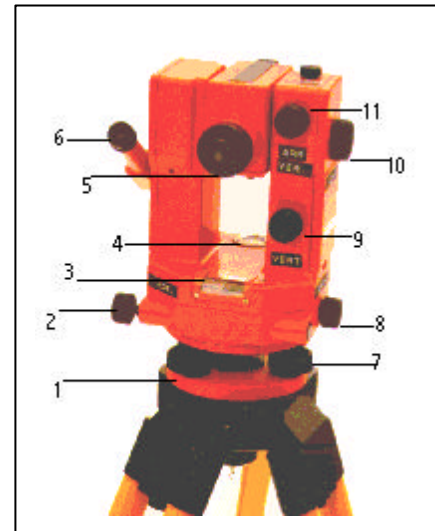
## Beschreibung eines Theodoliten - Arbeitstechniken

Mit Theodoliten lassen sich vor allem Winkelmessungen durchführen (Horizontalwinkel und Vertikalwinkel). Neuere Geräte, die in der modernen Vermessungstechnik eingesetzt werden, enthalten aber auch elektronische Tachymeter für eine sehr genaue Distanzmessung.

In dieser Beschreibung wird der Einsatz des Theodoliten bei der Winkelmessung, der Entfernungsmessung und dem Einschneiden erläutert. Beim Einschneiden wird die Lage eines Punktes mit Hilfe der Winkelmessung ermittelt. Um gute, d.h. genaue Messergebnisse zu erhalten, muss der Theodolit richtig aufgestellt werden.

Doch auch zur Höhenmessung kann der Theodolit benutzt werden, wenn man darauf achtet, dass das Fernrohr horizontal eingestellt ist. Das ist der Fall, wenn die Ablesung an der Vertikalkreisanzeige im Ableseokular entweder  $90^\circ$  bzw.  $270^\circ$  Altgrad oder  $100^\circ$  bzw.  $300^\circ$  Neugrad beträgt.

1. Stativteller
2. Seitentrieb
3. Röhrenlibelle
4. Dosenlibelle
5. Fernrohrokular
6. Ableseokular für Horizontalkreis
7. Fußschrauben
8. Seitenklemme
9. Höhentrieb
10. Fokussierknopf zum Scharfstellen
11. Höhenklemme



## **Das Aufstellen und das Ausrichten eines Theodoliten**

Material

Theodolit, Stativ, Lot

### **Das Aufstellen**

Der Theodolit darf nur im Behälter transportiert werden, weil die eingebauten Messvorrichtungen sehr empfindlich sind. Vor dem Aufstellen muss zunächst geprüft werden, ob auch alle Schrauben des Stativs fest sind. Zum Aufstellen des Stativs wird dann ein Schnurlot oder ein Zentrierstock mit Libellenblase in die Zentralanzugsschraube des Stativs gedreht. Das Stativ wird nun so aufgestellt, dass das Schnurlot innerhalb von 2 cm über dem Vermessungspunkt einpendelt, von dem aus gemessen werden soll. Bei Benutzung eines Zentrierstockes muss die dazugehörige Libellenblase einspielen. Der Stativteller soll etwa horizontal sein, nachdem die Stativbeine gleichmäßig fest in den Boden eingetreten wurden. Zum Schluss wird der Theodolit vorsichtig auf den Stativteller gesetzt und mit der Zentralanzugsschraube erst locker befestigt.

Es gibt auch moderne Geräte, bei denen der Vermessungspunkt durch ein Okular angepeilt werden kann.

### **Grobes Zentrieren**

Durch seitliches Verschieben des Theodoliten auf dem Stativteller wird das Lot bzw. die Libellenblase des Zentrierstockes genau eingespielt. Wenn dies geschehen ist, wird die Zentralanzugsschraube etwas fester angezogen.

### Horizontieren

Zuerst wird die runde Dosenlibelle des Theodoliten durch Verkürzen und Verlängern der Stativbeine eingespielt. Um genauer zu horizontieren, muss die Seitenklemme gelockert sein. Dann wird der Theodolit gedreht, bis die Röhrenlibelle parallel zu zwei Fußschrauben steht. An diesen beiden Schrauben wird nun gegenläufig gedreht, bis die Luftblase in der Mitte einspielt. Anschließend wird der Theodolit um einen Viertelkreis weiter gedreht und die Libelle durch das ausschließliche Drehen der dritten Fußschraube eingespielt. Diese beiden Schritte werden so lange wiederholt, bis die Röhrenlibelle in jeder Richtung einspielt.

### Fein Zentrieren

Wenn nun durch das Horizontieren die Zentrierung des Theodoliten über dem Vermessungspunkt wieder ungenau wurde, muss die Zentralanzugsschraube wieder leicht gelöst werden und der Theodolit neu zentriert werden (siehe oben). Möglicherweise muss erneut das Gerät horizontiert werden. Diese Schritte müssen so lange wiederholt werden, bis der Theodolit in allen Stellungen richtig steht, damit eine genaue Messung möglich ist, da sich fehlerhafte, ungenaue Fehler in späteren Rechnungen erheblich auswirken können.

Wenn sich der Theodolit in genauer Horizontlage befindet, darf diese Lage während der gesamten Messung nicht mehr verändert werden. Deshalb muss der Vermesser gut darauf achten, dass er sich beim Ablesen der Werte nicht am Gerät abstützt oder das Stativ anstößt.

### Ausrichten

Nun wird das Fernrohr gegen einen hellen Hintergrund, z. B. den Himmel, gerichtet und das Fernrohrökular gedreht, bis das Fadenkreuz scharf und tiefschwarz erscheint. Bei gelöster Seiten- und Höhenklemme wird das Fernrohr über das Richtglas auf das Ziel gerichtet. Danach werden die Klemmen leicht angezogen und durch Drehen der Seiten- und Höhentriebschrauben das Fadenkreuz auf die Mitte der Latte bzw. des Zielpunktes ausgerichtet. Zuletzt wird noch der Fokussierknopf gedreht, bis der Zielpunkt scharf erscheint.

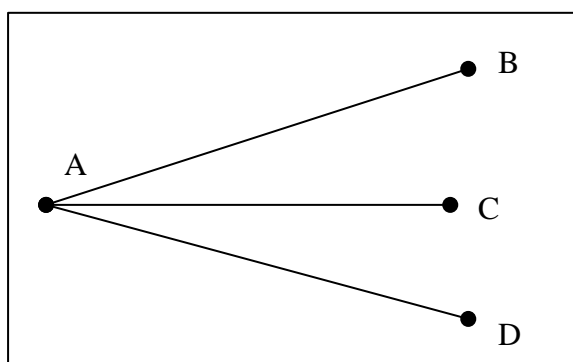
Die Fokussierung ist dann einwandfrei, wenn Fadenkreuz und Lattenteilung sich auch unter verändertem Blickwinkel nicht gegeneinander verschieben. Dazu wird das Auge vor dem Okular hin und her bewegt.

### Das Messen von Winkeln

Material

Theodolit, Stativ, Lot (zum Aufstellen), Protokoll, mind. 2 Personen

Vorgehensweise



Bevor die Messung beginnen kann, sollte auf dem Protokoll eine Skizze mit dem Standpunkt und den anzupeilenden Punkten mit den geschätzten Winkeln angefertigt werden. Jeder Punkt wird auf der Skizze mit Buchstaben bezeichnet.

In diesem Beispiel ist der Theodolitenstandort mit A bezeichnet. Von dort aus wird zunächst der linke Punkt B angepeilt und vermessen. Der Vertikalstrich des Fadenkreuzes wird hierzu auf die Mitte des Fluchtstabes, des

Baumstammes oder direkt auf die Hausecke gerichtet.

Nachdem die Peilung nun grob vorgenommen wurde, erfolgt die Feineinstellung, indem die Seiten- und Höhenklemme leicht angezogen werden. Danach wird die genaue Peilung mit Hilfe der Feintriebschrauben (Höhentrieb und Seitentrieb) durchgeführt. Auch das Fernrohrbild wird scharf gestellt. Zum Abschluss wird im Ableseokular der angezeigte Horizontalwert abgelesen.

Um die spätere Auswertung zu erleichtern, kann man nun aber den Drehknopf des Horizontalkreises so lange drehen, bis die Ablesung am Horizontalkreis Null ist. Somit ergibt der Punkt B den Winkel von null Altgrad bzw. Neugrad.

Achtung: Während der Messung darf der Drehknopf nicht noch einmal verändert werden, da ansonsten die folgenden Messergebnisse nicht mehr stimmen.

Danach wird das Fernrohr auf den nächsten rechts folgenden Punkt gerichtet. In der Beispielskizze Punkt C. Dieser wird wieder genau angepeilt und der Horizontalwert im Protokoll notiert. Wenn nun alle Winkel von links nach rechts vermessen wurden, schwenkt man das Gerät weiter, bis es wieder auf den zuerst vermessenen Punkt B gerichtet ist.

Die Messung ist gut ausgeführt worden, wenn der abgelesene Wert wieder derselbe wie bei der ersten Messung ist. Ist dies nicht der Fall, so muss die Messreihe wiederholt werden. Die genaue Protokollführung ist sehr wichtig, weil du nur so nachher im Klassenraum mit Hilfe der Skizzen und der Messergebnisse, die den jeweiligen Punkten zugeordnet sind, eine Karte erstellen kannst.

### **Kleiner Lesetest**

- Welcher Fadenkreuzstrich des Fernrohres muss bei der Winkelmessung auf den anzupeilenden Punkt (Fluchtstab, Hausecke, Baumstamm) ausgerichtet werden?
  - der obere Querstrich?
  - der mittlere Querstrich?
  - der Vertikalstrich?
- Welchen Winkelwert liest man im Ableseokular ab?
  - den Horizontalwinkel?
  - den Vertikalwinkel?
- Durch welche Maßnahme kann man eine Messreihe vereinfachen?

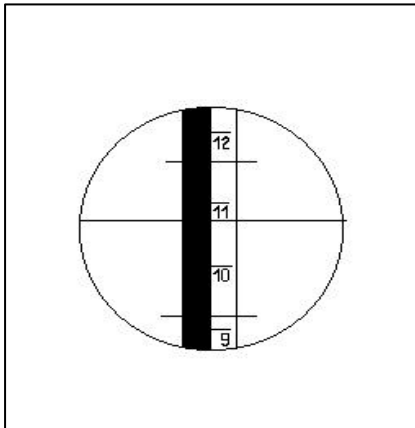
### **Entfernungsmessung**

Material: Theodolit, Stativ, Nivellierlatte, Maßband, Feldbuch, (mind. 2 Personen)

### **Vorgehensweise**

Fast jeder Theodolit hat zusätzlich zu dem einfachen Fadenkreuz zwei kürzere Querstriche symmetrisch ober- und unterhalb des Kreuzes. Das sind die so genannten Reichenbachschen Distanzstriche. Mit ihrer Hilfe kann man die Entfernung (vom Theodolitenstandort zur Nivellierlatte) zwar schnell, aber leider nicht sehr genau ermitteln. Fehler von ca. 10 cm sind schon bei geringen Distanzen von 10-50m zu erwarten. Deswegen sollte diese Messmethode nur zu Endpunkten hin angewendet werden, von denen aus nicht mehr weiter gemessen wird. Wenn ein genaues Ergebnis erforderlich ist, bietet sich eher die Messung mit dem Maßband an.

Die Theodoliten, die heute in der modernen Vermessungstechnik eingesetzt werden, sind mit sehr genau messenden elektro-optischen Distanzmessern ausgestattet.



Um große Messfehler zu vermeiden, muss das Fernrohr horizontal eingestellt sein. Dies ist der Fall, wenn im Ableseokular beim Vertikalkreis entweder 100 bzw. 300 Neugrad, oder 90 bzw. 270 Altgrad angezeigt wird.

Die Nivellierlatte muss senkrecht gehalten werden. Durch eine Dosenlibelle, die entweder schon an der Latte angebracht ist oder die an die Latte gehalten wird (Lattenrichter), wird dies überprüft. Nun wird die Latte angepeilt, und alle drei Ablesungen, die sich ergeben, werden protokolliert. Der obere und der untere Querstrich ergeben die Werte, die später zur Berechnung der Entfernung gebraucht werden. Der mittlere Wert dient

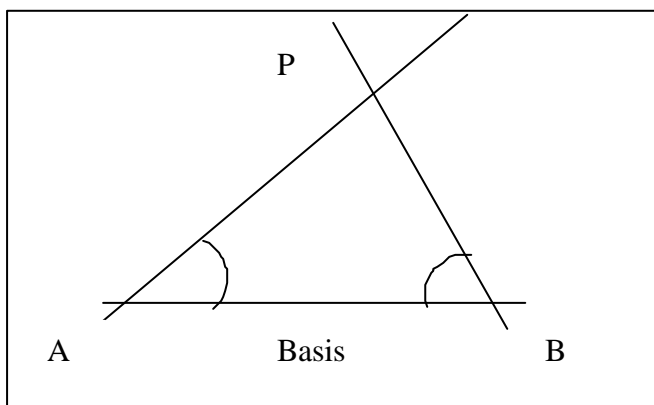
zur Kontrolle der Ablesung, da er rechnerisch genau in der Mitte zwischen den anderen beiden Werten liegen muss.

Die Entfernung zur Latte wird nun folgendermaßen berechnet: Zuerst errechnet man die Differenz zwischen oberer und unterer Ablesung. Das Ergebnis wird dann mit der Gerätekonstanten multipliziert, die jeweils aus der Betriebsanleitung des Theodoliten entnommen werden kann. In diesem Fall handelt es sich um die Zahl 100. War die Differenz also z. B. 22 cm, so beträgt die Entfernung 2200 cm, also 22 m. Beim Eintragen in die Karte ist die Entfernung dem Maßstab der Karte entsprechend zu zeichnen.

### Einschneiden

Material: Theodolit, Maßband, Fluchtstäbe

Wie auf der Skizze zu sehen, kann man die Lage von Punkt P zu A auch mit Hilfe der Winkelmessung ermitteln. Dazu wird zuerst eine Basis mit den Endpunkten A und B errichtet. Die Länge dieser Basis muss genau bekannt sein und wird deshalb mit dem Maßband vermessen. Können bekannte Messpunkte benutzt werden, können die Entfernungsangaben aus vorhandenen Vermessungsrissen entnommen werden. Nun wird jeweils von A und B aus, der Winkel zwischen der Basis und P ermittelt. Bei der Auswertung der Ergebnisse ergibt sich die Lage von P automatisch durch den Schnittpunkt der Winkelschenkel.



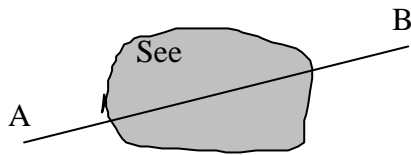
### **Kleiner Lesetest**

- Welche Striche des Fadenkreuzes sind für die Entfernungsmessung wichtig?
- Ist diese Art der Entfernungsmessung sehr genau?
- Was muss man beachten, damit die Messergebnisse so genau wie möglich werden?
- Wo erfährt man die Gerätekonstante des jeweiligen Theodoliten?
- Welche Differenz multipliziert man mit der Gerätekonstanten, um die Entfernung zu ermitteln?

### Problemstellungen

#### Problemstellung A

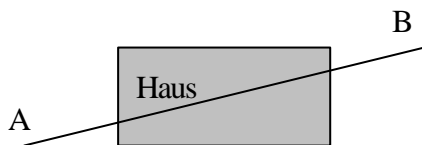
Bestimme AB!



Beide Orte sind begehbar. Ort A ist von B aus sichtbar und umgekehrt. Die Strecke ist wegen eines Hindernisses (z. B. See) nicht messbar.

#### Problemstellung B

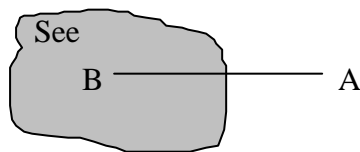
Bestimme AB!



Beide Orte sind begehbar. Ort A ist von B aus nicht sichtbar und umgekehrt. Die Strecke ist wegen eines Hindernisses (z. B. Haus) nicht messbar.

#### Problemstellung C

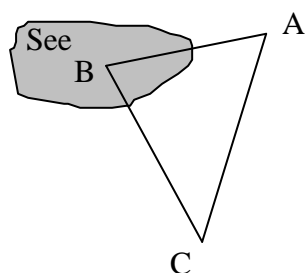
Bestimme AB!



Ort B ist nicht begehbar. Ort A ist von B aus nicht sichtbar und umgekehrt. Die Strecke ist wegen eines Hindernisses (z. B. See) nicht messbar.

#### Problemstellung D

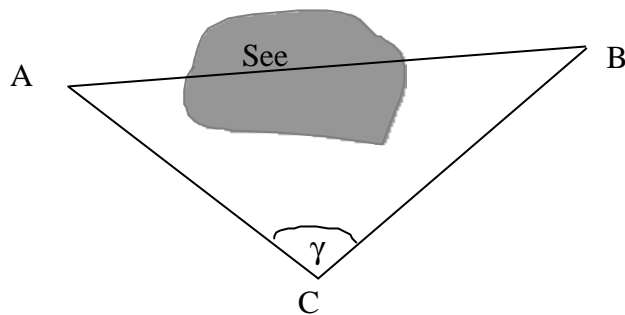
Bestimme AB!



Neues Messverfahren: Die Strecke AB wird wie folgt bestimmt: Ein Punkt C (beliebig) wird gewählt. Strecke AC und die Winkel  $\alpha$  und  $\gamma$  werden gemessen. AB wird aus diesen Größen rechnerisch ermittelt. (Vorwärtseinschneiden nach einem Punkt)



Problemstellung E  
Bestimme AB!



Neues Messverfahren: Die Strecke AB wird wie folgt bestimmt: Der Punkt C wird beliebig gewählt. Die Strecken CA und CB sowie der Winkel  $\gamma$  werden gemessen. Die Strecke AB wird aus diesen Größen rechnerisch ermittelt.

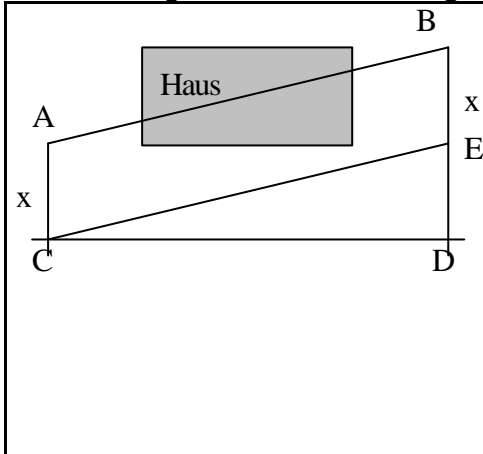
Erläuterung zur Problemstellung A

- Geeigneten Strahl durch A wählen, sodass Punkt 2 und 3 möglich werden.  
Lot von B auf diesen Strahl fallen, C ist Fußpunkt.  
Strecken BC und AC messen  
Da  $\gamma = 90^\circ$ , Strecke AB über den Satz des Pythagoras bestimmen.

Eine mögliche Alternative

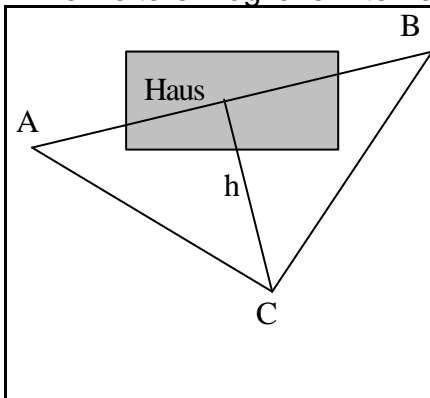
$90^\circ$  Winkel bei A abtragen.  
Strecke AC messen, wobei C so liegen muss, dass auch BC messbar wird.  
Strecke BC messen.  
Strecke AB über den Satz des Pythagoras bestimmen.

Erläuterung zu Problemstellung B



- Entsprechend wie bei Problemstellung A oder
- Von A aus einen Strahl (z. B. Parallel zur Hausseite) abstecken.
- Rechtwinklig dazu eine Gerade abstecken.
- Lot von B auf diese Gerade fällen, Fußpunkt ist D.
- Abstand der Punkte A und C auf dieses Lot von B übertragen (Punkt E)
- Strecke CE messen

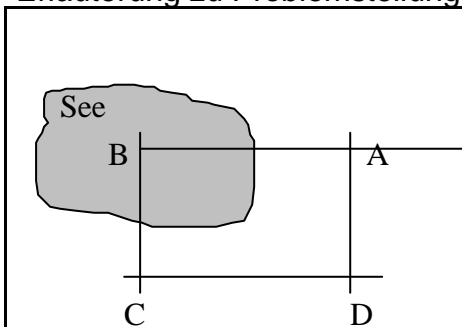
Eine weitere mögliche Alternative



- Mittels Maßband von A und B aus Punkt C eines gleichschenkligen Dreiecks bestimmen.
- Winkel  $\gamma$  bei C und Strecke AC messen.
- Strecke AB bestimmen über:  

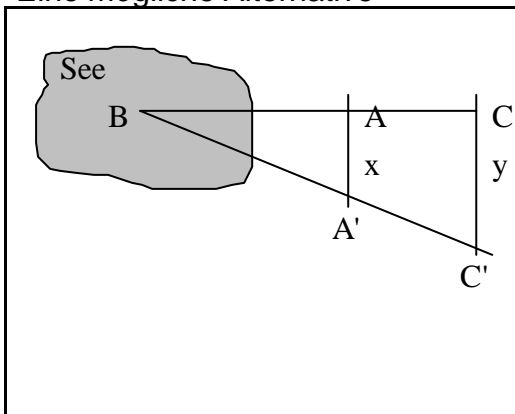
$$\frac{1}{2} AB = AC \cdot \sin \frac{\gamma}{2}$$
 (Höhe h teilt im gleichschenkligen Dreieck AB in zwei gleich große Teile).

Erläuterung zu Problemstellung C



- Strecke AB über A hinaus verlängern  
 Lot fällen in A und markieren  
 Lot in einem Punkt D fällen so, dass dieser nicht durch den See verläuft  
 Durch Peilen Punkt C bestimmen und Strecke CD messen.

Eine mögliche Alternative



- Strecke AB über A hinaus bis C verlängern.
- In A und C Lote fällen und diese markieren.
- Punkt A' auswählen und Punkt C' durch Peilung bestimmen.
- x, y und Strecke AC messen und Strecke AB berechnen:  

$$\frac{x}{y} = \frac{AB}{AB + AC} \Leftrightarrow AB = \frac{x \cdot AC}{y - x}$$

Erläuterung zu Problemstellung D

	<p>Winkel $\beta$ auch gegeben: $\beta = 180^\circ - \alpha - \gamma$          Höhe $h$ einzeichnen. Es entstehen zwei rechtwinklige Dreiecke. Im Dreieck BHA gilt:  $\sin \beta = \frac{h}{x}$          Im Dreieck HCA gilt: $\sin \gamma = \frac{h}{AC}$, also  $\sin \gamma \cdot AC = h$  $x = \frac{\sin \gamma \cdot AC}{\sin \beta}$</p>
	<p>Verallgemeinerung (a sowie alle Winkel sind bekannt):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmung von $b$: $\sin \alpha = \frac{h}{b}$</li> <li>Bestimmung von $c$:             <ul style="list-style-type: none"> <li>a) $c_1$ und $c_2$ über den Satz des Pythagoras</li> <li>b) $c_1 = \cos \alpha \cdot b$ und $c_2 = \cos \beta \cdot a$</li> </ul> </li> </ul> <p>Formulierung des Sinussatzes:          In einem beliebigen Dreieck ABC verhalten sich die Seiten zueinander wie die Sinuswerte der gegenüberliegenden Winkel:</p> $\frac{a}{b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad \frac{a}{c} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad \frac{b}{c} = \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$

Erläuterung zur Problemstellung E

	<p>Situation: Strecken AC und BC sowie der eingeschlossene Winkel dieser beiden Strecken sind bekannt          Höhe $h$ einzeichnen (siehe zweite Skizze)          Es gilt: $c^2 = h^2 + (a-e)^2$          Außerdem: $h^2 = b^2 - e^2$, d.h. $c^2 = b^2 - e^2 + (a-e)^2$.          Folglich: $c^2 = b^2 + a^2 - 2ae$  $\cos \alpha = \frac{e}{b}$, d.h. $b \cos \alpha = e$          Einsetzen liefert: $c^2 = b^2 + a^2 - 2ab \cos \alpha$</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachweis für stumpfe Winkel $\alpha$</li> <li>Verallgemeinerung auf andere Seiten</li> <li>Formulierung des Kosinussatzes:</li> </ul> <p>In jedem Dreieck ABC mit den Seiten $abc$ und den Winkel $\alpha, \beta$ und $\gamma$ gilt:</p> $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$

## **Winkelfunktionen und Trigonometrie im Internet**

Eine Reihe von Lerneinheiten zur Veranschaulichung der Definitionen, Graphen und einfacher Eigenschaften der Winkelfunktionen, einschließlich der Sumsätze (Additionstheoreme) sowie Sinus- und Kosinussatz finden sich bei den ersten drei Adressen. Hierbei sind insbesondere zwei Applets zur Entwicklung der Graphen der Sinus- und Kosinusfunktion sowie eine weitere Animation, anhand deren die Definitionen der verschiedenen Winkelfunktionen verglichen werden können, interessant.

### **Java-Applets für alle trigonometrischen Funktionen**

<http://www.ies.co.jp/math/java/trigjava.html>

### **Entwicklung der Sinuskurve**

<http://www.ies.co.jp/math/java/graphSinX/graphSinX.html>

### **Entwicklung der Kosinuskurve**

<http://www.ies.co.jp/math/java/graphCosX/graphCosX.html>

### **Entwicklung der Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion**

<http://home.augsburg.baynet.de/walter.fendt/math/sincostan.htm>

### **Sechs trigonometrische Funktionen**

<http://www.ies.co.jp/math/java/sixtrigfn/sixtrigfn.html>

### **Beschreibung eines Theodoliten – Arbeitstechniken**

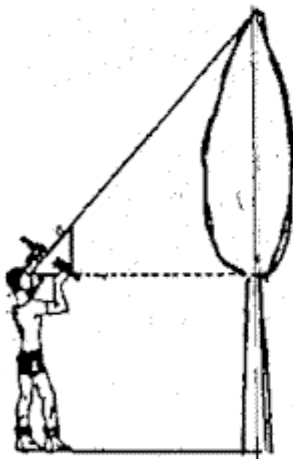
[http://www.uni-kiel.de:8080/ewf/geographie/lehre/karto_1/vermessung/veleitse.htm](http://www.uni-kiel.de:8080/ewf/geographie/lehre/karto_1/vermessung/veleitse.htm)

## 7. Herstellungsanleitungen für Geräte

Grundsatz für die Geometrie im Gelände bleibt: Die benötigten Meßgeräte sollen so einfach gehalten sein, daß das Verständnis für geometrische Zusammenhänge durchschaubar bleibt und die Arbeitsmittel evtl. selbst, z. B. mit Schülern im Werkunterricht, gefertigt werden können.

Die aufgeführten Anleitungen orientieren sich an dieser Vorgabe und sind in der Praxis erprobt. Das schließt aber nicht aus, daß man Variationen vornehmen kann, vor allem dann, wenn die erstellten Geräte die gleiche Funktion erfüllen, aber wesentlich einfacher zu bauen oder zu beschaffen sind¹.

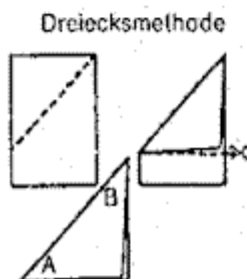
Nur sollte unter zu "einfachen" Geräten nicht die Vermessungsarbeit im Gelände leiden. Am Beispiel des Meßdreiecks (vgl. 4.4.2) soll dieses Anliegen verdeutlicht werden.



Zur Erinnerung:

Das gleichschenkelig-rechtwinklige Dreieck soll sich so einpendeln, daß eine Kathete lotrecht steht. Dann kann entlang der Hypotenuse der Baumwipfel angepeilt und die Baumhöhe – wie dort beschrieben – ermittelt werden.

In einem Pfadfinderbuch (7, S. 4) findet sich die Anweisung, man solle aus Papier ein gleichschenkelig-rechtwinkliges Dreieck falten und damit entsprechend den Baumwipfel anpeilen. Sehr verlockend, weil einfach und leicht für alle Schüler herstellbar.



Ergebnis im Gelände:

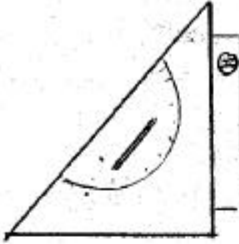
Kein exaktes Ermitteln der Baumhöhe möglich, weil

- die Kathete nicht lotrecht gehalten wurde;
- fehlende Visierhilfen ein genaues Anpeilen erschwerten.

1

¹ Verlag und Verfasser würden sich über diesbezügliche Zuschriften freuen.

Anleitung zum Bau von Theodoliten aus: Geometrie im Gelände, Peilen und Messen in freier Natur. Engelbert Vol-lath (Hrsg.) Donauwörth: Auer, 1989

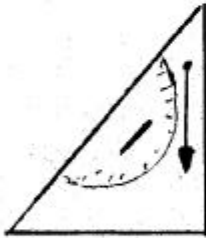


**Abhilfeversuch 1:**

Damit die Kathete beim Anpeilen lotrecht stand, wurden nun Tafelgeodreieck (in Schule vorhanden) und Wasserwaage (leicht beschaffbar) benützt. Während ein Schüler anpeilte, überprüfte ein anderer die lotrechte Kathete.

**Ergebnis im Gelände:**  
unbefriedigend.

Wenn der Anpeiler den Wipfel im Visier hatte, war die Kathete nicht lotrecht; wurde sie dann lotrecht gestellt, war der Baumwipfel entlang der Peillinie verschwunden. Das Spiel wiederholte sich des öfteren. Außerdem gab es Schwierigkeiten beim Peilen durch fehlende Visierhilfen.



**Abhilfeversuch 2:**

Um die Kathete des Tafelgeodreiecks ins Lot zu bringen, wurde ein Senklot (aus dem Physiksaal) an einer eingeschraubten Öse befestigt. Während ein Schüler anpeilte, unterrichtete ihn ein anderer über die Lage des Lots.

**Ergebnis im Gelände:**  
brauchbare Möglichkeit.

In der Handhabung – auch schon wegen der fehlenden Visierhilfen – aber schwieriger als das oben vorgestellte Meßdreieck.

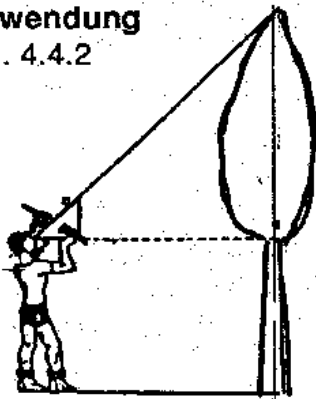
**Fazit:**

Man sollte bei der Herstellung der Geräte nicht am falschen Fleck sparen, weil es sich dann letztlich (bei der Arbeit im Gelände) nicht auszahlt.

## 7.1 Meßdreieck

### Anwendung

Vgl. 4.4.2

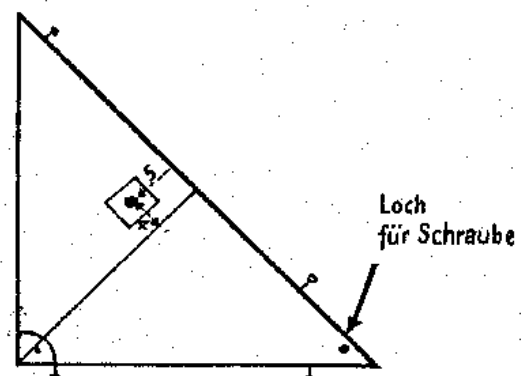
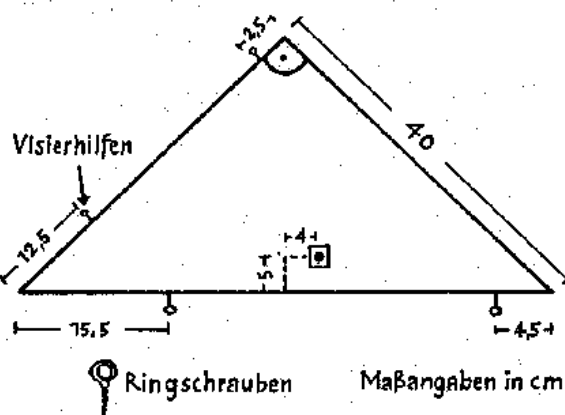


### Material

- Preßspanplatte (möglichst 1 cm dick)
- 4 Ringschrauben
- 2 Verstärkungsklötze (4 cm x 4 cm x 2 cm)
- Rundstab:  $\varnothing$  0,5 cm; 25 cm lang
- Schraube und entsprechend passende Muttern und Beilagscheiben
- Holzleim
- evtl. farbloser Lack

### Herstellung

- (1) Quadrat mit 40 cm Seitenlänge aus Preßspanplatte schneiden und entlang einer Diagonalen halbieren, so daß zwei gleichschenkelig-rechtwinklige Dreiecke entstehen.
- (2) Von der Hypotenusenmitte aus 5 cm nach oben und 4 cm nach rechts (vgl. Skizze) gehen und ein Loch so bohren, daß der Rundstab darin frei beweglich ist (Bohrerstärke 6 mm).
- (3) Für eine sichere Führung des Rundstabes auf jede Seite des Loches noch je einen mit gleicher Bohrung versehenen Verstärkungsklotz kleben.
- (4) Ringschrauben gemäß Skizze als Visierhilfen eindrehen.
- (5) Rundstab durchstecken und überprüfen, ob die entsprechende Kathete lotrecht steht; evtl. Meßdreieck mit Schraube und geeigneter Anzahl von Muttern und Beilagscheiben austarieren (s. "Loch für Schraube" in der Skizze).
- (6) Evtl. mit farblosem Lack überstreichen.

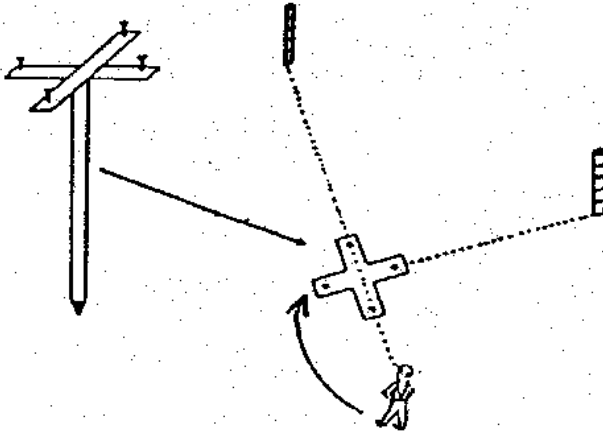


## 7.2.1 Drehkreuz (stehend)

**Anwendung**  
Vgl. 4.5

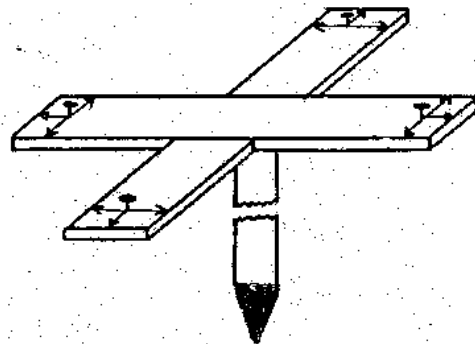
**Material**

- 1 Holzpflöck
- 2 Holzleisten  
(60 cm x 5 cm x 3 cm)
- Holz- bzw. Heißleim
- Schrauben



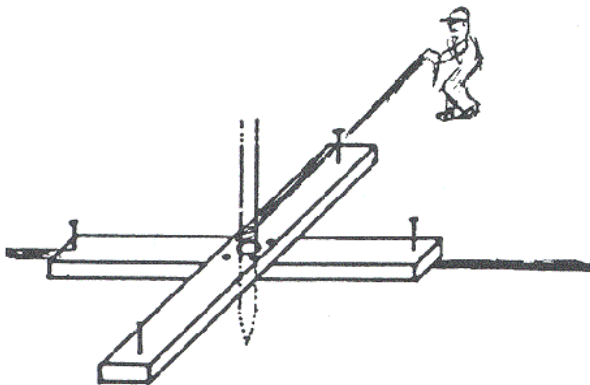
### Herstellung

1. Die zwei gleich langen und gehobelten Holzleisten werden mittels eines Winkels rechtwinklig ausgerichtet, verleimt und verschraubt. Die Stabilität läßt sich dabei erhöhen, wenn die beiden Holzleisten zusätzlich überplattet werden.
2. Die vier ausreichend langen Schrauben werden gemäß der Abbildung vorsichtig eingedreht (→ bedeutet gleicher Abstand).
3. Abschließend wird die Konstruktion nun mittels Leim und Schrauben auf dem Holzpflöck befestigt.





## 7.2.2 Drehkreuz (aufliegend)



### Anwendung

Diese Art des Drehkreuzes ist besonders geeignet zur Festlegung rechter Winkel bei vorgegebenem Scheitelpunkt.

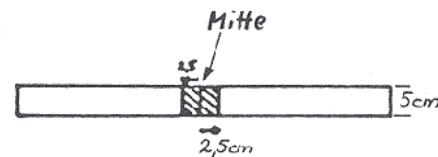
Vgl. 4.5.1

### Material

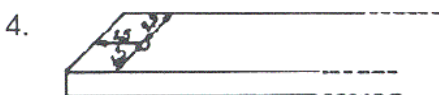
- 2 Holzlatten  
(100 cm x 5 cm x 3 cm)
- 4 Nägel oder Schrauben  
(Länge ca. 10 cm)

### Herstellung

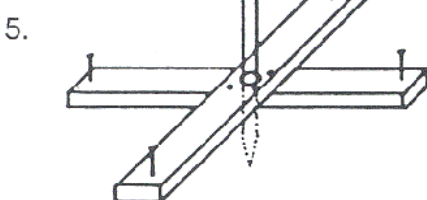
1. Jede Latte wird an der Oberseite gemäß der Skizze markiert, und zwar jeweils 2,5 cm links und rechts der Mitte.



2. Die auf der Skizze schraffierten Flächen werden aufeinander und mit Hilfe eines Zimmermannwinkels (Tafelgeodreiecks) und einer Schraubzwinde im rechten Winkel ausgerichtet und verschraubt (Siehe Punkt 3: Bohrung). Wer eine höhere Stabilität erreichen will, kann die schraffierten Flächen vor dem Aufeinanderlegen mit Leim bestreichen und/oder die beiden Hölzer durch Überplattung verbinden.
3. Im Zentrum des Meßgerätes wird der Mittelpunkt markiert und mit einem Holzbohrer, dessen Durchmesser 1 - 2 mm größer ist als der einer Fluchtstange, das Drehkreuz durchbohrt.



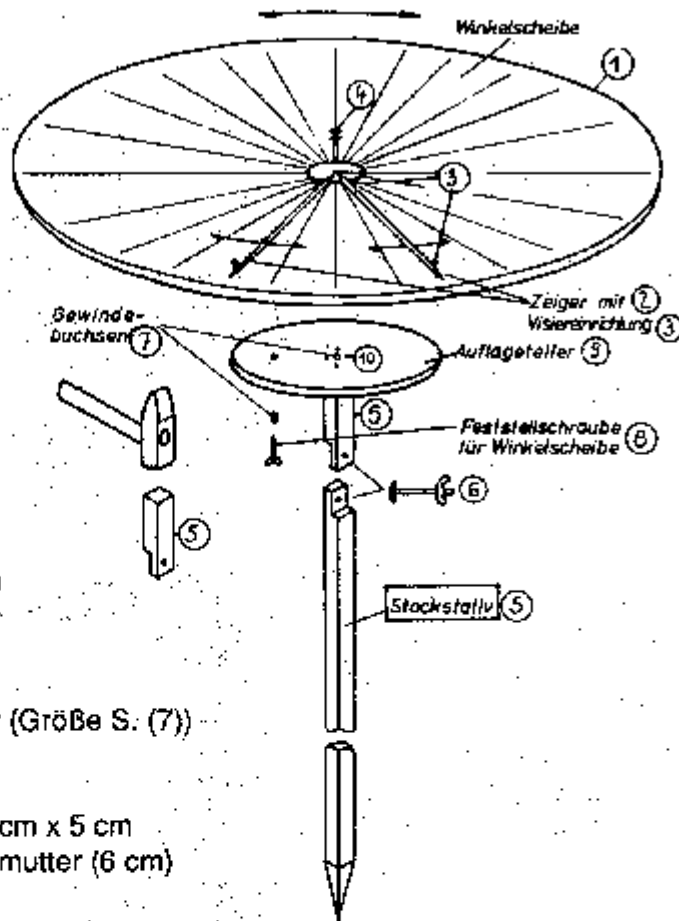
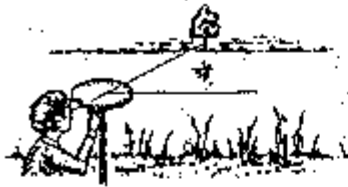
Wie in der Skizze angegeben, werden an den 4 Enden die Latten entsprechend der Nageldicke mit einem Holzbohrer angebohrt und die Nägel vorsichtig eingeschlagen.



Das Drehkreuz wird nun über Fluchtstangen geschoben. Mit Hilfe daran befestigter Schnüre können rechte Winkel ausgesteckt werden.

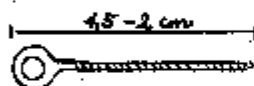
## 7.3 Winkelscheibe

### Anwendung



### Material (Winkelscheibe):

- (1) Span-, Holz- oder Leichtmetallplatte (60 cm x 60 cm)
- (2) Rundstab (60 cm x Ø 0,5 cm)
- (3) 6 Schrauben mit Ösen



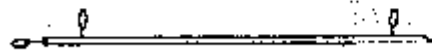
- (4) 1 Schraube mit Mutter (Größe S: (7))

### Material (Stativ aus Holz):

- (5) Holzleiste 120 cm x 5 cm x 5 cm
- (6) 1 Schraube mit Flügelmutter (6 cm)
- (7) 2 Gewindebuchsen
- (8) 1 Schraube (für (7))
- (9) 1 Spanplatte 30 cm x 30 cm x 1 cm
- (10) 4 Holzschrauben

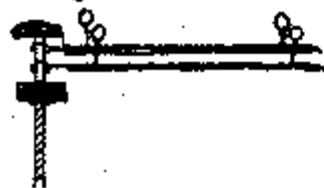
### Herstellung

1. Kreisrunde Scheiben (1) (9) aus Spanplatten, Holz, Leichtmetall o. ä. schneiden (lassen).
2. Rundstab (2) halbieren und Schrauben mit Ösen (3) einschrauben.



3. Stockstativ aus Holzleiste (5) herstellen.
4. Gewindebuchsen (7) in Auflageteller (9) vorbohren und einschrauben.
5. Auflageteller auf Stockstativ mit Schrauben (10) befestigen.

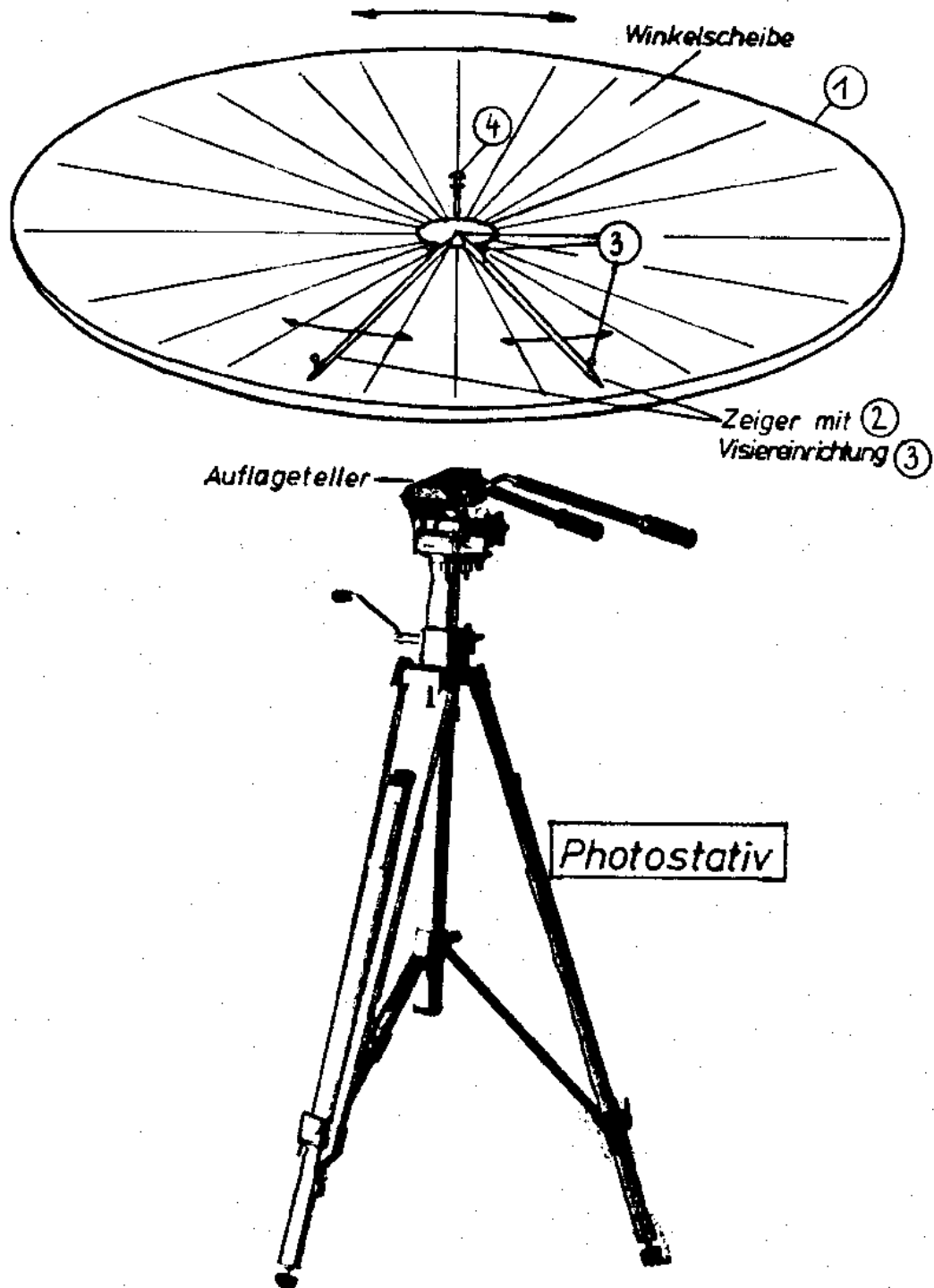
6. Zeiger (2) auf Schraube (4) beweglich befestigen.



7. Skalierung der Winkelscheibe (s. folgende Seiten)

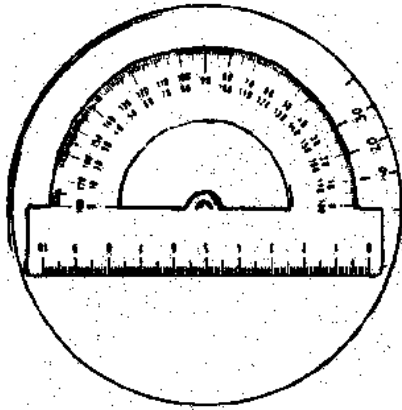
Anstelle des Stockstativs ist auch ein Photostativ verwendbar.

Vorteile: Kein Einrammen in den Boden, auch auf geteerten Plätzen verwendbar; leicht zu verrücken und zu zerlegen.



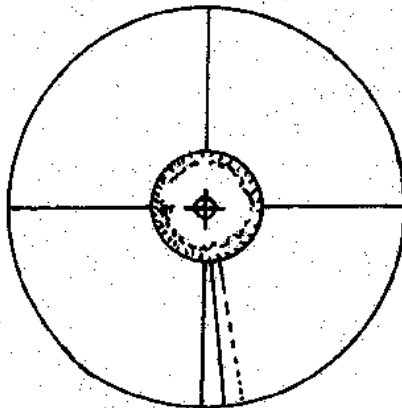
## Vorschläge zur Skalierung der Winkelscheibe

1.



Auf die Winkelscheibe wird ein Tafelwinkelmesser gelegt und die Skalierung übertragen.

2.

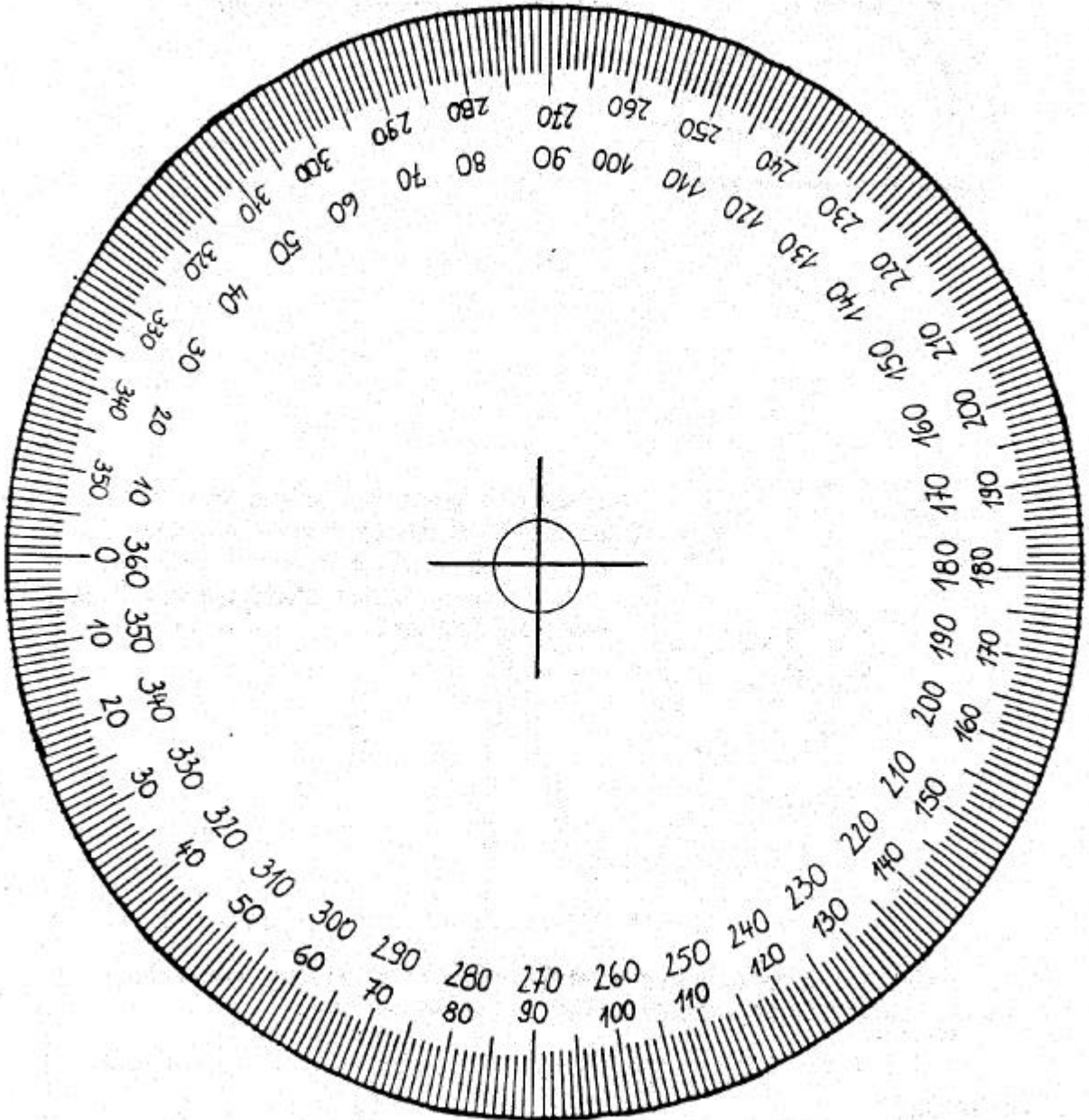


Die Skalenvorlage (siehe nächste Seite) wird  
- auf die Winkelscheibe aufgeklebt und die Grad-  
einteilung bis zum Scheibenrand verlängert;  
- mittels Kopierer auf das notwendige Maß vergrößert und aufgeklebt.

3. Eine Knefeli-Bruchrechenscheibe (in vielen Lehrmittelzimmern vorhanden) wird kopiert/photographiert und auf die Winkelscheibe geklebt.

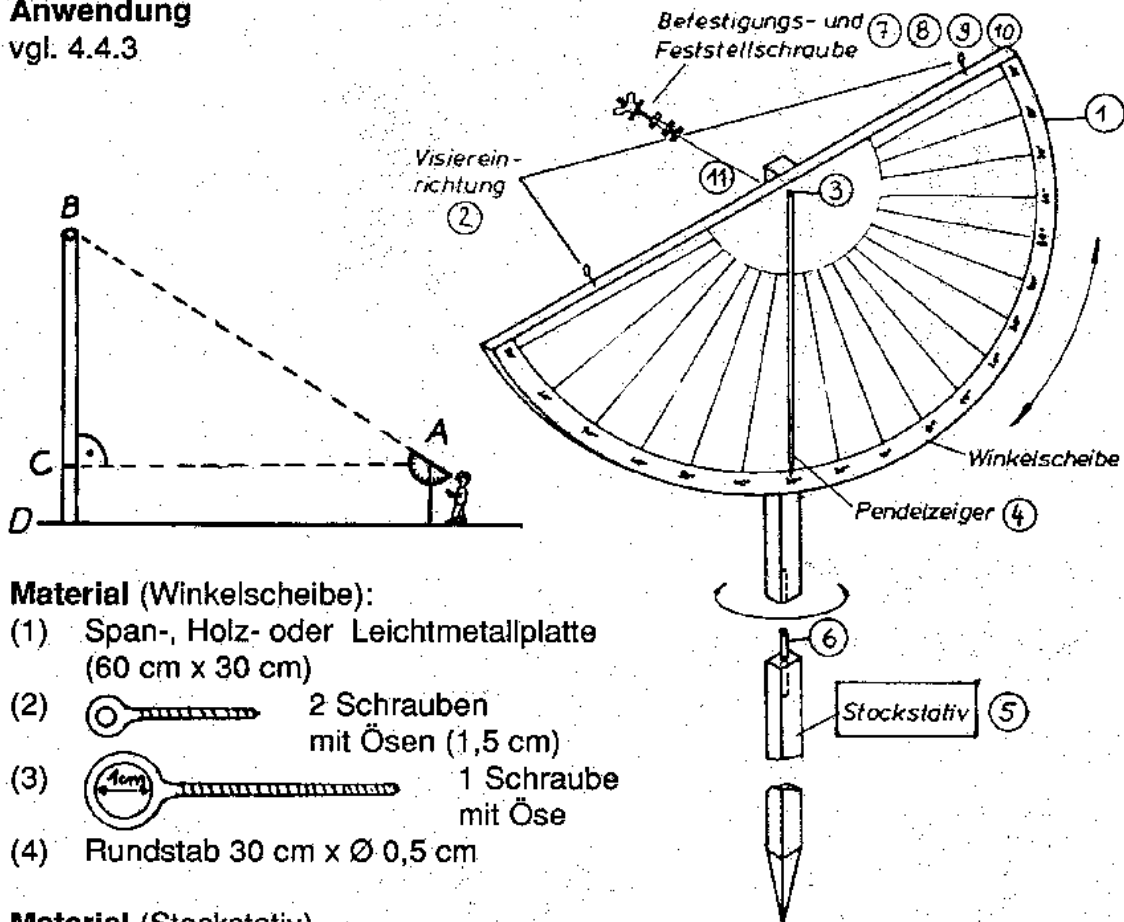
### Anmerkung:

Durch die Verwendung einer doppelten Skala (s. nächste Seite) können die Winkelwerte sowohl im als auch gegen den Uhrzeigersinn abgelesen werden.

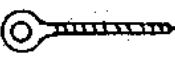
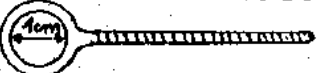


## 7.4 Höhenwinkelmesser

**Anwendung**  
vgl. 4.4.3



**Material (Winkelscheibe):**

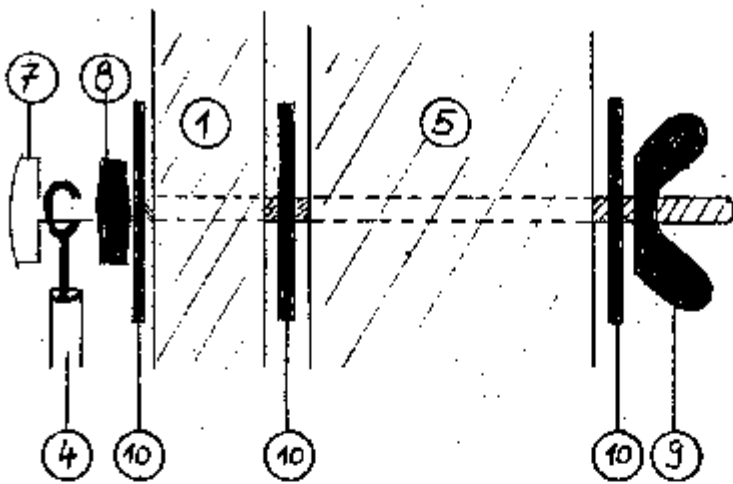
- (1) Span-, Holz- oder Leichtmetallplatte (60 cm x 30 cm)
- (2)  2 Schrauben mit Ösen (1,5 cm)
- (3)  1 Schraube mit Öse
- (4) Rundstab 30 cm x Ø 0,5 cm

**Material (Stockstativ)**

- (5) Holzleiste 150 cm x 5 cm x 5 cm
- (6) evtl. Rundeisen 20 cm x Ø 1 cm
- (7) 1 Schraube 9 cm x Ø 0,8 cm
- (8) dazu: 1 Mutter      (9) dazu: 1 Flügelmutter      (10) dazu: 3 Beilagscheiben

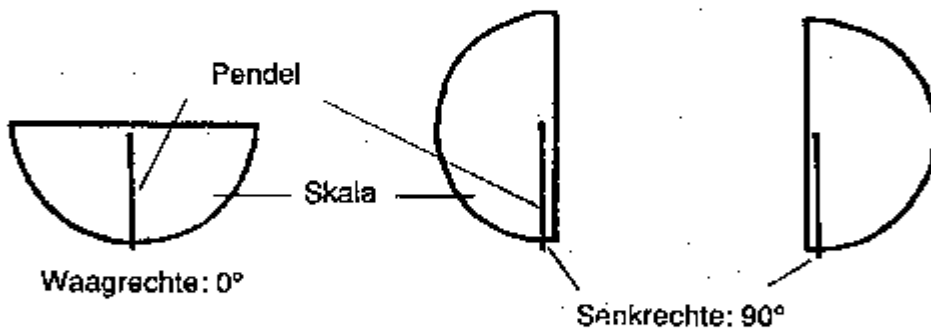
**Herstellung**

1. Halbkreisförmige Scheibe aus Spanplatte (Holz, Leichtmetall o. ä.) ausschneiden (lassen) (1).
2. In Rundstab (4) Schraube mit Öse (3) einschrauben (vorbohren!).
3. In Winkelscheibe (1) Visiereinrichtung = Schrauben mit Ösen (2) einschrauben.
4. Stockstativ (5) aus Holzlatte herstellen.  
Anstelle des Stockstativs kann auch ein Fotostativ verwendet werden (s. Abb. bei 7.3).  
Vorteil: Auch auf geteerten Plätzen problemlos zu verwenden; leicht verrückt- und zerlegbar.
5. Stockstativ (5) am oberen Ende durchbohren (11).
6. Laut Abb. (7), (8), (9), (10) Zeiger an der Winkelscheibe und Winkelscheibe an Stockstativ befestigen (11). (siehe nächste Seite)



7. Winkelscheibe skalieren.

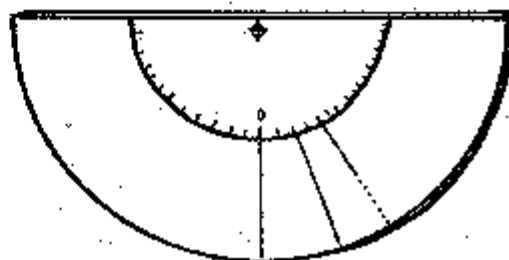
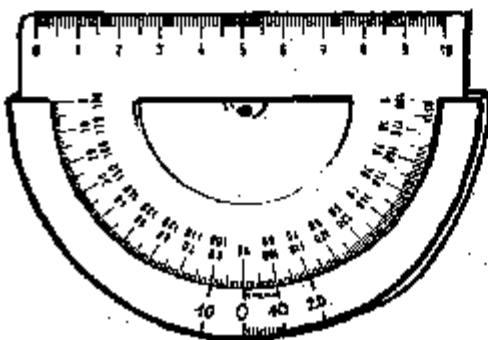
Mögliche Vorgehensweisen:

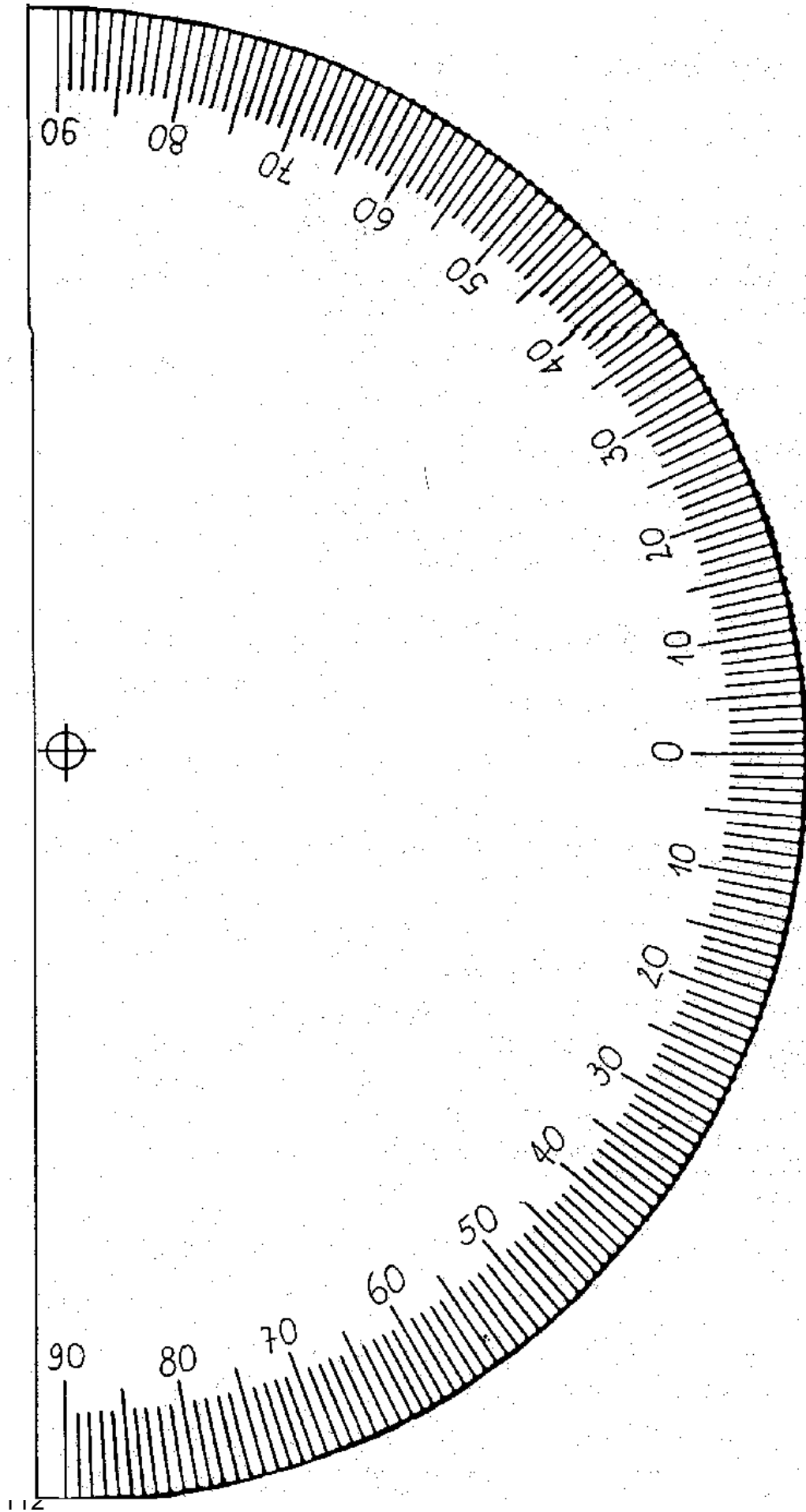


Dazwischen liegen die übrigen Neigungswinkel.

a) Auf die Winkelscheibe wird ein Tafelwinkelmesser (evtl. Tafelgeodreieck) aufgelegt und die Skalierung entsprechend (s. o.) übertragen.

b) Die Skalenvorlage (s. nächste Seite) wird auf die Winkelscheibe aufgeklebt und die Gradeinteilung bis zum Scheitelpunkt verlängert.







## 2.3 Entwicklung einer Parallelarbeit

Die **Entwicklung einer Parallelarbeit**¹ ist die konsequente Weiterführung der Konsensbildung über Klassenarbeiten und der Entwicklung gemeinsamer Unterrichtsvorhaben. Lehrerinnen und Lehrer sollen künftig auf der Grundlage inhaltlicher Absprachen in bestimmten Zeitabständen in Parallelklassen gemeinsame Klassenarbeiten schreiben. Dazu ist eine Einigung über die konkret zu stellenden Anforderungen und über die Bewertungskriterien wichtig. Ggf. müssen unterschiedliche Anspruchsniveaus entsprechend der äußeren Differenzierung festgelegt werden.

Wechselseitige Korrekturen und der Austausch von Klassenarbeitssätzen in diesem Rahmen sind empfehlenswert; sie dienen nicht der Kontrolle der Lehrleistung, sondern erleichtern die Verständigung über die Anforderungen an die Schülerinnen und Schüler, über die Leistungsanforderungen in Bezug auf die Leistungsbewertung und über die Beurteilungsmaßstäbe.

### ***2.3.1 Parallelarbeiten konzipieren auf der Grundlage der Aufgabenbeispiele***

Die Parallelarbeit kann grundsätzlich **unterschiedlich aufgebaut** sein. Im Idealfall besteht sie aus einem einzigen an der Konzeption der Aufgabenbeispiele orientierten Teil. Sie kann auch zunächst zweigeteilt konzipiert werden, wie es zum Beispiel auf Seite 79 ff. in der Handreichung 9028/3 beschrieben wird. Wenn die Parallelarbeit in zwei Teilen geplant wird, kann davon ausgegangen werden, dass der eine Teil aus Aufgaben besteht, die sich auf den gerade durchgenommenen Unterrichtsstoff beziehen. Der andere Teil hat keinen unmittelbaren Bezug zum momentan erarbeiteten Unterrichtsstoff und wurde demzufolge nicht explizit im aktuellen Unterricht vorbereitet. In allen Fällen ist es anzustreben, dass die Aufgaben zunehmend einer Aufgabenkultur entsprechen, wie sie die Aufgabenbeispiele verdeutlichen.

Die folgende Übersicht veranschaulicht die verschiedenen Möglichkeiten mit der Zielperspektive, Parallelarbeiten zunehmend insgesamt thematisch auszuarbeiten.

---

¹ Hierzu sei auf den Runderlass „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung durch Parallelarbeiten und Aufgabenbeispiele“ des MSWWF vom 1.12.1998 und auf die Nummer 9028/3 der Schriftenreihe Schule in NRW hingewiesen.

<b>Möglicher Aufbau einer Parallelarbeit im Fach Mathematik</b>		
	<b>Teil I</b>	<b>Teil II</b>
(A)	Traditionell gestaltet, nicht gemeinsam parallel geplant, keine gemeinsame Auswertung	an den Aufgabenbeispielen orientiert, gemeinsam parallel geplant, gemeinsame Auswertung
(B)	Traditionell gestaltet, gemeinsam parallel geplant, gemeinsame Auswertung	an den Aufgabenbeispielen orientiert, gemeinsam parallel geplant, gemeinsame Auswertung
(C)	an den Aufgabenbeispielen orientiert, nicht gemeinsam parallel geplant, keine gemeinsame Auswertung	an den Aufgabenbeispielen orientiert, gemeinsam parallel geplant, gemeinsame Auswertung
(D)	an den Aufgabenbeispielen orientiert, gemeinsam parallel geplant, gemeinsame Auswertung	

Die **Konzeption einer Parallelarbeit** erfolgt auf Grundlage der Aufgabenbeispiele. Dabei sind die Aufgabenbeispiele als Impulsgeber für die Weiterentwicklung von Unterricht zu betrachten.

Die Aufgabenbeispiele konkretisieren die Aussagen der Richtlinien und die Anforderungen der Lehrpläne, indem sie auf der Grundlage der KMK-Vereinbarungen über Standards für den Mittleren Bildungsabschluss Mathematik wesentliche Qualifikationen für die Zuerkennung der Fachoberschulreife repräsentieren. Das im Materialteil beigefügte Analyseraster zu den KMK-Inhalten erleichtert die Zuordnung der Inhalte und die Einordnung bezüglich des Anspruchsniveaus. Die Aufgabenbeispiele sollen sowohl einen horizontalen Transfer durch die Anwendung des Gelernten in Sachzusammenhängen als auch einen vertikalen Transfer durch die Vernetzung neuer Wissensbestände mit früher erworbenen und die Förderung der Einsicht in strukturelle Zusammenhänge ermöglichen. Sie fördern das Mathematisieren durch die bewusste Konfrontation mit komplexen Zusammenhängen. Sie lassen unterschiedliche Lösungswege und –strategien zu und begünstigen dadurch die Konstruktion neuer Wissensbestände sowie die Entwicklung sachgerechter Methoden und Strategien.

Eine genaue Analyse einzelner Aufgabenbeispiele vor der Entwicklung eigener Parallelarbeiten ist empfehlenswert, da sie Aufschluss über die fachdidaktischen Intentionen, Zielsetzungen und Strukturen einzelner Aufgabenbeispiele in Zusammenhang mit einer veränderten Unterrichtskultur geben kann. Mögliche Ansatzpunkte für die Diskussion in der Fachkonferenz bezüglich der Aufgabenbeispiele könnten sich beziehen auf:

- Vielfalt von Lösungswegen
- offene Aufgabenstellungen
- kumulatives Lernen
- Vernetzung von Wissensgebieten

- problemlösendes Denken
- Anwendungsorientierung
- ...

Die Auseinandersetzung mit einzelnen Aufgabenbeispielen in der Fachkonferenz kann als Ausgangspunkt für eine schulinterne Diskussion über fachliche und fachdidaktische Grundfragen dienen. Als Hilfe dazu kann das Material „Analyseraster für die Bewertung von Aufgaben für Parallelarbeiten“ (siehe Materialteil) verwendet werden.

Die Ergebnisse der Analyse liefern Kriterien für die Erstellung von Parallelarbeiten, die sich am Konzept der Aufgabenbeispiele orientieren sollen. Gleichzeitig sollen Anhaltspunkte für die Auswertung und die daraus zu ziehenden Konsequenzen für die Weiterentwicklung der Unterrichtsqualität gegeben werden.

### **2.3.2 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz**

Die folgende Darstellung bezieht sich auf mehrere kürzere Fachkonferenzen oder eine ganztägige Sitzung.

#### **Eingangsvoraussetzungen**

Es ist davon auszugehen, dass im Fachkollegium verschiedene Kenntnisstände, Einschätzungen und Auffassungen bezüglich der Aufgabenkultur der Beispielaufgaben bestehen. Erfahrungsgemäß äußert sich ein Teil des Kollegiums mit großer Zustimmung für die Kultur der Aufgaben, während ein anderer Teil des Kollegiums massive Einwände dagegen hat. Diese unterschiedlichen Auffassungen können für eine kritisch-konstruktive Auseinandersetzung mit den Parallelarbeiten genutzt werden.

#### **Zielsetzung**

Durch die Analyse der Aufgabenbeispiele soll eine differenzierte Sicht auf die ihnen zu Grunde liegende Aufgabenkultur erreicht werden. Damit sollen Ansatzpunkte für den Umgang mit den Aufgabenbeispielen und die eigene Konzeption von Parallelarbeiten gefunden werden.

#### **Möglicher Ablauf der Fachkonferenzsitzung**

1. Die Mitglieder der Fachkonferenz stellen in einer **Erwartungsrunde** kurz dar, welche Vorstellungen von Parallelarbeiten sie mitbringen. Die Äußerungen werden stichwortartig auf Karteikarten notiert und aufgehängt.
2. Es werden Kleingruppen von 3-4 Kollegen gebildet, die in **Gruppenarbeitsphase I** mit je einem Aufgabenbeispiel arbeiten. Dazu lösen sie zunächst selbst das Aufgabenbeispiel, analysieren es mit Hilfe des Analyserasters und überlegen dann, welche Aspekte für sie besonders wichtig sind.

3. In der anschließenden **Gruppenarbeitsphase II** werden neue, möglichst gleich große Kleingruppen gebildet, die jeweils mindestens einen Vertreter aus den verschiedenen Gruppen der Gruppenarbeitsphase I enthalten (Gruppenpuzzle). Die Gruppenmitglieder stellen sich gegenseitig die von ihnen bearbeiteten Aufgabenbeispiele vor und vergleichen sie. Gemeinsam wird erarbeitet, welche Anregungen und Konsequenzen sich für die Vergleichsarbeiten und die Fachkonferenzarbeit ergeben.
4. Die Arbeitsergebnisse der Kleingruppen werden mit Hilfe von Folien der gesamten Fachkonferenz vorgestellt und diskutiert. Wesentliche inhaltliche und organisatorische Aspekte werden auf einem Plakat notiert. Ursprüngliche Vorstellungen aus der Erwartungsrunde vom Anfang werden ggf. einbezogen oder verworfen.
5. Ggf. skizzieren die Fachkonferenzmitglieder in einer **Gruppenarbeitsphase III** eine Musteraufgabe, die den herausgearbeiteten Kriterien entspricht.
6. Abschließend sollte eine kurze **Reflexion** über die Fachkonferenzsitzung erfolgen, in der die Fachkonferenzmitglieder die Möglichkeit haben, die Sitzung und die Arbeitsergebnisse zu kommentieren und Vereinbarungen für die Weiterarbeit zu treffen.

### **2.3.3 Materialien**

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Drei Aufgabenbeispiele: Rund ums Auto, Dachzimmerausbau, Werkstücke

Aufgabenbeispiel „Einkommen nach der Schulzeit“

Analyseraster für die Bewertung von Aufgaben für Parallelarbeiten

Übersicht zur Bewertung von Aufgaben hinsichtlich der KMK-Inhalte

Funktion der Aufgabenbeispiele

## **Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz**

### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase I**

*Notieren Sie bitte alle die Ergebnisse Ihrer Arbeitsgruppe mit, um sie in die nächste Gruppenarbeitsphase einbringen zu können.*

1. Lösen Sie das vorliegende Aufgabenbeispiel.
2. Analysieren Sie das Aufgabenbeispiel mit Hilfe des Analyserasters.
3. Notieren Sie Aspekte, die für Sie besonders wichtig sind.



### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase II**

*Notieren Sie bitte die wichtigsten Ergebnisse Ihrer Arbeitsgruppe auf Folie, um sie der gesamten Fachkonferenz vorstellen zu können.*

1. Stellen Sie sich gegenseitig die von Ihnen bearbeiteten Aufgabenbeispiele vor.
2. Vergleichen Sie die Analysen der Aufgabenbeispiele und stellen Sie das Gemeinsame der Aufgabenbeispiele heraus.
3. Nennen Sie Anregungen, die Ihnen die Aufgabenbeispiele in Bezug auf die zu schreibenden Parallelarbeiten geben
4. Skizzieren Sie Konsequenzen, die sich für die Fachkonferenzarbeit an Ihrer Schule ergeben.



### **Arbeitsauftrag für die Gruppenarbeitsphase III**

Skizzieren Sie eine Aufgabe entsprechend der herausgearbeiteten Kriterien zu einer von Ihnen gewählten Lernsituation.

**Rund ums Auto***Sachzusammenhang*

Zu berechnen sind Kosten der Finanzierung und des Benzinverbrauchs. Darüber hinaus werden kW in PS umgerechnet und Bremsweglängen untersucht.

## KMK-Vorgaben

Rechnen mit rationalen Zahlen, Größen  
 Prozentrechnen, Zinsrechnen  
 Zuordnungen zwischen Größenbereichen  
 Quadratische Funktionen/Gleichungen  
 Potenzen/Exponentialfunktionen

## Lehrplanauszug Hauptschule

Rechenoperationen der 1. und 2. Stufe in Q	Jg. 5 bis 8
Proportionale Zuordnungen	Jg. 7 bis 9, 10B
Prozent- und Zinsrechnung	Jg. 7 bis 9
Wachstumsprozesse, Zerfallsprozesse	Jg. 10B
Quadratische Gleichungen	Jg. 10B

## Lehrplanauszug Realschule

Umgang mit Zahlen, Größen, Daten	Jg. 5/6
Umgang mit Zahlen, Variablen und Größen	Jg. 7/8
Funktionen und Gleichungen	Jg. 9/10

## Lehrplanauszug Gymnasium

Rechnen mit natürlichen Zahlen, Bruchzahlen, Dezimalzahlen, runden	Jg. 5/6
Anwendungen zu proportionalen Funktionen: Schluss-, Prozent- und Zinsrechnung	Jg. 7/8
Funktionen und ihre Graphen, Gleichungen, Exponentialfunktionen	Jg. 9/10
Quadratische Funktionen, quadratische Gleichungen	Jg. 9/10

## Lehrplanauszug Gesamtschule

Die Inhalte werden in folgenden Themenfeldern erarbeitet:	
Zuordnungen und Modelle	Jg. 5/6, 7/8
Gesellschaft und Wirtschaft	Jg. 7/8, 9/10
Wachstum	Jg. 9/10
Mathematische Grundfertigkeiten	Jg. 5 bis 10

### Aufgabenstellung

Ein neues Auto ist heutzutage sehr teuer. In der Preisliste eines PKW-Herstellers findet man z.B. folgende Angaben:

Grundpreis	29 800 DM
Überführung	750 DM
Sonderausstattung	1 250 DM
Klimaanlage	2 400 DM
Radio	800 DM

Wie viel DM kostet ein solches Auto mit kompletter Ausstattung, wenn 16% MwSt zum Gesamtpreis hinzukommen?

Frau Umsicht weiß, dass dieses Auto jährlich  $\frac{1}{4}$  seines aktuellen Wertes verliert. Sie befürchtet, dass es ihr beim Verkauf nach drei Jahren weniger als die Hälfte des Neupreises einbringen wird. Prüfe, inwieweit diese Befürchtung zutrifft.

Frau Umsicht überlegt, ob sie sich ein preiswerteres Auto kaufen soll. Dann könnte sie 10.000 DM für fünf Jahre zu einem festen Zinssatz von 4% anlegen. Auf wie viel DM wächst ihr Kapital nach Ablauf von fünf Jahren mit Zinsen und Zinseszins?

4. Motorleistungen wurden früher in „Pferdestärken“ (PS) angegeben, heute in Kilowatt (kW). Dabei gilt: 1 kW = 1,36 PS.  
 Frau Umsichts früherer PKW hat 100 PS, ihr neuer 75 kW.  
 Überprüfe, für welchen Motor die größere Leistung angegeben ist.

5. Frau Umsicht muss dringend eine Tankstelle anfahren. Sie liest dort auf einem Hinweisschild:

Diesel	1,29 ⁹
Benzin bleifrei	1,64 ⁹
Super bleifrei	1,69 ⁹
Super plus	1,74 ⁹

Sie bezahlt 50 DM. Wie viel Liter Diesel hat sie getankt? Runde sinnvoll.

6. In der Fahrschule lernt man eine Faustregel, nach der man den Bremsweg eines Autos berechnen kann: „Wenn man die Geschwindigkeit (in km/h) durch 10 dividiert und das Ergebnis quadriert, so erhält man den Bremsweg (in m)“.



- a) Vervollständige nach dieser Faustregel die Tabelle:

Geschwindigkeit(km/h)	30	50	100	150
Bremsweg (m)				

- b) Erfasse diese Regel durch eine Funktionsgleichung. Wähle dabei für die Maßzahl der Geschwindigkeit die Variable  $x$ , für die Maßzahl des Bremsweges  $f(x)$ .
- c) Ein Auto hat einen Bremsweg von 56,25 m. Welche Geschwindigkeit hatte es?

### Lösungsskizze

- $35.000 \cdot 1,16 = 40.600$   
 Der Preis des Autos beträgt 40.600 DM.
- Möglicher Ansatz:  $\left(1 - \frac{1}{4}\right)^3 = 0,421875$   
 Der PKW kann nach drei Jahren nur noch für ca. 42% des Neupreises verkauft werden, also weniger als die Hälfte.
- $K_5 = 10.000 \cdot (1 + 0,04)^5 = 12.166,53$   
 Frau Umsicht hätte nach 5 Jahren 12.166,53 DM auf dem Konto.
- $75 \cdot 1,36 = 102$   
 Der neue Wagen besitzt mit 102 PS den stärkeren Motor.
- $50 : 1,299 \approx 38,5$   
 Sie tankt etwa 38,5 l.
- a)
 

Geschwindigkeit(km/h)	30	50	100	150
Bremsweg (m)	9	25	100	225

  
 b)  $f(x) = \left(\frac{x}{10}\right)^2$   
 c)  $56,25 = \left(\frac{x}{10}\right)^2 ; x = 75$   
 Die Geschwindigkeit betrug 75 km/h.

## Dachzimmerausbau

### *Sachzusammenhang*

Dorothee erhält unter dem Dach ein neues Zimmer. Die Schülerinnen und Schüler müssen Baupläne lesen und Flächen berechnen. Abhängig von der Flächengröße stellt sich das Problem der Materialbedarfsberechnungen. Die realitätsübliche Angabe von Wohnraumgrößen bei Dachzimmern ist zu bedenken. Eine Vorhangslänge ist unter Beachtung der vorhandenen Dachneigung zu bestimmen.

### KMK-Vorgaben

Maßstabsgerechte Zeichnungen und Pläne lesen und anfertigen  
 Flächeninhalt und Umfang ebener Figuren  
 Rechnen mit Größen / Prozentrechnung  
 Winkel- und Seitenberechnung in Dreiecken

### Lehrplanauszug Hauptschule

Umgang mit Zeichengeräten	Jg. 7/8
Flächeninhalt von Vielecken	Jg. 7/8
Prozentrechnung	Jg. 7/8
Körperdarstellungen	Jg. 9
trigonometrische Funktionen	Jg. 10B

### Lehrplanauszug Realschule

Geometrie (Flächen und Körper)	Jg. 5/6
Geometrie (Vierecke und Dreiecke)	Jg. 7/8
Umgang mit Zahlen, Variablen und Größen	Jg. 7/8
Geometrie (Trigonometrie)	Jg. 9/10

### Lehrplanauszug Gymnasium

Geometrische Figuren	Jg. 5/6
Längen, Flächen- und Rauminhalte	Jg. 5/6
Anwendungen zu den proportionalen Funktionen	Jg. 7/8
Flächensätze am Dreieck	Jg. 9/10
Trigonometrie	Jg. 9/10

### Lehrplanauszug Gesamtschule

Die Inhalte werden in folgenden Themenfeldern erarbeitet:	
Körper und Flächen	Jg. 7/8
Beziehungen im Raum	Jg. 7/8, 9/10
Gesellschaft und Wirtschaft	Jg. 7/8, 9/10
Trigonometrie und trigonometrische Funktionen	Jg. 9/10

### Aufgabenstellung

Dorothee erhält unter dem Dach ein neues Zimmer.

Eine Grundriss- und Schnittzeichnung liegen bereits vor.

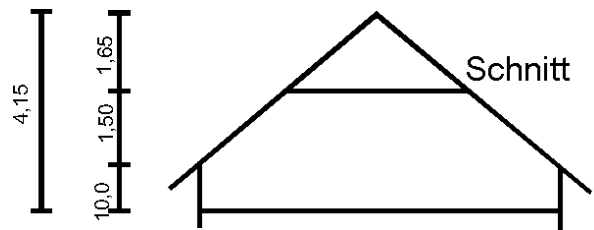
- Übertrage die beiden Pläne im Maßstab 1 : 50 auf Millimeterpapier.



- Welche Grundfläche hat das Zimmer?

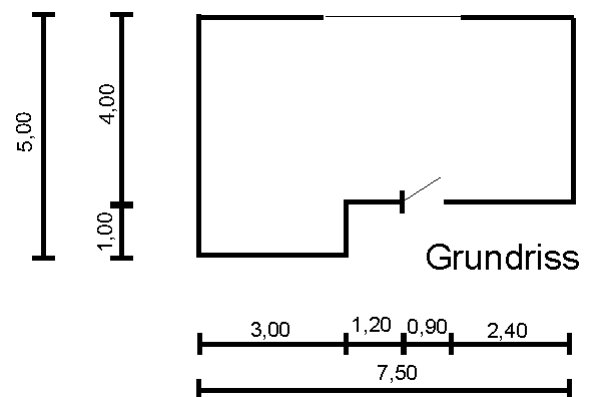
- Bei der Wohnflächenberechnung werden die Flächen unter Dachschrägen nur mit 50% angerechnet.

Wie viel m² hat das so berechnete Dachzimmer?



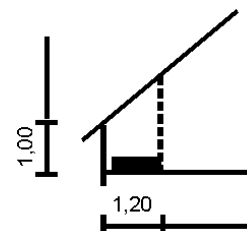
- Die Dachschrägen im Zimmer sollen mit Holz verkleidet werden.

Wie viel m² Holz müssen mindestens gekauft werden, wenn 15% Verschnitt eingerechnet wird?



- Dorothee möchte mit einem Vorhang ihren Schlafbereich abdecken.

Welche Höhe muss der Vorhang haben, wenn er genau bis auf den Fußboden reichen soll?



### Lösungsskizze

1. Die Grundfläche beträgt  $33 \text{ m}^2$ .
2. Die Breite der Dachschrägen beträgt laut Zeichnung  $1,8 \text{ m}$ . Wenn man mit dem Tangens rechnet, erhält man aus  $\frac{1,5}{\tan 40^\circ}$  etwa  $1,79 \text{ m}$ .

Von der Fläche unter der Dachschräge ( $\frac{1,5}{\tan 40^\circ} \cdot 9 = 16,09$ ) sind  $50 \%$  auf die Wohnfläche anzurechnen, also ca.  $8 \text{ m}^2$ . Die gesamte Wohnfläche beträgt  $25 \text{ m}^2$ .

3. Die Länge der Dachschräge ergibt sich zu  $\frac{1,5}{\sin 40^\circ} \approx 2,33$ , also  $2,33 \text{ m}$ .
4. Der Flächeninhalt der Dachschrägen ergibt sich zu  $\frac{1,5}{\sin 40^\circ} \cdot 9 \approx 21$ , d.h. etwa  $21 \text{ m}^2$ .

Als Holzbedarf ergibt sich  $\frac{1,5}{\sin 40^\circ} \cdot 9 \cdot 1,15 \approx 24,15$ , also etwa  $24 \text{ m}^2$ .

5. Aus  $1 + 1,2 \cdot \tan 40^\circ \approx 2$  ergibt sich eine Länge von  $2 \text{ Metern}$  für den Vorhang.

**Werkstücke***Sachzusammenhang*

Um sich Werkstücke besser vorstellen zu können, werden Achsen- und Querschnitte gezeichnet. Die Schülerinnen und Schüler berechnen Volumen und Gewicht eines Werkstückes und machen sich mit Hilfe einer Querschnittzeichnung eine Vorstellung über Bearbeitungsmöglichkeiten.

## KMK-Vorgaben

Zeichnungen maßstabsgerecht lesen und anfertigen  
 Körper in der Ebene darstellen  
 Flächen- und Rauminhalt berechnen.  
 Auf Anschauung gestützt, argumentieren und begründen

## Lehrplanauszug Hauptschule

Körperdarstellungen Berechnungen an Körpern	Jg. 9, Jg. 10B,
------------------------------------------------	--------------------

## Lehrplanauszug Realschule

Geometrie (Flächen und Körper)	Jg. 5/6
Umgang mit Zahlen, Größen und Daten	Jg. 5/6
Geometrie (Vierecke und Dreiecke)	Jg. 7/8
Umgang mit Zahlen, Variablen und Größen	Jg. 7/8
Geometrie (Körperberechnungen)	Jg. 9/10

## Lehrplanauszug Gymnasium

Körper und Netze Kreis- und Körperberechnung	Jg. 5/6 Jg. 9/10
-------------------------------------------------	---------------------

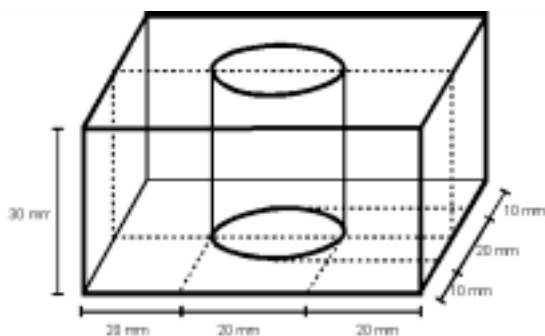
## Lehrplanauszug Gesamtschule

Die Inhalte werden in folgenden Themenfeldern erarbeitet:	
Beziehungen im Raum	Jg. 7/8
Vergleichen und Messen	Jg. 7/8, 9/10
Kreise und Kreiskörper	Jg. 9/10
Mathematische Grundfertigkeiten	Jg. 5 bis 10

### Aufgabenstellung

Das Herstellen und Bearbeiten von Werkstücken gehört in allen Metallberufen zur Grundausbildung. Schnittzeichnungen helfen dabei, sich das Innere der Werkstücke besser vorstellen zu können.

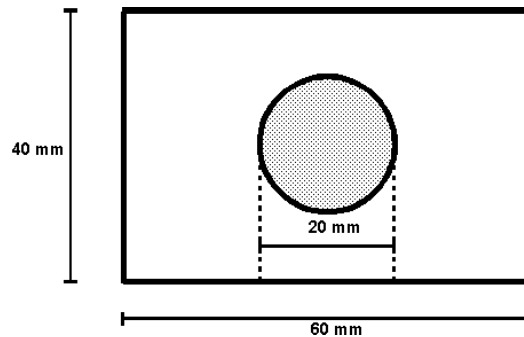
Der Quader aus Aluminium ist zylindrisch ausgebohrt. Entlang der gestrichelten Linie ist ein Achsenschnitt gezeichnet.



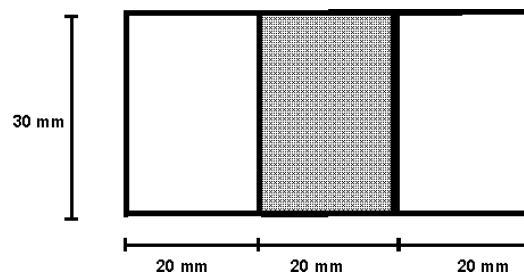
1. Ein Schnitt parallel zur Grundfläche heißt Querschnitt. Zeichne einen Querschnitt des Werkstückes im Maßstab 1 : 1.
2. Zeichne den Achsenschnitt längs der gestrichelten Linie im Maßstab 1:1.
3. Berechne den Rauminhalt  $V$  des Werkstücks in  $\text{cm}^3$ . Runde auf drei Stellen.
4. Wie schwer ist das Werkstück, wenn  $1 \text{ cm}^3$  Aluminium  $2,72 \text{ g}$  wiegt.
5. Der Durchmesser der Ausbohrung wird halbiert. Wie stark verändert sich das Volumen des ausgebohrten Materials? Begründe deine Vermutung.

## Lösungsskizze

1.



2.



3. Quader:  $V_Q = 72$ ; das Volumen des Quaders ist 72,000 cm³.

Zylinder:  $V_Z = r^2 \pi h \approx 9,425$ ; das Volumen des Zylinders ist 9,425 cm³.

Werkstück:  $V_W = V_Q - V_Z$ ; das Volumen des Werkstücks ist 62,575 cm³.

4. Gewicht: Das Gewicht des Werkstücks beträgt ungefähr 170,2 g.

5. Das Volumen wird um  $\frac{3}{4}$  reduziert.

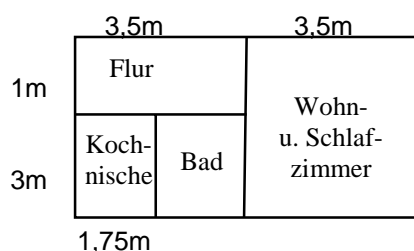
Wird der Durchmesser halbiert, ergibt sich für das Volumen des Zylinders

$$V_Z = \left(\frac{r}{2}\right)^2 h \pi = \frac{1}{4} r^2 h \pi, \text{ also } \frac{1}{4} \text{ des ursprünglichen Volumens.}$$

**Einkommen nach der Schulzeit (am Aufgabenbeispiel orientierter Teil einer Parallelarbeit)**

Nach dem Ende der Schulzeit möchtest du in eine eigene Wohnung ziehen. Als Auszubildende/r verdienst du 930 DM netto. Deine Eltern geben dir einen Zuschuss, sodass sich dein Einkommen um ein Drittel erhöht.

<b>Miete und Betriebskosten</b>	
Grundmiete	322,-
Heizung / Warmwasser	45,-
Frisch- und Abwasser	16,-
Grundsteuer, Versicherung	0,60
Müllabfuhr	48,- jährlich
Schornsteinfeger	80,- jährlich



- a) Wie viel kostet die Wohnung im Monat? Bestimme den Quadratmeterpreis der Kaltmiete! Wie viel m² Teppichboden musst du verlegen, wenn Bad und Kochnische verflies sind?
- b) Eine so genannte Kappungsgrenze soll den Mieter davor schützen, dass die Miete allzu rasch erhöht wird. Berechnungsbasis für die Kappungsgrenze ist jeweils die drei Jahre vor der Mieterhöhung gezahlte Miete. Sie liegt bei 20% bei Wohnungen.

Wie hoch kann die Grundmiete in den nächsten drei Jahren höchstens werden?

- c) Für die Einrichtung der Wohnung möchtest du einen Kredit in Höhe von 3.000 DM beantragen. Ein Freund schlägt dir vor, 310 DM pro Monat für die Rückzahlung zurückzulegen. Wie groß ist der Anteil an deinem Einkommen. Kannst du diesen Anteil erübrigen? Begründe deine Antwort!
- d) Wie lange musst du bei monatlich 200 DM sparen, damit du bei einem jährlichen Zinssatz von 9% (jährliche Rückzahlung) deinen Kredit abbezahlt hast?
- e) Wie viel Zinsen zahlst du bis zur Abzahlung bei den möglichen Raten 100 DM und 200 DM, wenn die Zinsen zu Beginn des Zahlungsjahres berechnet werden!
- f) Du überlegst, ob du dir einen ISDN-Anschluss legen lassen sollst. Die Grundgebühr für einen normalen Anschluss beträgt 26 DM, pro Minute zahlst du ca. 18 Pf im Durchschnitt. Für einen ISDN-Anschluss musst du monatlich 49 DM als Grundgebühr einplanen. Aus all den verschiedenen Tarifen kann man festhalten, dass das Telefonieren mit dem ISDN-Anschluss um ein Drittel billiger ist. Wann lohnt sich der ISDN-Anschluss?



**Analyseraster für die Bewertung von Aufgaben für Parallelarbeiten**

Das Analyseraster kann als Grundlage für die Auseinandersetzung mit einem ausgewählten Aufgabenbeispiel oder einer selbst gestalteten Parallelarbeit dienen.

Schätzen Sie in Bezug auf die genannten Aspekte ein, inwiefern sie für die Aufgaben des Aufgabenbeispiels bzw. der Parallelarbeit zutreffen.

1. Die Parallelarbeit enthält Aufgabenteile, die Routinewissen abprüfen.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
2. Die Parallelarbeit enthält Aufgabenteile, die die Koppelung bisher gelernter Inhalte mit neuem Wissen erfordern.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
3. Die Parallelarbeit enthält Aufgabenteile, die die Anwendung von Wissen auf neue Situationen bzw. Alltagsprobleme erfordern.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
4. Die Aufgabenteile verknüpfen mathematische Inhalte sinnvoll in einem Kontext.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
5. Die mathematischen Inhalte orientieren sich an den KMK-Vereinbarungen „Über Standards für den Mittleren Bildungsabschluss Mathematik“.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
6. Die Aufgaben sind für die Lebenssituation der Schülerinnen und Schüler relevant.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
7. Der thematische Kontext ist der Gruppe neu.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
8. Die Aufgabe ermöglicht die Konstruktion neuen mathematischen und lebensnahen Wissens.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
9. Die Aufgabenstellungen sind der Lerngruppe sprachlich angemessen und verständlich.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
10. Die Aufgabenstellung erfordert ein hohes Maß an Textverständnis.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
11. Die Parallelarbeit hilft, Unterschiede zwischen Schülern zu entdecken.  
Ja  Mehr oder weniger  Nein
12. Typische mathematische Arbeitsweisen werden eingefordert:
 

Einordnen der Ergebnisse in den Kontext	<input type="checkbox"/>	Reflexion der Ergebnisse	<input type="checkbox"/>
Sinnvolle Genauigkeit der Ergebnisse	<input type="checkbox"/>	Verschiedene Lösungswege	<input type="checkbox"/>
Umformung von Gleichungen oder Termen	<input type="checkbox"/>	Notation der Vorgehensweise	<input type="checkbox"/>
Lösungsfindung durch Ausprobieren	<input type="checkbox"/>		

### Übersicht zur Bewertung der Aufgabe:

1. Welche der aufgeführten Standards des mittleren Abschlusses (KMK-Beschluss) werden durch die Aufgabe (die Parallelarbeit) überprüft?
2. Auf welchem Niveau geschieht dies?
3. Wann wurde der Lerninhalt unterrichtet?

#### KMK-Inhalte:

#### Arithmetik/Algebra

##### 1.1. Arithmetische Grundlagen

- Rechenverfahren sicher anwenden,
- die Notwendigkeit von Zahlbereichserweiterungen kennen
- Zahlen und Größen veranschaulichen, grafische Darstellungen von Zahlen und Größen lesen und deuten
- Rechenhilfsmittel sachgerecht einsetzen
- Über sinnvolle Genauigkeit bei Berechnungen entscheiden
- Für Fragestellungen, in denen Zahlen und Größen vorkommen, eine Lösungsstrategie finden und ausführen, Ergebnisse kritisch überprüfen.
- Beispiele für algorithmisches Vorgehen erkennen.

##### 1.2. Zuordnungen und Funktionen

- In der Erfahrungswelt Zusammenhänge in Anwendungssituationen Mathematisch erfassen, darstellen und interpretieren.
- Verschiedene Darstellungsweisen von Funktionen kennen, Interpretieren und auswerten.
- Technische Hilfsmittel zur Darstellung von Funktionen nutzen können.

##### 1.3. Gleichungen

- Grundlegende grafische und rechnerische Verfahren zur Lö-

#### Zugeordnete Lerninhalte:

- Grundrechenarten
- Bruchrechnen, Rechnen mit Dezimalzahlen
- Prozent- und Zinsrechnung
- Wurzeln und Potenzen
- Rechnen mit Größen

Runden

- Zuordnungen
- proportionale Zuordnungen
- antiproportionale Zuordnungen
- lineare Funktionen
- quadratische Funktionen
- trigonometrische Funktionen
- exponentielles Wachstum

lineare Gleichungen

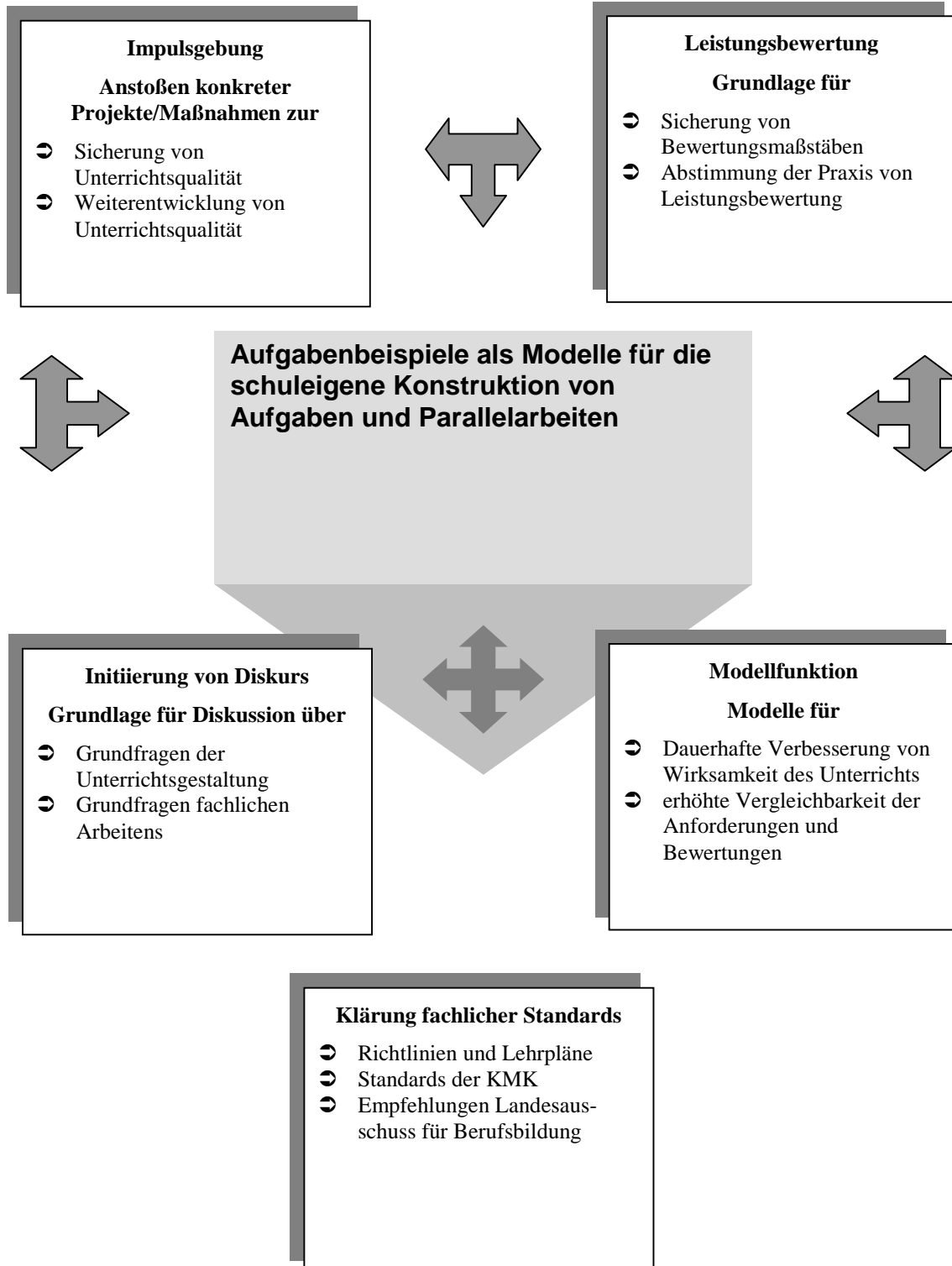
#### Bewertung nach Anspruchsniveau (Wiedergabe, Anwendung, Transfer von Kenntnissen)

	W	A	T	5/6	7/8	9/10
Grundrechenarten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bruchrechnen, Rechnen mit Dezimalzahlen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prozent- und Zinsrechnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurzeln und Potenzen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rechnen mit Größen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Runden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zuordnungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
proportionale Zuordnungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
antiproportionale Zuordnungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lineare Funktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
quadratische Funktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
trigonometrische Funktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
exponentielles Wachstum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lineare Gleichungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KMK-Inhalte:	Zugeordnete Lerninhalte:	Bewertung nach Anspruchsniveau (Wiedergabe, Anwendung, Transfer von Kenntnissen)					
		W	A	T	5/6	7/8	9/10
sung von Gleichungen verstehen und beherrschen, dabei rationale Lösungsstrategien anwenden. <b>Geometrie</b>	quadratische Gleichungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	System linearer Gleichungen mit zwei Variablen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.1. Geometrische Grundlagen							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicher mit Zeichengeräten umgehen, Konstruktionen ausführen und beschreiben</li> </ul>	Geometrische Grundbegriffe (Strecke, Punkt,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geometrische Begriffe in Abgrenzung zur Alltagssprache kennen und anwenden.</li> </ul>	Lagebeziehungen (parallel, orthogonal,...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Auf Anschauung gestützt argumentieren und begründen</li> </ul>	Symmetriebetrachtungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Einfache Beweise nachvollziehen.</li> </ul>	Dreieck, Viereck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kreis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kongruenz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Flächeninhalt u. Umfang beim Dreieck u. Viereck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Flächeninhalt und Umfang bei Kreis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2. Ähnlichkeit							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Maßstabsgerechte Zeichnungen und Pläne lesen und anfertigen</li> </ul>	ähnliche Figuren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von Vergrößerungen und Verkleinerungen kennen.</li> </ul>	Streckung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Streckenlänge mit Hilfe der Strahlensätze oder der Ähnlichkeit oder der zentrischen Streckung berechnen.</li> </ul>	Strahlensätze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rechtwinklige Dreiecke in Figuren und Körpern entdecken, den Satz des Pythagoras zur Lösung von Sachaufgaben anwenden.</li> </ul>	Satz des Pythagoras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3 Stereometrie							
<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von Körpern kennen, Körper in der Ebene darstellen, Flächen und Rauminhalte berechnen.</li> </ul>	Eigenschaften	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wege zur Lösung- auch von komplexen Sachaufgaben finden und begründen, Berechnungen ausführen.</li> </ul>	Darstellung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Berechnung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	bei Prisma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

KMK-Inhalte:	Zugeordnete Lerninhalte:	Bewertung nach Anspruchsniveau (Wiedergabe, Anwendung, Transfer von Kenntnissen)					
		W	A	T	5/6	7/8	9/10
	Zylinder / Pyramide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Kegel / Kugel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4. Trigonometrie							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Zusammenhang zwischen Seitenverhältnissen und Winkeln in rechtwinkligen Dreiecken kennen</li> <li>• Strategien zur Berechnung von Winkeln und Figuren entwerfen</li> <li>• Mit Hilfe der Winkelfunktionen Sachaufgaben lösen.</li> </ul>	Winkel- und Seitenberechnungen in Dreiecken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Stochastik</b>							
3.1. Beschreibende Statistik							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus praktischen Erfahrungen wissen, wie statistische Erhebungen geplant, statistische Daten gewonnen, aufbereitet und ausgewertet werden, kritische Wertung von Statistiken.</li> </ul>	Sammeln, Bearbeiten und Interpretieren von Daten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Erstellen u. Auswerten grafischer Darstellungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bestimmen von Häufigkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Berechnen u. Interpretieren von Mittelwerten und Abweichungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2. Zufall und Wahrscheinlichkeit							
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufallserscheinungen und Zufallsversuche beschreiben und deuten</li> <li>• Wahrscheinlichkeiten beurteilen</li> <li>• Stochastische Aussagen kritisch interpretieren.</li> </ul>	Zufallsversuche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Verständnis des Wahrscheinlichkeitsbegriffs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bestimmen von Wahrscheinlichkeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Einfache Wahrscheinlichkeitsrechnungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Funktion der Aufgabenbeispiele



## Funktion der Aufgabenbeispiele



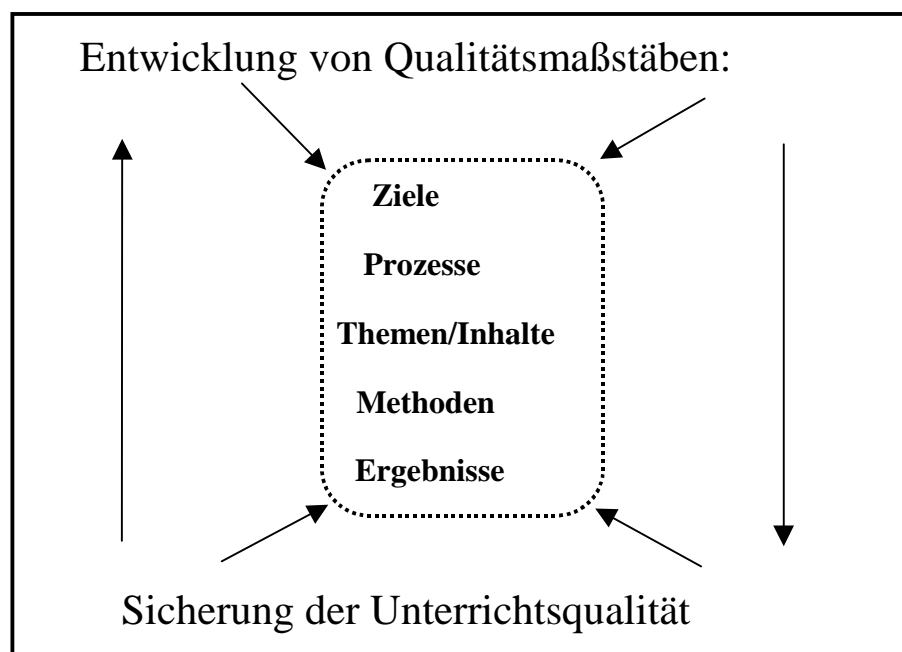
### Modelle/Anregungen für innerschulische Qualitätsarbeit

- ✓ Die Aufgabenbeispiele dienen der Klärung von fachlichen Standards
  - ✓ Die Aufgabenbeispiele fördern den Diskurs über grundlegende Fragen des Lehrens und Lernens und der fachlichen Arbeit
  - ✓ Die Aufgabenbeispiele liefern Modelle für die schulinterne Entwicklung von Aufgaben
- 
- ✓ Die Aufgabenbeispiele fördern eine abgestimmte Praxis von Leistungsbewertung
- 
- ✓ Die Aufgabenbeispiele stoßen konkrete Projekte und Maßnahmen zur Entwicklung und Sicherung von Unterrichtsqualität

# Aufgabenbeispiele

## Funktionen

Professioneller Diskurs innerhalb der Fachkonferenzen







# Auswertung einer Paral- lelarbeit

### 3 Auswertung einer Parallelarbeit

Gemäß der Erlasslage sind die Schulen verpflichtet, über die Ergebnisse der Parallelarbeit zu berichten. Dabei richtet sich die Berichtspflicht einerseits an die Schülerinnen und Schüler, die im Jahrgang die Parallelarbeit geschrieben haben. Andererseits wird die Schulkonferenz von der Schulleitung über die schulinternen Ergebnisse und daraus resultierende Maßnahmen zur Sicherung und Weiterentwicklung der Qualität des Mathematikunterrichts informiert.

Wenn es in den Handreichungen heißt: „Parallelarbeiten und Lernstandserhebungen [...] dienen der Bereitstellung von zuverlässigen Daten für die schulinterne jahrgangsbezogene Einschätzung der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler“¹, so müssen zunächst bei der Korrektur oder nach erfolgter Korrektur die Ergebnisse der Schülerarbeiten dokumentiert werden. Die Aussagen, dass bei der Parallelarbeit in Klasse A diese und in Klasse B jene Noten erreicht wurden und dass sich in den einzelnen Klassen folgende Durchschnittsnoten ergaben, ist dabei weder für Schülerinnen und Schüler noch für Lehrerinnen und Lehrer und Eltern aussagekräftig genug. Es ist notwendig, die Gründe für das erreichte Ergebnis bei der Parallelarbeit transparent zu machen. Dies bedeutet, es muss aufgezeigt werden, welche Stärken und Schwächen Schülerinnen und Schüler bzw. Lerngruppen besitzen. Insofern kann es bei einer Dokumentation der Ergebnisse nicht ausreichen, eine Statistik der Punkteverteilung anzufertigen. Die **quantitative Auswertung** der Ergebnisse muss ergänzt werden durch eine **qualitative**, um gesicherte und vergleichbare Daten zu erhalten. An diese schließt sich die Analyse der Ergebnisse an, die nach Gründen für die gefundenen Daten sucht, also z.B. der Frage nachgeht, warum bestimmte Aufgabenteile der Parallelarbeit besonders erfolgreich bzw. auch weniger erfolgreich gelöst wurden. Dabei sollten auch Gründe, die in den Lernvoraussetzungen, Rahmenbedingungen und der Qualität des erteilten Unterrichts liegen, aufgezeigt werden.

Mit Hilfe dieser Analyse ist es möglich, Maßnahmen zur Sicherung und Weiterentwicklung der Qualität des Mathematikunterrichts zu beschließen. Dabei geht es um die erneute Festschreibung von Zielen für die Arbeit der Fachkonferenz, jeder einzelnen Fachkollegin und jedes einzelnen Fachkollegen.

Diese Veränderungen sollten Eingang finden in den schulinternen Lehrplan und zum Teil in das Schulprogramm.

#### 3.1 Dokumentation der Ergebnisse

Wir nehmen an, dass eine Parallelarbeit gemeinsam vorbereitet und geschrieben wird, in der zumindest ein Teil, der sich an den Aufgabenbeispielen orientiert, in gleicher Form von allen Lerngruppen bearbeitet wurde. Die bei der Be-

---

¹ Schriftenreihe Schule in NRW, Heft Nr. 9028/3, S. 25

arbeitung dieses Teils der Arbeit erzielten Ergebnisse sollen dokumentiert werden.

Damit die Dokumentation parallel zur Korrektur nach einem einheitlichen Schema erfolgen kann, sind genaue Absprachen notwendig. Dabei sind zwei Aspekte wesentlich:

1. Vor der Korrektur müssen sich die Fachlehrerinnen und Fachlehrer auf ein einheitliches Bewertungsschema bei der Verteilung von Hilfspunkten für die in den einzelnen Teilaufgaben zu erbringenden Leistungen verständigt haben.
2. Vor der Korrektur sollten sich die Fachlehrerinnen und Fachlehrer darüber verständigen, welche Aspekte bei welchen Teilaufgaben als wesentlich angesehen werden und welche Abkürzungen für die Charakterisierung bestimmter Mängel verwendet werden. Bei offenen Aufgabenstellungen sollten außerdem Abkürzungen verabredet werden, die einen Rückschluss auf den gewählten Lösungsweg ermöglichen.

### **3.1.1 Verständigung über die Punkteverteilung**

Auf der Grundlage der Analyse der gemeinsam gestellten Aufgabe wird für jeden Aufgabenteil eine maximal zu vergebende Punktzahl festgelegt.

Es ist im Einzelnen festzulegen, für welche Teilleistungen wie viele Punkte vergeben werden.

Die Zuordnung zu den Anforderungsbereichen ermöglicht eine differenzierte Auswertung.

Außerdem ist im Einzelnen zu beschreiben, welche Punktabzüge bei bestimmten Minderleistungen vorzunehmen sind (vgl. Kapitel 2.1).

Die Absprachen sind schriftlich festzuhalten.

Das folgende Beispiel für Festlegungen hinsichtlich der Punkteverteilung bezieht sich auf das Aufgabenbeispiel 5 „Rund ums Auto“(siehe Kapitel 2.3.4):

Die römischen Ziffern beziehen sich auf die Anforderungsbereiche, wie sie in Kapitel 2.1.1 beschrieben wurden. Es werden nur ganze Punkte für die einzelnen Aufgabenteile vergeben.

Teil 1 :

Berechnung des Preises ohne MwSt mit kompletter Ausstattung:	1 Punkt	(I)
Ansatz zur Berechnung des Preises mit MwSt:	1 Punkt	(II)
Berechnung des Preises mit MwSt:	1 Punkt	(I)
Darstellung der Lösung, Bezug zur Aufgabenstellung:	1 Punkt	(II)

Teil 2 :

richtiger Ansatz:	2 Punkte (III)
Berechnung:	2 Punkte (II)
Darstellung der Lösung, Bezug zur Aufgabenstellung:	1 Punkt (II)

Bei falschem Ansatz (Verwechslung von aktuellem Wert und Neuwert) werden maximal 2 Punkte vergeben.

Teil 3 :

richtiger Ansatz:	2 Punkte (II)
Berechnung, Darstellung der Lösung:	2 Punkte (II)

Teil 4 :

richtiger Ansatz und Rechnung:	1 Punkt (I)
Bezug zur Aufgabenstellung:	1 Punkt (I)

Teil 5 :

richtiger Ansatz:	1 Punkt (II)
Rechnung:	1 Punkt (I)
sinnvolles Runden:	1 Punkt (III)

Teil 6 :

a) Textverständnis und Rechnung:	2 Punkte (II)
b) Textverständnis und Darstellung:	2 Punkte (II)
c) Ansatz:	1 Punkt (III)
Rechnung, Bezug zur Aufgabenstellung:	2 Punkte (II)

In der Kopfzeile einer Tabelle werden die Teilaufgaben zusammen mit der maximalen Punktzahl und der Nennung des Anforderungsbereichs aufgelistet.

Die Dokumentation der Ergebnisse der einzelnen Schülerarbeiten erfolgt so, dass für jede Schülerin und für jeden Schüler eine Zeile der Tabelle reserviert ist, in die die von ihr / ihm in den einzelnen Teilaufgaben erreichten Punktzahlen eingetragen werden.

Die Bewertungen in den folgenden Tabellen beziehen sich auf Schülerarbeiten, die zum Aufgabenbeispiel „Rund ums Auto“ in einer 10. Klasse einer Realschule geschrieben wurden.

Aufgabenteil	1	2	3	4	5	6a)	6b)	6c)	s I	s II	s III	s ges
<b>Maximum</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>25</b>
Name 1	4	2	3	2	2	2	2	2	5	13	1	19
Name 2	3	0	0	2	0	2	2	3	3	8	1	12
Name 3	4	2	0	0	0	2	0	3	2	8	1	11
Name 4	4	2	2	2	3	2	1	3	5	12	2	19
Name 5	4	2	4	2	2	2	2	3	5	15	1	21
Name 6	4	2	2	2	3	2	1	2	5	10	3	18
Name 7	2	0	2	2	2	2	2	0	4	8	0	12
Name 8	1	2	0	1	1	2	1	2	3	6	1	10
Name 9	4	0	0	2	2	2	2	3	5	9	1	15
Name 10	2	2	0	0	2	2	1	2	2	8	1	11
Name 11	4	1	0	2	0	2	0	0	4	5	0	9
Name 12	3	2	1	1	1	2	2	3	3	11	1	15
Name 13	4	1	1	2	2	2	1	2	5	9	1	15
Name 14	4	0	1	1	2	2	0	2	4	7	1	12
Name 15	4	2	0	2	2	2	1	2	5	9	1	15
Name 16	4	2	0	2	2	2	2	3	5	11	1	17
Name 17	4	4	1	1	2	2	1	2	4	11	2	17
Name 18	4	2	1	2	3	2	2	2	5	11	2	18
Name 19	4	2	1	2	2	2	2	3	5	12	1	18
Name 20	4	1	0	0	2	2	2	3	3	10	1	14
Name 21	4	1	1	2	3	2	2	2	5	10	2	17
Name 22	4	4	2	2	2	2	1	2	5	11	3	19
Name 23	3	4	2	1	2	2	1	2	4	10	3	17
Name 24	4	1	1	2	3	2	0	2	5	8	2	15
Name 25	3	2	2	1	2	2	0	2	3	9	2	14
<b>Mittelwert</b>	<b>3,6</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,2</b>	<b>2,2</b>	<b>4,2</b>	<b>9,6</b>	<b>1,4</b>	<b>15,2</b>
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	<b>89%</b>	<b>34%</b>	<b>27%</b>	<b>76%</b>	<b>63%</b>	<b>100%</b>	<b>62%</b>	<b>73%</b>	<b>83%</b>	<b>60%</b>	<b>35%</b>	<b>61%</b>

Auf der Grundlage dieser Dokumentation ist eine **quantitative Auswertung der Ergebnisse** unter folgenden Gesichtspunkten möglich:

- Die Summe aller Punkte einer Zeile liefert die von der Schülerin / dem Schüler bei dieser Aufgabe erreichte Gesamtpunktzahl. Den einzelnen Anforderungsbereichen kann jeweils eine Teilsumme zugeordnet werden.

- Der Mittelwert aller Punkte einer Spalte liefert die bei diesem Aufgabenteil innerhalb der Lerngruppe erreichte durchschnittliche Punktzahl.
- Der Mittelwert der Gesamtpunktzahl liefert die bei der Aufgabe innerhalb der Lerngruppe erreichte durchschnittliche Gesamtpunktzahl. Durch den Mittelwert der entsprechenden Teilsummen kann den einzelnen Anforderungsbereichen jeweils eine durchschnittlich erreichte Punktzahl zugeordnet werden.
- Bei einer Gesamtauswertung sind die Mittelwerte der Punkte aller Schülerarbeiten zu ermitteln.

Die relative Bedeutung der Punktzahlen für die Leistungen einer bestimmten Schülerin / eines bestimmten Schülers ergibt sich einerseits durch einen Vergleich mit der maximal erreichbaren Punktzahl und andererseits durch einen Vergleich mit den durchschnittlich erreichten Punktzahlen.

Die relative Bedeutung der Mittelwerte ergibt sich einerseits durch einen Vergleich mit den maximal erreichbaren Punktzahlen - hier sind Prozentsätze aussagefähig – und andererseits durch einen Vergleich mit den Mittelwerten bei anderen Lerngruppen bzw. durch einen Vergleich mit den Mittelwerten, die sich bei der Gesamtauswertung ergeben haben.

### ***3.1.2 Verständigung über die Charakterisierung der erbrachten Leistungen***

Die Dokumentation der Ergebnisse muss so erfolgen, dass über quantitative Aussagen hinaus eine **qualitative Auswertung der Ergebnisse** möglich ist.

Hierzu ist eine Charakterisierung der Teilleistungen erforderlich, die differenzierte Aussagen hinsichtlich der folgenden Aspekte liefert:

- Bearbeitungsgrad
- Verständnis der Aufgabenstellung
- Lösungsansatz
- Ausführung von Rechnungen oder Zeichnungen
- Darstellung der Lösungen
- Interpretation der Ergebnisse
- (bei offenen Aufgabenstellungen) Wahl des Lösungsweges

Nicht jeder Aspekt wird bei jeder Teilleistung zu berücksichtigen sein.

Vor der Korrektur sollten sich die Fachlehrerinnen und Fachlehrer darüber verständigen, welche Aspekte bei welchen Teilaufgaben als wesentlich angesehen werden und wie Mängel gegebenenfalls durch entsprechende Abkürzungen zu beschreiben sind. Bei offenen Aufgabenstellungen sollten außerdem

Abkürzungen verabredet werden, die einen Rückschluss auf den gewählten Lösungsweg ermöglichen.

Die verwendeten Abkürzungen sollten auch in ihrer Vielzahl überschaubar bleiben.

Die getroffenen Verabredungen werden schriftlich festgehalten.

Das folgende Beispiel für Festlegungen hinsichtlich der zu verwendenden Abkürzungen bezieht sich wiederum auf das Aufgabenbeispiel 5 „Rund ums Auto“:

- **nb**: nicht bearbeitet; **ub**: unvollständig bearbeitet
- **V**: Aufgabentext nicht verstanden
- **A**: Fehler im Ansatz
- **R**: Rechenfehler; **R%**: Rechenfehler bei der Prozentrechnung  
**R_≈**: Rundungsfehler
- **D**: Darstellungsmängel (falscher Gebrauch des Gleichheitszeichens, fehlende Einheiten, ....)
- **I**: falsche Interpretation der Lösung
- verschiedene Lösungswege

zu Teil 1: L1: 16% addiert, L2: 116% berechnet

zu Teil 2: L1: Wertverlust Jahr für Jahr, L2: aktueller Wert = Neuwert  $\times 0,75^3$

zu Teil 3: L1: Zinseszinsformel, L2: Jahr für Jahr

zu Teil 4: L1: kW - Vergleich, L2: PS - Vergleich

zu Teil 6c): L1: über die Umkehrfunktion, L2: durch Äquivalenzumformungen

Der Lösungsweg L1 wird nicht vermerkt.

Bei der Dokumentation der Ergebnisse, die i.a. während des Korrekturvorgangs erfolgt, werden die entsprechenden Abkürzungen an Stelle der erreichten Teilpunktzahlen in die Zellen einer zweiten Tabelle eingetragen.

Es ist auch möglich die Angabe der erreichten Teilpunktzahlen durch die Angabe der entsprechenden Abkürzungen zu ergänzen, sodass die Dokumentation der Ergebnisse in einer einzigen Tabelle erfolgt.

Maximum	4	5	4	2	3	2	2	3				25
Aufgabenteil	1	2	3	4	5	6a)	6b)	6c)				s ges
Name 1		AV	D		R≈			D				19
Name 2	R%	nb	nb		nb							12
Name 3		AV	nb	nb	nb		nb					11
Name 4	L2	AV	AV				D					19
Name 5		AV			R≈			L2				21
Name 6	L2	AV	AV				D	D				18
Name 7	R%D	nb	AV		R≈			A				12
Name 8	A	AV	nb	V	VD		D	D				10
Name 9		nb	nb		R≈			L2				15
Name 10	R%	AV	nb	nb	L2		D	D				11
Name 11		AV	nb		nb		nb	nb				9
Name 12	I	AV	AI	ub	ub R≈							15
Name 13	L2	AVI	AV		R≈		D	I				15
Name 14		nb	AV	I	R≈		V	D				12
Name 15		AV	ubA		R≈		V	D				15
Name 16		A	nb		R≈							17
Name 17		ub	AV	I	R≈		I	D				17
Name 18		AV	ub					D				18
Name 19		AV	ub		R≈							18
Name 20		AVI	nb	nb	R≈							14
Name 21		AVI	AV					D				17
Name 22		ub	ub		R≈		A	D				19
Name 23	ub	D	ub	I	ub		A	D				17
Name 24		AVD	AV				nb	D				15
Name 25	R	AV	A	ub	ub		nb	D				14
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	<b>89%</b>	<b>34%</b>	<b>27%</b>	<b>76%</b>	<b>63%</b>	<b>100%</b>	<b>62%</b>	<b>73%</b>				<b>61%</b>

Die schülerbezogene, zeilenweise Auswertung und die lerngruppenbezogene, spaltenweise Auswertung liefert ein Hilfsmittel zur Fehler- und Lernstandsdiagnose.



### 3.1.3 Lerngruppenbezogene Dokumentation der Ergebnisse

Die beiden in 3.1.1 bzw. 3.1.2 angegebenen Tabellen geben die Ergebnisse wieder, die in der Klasse 10a einer Realschule bei Vorgabe des Aufgabenbeispiels „Rund ums Auto“ erzielt wurden.

- Es fällt auf, dass die Aufgabenteile 1, 4, 6a) und 6c) mit gutem Erfolg bearbeitet wurden, während die Bearbeitung der Aufgabenteile 2 und 3 vielen Schülerinnen und Schülern der Klasse Schwierigkeiten machte. Die Tabelle in 3.1.2 weist aus, dass diese Aufgabenteile in mehr als einem Drittel der Fälle gar nicht oder nur unvollständig bearbeitet wurden. Vielfach findet man Fehler im Ansatz, die auf mangelndem Textverständnis beruhen. Diese Beobachtung sollte Anlass zu einer genaueren Analyse geben.
- Punktabzüge bei Aufgabenteil 3 sind bei 12 der 25 Arbeiten auf Rundungsfehler zurückzuführen.
- In den Aufgabenteilen 6b) und 6c) treten gehäuft Darstellungsmängel auf.
- Alternative Lösungswege werden insgesamt nur selten beschrrieben. Auch diese Beobachtungen sollten genauer analysiert werden.

Hilfreich bei der Analyse kann der Vergleich mit den Ergebnissen einer anderen Lerngruppe sein, die die Parallelarbeit geschrieben hat.

In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis der Klasse 10c dokumentiert.

Aufgabenteil	1	2	3	4	5	6a)	6b)	6c)	s I	s II	s III	s ges
<b>Maximum</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>25</b>
Name 1	4	5	4	2	3	2	2	3	5	16	4	25
Name 2	4 L2	4 I	3 D	2 L2	2 D	2	0 nb	0 nb	5	9	3	17
Name 3	4	5 L2	4	2	3	2	2	0 nb	5	14	3	22
Name 4	4 L2	3 I	3 I	2	2 R $\approx$	2	2	3 L2	5	13	3	21
Name 5	4	0 nb	4	2	2 R $\approx$	2	2	1 ub	5	11	1	17
Name 6	4	4 D	4	2 L2	3	2	2	1 A	5	14	3	22
Name 7	4	5	4	2 L3	3	2	2	3 L2	5	16	4	25
Name 8	4	4L2I	4	2	3	2	2	3	5	15	4	24
Name 9	4	5 L2	4	2	3	2	2	3	5	16	4	25
Name 10	4 L2	5	4	1 D	3	2	2	3	4	16	4	24
Name 11	4	5 L2	4	2	3	2	2	3	5	16	4	25
Name 12	4	5	4	2	3	2	2	0 nb	5	14	3	22
Name 13	4 L2	5 L2	4	2 L2	3	2	2	3 L2	5	16	4	25
Name 14	4	5	4	1 I	3	2	2	3	4	16	4	24
Name 15	4 L2	4L2 D	4	2	2 R $\approx$	2	2	3	5	15	3	23
Name 16	4	5	4	2	3	2	2	3	5	16	4	25
Name 17	4 L2	4 I	4	2	3	2	2	2 D	5	14	4	23

Name 18	4	5	4	2 L2	2 R $\approx$	2	2	3	5	16	3	24
Name 19	4	3 I	4	2 L2	2 R $\approx$	2	2	3	5	14	3	22
<b>Mittelwert</b>	<b>4,0</b>	<b>4,3</b>	<b>3,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,7</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,3</b>	<b>4,9</b>	<b>14,6</b>	<b>3,4</b>	<b>22,9</b>
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	<b>100%</b>	<b>85%</b>	<b>97%</b>	<b>95%</b>	<b>93%</b>	<b>100%</b>	<b>95%</b>	<b>75%</b>	<b>98%</b>	<b>91%</b>	<b>86%</b>	<b>92%</b>

Das deutlich bessere Abschneiden der 10c beruht wesentlich auf besseren Ergebnissen bei den Aufgabenteilen 2, 3, 5 und 6b). Die qualitative Analyse zeigt, dass bei dieser Lerngruppe Rundungsfehler und Darstellungsmängel seltener beobachtet werden und keine Ansatz- bzw. Verständnisfehler bei den Teilen 2 und 3 auftreten. Ursächlich dafür ist, dass in der Klasse 10c Wachstums- und Zerfallsprozesse unmittelbar vor der Klassenarbeit thematisiert wurden, während die Kenntnisse über die Berechnungen von Kapitalentwicklungen bei Berücksichtigung von Zinseszinsen in der 10b aus der Jahrgangsstufe 7 stammen.

In 3.2 folgen detaillierte Hinweise zur Analyse der Ergebnisse. Ein Vergleich der Ergebnisse der Lerngruppen untereinander muss durch Analysen ergänzt werden und liefert ohne sie keine aufschlussreichen Informationen.

Dennoch sollten die Ergebnisse der beteiligten Lerngruppen nebeneinander gestellt werden.

In Ergänzung der bisher angegebenen Tabellen für Klassen 10 einer Realschule ergibt sich folgende Übersicht:

<b>Aufgabenteil</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6a)</b>	<b>6b)</b>	<b>6c)</b>	<b>s I</b>	<b>s II</b>	<b>s III</b>	<b>s ges</b>
<b>Maximum</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>25</b>

**Klasse 10a : 25 von 27 Schüler(innen)**

<b>Mittelwert</b>	<b>3,6</b>	<b>1,7</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>1,2</b>	<b>2,2</b>	<b>4,2</b>	<b>9,6</b>	<b>1,4</b>	<b>15,2</b>
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	<b>89%</b>	<b>34%</b>	<b>27%</b>	<b>76%</b>	<b>63%</b>	<b>100%</b>	<b>62%</b>	<b>73%</b>	<b>83%</b>	<b>60%</b>	<b>35%</b>	<b>61%</b>

**Klasse 10b : 26 von 26 Schülerinnen und Schülern**

<b>Mittelwert</b>	<b>3,4</b>	<b>2,6</b>	<b>2,5</b>	<b>1,6</b>	<b>2,2</b>	<b>1,8</b>	<b>1,0</b>	<b>1,8</b>	<b>4,5</b>	<b>10,4</b>	<b>2,1</b>	<b>17,0</b>
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	<b>85%</b>	<b>53%</b>	<b>63%</b>	<b>79%</b>	<b>74%</b>	<b>90%</b>	<b>51%</b>	<b>61%</b>	<b>89%</b>	<b>65%</b>	<b>52%</b>	<b>68%</b>

**Klasse 10c : 19 von 22 Schülerinnen und Schülern**

<b>Mittelwert</b>	4,0	4,3	3,9	1,9	2,7	2,0	1,9	2,3	4,9	14,6	3,4	22,9
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	100%	85%	97%	95%	93%	100%	95%	75%	98%	91%	86%	92%

**Klasse 10d : 23 von 24 Schülerinnen und Schülern**

<b>Mittelwert</b>	3,4	3,0	2,7	1,9	2,4	1,9	0,9	1,4	4,6	10,7	2,4	17,7
<b>Prozentualer Anteil am Maximum</b>	86%	59%	68%	95%	80%	94%	46%	47%	91%	67%	59%	71%

**Gesamtauswertung : 93 von 99 Schülerinnen und Schülern**

<b>Aufgabenteil</b>	1	2	3	4	5	6a)	6b)	6c)	s I	s II	s III	s ges
<b>Maximum</b>	4	5	4	2	3	2	2	3	5	16	4	25

<b>Mittelwert</b>	3,6	2,8	2,5	1,7	2,3	1,9	1,4	1,9	4,5	11,4	2,3	18,1
<b>prozentualer Anteil am Maximum</b>	89%	57%	63%	84%	77%	96%	70%	62%	89%	71%	58%	73%

Die folgende, leicht zu erstellende Übersicht zeigt beispielhaft, wie man die Punktergebnisse, die in den Lerngruppen von den einzelnen Schülerinnen und Schülern bei dieser Aufgabe erzielt wurden, vergleichen kann.

Die Zusammenfassung in den vier Spalten orientiert sich an Bewertungsmaßstäben, die mit den Notenstufen nicht mehr ausreichend, ausreichend, befriedigend, gut oder sehr gut in Verbindung gebracht werden können.

Punktergebnis	weniger als 12 Punkte	12 - 15 Punkte	16 - 19 Punkte	20 - 25 Punkte
10 a (25)	4	10	10	1
10 b (26)	5	6	8	7
10 c (19)	0	0	2	17
10 d (23)	3	7	5	8
gesamt (93)	12 (13%)	23 (25%)	25 (27%)	33 (35%)

Für die beteiligten Klassen 10 kann verkürzend ausgesagt werden:  
Nahezu zwei Drittel der beteiligten Schülerinnen und Schüler werden den gestellten Anforderungen auf einem mindestens befriedigenden Niveau gerecht.

### **3.1.4 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz**

#### **Eingangsvoraussetzungen**

Die Mitglieder der Fachkonferenz oder die Gruppe der in einer Jahrgangsstufe unterrichtenden Fachlehrerinnen und Fachlehrer haben sich inhaltlich darüber verständigt, wie der gemeinsame Teil einer noch zu schreibenden Parallelarbeit konzipiert ist.

#### **Zielsetzung**

Die Verständigung über die Punkteverteilung und die zu verwendenden Abkürzungen bei der Charakterisierung der Schülerleistungen für den gemeinsamen Teil einer Parallelarbeit sowie die Verständigung über die Form der lerngruppenbezogenen und lerngruppenvergleichenden Dokumentation der Ergebnisse soll erreicht werden.

#### **Möglicher Ablauf der Sitzung**

Falls noch keine Erfahrungen mit der Dokumentation der Ergebnisse vorliegen, sollte versucht werden, die in 3.1.1 und 3.1.2 gegebene beispielhafte Festlegung für das Aufgabenbeispiel „Rund ums Auto“ auf das Aufgabenbeispiel „Dachzimmerausbau“ zu übertragen.

Die Aufgabe wird in Kleingruppen unter Beachtung alternativer Lösungswege gelöst. Festlegungen über Punkteverteilung und Abkürzungen werden in den Kleingruppen auf Folie notiert.

Beim Vergleich der Vorschläge der Kleingruppen im Plenum wird nach Diskussion ein Konsens über die Festlegung der Punkteverteilung und der zu verwendenden Abkürzungen zur Charakterisierung der Schülerleistungen am Beispiel „Dachzimmerausbau“ erarbeitet.

Um die Anwendbarkeit der Verständigungen über Punkteverteilung und Charakterisierung der erbrachten Leistungen zu verifizieren, werden eine oder zwei authentische Schülerarbeiten vervielfältigt und an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz verteilt.

Sollten keine authentischen Schülerarbeiten vorliegen, wird eine nicht fehlerfreie Lösung fiktiv von einem oder zwei Teilnehmerinnen oder Teilnehmern der Runde entworfen und vervielfältigt.

Die Arbeiten werden von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Konferenz korrigiert, die Ergebnisse der Korrektur werden nach den getroffenen Vereinbarungen dokumentiert.

Die dokumentierten Ergebnisse der Korrekturen werden vergleichend zusammengestellt.

Eventuell auftretende unterschiedliche Auffassungen geben Anlass zur Diskussion und führen eventuell zu einer Modifizierung der Festlegungen.

Über die äußere Form einer lerngruppenbezogenen Dokumentation und einer lerngruppenvergleichenden Dokumentation wird im Plenum ein Konsens erarbeitet.

Der Ergebnis wird im Protokoll festgehalten.

Wenn nicht von Anfang an geschehen, sind die drei oben beschriebenen Arbeitsschritte auf das für die Parallelarbeit vorgesehene Beispiel zu übertragen. Dabei geht es um:

- Festlegungen der Punkteverteilung und der Abkürzungen
- Verifizierung der Anwendbarkeit der Festlegungen
- Konsensbildung über die äußere Form der Dokumentation

### **3.2 Analyse der Ergebnisse**

Ausgehend von der Dokumentation ist eine gemeinsame Analyse notwendig, die die Gründe der erreichten Ergebnisse aufzeigt. Sowohl die Fachlehrerinnen und Fachlehrer, die Fachkonferenz als auch die Schülerinnen und Schüler sowie die Eltern sollten in die Auswertung mit einbezogen werden.

Die erzielten Ergebnisse können ihren Ursprung in der Lerngruppe, in den Rahmenbedingungen oder in der Qualität des Mathematikunterrichts haben. Die Analyse ermöglicht, die bereits erreichte Qualität herauszustellen und zu würdigen. Daneben kann durch sie festgestellt werden, welche Ziele bisher erreicht bzw. noch nicht erreicht worden sind. Resultierend daraus sollten Vorhaben für die weitere Qualitätsentwicklung geplant werden.

#### **3.2.1 Analyse mit der Lerngruppe**

Die Analyse der Ergebnisse der Parallelarbeit mit der Lerngruppe ermöglicht jedem Schüler und jeder Schülerin, sich über den eigenen Lernstand zu informieren und so Ansatzpunkte für die individuelle Weiterarbeit zu erhalten. Gerade der Vergleich mit anderen Klassen oder Lerngruppen kann verdeutlichen, was jeder Einzelne geleistet hat und wo Verbesserungen zu erzielen sind. Dies sollte durch eine Reflexion des eigenen Lernens durch die Schülerinnen und Schüler ergänzt werden

Die Schülerinnen und Schüler als Experten für den Unterricht in die Analyse der Ergebnisse mit einzubeziehen ist bzgl. der Unterrichtsentwicklung als Schulentwicklung in der Klasse von besonderer Bedeutung². Gemeint ist hier die Rückmeldung der Schülerinnen und Schüler an die Lehrkraft über den von ihnen erlebten Unterricht, nicht nur in Bezug auf die Vorbereitung auf die Parallelarbeit. Daneben ist die Reflexion des eigenen Lehrens durch den Lehrenden erforderlich.

---

² vgl. Schriftenreihe Schule in NRW, Heft Nr. 9028/3

Die Analyse der Ergebnisse kann sich an der Beantwortung bestimmter Leitfragen orientieren. Diese sollten die Schülerinnen und Schüler in Bezug auf ihr Lernen und den erlebten Unterricht als auch die Lehrerinnen und Lehrer in Bezug auf die Schülerinnen und Schüler und ihr Lehren beantworten. Hierzu sollen die folgenden Fragen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, Anregungen geben.

- Wie ist der Lernstand der Schülerinnen und Schüler?
- (Eingangsvoraussetzungen, Anzahl der Schülerinnen und Schüler mit Dyskalkulie, Veränderungen im Laufe der vorangegangenen Schuljahre, Leistungsspanne innerhalb der Lerngruppe,...)
- War die Vorbereitung auf die Arbeit ausreichend?
- (direkte Vorbereitung der Parallelarbeit als auch die Vorbereitung durch den Mathematikunterricht in den vorausgegangenen Schuljahren, Vorbereitung der Schüler bezogen auf die geforderten Inhalte,... )
- Waren die Hausaufgaben / Übungsphasen / Materialien zur Selbstkontrolle / Selbstlernmaterialien ausreichend und wurden sie sinnvoll genutzt?
- War die Lernhaltung der Schülerinnen und Schüler zufrieden stellend?
- (Mitarbeit, Hausaufgaben, Übernahme der Verantwortung für das eigene Lernen, Übergabe der Lernverantwortung an die Schülerinnen und Schüler, ...)
- Entsprach die Arbeit dem sonst Üblichen?
- (Umfang, Aufgabenstellung, Textanteil, Vernetzung der Gebiete,...)
- Wie war das Arbeitsklima? (entspannte Atmosphäre, Störungen innerhalb der Lerngruppe oder von außen im Unterricht oder während der Parallelarbeit, Aufsicht/-wechsel bei der Parallelarbeit, ...)

Bei der Korrektur der Arbeit setzt sich der Lehrer und die Lehrerin in der Regel mit dem vorangegangenen Unterricht und der Konzeption der Klassenarbeit auseinander. Bei der Analyse der Parallelarbeiten sollten zudem die Rahmenbedingungen und der bisherige Mathematikunterricht selbst berücksichtigt werden.

Im Rahmen der Sicherung und Entwicklung von Qualität des Mathematikunterrichts erscheint es sinnvoll, diese Reflexion zu strukturieren und zu systematisieren. Wie die Leitfragen zur Analyse genutzt werden, ist zwischen den beteiligten Fachkollegen abzusprechen. Eine Verschriftlichung der Ergebnisse dieser Analyse kann für die Weiterentwicklung ein wesentlicher Baustein sein.

Daneben können diese Leitfragen benutzt werden, um in einem Gespräch mit den Schülerinnen und Schülern den Unterricht und die Parallelarbeit zu analysieren. Dies sollte sinnvollerweise vor der Rückgabe der Arbeit geschehen. In einem solchen Gespräch werden häufig nur einige Schülerinnen und Schüler

ihre Meinung äußern. Das Ausfüllen eines Fragebogens direkt nach dem Schreiben der Parallelarbeit durch die Lernenden und die Lehrenden ermöglicht hingegen eine breitere Basis für die Analyse. Die Fachkolleginnen und Fachkollegen sollen sich über Einsatz, Form und Auswertung verständigen.

### **3.2.2 Mögliche methodische Umsetzungen in der Fachkonferenz**

#### **Eingangsvoraussetzungen**

Die Mitglieder der Fachkonferenz haben sich im Vorfeld geeinigt, welche Mittel und Methoden zur Analyse der Parallelarbeit mit der Lerngruppe eingesetzt werden sollen. Dabei sind die Vorstellungen der Fachkolleginnen und Fachkollegen, die die Parallelarbeit konzipiert haben, in besonderem Maße berücksichtigt worden. Die Fachkonferenz hat sich entschieden, einen Fragebogen zur Analyse mit der Lerngruppe einzusetzen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Fachkonferenz haben die **beispielhaften** Fragebögen aus dem Materialteil durchgearbeitet. Fragebogen 1 mit einer offenen Fragestellung eröffnet eine umfangreichere Rückmeldung, falls die Schülerinnen und Schüler die Beantwortung solch offener Fragen leisten können. Bei Fragebogen 2 ist die Auswertung einfacher.

#### **Zielsetzung**

Verständigung über Ziele und Inhalte des Fragebogens, Wahl / Überarbeitung / Festlegung der Form, Vereinbarung über den Zeitpunkt des Einsatzes sowie die Form der Auswertung

#### **Möglicher Ablauf der Sitzung**

##### Phase 1

Über ein Ideenkarussell (siehe Materialteil) werden die Vorstellungen der einzelnen Fachkonferenzmitglieder zu den Teilbereichen des Fragebogens (Ziele und Inhalte des Fragebogens, Wahl / Überarbeitung / Festlegung der Form, Vereinbarung über den Zeitpunkt des Einsatzes sowie die Form der Auswertung) ermittelt. Der Fachkonferenzvorsitzende hat entsprechende Arbeitsblätter/ Formulare vorbereitet. Jede Kollegin, jeder Kollege notiert die eigenen Ideen, die Blätter werden zur Ergänzung im Kreis weitergereicht. Nach drei- bis sechsmaligem Umlauf werden die Blätter eingesammelt und als Arbeitsgrundlage für die folgende Gruppenarbeit fotokopiert.

##### Phase 2

In arbeitsteiliger Gruppenarbeit werden die Ideen zu jeweils einem Teilbereich gesichtet und ein Vorschlag zu diesem Aspekt erarbeitet und auf einem Plakat notiert.

### Phase 3

Jeweils ein Vertreter jeder Gruppe stellt im Plenum das Arbeitsergebnis vor und sammelt die Anregungen und Kritik.

### Phase 4

Basierend auf den Rückmeldungen werden die Vorschläge von den Arbeitsgruppen verifiziert und zur Abstimmung im Plenum vorbereitet.

### Phase 5

Über die verschiedenen Vorschläge wird abgestimmt und ein Fragebogen schriftlich fixiert.



### **3.2.3 Materialien**

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Fragebogen 1 mit einer offenen Fragestellung
3. Fragebogen 2 (zur Parallelarbeit „Dachzimmerausbau“) mit einer geschlossenen Fragestellung
4. Ideenkarussell

## **Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz**

### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase I (Ideenkarussell)**

Notieren Sie bitte alle Ideen, die Sie zu den einzelnen Teilgebieten haben auf dem Formular.

Geben Sie es anschließend an Ihren Nachbarn oder ihre Nachbarin weiter. Lesen Sie sich die aufgeschriebenen Ideen Ihres Vorgängers oder ihrer Vorgängerin durch, kommentieren Sie diese, ergänzen sie und notieren Sie weitere.



---

### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase II**

1. Sichten Sie die Ideensammlung zu dem von Ihnen zu bearbeitenden Teilgebiet.
2. Prüfen Sie sie auf Verwertbarkeit.
3. Erstellen Sie einen Verfahrensvorschlag, der auf diesen Ideen basiert und notieren Sie diesen auf einem Plakat (einer Folie).
4. Bestimmen Sie ein Gruppenmitglied, das die Ergebnisse im Plenum an dem Plakat (der Folie) erläutert.



---

### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase III**

Besprechen Sie die Anregungen und Verbesserungen aus dem Plenum.

Arbeiten Sie diese in den Verfahrensvorschlag ein.

Formulieren Sie einen Antrag zur Abstimmung in der Fachkonferenz.

Bestimmen Sie ein Gruppenmitglied, welches den Antrag im Plenum erläutert und zur Abstimmung bringt.

## **Stellungnahmen zur Parallelarbeit von Schülerinnen und Schülern**

Liebe Schülerinnen und Schüler,

ich hätte gerne eine Rückmeldung über die Parallelarbeit von euch. Bitte schreibt zu den folgenden drei Fragen eure Antworten auf. Ich werde die Antworten alleine oder mit einigen von euch auswerten und mit allen besprechen. Eure Anonymität ist gewährleistet.

1. Was findet ihr an der Vorbereitung der Parallelarbeit im Unterricht gut, was soll ich beibehalten?

---

---

---

---

2. Was findet ihr im Rahmen der Vorbereitung auf die Parallelarbeit nicht so gut, was soll ich anders machen?

---

---

---

---

3. Was habt ihr bei der Vorbereitung vermisst, worum soll ich mich in Zukunft mehr bemühen?

---

---

---

---

**Schülerfragebogen zur Parallelarbeit „Dachzimmerausbau“**

Zuerst zwei Fragen vorab:

Bist du ein Mädchen ( ) oder bist du ein Junge ( )?

Wie stehst du im Mathematikunterricht im Moment?

gut ( ) mittel ( ) schlecht ( )

Jetzt geht es richtig los:

1. Unterschied sich die Arbeit von den üblichen Klassen (Kurs)arbeiten?

Ja ( ) Nein ( )

Wenn ja, wodurch

umfangreichere Aufgaben ( )

mehr Textaufgaben ( )

verschiedene Gebiete ( )

insgesamt schwieriger ( )

Aufgabenstellung schwieriger ( )

Aufgabenstellung leichter ( )

Weiteres: _____  
_____

2. Auf welche Teilbereiche der Parallelarbeit hast du dich gut vorbereitet gefühlt?

_____  
_____

3. Auf welche Teilbereiche der Parallelarbeit hast du dich nicht ausreichend vorbereitet gefühlt?

_____  
_____

4. Was könnte im Mathematikunterricht deiner Meinung verändern werden, damit die Schülerinnen und Schüler besser auf die Parallelarbeit vorbereitet werden?

Häufiger Wiederholen ( )

mehr Übungen ( )

Fragestunden ( )

weniger Reden des Lehrers ( )

Zeit besser nutzen ( )

Weiteres:

5. Durch welche Maßnahmen außerhalb des Unterrichts könnte deiner Meinung nach die Vergleichsarbeit besser vorbereitet werden?

Mehr Hausaufgaben ( )  
 Hausaufgaben immer machen ( )  
 Förderstunden ( )  
 Weiteres:

---



---

6. Wie gut sind dir die abgefragten Inhalte¹ aus dem Mathematikunterricht bekannt?

	gar nicht mehr	halbwegs	gut
Maßstab	( )	( )	( )
Maßstabgerechtes Zeichnen	( )	( )	( )
Flächenberechnung	( )	( )	( )
Berechnung des Prozentwertes	( )	( )	( )
Seitenberechnung im Dreieck mit			
- dem Tangens	( )	( )	( )
- dem Sinus	( )	( )	( )
Grundriss- und Schnittzeichnungen			
lesen und Maße entnehmen	( )	( )	( )
Mathematische Aufgaben aus dem			
Text entnehmen	( )	( )	( )

7. Was ich noch zu sagen hätte: (z.B. Arbeitsklima während der Arbeit)

---



---



---

¹ Die im Folgenden abgefragten Inhalte müssen entsprechend der geschriebenen Arbeit angepasst werden.

## **Ideen-Karussell**

- Phasen:** Erarbeitung, Planung und Sensibilisierung
- Sozialformen:** Einzelarbeit und Plenum
- Verlauf:** Ein Problem wird in möglichst unterteilten Problemfeldern auf Formularen notiert, oder eine Aufgabe wird in Teilgebiete gegliedert. In einer befristeten Zeit schreiben die TN² dazu Ideen auf die Formulare. Diese werden dann im Kreis an die Nachbarinnen und Nachbarn weitergereicht. Alle TN lesen nun die Ideensammlung der Nachbarin oder des Nachbarn und kommen so eventuell zu neuen Ideen, die dazu geschrieben werden. Nach drei- bis sechsmaligem Umlauf sammelt die Lehrkraft die Blätter ein. Sie werden für alle vervielfältigt oder als Folie für den Tageslichtprojektor kopiert. Es schließt sich ein Gespräch an. Die Ideen werden auf ihre Verwertbarkeit überprüft.
- Kommentar:** Dieses Verfahren kann nur in kleinen Gruppen eingesetzt werden. Viele Ideen wiederholen sich.
- Materialien:** Blätter, Schreibmaterial

### **Beispiele zum Einsatz der Methode „Ideenkarussell“ :**

Unter der Aufgabenstellung „Wie hoch ist unsere Schule?“ haben die Schülerinnen und Schüler folgende Möglichkeiten zur Höhenbestimmung genannt, die als Teilgebiete/Teilaufgaben auf die Formulare geschrieben wurden:

- Messen mit einem Seil
- Einsatz eines Theodoliten
- Bleistiftpeilung
- Berechnung mit Hilfe der Schattenlänge
- Berechnung mit Hilfe einer Skizze

### **Weiteres Beispiel:**

Unter der Aufgabenstellung „Wie berechne ich die Höhe?“ wurden folgende Teilgebiete auf den Formularen notiert:

- Höhe eines Baumes
- Höhe einer Kirche
- Höhe eines Autos
- Höhe eines Dreiecks
- Höhe eines Trapezes
- ...

---

² TN bedeutet Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im Singular als auch Plural.

### 3.2.4 Kollegiale Analyse

Die kollegiale Analyse und Auswertung ist zunächst vom Jahrgangsteam zu leisten. Hierfür ist die in 3.1 beschriebene Dokumentation Grundlage. Ziel ist die Überprüfung der Konzeption der Parallelarbeit und des vorbereitenden Unterrichts. Die Überprüfung des schulinternen Lehrplans, aber auch die Analyse der Unterrichtskultur sind daraus resultierende Konsequenzen. Hierzu ist die gesamte Fachkonferenz mit einzubeziehen. Auf dieser Basis können Ziele ermittelt werden, die langfristig zu einer Qualitätssicherung und -entwicklung des Unterrichts führen.

Als Leitfragen für die Arbeit für das Jahrgangsteam können dienen:

- Stimmt die Relation Erwartungshorizont – Schülerleistung?
- Gibt es signifikante Leistungsunterschiede bzgl. bestimmter Schülergruppen (z.B. Jungen/Mädchen, deutsche/ausländische Schülerinnen und Schüler)? Wenn ja, welche Ursachen haben diese?
- Gibt es signifikante Leistungsunterschiede bzgl. paralleler Lerngruppen? Wenn ja, welche Ursachen haben diese?
- Welche Hinweise gibt die Fehleranalyse bzgl. Stärken und Schwächen (Rechenerfertigkeiten, Sicherheiten in algebraischen Umformungen, problemlösendes Denken, vernetzendes Denken bzgl. unterschiedlicher mathematischer Inhalte, anwendungsbezogenes Denken)?
- Welche Schlüsse lassen die Ergebnisse auf die Angemessenheit der im Mathematikunterricht verwendeten Methoden und Arbeitstechniken zu?
- ...

Als Leitfragen für die Arbeit der Fachkonferenzen können dienen:

- Herrscht Konsens über Kriterien für einen guten Mathematikunterricht und ist dieser angemessen?
- Entspricht der schulinterne Lehrplan den Anforderungen?
- Werden die Vereinbarungen der Fachkonferenz verlässlich eingehalten?
- Besteht die Notwendigkeit zur Entwicklung eines Übungs- und Wiederholungskonzeptes für die Schule?
- ...

Jede einzelne dieser Leitfragen kann eine oder mehrere Team-/ Fachkonferenzen füllen. Beispielhaft soll ein mögliches Vorgehen für eine Fachkonferenz zur Leitfrage „Welche Hinweise gibt die Fehleranalyse bzgl. Stärken und Schwächen?“ vorgestellt werden.

### 3.2.5 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz

#### Eingangsvoraussetzungen

Eine entsprechend der in Kapitel 3.1.2 vorgeschlagene Dokumentation der Ergebnisse der Parallelarbeit muss vorliegen. Alle Fachlehrerinnen und Fachlehrer des Jahrgangs 10 und/oder 7 haben diese für ihre Klasse / ihren Kurs erstellt. Eine klassen-kursübergreifende Dokumentation ist durch die Fachkonferenzvorsitzenden / den Fachkonferenzvorsitzenden erfolgt.

Darüber hinaus haben die Lehrerinnen und Lehrer, die eine Parallelarbeit haben schreiben lassen, einen Fragebogen zur Rückmeldung über ihre Erfahrungen ausgefüllt. Die/der Fachvorsitzende oder ein vorher bestimmter Vertreter hat die Ergebnisse ausgewertet. Aus diesen Ergebnissen und der Dokumentation werden Plakate für ein stummes Schreibgespräch vorbereitet.

### **Zielsetzungen**

Durch die Analyse der dokumentierten Ergebnisse der Parallelarbeit sollen Leistungsstärken und -schwächen der Schülerinnen und Schüler herausgearbeitet, gewürdigt und Maßnahmen zur Qualitätssteigerung verabredet werden. Die Auswertung der Rückmeldung durch die Fachlehrerinnen und -lehrer soll die Verbesserung der Vorgehensweise vorbereiten.

### **Möglicher Ablauf der Sitzung**

#### Phase 1

Die/der Fachkonferenzvorsitzende stellt die Dokumentation der Ergebnisse der Parallelarbeit an einer Folie vor. Das Gleiche gilt für die Auswertung des Fragebogens für die Lehrerinnen und Lehrer.

#### Phase 2

In einem „Stummen Schreibgespräch“ werden Statements zu den Ergebnissen abgegeben. Eine anschließende Besprechung der Statements im Plenum schließt sich an. Daraus ergeben sich Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeit.

#### Phase 3

Während einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit erstellt die eine Gruppe einen Vorschlag für die Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern, die andere einen für den organisatorischen Umgang mit der Parallelarbeit. Die Vorschläge werden auf einer Folie notiert.

#### Phase 4

Jeweils ein Vertreter jeder Gruppe stellt im Plenum die Arbeitsergebnisse vor und sammelt die Anregung und Kritik.

#### Phase 5

Für die nächste Fachkonferenz werden die Vorschläge von den Arbeitsgruppen entsprechend der Kritik verbessert und zur Abstimmung vorbereitet.



### **3.2.6 Materialien**

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Bogen zur Rückmeldung der Kolleginnen und Kollegen zur Parallelarbeit
3. Beispiel einer Auswertung einer Fachkonferenz
4. „Stummes Schreibgespräch“

## **Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz**

### **Arbeitsaufträge für die Phase 2 ( Stummes Schreibgespräch )**

Nehmen Sie bitte schriftlich Stellung zu den Fragen bzw. Impulsen, die auf den Plakaten vorbereitet sind.

Gehen Sie dazu von einem Plakat zum nächsten. Lesen Sie sich die aufgeschriebenen Stellungnahmen der anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmer, kommentieren Sie diese, ergänzen sie und notieren Sie weitere.



### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase I**

1. Sichten Sie die Stellungnahmen des „Stummen Schreibgesprächs“ zu dem von Ihnen zu bearbeitenden Teilgebiet.
2. Prüfen Sie sie auf Verwertbarkeit.
3. Erstellen Sie einen Verfahrensvorschlag, der auf diesen Ideen basiert und notieren Sie diesen auf einem Plakat (einer Folie).
4. Bestimmen Sie ein Gruppenmitglied, das die Ergebnisse im Plenum an dem Plakat ( der Folie) erläutert.



### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase II**

Besprechen Sie die Anregungen und Verbesserungen aus dem Plenum.

Arbeiten Sie diese in den Verfahrensvorschlag ein.

Formulieren Sie einen Antrag zur Abstimmung in der Fachkonferenz.

Bestimmen Sie ein Gruppenmitglied, welches den Antrag im Plenum erläutert und zur Abstimmung bringt.

**Rückmeldung der Kolleginnen und Kollegen zur Parallelarbeit**

Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen,

Da wir im nächsten Jahr erstmalig eine verbindliche Vergleichsarbeit schreiben werden, sollten wir aus den Erfahrungen in diesem Jahr lernen. Aus diesem Grund möchten wir Sie um eine kurze Rückmeldung bitten. Die Eindrücke sind noch frisch. Antworten Sie aus diesem Grunde bitte noch vor den Sommerferien. Legen Sie also diesen Zettel gar nicht erst zur Seite. Nehmen Sie einen Stift, füllen Sie schnell aus und

**... ab ins Fach des Fachvorsitzenden**

**Fach der Vergleichsarbeit _____ . Jahrgang _____ .**

1) Wie beurteilen Sie den Nutzen von Vergleichsarbeiten allgemein?

**sehr nützlich**

**unnützlich**

2) Wie haben Sie die Zusammenarbeit mit den Kolleginnen und Kollegen empfunden?

**sehr angenehm**

**sehr schwierig**

3) Hat Sie die Zusammenarbeit mit den Kolleginnen und Kollegen belastet oder entlastet?

**sehr entlastet**

**sehr belastet**

4) Haben Sie für sich verwertbare neue Erkenntnisse durch die Vergleichsarbeit gefunden?

**viele Erkenntnisse**

**keine Erkenntnisse**

5) Vorschläge zur Verbesserung im nächsten Jahr.

---

---

---

---

---

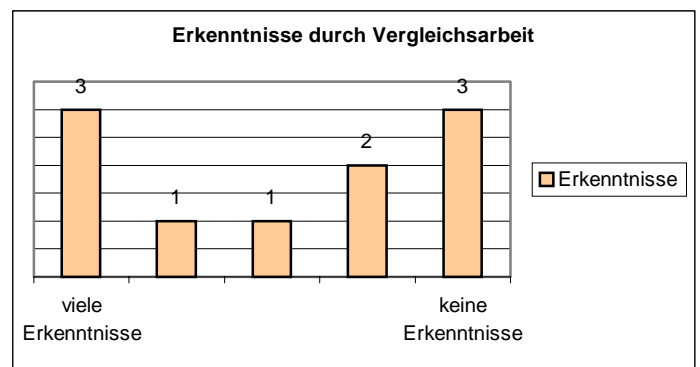
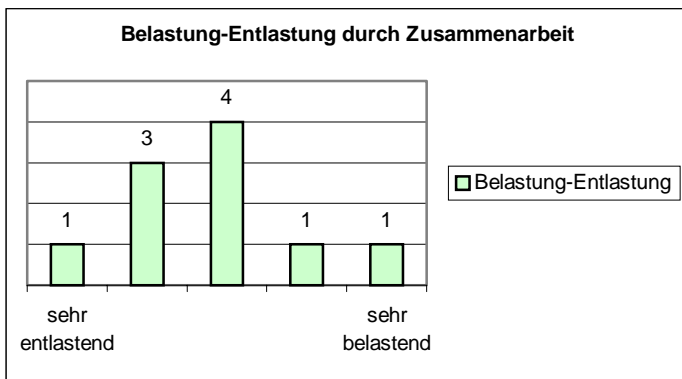
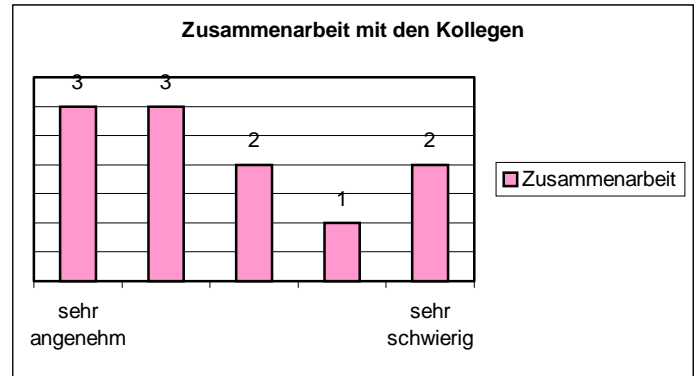
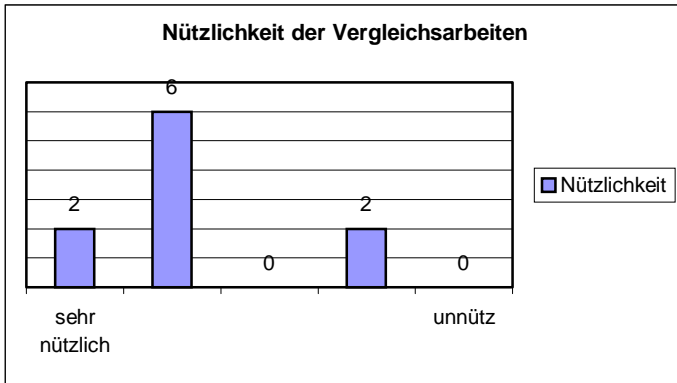
---

---

Falls Sie mehrere Vergleichsarbeiten durchgeführt haben, füllen Sie weitere Antwortbögen aus. Vielen Dank für Ihre Hilfe.

## Beispiel einer Auswertung aus einer Fachkonferenz

**Auswertung der Rückmeldungen aus dem Fachbereich Mathematik:**



## **Stummes Schreibgespräch**

**Phasen:** Auflockerung, Evaluation

**Sozialformen:** Einzelarbeit und Plenum

**Verlauf:** Mehrere große Plakate, beschriftet mit jeweils einer Frage oder einem Impuls, werden auf Tischen ausgelegt. Die TN³ gehen um die Plakate herum und nehmen schriftlich Stellung. Aufgeschriebene Stellungnahmen werden ebenfalls schriftlich kommentiert und ergänzt. Die „Rundenzahl“ ist nicht beschränkt. Gespräche sind nicht erlaubt. Eine Besprechung der Statements kann sich anschließen.

**Kommentar:** Die Tische müssen so aufgebaut werden, dass die TN herumgehen und schreiben können.

Die „Stummheit“ hat den Effekt, das Interesse auf das geschriebene Wort zu richten. Die Methode hat starken Aufforderungscharakter und macht je nach Art des Impulses auch Spaß. Sie vermittelt ein Stimmungsbild in einer Gruppe, kann aber auch Sach- und Personenkritik ermöglichen.

Bei größeren Gruppen können bis zu acht Plakate verwendet werden.

**Materialien:** Tische, Plakate, Stifte

### **Beispiel zum Einsatz der Methode „Stummes Schreibgespräch“ :**

- Die Klassenarbeit war....
- Wenn ich geahnt hätte ...
- Ich habe mir vorgenommen ...
- Bei der nächsten Unterrichtsreihe werde ich ...
- Gut gefallen hat mir ...
- Ich habe mich geärgert, weil...
- Ich habe mich gefreut, weil...
- Gelernt habe ich
- ...

---

³ TN bedeutet Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im Singular als auch Plural.



### **3.2.7 Analyse der Rahmenbedingungen**

Bei einer umfassenden Analyse müssen auch die Rahmenbedingungen einer genaueren Betrachtung unterzogen werden. Verschiedene Elemente können Ursache sein und Erklärungen liefern für das Ergebnis einer Lerngruppe bei der Parallelarbeit. Hierzu gehört, ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

- Unterrichtsausfall
- Lehrereinsatz und Kontinuität
- Studentafel und Stundenpläne
- Zusammensetzung der Lerngruppe
- Förderprogramm
- ...

Die Analyse dieser Rahmenbedingung kann nicht die Fachlehrerin und Fachlehrer allein leisten, sondern sie sollte in der Fachkonferenz eventuell unter Einbeziehungen der Schulleitung oder der Mitwirkungsorgane erfolgen.

Der große Einfluss der Rahmenbedingungen auf die Schülerleistungen macht es erforderlich, diese einer genauen Untersuchung und schriftlichen Fixierung zu unterziehen.

Ein Mittel zur Analyse der Rahmenbedingungen ist der beigefügte Bogen, (s. Materialteil) der entsprechend der eigenen schulischen Situation verändert und ergänzt werden muss.

Eine solche Analyse kann zu Ergebnissen führen, die in Forderungen nach Veränderungen der Rahmenbedingungen bzw. des Schulprogramms münden.

### **3.2.8 Beschreibung einer Fachkonferenz**

#### **Eingangsvoraussetzungen**

Die oder der Fachkonferenzvorsitzende bereitet einen Flipchart für die Skalierung der Rahmenbedingungen vor (siehe Materialteil dieses Kapitels). Der Bogen zur Analyse der Rahmenbedingungen (siehe Materialteil dieses Kapitels) ist an die Fachkonferenzmitglieder im Vorfeld verteilt und von ihnen eingesehen worden.

#### **Zielsetzungen**

Die Bewertung der Rahmenbedingungen soll nicht mehr durch subjektive Wahrnehmungen, sondern durch objektive Erhebungen erfolgen. Verfahren hierfür sollen beschlossen werden.

#### **Möglicher Ablauf der Sitzung**

##### Phase 1

Der vorbereitete Flipchart hängt aus. Er sollte noch zu ergänzen sein. Über Skalen (siehe Materialteil dieses Kapitels) dokumentieren die Lehrerinnen und Lehrer ihre subjektiven Wahrnehmungen bezüglich der Rahmenbedingungen. Nachdem die Fachkonferenzmitglieder ihre Positionen mit Markierungen gekennzeichnet haben, verschaffen sich alle einen Überblick über die Eintragungen.

## Phase 2

In einer Pro – und Contra- Debatte (siehe Materialteil dieses Kapitels) setzen sich die Lehrerinnen und Lehrer mit den Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Bögen zur Analyse von Rahmenbedingungen auseinander.

## Phase 3

Basierend auf den Ergebnissen der Debatte wird im Plenum über ein Verfahren zur Analyse der Rahmenbedingungen abgestimmt.

## Phase 4

Während einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit erstellt die eine Gruppe einen Vorschlag für das inhaltliche, die andere für das organisatorische Verfahren. Die Vorschläge werden auf einer Folie notiert.

## Phase 5

Jeweils ein Vertreter jeder Gruppe stellt im Plenum die Arbeitsergebnisse vor und sammelt die Anregung und Kritik.

## Phase 6

Für die nächste Fachkonferenz werden die Vorschläge von den Arbeitsgruppen entsprechend der Kritik verbessert und zur Abstimmung vorbereitet.



### **3.2.9 Materialien**

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Bogen zur Analyse der Rahmenbedingungen
3. Pro- und Contra-Debatte
4. Skalen

## **Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz**

### **Arbeitsaufträge für die Phase I ( Skalen)**

Lesen Sie bitte alle Rahmenbedingungen, die die Fachvorsitzende/der Fachvorsitzende zur Skalierung notiert hat. Ergänzen Sie diese, falls es Ihnen notwendig erscheint. Kennzeichnen Sie dann zu jedem einzelnen Punkt Ihre Position mit einem Klebepunkt. Verschaffen Sie sich anschließend einen Überblick über die Markierungen insgesamt.



### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase I**

1. Sichten Sie Ihre Notizen, die Sie während der Pro- und Contra-Debatte festgehalten haben, zu dem von Ihnen zu bearbeitenden Teilgebiet.
2. Erstellen Sie einen Verfahrensvorschlag für den organisatorischen (inhaltlichen) Umgang mit der Analyse der Rahmenbedingungen, der auf diesen Ideen basiert und notieren Sie diesen auf einem Plakat (einer Folie).
3. Bestimmen Sie ein Gruppenmitglied, das die Ergebnisse im Plenum an dem Plakat ( der Folie) erläutert.



### **Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase III**

1. Besprechen Sie die Anregungen und Verbesserungen aus dem Plenum.
2. Arbeiten Sie diese in den Verfahrensvorschlag ein.
3. Formulieren Sie einen Antrag zur Abstimmung in der Fachkonferenz.
4. Bestimmen Sie ein Gruppenmitglied, welches den Antrag im Plenum erläutert und zur Abstimmung bringt.

**Bogen zur Analyse der Rahmenbedingungen**

Anzahl der bisherigen Mathematiklehrerinnen und -lehrer _____

Einsatz fachfremder Mathematiklehrerinnen und -lehrer? Ja Nein  
... wenn ja, in welcher Jahrgangsstufe ____Einsatz von Lehramtsanwärterinnen und -anwärtern? Ja Nein  
(eigenverantwortlich oder im betreuten Unterricht)  
wenn ja, in welcher Jahrgangsstufe ____Anzahl der wöchentlichen Mathematikstunden  
entsprechend der Stundentafel? Klasse 5 Ja Nein  
Klasse 6 Ja Nein  
Klasse 7 Ja Nein  
Klasse 8 Ja Nein  
Klasse 9 Ja Nein  
Klasse 10 Ja NeinLängerfristiger Unterrichtsausfall auf Grund  
von Krankheit oder Schwangerschaft der Fach-  
lehrerin oder des Fachlehrers? Ja Nein  
wenn ja, in welcher Jahrgangsstufe ____Besondere Fördermaßnahmen Ja Nein  
wenn ja, in welcher Jahrgangsstufe ____  
Anzahl der Schülerinnen  
oder Schüler?Veränderte Zusammensetzung der Lern-  
gruppe durch Neuzugänge? gar nicht  
geringfügig  
im größeren MaßeZeichnet sich die Lerngruppe seit der 5.  
Klasse durch besondere Leistungen in  
Mathematik aus? Ja NeinZeichnet sich die Lerngruppe seit der 5.  
Klasse durch besondere Schwächen in  
Mathematik aus? Ja NeinLage der Unterrichtsstunden am Tag ist sinnvoll  
im üblichen Rahmen  
beeinträchtigendLage der Unterrichtsstunden in der Woche ist sinnvoll  
im üblichen Rahmen  
beeinträchtigend

## **Pro- und Contra-Debatte**

<b>Phasen:</b>	Anwendung, Auflockerung, Sensibilisierung
<b>Sozialformen:</b>	Gruppenarbeit und Plenum
<b>Verlauf:</b>	<p>Ein für den Arbeitszusammenhang wichtiges Thema wird „antithetisch“ diskutiert, wobei die gegenteiligen Positionen fest umrissen, klar formuliert und durch ein Argumentationsbeispiel verdeutlicht werden.</p> <p>Die TN⁴ sammeln in zwei Gruppen (Pro und Contra) Argumente zur Begründung ihres Standpunktes und überlegen eine Diskussionsstrategie. Die Gruppenbildung kann per Zufall oder auch nach individuellen Wünschen erfolgen. In der Debatte selbst tragen die Protagonistinnen und Protagonisten der beiden Positionen wechselnd ihre Argumentation vor. Die beiden Gruppen sitzen sich gegenüber und sind durch Schilder als Pro und Contra gekennzeichnet.</p>
<b>Kommentar:</b>	<p>Abschließend findet ein Gespräch auf der Metaebene statt.</p> <p>Es empfiehlt sich, eine Redezeitbegrenzung (60 Sekunden) zu vereinbaren, auf deren Einhaltung die Leitung achtet (akustisches Zeichen).</p> <p>Bei kleineren Gruppen (bis zu sechs) sind alle TN auch Disputantinnen und Disputanten. Ansonsten bestimmen die Gruppen, wer spricht. Die anderen können während der Debatte aus der „zweiten Reihe“ helfen.</p> <p>Außerdem ist es möglich, eine dritte Gruppe zur Beobachtung bzw. „Publikum mit Schiedsrichterfunktion“ einzurichten. In diesem Fall kann vorher und nachher „Pro“ und „Contra“ abgestimmt werden.</p> <p>Die Gruppenmitglieder bleiben während der Debatte bei ihrer einmal eingenommenen Position. Diese Regelung einzuhalten, fällt manchmal schwer, besonders wenn die Akteurinnen und Akteure emotional beteiligt sind und „eigentlich“ lieber die Gegenposition einnehmen würden.</p> <p>Das Verfahren eignet sich zur Reflexion einer Thematik, besonders wenn bei einheitlicher Meinung einer Gruppe Gegenargumente spontan nicht bedacht werden.</p>
<b>Materialien:</b>	Karten, Stifte, Klebematerial für die Gruppenarbeit, Schild „PRO“, Schild „CONTRA“

### **Beispiel zum Einsatz der Methode „Pro- und Contra-Debatte“:**

Gute Diskussionsanlässe geben Aufgabenstellungen aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung wie z.B. das Auto-, Ziegen- Problem. In einem Gewinnspiel kann entweder ein teures Luxusauto oder aber eine Ziege gewonnen werden. Der Teilnehmer soll sich für eine der drei Türen entscheiden, hinter einer befindet sich das Auto, hinter den andern jeweils nur eine Ziege. Der Teilnehmer entscheidet sich nun für eine Tür, sagen wir die Tür ganz links. Um die Spannung zu erhöhen, öffnet der Spielleiter eine der verbleibenden zwei Türen, hinter ihr befindet sich eine Ziege.

---

⁴ TN bedeutet Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im Singular als auch Plural.

Der Teilnehmer hat nun die Möglichkeit, seine Auswahl noch zu verändern und sich für die andere noch verschlossene Tür zu entscheiden oder bei seiner ursprünglichen Entscheidung zu bleiben. Fragestellung und Diskussionsgrundlage: Soll der Teilnehmer wechseln oder nicht ?

(Untersuchungen haben ergeben, dass sich die Gewinnchance beim Wechsel erhöht.)

(nach Walter Kraemer. Denkste. Trugschlüsse aus der Welt der Zahlen und des Zufalls. München, 1998; 90 f)

## Skalen

<b>Phasen:</b>	Evaluation und Sensibilisierung
<b>Sozialformen:</b>	Plenum
<b>Verlauf:</b>	Mit Skalen werden Aspekte des Meinungsbildes einer Gruppe abgefragt und veranschaulicht. Dabei können Inhalte, Vermittlung und Befindlichkeit in den Blick genommen werden. Skalen werden auf Flipcharts gemalt oder durch Vergrößerung von Kopien erzeugt. Die TN ⁵ tragen ihre Meinung mit Hilfe von Klebepunkten oder Kreuzchen ein.
<b>Kommentar:</b>	Werden Skalen zu inhaltlichen Fragen der Fortbildung herangezogen, so werden sie am Anfang oder innerhalb der Arbeit an dem entsprechenden Thema genutzt. Werden Skalen zu Befragung über Fortbildungsverlauf und Wohlbefinden benutzt, so sollten sie zum Abschluss einer Phase eingesetzt werden, nicht aber erst am Ende der Fortbildung, weil sonst eine Reaktion nicht mehr möglich ist. Durch Skalen können Polarisierungen auf „ja“ und „nein“ vermieden werden. Gibt man keine mittlere Kategorie vor, so kann auch die „Flucht in die mittlere Kategorie“ vermieden werden.
<b>Materialien:</b>	Flipcharts, Klebepunkte

### **Beispiel zum Einsatz der Methode „Skalen“ :**

Auswertung über Effektivität einer Gruppenarbeit und der Befindlichkeit in der Arbeitsphase, dabei werden verschiedenen Möglichkeiten der Skalierung aufgezeigt, die jedoch nicht alle parallel bei einer Meinungsbefragung benutzt werden sollten.

Ich bin mit den Arbeitsergebnissen  
meiner Gruppe            sehr zufrieden    +2    +1    0    -1    -2    gar nicht zufrieden.

Der Arbeitsauftrag war klar formuliert.....unverständlich.

Unsere Zusammenarbeit war  
sehr erfolgreich    erfolgreich    weder/noch    erfolglos    vollkommen erfolglos.

Alle Gruppenmitglieder/innen haben sich  
gleichermaßen an der Arbeit beteiligt            +++    ++    +    -    --    ---

Mein Wohlbefinden in der Gruppe lag bei    0    _____    100.

Meine Beiträge waren für das  
Gruppenergebnis von            größtem Nutzen    ++    +    0    -    --    nutzlos.

---

⁵ TN bedeutet Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im Singular als auch Plural.

### 3.3 Fortsetzung der Fachkonferenzarbeit

Die Dokumentation und Analyse der Parallelarbeit muss auf der einen Seite die Stärken festigen und bewahren, auf der anderen Seite Schwächen, die auf Rahmenbedingungen, Lernhaltungen und Unterricht basieren, verändern. Die Analyse darf nicht Selbstzweck sein, sondern muss zu Konsequenzen führen, die den Arbeitsplan der Fachkonferenz bestimmen. An dieser Stelle sei auf das Flussdiagramm in der Einleitung hingewiesen.

In der weiteren Arbeit der Fachkonferenz müssen konkrete Ziele festgelegt werden. Diese könnten sein:

- Entwicklung eines Übungs- und Wiederholungskonzepts
- Einführung neuer Lern- und Arbeitsmethoden
- Einsatz von Selbstlernmaterialien
- Einsatz neuer Medien
- Kollegiale Hospitation

Diese Ziele müssen in eine Rangfolge gebracht, in einen realisierbaren Arbeitsplan einfließen und auf Arbeitsgruppen mit konkreten Arbeitsaufträgen verteilt werden, die von den Lehrerinnen und Lehrern in einen zeitlich überschaubaren Rahmen gesetzt werden.

Die formulierten Ziele sollen eine angemessene Berücksichtigung bei der Vorbereitung und Konzeption der nächsten Parallelarbeit finden. Die aufgezeigte Form der Fachkonferenzarbeit macht deutlich, dass es sich um einen Kreislauf handelt, der Jahr für Jahr neu durchlaufen wird.





# Anhang

## **Anhang 1: Hans Werner HEYMANN „Was ist eine zeitgemäße mathematische Allgemeinbildung?“**

**Auszug aus: G. Kadunz et al. (Hrsg.). Mathematische Bildung und neue Technologien Vorträge beim 8. Internationalen Symposium zur Didaktik der Mathematik, Universität Klagenfurth, 28.-9.-2.10.1998 © 1999 B.G. Teubner: S. 147-165.**

### **1. Mathematikunterricht zwischen Tradition, TIMSS und neuen Technologien**

Dass der schulische Mathematikunterricht stark von Traditionen geprägt ist, dass es sich bei ihm um ein schwerfälliges „Schiff“ handelt, dessen Kurs und Fahrtgeschwindigkeit sich nicht ohne Weiteres und schon gar nicht innerhalb kurzer Zeitspannen ändern lassen, das wissen wir alle. In den letzten Jahren ist der Mathematikunterricht allerdings zunehmend unter Veränderungsdruck geraten.

*Stichwort „Neue Technologien“:* Seit etwa zwei Jahrzehnten – und wenn man den Taschenrechner einbezieht, sogar noch länger – wird darüber diskutiert, in welcher Weise neue computerbasierte mathematische Werkzeuge und Präsentationsmittel in den Unterricht Eingang finden sollten. Sollten sie vorrangig eingesetzt werden, um „alte“ Ziele des MU besser zu erreichen, oder ist es notwendig, die Ziele des MU selbst völlig neu zu bestimmen (vielleicht sogar den MU in einem die Informatik umfassenden neuen Fach aufgehen zu lassen)? Durch die Verfügbarkeit preiswerter Hard- und Software, die die Lösung (nicht das Verständnis!) eines Großteils der gängigen Mathematik-Oberstufenaufgaben zu einem Kinderspiel werden lässt, sind diese Fragen sehr brisant geworden.

*Stichwort „TIMSS“:* Die „Third International Mathematics and Science Study“ (Baumert u. a. 1997) hat als internationale Vergleichsstudie die Effizienz des Mathematikunterrichts in vielen Ländern unübersehbar in Frage gestellt. Auch vor diesem Hintergrund scheint es dringlich nach möglichen Konsequenzen zu fragen, und auch hier geht es nicht zuletzt um die Ziele des MU: Soll man vieles oder gar alles anders machen, um die „alten“ Ziele besser zu erreichen, oder muss grundsätzlich neu geklärt werden, was denn überhaupt sinnvolle Ziele für den Mathematikunterricht an allgemeinbildenden Schulen sein könnten?

Es ist sicher nicht übertrieben davon zu sprechen, dass der schulische Mathematikunterricht – in Deutschland vielleicht stärker noch als anderswo – derzeit in einer dreifachen Krise steckt: in einer *Akzeptanzkrise*, einer *Legitimationskrise* und in einer *Effizienzkrise*. Pointiert gesagt: Es ist nicht nur so, dass das Lernen von Mathematik von einem Teil der Schüler als nicht sinnvoll angesehen wird (*Akzeptanzkrise*) und dass es schwer fällt, den üblichen Mathematikunterricht bildungstheoretisch und praktisch zu rechtfertigen (*Legitimations- oder*

*Orientierungskrise*), nein, darüber hinaus kommt offenbar auch noch viel weniger (Messbares) heraus als erhofft und erwartet (*Effizienzkrise*).

Mein Vortrag setzt bei der Frage der Legitimation an: Um Klärungen herbeizuführen, überdenke ich von einem bildungstheoretischen Standpunkt her, in welche Richtung der Mathematikunterricht weiter entwickelt werden sollte und könnte. Rückkopplungen mit der Akzeptanz- und Effizienzfrage werden an verschiedenen Stellen augenfällig werden. Prinzipiell gehe ich dabei zunächst vom Bestehenden aus – damit zolle ich realistisch der Tradition Tribut – und umreiß dann, wie durch *Akzentuierungen*, die an einer bildungstheoretisch begründeten Zielvorstellung orientiert sind, in kleinen Schritten wünschbare Veränderungen eingeleitet werden könnten.

Um die Logik meines Vorgehens noch einmal mit anderen Worten zu verdeutlichen: Wenn es in unserer Gesellschaft – allgemeiner: in modernen europäischen Gesellschaften – explizierbare und konsensfähige Zielvorstellungen darüber gibt, was mit der Schule insgesamt bei den Heranwachsenden erreicht werden sollte, dann muss sich auch schulischer Mathematikunterricht – wie jeder andere Fachunterricht – an diesen Zielen messen lassen und das ihm Gemäße zur Erreichung dieser Ziele beisteuern.

### **Orientierung an einem Allgemeinbildungskonzept: Sieben Aufgaben allgemeinbildender Schulen**

Meine Ausgangsfrage ist: Warum sollen sich Kinder und Jugendliche überhaupt mit dem üblichen Schulstoff auseinandersetzen? Warum sollen sie sich beispielsweise mit mathematischen Symbolen und Formeln, mit historischen Ereignissen, mit Feinheiten der Orthographie und der Lyrik toter Dichter beschäftigen? Warum sollen sie grammatische Regeln und Vokabeln pauken? Warum sollen sie Bockspringen lernen, etwas über den Aufbau pflanzlicher Zellen und die Zusammensetzung eines Symphonieorchesters wissen?

Eine klassische Antwort auf diese Art von Fragen ist bildungstheoretischer Natur und lautet: Heranwachsende bedürfen der systematischen Auseinandersetzung mit und Aneignung von Welt, um sich selbst und ihre mögliche Rolle in der Welt zu finden. Erst im Prozeß der Bildung wird der Mensch zum Menschen. Und weiter unterstellt man gemeinhin, dass schulischer Fachunterricht einen geeigneten Rahmen für diese notwendige Auseinandersetzung und Aneignung bietet: Denn die Schulfächer repräsentieren im Prinzip die für unsere Kultur und Gesellschaft charakteristischen Zugänge zu der von uns zu erkennenden Welt.

Wie aber lässt sich bestimmen, ob vom Fachunterricht eine „bildende“ oder „allgemeinbildende“ Wirkung ausgeht? Und noch grundsätzlicher: Sind Bildung und Allgemeinbildung heutzutage überhaupt noch tragfähige Leitbegriffe, um über Ziele und Wege schulischen Lernens nachzudenken? Meine These, die

ich in diesem Vortrag am Beispiel des Mathematikunterrichts plausibel machen möchte, ist diese: Die Idee der Allgemeinbildung kann, wenn sie hinreichend konkret, gegenwartsbezogen und schulnah ausgelegt wird, als *Orientierungsrahmen* und *pädagogischer Maßstab* dienen, um Lehrpläne und schulischen Fachunterricht kritisch zu bewerten. Zudem lassen sich aus einem geeigneten Allgemeinbildungskonzept nicht nur kritische Anstöße, sondern – im Zusammenspiel mit fachdidaktischen und fachwissenschaftlichen Überlegungen – auch reformerische Impulse gewinnen.

Im folgenden stütze ich mich auf ein Konzept, in dem ich Allgemeinbildung als zentrale schulische Aufgabe durch sieben Teilaufgaben näher beschreibe. Im Fokus des Konzepts steht die Frage: „Was und wie soll an öffentlichen Schulen für alle unterrichtet werden?“ In diesem Vortrag kann ich lediglich stichwortartig die Grundgedanken dieses Allgemeinbildungskonzepts skizzieren, um den systematischen Zusammenhang der nachfolgenden Überlegungen zu verdeutlichen. Ausführlicher wird das Konzept bei Heymann (1996) oder auch, für eilige Leser, bei Heymann (1997) dargestellt und begründet.

Ich gehe davon aus, dass die allgemeinbildenden Schulen in unserer Gesellschaft vornehmlich folgende unterscheidbaren – wenn auch nicht überschneidungsfreien – Aufgaben zu erfüllen haben:

- *Lebensvorbereitung*: Schülerinnen und Schüler sind auf absehbare Erfordernisse ihres beruflichen und privaten Alltags – vor aller beruflichen Spezialisierung – pragmatisch vorzubereiten;
- *Stiftung kultureller Kohärenz*: Damit Schülerinnen und Schüler eine reflektierte kulturelle Identität aufbauen können, hat die Schule wichtige kulturelle Errungenschaften zu tradieren (diachroner Aspekt) und zwischen unterschiedlichen Subkulturen unserer Gesellschaft zu vermitteln (synchroner Aspekt);
- *Weltorientierung*: Die Schule hat einen orientierenden Überblick über unsere Welt und die Probleme zu geben, die alle angehen; sie sollte zu einem Denkhorizont beitragen, der über den privaten Alltagshorizont hinausreicht;
- *Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch*: Im Sinne der Aufklärungsidee ist selbständiges Denken und Kritikvermögen zu fördern und zu ermutigen;
- *Entfaltung von Verantwortungsbereitschaft*: Die Schule hat zu einem verantwortlichen Umgang mit den im Prozeß des Heranwachsens erworbenen Kompetenzen anzuleiten;
- *Einübung in Verständigung und Kooperation*: In der Schule ist ein Raum für Verständigung, Toleranz, Solidarität und gemeinsames Lösen von Problemen zu geben;
- *Stärkung des Schüler-Ichs*: Die Heranwachsenden sind als eigenständige Personen zu achten und ernst zu nehmen.

Diese Aufgaben allgemeinbildender Schulen, zu deren Einlösung der Fachunterricht (in allen Fächer) beizutragen hat, verwende ich nun als Orientierungs-

rahmen, um zu zeigen: Die Auseinandersetzung mit Mathematik – und zwar weit über die Aneignung lebensnützlicher Inhalte hinaus – ist im Rahmen einer zeitgemäßen Allgemeinbildung nicht nur zu rechtfertigen, sondern unverzichtbar. Aber der herkömmliche Mathematikunterricht schöpft sein Allgemeinbildungspotential keineswegs aus. Mitunter verschüttet er es gar. Er bedarf grundlegender Reformen, wenn er sowohl legitimen gesellschaftlichen Anforderungen wie auch den individuellen Qualifikationsinteressen einer Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler gerecht werden will.

### **3. Fünf Akzentsetzungen für einen allgemeinbildenden Mathematikunterricht**

#### **3.1 Lebensnützlichem ernst nehmen**

Empirische Untersuchungen bestätigen, was als geteilte Erfahrung zum Alltagswissen in unserer Gesellschaft gehört – wenn es auch selten deutlich ausgesprochen wird: Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Erwachsenen verwendet in ihrem beruflichen und privaten Alltag tatsächlich keine Mathematik, die „höher“ ist als Prozent-, Zins- und Dreisatzrechnung (vgl. Heymann 1996, S. 135 ff.). Üblicherweise gehören diese Gebiete zum Stoff der siebten Klasse.

Damit ergibt sich eine fast paradoxe Situation: Mathematik ist in unserer Gesellschaft für die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung der technischen Zivilisation unverzichtbar: Anwendungen von Mathematik durchdringen immer mehr Lebensbereiche. Doch in vielen Fällen verbirgt sich die Mathematik hinter ihren technischen Anwendungen. Wer z. B. Auto fährt, eine Quarzuhr benutzt oder mit einem modernen Textverarbeitungssystem umgeht, braucht von der in diese Produkte investierten Mathematik keine Ahnung zu haben. Der größte Teil der üblichen, im Sekundarschulbereich gelehrt mathematischen Inhalte lässt sich nicht über seinen lebenspraktischen Nutzen rechtfertigen.

Andererseits werden im üblichen Mathematikunterricht viele Qualifikationen, die im beruflichen und privaten Alltag sehr hilfreich sind, nur unzureichend vermittelt: Im beruflichen und gesellschaftlichen Alltag spielen zunehmend „weichere“ mathematiknahe Qualifikationen eine Rolle. Das „harte“ Rechnen kann in vielen Fällen Maschinen (Taschenrechnern, Computern) überlassen werden. Aber es kommt in vielen Situationen darauf an, ein „Feeling“ für Zahlen und quantitative Zusammenhänge entwickelt zu haben, sich Größenordnungen vorstellen zu können, Abschätzungen und Überschlüsse vornehmen zu können. Und da Mathematik als Kommunikationsmittel eine immer größere Bedeutung erlangt, ist es wichtig, Zahlenangaben (etwa zu Wahrscheinlichkeiten), Tabellen, Statistiken und graphische Darstellungen sachangemessen interpretieren zu können.

Weiter kann der mathematisch verständige Umgang mit elektronischen Hilfsmitteln (die vielen Mathematiklehrern noch immer suspekt sind) im Alltag großen Nutzen bringen. Und last but not least ist dem Umsetzen einfacher Sachverhalte in mathematische Modelle und umgekehrt erheblich mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Wie mager es um entsprechende Kompetenzen deutscher Mathematikschüler bestellt ist, lässt sich anhand der folgenden Aufgabe aus TIMSS verdeutlichen:

*Aufgabenbeispiel 1 (Baumert u. a. 1997, S. 69):*

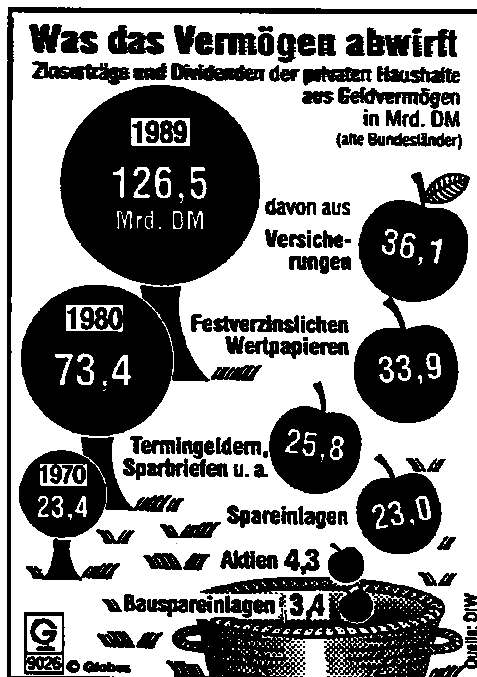
Der Preis einer Dose Bohnen wird von 60 Pfennig auf 75 Pfennig erhöht. Um wieviel Prozent ist der Preis gestiegen?

- A. 15 %
- B. 20 %
- C. 25 %
- D. 30 %

Von den deutschen Siebtklässlern lösten diese Aufgabe nur 33 % (8. Kl.: 37%).

Ein Aufgabenbeispiel aus dem nordrhein-westfälischen Lehrplan Mathematik für die Sekundarstufe I des Gymnasiums zeigt, wie man wie sich einen mathematisch verständigen Umgang mit grafischen Darstellungen vorstellen könnte (gleichzeitig ein Beispiel für Taschenrechner-Einsatz):

*Aufgabenbeispiel 2 (Kultusministerium NRW 1993, S. 76):*



„Die drei kugelförmigen Baumkronen in der ... Grafik sollen das Wachstum von Zinseinnahmen veranschaulichen. Beim Betrachten der Grafik stellt sich die Frage: Sollen die Zinseinnahmen proportional zu den Volumina der Baumkronen, zu den abgebildeten Kreisflächen oder zu deren Durchmesser sein? Entscheide durch Nachmessen und Rechnen.“

An der Aufgabenformulierung lässt sich gewiss kritisieren, dass sie die Tätigkeit der Schüler bereits sehr eng kanalisiert und letztlich die Abarbeitung rechnerischer Algorithmen einfordert. Man könnte die Aufgabe aber, unter Einsatz der gleichen Grafik, durchaus auch sehr viel offener formulieren und damit noch stärker das „Feeling“ für Größenverhältnisse sowie Fähigkeiten zum Schätzen und Überschlagen fördern.

Zusammenfassend: Im herkömmlichen Mathematikunterricht wird der praktische Nutzen des zu Lernenden sowohl überschätzt wie unterschätzt. Einerseits brauchen die meisten Absolventen später erheblich weniger Mathematik, als es vielen Mathematiklehrer(inne)n lieb wäre; andererseits wird vieles, was wirklich (fast) alle brauchen könnten, randständig oder so gut wie gar nicht thematisiert.

*Akzent 1: Lebensnützliche Mathematik ernst nehmen*

Lebensnützliche mathematische Alltagsaktivitäten wie Schätzen, Überschlagen, Interpretieren und Darstellen sowie die verständige Handhabung technischer Hilfsmittel sollten im Mathematikunterricht aller Stufen, bei steigendem Anspruchsniveau, häufiger und intensiver thematisiert, mathematisch reflektiert und geübt werden.

### 3.2 Zentrale Ideen verdeutlichen

Zweifellos dient der elementare Mathematikunterricht, in der Grundschule und den unteren Klassen der Sekundarstufe I, der Kontinuität der mathematischen Alltagskultur. Nicht umsonst wird die Beherrschung der Grundrechenarten, gleichrangig mit den Qualifikationen des Lesens und Schreibens, zu den basalen Kulturtechniken gezählt.

Wie steht es in dieser Hinsicht um die „höhere“ Schulmathematik, die mit der elementaren Algebra einsetzt? Selbstverständlich repräsentiert sie hochrangige kulturelle Errungenschaften der antiken, arabischen und modernen abendländischen Kultur. Die Art, in der sie üblicherweise gelehrt wird, verschleiert allerdings eher den geschichtlichen Hintergrund. Der Anspruch, die historische Genese mathematischer Erkenntnisse sichtbar zu machen, steht im Widerspruch zu einem Merkmal der modernen wissenschaftlich-mathematischen Fachkultur: sich in der Darstellung mathematischen Wissens, etwa bei der Formulierung von Definitionen, Sätzen und Beweisen, auf die abstrakten Strukturen zu konzentrieren und „historisch Zufälliges“ als unsachgemäßes Beiwerk beiseite zu schieben. Hier müßten in der Schule, durch das Sichtbarmachen der historischen Genese mathematischer Erkenntnisse, andere Akzente gesetzt werden (vgl. Jahnke 1995).

Fast noch wichtiger als die Anreicherung des Mathematikunterrichts um historische Bezüge scheint es mir, die Universalität der Mathematik und ihre Bedeu-

tung für die Gesamtkultur anhand zentraler Ideen exemplarisch erfahrbar zu machen. Der Gedanke, den Mathematikunterricht an einer überschaubaren Menge zentraler Ideen auszurichten, ist nicht neu, aber bis heute nicht auf überzeugende Weise curricular und unterrichtspraktisch wirksam geworden. Zentrale Ideen könnten etwa sein: „Zahl“, „Messen“, „funktionaler Zusammenhang“, „räumliches Strukturieren“, „Algorithmus“, „mathematisches Modellieren“ (Heymann 1996, S. 173ff). Wie man sieht, handelt es sich dabei nicht einfach um mathematische Grundbegriffe. Die genannten Ideen repräsentieren sozusagen „Schnittstellen“ zwischen der Mathematik und der übrigen Kultur; sie stellen Verbindungen zu außermathematischen Tätigkeiten her und hängen vielfältig untereinander zusammen. Derartige Ideen lassen sich im Unterricht auf verschiedenen Niveaus und anhand unterschiedlicher mathematischer Einzelthemen immer wieder aufgreifen. Sie können als „rote Fäden“ dienen, die den Schülern bei ihrer Begegnung mit der Mathematik Orientierung ermöglichen.

*Akzent 2: Zentrale Ideen verdeutlichen*

Mathematikunterricht sollte deutlicher an zentralen Ideen orientiert sein, in deren Licht die Verbindung von Mathematik und außermathematischer Kultur exemplarisch sichtbar wird.

### **3.3 Mathematik mit der „übrigen“ Welt verbinden**

Schon im Abschnitt über die lebensvorbereitende Funktion der Mathematik kam zum Ausdruck: Mathematik ist konstitutiv für unsere Welt und zugleich in ihr verborgen. Es bedarf deshalb eines besonderen Umgangs mit Mathematik im Unterricht, um ihren Weltbezug deutlich werden zu lassen.

Der allgemeinbildende Mathematikunterricht sollte Schüler dazu befähigen, Mathematik auch dort zu „sehen“, wo sie bei flüchtiger Betrachtung unsichtbar bleibt. Das Anwenden von Mathematik oder – modelltheoretisch gesprochen und die letzte zentrale Idee des vorigen Abschnitts aufgreifend – das „mathematische Modellieren“ bekommt damit eine besondere Bedeutung. Zwar lässt sich der Mathematikunterricht nicht durchweg von Anwendungsproblemen her und auf Anwendungsprobleme hin gestalten. Aber im herkömmlichen Mathematikunterricht kommen solche Probleme meist zu kurz: Sie dienen oft nur als „motivierende“ Einstiegsbeispiele oder werden in Gestalt realitätsfremder „eingekleideter Aufgaben“ an systematische Kurse angehängt. Durch die Beschäftigung mit Problemen, bei denen – im Unterschied zu den traditionellen eingekleideten Aufgaben – keineswegs von vornherein klar ist, ob Mathematik (und wenn, welche) zu ihrer Lösung dienlich sein kann, können Schüler etwas über Mathematik und das betreffende Stück Welt lernen.

Aktives mathematisches Modellieren schult darin, alltägliche Phänomene „mit anderen Augen“ zu sehen, nämlich im Hinblick auf grundlegende Strukturen.



Und gleichzeitig bietet ein Mathematikunterricht, in dem aktives Modellieren gepflegt wird, Gelegenheiten zur Reflexion darüber, dass (und warum) nicht alles, was wichtig ist im Leben, mathematisch modellierbar ist.

Im neuen Mathematik-Lehrplan für die Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen, der sich zur Zeit im Genehmigungsverfahren befindet und an dem ich als wissenschaftlicher Berater mitgewirkt habe, ist ein neuer Weg eingeschlagen worden, Mathematik und „übrige“ Welt stärker miteinander zu verbinden. Einige Grundzüge dieses Lehrplans möchte hier beispielhaft vorstellen.

Das Curriculum folgt als organisierendem Prinzip nicht primär einer „Fachsystematik“, sondern durchläuft spiraling eine Reihe von „Themenfeldern“, die in jeder Doppeljahrgangsstufe (5/6, 7/8 und 9/10) wieder neue Anlässe zu einer intensiven und vertiefenden Auseinandersetzung mit Mathematik bieten. Die Themenfelder, deren Behandlung obligatorisch ist, werden in vierspaltigen Tableaus erläutert: Neben einer kurzen inhaltlichen Beschreibung finden sich bei jedem Themenfeld Ausführungen zu den „Anforderungen“, den „Inhalten“, zu „Sinn, Bedeutung, zentralen Ideen“ und jeweils zwei „Lernsituationen mit Handlungsmöglichkeiten“. Die „Lernsituationen“ sind nicht verpflichtend, sondern als Anregung gedacht.

Vor einer Gesamtliste der Themenfelder ein Einzelbeispiel aus der Jahrgangsstufe 5/6 (Richtlinien Gesamtschule NRW, 1998, S. 50f):

Anforderungen	Inhalte	Sinn, Bedeutung, zentrale Ideen	Lernsituationen mit Handlungsmöglichkeiten
<b>Themenfeld: Daten</b>			
Informationen sammeln und darstellen, Schaubilder zeichnen und deuten			
Wissen, wie Fragebögen erstellt und Umfragen durchgeführt werden können; Daten auswerten und in Diagrammen darstellen; einfache Kennwerte bestimmen und interpretieren	<b>Arithmetik:</b> Grundrechenarten; Dezimalzahlen; einfache Bruchzahlen; <b>Geometrie:</b> Diagramme, Koordinaten <b>Stochastik:</b> Daten erheben und darstellen; einfache statistische Kennwerte <b>Hilfsmittel:</b> Zeichengeräte; Taschenrechner	Mit Hilfe der Beschreibenden Statistik können größere Datenmengen strukturiert und nach bestimmten Gesichtspunkten ausgewertet werden, wobei graphische Darstellungen sehr hilfreich sind. Eine solche Aufarbeitung ermöglicht, Sachverhalte zu beschreiben, zu präzisieren, zu vergleichen und darüber zu sprechen.	<b>Wir lernen uns kennen</b> Fragen entwickeln (z. B. „Was möchte ich über meine neue Klassengemeinschaft wissen?“); einen Fragebogen zu Körpermaßen, Sozialdaten, Hobbys usw. entwickeln; Daten in Listen erfassen und in Diagrammen darstellen; Daten mehrerer Klassen nach unterschiedlichen Kriterien vergleichen. <b>Unsere Fernseh-(Medien-)gewohnheiten</b> Fragen entwickeln (z. B. „Wie sehen die Fernseh-(Medien-)gewohnheiten unserer Klassengemeinschaft aus?“); Fragebögen zu Fernsehzeiten, Lieblingssendungen, Dauer des Fernsehkonsums usw. entwickeln; Daten in Listen erfassen und in Diagrammen darstellen; Daten mit statistischen Aussagen in der Presse vergleichen.

Es folgt eine Liste der in 5/6 und 7/8 identischen (und in 9/10 weitgehend identischen) Themenfelder, illustrierend ergänzt durch die Lernsituationen für 5/6 und 7/8:

<b>Themenfeld</b>	<b>Lernsituationen für 5/6</b>	<b>Lernsituationen für 7/8</b>
<i>Daten</i>	Wir lernen uns kennen Unsere Fernseh-(Medien-) gewohnheiten	Mein Arbeitstag als Schüler Pubertät macht Probleme
<i>Körper und Flächen</i>	Wir erstellen ein Modell unserer Schule Wir untersuchen Verpackungen	Die eigene „Bude“ unterm Dach einrichten Forschungen rund ums Dreieck
<i>Vergleichen und Messen</i>	Wie kommen wir am besten, am schnellsten zu unseren Freunden? Wie wir wohnen	Flächennutzungen vergleichen Bestandteile in Lebensmitteln
<i>Beziehungen im Raum</i>	Wir erkunden ein Gelände Wir orientieren uns mit Hilfe von Karten	Mit Gebäudeplänen umgehen In Karten zurechtfinden
<i>Gesellschaft und Wirtschaft</i>	Wir kaufen bewusst ein Was kostet mein Haustier?	Eine Klassenfahrt planen Augen auf beim Ratenkauf
<i>Symmetrien und Muster</i>	Wir entdecken und erforschen Muster in der Natur Wir betrachten und erstellen Ornamente	Historische Gebäude oder Parkanlagen Platonische Körper bauen
<i>Zufall</i>	Wir würfeln und untersuchen unser Glück Wir entschlüsseln eine Geheimschrift	Zufallsgrößen untersuchen Chancen bei Glücksspielen
<i>Zuordnungen und Modelle</i>	Wir beobachten das Wetter im Jahreslauf Veränderungen bei Zeit und Weg	Verkehrsmittel vergleichen Veränderungen darstellen und vergleichen
<i>Mathematische Reisen</i>	Rechnen in früherer Zeit Geometrische Spiele	Codierung von Zahlen Figurierte Zahlen entdecken
<i>Freizeit, Technik und Sport</i>	Rund um den Ballsport Wir musizieren	Getriebe untersuchen und erstellen Modeschmuck basteln
<i>Mathematische Grundfertigkeiten</i>	(Aufgaben zur Sicherung der Grundrechenarten, Dezimalzahlen, Brüche, Schätzungen)	(Mit Brüchen und Variablen rechnen)

Schließlich, zur Verdeutlichung der Spiraligkeit, zeigt die folgende Liste, wie die Themenfelder (hier nur eine Auswahl) in den drei verschiedenen Doppeljahrgangsstufen mit steigendem mathematischen Anspruchsniveau jeweils neu aufgegriffen werden (Richtlinien Gesamtschule NRW, 1998, S. 45f):

*Themenfeld: Daten (in 9 und 10: Daten und Zufall)*

- Informationen sammeln und darstellen, Schaubilder zeichnen und deuten
- Daten erheben, darstellen und analysieren
- Wahrscheinlichkeitsaussagen treffen, darstellen und interpretieren

*Themenfeld: Körper und Flächen*

- Geometrische Körper und Flächen in der Umwelt entdecken, gestalten, beschreiben und benennen
- Ebene Figuren und Körper untersuchen, Beziehungen erkennen und berechnen
- Körper und Flächen konstruieren, berechnen und an Gegenständen des Alltags und der Technik wieder entdecken

*Themenfeld: Vergleichen und Messen*

- Messen in verschiedenen Lebensbereichen
- Mit Anteilen rechnen, sie interpretieren und vergleichen
- Große und kleine Zahlen in wissenschaftlicher Notation zur Beschreibung von Größenordnungen

*Themenfeld: Beziehungen im Raum*

- Die Ebene mit Richtungen, Entfernungen und Koordinaten erfassen
- Geometrische Beziehungen zwischen Raum und Ebene zur Orientierung benutzen
- Beziehungen in Dreiecken zur Berechnung von Strecken und Winkeln nutzen

*Themenfeld: Gesellschaft und Wirtschaft*

- Den alltäglichen Umgang mit Geld mathematisch vertiefen
- In Alltagssituationen kalkulieren und abwägen
- Situationen des privaten und gesellschaftlichen Lebens mit mathematischen Mitteln beschreiben und bewerten
- 

Als Resümee dieses Abschnitts halte ich fest:

*Akzent 3: Mathematik mit der „übrigen“ Welt verbinden*

Mathematikunterricht sollte vielfältige Erfahrungen ermöglichen, wie Mathematik zur Deutung und Modellierung, zum besseren Verständnis und zur Beherrschung primär nicht-mathematischer Phänomene herangezogen werden kann.

**3.4 Mathematik als „Denkverstärker“ erfahren lassen**

Dass man durch die Beschäftigung mit Mathematik seine geistigen Fähigkeiten entwickle, insbesondere denken lerne, ist die traditionsreichste Begründung für Mathematik als allgemeinbildendes Schulfach. Doch ist diese Begründung stichhaltig? Überblicksartig seien einige Folgerungen aus der neueren kognitionspsychologischen Forschung und aus der Erforschung von Interaktionsprozessen im Mathematikunterricht benannt. Dabei verzichte ich auf die detaillierte Angabe von Quellen und beschränke mich auf Kernaussagen.

Empirische Untersuchungen, in denen eine allgemeine Denkschulung durch den Mathematikunterricht oder der Transfer des Gelernten auf Problemlösungen außerhalb des Unterrichts nachgewiesen werden sollte, verliefen in der Regel enttäuschend (eine detailliertere Auseinandersetzung mit der entsprechenden Forschung findet sich bei Heymann 1996, S. 95 ff. u. S. 205-248). Pointiert gesagt: Die Beschäftigung mit Mathematik führt nicht per se zu einer Verbesserung der allgemeinen Denkfähigkeit. Erst recht kann nicht die Rede davon sein, dass Mathematikunterricht ohne weiteres zum kritischen Vernunftgebrauch befähigt. Allzu viele Kinder, Jugendliche und Erwachsene gewinnen aus ihren Schulerfahrungen den Eindruck, dass zwischen ihrem vernünftigen Denken im Alltag und dem im Unterricht erwarteten „mathematischen Denken“ eine tiefe Kluft besteht. Selbst bei vielen Personen, die an der Schulmathematik nicht offenkundig scheitern, kollidieren mathematische und alltägliche Konzepte.

Ein Beispiel dazu. Eine charakteristische Szene mit meiner Tochter Katharina – seinerzeit 13 Jahre alt und dem Fach Mathematik nicht sonderlich zugetan – illustriert dieses Phänomen und erlaubt zugleich erste Vermutungen darüber, durch welche Mißverständnisse die Kluft zwischen dem mathematischen und dem Alltagsdenken zustande kommt: Katharina hatte, im Rahmen einer Hausaufgabe, unter ordnungsgemäßer Anwendung der Bruchrechenregeln die Zahl 2 durch  $\frac{1}{4}$  dividiert und kam dann zu mir, weil sie sich über die 8 als Ergebnis wunderte. Wieso konnte das Ergebnis größer sein als der Dividend? Sie hatte doch "geteilt"! Ich versuchte ihr einsichtig zu machen, weshalb das (im Bereich positiver Zahlen) bei Division durch Zahlen, die kleiner als 1 sind, so sein muß. Als Gegenbeispiel hielt sie mir vor, wenn sie einen Apfel „in Viertel“ teile, seien die Stücke aber kleiner als der Apfel. Ich wies sie auf den Unterschied zwischen „teilen in“ und „teilen durch“ hin. Abschließend meinte sie: „Okay, ich weiß jetzt, wie man das rechnen muß. Aber du willst mir doch wohl nicht weismachen, dass man in Mathe logisch denkt!“

Anhand dieses Beispiels lassen sich gleich mehrere Aspekte gut verdeutlichen, die so häufig zu einem Konflikt zwischen dem mathematischen und alltäglichen Denken führen.

Offensichtlich hat zu Katharinas Verwirrung der Umstand beigetragen, dass ein Wort der Umgangssprache in einer fachsprachlichen Bedeutung gebraucht wird. In der Tat wird das Wort „teilen“ im Alltag fast immer verwendet, um das Zerlegen einer Gesamtheit in kleinere Bestandteile zu bezeichnen. Unterscheidungen wie die zwischen „teilen in“ und „teilen durch“ müssen Schülern als spitzfindig erscheinen, solange sie einer systematischen Präzisierung alltäglicher Teilungsprobleme durch mathematische Mittel keinen Eigenwert zubilligen – was ja schon eine spezifisch mathematische Haltung voraussetzen würde.

Das Verfahren der „Division“ lässt sich als präzisierendes und vereinheitlichendes Modell in vielen Alltagssituationen einsetzen, in denen es um Teilungsprozesse geht und in denen – als Modellvoraussetzung – die Quantifizierbarkeit des Teilungsprozesses gegeben ist. Für die Modellierung der Prozesse des Verteilens und des Aufteilens reicht in der Tat die Division durch natürliche Zahlen aus; die (innermathematisch konsequente) Erfindung der rationalen Zahlen bringt dann sozusagen gegenüber den „natürlichen“ Ausgangssituationen einen enormen Überschuss an Modellierungspotential mit sich. Auch dafür lassen sich „natürliche“ Alltagssituationen angeben, in denen dann allerdings umgangssprachlich nicht mehr vom „Teilen“ die Rede ist, sondern beispielsweise vom „Passen in“: Wie viele Viertel passen in 2 Ganze? Der Denkweg zu derartigen „Passen in“-Situationen, die für einen erheblich größeren Teil von Divisionsproblemen einen anschaulichen Hintergrund stiften könnten, ist vielen Schülern, die herkömmlich unterrichtet wurden, allerdings versperrt, weil für sie „dividieren“ mit „teilen“ (im Sinne von „verteilen“ und „aufteilen“) anschaulich fest assoziiert ist, und damit auch mit dem Spezialfall natürlicher Zahlen als Divisoren.

Damit aber drängt sich die Vermutung auf: Es ist nicht so sehr ein unterschiedliches *Denken*, durch das sich Katharina und ich in der geschilderten Szene unterscheiden, sondern die Interpretation der verwendeten Begriffe. Solange das mathematische „Dividieren“ mit dem umgangssprachlichen „Teilen“ gleichgesetzt wird, hat Katharina mit ihrer Kritik an der mathematischen Vorgehensweise recht. Denn die Erkenntnis, die umgangssprachlich beschrieben wird mit „Teile sind stets kleiner als die Gesamtheit, die geteilt wird“, lässt sich zweifellos im Alltag immer wieder durch Beobachtungen bestätigen, ist also hochgradig erfahrungsgesättigt. Wenn nun dieser Sachzusammenhang in der Mathematik (scheinbar) außer Kraft gesetzt wird, muß das jemandem, der von der Gültigkeit dieses Zusammenhangs überzeugt ist, befremdlich, unvernünftig oder eben sogar unlogisch vorkommen. In dem Moment, in dem ein Schüler einsieht, dass das mathematische „Dividieren“ ein *verallgemeinertes* alltagssprachliches „Teilen“ ist, mit dessen Hilfe sich neben den Spezialfällen des Aufteilens und Verteilens beispielsweise auch Situationen der Art „wie viele  $x$  passen in  $y$ ?“ oder – allgemeiner und gleichzeitig auf eine spezialistischere Art mathematisch – „mit welcher Zahl muß  $x$  multipliziert werden, dass  $y$  herauskommt?“ beschreiben lassen, in dem Moment verschwindet der scheinbare Widerspruch, und die mathematische Sprechweise erscheint ganz selbstverständlich: logisch und vernünftig.

Als letztes möchte ich den Blick auf den motivationalen Auslöser der Episode lenken. Dass Katharina das korrekt errechnete Ergebnis nicht einfach hinnimmt, sondern hinterfragt, weil es einer durch ihre Alltagserfahrungen gestützten Erwartung widerspricht, ist selbst ein Zeichen für kritischen Vernunftgebrauch. Ein Mathematikunterricht, der derartige Fragen abblockt oder für unsinnig erklärt, leistet sicher keinen Beitrag zur Förderung kritischen Denkens.

Damit möchte ich die Betrachtung des Beispiels verlassen und in meinen allgemeinen Überlegungen fortfahren. Ganz sicher lässt sich festhalten: Ein denkfördernder Mathematikunterricht muß vor allem verstehensorientiert sein. Aus subjektiver Sicht stellt sich Verstehen ein, wenn ein zuvor fremdartiger Sachverhalt als sinnvoll erlebt wird. Verstehen lässt sich nicht von außen erzwingen. Es lassen sich aber Bedingungen schaffen, die dem Verstehen förderlich sind. Einige hat Wagenschein (1975) mit seinem genetisch-sokratischen Unterrichtskonzept beschrieben.

Zum Verstehen eines neuen mathematischen Sachverhalts gehört, dass er mit vorhandenem Wissen verknüpft werden kann. Ein verstehensorientierter Mathematikunterricht hat größere Realisierungschancen, wenn Denkstrategien und Heuristiken, Vorstellungsbilder und Metaphern des Alltagsdenkens für die Mathematik fruchtbar gemacht werden, wenn neben dem formalen Charakter der Mathematik (als eines abstrakten Symbolsystems, innerhalb dessen nach bestimmten „Spielregeln“ verfahren werden kann) auch ihrem referentiellen Charakter (d. h., die mathematischen Symbole repräsentieren in bestimmten Situationen mehr oder weniger konkrete Bedeutungen) genüge getan wird, wenn – einfacher ausgedrückt – immer wieder „Brücken“ zwischen dem mathematischen und dem alltäglichen Denken geschlagen werden. So wird Schülern die Chance gegeben, sich mit den Besonderheiten mathematischer Abstraktion schrittweise vertraut zu machen. Erst auf der Basis hinreichend verstandener Mathematik können Schüler erfahren, dass mathematische Begriffe und Techniken in vielen Situationen als „Verstärker“ ihres Alltagsdenkens taugen. Und auf dieser Basis erst kann Mathematik auch als Mittel zur Aufklärung bzw. als Gegenstand kritischen Hinterfragens erlebt werden.

Das Verstehen der im Unterricht anstehenden Mathematik ist eine wichtige, jedoch keine hinreichende Voraussetzung für die angestrebte Anleitung zum kritischen Vernunftgebrauch. Da Denken immer inhaltsgebunden ist, hängt die Förderung kritischen Denkens auch von der Wahl der Inhalte ab. Gewiß lässt sich scharfsinniges Denken mittels Mathematik schulen. Soll dieser Scharfsinn aber nicht auf die Mathematik beschränkt bleiben, ist die erwünschte Übertragung immer wieder anhand beziehungsreicher Themen, in denen Mathematik und übrige Welt aufeinander bezogen werden, zu üben und im Blick auf dabei verwendete allgemeine Regeln und Prinzipien zu reflektieren.

Fast noch bedeutsamer als die Themenwahl erscheint schließlich, dass Kinder und Jugendliche den Umgang mit Mathematik und interessanten mathematischen Anwendungen in einer gelebten sozialen Praxis vernünftigen Argumentierens, Befragens, Anzweifeln und Begründens erfahren können.

Auch hier möchte ich noch einmal ganz konkret zwei Aufgaben anführen – stellvertretend für viele andere –, die zu einem denkfördernden Mathematikunterricht sicher besser passen als die meisten Standardaufgaben, die den Alltag in unseren Klassenzimmern prägen:

*Aufgabenbeispiel 3 (Kultusministerium NRW 1993, S. 75):*

In einem Zeitungsbericht war zu lesen: „Fuhr vor einigen Jahren noch jeder zehnte Autofahrer zu schnell, so ist es mittlerweile 'nur noch' jeder fünfte. Doch auch fünf Prozent sind zu viele, und so wird weiterhin kontrolliert, und die Schnellfahrer haben zu zahlen.“  
Wo stecken hier Fehler?

*Aufgabenbeispiel 4 (Kultusministerium NRW 1993, S. 73):*

- a) Multipliziere schriftlich  $3,26 \cdot 4,37$  und beantworte allgemein, wie die letzte Ziffer eines Produktes von den letzten Ziffern der Faktoren abhängt.
- b) Welche Zahl liefert dein Taschenrechner für  $\sqrt{2}$ ? Wie viele Nachkommastellen hat das Quadrat dieser Zahl, welches ist die letzte Ziffer?
- c) Begründe mit a) , dass  $\sqrt{2}$  keine Dezimalzahl mit endlich vielen Stellen sein kann.

Ob Mathematikunterricht mit Recht eine Schule des Denkens, vielleicht sogar des kritischen Denkens genannt werden kann, hängt also von Randbedingungen ab, die im Unterricht aller Schultypen und Altersstufen nur allzu oft verletzt werden. Ein Unterricht, in dem das Einschleifen der gängigen Lösungswege der Schulmathematik den Vorrang hat vor Verstehen, vor bewußtem Bemühen um Transfer, vor ausdrücklichen Herausforderungen der Kritikfähigkeit, trägt eher zur Einschläferung der kritischen Vernunft bei als zu ihrer Mobilisierung.

*Akzent 4: Mathematik als „Denkverstärker“ erfahren lassen*

Den Schülern sollte genügend Zeit und Gelegenheit gegeben werden, den eigenen Verstand aktiv konstruierend und analysierend einzusetzen, um Mathematik zu verstehen und sich ihrer zur Klärung fragwürdiger Phänomene bedienen zu können – gleichsam als „Verstärker“ ihres Alltagsdenkens.

### 3.5 Unterrichtskultur entwickeln

Die Beziehung des Faches Mathematik zu den bislang thematisierten Allgemeinbildungsaufgaben wies deutlich inhaltliche Komponenten auf:

- Es gibt einen spezifisch mathematischen Beitrag zur Bewältigung alltäglicher Lebenssituationen.
- Mathematik ist als hochrangige kulturelle Hervorbringung Teil unserer Kultur.
- Mathematik ist über ihre Anwendungen vielfältig in unsere Welt verflochten.

- Vernünftiges Denken ist gewissermaßen das Medium, durch das Mathematik als schöpferische Leistung des Menschen überhaupt erst in die Welt treten kann.

Hingegen hat Mathematik mit den in der letzten Überschrift genannten sozialetischen und auf die Person des Schülers bezogenen Aufgaben der Schule inhaltlich zunächst nichts zu schaffen. Darin zeigt sich ein Unterschied zu vielen anderen Schulfächern, in denen zumindest Teilaspekte dieser drei Aufgaben als Gegenstand fachbezogener Erörterung und Reflexion in Betracht kommen.

Das Fehlen eines *inhaltlichen* Bezugs zwischen den drei diesem Abschnitt vorangestellten Allgemeinbildungsaufgaben und dem Fach Mathematik mag mit dazu beitragen, dass im Mathematikunterricht häufig eine besondere Spannung zwischen pädagogischen und fachlichen Ansprüchen spürbar ist. Bestimmte Eigenheiten des Schulfaches Mathematik – Stichworte: Interaktionsstruktur, dominantes Expertentum des Lehrers, fachspezifische Sozialisation der Lehrer, übermäßige Betonung der formalen und algorithmischen Züge der Mathematik, Präsentation mathematischer Erkenntnisse als unanzweifelbares Wissen – scheinen potentiell mit allen drei Allgemeinbildungsaufgaben in Konflikt zu geraten: sowohl mit der Weckung von Verantwortungsbereitschaft, mit der Einübung in Verständigung und Kooperation wie auch mit der Stärkung des Schüler-Ichs. Es ist nicht etwa so, dass diese Ziele von Mathematiklehrern, die ja meist auch andere Fächer unterrichten, generell nicht angestrebt oder erreicht würden. Aber sogar dann, wenn in dieser Richtung Bemühungen und Erfolge zu verzeichnen sind, ergibt sich bei nüchterner Betrachtung häufig der Eindruck, dass die Erfolge nicht *durch* den Fachunterricht, sondern *trotz* des Faches zustande gekommen sind.

Die Kernthese des vorliegenden Abschnitts lässt sich pointiert so formulieren: Wenn im Mathematikunterricht die vorangestellten sozialetischen und personbezogenen Zielsetzungen Ernst genommen werden, hat das auch erhebliche Konsequenzen für den gemeinsamen Umgang mit der Mathematik im Unterricht: Denn *sozial* lernt man vor allem durch die Art, *wie* man zusammen mit anderen *fachlich* lernt.

Ein Mathematikunterricht, der sich neben den kognitiven auch die nicht-kognitiven Zielsetzungen des zugrunde gelegten Allgemeinbildungskonzepts zu eigen macht, bedarf deshalb einer Unterrichtskultur, in der soziales und fachliches Lernen nicht voneinander abgespalten sind. In einer solchen Unterrichtskultur muß Raum sein für eine produktive Auseinandersetzung mit Fehlern, für Fragen nach Sinn und Bedeutung, für Umwege, für die Diskussion alternativer Deutungen und subjektiver Sichtweisen, für Ideenaustausch und kooperative Arbeitsformen, für spielerischen und kreativen Umgang mit Mathematik sowie eigenverantwortliches Tun. Innere Differenzierung und vielfältige Arbeitsformen können helfen, allzu eintönige Ablaufrituale zu durchbrechen und der Unterschiedlichkeit individueller Zugänge zur Mathematik besser gerecht zu werden.



**Akzent 5: Unterrichtskultur entwickeln**

Es ist eine Unterrichtskultur zu entwickeln, in der Raum ist für die subjektiven Sichtweisen der Schüler, für Umwege, alternative Deutungen, Ideenaustausch, spielerischen Umgang mit Mathematik und eigenverantwortliches Tun.

#### 4. Eine Vision: Mathematikunterricht im Jahre 2020

Bis zum Jahr 2020 sind es nur noch gut 20 Jahre. Weiter in die Zukunft möchte ich nicht gehen, weil ich über eine Zeit phantasieren möchte, in der ich mit einiger Wahrscheinlichkeit selbst noch lebe.

Realistischerweise sollten wir uns eingestehen: Alle Zukunftsvisionen basieren in irgendeiner Form auf Erfahrungen der Vergangenheit, die wir lediglich auf unterschiedliche Weise deuten und extrapolieren. Deshalb beginne ich mit einem kurzen Blick zurück: Wie sah es vor 20 und wie vor zwei mal 20 Jahren in Mitteleuropa aus? Ohne das hier näher ausführen zu können, lässt sich wohl konstatieren: Die Lebenswelt hat sich für Kinder und Jugendliche, aber auch für berufstätige Erwachsene und Ruheständler im betrachteten Zeitraum, vor allem durch die Neuentwicklung und Verbreitung einer Vielzahl technischer Produkte, darunter nicht zuletzt die Computer und auf ihnen basierenden Technologien, drastisch gewandelt.

Können wir das ebenfalls vom Mathematikunterricht behaupten? Vor zwei mal 20 Jahren besuchte ich gerade die Klasse 6 eines Gymnasiums. Vor ca. 20 Jahren unterrichtete ich selbst, frisch examiniert, an einer Schule Mathematik, und mein Sohn, der heute Wirtschaftsmathematik studiert, stand kurz vor der Einschulung. Wenn ich nun die Eindrücke aus meiner eigenen Zeit als Mathematikschüler Ende der fünfziger Jahre, die aus meiner Zeit als Junglehrer und Vater eines mathematiklernenden Schülers Ende der siebziger und diejenigen, die ich zur Zeit bei Praktikumsbesuchen im Mathematikunterricht an allen Schulformen sammle, wenn ich diese Eindrücke kontrastiere mit dem, was sich generell in unserer Gesellschaft im gleichen Zeitraum verändert hat, so stelle ich verblüfft fest: *Im Mathematikunterricht hat sich vergleichsweise fast nichts geändert.* Selbst der zwischenzeitliche Modernisierungsturm, der durch die Propagierung von Strukturmathematik und Mengenlehre durch die Klassenzimmer fegte, hat, im Nachhinein gesehen, nur wenige Spuren hinterlassen. Wir brauchen es nicht bei persönlichen Eindrücken belassen, auch empirische Untersuchungen, zuletzt noch die im Rahmen von TIMSS auf Video aufgezeichneten Unterrichtsstunden, die die Konstanz bestimmter Interaktionsformen und methodischer Ablaufmuster beeindruckend dokumentieren, machen deutlich: Der Mathematikunterricht, zumindest in Deutschland, ist ein Hort der Tradition.

Was also sollte uns annehmen lassen, dass die Innovationsrate in den kommenden 20 Jahren dramatisch steigt? Eigentlich spricht nicht allzu viel dafür. Dennoch ist es nicht undenkbar, dass sich einige schon heute absehbare Tendenzen synergetisch so miteinander verkoppeln lassen, dass es zu einem qualitativen Sprung kommt. Ich deute diese Tendenzen stichwortartig an:

- Deutliche Verjüngung der Lehrerschaft (bevorstehende Pensionierungswelle in Deutschland);
- Neue bildungspolitische Anstrengungen in Folge von internationalen Vergleichsuntersuchungen wie TIMSS (Qualitätssicherung);
- Reform der Lehrerbildung;
- Änderung des Beamtenrechts und neue Kooperationsstrukturen im Schulbereich;
- Neustrukturierung des allgemeinbildenden Mathematikcurriculums durch mehr Anwendungsorientierung, Vernetzung mit fachübergreifenden Fragestellungen und Einbezug von Sinnfragen (Tendenzen dazu in neuen Lehrplänen und Schülerbüchern);
- Eindringen reformpädagogischer Elemente (z. B. innere Differenzierung über Formen freier Arbeit) in die Sekundarstufen-Didaktik, mit Auswirkungen auf die mathematische Unterrichtskultur;
- Etablierung des (vernetzten) Computers als ganz „normales“ Arbeitsmittel im Mathematikunterricht;
- Veränderungen in der gesellschaftlich-kulturellen Wertschätzung schulischen Lernens.

Dabei übersehe ich durchaus nicht, dass einige dieser Tendenzen sehr ambivalent sind und sich durchaus restriktiv auf die zukünftige Entwicklung von Schule im Allgemeinen und Mathematikunterricht im Besonderen auswirken könnten. Hier möchte ich jedoch einmal optimistisch davon ausgehen, dass es uns gelingt Mittel zu finden, die eingangs angesprochene dreifache Krise des Mathematikunterrichts, seine Akzeptanz-, Legitimations- und Effizienzkrise, merklich zu mildern.

Ich komme dann am 20.12.2020 in das blaue Mathematik-Lernkabinett der (noch zu gründenden) „Bertrand-Russell-Schule“ in Siegen, in dem ca. zwanzig 15- bis 17-jährige Schülerinnen und Schüler intensiv arbeiten. Mir wird erklärt, dass es sich um einen „Mathe-LAL-Kurs“ handle: „LAL“ steht dabei für „Lust auf Leistung“, und in diesem Kurs finden sich diejenigen Schüler dieser Altersgruppe, die bis zu diesem Zeitpunkt eine besondere Befähigung für und/oder ein besonderes Interesse an Mathematik entwickelt haben. (Wie mir berichtet wird, besuchen die anderen Schüler dieser Altersgruppe „MAMA-Kurse“; „MAMA“ steht dabei offiziell für „Mathematik als Modul von Allgemeinbildung“, die Schüler sagen schlicht und treffend „Mathe als Marschgepäck“).

Mangels fehlenden Einblicks in die technischen Innovationen der kommenden zwei Jahrzehnte nehme ich vereinfachend an, dass in diesem Lernkabinett zwölf Computerarbeitsplätze zur Verfügung stehen. Gut die Hälfte der Schüler arbeitet, in Zweier-, Dreier- und Vierergruppen, an Modellierungsproblemen. Papier und Bleistift sowie Flip Charts finden ebenso Verwendung wie der Computer. Die Probleme haben sie sich entweder, mit Beratung der Lehrerin, selbst zurechtgelegt, oder aber aus einem per Internet verfügbaren Pool solcher Probleme ausgewählt (dieser Problempool ist aus einem inzwischen historischen Versuch hervorgegangen, der im vergangenen Jahrhundert unter dem Namen MUED bekannt wurde). Die Schüler sind zum Teil in höchst intensive Diskussionen vertieft. Wenn sie Rat brauchen, können sie sich jederzeit an ihre dreißigjährige Lehrerin oder zwei Tutoren wenden, als die sich aus Oberstufenschülern der Bertrand-Russell-Schule rekrutieren und die auf diese Weise ein Didaktik-Praktikum absolvieren. Eine Spitzengruppe mathematisch besonders begabter Schülerinnen beschäftigt sich mit einem kniffligen Optimierungsproblem, mit dem ein mittelständischer Siegener Unternehmer an die Schule herangetreten ist – ein Service, den die Schule für die Region anbietet. Eine Vertreterin der Firma ist anwesend und diskutiert mit den Schülerinnen die bisher erarbeiteten Lösungsansätze durch. – Andere Schüler widmen sich intensiv der Aufarbeitung von Grundlagen und Wissenslücken. Per Computer haben sie Zugriff auf eine Fülle intelligent zusammengestellter Lehrgänge, Beispiele und Übungsaufgaben. Den durch ihre Lernanstrengungen bewirkten Fortschritt überprüfen sie wahlweise per Selbstevaluation oder durch wechselseitige Kontrolle in Kooperation mit einem Mitschüler.

Ich breche hier meine Schilderung einfach ab.

Schließen möchte ich mit der Behauptung: Wenn wir den Mathematikunterricht so verändern wollen, dass er eine zeitgemäße mathematische Allgemeinbildung verkörpert, brauchen wir dreierlei: ein auf dem Stand der Forschung gründendes und bildungstheoretisch reflektiertes Konzept, das offen ist für Kritik und neue gesellschaftliche und technische Entwicklungen, ansteckende und beflügelnde Visionen, über die wir uns immer wieder neu austauschen, und viele kleine Schritte aller am Mathematikunterricht Beteiligten.

## Literatur

Baumert, J., Lehmann, R. u. a. (1997): TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Opladen: Leske und Budrich.

Jahnke, H. N. (1995): Al Khwarizmi und Cantor in der Lehrerbildung. In: Biehler, R. u. a. (Hrsg.): Mathematik allgemeinbildend unterrichten: Impulse für Lehrerbildung und Schule. Köln: Aulis. S. 114–136.

Heymann, H. W. (1996): Allgemeinbildung und Mathematik: Weinheim: Beltz.

Heymann, H. W. (1997): Allgemeinbildung als Aufgabe der Schule und als Maßstab für Fachunterricht. In: Heymann, H. W. (Hg.): Allgemeinbildung und Fachunterricht. Hamburg: Bergmann + Helbig.

Heymann, H. W. (1998): Eine bildungspolitisch provozierende Botschaft. Rezension zu: Baumert, J., Lehmann, R. u. a. (1997): TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. In: Zeitschrift für Soziologie der Erziehung und Sozialisation 18 (1998), Heft 3, S. 318-320.

Kultusministerium des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (1993): Richtlinien und Lehrpläne für das Gymnasium – Sekundarstufe I – Mathematik. Frechen: Ritterbach.

Richtlinien und Lehrpläne für die Sekundarstufe I – Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen – Mathematik (1998). Entwurfsfassung (zur Zeit im Genehmigungsverfahren).

Wagenschein, Martin (1975): Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch. Weinheim/ Basel: Beltz (5. Aufl.).

## Anhang 2: Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht im Rahmen einer modernen Allgemeinbildung

Auszug aus: Bund-Länder-Kommission-Projektgruppe „Innovationen im Bildungswesen: Expertise. „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. 1997, S. 37-43.

### 5.1 Mathematik im Rahmen einer modernen Allgemeinbildung

#### 5.1.1 Mathematik zwischen Abbildfunktion und systemischem Charakter

Mathematik greift die strukturellen Aspekte von Wirklichkeit auf, fasst und verarbeitet sie in Begriffen, Theorien und Algorithmen. Von daher ist Mathematik, von der Bildung erster Zahl- und Formbegriffe an, abstrakt, selbstbezüglich und autonom. Sie unterscheidet sich insofern von den Naturwissenschaften, deren Begriffe - wenigstens teilweise - auf empirisch zugängliche Referenzgrößen zurückgreifen. Dennoch formen sich mathematische Begriffe, Strukturen und Algorithmen in stetem Kontakt zur - empirischen oder ideellen - Wirklichkeit, die als Vorbild, kontrollierende Norm oder als treibende Kraft für kreative Weiterentwicklung fungiert. Dieses Spannungsverhältnis von Abbildfunktion und systemischem Charakter zeigt sich in den verschiedenen Sichtweisen von Mathematik.

(1) Mathematik tritt als eine in vielen Bereichen *anwendbare Wissenschaft* auf Traditionell ist die Rolle von Mathematik als Beschreibungs- und Problemlösungssprache in Naturwissenschaften; zunehmend werden mathematische Sprech- und Denkweisen aber auch in anderen Bereichen, zum Beispiel den Sozialwissenschaften, der Medizin und den Wirtschaftswissenschaften, verwendet. Der Mathematik kommt somit eine Schlüsselfunktion zur Erschließung großer Wissensbereiche zu.

(2) Die breite Anwendbarkeit verdankt die Mathematik ihrem *abstrakten und formalen* Charakter, also dem begrifflich und strukturell bestimmten Zugriff auf Probleme. Mathematik stellt Modelle bereit, aber auch die Methoden, diese Modelle in sich zu sichern, zu verknüpfen, weiterzuentwickeln und zu begründen. Auf der begrifflichen und strukturellen Ebene stehen dafür die Instrumente der Logik und des Beweises zur Verfügung, auf der Verfahrensebene die Kalküle aller Art und deren Effektivierung.

(3) Die Dynamik der Mathematik – im anwendungsorientierten wie im formalen Sinn - kommt aber einerseits dadurch zustande, dass mathematische Methoden auf die Realität passen müssen, und wird andererseits erzeugt aus dem freien, kreativen, oft vom Erstaunen ausgehenden, an ästhetischer Darstellung orientierten und den Dialog suchenden *intellektuellen Handeln*.

### **5.1.2 Das charakteristische Grundproblem des Schulfaches Mathematik**

Diesen Erscheinungsformen der Mathematik hat auch das Schulfach Mathematik in ausgewogener Weise Rechnung zu tragen.

*Beispiel 1:* Den Begriff der Variablen aus dem Hauptschul-Curriculum auszuschließen, verletzte diese Ausgewogenheit. Denn Variable - als abstrakte mathematische Sprachelemente - dienen gerade in ihrer Abstraktheit der Anwendung von Mathematik (Formeln, Berechnungen, Tabellen). Den Umgang mit Variablen aber allzu sehr aufs Kalkülhafte auszudehnen („mit x rechnen“), blendet wiederum die Anwendbarkeit von Mathematik aus. Eine Verwendung von Variablen zur Beschreibung von außermathematischen Gegebenheiten erscheint daher in der Hauptschule angemessen.

Mathematik in der skizzierten Weise in Balance zwischen Abbild und System zu sehen, zeigt jedoch gleichzeitig das charakteristische Grundproblem des Schulfaches Mathematik auf: Charakteristisch für Mathematik ist das stete Suchen nach Verallgemeinerung und begrifflicher Fundierung und in der Folge nach Effektivierung der gebildeten Begriffe und Verfahren. Diese Tendenz führt aber dazu, dass durch die fortwährende mathematische Bearbeitung bestimmte Klassen von Problemen schließlich optimalen Lösungen zugeführt werden. Damit werden diese Problembereiche erledigt, erscheinen gewissermaßen „trivialisieren“. Was bleibt, sind die fertigen Begriffsstrukturen und Lösungsverfahren.

Diese der Mathematik inhärente Dialektik von Fundierung und Trivialisierung bildet sich als Grundproblematik des Lehrens und Lernens von Mathematik in der Schule ab: Diejenigen Stoffbereiche und Probleme, die im Schulunterricht behandelt werden, sind durch erprobte, abgesicherte und leistungsfähige Begriffe und Verfahren abgedeckt. Dies fördert aber Tendenzen, im Mathematikunterricht eben die fertigen Verfahren selbst direkt und möglichst effektiv anzustreben. Die mathematische Darstellung selbst erscheint dann als optimale Lehrstruktur.

Verständnisorientiertes Hinführen zum mathematischen Denken kann aber nicht die Endprodukte zum Ausgangspunkt nehmen, sondern muss die Entwicklungen zu diesen hin zum Ziel haben: Verständnisorientiertes Durchdringen ist die Grundlage für das Automatisieren hinsichtlich der Beherrschung von Verfahren: Entwickeln von Gedanken auf unterschiedlichen Niveaus und nicht Nachvollziehen muss Ziel sein hinsichtlich der Aneignung von Konzepten; beziehungsreiches Denken sowie Verständnis für Modellbildung statt kritikloser Regelanwendung müssen gefördert werden in Hinblick auf das Anwenden von Mathematik.

Für eine verständnisorientierte Einführung in mathematisches Denken ist somit eine kleinschrittige Methodik im Unterricht, die entlang einer vorgegebenen Stoffsystematik eine Engführung der Lernenden betreibt, ungeeignet. Oft zeigt sich eine solche Methodik im traditionellen fragend-entwickelnden Unterrichtsstil. Da dieser Unterrichtsstil aus den genannten Gründen im Mathematikunterricht besonders häufig anzutreffen ist, erfordert seine Überwindung mehr als eine nur methodische, unterrichtstechnische oder thematische Umorientierung.

### 5.1.3 Grundzüge sinnvollen Lehrens und Lernens von Mathematik

Der fragend-entwickelnde Unterrichtsstil ist nicht nur eine inhaltliche Engführung des Unterrichts. Untersuchungen über Kommunikationsprozesse im Unterricht haben darüber hinaus gezeigt, dass es sich um eine von allen Beteiligten akzeptierte, mit Routine durchgespielte Art von Inszenierung handelt, die - auf der Mikroebene - nicht unbedingt auf das Verständnis des einzelnen Schülers angelegt sein muss. Jedenfalls werden die Anknüpfung von Wissen an individuelles Vorwissen und die Orientierung auf ein Ziel hin oft durch die trichterförmig konzipierte Kommunikationsstruktur behindert.

Sinnvolles Lernen ist demgegenüber auf individuelle und soziale Sinnkonstruktion, auf Zielorientierung und auf Offenhalten der Komplexität des Lerngegenstandes angewiesen. Vermittlung ist daher - jedenfalls nach breit geteilter Auffassung in der Wissenserwerbsforschung - nicht einfach Transport stabiler Information, sondern Aufnahme, Verarbeitung, Einordnung und Weiterentwicklung von Vorwissen und Erfahrungen. Unterricht muss daher der (kognitiven) Selbsttätigkeit in angemessener Weise Raum geben, darf dabei aber das Erreichen fachlicher Ziele nicht aus dem Auge verlieren. Dies setzt voraus, dass der Unterricht unter pädagogischen und lernpsychologischen Gesichtspunkten kompetent (bezogen auf die Lernprozesse), aspektreich (bezogen auf die Gegenstände) und authentisch (bezogen auf die fachliche Bedeutung der Inhalte) gestaltet wird. An diese Bedingungen sind die Mittel zu knüpfen, die für die Einleitung verständnisorientierten Lernens im Mathematikunterricht eingesetzt werden. Es gibt hierfür ein breites Spektrum an Möglichkeiten: anwendungsbezogene Aufgaben, aber auch innermathematische Probleme; moderne Fortentwicklungen der Mathematik, aber auch historische Themen; moderne Medien oder auch die traditionellen Arbeitsmittel.

*Beispiel 2.* Die traditionellen Aufgabensammlungen sowohl in der Grundschule wie in der Sekundarstufe I, das heißt die Zusammenstellung vieler unverbundener Einzelaufgaben zu einem bestimmten Verfahren, entsprechen der Engführung des Lernens. Die neuerdings entwickelte Konzeption produktiver Übungsformen ist hingegen der Selbstorganisation des Lernens verpflichtet. Denn die Übungen letzteren Typs beinhalten operativ variierte Serien, Übungen mit zu entdeckenden Zusammenhängen, Übungen mit unterschiedlich möglichen Lösungswegen und Begründungsmöglichkeiten. Das Ziel auch der produktiven Übungsformen ist gleichermaßen die Ausbildung eines auf Verständnis basierten, schließlich aber automatisierten Beherrschens der jeweiligen Gegenstände. Analoge Gegenüberstellungen sind auch in der Sekundarstufe I angebracht, wenngleich dort bisher nicht so detailliert ausgearbeitet.

Die inhaltliche und methodische Unterrichtsgestaltung ist aber als Gesamtaufgabe aufzufassen. Die Änderung einzelner Elemente muss wirkungslos bleiben, wenn nicht die Unterrichtskultur insgesamt mitbedacht wird: So setzen entdeckend-lassende Methoden des Mathematikunterrichts eine passende Auswahl und Bewertung des Stoffes voraus, offene Unterrichtssituationen mit ihren zunächst oft individuellen Begriffsbildungen bedürfen des Auffangens in der normierten und dadurch kommunikablen Fachsprache; Anwendungsorientierung ist

nur sinnvoll, wenn der Modellierungsprozess thematisiert wird und der Unterricht zu begrifflicher Vertiefung führt.

Die Balance zwischen Abbild und System, aber auch die Bedingungen sinnvollen Lernens werden am besten eingehalten, wenn sich der Mathematikunterricht an den Entstehungsprozessen mathematischen Wissens orientiert. Die Problemstellungen sollen daher den Schülerinnen und Schülern einsehbar sein und den Gegenstand erschließen, sie müssen nicht kompliziert sein. Mathematisches Wissen entsteht, wenn Vernetzung von Wissens-elementen nicht nur auf globaler Ebene über Unterrichtseinheiten und Jahrgänge hinweg, sondern schon lokal in jeder einzelnen Stunde vorgenommen wird.

#### **5.1.4 Elemente mathematischer Grundbildung**

Die Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts setzt nicht notwendig eine radikale Änderung des tradierten Stoffkanons voraus. Vielmehr sind - vor der eingangs geschilderten Sichtweise von Mathematik in Balance zwischen Abbildfunktion und systemischem Charakter - die Akzente angemessen zu setzen; möglicherweise sind lokale Ergänzungen und Streichungen angebracht.

*Beispiel 3:* Für die traditionellen Stoffgebiete der gymnasialen Oberstufe können solche Akzentsetzungen, vor allem im Hinblick auf die Grundkurse, sein: Lineare Algebra/Analytische Geometrie: Es erscheint angebracht, die geometrischen Teile dieses Gebiets stärker zu betonen, wenn Aspektreichtum und Strukturierung von begrifflichen Zusammenhängen Gestaltungsmerkmale sind. Analysis: Der Aspektreichtum kann durch horizontale Verbindung zur Physik (Newton'sche Mechanik, Sonnensystem) erhöht werden: vertikale Vernetzung kann durch Anknüpfung an elementare Linearisierungen in der Sekundarstufe I erreicht werden, zugleich werden auf diese Weisen die historischen Wurzeln der Differenzialrechnung sichtbar.

In den einzelnen Schulstufen stellen sich die Elemente mathematischer Grundbildung etwa so dar: In der *Grundschule* ist das flüssige Beherrschen der Grundrechenarten im Zahlenbereich bis etwa 1 Million zu erreichen. Jedoch muss dies verbunden sein mit strukturierenden Vorstellungen über den Aufbau des Zahlensystems, mit Wissen über die Anwendbarkeit der Mathematik im Alltag und Umwelt. Hinzu kommt die Kenntnis geometrischer Formen und Eigenschaften, die nicht nur für die Erschließung der Umwelt, sondern auch für das visuelle Verständnis, und damit für Veranschaulichungen aller Art, grundlegend ist. Diese Bereiche zusammen sollen eine breite kognitive Entwicklung einleiten, die Kreativität einschließt und das Beherrschen von Verfahren als Bedingung für produktives Arbeiten sieht. Gerade eine umfassende Sichtweise von Mathematik erlaubt es, abgestufte, aber sinnvolle und motivierende Tätigkeiten für Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher Leistungsfähigkeit zu konstruieren.



In der *Sekundarstufe I* sind die Verfahren des so genannten bürgerlichen Rechnens unverzichtbar. Aber auch hier kommt es auf begriffliche Durchdringung an, die in allen Schularten möglich ist. Denn Beschränkung auf Rechenverfahren erschwert den einzelnen Schülerinnen und Schülern eine weiterführende Entwicklung mathematischen Denkens.

*Beispiel 4:* Sicher muss Ziel des Unterrichts der Sekundarstufe I in allen Schulformen sein, mit proportionalen Zuordnungen umgehen zu können. Dieses Gebiet hat aber mehrere Aspekte und Zugänge: Funktionales Denken, Muster linearer Fortschreibung oder der so genannte Dreisatz. Bleibt man im schematischen Verfahren stecken und wird nicht einer der grundlegenden Aspekte herausgearbeitet, wird die Chance auf eine flexible Anwendung und die Grundlegung des umfassenderen Funktionsbegriffs vertan. Auch in der Hauptschule ist daher eine begriffliche Ausbildung angemessener Grundvorstellungen dringend.

Der Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I hat aber weit über den Bereich des bürgerlichen Rechnens hinausgehende Aufgaben, wenn er Grundbildung vermitteln soll. Orientierungsrahmen hierfür können zentrale Ideen der Mathematik sein, wie zum Beispiel die Idee der Zahl mit ihren verschiedenen Ausprägungen, Zwecken und Verwendungen, die Idee des Raumes als idealisiertes Medium, sodann die besonders anwendungsbezogene Idee des funktionalen Zusammenhangs (Bewegungen, Muster, Wachstumsvorgänge) oder die Idee des Algorithmus als der Möglichkeit, Problemlösungen (beispielsweise in Form der modernen Technik der Simulation) derart zu fassen, dass sie schließlich „abgegeben“ werden können, zum Beispiel an Computer. Diese Ideen sind weit genug, so daß sie spezifisch auf unterschiedliche Schularten und Lerngruppen einzugehen erlauben, und geben zugleich die für das Lernen notwendige Zielorientierung.

Orientiert an zentralen Ideen der Mathematik sind die Geometrie (als Formen-Erkundung, aber auch als erste Begegnung mit einem wenigstens lokal deduktiv geordneten Begriffsfeld) und die Algebra (als symbolisches Darstellungsmittel) die Kernbereiche des Unterrichts; hinzu kommen Anfänge der Stochastik als Feld paradigmatischer Modellbildungserfahrung.

Am Ende des Mathematikunterrichts der Sekundarstufe I sollte man jedenfalls folgende über die elementarsten Rechenfertigkeiten hinausgehenden Fähigkeiten erwarten können: einen Begriff von Zahlen, der Größenvorstellungen und die Systematik des dezimalen Aufbaus ebenso umfasst wie ein Grundverständnis für die Notwendigkeit von Zahlbereichserweiterungen; ein grundlegendes Verständnis von funktionaler Abhängigkeit; Verständnis des Variablenbegriffs als Mittel der Formalisierung intuitiv vorhandenen Wissens, das auf Hauptschulniveau jedenfalls die Verwendung von Variablen zur Beschreibung von Zusammenhängen, nach Abschluss von Realschule oder Gymnasium auch die elementaren algebraischen Techniken umfassen muss; ein Verständnis geometrischer Formen der Ebene und des Raumes, das auf visuelle Diskriminierungsfähigkeit und auf Wissen über elementare Flächen- und Volumenberechnungen zurückgreifen kann; die Fähigkeit, welche die vorher genannten

Komponenten alle zusammenbringt, grafische und tabellarische Darstellungen von Daten aller Art lesen und einordnen zu können. Hinzu kommen Handlungswissen, wie es das so genannte bürgerliche Rechnen bereitstellt, und elementare heuristische Techniken, wie ein Problem in Teilprobleme aufgliedern, Verknüpfungen bilden und sich verschiedener Darstellungen bedienen zu können.

In der *Sekundarstufe* II werden die oben dargestellten zentralen Ideen der Mathematik weitergeführt und begrifflich präzisiert. Zusätzlich zur allgemeinen Grundbildung, die also in einem reflektierten Verständnis elementarer mathematischer Begriffe und Tätigkeiten gesehen wird, kommt die Erreichung von Studierfähigkeit als Ziel hinzu. Die materielle Ausgestaltung dieser Aufgabe darf sich aber nicht in Stoffansammlung erschöpfen. Es kommt auf dieser Stufe in besonderem Maße auf die eingangs geschilderte Balance an. Mathematik muss nun auch von den Schülerinnen und Schülern selbst in weiterem Kontext gesehen werden.

Das kann - beispielsweise in exemplarischer Bearbeitung in einem Projekt - durch die systematische Beleuchtung ausgewählter substanzieller mathematischer Begriffe (beispielsweise des Ableitungsbegriffs; siehe Beispiel 3) von verschiedenen Seiten aus geschehen, etwa hinsichtlich Anwendungsbezug, Genese und innermathematischer Bedeutung; wenigstens exemplarisch sollen die grundlegenden Prozesse und Bedingungen des Aufbaus einer mathematischen Theorie erkennbar werden. Die Stoffe hierfür sind nicht beliebig wählbar, sondern müssen kritisch bewertet werden unter dem Gesichtspunkt der Anschluss- und Erschließungsfähigkeit im inner- wie im außermathematischen Bereich.

Leistungs- und Grundkurse unterscheiden sich in dieser allgemeinen Sichtweise zwar nur graduell. jedoch ist zu bedenken, dass ein begrifflich orientierter und aspektreich aufgebaute Lehrgang nicht beliebig ausgedünnt werden kann, sollen Begriff und Verfahren, Anwendung und Bedeutung ausgewogen bestehen können. Für Grundkurse ist also eine vollständige, didaktische und curriculare Bedingungen bedenkende Konzeption erforderlich. Hierfür sind freilich derzeit erst Anfänge sichtbar, die weiter zu bearbeiten sind. Eine Schlüsselrolle kommt dabei einer anschlussfähigen Gestaltung des Unterrichts in Klassenstufe 11 zu, weil bereits hier viele Grundlagen sowohl für den Grundkurs als auch für den Leistungskurs gelegt werden.

### **Anhang 3: Merkmale der Unterrichtsführung, die sich in empirischen Untersuchungen als bedeutsam für den Wissenserwerb erwiesen haben.**

**Auszug aus: Baumert, Jürgen: Thesen zum Vortrag „Ansprüche an den Unterricht in heutiger Zeit“. 1997. In: MSWWF (Hg.). Stärkung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Materialien.**

(1) Unterrichtszeit

Die Unterrichtszeit ist eine der wichtigsten Determinanten der Schulleistung. Stundentafelkürzungen, ausfallender Unterricht und Zweckentfremdung von Unterricht mindern den Kompetenzzuwachs. Diskontinuität des Unterrichts scheint die Kumulativität des Wissenserwerbsprozesses zu beeinträchtigen.

(2) Klassenführung

Lernrelevante Merkmale der Klassenführung sind: stoffbezogene Zeitnutzung, Regelklarheit, störungspräventive Unterrichtsführung, Einübung und Automatisierung von sozialen Routinen.

(3) Erarbeitung des Stoffes

Folgende Merkmale haben sich zuverlässig als lernfördernd erwiesen: Klarheit und Strukturiertheit der Instruktion, strukturierte Darstellung an schwierigen Stellen, Aufrechterhaltung eines hohen Anspruchsniveaus, gemäßigtes Interaktionstempo, das Schülern zum Überlegen und Spielraum zur Entfaltung eines Gedankens läßt.

(4) Lern- und Leistungssituationen: Fehler machen und Fehler vermeiden

Es gibt eine Reihe von Hinweisen darauf, daß die systematische Aufnahme von (fehlerhaften) Schülervorstellungen und deren produktive Nutzung bei der Erarbeitung des Gegenstandes lernfördernd sind. In vielen Bereichen ist eine begrenzte Anzahl stabil wiederkehrender Schülervorstellungen zu identifizieren. Der produktive Umgang mit "Fehlern" setzt jedoch eine sorgfältigere Trennung von Lern- und Leistungssituationen im Unterricht voraus. Unterricht sollte von Schülern überwiegend als Lernsituation erfahrbar sein, in der man auf Neues trifft und gefahrlos und ohne drohende Bewertung Fehler begehen und Umwege einschlagen kann.

Leistungssituationen, in denen man einem Gütemaßstab genügen will, haben in Schule und Unterricht auch ihr Recht. Von pädagogischer Bedeutung ist weniger die Verringerung der Anzahl von Leistungssituationen, sondern vielmehr die Entmischung von Lernen und Leisten.

(5) Kooperative Lernformen

Auch im Rahmen des lehrergeleiteten Unterrichts haben kooperative, Lernformen ihren Platz. Kooperatives Lernen als eine Form der sozialen Interaktion hat sich als lernwirksam erwiesen. Partnerschaftliches Lernen mit reziproker Rollenverteilung oder die Bildung von Lerngemeinschaften sind Beispiele. Kennzeichnendes Merkmal dieser Lernformen ist die Übertragung

verstärkter Verantwortung für den individuellen und gemeinsamen Lernprozeß an Schüler. Dies unterscheidet diese Kooperationsformen deutlich von Vorstellungen der Partizipation von Schülern an Unterrichtsentscheidungen, die an Mitbestimmungsmodellen orientiert sind. Diese sind nach den empirischen Befunden für eine kontinuierliche Lernentwicklung eher problematisch.

(6) Üben und Bewerten

Repetitives Üben von Aufgaben desselben Typus und ähnlicher Schwierigkeit hat eher leistungsmindernde Auswirkungen. Dagegen ist die Konsolidierung des Gelernten durch intelligente und anspruchsvolle Form des Übens, bei dem Übertragungsleistungen verlangt, die Grenzen des Verständnisses geprüft und Anwendungskontexte systematisch variiert werden und die Aufgabenschwierigkeiten zunehmen, für den Erwerb inhaltsbezogener Wissenssysteme bedeutsam. Die Rückmeldung *individueller* Lernfortschritte wirkt motivations- und leistungssteigernd.

## Anhang 4: Elemente einer neuen Aufgabenkultur. Anregungen zu den Modulen 1 und 5.

Auszug aus: Baptist, Peter. Elemente einer neuen Aufgabenkultur. Anregungen zu den Modulen 1 und 5. Bayreuth, 1998, S. 3-5, 14-15 und 31  
In: MSWWF (Hg.). Stärkung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Materialien.

Alternative Quelle: <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk>

So lassen sich beim Unterrichten mathematischer Inhalte gleichzeitig wichtige Denk- und Arbeitsweisen herauskristallisieren und bewusst machen. Dies bedeutet auch, dass die Qualität des Unterrichts nicht in erster Linie von dem Stoff abhängt, der unterrichtet wird, sondern von der Art und Weise, wie mit dem Stoff umgegangen wird. Als Orientierung können folgende Ziele bzw. Leitideen dienen:

- Mathematischer Inhalt ist wichtiger als mathematischer Formalismus.
- Mathematische Denkprozesse sind ebenso wichtig wie mathematische Ergebnisse.
- Das Entwickeln von Ideen ist ebenso wichtig wie das Prüfen und das Verifizieren von Aussagen.
- Die Qualität der Mathematik wird geprägt durch die Qualität der Ideen, nicht durch einen Mangel an Fehlern.
- Neugierde und das Stellen von Fragen bilden die Voraussetzung für Entdeckungen.
- Mathematikunterricht ist nicht als Vermittlung von leicht abprüfbarem Wissen und Können zu verstehen, sondern als aktiver, schöpferischer Prozess.

Entscheidend für eine Steigerung der Effizienz des mathematischen Unterrichts ist, dass die genannten Anregungen nicht lediglich zu isolierten Einzelaktivitäten führen, sondern *systematisch* in den Unterricht einbezogen werden.

### Das Ziel bestimmt die Methode

Wir blättern in dem Roman *Alice im Wunderland* [3] und treffen die ratlose Alice, die sich nicht mehr zurechtfindet. Etwas stockend fragt sie die in einem Baum sitzende Grinsekatz: „Würdest du mir Bitte sagen, wie ich von hier aus weitergehen soll?“ Die Katze antwortet: „Das hängt zum großen Teil davon ab, wohin du möchtest.“

Übertragen wir die geschilderte Situation auf die Schule, dann müssen wir fragen:

- Wohin möchten wir im Unterricht?

- Welches Ziel streben wir mit unseren Schülern an?

Zu den wichtigsten übergeordneten Lernzielen gehört die Fähigkeit, selbstständig zu arbeiten. Wenn wir wirklich wollen, dass die Schüler selbstständig werden, müssen sie bereits beim Lernen *Eigenständigkeit* erwerben. Der Unterricht darf daher, nicht nur aus einem Vermitteln von Fakten und Ergebnissen bestehen, sondern die Schüler müssen so oft wie nur möglich Gelegenheiten bekommen, sich mit Aufgaben und Problemen zu befassen, die zu diesen Ergebnissen hinführen. Dies ist natürlich keine prinzipiell neue Erkenntnis. In seinem sehr empfehlenswerten Buch *Bildung und Mathematik* aus den 60er Jahren schreibt Alexander WITTEN-BERG [11]:

Der wirkliche Gehalt des Unterrichts liegt nicht einfach im stofflichen Ergebnis, sondern in dem, was sich an der Erarbeitung desselben vollzieht.

Es genügt also bei weitem nicht, Schüler mit fertigen Lösungen und Ergebnissen, also reinen Fakten, voll zu stopfen. Wer lernen soll, eigenständig zu arbeiten, der muss vor allem lernen, wie man Lösungen bzw. Ergebnisse erzielt. Hierin liegt eine wesentliche Aufgabe des Unterrichts. Sehr treffend hat dies u. a. Heinrich MANN (1871 - 1950) formuliert, der persönlich zur Schule und zu Lehrern ein gespanntes Verhältnis hatte. Obwohl vor über 100 Jahren niedergeschrieben, haben seine Gedanken m. E. nichts an Aktualität eingebüßt:

Die „Schule“ ist ein abstrakter Begriff; die konkreten Faktoren sind „Schüler“ und „Lehrer“ (...). Es kommt wohl überhaupt nicht darauf an, *was* man lehrt, sondern *wie* es gelehrt wird. Man kann, scheint mir, auch durch *klassische* Schulbildung recht gut auf modernes Leben vorbereitet werden; der Unterricht müsste nur danach sein!

(Aus einem Brief an L. EWERS vom 9.6.1891.)

Was bedeutet das nun für den Unterricht? Wie können Schüler die Strategien und Verfahren erlernen, die es ihnen dann ermöglichen, (oder zumindest eigenständiger) zu arbeiten? Als die wohl effektivste Methode erweist sich hier eine Art „training on the job“. Das bedeutet:

- Keine Strategien isoliert für sich präsentieren.
- Die Schüler mit Aufgaben konfrontieren, an denen die entsprechenden Strategien herausgearbeitet werden.
- Diese Strategien müssen an geeignet gewählten Beispielen eingeübt und auf diese Weise eingepägt werden.

Letztendlich soll angestrebt werden, dass diese Strategien auch in außermathematischen Situationen zur Verfügung stehen. Dies gelingt jedoch nur, wenn die Schüler- in der Lage sind, ihre Kenntnisse den jeweiligen Erfordernissen anzupassen. Deshalb muss das vorhandene Wissen bereits im Unterricht in variierenden Kontexten angewandt werden. Ein feststellbarer Erfolg wird sich

aber nur dann einstellen, wenn es sich bei dieser Art des Unterrichtens nicht lediglich um sporadische, sondern um *systematische* Bemühungen handelt.  
[...]

### Vorschläge zur Förderung der Selbstständigkeit

Soweit die ersten Beispiele. Wenn man eigenständiges Arbeiten fördern will, ist es mit entsprechenden Aufgabenstellungen allein, i.a. nicht getan. Wesentlich hängt der Erfolg von einem anregenden Unterrichtsklima ab. In starker Anlehnung an Heinrich WINTER möchte ich folgende Vorschläge machen, die m. E. nachdenkens- und auch nachahmenswert sind.

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probleme (nicht nur geben, sondern) aus Kontexten heraus entwickeln, die herausfordernd erscheinen, zum Fragen anreizen,</li> <li>• Möglichkeiten zum freien Experimentieren an die Hand geben und zum Vermuten ermuntern,</li> <li>• Lern-/Entdeckungshilfen genügend offen halten, weniger Ergebnisfindungshilfen als mehr Hilfen zum Selbstfinden des Ergebnisses anbieten,</li> <li>• für angenehmes Lernklima sorgen, insbesondere Zurückhaltung bzgl. einer zu schnellen Bewertung von Schülerbeiträgen, Abbau von Scheu vor ungewöhnlichen Vorschlägen,</li> <li>• heuristische Strategien bewusst machen und bei entsprechenden Beispielen auch über Denken, Ausdrücken, Darstellen, Sichmerken, Erinnern, Vergessen, Fehlermachen, Üben usw. sprechen.</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### George Polya - immer (noch) aktuell!

Heuristische Strategien sind unser nächstes Stichwort. Hierzu schauen wir in einen der Klassiker des Problemlösens, nämlich in George POLYAS (1887 - 1985) *How to solve it* (deutsche Übersetzung: *Schule des Denkens* [6]). Dort finden wir folgendes Schema:

WIE SUCHT MAN DIE LÖSUNG
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen des Problems</li> <li>• Ausdenken eines Plans</li> <li>• Ausführen des Plans</li> <li>• Rückschau</li> </ul>

[...]

## Elemente einer neuen Aufgabenkultur

Elemente einer neuen Aufgabenkultur lautet das Thema der vorangehenden Überlegungen zu den Modulen 1 und 5. „Neu“ bedeutet nicht neue Aufgaben. Die meisten der traditionellen Aufgaben eignen sich gut für den Unterricht. „Neu“ bezieht sich hier auf die Art und Weise, wie die Aufgaben im Unterricht eingesetzt bzw. behandelt werden, wie mit den Aufgaben umgegangen wird.

Im Brennpunkt steht nicht nur die Aufgabe selbst, sondern vor allem das Ziel, das wir durch das Beschäftigen mit den Aufgaben erreichen wollen. Es geht *um das Herausarbeiten von Strategien*, von Leitideen, die den Aufgaben bzw. deren Lösungen zugrunde liegen. Und es geht um das *Anwenden dieser Strategien* bzw. um das *Erkennen der Leitideen* in anderen Aufgaben.

Aufgaben lassen sich, wiederum im Sinne von Polyas Rückschau (Phase 4), auch als Ausgangspunkt für neue Problemstellungen, also gewissermaßen als Problemkeime nutzen. Dazu stellen wir Fragen folgender Art:

- Gibt es verschiedene Zugänge zu dieser Aufgabe?
- Gibt es unterschiedliche Lösungsmethoden?
- Lässt sich die Aufgabenstellung erweitern, verallgemeinern?
- Welche neuen Erkenntnisse bringt mir diese Aufgabe bzw. deren Lösung?
- Mit welchen bekannten Stoffinhalten lässt sich die Aufgabe bzw. deren Ergebnis vernetzen?
- Lässt sich die Aufgabe in ein übergeordnetes Konzept einfügen?

Neu im eigentlichen Sinne des Wortes ist unsere Vorgehensweise beim Umgang mit Aufgaben auch nicht, wie u.a. die genannten Zitate von Alexander Wittenberg und Heinrich Mann belegen. Doch hat das tägliche Unterrichtsgeschäft dazu geführt, dass einiges in Vergessenheit geraten ist, wir manche Dinge vielleicht zu routiniert angehen und manchmal versäumen, eingefahrenen Wege zu hinterfragen. Als Rechtfertigung können daher folgende Worte des französischen Schriftstellers und Nobelpreisträgers André GIDE (1869 – 1951) dienen:

Alles ist schon einmal gesagt worden, aber da niemand zuhört, muss man es stets von Neuem sagen.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## **Anhang 5: Die Grundkonzeption des BLK-Programms**

Quelle: <http://blk.mat.uni-bayreuth.de/blk/konzept/index.html>

### **"Steigerung der Effizienz des mathematisch - naturwissenschaftlichen Unterrichts"**

Dieses Papier stellt den Ansatz vor, der dem Programm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu Grunde liegt.

### **Hintergrund des Programms**

Die Ergebnisse der TIMSS-Studie haben in Deutschland starke öffentliche Resonanz gefunden. Im Blickpunkt standen die Ergebnisse des internationalen Leistungsvergleichs, bei dem die deutschen Schülerinnen und Schüler im Mittelfeld lagen. Die detaillierten Befunde, die von der Arbeitsgruppe um J. Baumert vorgelegt wurden, gewinnen jedoch unter bildungstheoretischen Gesichtspunkten besondere Bedeutung. So zeigt der deutsche TIMSS-Bericht zum Beispiel, dass relativ große Anteile der Schülerinnen und Schüler hier zu Lande besondere Schwierigkeiten mit anspruchsvolleren Aufgaben und Problemstellungen haben, die konzeptuelles Verständnis voraussetzen. Die Leistungsheterogenität ist ungewöhnlich groß; bei einem nennenswerten Anteil der 7. und 8. Jahrgangsstufe liegt das Leistungsniveau nicht über dem der Grundschule. In der längsschnittlichen Betrachtung sind in Deutschland relativ geringe Kompetenzzuwächse zu verzeichnen. Das Interesse an naturwissenschaftlichen Inhalten und Fächern nimmt über die Schulzeit ab; im Vergleich zu den Jungen neigen die Mädchen dazu, ihre mathematisch-naturwissenschaftlichen Fähigkeiten zu unterschätzen.

### **Das Gutachten zur Vorbereitung des Programms**

Fragen nach den Gründen bzw. Bedingungen für den festgestellten Bildungsstand können mit den Surveydaten der internationalen Vergleichsstudie nur unzureichend beantwortet werden. Wichtige Hinweise auf Bedingungen liefern jedoch die Ergebnisse aus der ergänzenden deutschen Längsschnittstudie und aus den detaillierten Unterrichtsanalysen im Rahmen von TIMSS-Video. Berücksichtigt man den aktuellen Stand der (allgemeinen und domänenspezifischen) Forschung zum Lehren und Lernen, dann lässt sich eine Anzahl gut begründeter Vermutungen über Problembereiche des naturwissenschaftlichen Unterrichts vertreten. Diese Problemzonen werden im "Gutachten zur Vorbereitung eines Programms zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts" beschrieben, das von einer Expertengrup-

pe für die BLK-Projektgruppe "Innovationen im Bildungswesen" ausgearbeitet wurde. Curriculare Problemzonen betreffen demzufolge u.a. die unzureichende vertikale Vernetzung und Kohärenz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts und die mangelnde Abstimmung zwischen den mathematisch - naturwissenschaftlichen Fächern. Das in Deutschland vorherrschende Muster eines fragendentwickelnden Unterrichts bedingt eine Engführung auf das Erarbeiten einer einzigen richtigen Lösung. Dieses Skript des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts vermischt Lern- mit Leistungssituationen, es legt den Schwerpunkt auf einfache Routinisierungen und relativ kurzfristige Behaltensleistungen. Die geringe Kumulativität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts behindert zudem das Erleben von Kompetenzzuwachs und beeinträchtigt die Entwicklung von sachbezogener Lernmotivation und Interesse. Als ein weiterer Problembereich wird das systematische Einführen in naturwissenschaftliches Arbeiten und Argumentieren und das Ausnutzen der Möglichkeiten naturwissenschaftlicher Experimente genannt.

### **Leitlinien des Programms**

Vor diesem Hintergrund hat die Expertengruppe eine Konzeption für das Modellprogramm zur Sicherung und Verbesserung der Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts vorgeschlagen. Dieser Entwurf ist von der BLK-Projektgruppe angenommen worden. Er bestimmt die Grundzüge des Programms.

Prozesse der Qualitätssicherung und Optimierung von Lehren und Lernen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern sollen auf der Ebene der Schule in Gang gesetzt und mit dem Ziel gestützt werden, diesen eine eigene Dynamik zu geben, die über den Modellversuch hinaus trägt. Diese Konzeption greift die Erkenntnis der Implementationsforschung auf, dass in professionellen Handlungszusammenhängen sich Veränderungen nur dann entwickeln und Bestand haben, wenn diese von den Lehrkräften subjektiv angenommen und erfolgreich in veränderte Handlungsrouninen eingebaut werden können.

Im Rahmen des Modellprogramms soll ein entsprechender Prozess der Qualitätsentwicklung bezogen auf die allgemein bildenden Funktionen des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts angeregt und unterstützt werden. Diese Zielperspektive schließt das sicher beherrschte, flexibel anwendbare Grundwissen und das geistig durchdrungene, vielseitig vernetzte und anschlussfähige Orientierungswissen ebenso ein wie das Bewusstsein von der Bedeutung von Mathematik und Naturwissenschaften für das Begreifen der Welt und die eigene Beteiligung am gesellschaftlichen Leben sowie die Bereitschaft, Entwicklungen in diesen Gebieten weiter zu verfolgen bzw. weiter zu lernen.

Das Programm setzt gezielt an den Stärken des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichs an, die in der fachlichen Gediegenheit des Unterrichts, der fachlichen Qualifikation und der Unterrichtserfahrung der Lehrkräfte begründet sind. Das Programm schlägt Module zur Auswahl und Bearbeitung an den Schulen und in Schulnetzen vor. Die Module betreffen einge-

enge und konkretisierte Problembereiche des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts und enthalten Hinweise auf Bearbeitungsmöglichkeiten.

Grundprinzip ist die Zusammenarbeit von Lehrkräften innerhalb der Fachgruppe einer Schule und längerfristig auch die Abstimmung und Justierung des Unterrichts über die Einzelschule hinweg. Die Arbeit der Schulen wird möglichst maßgeschneidert lokal, regional oder überregional koordiniert und unterstützt. Bei der regionalen Unterstützung sollen vor allem die Schulaufsicht, die Landesinstitute und Fortbildungseinrichtungen der Länder zusammenwirken. Der zentrale Programmträger (IPN, Kiel) übernimmt die Aufgabe der fachlichen Koordination, der wissenschaftlichen Beratung (im Bereich der Naturwissenschaften und in ihren Didaktiken sowie zu Fragen des Lernens und Lehrens), der Ergebnissicherung und der zentralen Koordinierung des Austausches zwischen den Schulen. Für die fachliche und fachdidaktische Betreuung im Bereich der Mathematik zeichnet das ISB in München verantwortlich. Neben der Unterstützung der Pilot und Netzwerkschulen bei der Umsetzung und Dokumentation ihrer Arbeitsprogramme wird der Programmträger, wo erforderlich, zusätzlichen (z.B. lernpsychologischen oder fachdidaktischen) Sachverstand einholen oder beispielhafte Entwicklungsarbeiten zu besonders komplizierten und aufwändigen Problembereichen in Auftrag geben. Das Programm setzt also auf einen langfristigen, kontinuierlichen und letztlich professionellen Prozess der Optimierung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, unter Anregung und Stützung von wissenschaftlicher Seite auf dem aktuellen Stand von Lehr-LernForschung und Fachdidaktik.

## **Die Module**

Die inhaltlichen Schwerpunkte, die im Rahmen der Qualitätsentwicklung bearbeitet werden sollen, sind in 11 Modulen beschrieben. Die im Gutachten der Expertengruppe nur knapp umrissenen Module stehen in einem abgestimmten Gesamtzusammenhang. Sie sind im Kontext von Zielen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung und von wissenschaftlich fundierten Prinzipien des Lehrens und Lernens zu interpretieren und zu konkretisieren. Dabei können und sollen die Schulen Besonderheiten ihrer lokalen und regionalen Bedingungen berücksichtigen.

Im Einzelnen betreffen die Module folgende thematische Bereiche:

**Modul 1:** Weiterentwicklung einer Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht

**Modul 2:** Naturwissenschaftliches Arbeiten

**Modul 3:** Aus Fehlern lernen

**Modul 4:** Sicherung von Basiswissen Verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus

**Modul 5:** Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen

**Modul 6:** Fächergrenzen erfahrbar machen: Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten

**Modul 7:** Förderung von Mädchen und Jungen

**Modul 8:** Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern

**Modul 9:** Verantwortung für das eigene Lernen stärken

**Modul 10:** Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs

**Modul 11:** Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schulübergreifender Standards

Bis zum Beginn des Programms werden zu diesen Modulen Handreichungen für die Schulen entwickelt. Die Handreichungen enthalten ausführlichere Darstellungen der entsprechenden Problemzonen und des diesbezüglichen Forschungsstandes. Sie sollen den jeweiligen Problembereich strukturieren und aus der Fachperspektive akzentuieren, Möglichkeiten der Bearbeitung skizzieren und auf eventuelle Schwierigkeiten hinweisen. Die Handreichungen enthalten zur Veranschaulichung auch Beispiele, jedoch keine Vorschläge für Maßnahmen, die einfach übernommen und umgesetzt werden können.

Auf der Grundlage dieser Handreichungen sollten die Schulen beginnen können, die von ihnen ausgewählten Module zu bearbeiten. Die Handreichungen helfen den Lehrkräften bzw. Schulen, die Problemstellungen zu konkretisieren und zu präzisieren. Für eingeeengte Arbeitsvorhaben sind schnellere Fortschritte zu erwarten. Klar definierte Ziel und Problemstellungen erleichtern die Unterstützung und den Austausch; sie sind zudem erforderlich, um die erarbeiteten Lösungsvorschläge beurteilen und die Ergebnisse sichern zu können.

Ergänzend erhalten die Schulen Handreichungen über schulbezogene Maßnahmen zur Steigerung der Sichtbarkeit und Akzeptanz von Mathematik und Naturwissenschaften.

### **Arbeitsschritte bei der Qualitätsentwicklung**

Wenn die Entscheidung für die Bearbeitung eines Moduls gefallen ist, kann der Optimierungsprozess beginnen. Im Folgenden werden drei Phasen der Quali-

tätsentwicklung mit mehreren Teilschritten unterschieden. die in etwa die Logik des Vorgehens an den Schulen kennzeichnen:

Phase I: Optimierungsbedarf / Problem bestimmen

- (1) Optimierungsbedarf bzw. Probleme bewusst machen
- (2) Probleme akzeptieren
- (3) Probleme konkretisieren
- (4) Problem auswählen und sich vornehmen
- (5) Problem definieren: Ziel und Ausgangslage

Phase II: Lösungen erarbeiten

- (6) Teilprobleme unterscheiden
- (7) Ansprüche an Lösungen bestimmen
- (8) Hilfreiches Wissen suchen
- (9) Lösungen generieren
- (10) Realisierbarkeit und Anwendungsbedingungen prüfen

Phase III: Lösungen umsetzen und überprüfen

- (11) Handlungsschritte und Umsetzung durchspielen
- (12) Neue Lösung unter normalen Bedingungen umsetzen
- (13) Zielerreichung überprüfen
- (14) Lösungen unter variierenden Umständen erproben
- (15) Neuen Zugang routinisieren

Entsprechende Qualitätsentwicklungszyklen können selbstverständlich wiederholt an unterschiedlichen Problemstellungen durchlaufen werden.

### **Rahmenbedingungen für die Qualitätsentwicklung**

Die Leitlinien des Programms legen nahe, die Optimierung des Lehrens und Lernens in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern als professionelle Aufgabe zu sehen, die nur in Kooperation sinnvoll bearbeitet werden kann. Unhintergehbare Kooperationseinheit ist die Arbeitsgruppe an der jeweiligen Schule. Der Austausch mit den Schulen im Netz wird intensiv zu pflegen sein, um zu erfahren, wie Probleme andernorts wahrgenommen oder gelöst werden, um Anregungen und Tipps zu bekommen, vor allem aber auch, um die eigenen Entwicklungen unter anderen Umständen erproben zu können. Aber auch das überregionale Netzwerk von Schulen stellt eine Wissensbasis bereit, zu der beigetragen und von der profitiert werden kann.

Essenziell ist selbstverständlich auch die Kooperation mit den regionalen und zentralen Koordinierungsstellen. Letztere hat nicht nur die Funktion, Handrei-

chungen bereitzustellen. Sie hilft mit Rat und Tat bei allen inhaltlichen, didaktischen und technischen Problemen weiter.

Die zentrale Koordinierungsstelle am IPN wird weitere Hilfsmittel und Werkzeuge für die Qualitätsentwicklung vorbereiten. Es handelt sich um Vorgaben bzw. Formate für die Dokumentation der Arbeiten, die an den Schulen in Angriff genommen und geleistet wurden. Ein einheitliches Dokumentationsformat ist notwendige Voraussetzung für einen effektiven Informationsaustausch, für die Sicherung eines Erkenntnisfortschritts und für das Nutzen von sozial erarbeitetem Wissen bis hin zur Gewährleistung von konstruktiver Beratung. Damit der Dokumentationsaufwand für die Schulen in einem vertretbaren Rahmen bleibt, werden Protokollvorlagen (Dateien) vorbereitet. Um allen am Programm beteiligten Schulen Zugriff auf diese (und andere) Ressourcen zu gestatten, wird ein Server eingerichtet. Er dient als technisches Hilfsmittel für die Erleichterung von Informationsaustausch und Kooperationen zwischen den Schulen und mit den Koordinatoren. Eine weitere wichtige Dienstleistung der zentralen Koordinierungsstelle betrifft die Unterstützung bei der internen, formativen Evaluation der Entwicklungen bzw. Maßnahmen, die an den Schulen ausgearbeitet werden. Die Optimierung von Unterricht setzt voraus, dass Verbesserungsvorschläge erprobt und kriterienbezogen auf ihre Wirksamkeit geprüft werden. Es gibt ein breites Spektrum von Evaluationsverfahren, die von Lehrkräften in den Schulen ohne großen Aufwand eingesetzt werden. Die Koordinierungsstelle wird Vorlagen für Verfahren bereitstellen, die unter verschiedenen Zwecksetzungen und Zielstellungen eingesetzt werden können.

Neben dieser internen Evaluation wird eine externe Evaluation des Modellversuchsprogramms im Auftrag des wissenschaftlichen Beirates erfolgen. Diese wissenschaftliche Begleitung wird in den ersten Jahren des Programms vorwiegend prozessorientiert / formativ angelegt sein. Auf längere Sicht sind jedoch auch im Rahmen dieser externen wissenschaftlichen Begleitung summative Erfolgskontrollen vorgesehen. Kriterien für diese Evaluation werden in Abstimmung mit der Koordinierungsstelle festgelegt werden.

## **Arbeitsschwerpunkte und Module des Programms**

### **Vorbemerkung**

Die thematischen Vorschläge der Expertengruppe für die Arbeit im Programm beziehen sich auf alle Schulformen der Sekundarstufe I gleichermaßen. Darüber hinaus wird aber auch der gymnasiale Bildungsgang als ganzer in den Blick genommen, in dem die Einführungsphase und die Grundkurse der gymnasialen Oberstufe besonderer Aufmerksamkeit bedürfen. Auch in der Grundschule sieht die Expertengruppe Forschungs- und Handlungsbedarf. Sie zögert jedoch, den Rahmen des Programms zu stark auszuweiten, so daß die Grund-

schule unberücksichtigt bleibt. Die Themenvorschläge sind als Module eines Gesamtsystems konzipiert. Bei aller thematischen Variabilität und Flexibilität der Schwerpunktsetzung haben alle Module das gemeinsame Element der systematischen Zusammenarbeit von Lehrkräften im Fach, der Fächergruppe und gegebenenfalls auch über Fächergruppen hinweg. Diese Zusammenarbeit erhält ihren größeren Rahmen im regionalen Erfahrungsaustausch zwischen Schulen und in der überregionalen Unterstützung und Betreuung. Die Bereitschaft zur Zusammenarbeit innerhalb einer Schule zur Optimierung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts und zur Verbesserung der Sichtbarkeit und Akzeptanz dieses Bereichs ist eine Vorbedingung für die Teilnahme am Programm. Eine Schule wird also immer mit mehreren Klassen innerhalb eines Jahrgangs oder über Jahrgangsstufen hinweg am Modellversuch beteiligt sein. Die Beteiligung am Programm sollte nicht nur vom Schulleiter und einzelnen Lehrern, sondern von einem substantziellen Teil des Kollegiums zumindest mitgetragen werden. Die Arbeitsschwerpunkte sind als Module konzipiert, die unterschiedliche Schwerpunktsetzungen erlauben, aber gleichwohl in einem Gesamtkonzept organisiert sind. Die Reihe der modularen Themen ist nicht abschließend. Sie ist offen für Ergänzungen, die aus den Ländern und Schulen kommen können. Auch die Module selbst sind nur knapp umrissen, sie bedürfen der Interpretation und Konkretisierung unter Berücksichtigung der lokalen und regionalen Bedingungen. Im Folgenden werden unterrichtsbezogene Maßnahmen, die den eigentlichen Kern des Programms bilden, Maßnahmen zur Verbesserung der Sichtbarkeit, Akzeptanz und Wertschätzung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichs innerhalb und außerhalb der Schule sowie unterstützende Materialentwicklungen und Maßnahmen zur Sicherung des Erfahrungsaustauschs beschrieben. Die Expertengruppe zögert, das Ensemble der vorgeschlagenen Maßnahmen als Reform oder Innovation zu bezeichnen, die den Eindruck einer schnellen und abschließbaren Veränderung erwecken. Denn gerade dies hält die Expertengruppe weder für erstrebenswert noch für realisierbar. Ihre Vorschläge setzen auf einen langfristigen, kontinuierlichen und letztlich professionellen Prozess der Optimierung, in dem Bewährtes zum Zwecke der Weiterentwicklung und Verbesserung thematisierbar wird. Ein solcher Optimierungsprozess kann und sollte auch in die Breite gehen, aber er wird nicht flächendeckend sein können. Wenn er erfolgreich verläuft, wird die Heterogenität von Schulen zunächst erhöht. Hervorragende Leistungen werden damit sicherlich nicht zur Regel, aber doch häufiger anzutreffen sein als bisher. Realistische Erwartungen sollten nach der Überzeugung der Expertengruppe Bestandteil des Modellversuchsprogramms sein.

### **Unterrichtsbezogene Maßnahmen**

Lehrkräfte haben eine Vorstellung von gelingendem Unterricht, die Sicherheit des Handelns gewährleistet. Diese Vorstellungen sind in der Regel nicht ohne weiteres beschreibbar oder explizierbar. Aber die impliziten subjektiven Theorien leiten Wahrnehmen und Handeln der Lehrkraft im Unterricht. Bereits die ei-

genen Unterrichtserfahrungen als Schüler prägen die subjektiven Theorien, die dann vor allem in der zweiten Phase der Lehrerbildung stabilisiert und generalisiert werden. Die subjektiven Theorien helfen, um mit der Komplexität des Unterrichtsgeschehens umgehen zu können. Sie dienen als Orientierungsrahmen, in dem relativ schnell Handlungssicherheit gewonnen werden kann. Die subjektiven Theorien werden in der Lehrerschaft als Professionskultur geteilt. Gemeinsame Erfahrungen und Einflüsse führen zu ähnlichen, kulturspezifischen Vorstellungen von Unterricht. Diese handlungsleitenden Vorstellungen oder Theorien konstituieren kulturelle Skripts, gleichsam Drehbücher, die den Ablauf zahlreicher Stunden festlegen. In die Gesamtchoreographie des Unterrichts eingebettet sind spezifische Skripts für bestimmte Unterrichtsphasen oder Arbeitsformen. Die unmittelbar auf das Unterrichtsgeschehen bezogenen Skripts werden ergänzt und gestützt durch vergleichbare Skripts für das Handeln außerhalb des Unterrichts (z.B. Vor- und Nachbereitung, Planung). Die Skripts beschreiben Grundstrukturen von Unterricht, die Variationen in bestimmten Bandbreiten zulassen. Insgesamt bilden sie ein System, das in seiner Abstimmung routiniertes Handeln gewährleistet. Jede Änderung bzw. jeder Eingriff in einzelne Unterrichtsrouninen ist ein Eingriff in das System, der ein Neutrieren der Elemente verlangt. So tangieren Änderungen bestimmter unterrichtsbezogener Abläufe auch die Skripts für das außerunterrichtliche Lehrerhandeln. In Hinblick auf die Optimierung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts empfiehlt die Expertengruppe deshalb behutsame Maßnahmen, die an den Unterrichtsrouninen und Skripts ansetzen:

- Die Maßnahmen sollten so an persönliche und situative Bedingungen anpassbar sein, dass die Handlungssicherheit der Lehrkräfte nicht gefährdet wird.
- Die Schritte sollten im Rahmen einer Gesamtkonzeption koordiniert und von einer übergeordneten Vision einer Entwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts getragen sein.
- In diesem Rahmen sind unterschiedliche Ansatzpunkte und unterschiedliche Kombinationen von thematischer Arbeit möglich und nötig. Vielfach wird eine Vernetzung der Maßnahmen erforderlich oder sinnvoll sein.
- Gemeinsame Zielperspektive ist die Erweiterung des kulturellen Skripts des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zur Verbesserung verständnisvollen Lernens und zur Stabilisierung der Lernmotivation.

Die Expertenkommission ist der Überzeugung, dass die Weiterentwicklung der kulturellen Unterrichtsskripts nur durch Zusammenarbeit und Erfahrungsaustausch auf unterschiedlichen Ebenen gelingt. Ziel ist die Transformation eines impliziten kulturellen Unterrichtsskripts in ein professionelles Skript, dessen Elemente zwar Teile von gut eingeschliffenen Routinen sind, aber leicht bewusst gemacht und diskursiv verhandelt werden können. Im Folgenden werden die thematischen Schwerpunkte der unterrichtsbezogenen Maßnahmen skizziert, die freilich im Kontext des jeweiligen Faches zu spezifizieren sind:



## **Modul 1: Weiterentwicklung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht**

Entscheidend für die Motivierung des Lernens und für ein verständnisvolles Erschließen von Wissen sind die Aufgabenstellungen, an denen Schülerinnen und Schüler neuen Stoff im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht erarbeiten. In motivationaler wie kognitiver Hinsicht nicht minder bedeutsam sind die Aufgaben, die zur Konsolidierung und Übung des erworbenen Wissen dienen. Mit der didaktischen Konzeption von Aufgabenstellungen werden Aspekte oder Teilskripts des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts reflektiert und geprüft, die relativ konkret und gut eingegrenzt sind. In der Weiterentwicklung von Aufgabenstellungen und der Form ihrer Bearbeitung liegt ein beträchtliches Potenzial zur Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Die Erarbeitung von neuem Stoff wird sowohl durch die Aufgabenstellung selbst als auch durch die Art ihrer Präsentation und die Form ihrer Behandlung im Unterricht bestimmt. Beides zeichnet die Art des zu erwerbenden Wissens vor. Die Unterrichtsführung kann auf die Erarbeitung einer Lösung, die Beherrschung eines Algorithmus' oder die Automatisierung einer Routine angelegt sein oder aber die Vielfalt möglicher methodischer Zugangsweisen und Lösungswege herausstellen. Bestimmte Aufgabenstellungen begünstigen die eine oder andere Vorgehensweise. Es ist unter Fachkundigen unstrittig, dass bestimmte Stoffe und Themen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht vernünftigerweise konvergent mit dem Ziel unterrichtet werden, bestimmte Verfahren zu sichern und zu automatisieren. Problematisch ist dieses Vorgehen dann, wenn es ein Unterrichtsfach insgesamt prägt und damit schematisches Arbeiten begünstigt und den auf Verständnis beruhenden Erwerb flexiblen Wissens erschwert. Die Engführung der Erarbeitung des neuen Stoffs im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch auf eine einzige Lösung und Routine hin ist für den Mathematikunterricht und aller Wahrscheinlichkeit nach auch für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern in Deutschland charakteristisch.

Um zu einer größeren methodischen Variabilität zu kommen, sollten in einem Schwerpunkt des geplanten Programms Aufgabentypen entwickelt und erprobt werden, die mehrere Vorgehensweisen und unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten zulassen oder geradezu anbieten. Darüber hinaus sollte aber auch geprüft und erprobt werden, wie traditionelle, bereits eingeführte Aufgabenstellungen in einer Form dargeboten und bearbeitet werden können, die es erlaubt, multiple Zugangswege fruchtbar zu machen.

Ziel ist es, Schülerinnen und Schüler auf unterschiedlichen Kompetenzniveaus anzuregen, mit ihnen zugängliche Lösungen zu finden, die dann im Unterricht vergleichend analysiert werden könnten. Besonders im Vergleich qualitativ unterschiedlicher Lösungswege, ihrer Begründungen und Probleme kann sich

Verständnis entfalten. Abwechslungsreiche Anwendungsaufgaben in variierenden Kontexten geben dem Durcharbeiten und Üben Reiz und Bedeutung und tragen zur Konsolidierung des Wissens bei. Neben den Prüfungsaufgaben definieren vor allem sie die Standards dessen, was von Schülern am Ende einer Unterrichtseinheit erwartet wird. Zusätzliche Strukturveränderungen in den Aufgaben schaffen anspruchsvolle Denk- und Übertragungsprobleme, die Wissen flexibilisieren. Neben einer Reflexion der gängigen Übungspraxis bietet es sich an, Übungsaufgaben unter bestimmten Gesichtspunkten (z.B. Variieren von Inhalten, Kontexten und Strukturen) zu konstruieren, zu erproben, auszutauschen und zu dokumentieren. Entsprechend abgestufte und durchdachte Aufgaben lassen die Schüler selbst spüren, wo weiterer Übungsbedarf besteht. Sie liefern zudem diagnostische Information über individuelle Verständnisprobleme und Lernschwierigkeiten. Bisher ist es noch nicht befriedigend gelungen, systematisches Wiederholen auch länger zurückliegender Stoffe so in den Unterricht zu integrieren, dass es sich harmonisch in die Erarbeitung, Konsolidierung und Übung des neuen Stoffs einfügt. Vernetztes Wissen und die individuelle Erfahrung allmählichen Kompetenzzuwachses verlangen aber gerade dies. Ursachen für die Randständigkeit des Wiederholens - Randständigkeit auch im wörtlichen Sinne: denn oftmals eröffnet die Wiederholungsphase den Unterricht mit der Rekapitulation des Stoffes der vorangegangenen Unterrichtsstunde - sind vielfältig. Dazu gehören die relativ geringe vertikale Vernetztheit der Themen und Stoffe im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht, ein Unterrichtsskript, das vornehmlich den Erwerb neuer Routinen begünstigt, und Klassen-(Schul-)Arbeiten, die im Wesentlichen nur den jüngst durchgenommenen Stoff prüfen. Ein unterrichtsbezogener Schwerpunkt des geplanten Programms sollte sich mit der Integration der systematischen Wiederholung auch des länger zurückliegenden Pensums in die Erarbeitung, Konsolidierung und Übung neuer Stoffe beschäftigen. Unter dieser Perspektive müssen Aufgabenstellungen überprüft, modifiziert, teilweise auch neu entwickelt und erprobt werden. Die Bemühungen der Lehrkräfte und Fachgruppen um eine Optimierung der Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht sollten durch fachdidaktische Entwicklungs- und Dokumentationsarbeiten angeregt und unterstützt werden.

## **Modul 2: Naturwissenschaftliches Arbeiten**

Das Experimentieren, Beobachten, Vergleichen und Systematisieren spielt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine herausragende Rolle. Die Besonderheiten und den Sinn der naturwissenschaftlichen Denk- und Vorgehensweise erschließen sich Schülerinnen und Schüler jedoch nur dann, wenn sie im Unterricht von Anfang an daran gewöhnt werden, gedanklich vorbereitet, zielgerichtet und systematisch zu experimentieren und zu beobachten. Gleichgültig, ob Lehrkräfte oder Schüler Versuche durchführen, das Formulieren von Fragestellungen und Vermutungen, die Aufbereitung und Interpretation der Ergebnisse und das Reflektieren der Vorgehensweise müssen zur Selbstverständlich-

keit werden. Damit gewinnen das Sprechen, Austauschen, Verständigen und Diskutieren, aber auch die Verschriftlichung eines zusammenhängenden Gedankengangs eine Bedeutung für den naturwissenschaftlichen Unterricht, die nicht immer erkannt wird. Aus diesen Gründen rentiert es sich, selbstkritisch zu überprüfen, ob und inwieweit das Beobachten und Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht theorie- oder fragestellungsgeleitet und reflektiert abläuft. Besondere Aufmerksamkeit verdienen dabei das Sprechen und der sachbezogene Diskurs, aber vermutlich auch Formen des epistemischen, d.h. klärenden und Verständnis erzeugenden Schreibens.

Das Feld des naturwissenschaftlichen Arbeitens und insbesondere des Experimentierens - mag es sich um Demonstrationsexperimente oder Schülerversuche handeln - ist eine besondere Stärke der Naturwissenschaftsdidaktiken. Zu fast allen Sachgebieten gibt es fantasievolle und sehr spezifische Vorschläge für Demonstrationen oder Schülerversuche. Innerhalb der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer liegt der Mangel weniger in einem unzureichenden Fundus didaktischer Ideen als vielmehr in der konsequenten Nutzung vor allem des Experiments zur Anregung von Denken und Lernen. Allerdings gibt es ein erhebliches konzeptuelles didaktisches Defizit im Bemühen, das naturwissenschaftliche Arbeiten in den einzelnen Fächern aufeinander zu beziehen und abzustimmen. In dieser Hinsicht sind Entwicklungsarbeiten dringend. Unter dieser doppelten Perspektive sollte die Stärkung des naturwissenschaftlichen Arbeitens einen Schwerpunkt des Förderungsprogramms bilden.

### **Modul 3: Aus Fehlern lernen**

Durch Fehler wird man klug. Dies könnte auch für die Schule gelten. Wenn im Alltag erworbene Vorstellungen, Deutungsmuster und das praktische Handlungswissen auf die konzeptuellen und prozeduralen Vorstellungen stoßen, die der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht vermitteln möchte, entwickelt sich Lernen

notwendigerweise auch als Prozess des Fehlermachens und der Fehlerkorrektur. Verständnisfehler sind Lerngelegenheiten, die genutzt oder verpasst werden können. Obwohl Fehler immer individuell und im Einzelnen kaum prognostizierbar sind, sind sie doch nicht gleich verteilt. Bestimmte Alltagsvorstellungen von Phänomenen und deren Zusammenhänge treten in Abhängigkeit vom Alter und Vorwissen von Schülern besonders häufig auf. Über typische Schüler Vorstellungen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich wissen die Fachdidaktiken mittlerweile sehr gut Bescheid. Mathematische und naturwissenschaftliche Alltagsvorstellungen von Schülern, die sich durch eine gemeinsame Fehlerlogik auszeichnen, sind für eine produktive Nutzung im Unterricht besonders geeignet. Dies setzt jedoch voraus, dass Fehlermachen im Unterricht ohne Bewertung und Beschämung erlaubt ist und adäquate Handlungs-routinen verfügbar sind, mit Fehlern lernfördernd umzugehen. Die Rehabilitation des Fehlers als Lerngelegenheit sollte ein unterrichtsbezogener Schwerpunkt des Förderungsprogramms sein. Als Unterstützungsleistung sollten ein-

schlägige Arbeiten zu typischen Schülervorstellungen, die für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I Bedeutung haben, gesichtet und unterrichtsbezogen aufgearbeitet werden.

#### **Modul 4: Sicherung von Basiswissen - Verständnisvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus**

Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht werden die Lehrkräfte mit ausgeprägten Unterschieden in Vorwissen und Vorerfahrungen konfrontiert. Es fällt dementsprechend schwer, den Unterricht an die Lernvoraussetzungen anzupassen, ohne bestimmte Schülergruppen zu benachteiligen. Der Blick in Schulsysteme anderer Nationen zeigt, dass es die Lehrkräfte in Deutschland auf Grund des differenzierten Schulsystems mit einer vergleichsweise homogenen Schülerschaft zu tun haben. Es zeigt sich aber auch, dass Lehrkräfte in anderen Ländern geschickte Verfahren entwickelt haben, um mit heterogenen Lernvoraussetzungen umzugehen. Unter anderem gelingt dies durch Problemstellungen oder Übungsaufgaben, die Lösungen auf unterschiedlichen Niveaus zulassen. Diese Ansätze ermöglichen es, Unterschieden in den Lernvoraussetzungen didaktisch zu begegnen, ohne spezielle Lerngruppen im Sinne einer inneren Differenzierung zu bilden .

Anliegen des Modellprogramms sollte es sein, mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht so zu optimieren, dass relativ große Bandbreiten von Schülern im Klassenverband aller Schulformen kognitiv wie motivational angesprochen werden. Freilich trägt Unterricht, der optimal individuell fördert, in der Regel dazu bei, dass sich die Unterschiede zwischen Schülern über die Zeit weiter vergrößern. Damit ergibt sich für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht die besondere Herausforderung, auch bei einer Auseinanderentwicklung der Leistungsniveaus sicherzustellen, dass alle Schülerinnen und Schüler verständnisvoll lernen, wenn auch auf unterschiedlichen Komplexitätsniveaus. Die Herausforderung muss angenommen werden, um sicherzustellen, dass der größte Teil der Schülerschaft das mathematisch-naturwissenschaftliche Grundwissen und Grundverständnis erwirbt, das notwendige Bedingung für einen erfolgreichen Übergang in die berufliche Erstausbildung ist.

Dies bedeutet zum Beispiel, dass für anstehende mathematisch-naturwissenschaftliche Inhalte Niveaus des Verstehens differenziert werden, die je nach Vorwissen von den Schülerinnen und Schülern erreicht werden können. Die Verstehensniveaus müssten so beschrieben werden, dass sie beim Bearbeiten von Aufgaben erkannt und bei der Konstruktion von Prüfungsaufgaben berücksichtigt werden können. Bei der Bewältigung dieser Aufgaben benötigen die Lehrkräfte und Fachgruppen Anregungen und Unterstützungen durch beispielhafte fachdidaktische Differenzierungen von Verstehensebenen für mathematisch-naturwissenschaftliche Lehrinhalte.

## **Modul 5: Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen**

Lernanstrengungen lohnen sich dann, wenn ersichtlich ist, was man hinterher kann. Schülerinnen und Schüler, die sich über mehrere Jahre mit mathematischen und naturwissenschaftlichen Inhalten auseinandersetzen, müssen spüren können, dass sie in ihrer fachbezogenen Kompetenzentwicklung sukzessive voranschreiten. Dies wird dann erfahrbar, wenn sie eine Vorstellung darüber entwickeln konnten, wie die Lerninhalte aufeinander aufbauen und in dieser Verknüpfung die Grundlage für ein Verständnis komplexer Sachverhalte schaffen. Die Sequenzierung des Lehrstoffes muss für Schüler nicht in jedem einzelnen Schritt, aber langfristig kohärent sein. Aussagekräftige Rückmeldungen über ihren Kompetenzzuwachs erhalten die Schülerinnen und Schüler zum Beispiel durch Wiederholungsaufgaben, die in Neuerwerbsaufgaben eingebettet sind. Dabei wird ihr vorangegangener Lernfortschritt bestätigt. Sie spüren die Nützlichkeit des vorangegangenen Lernens und zugleich die Notwendigkeit weiterer Lernbemühungen.

Voraussetzung für das Erfahren von Kompetenzzuwachs ist eine kohärente und kumulative Sequenzierung des Lehrstoffes. Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht gewinnt Kohärenz durch vertikale Verknüpfungen, die zwischen früheren, aktuellen oder auch zukünftigen Lerninhalten hergestellt werden. Entsprechende Möglichkeiten vertikaler Verknüpfungen sind in den Fachlehrplänen nur zum Teil ausgewiesen oder angedeutet. Sie können und müssen von den Lehrkräften für ihren Unterricht generiert werden. Dass dies Zusammenarbeit und Abstimmung in der Fachgruppe verlangt, ist unmittelbar einsichtig. Im Rahmen des Modellprogramms sollte der Frage nachgegangen werden, inwieweit der derzeitige mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht kumulativ angelegt und vertikal verzahnt ist. Zu entwickeln und zu erproben wären Unterrichtseinstiege und Aufgabenstellungen, die früher Gelerntes mit dem aktuellen Lehrstoff systematisch verbinden. Zur Anregung benötigen die beteiligten Lehrkräfte beispielhafte Vorlagen von fachdidaktischer Seite, die Möglichkeiten effektiver vertikaler Verknüpfungen sichtbar machen und lernpsychologisch begründen.

## **Modul 6: Fächergrenzen erfahrbar machen: Fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten**

Trotz ihrer inhaltlichen Besonderheiten teilen die Fächer Biologie, Chemie, Mathematik und Physik eine Reihe von Gemeinsamkeiten. Diese werden dann deutlich, wenn explizit auf Wissen aus dem anderen Fach zurückgegriffen wird, wenn interdisziplinäre Schnittstellen behandelt und bestimmte Phänomene oder Probleme aus der Sicht verschiedener Fächer betrachtet und damit mehrperspektivisch erschlossen werden. Horizontale Verknüpfungen zwischen Inhalten, Fragestellungen und Verfahren der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer können genutzt werden, um komplexe Probleme zu bearbeiten und die

wechselseitige Bezogenheit der naturwissenschaftlichen Fächer sichtbar zu machen. Sie haben auch die Funktion, Wissen vielfältig zu vernetzen, neue Anwendungskontexte bereitzustellen und Konzepte und Modellvorstellungen flexibel werden zu lassen.

Im Rahmen des Modellversuchs kann die Problematik horizontaler Verknüpfungen dann zweckmäßig bearbeitet werden, wenn der Suchraum auf einige wenige Bereiche konzentriert wird, die für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht besonders kritisch sind. Damit die Lehrkräfte didaktisch sinnvolle Möglichkeiten horizontaler Verknüpfungen erarbeiten und erproben können, sollte im Modellprogramm ein Gerüst mit Anregungen und Unterstützungen bereitgestellt werden. In den Lehrplänen einzelner Länder sind dafür bereits Vorarbeiten geleistet worden.

Die Expertengruppe möchte darüber hinaus anregen, Themen und Fragestellungen zu identifizieren und für den Unterricht aufzubereiten, die besonders geeignet sind, eine fachübergreifende und fächerverbindende Perspektive, die durchaus über die Familie der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer hinausreichen kann, aus dem jeweiligen Fach selbst heraus zu entwickeln. Dies sind Themenstellungen, die die spezifische Leistungsfähigkeit eines Fachs und deren Grenzen zugleich sichtbar machen.

### **Modul 7: Förderung von Mädchen und Jungen**

Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zeichnen sich schon zum Ende der Grundschulzeit beträchtliche Leistungs- und Interessenunterschiede zwischen den Geschlechtern ab, die sich im Verlauf der Schulzeit noch vergrößern können. Vor allem die Fächer Mathematik, Physik und Chemie (nicht aber die Biologie) polarisieren zwischen Mädchen und Jungen. Für diese Fächer und ihre Inhalte interessieren sich Mädchen im Mittel deutlich weniger als Jungen. Auch bei Leistungsvergleichen schneiden die Schülerinnen im Durchschnitt in diesen Fächern schlechter ab als die Schüler. Dieser Unterschied wird jedoch nicht durch Geschlechterdifferenzen in kognitiven Fähigkeiten bedingt. Die Distanz der Mädchen zur Mathematik und vor allem zur Physik und zur Chemie stellt eine aktuelle Herausforderung für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht dar. In verschiedenen, größer und kleiner angelegten Projekten wurden in der letzten Zeit Konzepte und Materialien zur speziellen Förderung von Mädchen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt. Dabei wurden Möglichkeiten erarbeitet, den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht so an den Interessen der Mädchen zu orientieren, dass ihr Interesse und ihr Lernerfolg gefördert wird, ohne das Lernen der Jungen zu beeinträchtigen. Die Expertengruppe regt an, in einem unterrichtsbezogenen Schwerpunkt des Modellprogramms an der Umsetzung dieser Konzepte weiterzuarbeiten. Zur Unterstützung sollten die verfügbaren Materialien und Anregungen zur differenziellen Förderung von Mädchen im mathematisch-

naturwissenschaftlichen Unterricht dokumentiert und unterrichtsbezogen aufbereitet werden.

### **Modul 8: Entwicklung von Aufgaben für die Kooperation von Schülern**

In den auf die gegenständliche Welt bezogenen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern wird die Bedeutung sozialer Prozesse auch für das Lernen nicht selten unterschätzt. Deshalb empfiehlt es sich, das Augenmerk unter anderem auch auf soziale Aspekte des Unterrichts zu richten: auf die sozialen Umgangs- und Arbeitsformen, vor allem auf das Kooperieren zwischen Schülern. Kooperatives Lernen kann nicht nur zu einem produktiven Arbeitsklima und zu einem abwechslungsreichen Unterricht beitragen. Es unterstützt den Aufbau sozialer Kompetenzen und unter bestimmten Rahmenbedingungen, die im Abschnitt 3 dieser Expertise skizziert wurden, auch fachliche Lernprozesse. Kooperative Arbeitsformen veranlassen die Schülerinnen und Schüler dazu, Gedachtes sprachlich verständlich zu fassen, zu argumentieren, andere Perspektiven einzunehmen und mit diskrepanten Ansichten und Urteilen umzugehen. Kooperation schafft die Grundlage für das Gefühl, in eine Gemeinschaft einbezogen und Teilnehmer einer Gruppe zu sein, die an bestimmten inhaltlichen Problemstellungen arbeitet. Für die Motivierung des Lernens spielt die soziale Einbindung durch Kooperation eine wichtige Rolle. Kooperative Arbeitsformen werden im Unterricht häufig aus pragmatischen Gründen vernachlässigt. Ob die von Lehrkräften befürchteten Probleme wie Unruhe, Aufwand oder unsicherer Lerngewinn tatsächlich auftreten, hängt von der Gestaltung sozialer Arbeitsformen ab. Kooperatives Lernen kommt nicht schon dadurch zu Stande, dass Schüler Aufgaben in Gruppen bearbeiten. Kooperation bedarf der Übung, um die erforderlichen sozialen Routinen einzuschleifen und Zeitverluste zu minimieren. Vor allem aber müssen die Aufgabenstellungen so angelegt sein, dass Kooperation sinnvoll wird und die Schülerinnen und Schüler durch das Zusammenarbeiten für ihr Lernen profitieren. Die inhaltlichen Besonderheiten des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts erfordern fachspezifische Skripts für soziale Arbeitsformen.

Im Rahmen des Modellprogramms können auch hier wiederum die Strukturen und Routinen der bisherigen Gruppenarbeit überprüft und geeignete Aufgaben für erfolgreiches Kooperieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt und erprobt werden.

### **Modul 9: Verantwortung für das eigene Lernen stärken**

Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht konfrontiert mit schwierigen Inhalten und anspruchsvollen Problemstellungen, die Anstrengungen von den Schülerinnen und Schülern verlangen. Nennenswerte Erkenntnis- und Lernfortschritte erzielen die Schülerinnen und Schüler nur dann, wenn sie sy-

stematisch, konzentriert, beharrlich und nachdenklich vorgehen. Um die notwendige Ausführungssicherheit zu gewinnen, muss das Neugelernte wiederholt und auch selbstständig geübt werden. Effektives Üben, das über ein bloßes Memorieren von Routinen hinausgeht, setzt kognitive und motivationale Strategien voraus.

Die Bereitschaft und die Fähigkeit, selbstverantwortlich und selbstreguliert zu lernen und dabei wirksame Strategien zu verwenden, müssen in der Schule und im Fachkontext entwickelt werden. Der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht kann zur Entwicklung dieser Kompetenz beitragen, indem den Schülerinnen und Schülern Gelegenheiten gegeben werden, eigenständig Lösungen zu erarbeiten sowie unterschiedliche Übungsformen zu erproben und ihr Lernen selbst zu strukturieren und zu überwachen. In welcher alters- und vorwissensangemessenen Form Schülern größere Verantwortung für das eigene Lernen abverlangt werden kann und welcher Hilfen und Unterstützung Schüler dafür bedürfen, dazu fehlt es bislang an systematischen Erfahrungen. Die Expertengruppe regt an, im Rahmen des Modellprogramms zu prüfen und zu erproben, welche Gelegenheiten im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht besonders für selbstverantwortliches und selbstgesteuertes Lernen geeignet sind und wie dieser Prozess der allmählich wachsenden Übernahme von Verantwortung altersadäquat und schulformangemessen unterstützt werden kann.

### **Modul 10: Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs**

Die Verknüpfung von Zeugnissen mit Berufs- und Ausbildungschancen hat zu einer problematischen Entwicklung geführt. Eltern wie Schüler neigen dazu, dem formalen Prüfungserfolg mehr Bedeutung beizumessen als dem inhaltlichen Lerngewinn. Im Zweifelsfall bestimmt nicht das, was gelehrt, sondern das, was geprüft wird, das Lernen. Prüfungsaufgaben, die durch simples Memorieren und schematisches Einsetzen erfolgreich bestanden werden können, gefährden ein Unterrichtskonzept, das auf gründliches Nachdenken, auf Problemlösekompetenz und auf eine Motivierung des Lernens durch die Bedeutung der Sache abzielt.

Um unbeabsichtigte Rückwirkungen der Prüfungsanforderungen auf das Lernen im Unterricht auszuschließen, sollten im Rahmen des Modellprogramms Leistungsüberprüfungen mit den Zielen und der Konzeption des Unterrichts abgestimmt werden. Das verlangt, dass Prüfungsaufgaben, die im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht verwendet werden, kritisch auf ihre Validität hin überprüft werden: Erfassen die Prüfungsaufgaben wirklich die Anliegen des Unterrichts in ihrer ganzen Breite?

Wahrscheinlich bedarf es variationsreicherer Klassen-(Schul-)Arbeiten, die abgestuft Routinewissen, die Kombination des neuerworbenen Wissens mit frühe-



rem Stoff und die Übertragung und Anwendung auf neue Situationen überprüfen. Offen ist auch die Frage, ob sich Prüfungsaufgaben entwickeln lassen, die besonders geeignet sind, um Schülerinnen und Schülern Rückmeldung über individuelle Leistungsfortschritte zu geben.

### **Modul 11: Qualitätssicherung innerhalb der Schule und Entwicklung schul-übergreifender Standards**

Professionelles Handeln schließt ein, die geleistete Arbeit kritisch zu prüfen. Für Lehrkräfte ist es selbstverständlich, dass sie über ihren Unterricht und über ihre Wirkungen auf das Lernen der Schüler nachdenken. Sie sprechen auch im Kollegenkreis über die Leistungen ihrer Schüler. Aber es ist bisher noch nicht üblich, dass sich Lehrkräfte oder Fachgruppen an Schulen systematisch einen Eindruck vom Leistungsstand in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern verschaffen. Es bleibt den einzelnen Lehrkräften überlassen, ob und wie sie sich über den Leistungsstand und über Leistungsfortschritte ihrer Schüler Rechenschaft geben wollen. Gemeinsame Anstrengungen zur Verbesserung der Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts setzen jedoch eine Bestandsaufnahme voraus.

Im Rahmen des Modellprogramms könnten an den Schulen Verfahren für eine entsprechende Bestandsaufnahme im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich entwickelt werden. Dazu müssten Kriterien diskutiert, abgestimmt und konkretisiert werden, die aus der Sicht der Fachgruppe geeignet sind, den Stand des Wissens und Könnens in Mathematik und in den Naturwissenschaften zu erfassen. Mit Hilfe von Aufgaben, die gemeinsam in der Fachgruppe erarbeitet wurden, könnten sich die einzelnen Lehrkräfte dann über den Leistungsstand und die Leistungsfortschritte ihrer Schüler vergewissern. Mit der Diskussion über Leistungskriterien wird ein erster Schritt der Qualitätssicherung vollzogen, mit der Diskussion über die Ergebnisse der Leistungsüberprüfungen ein wichtiger zweiter. Mit einer Diskussion über mögliche Bedingungen beginnt der Einstieg in die Qualitätsentwicklung.

Für die Entwicklung schulübergreifender Qualitätsstandards, die im Rahmen des Modellversuchs ebenfalls angestrebt werden sollte, liefern die schulinternen Leistungskriterien und Erhebungsverfahren eine konkrete Grundlage. Die Verfahren geben die Möglichkeit zu Leistungsvergleichen unter verschiedenen Bezugssystemen und zur Entwicklung gemeinsamer Instrumente zur Qualitätssicherung.

## Anhang 6: Was macht den selbständigen Lerner aus?

**Auszug aus: Simons, P.R.J.. Lernen, selbständig zu lernen - ein Rahmenmodell. In H. Mandl, H. F. Friedrich, Lern- und Denkstrategien (S. 151 - 264). Göttingen: Hogrefe, 1992: S. 255. Zitiert nach: Lehrke, Manfred. Erläuterung zu Modul 9: Verantwortung für das eigene Lernen stärken. Kiel, IPN, 1998: S. 5.**

In der folgenden Tabelle (Simons 1992) stehen in der linken Spalte eine Reihe von Lehrfunktionen, denen in der rechten Spalte die korrespondierenden Lernfähigkeiten gegenübergestellt sind, über die im Idealfall ein selbständiger Lerner verfügt.

Tab. 1: Fünf wichtige Lehrfunktionen und die korrespondierenden Lernfähigkeiten

Lehrfunktion	Lernfähigkeiten
I <u>Vorbereitung des Lernens</u> - Orientierung über Ziele und Handlungen  - Auswahl von Zielen - die Relevanz der Lernziele deutlich machen - Aufbau der Motivation - Planung der Lernhandlungen - Beginn der Lernhandlung - Aufmerksamkeit aktivieren - Rückbesinnung auf frühere Lernprozesse und auf Vorwissen	I <u>Lernen vorbereiten können</u> - sich über Ziele und Handlungen orientieren können - Lernziele auswählen können - sich die Bedeutung von Lernzielen klar machen können - sich selber motivieren können - Lernhandlungen in Gang setzen können  - Aufmerksamkeit aktivieren können - sich rückbesinnen können auf frühere Lernprozesse und auf Vorwissen
II <u>Ausführen von Lernhandlungen</u> mit dem Ziel: - Verstehen und Behalten des Gelernten - Integration des Gelernten - Anwendung des Gelernten	II <u>Lernhandlungen ausführen können</u> mit dem Ziel: - Verstehen und Behalten des Gelernten - Integration des Gelernten - Anwendung des Gelernten
III <u>Handlungsregulation</u> - Überwachung des Lernens - Prüfung des Lernens - Ggf. Korrektur des Lehr- und des Lernverfahrens - Auswertung der Lernhandlungen - Rückbesinnung auf den Verlauf des Lernens	III <u>Lernhandlungen regulieren können</u> - Lernen überwachen können - Lernen überprüfen können - Bei Problemen alternative Lernstrategien auswählen können - Lernhandlungen auswerten können - sich auf den Verlauf des Lernens rückbesinnen können
IV <u>Leistungsbewertung</u> - Rückmeldung über Lernprozess und -ergebnisse geben - Lernprozess und -ergebnisse bewerten	IV <u>Leistungen bewerten können</u> - sich selbst Rückmeldung über Lernprozess und -ergebnisse geben können - Lernprozess und -ergebnisse realistisch bewerten können
V <u>Motivation und Konzentration erhalten</u>  - Lernmotivation erhalten - Konzentration erhalten	V <u>Motivation und Konzentration erhalten können</u>  - seine Motivation erhalten können - seine Konzentration erhalten können

## Anhang 7: Womit könnten die Arbeitsgruppen an den Schulen beginnen?

**Auszug aus: Davier, Matthias von und Henning Hansen. Erläuterung zu Modul 10. Prüfen: Erfassen und Rückmelden von Kompetenzzuwachs. Kiel: IPN, 1998: S. 21.**

Die Struktur des BLK-Förderungsprogrammes geht von Initiativen der beteiligten Schulen und Lehrkräfte zu den einzelnen Modulen aus. Wie könnten solche Initiativen für das Modul 10 aussehen? Wir stellen unsere vorläufigen Ideen dazu als Fragen dar, denen Arbeitsgruppen in den Schulen nachgehen könnten.

### 4.1 Fragen in Hinblick auf die bisherige Prüfungspraxis

Dieser Schritt erscheint besonders wichtig, da es notwendig ist, auf positiven Erfahrungen aufzubauen und die Expertise der Lehrerinnen und Lehrer einzubeziehen. Fragen zur Klärung könnten sein:

- Wie wurde bisher in mathematisch - naturwissenschaftlichen Fächern geprüft? (Wie ist der Stellenwert von Routinewissen, Anknüpfung an zuvor Gelerntes, Übertragung auf neue Bereiche in den bisherigen Prüfungen?)
- Welche Wirkungen auf die Lernenden ließen sich beobachten? (Wie haben sich die Schüler vorbereitet, vor welchen Prüfungen wurde "gepaukt" bzw. wann wurde versucht, den Stoff zu verstehen?)
- Hilft die bisherige Prüfungspraxis zur Verbesserung des Unterrichtes? (Welche Rückschlüsse auf das Verständnis ließen sich ziehen?)
- Wurden die Ziele dieser Prüfungspraxis erreicht (z.B. Differenzierung erfolgreicher und weniger erfolgreicher Lerner, Rückmeldung, Motivierung durch erfahrbaren Kompetenzzuwachs etc.)?

### 4.2 Fragen zu unterrichtsspezifischen Prüfungsformen

- Welche Prüfungsformen werden in naturwissenschaftlichen Unterrichtsmaterialien vorgeschlagen? (Gibt es Sammlungen z.B. im Internet, können Arbeitsmappen als Zensurengrundlage verwendet werden, gibt es Erfahrungsberichte?)
- Wie ist der Zusammenhang zwischen Lernzielen und Prüfungspraxis gesichert? (Werden Prüfungen anhand von zuvor festgelegten Anforderungen bzw. Lernzielkriterien konstruiert? Wie kann die Erreichung der Lernziele erfaßt werden?)

### 4.3 Möglichkeit der Kooperation innerhalb einer Schule und zwischen Schulen

- Welche Lehrkräfte haben prüfungsbezogene Probleme benannt bzw. Lösungsvorschläge erarbeitet? (Werden gelungene Beispiele im Kollegium diskutiert oder verteilt? Wie kann die Erfahrung von Kollegen für die eigene Prüfungspraxis verwendet werden?)

- Wie läßt sich die Zusammenarbeit in der eigenen Schule organisieren? (Sollten Beispiele von Tests und Klausuren gemeinsam diskutiert und auf den Zusammenhang mit den Lernzielen untersucht werden?)
- Welche Ressourcen stehen zur Verfügung? (Lehrbücher, Aufgabensammlung, Bildungsserver?)
- Wie läßt sich die Passung zwischen Prüfungsinhalt und Lernzielen einschätzen? (Welche Verfahren gibt es, können Passungsbögen erarbeitet/ übernommen werden? Kann eine Kooperation mit anderen Schulen bzw. mit Forschungsinstituten nützen?)