
LEHRERFORTBILDUNG

in Nordrhein-Westfalen

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht in der Sekundarstufe I

Mathematik

Materialien zu den Themenbereichen

**Qualitätsentwicklung im Fach Mathematik –
Wege für den gemeinsamen Prozess**

Spiele im Mathematikunterricht

Software im Mathematikunterricht

Eigenverantwortliches Lernen im Mathematikunterricht

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

Mitglieder der Arbeitsgruppe: Karl-Heinz Barth, Doris Becker, Christine Fasselt, Udo Huber, Martin Jablonski-Große Wilde, 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.
Diese und weitere Materialien stehen zum Download unter der Adresse:
<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/qualitaetsentwicklung/> zur Verfügung.

Copyright-Vermerk

Trotz intensiver Bemühungen war es uns leider nicht in allen Fällen möglich, die Anschriften von Inhabern fremder Rechte ausfindig zu machen, um evtl. erforderliche Nachdruckgenehmigungen einzuholen. Wir hoffen auf Verständnis und bitten die Autorinnen und Autoren sowie die Verlage, deren Rechte berührt sind, sich mit dem Herausgeber in Verbindung zu setzen.

Inhaltsverzeichnis

Die Fachkonferenz - Motor der Unterrichtsentwicklung	7
Prozess der Qualitätsentwicklung	10
Hinweise zum Diagramm „Prozess der Qualitätsentwicklung“	11
1. QUALITÄTSENTWICKLUNG IM FACH MATHEMATIK - WEGE FÜR DEN GEMEINSAMEN PROZESS	11
1.1 AUSGANGSPUNKT 1 : IN WELCHER SITUATION BEFINDEN SICH UNSERE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER HEUTE ?	11
1.1.1 <i>Beschreibung einer Fachkonferenz zum Thema „Veränderte Schülerinnen und Schüler in einer sich verändernden Gesellschaft“</i>	13
1.1.2 <i>Materialien für diese Fachkonferenz</i>	15
Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz	16
Blitzlicht	17
Thesenpapier: „Ein Dutzend Leitideen zur pädagogischen Schulentwicklung“	18
Thesenpapier: „Veränderungen“	19
1.2 AUSGANGSPUNKT 2 : WIE SEHEN WIR UNSEREN MATHEMATIKUNTERRICHT ?	20
1.2.1 <i>Beschreibung einer Fachkonferenz zum Thema „Auseinandersetzung mit dem IST-Zustand des Mathematikunterrichtes an der eigenen Schule“</i>	20
Anregung für eine weitere Fachkonferenzen:	21
1.2.2 <i>Materialien für die Fachkonferenz</i>	21
Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz	22
Leerer Befragungsbogen für die Fachkonferenz (Spinnennetz)	23
Beispiel für einen ausgefüllten Fragebogen (Spinnennetz)	24
Vorlage zum Spinnennetz	25
Vorschlag für einen Reflexionsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit dem selbst erteilten Unterricht im letzten halben Jahr	26
Vorschlag für einen Beobachtungsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit nicht selbst erteiltem Unterricht	27
1.3 AUSGANGSPUNKT 3 : GEMEINSAME ZIELE FINDEN, VEREINBAREN, ANSTREBEN	31
1.3.1 <i>Fachkonferenz zur Prozessorientierung bei der Entwicklung von Unterricht</i>	33
1.3.2 <i>Materialien zur Fachkonferenz</i>	34
Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz	35
Mögliche Arbeitsfelder für die Fachkonferenz Mathematik	36
Verschiedene Wahlzettel	37
Schneeball	39
Raster zur Evaluation von Vorhaben	40
Raster zur Evaluation von Vorhaben	41
Raster zur Planung von Vorhaben (Prozess – Evaluation)	42
Raster zur Planung von Vorhaben (Prozess – Evaluation)	43
2. SPIELE IM MATHEMATIKUNTERRICHT	43
2.1 EINFÜHRUNG	44
2.1.1 <i>Spiele als Kulturtechnik</i>	44
2.1.2 <i>Spiele im Mathematikunterricht</i>	44
2.1.3 <i>Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht</i>	45
2.1.4 <i>Wann lassen sich Spiele einsetzen?</i>	46
2.1.5 <i>Anforderungen an ein (mathematisches) Lernspiel</i>	47
2.1.6 <i>Veränderte Lehrerrolle</i>	47
2.1.7 <i>Unsystematische Zusammenstellung geeigneter Spielformen</i>	47
2.1.8 <i>Basteltipps</i>	48
2.1.9 <i>Literaturliste</i>	49
2.2 BEISPIELE AUS DEM MATHEMATIKUNTERRICHT	50
2.2.1 <i>Nim(m) 64 Karten</i>	50
2.2.2 <i>Rechenfußball</i>	51
2.2.3 <i>Bruch-Memory</i>	52
2.2.4 <i>Damen und Könige</i>	53
2.2.5 <i>Schiffe versenken</i>	54
2.2.6 <i>Domino mit Parabeln</i>	56
2.3 MÖGLICHE METHODISCHE UMSETZUNG IN DER FACHKONFERENZ	57
2.3.1 <i>Beispiel für die Fachkonferenz: „Schweineerei“</i>	59

2.4	EVALUATION	62
2.5	MATERIALIEN	63
	Stimmungsbarometer.....	64
	Abstandnehmen	65
	Folienvorlagen für die Fachkonferenz (vier Folien)	66
	Spielregeln „Schweineerei“	70
	Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase der Fachkonferenz zum Thema „Spiele im Mathematikunterricht“	70
	Beurteilungsbogen: "Spiele".....	74
	Beispiel für einen ausgefüllten Beurteilungsbogen	75
	Satzanfänge.....	76
	„635-Methode“	77
	Ideenpapier	78
	Arbeitspapier „635-Methode“	79
3.	SOFTWARE IM MATHEMATIKUNTERRICHT.....	82
3.1	EINLEITUNG	82
3.2	VORSCHLÄGE FÜR DIE FACHKONFERENZARBEIT	83
3.2.1	<i>Fortbildungsbedarf erheben</i>	84
3.2.2	<i>Analyse der Medien</i>	85
3.2.3	<i>Implementierung des Einsatzes neuer Medien im Mathematikunterricht</i>	87
3.2.4	<i>Beschreibung einer Fachkonferenz zur Implementierung des Softwareeinsatzes im Mathematikunterricht</i>	89
3.2.5	<i>Materialien</i>	91
	Arbeitsaufträge zur Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz.....	92
	Probleme und deren Lösungen	93
	Reflexion der eigenen Übungen.....	94
	Flussdiagramm 1: Prozess der Implementierung des Softwareeinsatzes im Mathematikunterricht.....	95
	Flussdiagramm 2: Entscheidungsprozess zum Einsatz des Computers bei einem Unterrichtsthema ..	96
	Fragebogen zur Feststellung des Vorwissens der Lehrerinnen und Lehrer und des Fortbildungsbedarfes	96
3.3	UNTERRICHTLICHE BEISPIELE	98
3.3.1	<i>Dynamische Geometriesoftware</i>	98
	Mittelsenkrechten und Höhen	102
	PuLiDrei - Mögliche Bildschirmdarstellungen.....	103
	Seitenhalbierende und Winkelhalbierende.....	104
	PuLiDrei - Mögliche Bildschirmdarstellungen.....	105
	PuLiDrei - Mögliche Bildschirmdarstellungen.....	107
	Besondere Punkte im Dreieck.....	109
	Mögliche Kennzeichnungen von besonderen Lagen:	110
3.3.2	<i>Skizze für eine Doppelstunde zum Einsatz eines Funktionenplotters</i>	113
	Hilfestellungen für Schülerinnen und Schüler	114
	Hinweise für den Lehrenden	115
	Quadratische Funktionen und ihre Graphen	116
	Beispiele für die Einsatzmöglichkeiten des Funktionsplotters	117
3.3.3	<i>Tabellenkalkulation</i>	118
	Muster für den Einsatz der Tabellenkalkulation in der Klasse 6/7:.....	120
	Hinweise für die Programmierung.....	121
	Beispiele für Einsatzmöglichkeiten der Tabellenkalkulation	122
3.4	EVALUATION	123
3.4.1	<i>Allgemeine Informationen zur Evaluation</i>	123
3.4.2	<i>Evaluation beim Softwareeinsatz im Mathematikunterricht</i>	124
3.5	MATERIALIEN	127
	Softwareklassen - Auszug aus "Lernen mit Neuen Medien 2000"	128
	Kriterien zur Beurteilung eines Programms zum Einsatz im Mathematikunterricht	135
	Software-Beurteilungsbogen.....	136
	Wie gelangt man an fertige Unterrichtssoftware?	137
	Kurze Einführung in die Tabellenkalkulation	139
	Prozessbeschreibung der Veränderung des Mathematikunterrichts am Beispiel „Softwareeinsatz im Mathematikunterricht“	146
	Qualität des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler beim Softwareeinsatz im Mathematikunterricht - Beurteilung durch Lehrende	147
	Qualität des Mathematikunterrichts mit Software - Beurteilung durch Lernende.....	148
	Qualität der eingesetzten Medien / Software - Beurteilung durch Lehrende	149
	Qualität der fachinternen Implementation - Beurteilung durch Teilnehmerinnen und Teilnehmer.....	150

Selbsteinschätzung des Lernens mit neuen Medien durch die Schülerinnen und Schüler.....	151
4. EIGENVERANTWORTLICHES LERNEN IM MATHEMATIKUNTERRICHT.....	155
4.0 WIRKSAMKEIT UNTERSCHIEDLICHER FORMEN DES LEHRENS UND LERNENS	154
4.1 EIGENVERANTWORTLICHES LERNEN BIETET PERSPEKTIVEN FÜR DIE ZUKUNFT	155
4.2 DIE HINFÜHRUNG ZUM EIGENVERANTWORTLICHEN LERNEN VERÄNDERT DIE ROLLE DES LEHRERS	156
4.3 DIE VERÄNDERTE LEHRERROLLE ERMÖGLICHT DIE ENTWICKLUNG ZUM EIGENVERANTWORTLICHEN LERNER ..	158
4.4 EIGENVERANTWORTLICHES LERNEN BEDARF EINER KONZEPTIONELLEN VERMITTLUNG VON METHODEN UND ARBEITSTECHNIKEN.....	159
4.5 „LERNEN DURCH LEHREN“	161
4.5.1 <i>Lernen durch Lehren im Mathematikunterricht</i>	163
4.5.2 Lernen durch Lehren aufgezeigt an Beispielen aus dem Mathematikunterricht.....	165
4.5.2.1 Gruppenpuzzle: Eigenschaften von Vierecken	165
4.5.2.2 Gruppenpuzzle zum Thema „Kennenlernen und Rechnen mit verschiedenen Währungen in der Jahrgangsstufe 5“	167
4.5.3 <i>Evaluation eines Vorhabens zur Methode Lernen durch Lehren</i>	169
4.5.4 <i>Beschreibung einer Fachkonferenz</i>	170
4.5.5 <i>Material</i>	171
Übersichtsblatt zum Gruppenpuzzle	172
Informationsblatt für Gruppe 1: Lernen durch Lehren (Gruppenpuzzle).....	173
Informationsblatt für Gruppe 2: Lernen durch Textproduktion	174
Informationsblatt für Gruppe 3: Lernen an Lernstationen	177
Informationsblatt für Gruppe 4: Lernen mit einer Lernkartei	179
Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz.....	181
Prioritätenliste	182
Materialien für die Unterrichtsreihe „Eigenschaften von Vierecken“	183
Arbeitsplan für die Schülerinnen und Schüler:.....	184
Hilfen für die Schülerinnen und Schüler zur Gestaltung der Unterrichtsrunde.....	185
Arbeitsblätter für die Expertenrunde	186
Arbeitsblätter für die Expertenrunde	187
Arbeitsblätter für die Expertenrunde	188
Arbeitsblätter für die Expertenrunde	189
Arbeitsblätter für die Expertenrunde	190
Materialien für die Lernsituation Währungen	191
Arbeitsplan für die Schülerinnen und Schüler:.....	192
Informationsblatt - in der Expertenrunde ausfüllen	193
Hilfen für die Schülerinnen und Schüler zur Gestaltung der Unterrichtsrunde.....	194
Fragen zum Peer-Group-Interview	195
4.6 LERNEN DURCH TEXTPRODUKTION	196
4.6.1 Von einer Bildergeschichte zur Rechengeschichte	197
4.6.2 <i>Rechengeschichten</i>	197
4.6.3 <i>Evaluation eines konkreten Vorhabens</i>	199
4.6.4 Beschreibung einer Fachkonferenz.....	199
4.6.5 <i>Materialien</i>	200
Selbsterstellte Textaufgaben zum Thema „Klassenfahrt“	201
Selbsterstellte Textaufgaben zum Thema „Währungen“.....	202
Bildersfolge „Was kostet mein Haustier?“	203
Bildersfolge „Wie viel Zeitaufwand erfordert mein Haustier?“	204
Evaluation mittels eines Stärken - Schwächen- Diagramms.....	205
4.7 LERNEN AN LERNSTATIONEN.....	206
4.7.1 <i>Lernen an Lernstationen im Mathematikunterricht</i>	208
4.7.2 <i>Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“</i>	209
4.7.2.1 Übersicht über den Aufbau der Lernstation.....	209
4.7.2.2 Aufbau der Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“	210
4.7.2.3 Aufbau und Hinweise zu den einzelnen Lernstationen.....	211
4.7.3 <i>Intentionen, die mit der Lernsituation verfolgt werden können</i>	212
4.7.4 <i>Materialien</i>	213
Allgemeine Informationen zum Durchlaufen der Lernstationen	214
Arbeitsübersichtsbogen	249
Schülerevaluationsbogen „Qualität des Lernens an Lernstationen“	250
4.7.5 <i>Evaluation eines Vorhabens zum Lernen an Lernstationen</i>	251
4.7.6 <i>Beschreibung einer Fachkonferenz</i>	252
4.7.7 <i>Material für die Fachkonferenz</i>	253
Übersicht für den Aufbau der Lernstationen in der Fachkonferenz zur Auseinandersetzung mit dem Stationenlernen.....	254
Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz.....	255
Station 1: Unterrichtsliche Möglichkeiten von Stationenlernen	256

Station 2:	Organisation von Stationenlernen	257
Station 3:	Lernen an Lernstationen im Mathematikunterricht	259
Station 4:	Beispiele für Lernstationen aus dem Mathematikunterricht.....	260
	Informationsblatt zur Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“	261
	Evaluationsbogen für die Durchführung des Stationenlernens in der Fachkonferenz.....	262
4.8	LERNEN MIT EINER LERNKARTEI.....	263
4.8.1.	<i>Lernen mit einer Lernkartei im Mathematikunterricht.....</i>	265
4.8.2.	<i>Evaluation eines Vorhabens zur Arbeit mit Lernkarteien</i>	265
4.8.3	<i>Beschreibung einer Fachkonferenz</i>	266
4.8.4.	<i>Materialien</i>	267
	Informationsblatt zum Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht.....	268
	Stummes Schreibgespräch	270
	Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz.....	271
	Liste zur Überprüfung der Arbeit mit der Lernkartei	272
	Liste zur Eintragung der Arbeitszeiten an der Lernkartei für die Schülerinnen und Schüler.....	273
	Liste für die Häufigkeit des Einsatzes der Lernkartei für die Lehrerinnen und Lehrer	274

Die Fachkonferenz - Motor der Unterrichtsentwicklung

Qualitätsentwicklung und -sicherung geschieht nur sinnvoll innerhalb der konzeptionellen Orientierung eines Systems. Für ein Auto bedeutet dies, dass es nur dann optimal fährt, wenn alle Teile aufeinander abgestimmt, den gleichen Zielen untergeordnet sind. Im schulischen Bereich heißt dies, dass alle Bereiche der Schule sich als organisatorisches Ganzes verstehen und darstellen, das einer gemeinsamen Konzeption unterworfen ist. Effektiv ist sie allerdings nur, wenn sie in den Teilbereichen, z. B. der Fachkonferenz Mathematik, fortgeführt wird. Es reicht eben nicht, die Karosserie zu optimieren. Gleiches muss auch für den Motor, die Fachkonferenz, gelten. Gelingt es, ein gemeinsames Bild von Schule zu entwerfen und den Willen zu aktivieren, dieses Bild umzusetzen, so sind auf der Ebene des Unterrichts schnelle Erfolge und große Effektivität erreichbar.

Aus diesem Grund finden Schulen bzw. Fachkonferenzen, die sich noch einmal mit den Grundlagen der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung beschäftigen möchten, um eine gemeinsame Basis und gemeinsame Ziele für die weitere Arbeit zu entwickeln, Hinweise im ersten Abschnitt dieser Handreichung. Das Kapitel „Qualitätsentwicklung im Fach Mathematik - Wege für den gemeinsamen Prozess“ begleitet unterschiedliche Möglichkeiten, wie man in den Prozess der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung einsteigen und ihn fortführen kann.

In der Handreichung zum schulinternen Umgang mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten wurden bereits folgende mögliche Arbeitsfelder für die Fachkonferenz aufgezeigt:

- einen differenzierten schulinternen Lehrplan vereinbaren,
- gemeinsame Unterrichtsvorhaben entwickeln,
- gemeinsame Klassenarbeiten entwickeln,
- Bewertungskriterien für Arbeiten erstellen,
- Verständigung über die Korrektur von Arbeiten herbeiführen und
- Ergebnisse von Arbeiten auswerten und evaluieren.

Fachkonferenzen, die sich über die Notwendigkeit und Ziele der Weiterentwicklung von Unterricht einig sind, finden Anregungen über zu initiiierende Veränderungen in den folgenden Abschnitten dieser Handreichung. Anhand konkreter Beispiele werden mögliche Weiterentwicklungen und neue Ansätze des Mathematikunterrichtes vorgestellt und Beispiele für deren Evaluation vorgestellt.

Dies geschieht konkret zu den Themenfeldern:

- Spiele im Mathematikunterricht

- Softwareeinsatz im Mathematikunterricht
- Eigenverantwortliches Lernen im Mathematikunterricht

Eine Handreichung zu den Themen Vernetzung, Arbeitstechniken und veränderter Aufgabenkultur ist in Vorbereitung.

Es ist Aufgabe der Fachkonferenz zu entscheiden, wie, wann welche der verschiedenen Anregungen in den nächsten Jahren bearbeitet werden.

Da es um die Entwicklung von Fachunterricht geht, sind die Fachkonferenzen und deren Vorsitzende erste Ansprechpartner. Aber auch Jahrgangsstufenteams oder einzelne Lehrerinnen und Lehrer, die die ersten Schritte wagen wollen, können sich an den Anregungen in Handreichung orientieren und so die Qualität der eigenen Arbeit vorantreiben.

Qualitätsentwicklung und -sicherung als Aufgabe



der Fachkonferenz Mathematik

Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung sind Aufgaben der Fachkonferenz Mathematik. Lehrerinnen und Lehrer müssen die Grundlagen und Bedingungen ihrer Arbeit analysieren, um gemeinsam notwendige Entwicklungen zu strukturieren.

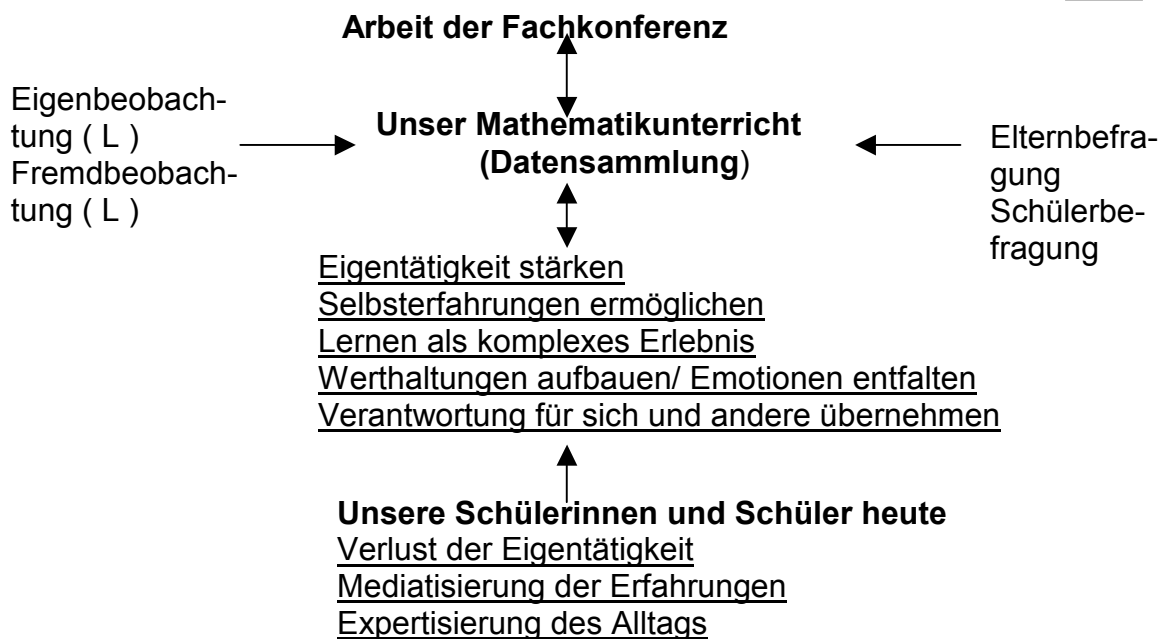
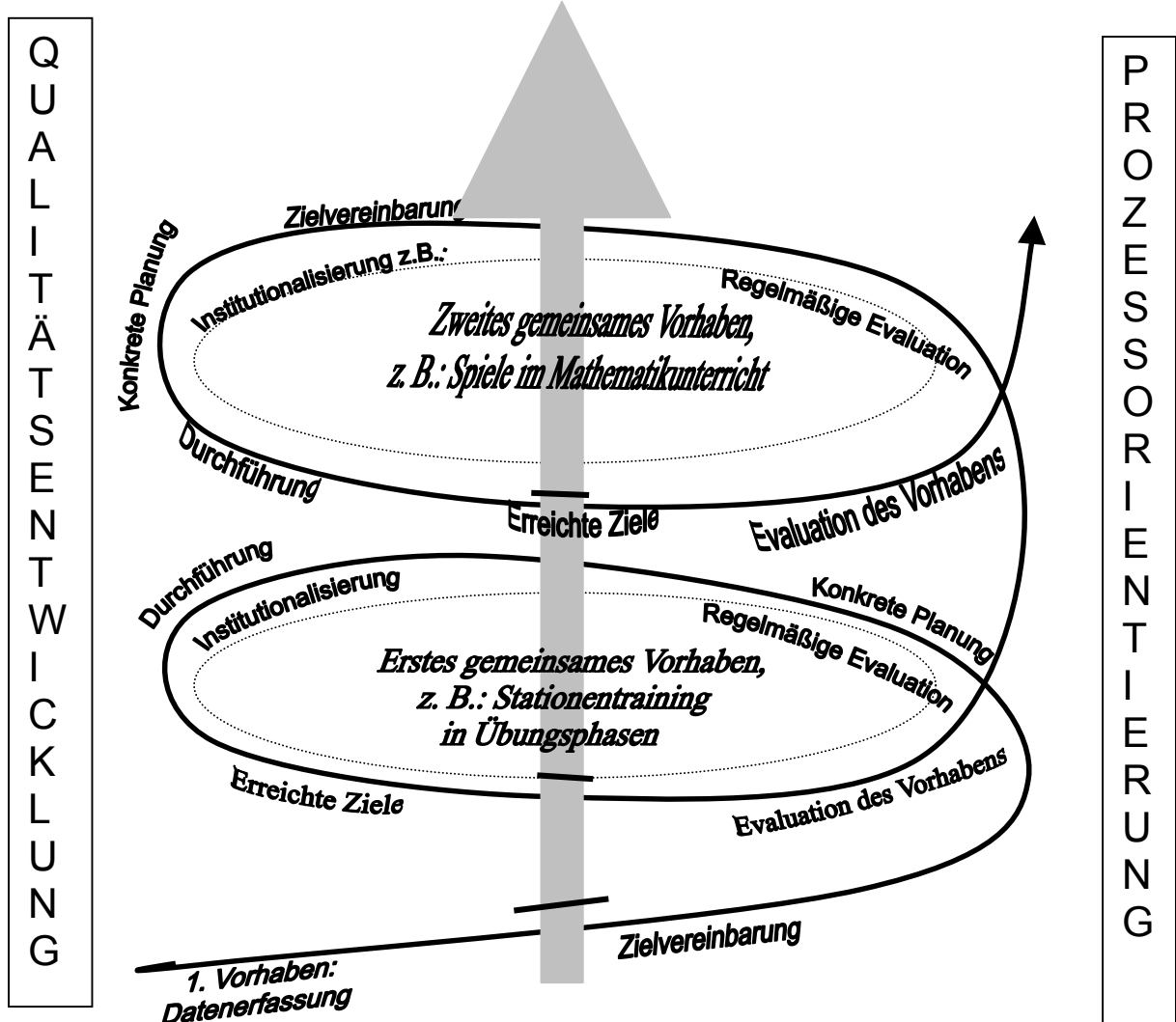
Hierzu bietet der vorliegende Baustein unterschiedliche Handlungsmöglichkeiten für den Einstieg in Entwicklungsprozesse an:

1. Bestandsaufnahme: In welcher Situation befinden sich unsere Schülerinnen und Schüler heute?
2. Ist-Stands-Analyse: Wie sehen wir unseren Mathematikunterricht?

Anschließend wird ein möglicher Weg für die konkrete Entwicklungsarbeit der Fachkonferenz vorgestellt:

3. Zielvereinbarungen treffen: Gemeinsame Ziele finden, vereinbaren, anstreben...

Prozess der Qualitätsentwicklung



Hinweise zum Diagramm „Prozess der Qualitätsentwicklung“:

Die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht im Fach Mathematik ist ein prozessorientierter Vorgang.

Den Anfang bildet eine Situationsanalyse.

Ausgangspunkt 1: Was kennzeichnet die Lebenssituation und die Lernbedingungen unserer Schülerinnen und Schüler?

Ausgangspunkt 2: Was sind Stärken und Schwächen des eigenen Mathematikunterrichts und des Mathematikunterrichts an unserer Schule?

Auf der Grundlage dieser Kenntnisse kann man in der Fachkonferenz den Handlungsbedarf identifizieren, gemeinsame Ziele formulieren und Vorhaben zur Qualitätsentwicklung des Mathematikunterrichtes planen.

Prozessorientierte Qualitätsentwicklung bedeutet, die Ergebnisse konkreter Vorhaben (z. B. Stationenlernen) zu überprüfen, sie ggf. zu verändern und bewährte Projekte ins gemeinsame Arbeitsprogramm zu übernehmen. Danach werden in einer neuen Runde des Qualitätsentwicklungsprozesses neue Ziele und Vorhaben vereinbart.

1. Qualitätsentwicklung im Fach Mathematik - Wege für den gemeinsamen Prozess

1.1 Ausgangspunkt 1 : In welcher Situation befinden sich unsere Schülerinnen und Schüler heute?

Die heutige Zeit ist gekennzeichnet durch tiefgreifende Veränderungen in Technik, Wirtschaft und Gesellschaft. Wir sind auf dem Wege zur Wissensgesellschaft, deren ökonomische Grundlage der Bildungsgrad, das Wissen der Bürger ist. Auf diese Herausforderung kann Schule nicht durch eine reine Anpassung an die Forderungen aus der Gesellschaft und Wirtschaft reagieren, denn Schule hat nach wie vor einen eigenständigen, umfassenden Bildungsauftrag, der sich nicht auf marktfähige Qualifikationen reduzieren lässt.

Schule muss aber ihren Erfolg auch an den Maßstäben der gesellschaftlichen Bezüge messen lassen, sie muss Rechenschaft über ihre Arbeit gegenüber der Gesellschaft und Wirtschaft abgeben. Deshalb kann die Unzufriedenheit über den Ausbildungsstand von Schulabgängern jeglicher Schulform, die manche Ausbilder und Universitäten zum Ausdruck bringen, nicht ungehört bleiben. Insbesondere, da die TIMS-Studie im Vergleich zu anderen Ländern Schwächen in der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung nachgewiesen hat.

Um nun Strategien und Wege zu finden, wie die geforderten Standards erfüllt werden können, ist es zunächst notwendig, sich über die wesentlichen Kennzeichen der Lebenssituation der Schülerinnen und Schüler klar zu werden.

Veränderung der Lebenswelt unserer Kinder und Jugendlichen¹

Die **Lebenswelt unserer Kinder und Jugendlichen** verändert sich. Beispiele dafür sind die wachsende Bedeutung neuer Technologien und Medien wie auch die zunehmende Erfahrung kultureller Vielfalt als Ergebnis internationaler Migration. Die Anforderungen und Unsicherheiten der sich wandelnden Erwerbsgesellschaft werden bereits für die Heranwachsenden erfahrbar. Traditionelle Werte im Bereich von Arbeit und Leistung verlieren im Zusammenhang mit einem allgemeinen Wertewandel an prägender Kraft. Es entwickelt sich eine stärkere Pluralisierung der Lebensformen und sozialen Beziehungen. Kinder und Jugendliche erhalten heute früher Freiräume und Selbstständigkeit.

Die heranwachsende Generation hat damit mehr Chancen für ein selbstbestimmtes Leben, gleichzeitig ist sie neuen Anforderungen und Risiken ausgesetzt. Die Schule steht vor der Aufgabe, soziales und interkulturelles Lernen zu unterstützen und die Identitätsentwicklung der Kinder und Jugendlichen sowie ihre soziale Integration zu fördern. Eine stabile Identität und eine gute soziale Einbindung sind auch die Voraussetzungen für wirksames Lernen und die Entwicklung von Leistungswillen.

Auszug aus: MSWWF: "Qualität als gemeinsame Aufgabe". Rahmenkonzept: "Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit", Frechen 1998: S. 8.

Sich diese für viele Schülerinnen und Schüler zutreffende Beschreibung der Lebenswirklichkeit bewusst zu machen, ist ein möglicher Ausgangspunkt für die weitere gemeinsame Arbeit in der Fachkonferenz. Diese Veränderungen der Lernenden als Teil des Systems Schule bewirken damit gleichzeitig auch Veränderungen des ganzen Systems Schule.

Schule ist ein System, das vielen Veränderungen unterworfen ist. Die entscheidende Frage ist nur, ob sich die einzelne Schule in Entwicklungen treiben lässt, in der sie hektisch und meistens zu spät auf Veränderungen reagiert, oder ob Schule bereit ist, diese notwendigen Entwicklungen im Sinne eines Prozesses selbst zu organisieren.

Eine solche geplante Veränderung im Sinne eines systematischen Qualitätsentwicklungsprozesses verlangt von den Beteiligten - in erster Linie von den Lehrerinnen und Lehrern - das sensible Empfinden für solche Veränderungen, aus dem früher oder später ein gewisser Leidensdruck an der nicht zufriedenstellenden Situation entsteht. Dazu muss der Wille zu einer angemessenen Reaktion auf die Veränderung kommen sowie die Bereitschaft, allein oder im Team den ersten Schritt in Richtung einer positiven Entwicklung zu tun.

¹ Weitere Ausführungen zur veränderten Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen finden sich in „Zukunft der Bildung - Schule der Zukunft: Denkschrift der Kommission >>Zukunft der Bildung - Schule der Zukunft<< beim Ministerpräsidenten der Landes Nordrhein-Westfalen / Bildungskommission NRW. Neuwied, Kriftel, Berlin: Luchterhand, 1995: S. 34ff.

In diesem Sinne kann der mögliche Aufbruch in die Weiterentwicklung des Unterrichtes in eine für Mathematikerinnen und Mathematiker sehr nahe liegende Form gebracht werden.

Die sinnvolle und geplante Veränderung ist das Produkt aus drei Faktoren: „Leidensdruck“ im Hinblick auf die bestehende Situation; dem „Willen zur Veränderung“ und dem aktiven Tun im „ersten Schritt“.

Veränderung = „Leidensdruck“ • „Wille zur Veränderung“ • „Erster Schritt“

Im Sinne einer mathematischen Gleichung gilt auch hier: Ist einer der Faktoren Null, so ist der Wert der Gleichung Null.

Eine Veränderung der Situation von Unterricht wird sich unter drei Bedingungen ergeben:

- a) Es besteht die Einsicht, dass der Mathematikunterricht heute Schülerinnen und Schüler und Lehrerinnen und Lehrer oft unzufrieden macht. Dieser Leidensdruck wird in Gesprächen artikuliert.
- b) Bei den beteiligten Lehrerinnen und Lehrern entsteht der Wille, an der Verbesserung dieser Situation zu arbeiten.
- c) Die Bereitschaft, dies praktisch in einem ersten Schritt zu vollziehen, wird in der Fachkonferenz oder in einer Jahrgangsstufe in konkretes Tun umgesetzt.

Eine Aufgabe der Arbeit der Fachkonferenz - eigentlich sogar des gesamten Kollegiums - muss also sein, sich über „erlittene Veränderungen“ bewusst zu werden und Bereiche der unterrichtlichen Arbeit aufzuzeigen, die im Sinne einer geplanten und gesteuerten Entwicklung einen Beitrag zur Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung des Unterrichts bzw. der Schule leisten.

Lehrerinnen und Lehrern, denen für diesen Prozess in der eigenen Schule die nötige Unterstützung fehlt, sollten sich ermutigt fühlen, notfalls auch alleine oder nur mit einem Partner in der Jahrgangsstufe einen ersten Schritt zu tun. In vielen Städten bestehen in den Schulämtern oder Universitäten zugeordnete „Lernwerkstätten“, die Anregungen auch für die Sekundarstufe I geben. Andere Anregungen und Hilfe sind per Internet über learn:line <http://www.learn-line.nrw.de> zu erhalten.

1.1.1 Beschreibung einer Fachkonferenz zum Thema „Veränderte Schülerinnen und Schüler in einer sich verändernden Gesellschaft“

Eingangsvoraussetzungen

Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrer der Schule haben in der Vorbereitung der ersten Parallelarbeit interessante Aspekte der Diskussion um modernen Unterricht erfahren. Um die Diskussion auf eine breitere Basis zu stellen, soll in einer Fachkonferenz das Bewusstsein aller Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft Mathematik hinsichtlich notwendiger Entwicklung von Unterricht geschärft werden.

Zielsetzung

Die Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft werden sensibilisiert, die veränderte Situation der Schülerinnen und Schüler heute bewusster wahrzunehmen. Sie stellen fest, dass diese Veränderungen Auswirkungen für die Unterrichtsgestaltung haben müssen. Die Fachschaft oder einzelne Teams (Jahrgangsteams) beschliessen unter dem Eindruck eines offen bekannten Leidensdrucks und der Bekundung des Willens zur Veränderung, gemeinsam einen ersten Schritt zur Weiterentwicklung von Unterricht zu tun.

Möglicher Ablauf der Sitzung (ca. 90 Minuten)

Phase 1:

Es wird ein Blitzlicht (bis ca. 12 Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Plenum, sonst zwei oder mehr Gruppen) erstellt. Jede/r gibt im Gesprächskreis zu der Frage „Welche Veränderungen haben wir in den letzten Jahren an unseren Schülerinnen und Schülern im Mathematikunterricht bemerkt?“ ein kurzes Statement (max. 3-4 Sätze), das von den anderen Teilnehmerinnen und Teilnehmern nicht kommentiert wird (siehe Materialenteil).

Anschließend werden zu der Frage „Welche Veränderungen von Schule (von Mathematikunterricht) haben in den letzten Jahren stattgefunden?“ in umgekehrter Reihenfolge Statements abgegeben.

Nach Abschluss des Blitzlichtes wird eine kurze Diskussionsrunde eröffnet, in der nun die Statements hinterfragt oder interpretiert werden.

(Bei Gruppenarbeit ist ein Ergebnisplakat und eine Abschlussdiskussion im Plenum notwendig.)

Phase 2:

Erstellung von Mindmaps auf Plakaten, die die Situation der Schülerinnen und Schüler heute darstellen. Anschließend werden die erstellten Mindmaps verglichen und diskutiert.

Phase 3:

Es wird mit zwei Thesenpapieren („Ein Dutzend Leitideen“ und „Veränderungen“, vgl. Materialien) gearbeitet. Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer wählt aus den Leitideen die für ihn interessanteste Aussage aus. Sie/Er stellt diese vor und begründet die Wahl kurz.

Anschließend wird mit dem Thesenpapier die Frage gestellt, ob und wie die Fachkonferenz Mathematik sinnvolle Veränderungen planen will. Dabei kann die Gleichung „Veränderung = Leidensdruck • Wille zur Veränderung • Erster Schritt“ hilfreich in die Diskussion eingebracht werden.

1.1.2 Materialien für diese Fachkonferenz

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Blitzlicht
3. Thesenpapier: „Ein Dutzend Leitideen zur pädagogischen Schulentwicklung“
4. Thesenpapier: „Veränderungen“

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Arbeitsauftrag 1 (Bis 12 Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Plenum, sonst in Gruppen):

1. Geben Sie ein kurzes Statement (drei bis vier Sätze) zu der Frage: „Welche Veränderungen haben wir in den letzten Jahren an unseren Schülerinnen und Schülern im Mathematikunterricht bemerkt?“
2. Die Statements werden von den übrigen Kolleginnen und Kollegen nicht kommentiert.
3. Geben Sie kurze Statements zu der Frage: „Welche Veränderungen von Schule (Mathematikunterricht) haben in den letzten Jahren stattgefunden?“. Diese Statements werden in umgekehrter Reihenfolge abgegeben.
4. Kommentieren Sie nun die abgegebenen Statements und suchen Sie eine gemeinsame Sichtweise der aufgezeigten Veränderungen.



Arbeitsauftrag 2

1. Entwickeln Sie eine Mindmap, in der die Situation unserer Schülerinnen und Schüler heute dargestellt wird.
2. Fixieren Sie diese Mindmap auf einem Plakat/einer Folie und legen Sie diese im Plenum vor.



Arbeitsauftrag 3

1. Wählen Sie aus den Thesen „Ein Dutzend Leitideen“ die für Sie interessanteste oder wichtigste These aus.
2. Stellen Sie Ihre Wahl vor und begründen Sie diese.
3. Welche Schlussfolgerungen für die Schule sind aus dem Thesenpapier „Veränderungen“ zu ziehen?
4. Planen Sie die Entwicklung des Mathematikunterrichtes auf der Grundlage der Gleichung „Veränderung = Leidensdruck • Wille zur Veränderung • Erster Schritt“.

Blitzlicht

Phasen: Evaluation

Sozialformen: Plenum

Verlauf: Die TN äußern sich nach einem Abschnitt der Fortbildung z. B.:
Wie war für Sie der heutige Tag?
Wie fühlen Sie sich zurzeit?
Die TN geben eine Stellungnahme ab, dürfen die Äußerungen der anderen aber nicht kommentieren. Die Stellungnahme sollte möglichst nur aus einem Satz bestehen, evtl. einem positiven und einem negativen. Eine Besprechung mit der gesamten Gruppe kann sich anschließen.
Die Reihenfolge der Wortmeldungen kann beliebig sein. Es ist aber auch möglich, der Reihe nach vorzugehen

Kommentar: Diese Methode eignet sich sowohl nach kürzeren Abschnitten im Rahmen einer gesamten Fortbildungsreihe als auch nach Abschluss einer mehrtägigen Fortbildungsveranstaltung. Am Ende wäre es aber nicht sehr angebracht, nach dem Blitzlicht noch eine Diskussion anzuschließen.
Ein anderer Impuls wäre z. B.:
Wie haben Sie den Konflikt gerade erlebt?

Variante:

1. Rückblick (Das Moderatorenteam schildert noch einmal den Ablauf der gesamten Veranstaltung und erwähnt jedes Mal, welche Methode eingesetzt wurde).
2. Blitzlicht

Materialien: Keine

Beispiele zum Einsatz der Methode „Blitzlicht“ :

Herr A.: „Ich sehe, dass wir mit gemeinsamer Anstrengung doch etwas bewirken können.“

Frau K.: „Mir ist klar geworden, dass wir als Kollegium z.T. sehr unterschiedliche Bilder von unseren Schülerinnen und Schülern im Kopf haben.“

Frau T.: „Mir war am Nachmittag die Diskussion über die Rahmenbedingungen zu abstrakt.“

Herr M.: „Ich habe heute eine Menge profitiert, besonders das Rollenspiel hat viel gebracht, da ich mich jetzt besser in die Situation mancher Schüler versetzen kann.“

Frau L.: „Mir hat das Moderatorenteam in seiner Zusammenarbeit gut gefallen.“

Thesepapier: „Ein Dutzend Leitideen zur pädagogischen Schulentwicklung“

**Ein Dutzend Leitideen
zur pädagogischen
Schulentwicklung**

1. Von der Einzelschule her denken: Die Schule ist der Motor (Dalin).
2. Druck und Zug sind der Treibstoff (Miles/Huberman).
3. Veränderung ist eine Reise (Fullan) und kein Marschplan; nichts wird so realisiert, wie es geplant war.
4. Probleme und Konflikte sind auch Chancen.
5. Langsamer ist schneller (Senge).
6. Feedback und Selbstevaluation müssen Bestandteil der Arbeitskultur werden (Ekholm).
7. Alles hängt mit allem zusammen: Die Schulleitung stärken ohne das Kollegium zu schwächen.
8. Weiterentwicklung ist immer auch Störung – die Komfortgrenze muss überschritten werden.
9. Wandel kann nicht angeordnet sondern nur ermöglicht werden.
10. Schulentwicklung ist eine Trias von Unterrichts-, Personal- und Organisations-Entwicklung; UE und PE sind ohne OE nicht zu haben.
11. Jeder einzelne ist Schulentwickler.
12. Die Lehrpersonen sind nicht das Hindernis sondern die einzige Chance.

Hans-Günter Rolff

Thesepapier: „Veränderungen“

Veränderung ist das Produkt

aus Leidensdruck,

Wille zur Veränderung

und dem ersten Schritt.

Ist ein Faktor Null, ist das Produkt gleich Null!

Geplante Veränderung =

„Leidensdruck“

● „Wille zur Veränderung“

● „Erster Schritt“

1.2 Ausgangspunkt 2 : Wie sehen wir unseren Mathematikunterricht ?

(Oder: Was denken wir /was wissen wir über unseren Mathematikunterricht?)

Ein weiterer Ausgangspunkt, um in den Prozess der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung einzusteigen, kann die kritische Auseinandersetzung mit dem an der Schule real existierenden Mathematikunterricht sein. Jede Schule, jedes Kollegium, Schülerinnen und Schüler, Eltern, Nachbarn, ... hat/ haben sich im Laufe der Jahre eine Meinung über die konkrete Einzelschule gebildet. Die Fachkonferenz Mathematik hat eine Meinung über den Mathematikunterricht an der eigenen Schule. Diese Meinung bildet sich aus den Einzelerfahrungen der Lehrerinnen und Lehrer und deren Bild über den Unterricht der anderen Lehrerinnen und Lehrer, sei es in positiver oder negativer Bewertung je nach Grad der Übereinstimmung und Kooperation. Dieses Bild des Mathematikunterrichtes ist subjektiv gefärbt, wahrscheinlich weicht es mehr oder minder von der realen Situation des Mathematikunterrichtes ab.

Aus diesem Grunde ist es notwendig, sich ein durch Daten, durch umfangreiche Beobachtungen, durch Selbstbefragungen oder Schüler-(Eltern)-befragungen zutreffendes Bild zu verschaffen. Dadurch wird es möglich, Gemeinsamkeiten in der täglichen Arbeit zu entdecken, unterschiedliche Sichtweisen zu hinterfragen und gemeinsame Absprachen zielorientiert zu treffen. Bewertungen der Situation des Mathematikunterrichtes werden unterschiedlich ausfallen. Gemeinsame Beobachtungskriterien und Wertmaßstäbe für Unterricht müssen deshalb gefunden und vereinbart werden. Bei einer derart differenzierten Betrachtung kann die erreichte Schülerleistung ein Kriterium zur Beurteilung des Unterrichtes sein, sie wird aber nicht das einzige Kriterium sein und so zu einem von vielen wichtigen Kriterien werden.

Diese Absprachen müssen getroffen werden, um aus dem Wissen um die derzeitige Situation des Mathematikunterrichtes Perspektiven für die Zukunft entwickeln zu können.

1.2.1 Beschreibung einer Fachkonferenz zum Thema „Auseinandersetzung mit dem IST-Zustand des Mathematikunterrichtes an der eigenen Schule“

Eingangsvoraussetzungen

Die Fachkonferenz ist an der inhaltlichen Arbeit interessiert und sucht die sachliche interne Diskussion über den Mathematikunterricht an der eigenen Schule.

Zielsetzungen

Die Mitglieder der Fachkonferenz werden sich einig über die Notwendigkeit, gesicherte Daten über den Mathematikunterricht zu sammeln. Die Mitglieder der Fachkonferenz erklären sich bereit, aktiv an der Datensammlung mitzuarbeiten, indem sie einen Selbstbefragungsbogen ausfüllen und/oder sich an der Fremdbeobachtung beteiligen und/oder die Schülerbefragung durchführen.

Möglicher Ablauf der Sitzung (ca. 90 Minuten)

Phase 1:

In einer Selbstbefragung werden bestimmte Kriterien des Mathematikunterrichtes bewertet (siehe Materialien). Dafür füllen alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer die entsprechende Folie aus. Die Kriterien bzgl. des Mathematikunterrichtes können entsprechend

der Vorlage übernommen oder aber auch verändert werden, um sie der konkreten Situation vor Ort anzupassen.

Phase 2:

Die Auswertung und Präsentation erfolgt mittels OHP. Die Wertung der gesamten Fachkonferenz ist Grundlage der sich anschließenden Diskussion.

Phase 3:

Die Fachkonferenz beschließt, genauere und weitere Bewertungen des Mathematikunterrichts einzuholen. Es bilden sich Arbeitsgruppen, die einen Selbstbefragungsbogen für eigenen Unterricht (vgl. hierzu den Vorschlag "Reflexionsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit dem selbst erteilten Unterricht im letzten halben Jahr") und einen Beobachtungsbogen für nicht selbst erteilten Unterricht (vgl. hierzu den Vorschlag "Beobachtungsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit nicht selbst erteiltem Unterricht") sowie einen Schülerbefragungsbogen und/oder einen Elternbefragungsbogen entwickeln.

Anregung für weitere Fachkonferenzen:

1. Beschlussfassung zum Einsatz der Beobachtungsbögen und Befragungsbögen
2. Auswertung der gesammelten Informationen/ Planung weiterer Arbeitsschritte

1.2.2 Materialien für die Fachkonferenz

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Leerer Befragungsbogen für die Fachkonferenz (Spinnennetz)
3. Ausgefüllter Fragebogen (Spinnennetz)
4. Vorlage zum Spinnennetz
5. Selbstbefragungsbogen
6. Beobachtungsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit nicht selbst erteiltem Unterricht

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Arbeitsauftrag 1

1. Bewerten Sie die im „Spinnennetz“ enthaltenen Kriterien für Mathematikunterricht, indem Sie durch ein Kreuzchen in der Skala 1-6 festlegen, ob das Kriterium für Sie mehr oder weniger wichtig ist.
2. Tragen Sie Ihre Wertung auf die vorbereitete Folie ein und verbinden Sie Ihre Wertungskreuzchen.



Arbeitsauftrag 2

Legen Sie die Folien der Lehrerinnen und Lehrer übereinander und stellen Sie die Auswertung mittels OHP dar.



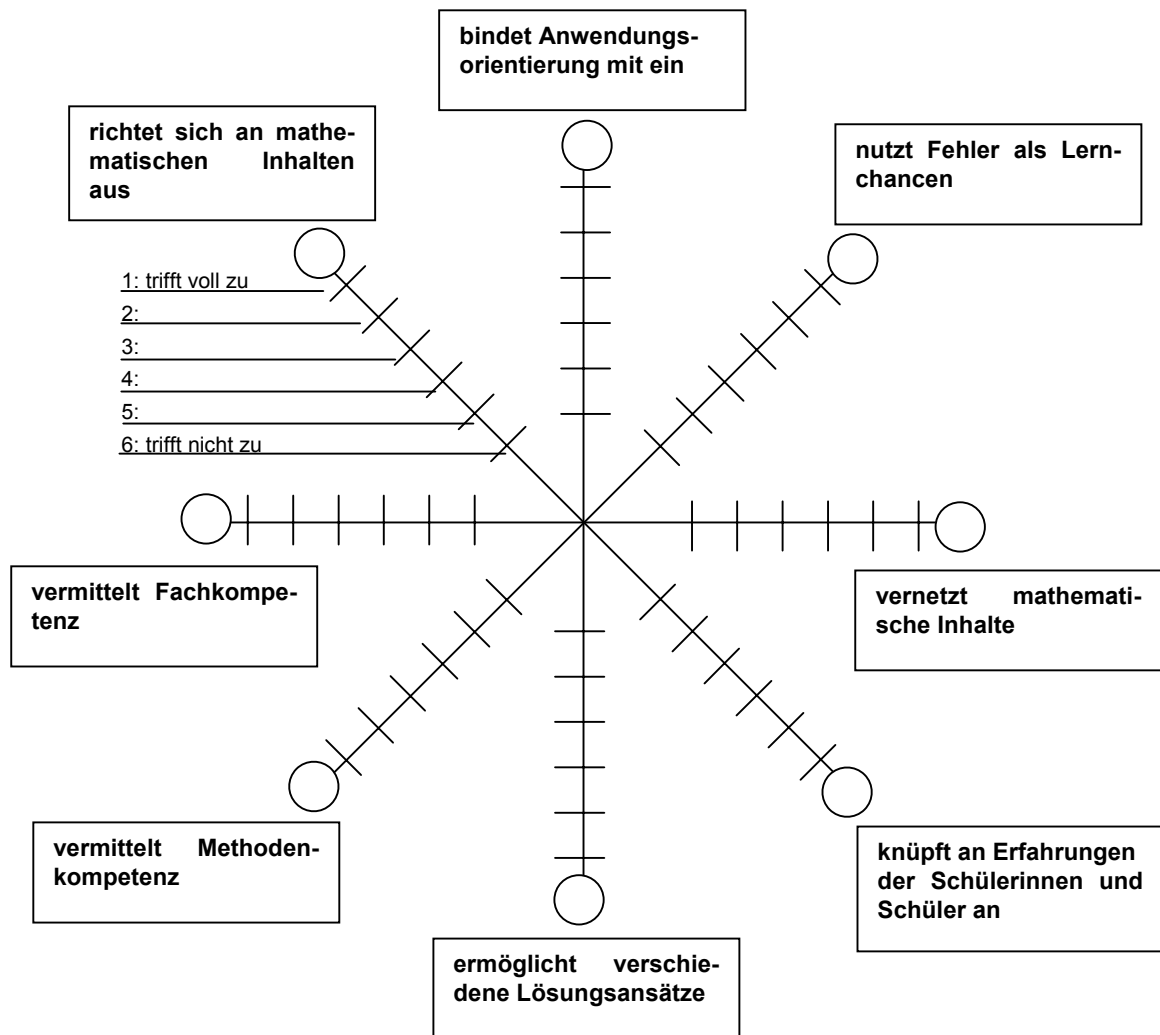
Arbeitsauftrag 3

1. Diskutieren Sie die Bewertung der Kriterien durch die Fachkonferenz.
2. Welche Kriterien sind für die Fachkonferenz von besonderer Relevanz?
3. Vereinbaren Sie weitere Bewertungen des Mathematikunterrichtes einzuholen!
4. Bilden Sie Arbeitsgruppen, die einen Selbstbefragungsbogen, einen Beobachtungsbogen für nicht selbst erteilten Unterricht sowie einen Schüler-/ Elternbefragungsbogen entwickeln.

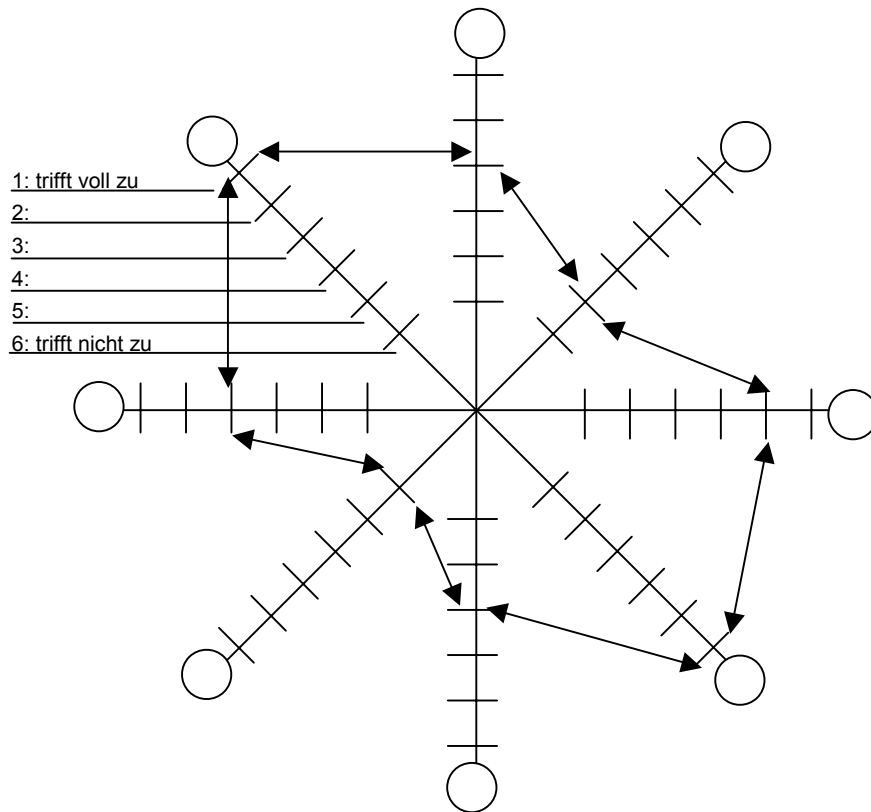
Leerer Befragungsbogen für die Fachkonferenz (Spinnennetz)

Wie schätze ich meinen/unseren Mathematikunterricht ein?

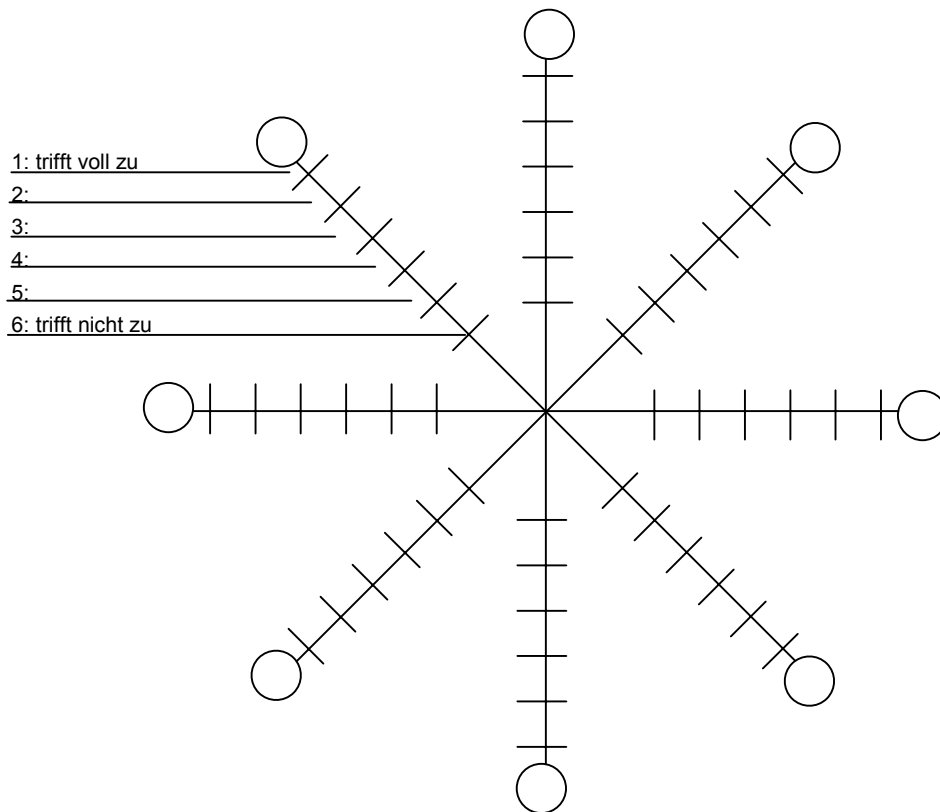
Der Mathematikunterricht ...



Beispiel für einen ausgefüllten Fragebogen (Spinnennetz)



Vorlage zum Spinnennetz



Vorschlag für einen Reflexionsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit dem selbst erteilten Unterricht im letzten halben Jahr

Auf meinen Unterricht bezogen gilt für diese Aussagen:	trifft voll zu	trifft häufig zu	trifft manchmal zu	trifft selten zu	trifft nicht zu
Die Schülerinnen und Schüler hören zu, die Lehrerin bzw. der Lehrer redet.					
Die Lehrerin bzw. der Lehrer redet und stellt Fragen, einzelne Schülerinnen oder Schüler antworten.					
Die Lehrerin bzw. der Lehrer und die Klasse bearbeiten in offenen Unterrichtsformen ein Problem.					
Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten in Gruppen ein Problem bzw. die gestellten Aufgaben.					
Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Arbeitsblätter.					
Die Schülerinnen und Schüler arbeiten jeder für sich an den gleichen Aufgaben.					
Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbstständig an selbst gewählten Aufgaben.					
Die Schülerinnen und Schüler entdecken Mathematik in Alltagssituationen.					
Die Schülerinnen und Schüler benutzen verschiedene Lösungswege.					
Nachfragen der Schülerinnen und Schüler werden angemessen im Unterricht behandelt.					
Schwache und gute Schülerinnen und Schüler werden durch Differenzierungsmaßnahmen speziell gefördert.					
Wann immer möglich werden Anschauungsobjekte im Unterricht benutzt.					
Wichtige Ergebnisse werden visualisiert und im Klassenraum ausgehängt.					
Schülerinnen und Schüler arbeiten im Unterricht konzentriert mit.					
Schülerinnen und Schüler bekunden ihr Desinteresse durch Unterrichtsstörungen.					
.....					
.....					
.....					

Vorschlag für einen Beobachtungsbogen zur kritischen Auseinandersetzung mit nicht selbst erteiltem Unterricht

Pädagogisches Vorgehen:

Die Lehrerin bzw. der Lehrer	++	+	0	-	--
respektiert die einzelne Schülerpersönlichkeit					
fördert angemessen das Benehmen und den richtigen Umgangston					
fördert das positive Arbeitsklima der Lerngruppe					
sorgt für klare Verhaltensregeln					
wendet die Verhaltensregeln angemessen auf alle Schülerinnen und Schüler an					
plant den Unterricht auf die Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler und der Lerngruppe bezogen					
vermittelt ihr bzw. sein Vertrauen in die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler					

Berücksichtigung des erweiterten Lernbegriffes:

Die Lehrerin bzw. der Lehrer	++	+	0	-	--
benutzt unterschiedliche Unterrichtsmethoden					
fördert angemessen die unterschiedlichen Lerntypen					
ermöglicht Lernen auf unterschiedlichen Niveaustufen					
sieht spezielle Förderung von schwachen Schülerinnen und Schülern vor					
sieht spezielle Förderung von guten Schülerinnen und Schülern vor					
verbindet unterschiedliche mathematische Gebiete					
sorgt für die Verknüpfung von Alltags- und Fachwissen					
regt kooperatives Arbeiten an					

benutzt Aufgaben, die unterschiedliche Lösungswege zulassen					
bietet den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, Arbeitsergebnisse vorzustellen					
benutzt offene Aufgabenstellungen					
regt die Eigeninitiative der Schülerinnen und Schülern an					
sorgt für aufgabengerechte Kooperation zwischen den Schülerinnen und Schüler					
ermöglicht konstruktives Lernen					
ermöglicht den Schülerinnen und Schülern ihr Expertenwissen einzubringen					

Fachdidaktisches Handeln:

Die Lehrerin bzw. der Lehrer	++	+	o	-	--
überprüft regelmäßig, ob die Schülerinnen und Schüler die Problematik verstanden haben					
ermutigt verschiedene Lösungswege auszuprobieren und diese kritisch zu würdigen					
fördert die Bewertung und Generalisierung von Lösungswegen					
achtet auf die angemessene Benutzung der Fachtermini					
erarbeitet/benutzt allgemeine Lösungsstrategien (ausprobieren, einschachteln u. Ä.)					
regt an, das Ergebnis aus dem Sachzusammenhang heraus kritisch zu würdigen					
fördert die Kommunikation über Mathematik					
vermittelt Begeisterung für das Fach					

weist auf fächerübergreifende Aspekte hin					
unterstützt das selbstständige Arbeiten durch sinnvolle Arbeitsmittel					
regt die Reflexion über das mathematische Lernen / die Problemlösungen an					

Unterrichtliches Planen und Vorgehen

Die Lehrerin bzw. der Lehrer	++	+	0	-	--
benutzt unterschiedliche Unterrichtsmethoden im Unterricht					
berücksichtigt die unterschiedlichen Lernniveaus der Schülerinnen und Schüler					
plant Hilfen für schwächere Schülerinnen und Schüler					
plant weitere Anregungen für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler					
beherrscht die fachlichen Inhalte und die Unterrichtssituationen					
weist auf die Vernetzung der Unterrichtsinhalte hin					

Ergänzende Beobachtungen:

Mathematische Bereiche, die im Unterricht bedeutsam waren:

- Rechnen
- Proportionalitäten
- Funktionen
- Algebra
- Statistik
- Geometrie
- ...

Allgemeine Handlungsstrategien, die im Unterricht benutzt wurden:

- Eigenen Standpunkt artikulieren
- Zusammenarbeit suchen

Zeitliche Aspekte des Unterrichtes:

- Organisatorisches: Minuten (%)
- Frontales Unterrichten: Minuten (%)
- Individuelles Arbeiten: Minuten (%)
- Gruppenarbeit: Minuten (%)
- Ineffektive Zeiten: Minuten (%)

Allgemeiner Eindruck / Besonderheiten:

.....

.....

.....

1.3 Ausgangspunkt 3: Gemeinsame Ziele finden, vereinbaren, anstreben...

Ein dritter Ausgangspunkt auf dem Weg der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung kann die konkrete Vereinbarung gemeinsamer Ziele und der dazu notwendigen Mittel und Ressourcen sein. Schulische Entwicklungen wie auch die Qualitätsentwicklung von Mathematikunterricht können kein „Zufallsprodukt“ von Pausengesprächen sein. Vielmehr gehört dazu eine geplante, strukturierte und kontinuierliche Auseinandersetzung um Inhalte, Methoden, Arbeitstechniken und Leistungsanforderungen.

Um einen solchen Entwicklungsprozess in Gang zu setzen und die anvisierten Ziele erreichen zu können, ist es notwendig, die Struktur und Mechanismen eines solchen Entwicklungsprozesses zu kennen:

Der erste Schritt ist die **Initiation**. Die Bedürfnisse oder Probleme der Beteiligten werden ermittelt. Dazu werden Daten gesammelt und ausgewertet. Ziele werden geklärt und vereinbart.

Der zweite Schritt ist die **Implementation**. Das gemeinsam beschlossene Projekt oder die Neuerung wird konkret geplant, durchgeführt und reflektiert.

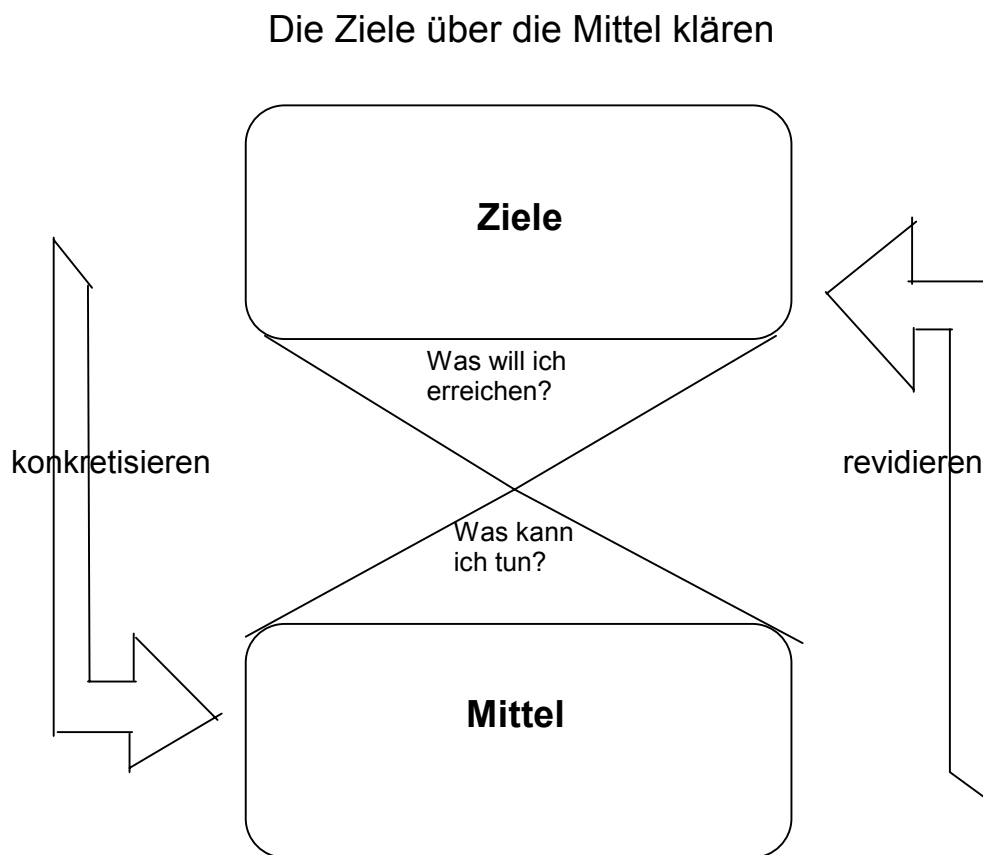
Die **Institutionalisierung** als dritter Schritt sichert die veränderte Arbeitsweise als neue Qualität des Mathematikunterrichtes.

Für den dauerhaften Erfolg des Prozesses bzw. zur Absicherung der anvisierten Ziele ist es entscheidend, womit man anfängt. Deshalb beginne man dort,

- wo die Probleme auffällig sind,
- wo es große Stärken gibt,
- wo kurzfristig Erfolge zu erwarten sind,
- wo sichere Erfolge zu erwarten sind,
- wo sichtbare Erfolge zu erwarten sind,
- wofür es eine aktive Mehrheit gibt.

Schließlich muss beachtet werden, wie die vereinbarten Ziele erreicht werden sollen. Dazu muss klar definiert sein, welche Mittel an Personal, Finanzen, zeitlichem Einsatz und anderen Ressourcen eingesetzt werden können. Insofern sind die angestrebten Ziele von den zur Verfügung stehenden Mitteln abhängig, wie auch die einzusetzenden Mittel von den Zielen abhängen.

Ziele und Mittel gehören also unmittelbar zusammen wie die Darstellung zeigt:



Intentionen und Wirkungen:

Das Denken durch das Tun disziplinieren.
Das Tun durch das Denken aufklären.
Das Denken wird pragmatisch.
Das Handeln wird reflektiert.

Um sich selbst angemessen zu fordern aber nicht zu überfordern, sollten die zu vereinbarenden Praxisziele **herausfordernd** und als „**SMARTe**“ Ziele erklärt werden:

- | | |
|---------------------------|---|
| Herausfordernd | bedeutet, dass der als Ziel angestrebte Zustand sich deutlich vom heutigen Zustand unterscheidet und sich nicht von selbst einstellt. |
| S - wie spezifisch | bedeutet, dass ein konkretes Ziel angegeben wird. |
| M - wie messbar | bedeutet, dass der Grad der Zielerreichung sich beobachten oder indirekt messen lässt. |
| A - wie akzeptabel | bedeutet, dass ein Minimalkonsens erreichbar ist und dass dieses Ziel (neben anderen) erreicht werden soll. |

- R - wie realistisch** bedeutet, dass das Ziel unter den gegebenen finanziellen, personellen,....Rahmenbedingungen erreichbar ist.
- T - wie terminiert** bedeutet, dass ein Zeitpunkt für die voraussichtliche Zielerreichung angegeben ist.

1.3.1 Fachkonferenz zur Prozessorientierung bei der Entwicklung von Unterricht

Eingangsvoraussetzungen

Die Lehrerinnen und Lehrer der Fachkonferenz sind sich einig, die Arbeit der Fachkonferenz inhaltlich und nicht nur formal zu gestalten. Die Vorbereitung der Parallelarbeit hat erste Impulse gesetzt, sich mit den Brennpunkten des Mathematikunterrichtes auseinander zu setzen.

Zielsetzungen

Die Fachkonferenz erstellt eine Liste mit Problembereichen des Mathematikunterrichtes bzw. mit möglichen Arbeitsbereichen oder wünschenswerten Veränderungen. Die Fachkonferenz entscheidet sich konkret für Aufgabenbereiche, die im laufenden Schuljahr bearbeitet werden sollen. Sie legt schriftlich fest, wer mit wem wann was tut, um dem angestrebten Ziel näher zu kommen.

Möglicher Ablauf der Sitzung (ca. 120 Minuten)

Phase 1:

Im Plenum wird eine Liste von möglichen Arbeitsfeldern für die nächsten Jahre zusammengestellt (siehe hierzu die Handreichung „Einführung in die Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung von Unterricht und schulinterner Umgang mit Aufgabenbeispielen und Parallelarbeiten“, S. 40-41)². Alle Themenvorschläge werden akzeptiert und schriftlich fixiert.

Phase 2:

Um die kollegiale Diskussion zu verstärken, wählt jeder Teilnehmer der Fachkonferenz drei für ihn wichtige und drei für ihn (relativ) unwichtige Themen aus. Danach revidieren zwei Teilnehmer in Partnerarbeit ihre persönlichen Listen und entwickeln eine gemeinsame Liste mit vier wichtigen/unwichtigen Themenbereichen. Schließlich überarbeiten zwei Zweierteams ihre Listen und erstellen eine entsprechende gemeinsame Liste mit fünf wichtigen/unwichtigen Themen. Diese Listen werden auf Folie fixiert (siehe Materialien).

Phase 3:

Im Plenum werden die Folien verglichen und die wichtigen Themen listenmäßig addiert. Für die spätere Arbeit werden auch die weniger wichtigen Themen erfasst. Nun erhält jede Lehrerin und jeder Lehrer die Möglichkeit, auf einem Großplakat die wichtigen Themen zu punkten: Aus einer Vorgabe von 10 (bis zu 20) Klebepunkten ordnet sie/er jedem Thema so viele oder so wenig Punkte zu, wie sie/er das Thema gewichten möchte.

² Diese Handreichung sowie viele weitere Materialien zu anderen Fächern stehen unter der Adresse <http://www.learnline.nrw.de/angebote/qualitaetsentwicklung/index.html> zum Download zur Verfügung.

Phase 4:

Damit hat die Fachkonferenz selbst die vordringlichsten Themen öffentlich für jeden Teilnehmer nachvollziehbar entwickelt. Die Themen müssen nun der Prioritätenliste gemäß abgearbeitet werden. Dazu bilden sich jetzt zu den ersten zwei oder drei Themen Arbeitsgruppen, die den Auftrag erhalten, sofort mit der Arbeit zu beginnen und in den nächsten Wochen eine weitere Arbeitssitzung zu vereinbaren. Zum Abschluss wird vereinbart, wann die nächste Fachkonferenz stattfindet, bei der die Gruppen vom Stand der Arbeit berichten müssen.

1.3.2 Materialien zur Fachkonferenz

1. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Liste von möglichen Arbeitsfeldern
3. Wahlzettel: Wichtige/Weniger wichtige Themen
4. Schneeball
5. Ausgefülltes Raster zur Evaluation eines Vorhabens
6. Raster zur Evaluation eines Vorhabens
7. Ausgefülltes Raster zur Planung von Vorhaben (Prozessevaluation)
8. Raster zur Planung von Vorhaben (Prozessevaluation)

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Arbeitsauftrag 1

Stellen Sie eine Liste von möglichen Arbeitsfeldern auf, die die Fachkonferenz in den nächsten Jahren bearbeiten sollte. Alle Themenvorschläge werden akzeptiert und schriftlich fixiert.



Arbeitsauftrag 2

1. Wählen Sie aus der Themenliste drei wichtige und drei weniger wichtige Themen aus. Notieren Sie diese auf dem Wahlzettel 1!
2. Wählen Sie eine Partnerin/einen Partner Ihrer Wahl und entwickeln Sie eine gemeinsame Liste mit vier wichtigen und weniger wichtigen Themen. Notieren Sie diese auf dem Wahlzettel 2!
3. Suchen Sie eine andere Zweiergruppe und erstellen Sie nun eine gemeinsame Liste mit fünf wichtigen und weniger wichtigen Themen. Notieren Sie diese auf der bereitgestellten Folie!



Arbeitsauftrag 3

1. Verschaffen Sie sich nun auf Plakaten einen Überblick über alle wichtigen Themen. Notieren Sie auf jedes Plakat ein wichtiges Thema.
2. Jede Lehrerin/jeder Lehrer klebt nun so viele (rote) Klebepunkte von insgesamt 10 (bis zu 20) Klebepunkten auf jedes Plakat, wie sie/er die Bedeutung dieses Themas gewichten möchte.



Arbeitsauftrag 4

1. Entsprechend der Gewichtung durch die Lehrerinnen und Lehrer wird nun eine Prioritätenliste erstellt. Zur späteren Bearbeitung werden die als weniger wichtig deklarierten Themen ebenfalls in einer Liste festgehalten.
2. Zu den Themen mit der größten Gewichtung bilden Sie Arbeitsgruppen, die sofort mit der Arbeit beginnen.
3. Vereinbaren Sie das nächste Treffen der Arbeitsgruppen und die Sitzung der nächsten Fachkonferenz, in der alle Arbeitsgruppen über den Arbeitsstand und die ersten Ergebnisse berichten.

Mögliche Arbeitsfelder für die Fachkonferenz Mathematik

- Repertoire der Unterrichtsmethoden im Mathematikunterricht erweitern
- Neue Aufgabenkultur entwickeln
- Fachliche Inhalte des Unterrichts gemeinsam vereinbaren
- Grundsätze über Erstellung und Korrektur von Klassenarbeiten vereinbaren
- Unterrichtsreihen gemeinsam planen
- Einsatz der neuen Medien und Software planen
- Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler entwickeln
- Gemeinsame Materialbörse erstellen
- Mathematikunterricht gemeinsam handlungsorientiert planen
- Anwendungsorientierung fördern und planen
- Einsatz von Spielen in den Unterricht planen
- Eigenverantwortliches Lernen fördern und planen
- Arbeitstechniken im Mathematikunterricht sichten und neue Arbeitstechniken einsetzen
- ...

Verschiedene Wahlzettel

Wahlzettel 1

Wichtig	Weniger wichtig
1.	1.
2.	2.
3.	3.



Wahlzettel 2

Wichtig	Weniger wichtig
1.	1.
2.	2.
3.	3.

Wahlzettel 3

Wichtig	Weniger wichtig
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.

Schneeball

Phasen: Erarbeitung, Kennenlernen

Sozialformen: Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit und Plenum

Verlauf: Alle TN werden gebeten zu einem Sachverhalt oder einer Fragestellung wichtige Punkte, Wünsche, Vorstellungen festzuhalten. Sie schreiben 5 für sie besonders wichtige Punkte auf einen weißen DIN-A4-Bogen.
Anschließend erhalten die TN den Auftrag, mit der Nachbarin oder dem Nachbarn eine Vereinbarung zu treffen, sich auf 6 der insgesamt 10 Punkte zu einigen und diese auf eine gemeinsame Liste auf einen gelben Papierbogen DIN-A4 zu schreiben.
Als Nächstes sollen zwei Paare eine erneute Einigung auf beispielsweise wiederum 6 Punkte herbeiführen. Diese werden wieder auf einem diesmal blauen DIN-A3-Karton notiert.
Die Vorschläge und Wünsche werden ausgehängt und zu Themenkomplexen zusammengefasst, um der Gesamtgruppe einen Arbeitsvorschlag zu unterbreiten. Dazu empfehlen sich farbige Markierungen, um zu zeigen, welche Vorschläge in welchem Themenkomplex eingegangen sind. In einem Gespräch mit der Gruppe kann das Moderatorenteam auch verdeutlichen, zu welchen Fragestellungen es keine Angebote machen kann.

Kommentar: Diese Vorgehensweise eignet sich besonders bei Gruppen bis zu ca. 20 TN. Sollte die Gruppe größer sein, wäre es erforderlich noch einen weiteren Durchgang mit einer Achtergruppe zu machen. Diese Achtergruppe müsste sich auf 8 Punkte einigen und auf ein Plakat schreiben. Hierbei ist aber zu bedenken, dass es immer schwieriger wird, sich in relativ kurzer Zeit auf 8 Punkte zu einigen, besonders wenn die TN sich noch nicht genügend kennen. Dabei werden Durchsetzungsstrategien zumindest von einigen TN schon angewandt. Wahrscheinlich ist es nicht ratsam, bereits nach diesem „Schneeball“ die Durchsetzungsstrategien zu thematisieren. Sie könnten aber im Verlauf der Veranstaltung später besprochen werden.

Materialien: weiße und gelbe DIN-A4-Bögen, blauer DIN-A3-Karton und, bei größeren Gruppen ein weiterer DIN-A3-Karton in einer anderen Farbe, Filzstifte

Beispiele zum Einsatz der Methode „Schneeball“ :

Runde (Einzelarbeit) - „Welche Probleme, Fragen, Inhalte sollten während unserer Tagung unbedingt behandelt werden?“

Runde - Suchen Sie sich eine Partnerin oder einen Partner und sprechen Sie gemeinsam über Ihre wichtigen Punkte und einigen Sie sich auf sechs dieser Punkte. Notieren Sie Ihre gemeinsame Liste auf dem gelben DIN-A4-Bogen.

Runde - Zwei Paare finden sich zusammen und einigen sich auf insgesamt sechs Punkte und notieren diese auf blauem DIN-A3-Karton. Achten Sie bitte auf große, auch aus der Entfernung lesbare Schrift.

Runde (bei mehr als 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmern) - Bilden Sie Achtergruppen und einigen Sie sich auf acht der wichtigsten Punkte. Schreiben Sie diese auf ein Plakat in großer Schrift. Erläutern Sie die Vorschläge Ihrer Gruppe den anderen.

Raster zur Evaluation von Vorhaben

Abteilung: Fachkonferenz Mathematik

Vorhaben: Z.B. Stationenlernen

	Erklärungen / Bemerkungen (Datum: 25.9.00)	Kommentar zur Evaluation (Datum: 24.1.01)
	Welche Vorerfahrungen gibt es? (Lehrer/Klasse):	Methode Stationenlernen wird akzeptiert und soll weitergeführt werden.
Datenerfassung	Mögliche Probleme:	
	Die Jahrgangsteams planen einmal Stationenlernen (Ü- bung)	Ein Stationenlernen pro Halbjahr ist zu wenig.
Zielvereinbarung	Mindestens eine Klasse je Jahrgang führt es durch.	
	1.Stufenteams arbeiten aus 2.Mind. eine Klasse führt durch.	Schriftliche Vorlagen und Auswertungen müssen zentral gesammelt werden.
Konkrete Planung (Wer macht wann, was mit wem?)	3.Stufenteam begleitet 4.Stufenteam berichtet	
	Zeit: 2-3 U.-Stunden mit 8 Stationen	Bei 8 Stationen werden 3-4 U.-Stunden benötigt.
Verfügbare Ressourcen	Vorh. Materialien:.... Notw. Materialien:....	
	Termine für Besprechungen Themenbereiche	Planung früher beginnen Geeignete Themenbereiche auswählen
Durchführung	Termin d. Durchführung Termin d. Auswertung	Pflicht- und Zusatzstationen einplanen
	----- -----	Individualisierung des Lernens
Erreichte Ziele	----- -----	Verantwort. beim Lernen- den Selbstkontrolle wird erlernt Lehrer als Berater tätig
	----- -----	

Raster zur Evaluation von Vorhaben

Abteilung: Fachkonferenz Mathematik

Vorhaben:

	Erklärungen / Bemerkungen	Kommentar zur Evaluation
Datenerfassung		
Zielvereinbarung		
Konkrete Planung (Wer macht wann, was mit wem?)		
Verfügbare Ressourcen		
Durchführung		
Erreichte Ziele		

Raster zur Planung von Vorhaben (Prozess – Evaluation)

Schule:..... Abteilung: Fachkonferenz Mathematik

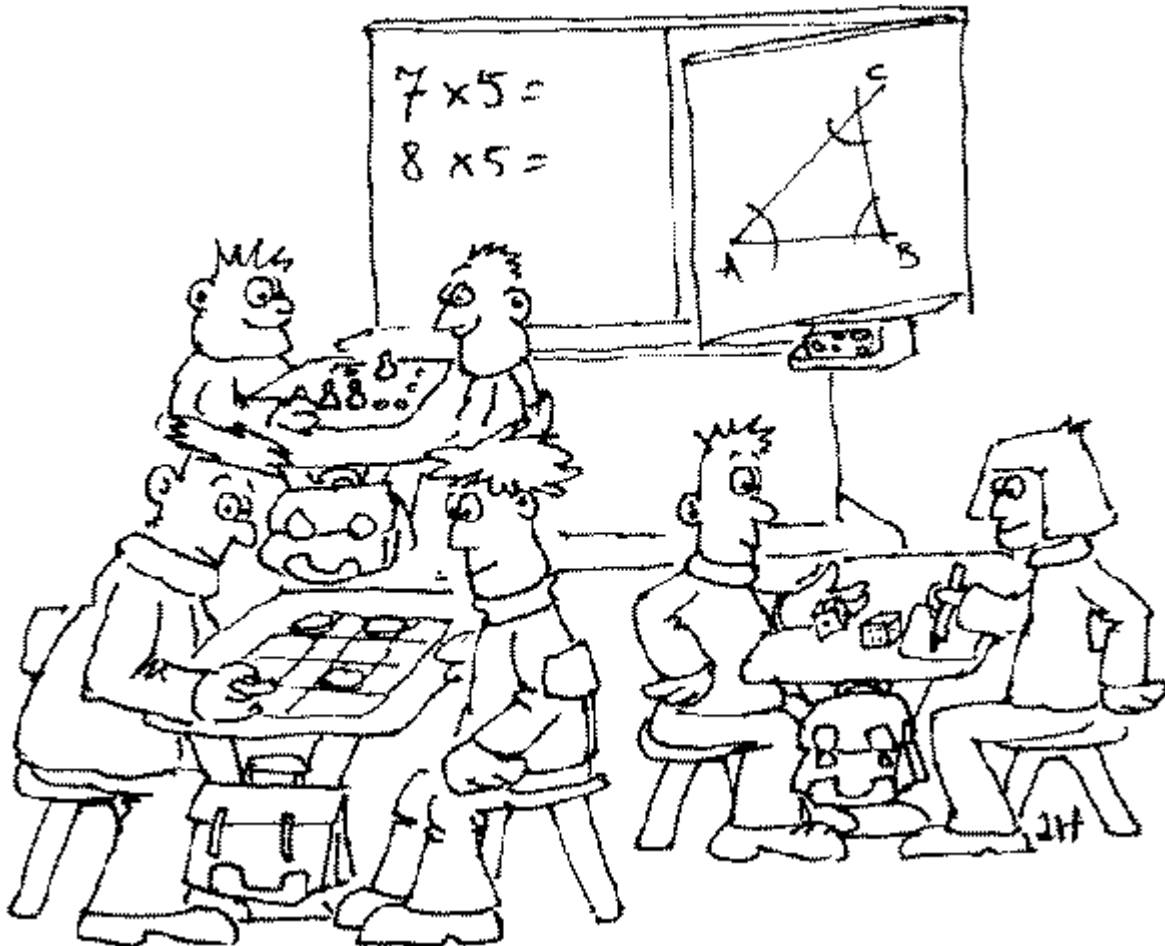
Welches Vorhaben wurde vereinbart?	Welche Zielvereinbarungen wurden getroffen?	Wie sieht die Planung/Durchführung aus?	Welche Ziele sollen wie überprüft werden?	Wie wird das Vorhaben zukünftig in die Arbeit integriert?	Welche Erweiterung des Vorhabens/welches neue Vorhaben ist geplant?
z.B.: Stationenlernen soll in jedem Jahrgang als Methode (Übung) eingesetzt werden	Im 2.Halbjahr wird in jedem Jahrgang einmal Stationenlernen eingesetzt.	Die Jahrgangsteams planen, mindestens eine Klasse führt es durch.	Effektivität durch Lehrerbefragung / Schülerbefragung / Lernzielkontrolle	In jedem Jahrgang wird pro Halbjahr das Stationenlernen 5-mal eingesetzt.	Einsatz des Stationenlernens auch für das selbstständige Erlernen von U.-inhalten
Stationenlernen soll als Methode zum selbstständigen Erlernen eingesetzt werden.

Raster zur Planung von Vorhaben (Prozess – Evaluation)

Schule:..... Abteilung: Fachkonferenz Mathematik

Welches Vorhaben wurde vereinbart?	Welche Zielvereinbarungen wurden getroffen?	Wie sieht die Planung/Durchführung aus?	Welche Ziele sollen wie überprüft werden?	Wie wird das Vorhaben zukünftig in die Arbeit integriert?	Welche Erweiterung des Vorhabens/welches neue Vorhaben ist geplant?

Spiele im Mathematikunterricht



Spiele im Mathematikunterricht sind nicht nur eine willkommene Abwechslung für Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer, sondern können entscheidend zur Sicherung der Qualität des Unterrichts beitragen.

Sie bieten sich u.a. zur Festigung, Übung und Erarbeitung neuer Unterrichtsinhalte in verschiedenen mathematischen Bereichen an. Spiele fördern Phantasie, Kreativität, strategisches Denken und das Erkennen von Zusammenhängen. Die Kommunikation über und mit Mathematik wird ermöglicht bzw. erleichtert, soziales Lernen angeregt.

Neben konkreten Unterrichtsbeispielen finden sich in diesem Baustein Materialien zur Implementation von Spielen in den schulinternen Fachlehrplan sowie Beispiele zur Evaluation entsprechender Vorhaben auf den verschiedenen Ebenen.

2. Spiele im Mathematikunterricht

2.1 Einführung

2.1.1 Spiele als Kulturtechnik

Spiele zählen zu den wichtigsten Kulturgütern der Gesellschaft(en). Bereits Schiller sagte: „Der Mensch spielt nur, wo er in voller Bedeutung des Wortes Mensch ist, und er ist nur Mensch, wo er spielt.“ Spiele vermitteln Kulturtechniken zu einer Zeit, da der Mensch nicht über ausgeprägte Aneignungstechniken verfügt. In seiner Entwicklung durchläuft der Mensch bestimmte Phasen, die sich durch sein Spielverhalten und sein Spielvermögen ausdrücken lassen. Für kleine Kinder ist das Spiel Ernst und gleichzeitig Schule der Verhaltensweisen (Phase des unbewussten Handelns/ „gib mir“). Die nächste Stufe ist geprägt durch bewusstes Handeln, jedoch immer ich- bezogen („ich will“). In einer nächsten Phase soll sich das soziale Handeln entwickeln. Handeln kann reflektiert und analysiert werden. Im Spiel steckt die Neugier, das Ausprobieren („learning by doing“). Um Ordnung in wirre Phantasien zu bekommen, bedarf es eines Konzeptes, einer Sammlung von Regeln, um sich mit den Spielpartnern verständigen zu können.

2.1.2 Spiele im Mathematikunterricht

Für viele Lehrerinnen und Lehrer entsprechen Spiele nicht dem „tiefen Ernst“ der Mathematik. In der Primarstufe werden sie noch weitgehend akzeptiert, weil spielerische Elemente dort positive Wirkung zeigen. Sie sind für manche erholsame Abwechslung vom Schulalltag, für andere - wie gesagt - schlichte Zeitverschwendung. So bleiben im weiteren Schulleben drei Möglichkeiten, mit Spielen umzugehen:

- sie werden kategorisch abgelehnt,
- sie werden in die letzten fünf Minuten des Unterrichts verlagert oder
- sie werden als integrativer Bestandteil des Unterrichts voll akzeptiert.

Fragt man sich nun, wie Schülerinnen und Schüler in Mathematik eigentlich lernen, provoziert man damit ein Nachdenken über die Organisation unterrichtlicher Aneignungsprozesse. Zu dieser Situation bemerkt Bücken: „Auch Lernen muss motiviert und animiert werden. Schule ist nun mal eine Zwangsveranstaltung“¹. Heymann geht es beim Spielen im Mathematikunterricht „um die Entwicklung von Selbstbewusstsein, Selbstvertrauen, personaler Identität, um die Fähigkeit, eigene Ziele, Wünsche und Vorstellungen klar zu erkennen und handelnd zu verwirklichen, mit den eigenen Stärken und Schwächen realistisch umzugehen.“² Folglich geht es „um die Ich-Stärkung des Lernenden, um Gelegenheiten im Unterricht, Kreativität und Phantasie zu entfalten.“³

Spielen im Mathematikunterricht ist eine Erkenntnismethode: Es wird gelernt, soziales Handeln zu trainieren, Zielstrebigkeit zu entwickeln und Lösungsstrategien zu „entde-

¹ Bücken, H.: Das ganze Leben ist ein Spiel. In: mathematik lehren. Heft 43, Seelze, 1990: S. 13.

² Heymann, H. W. : Allgemeinbildung und Mathematik. Beltz-Verlag: Weinheim, 1996: S.166.

³ Henning, H. / Schuster E.: „...das geht ja spielend leicht!“. Spielen im Mathematikunterricht. In: Mathematik in der Schule. Heft 37. Berlin, 1999: S. 10.

cken“. Man könnte es auch als mathematisches Experimentieren bezeichnen. Beim Spiel können nach Herbert Henning verschiedene Tätigkeiten ablaufen⁴:

- das Entdecken von Zusammenhängen zwischen mathematischen Objekten
- das Erkennen von Operationen zwischen mathematischen Objekten
- das Erkennen von Möglichkeiten, wie man ein Ziel erreichen kann
- das Ableiten von Lösungsstrategien
- das Erkennen von Einflüssen auf den Spielverlauf...

Es zeigt sich, dass mathematische Einsichten vermittelt und vernetzt werden können. Würfelspiele können stochastisches Denken begünstigen; das Entwickeln und Reflektieren von Spielregeln fördert strategisches Denken. Das Spielen selbst kann „heuristisch“ schulen. Spielen ist immer Handeln in vorgestellten Situationen (Arbeitsdefinition von Paradies und Meyer)⁵.

Wir wollen mit dieser kurzen Darstellung für den Einsatz von Spielen im Mathematikunterricht werben und zeigen, dass sie den Unterricht für Schülerinnen und Schüler und Lehrerinnen und Lehrer bereichern können und durchaus im Einklang mit gegebenen Lehrplänen stehen! Wenn man zum Lernen („erweiterter Lernbegriff“) üblicherweise Probierverhalten, Experimentieren, Einlassen auf Lerngegenstände und Risikobereitschaft rechnet, dann zählen Spiele (nach Peter Petersen⁶) zu den „4 Urformen des Lernens und Sich-Bildens.“ Spielend lernen heißt nicht, ohne Anstrengung lernen! Im spielerisch-nachahmenden und experimentierenden Gestalten kann der Lernende viel über die Lerngegenstände selbst erfahren. Spiel ist das Vergnügen daran, sich selbst auszuloten, sich selbst angemessen einschätzen zu lernen. Spielen ist aber immer „handeln als ob“, also sanktionsfreies Handeln. Man wird zwar bestraft (z. B. durch das Schlagen einer Figur), aber auch das ist nur so „als ob“. Man kann lernen, was man beim nächsten Mal besser machen kann. Entwürfe können entwickelt, erprobt, modifiziert und schließlich beiseite gelegt werden.

2.1.3 Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht

Lehrende können mit Spielen Mathematikunterricht gestalten, d. h. Spiele müssen zielgerichtet sein. Auf der anderen Seite wollen die Schülerinnen und Schüler Spaß haben. Die Spiele sollen spannend sein und das Glücksmoment sollte nicht fehlen, damit auch schwächere Schülerinnen und Schüler einen Spielanreiz und eine Siegeschance haben. Spiele sollten nicht nur einmalig in den Unterricht eingebaut werden, sondern ihren festen Platz finden. Sie können in allen Phasen des Unterrichts eingesetzt werden, wobei die Häufigkeit des Einsatzes variieren darf und muss. Spiele sind auch eine Technik, um Motivation und Aufmerksamkeit zu erzielen. Man sollte aber auch bedenken, dass zu viele Spiele den Unterricht genauso langweilig machen können wie Hunderte von Übungsreihen aus dem Lehrbuch. Jeder Prozess menschlichen Lernens beginnt mit Neugier, die aber immer wieder neu geweckt werden muss.

⁴ Vgl. Mathematik in der Schule Heft 37.1999: S. 10-16.

⁵ Liane Paradies/Hilbert Meyer. Alles nur Spielerei? Ansprüche an eine Spieldidaktik in der Sekundarstufe I. In: Pädagogik, 46. Jg. (1994): S. 10-16.

⁶ Peter Petersen. Führungslehre des Unterrichts. (1937). 10. Aufl.. Weinheim, 1971: S. 31ff.

2.1.4 Wann lassen sich Spiele einsetzen?

- Spiele können **in ein Thema einführen**. Man kann z. B. Flächen mit Formen auslegen lassen oder Tangram-Figuren benutzen, um in die Flächenberechnung/ den Flächenvergleich einzuführen.
- Spiele können auch **zur Festigung/zur Wiederholung** von Gelerntem dienen. Gängig sind hier Karten- oder Würfelspiele. Wenn zum Üben das Glückselement kommt, entsteht eine positive Spannung, die Schülerinnen und Schüler zum selbst-tätigen Bearbeiten anregt (hier seien das Karten-Memory mit Aufgaben zur Bruchrechnung oder Kopfrechenaufgaben genannt). Es bietet sich auch an, „Helfersysteme“ zu etablieren. Die wohl verbreitetste Unterrichtssituation für Lernspiele ist die Freiarbeit und der Wochenplan, in der sich Schülerinnen und Schüler Lernspiele zum Üben und Wiederholen aussuchen, dabei aber von der Fachlehrerin bzw. vom Fachlehrer methodische Hilfe erhalten müssen.
- Spiele bieten sich **als Differenzierungsmöglichkeit** an. Hier können je nach Arbeitstempo und Lernfortschritt verschiedene Übungsformen parallel angeboten werden:
 - das geforderte Tempo oder die Zeitvorgabe wird verändert,
 - der Stoffumfang wird erweitert/ verringert,
 - die Komplexität oder der Schwierigkeitsgrad wird geändert,
 - die Spielregel wird variiert,
 - die Lernorganisation wird neu gestaltet (einzeln, zu zweit, Gruppenleistung...) oder
 - die Spielregeln werden formuliert.
- Speziell **in Arbeitsgemeinschaften** kann man ohne Lehrplanschranken und Zeitbegrenzung arbeiten. Spiele können hier selbst erfunden und gestaltet werden.
- Solitär-Spiele oder Puzzles lassen sich leicht **als Hausaufgabe** umfunktionieren.
- Dass gut ausgewählte Spiele **in unerwarteten Vertretungsstunden** eine Bereicherung darstellen können, steht außer Frage. Hier wäre es gut, wenn jede Schule einen kleinen Fundus an Spielen parat hätte.
- Auch **als Lernzielkontrolle** bieten sich Spiele als interessante Alternative zu den gewohnten Tests an. Hier kann man auch wieder Gruppenergebnisse erzielen, die vergleich- und beschreibbar sind. So ermöglichen z. B. Quiz-Fragen oder Brettspiele (mit Wissensfragen versehen) bei richtiger Beantwortung den Weg zum Spielziel.
- **Im Bereich des Förderunterrichtes** bieten sich Spiele als lustbetonte Methode an, bestimmte Defizite aufzuarbeiten. Da diese Gruppen in der Regel recht klein sind, ermöglichen sie eine individuelle Betreuung, ohne dabei auf das Gruppenlernen zu verzichten.

2.1.5 Anforderungen an ein (mathematisches) Lernspiel

Spielerisches Lernen, das in der Regel mit aktivem Handeln verbunden ist, vermittelt Spaß und macht die eigentliche Lernanforderung vergessen. Für ein Lernspiel gilt deshalb ganz allgemein:

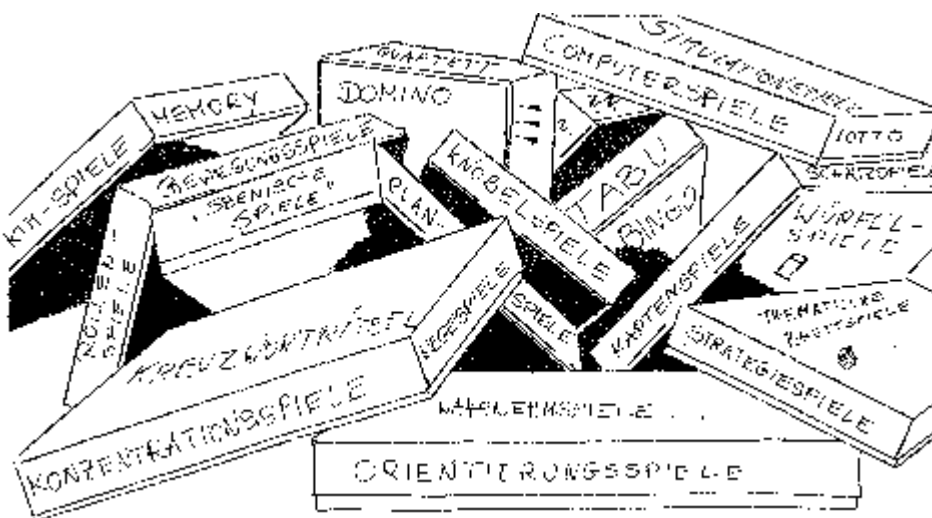
- es hilft, einen Stoff (ein Teilgebiet) zu vermitteln,
- es regt die Kinder an, Aufgaben durch aktive und geistige Auseinandersetzung selbstständig zu lösen,
- es löst nach (Spiel-) Regeln eine zielgerichtete Handlung aus,
- es fördert soziales Lernen,
- es ermöglicht eine Koordinierung in der Gruppe,
- es im Prinzip wiederholbar,
- es berücksichtigt eine Ausgewogenheit zwischen Regel und Zufall oder
- es bietet eine Kombination von Theorie und Praxis.

Durch Spiele wird die Welt entdeckt und erobert!

2.1.6 Veränderte Lehrerrolle

Die Lehrerin und der Lehrer kann den Spielanlass nutzen, um angemessenes Benehmen und einen freundlichen Umgangston zu fördern. Es muss möglich sein, für klare Verhaltensregeln zu sorgen! Man kann das Arbeitsklima damit auf jeden Fall positiv beeinflussen. Das Spiel bietet die Chance, sich verstärkt einzelnen Schülerinnen und Schülern widmen zu können und allen Schülerinnen und Schülern Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit zu vermitteln. So wird die Kommunikation über und mit Mathematik gefördert.

2.1.7 Unsystematische Zusammenstellung geeigneter Spielformen



2.1.8 Basteltipps

Es gibt auf dem Markt mittlerweile eine Reihe recht guter, „fertiger“ Lernspiele, die aber oft sehr teuer sind. So führt manchmal der Weg an den Basteltisch. Das ist zwar mühselig, lohnt sich aber. Als Sammeltipp für Bastelmaterial bieten sich einmal Flohmärkte an (wenn man Püppchen, Spielbretter ... braucht), gesammelt werden könnten aber auch Dinge des täglichen Lebens:



Bastelmaterial, Anleitungen und Bücher bekommt man u. a. bei:

- AOL Verlag, Waldstr. 17 -18 , 77839 Lichtenau, Tel.: 07227 - 9588
- Verlag an der Ruhr, Postfach 102251, 45433 Mülheim, Tel.: 0208- 495040
- ÖKOTOPIA Verlag, Hafengeweg 26, 48155 Münster, Tel.: 0251- 661035
- Robin-Hood-Versand, Küppelstein 36, 42857 Remscheid, Tel: 02191- 794242

2.1.9 Literaturliste

- Agostini, Franco. DuMont´s Spielbuch der Mathematik und Logik. Köln, 1988.
- Botermans, Jack, van Delft, Pieter. Puzzles, Knocheleien, Geschicklichkeitsspiele, Vexiere. München⁷,1987.
- Jochim Lichtenberger. Spiele, Rätsel, Zahlen. Eine themenbezogene Sammlung mathematischer Spiele, Rätsel, Tüftelaufgaben für den Unterricht in den Klassen 5–7. Berlin, 1993.
- Loyd, Sam, Gardner, Martin. Mathematische Rätsel und Spiele. Köln ¹³,1997.
- Mathematik lehren. Themenheft „Spiele im Mathematikunterricht.“, Heft 43, 1994.
- Mathematik lehren. Themenheft „...noch mehr Spiele.“ Heft 66, 1994.
- Heitmann, Friedhelm. Spiel ´mal Mathe, Bd. 1 und Bd. 2. Mülheim: Verlag an der Ruhr, 1993
- Verlag Volk und Wissen, Lernen durch Spielen, 5/6 und 7/8. Berlin, 1999.

2.2 Beispiele aus dem Mathematikunterricht

2.2.1 Nim(m) 64 Karten

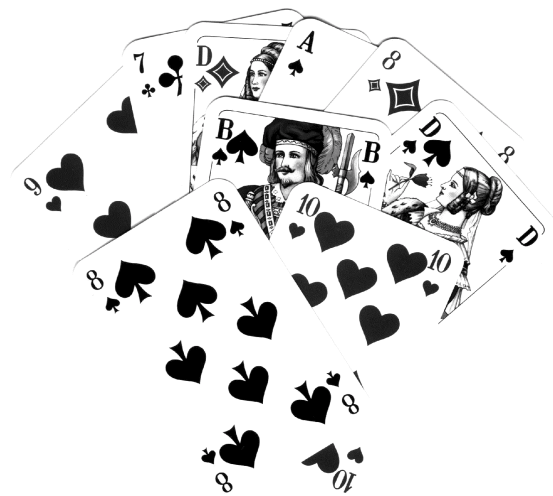
mathematischer Bereich:	Rechnen mit natürlichen Zahlen
geeignet für Klasse:	5
Einsatzmöglichkeiten:	Übungsphase ((Kopf-)Rechnen mit natürlichen Zahlen) Differenzierung (Ausdenken von Spielstrategien)
benötigte Materialien:	gewöhnliche Kartenspiele in ausreichender Anzahl

Spielregeln:

Von einem Kartenstapel mit 64 Karten nehmen zwei Spieler abwechselnd Karten weg und zwar bei jedem Zug mindestens eine und höchstens acht Karten.

Der Mitspieler darf jeweils die entfernten, nicht aber die verbleibenden Karten zählen.

Wer die letzte Karte nimmt, hat das Spiel gewonnen.



Kommentar:

Der besondere Reiz dieser Nim-Variante liegt im Entdecken einer günstigen Spielstrategie. Schon nach einigen Durchgängen finden die Schülerinnen und Schüler heraus, dass das Spiel eigentlich entschieden ist, wenn nur noch eine bestimmte Anzahl an Karten auf dem Stapel (z. B. 9 oder 18 Karten) zurückbleibt. Baut man diese Strategie aus, so kann der beginnende Spieler, wenn er geschickt spielt, immer gewinnen.

Zahlreiche Differenzierungsmöglichkeiten ergeben sich, wenn man Variationen der Spielregeln zulässt:

- Man verändert die maximale Anzahl der zu entfernenden Karten je Zug.
- Statt einer festen Anzahl darf je Zug maximal die Hälfte der noch auf dem Stapel verbleibenden Karten entfernt werden.
- Wer die letzte Karte nimmt, hat nicht gewonnen, sondern verloren.
- Statt mit einem spielt man mit mehreren Kartenstapeln.
- ...

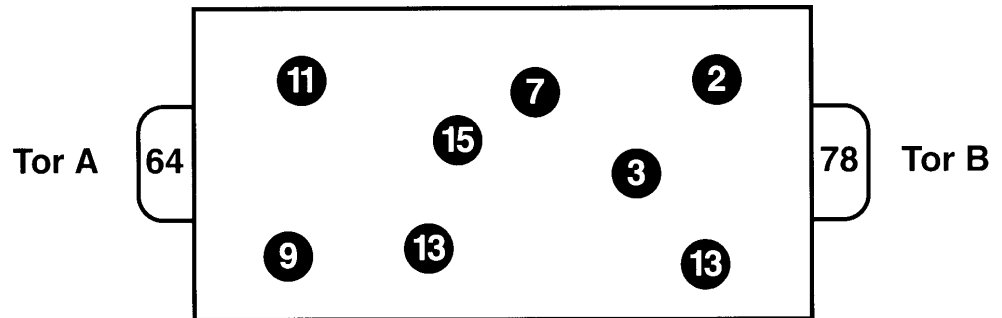
Die Schülerinnen und Schüler können auch für diese Variationen Spielstrategien entdecken und mathematisch begründen, auf spielerische Weise üben sie dabei das Rechnen mit natürlichen Zahlen.

2.2.2 Rechenfußball⁷

mathematischer Bereich: Rechnen mit natürlichen Zahlen
 geeignet für Klasse: 5 bis 7
 Einsatzmöglichkeiten: Wiederholung, Vertretungsunterricht
 benötigte Materialien: nur Schreibmaterialien

Spielregeln:

Zur Vorbereitung wird das Spielfeld aufgezeichnet, dabei können auch andere Zahlen als im Beispiel gewählt werden.



Zwei Mannschaften A und B werden gebildet und es wird festgelegt, welche Mannschaft beginnt. Diese gibt als „Anstoßball“ eine Zahl, z. B. die 100 vor. Die beiden Mannschaften versuchen nun, das gegnerische Tor zu treffen, indem sie mit dem vom Gegner übernommenen Ball (Ergebnis der jeweils letzten Rechnung) und einem „Spieler“ (eingekreiste Zahlen) eine Rechnung durchführen, deren Ergebnis möglichst die Zahl im gegnerischen Tor ist.

Nach einem Tor wird mit einer neuen Anstoßzahl begonnen.

Der Spielverlauf wird gemeinsam etwa in folgender Form notiert:

Mannschaft A	Mannschaft B	
$100 : 2 = 50$	$50 + 11 = 61$	
$61 + 15 = 76$	$76 : 2 = 38$	
$38 + 15 = 53$	$53 + 11 = 64$	Tor!

Das Spiel endet nach einer vorher festgelegten Zeit oder nach einer bestimmten Toranzahl.

Kommentar:

Variationsmöglichkeiten ergeben sich durch Festlegung auf bestimmte Rechenarten oder eine Ausweitung auf rationale Zahlen. Die Schülerinnen und Schüler können ähnliche Spiele durch eine sinnvolle Übertragung auf andere Ballsportarten selbst erfinden (z. B. Rechenvolleyball).

⁷ Jochim Lichtenberger. Spiele, Rätsel, Zahlen. Eine themenbezogene Sammlung mathematischer Spiele, Rätsel, Tüftelaufgaben für den Unterricht in den Klassen 5 – 7. Berlin, 1993: S. 12.

2.2.3 Bruch-Memory

mathematischer Bereich:	Bruchrechnung
geeignet für Klasse:	6 bzw. 7
Einsatzmöglichkeiten:	Übung zum Rechnen mit einfachen Brüchen
benötigte Materialien:	18 Aufgabenkarten und 18 Antwortkarten je Gruppe

Spielregeln:

Gespielt wird in kleinen Gruppen zu jeweils drei bis vier Spielern.

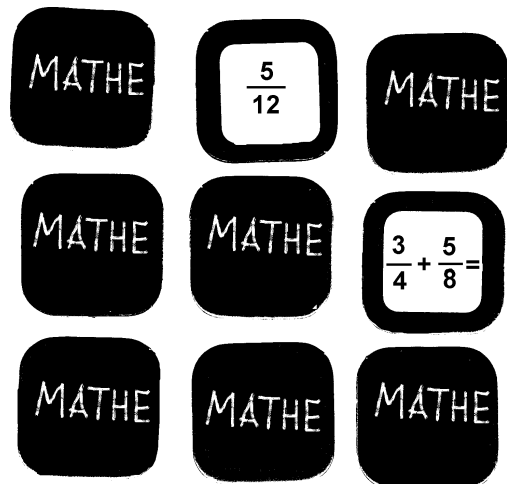
Wie beim Memory werden sämtliche Karten gemischt und verdeckt ausgelegt.

Gespielt wird reihum.

Wer an der Reihe ist, deckt zwei Karten auf. Ist es ein Paar (d. h. hier, dass die Lösungskarte zur Aufgabenkarte passt), so darf der Spieler die beiden Karten an sich nehmen und weiterspielen. Ist es dagegen kein Paar, so muss er die Karten wieder umdrehen und auf ihren alten Platz legen.

Dann ist der nächste Spieler an der Reihe.

Gewonnen hat, wer am Ende des Spiels die meisten Karten einsammeln konnte.



Kommentar:

Die für das Spiel erforderlichen Karten können von den Schülerinnen und Schülern aus Pappe oder aus anderen nicht mehr benötigten Kartenspielen leicht selbst hergestellt werden. Auf die Vorderseite einer Karte wird dabei eine Aufgabe zur Bruchrechnung (ggf. zunächst nur für die Addition und Subtraktion von Brüchen) geschrieben, auf eine andere Karte die zugehörige Lösung. Sollten schon dabei Fehler gemacht werden, so lassen sich diese beim Spielen später leicht ausfindig machen und dann korrigieren. Wichtig ist, dass die Rückseiten aller Karten gleich gestaltet werden.

Einfache Aufgaben können während des Spiels im Kopf gerechnet werden, für schwierigere sollten die Mitspieler ihr Mathematikheft bereithalten. Insgesamt sollte der Schwierigkeitsgrad nicht zu hoch gewählt werden, um hier auch das Überschlagsrechnen einüben zu können.

Wie viel Zeit für Zwischenrechnungen zur Verfügung steht, sollten die einzelnen Gruppen jeweils für sich entscheiden.

Nach einiger Zeit können die Kartensätze untereinander ausgetauscht werden.

Sind die Memory-Karten einmal hergestellt, so lassen sie sich später bei anderen Themenbereichen (z. B. Dezimalbruchrechnung) erneut einsetzen, indem man die Vorderseiten mit neuen Aufgaben bzw. Antworten überklebt.

2.2.4 Damen und Könige

mathematischer Bereich: Algebra: Zuordnungen
 geeignet für Klasse: 7/8
 Einsatzmöglichkeiten: Einführung in das Thema Zuordnungen
 benötigte Materialien: Kartenspiele in ausreichender Anzahl



Zunächst wird folgender Kartentrick vorgeführt:

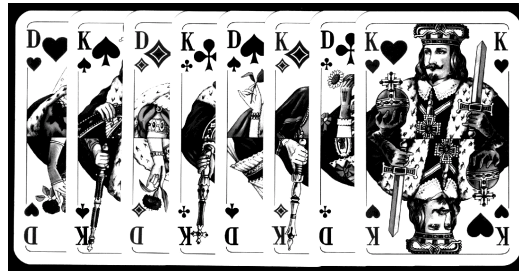
In einem Kartenstapel befinden sich 4 Damen und 4 Könige („auf Partnersuche“).

Die oberste Karte des Stapels wird aufgedeckt (Platz 1),

die nächste Karte wird unter den Stapel gesteckt,

die dritte Karte wird wieder aufgedeckt (Platz 2)

usw.. Zuletzt liegen (auf den Plätzen 1 bis 8) abwechselnd eine Dame und ein König nebeneinander.



Spielregeln:

Es werden nun Gruppen mit jeweils vier Spielern gebildet.

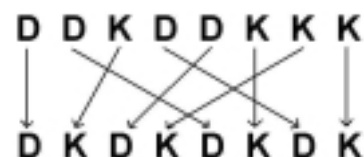
Die Spieler einer Gruppe versuchen zunächst gemeinsam, die Karten im Vorfeld so zu sortieren, dass sie den Kartentrick nachmachen können. Anschließend denken sich jeweils zwei Spieler für die beiden anderen ähnliche Endstellungen (auch mit weniger als 8 Karten, z. B. D-D-D-K-K-K) aus, die diese dann nach entsprechendem Sortieren der Karten wieder als Trick vorführen sollen.

Kommentar:

Die Lehrerin bzw. der Lehrer kann den Kartentrick zu Beginn der Stunde ggf. selbst durchführen oder besser noch vorher eine Schülerin bzw. einen Schüler „einweihen“.

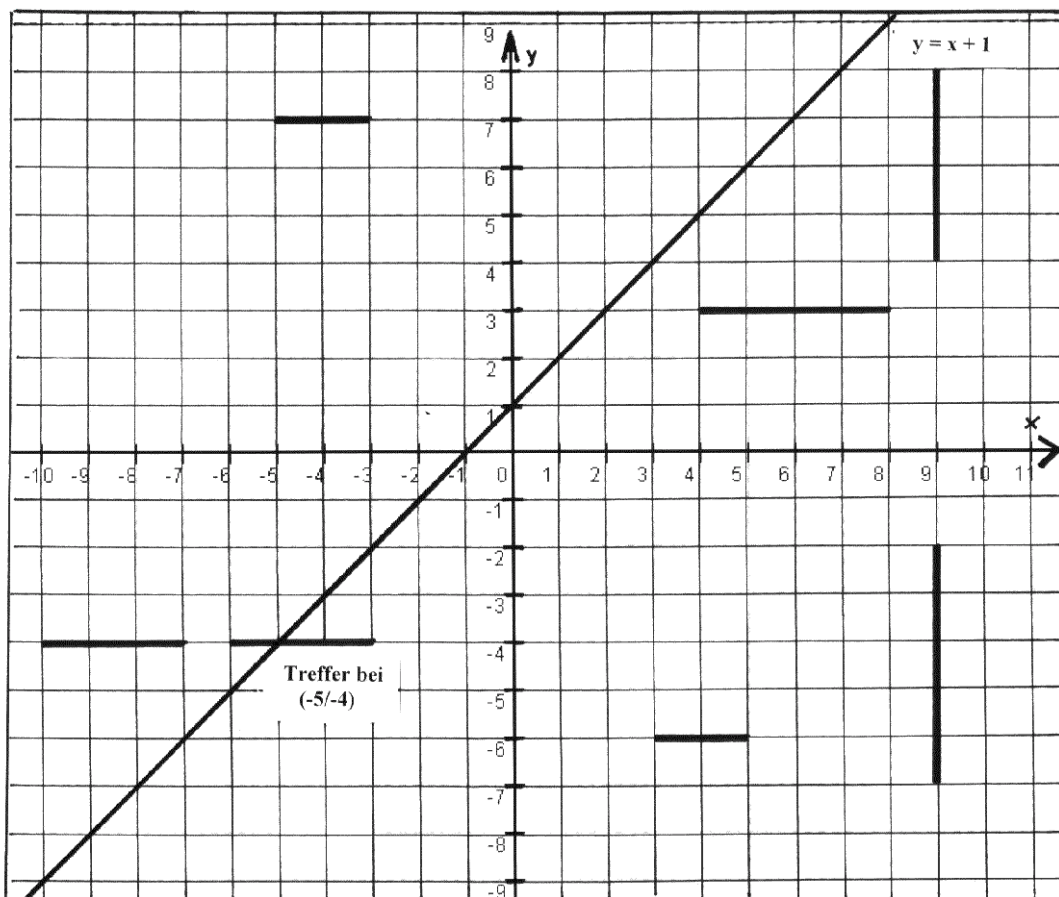
Auf eine anschließende Diskussion der Lösungswege und Möglichkeiten zur Darstellung der Lösung (Graphen von Zuordnungen) sollte nicht verzichtet werden.

Zur Klärung und Abgrenzung der Begriffe Zuordnung und Funktion tragen solche nicht-eindeutigen Zuordnungen bei, statt einer formalen Definition steht eine problembezogene Anwendung der Begriffe im Vordergrund.



2.2.5 Schiffe versenken⁸

mathematischer Bereich: Algebra: lineare Funktionen und ihre Graphen
 geeignet für Klasse: ab 8
 Einsatzmöglichkeiten: Übungsphase zum Zeichnen der Graphen und
 Ablesen der Gleichungen linearer Funktionen
 benötigte Materialien: Zeichenmaterial



Spi

elregeln:

Zur Vorbereitung des Spiels zeichnen die Mitspieler zunächst zwei Koordinatensysteme übereinander auf Rechenpapier. In das untere Koordinatensystem (das eigene Spielfeld) werden dann mehrere Schiffe durch das Einzeichnen entsprechend langer Strecken auf den Linien des Spielfeldes (nicht in die Kästchen!) eingetragen:

- 2 Schiffe der Länge 2
- 2 Schiffe der Länge 4
- 2 Schiffe der Länge 3
- 1 Schiff der Länge 5

Die verschiedenen Strecken dürfen keine gemeinsamen Punkte besitzen.

⁸ Altmann, C. Schiffeversenken im Mathematikunterricht. PM 3/38, 1996: 122.

Ziel des Spiels ist es nun, sämtliche Schiffe des Mitspielers zu versenken, bevor alle eigenen Schiffe zerstört wurden.

Spieler 1 nennt die Funktionsgleichung einer beliebigen Geraden (z. B. $y = x + 1$).

Spieler 2 überprüft nun, ob der Graph dieser Funktion eines seiner Schiffe kreuzt.

Ist dies der Fall, so muss er jetzt seinem Mitspieler die Lage des Schnittpunktes etwa mit der Meldung „Treffer in (-5/-4)“ angeben. Spieler 1 ist nach einem Treffer noch einmal an der Reihe und wird versuchen, das Schiff durch weitere Treffer zu versenken (Meldung: „Treffer in ..., Schiff der Länge ... versenkt“).

Ein Schiff der Länge 2 ist nach einem Treffer versenkt, eines der Länge 3 nach 2 Treffern usw.

Nennt Spieler 1 eine Geradengleichung, die keines der Schiffe von Spieler 2 kreuzt, so meldet er „Wasser“ und Spieler 2 ist an der Reihe.

Fortlaufend wird das Spielgeschehen (Geraden, Markierungen für „Wasser“, „Treffer“ und „versenkt“) in die beiden Spielpläne eingezeichnet.

Gewonnen hat der Spieler, der zuerst alle Schiffe des Mitspielers versenken konnte.

Kommentar:

Das bei Schülerinnen und Schülern beliebte Spiel „Schiffe versenken“ wurde hier leicht abgeändert. Statt die Schiffe des Mitspielers über die Angabe der Koordinaten eines Punktes (z. B. A 5, C 2) aufzuspüren, darf dies bei der vorliegenden Version gleich über die Angabe einer Geraden geschehen.

Das Spiel kann in Partnerarbeit, je nach Leistungsstand der Klasse oder einzelner Schülerinnen oder Schüler aber auch in kleineren Gruppen gespielt werden.

Beim Zeichnen der Koordinatensysteme sollte man zweckmäßigerweise 1 Kästchen je Einheit wählen, um ein möglichst großes Spielfeld zu erhalten.

Je nach Wahl der Geradengleichungen sind die Koordinaten der Schnittpunkte natürlich nicht immer ganzzahlig; auf eine Berechnung sollte man hier jedoch verzichten, die Koordinaten werden einfach näherungsweise aus der Zeichnung angegeben.

Um die Spieldauer zu verlängern, können auch Schiffe der Länge 1 (ebenfalls mit einem einzigen Treffer zu versenken!) zugelassen werden.

Als Variation können zu einem späteren Zeitpunkt mit Hilfe dieses Spiels auch Betragsfunktionen eingeübt werden.

2.2.6 Domino mit Parabeln

mathematischer Bereich:	Algebra: quadratische Funktionen und ihre Graphen
geeignet für Klasse:	9/10
Einsatzmöglichkeiten:	Übungsphase zum Umgang mit quadratischen Funktionen und ihren Graphen
benötigte Materialien:	etwa 40 Domino-Karten je Gruppe

Spielregeln:

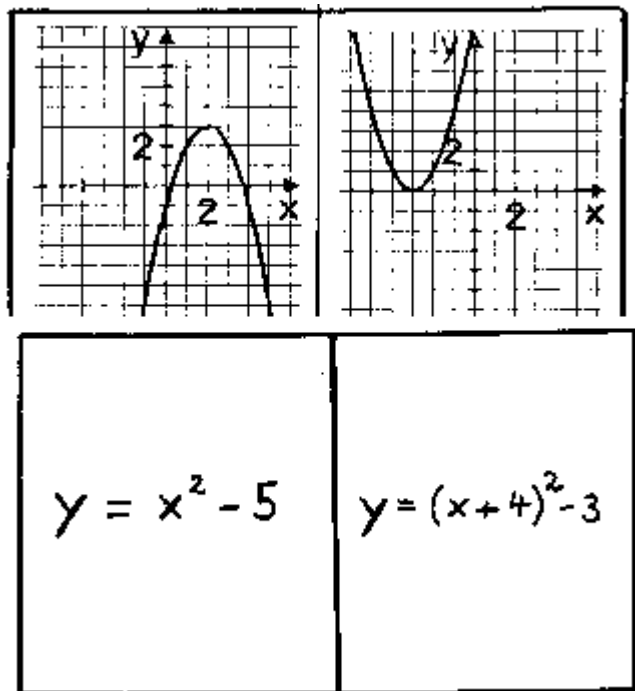
Gespielt wird in kleinen Gruppen mit etwa 3 bis 4 Spielern.

Die Domino-Karten werden gemischt, jeder Spieler erhält 4 Karten, eine Karte wird offen in die Mitte gelegt, der Rest dient als Kartenstapel.

Die Spieler legen nun reihum eine oder mehrere Karten an einer der beiden Seiten an.

Wer nicht anlegen kann, zieht eine Karte vom Kartenstapel und der nächste Spieler ist an der Reihe.

Gewonnen hat der Spieler, der zuerst alle Karten anlegen konnte.



Kommentar:

Die Domino-Karten können leicht von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht selbst hergestellt werden; dabei ist darauf zu achten, dass die Graphen und die zugehörigen Funktionsgleichungen (ggf. in anderer Darstellung) mehrfach vorkommen sollten. Um das Glücksmoment zu verstärken, können hier auch Joker, die überall angelegt werden dürfen, in irgendeiner Form Berücksichtigung finden.

Ohne größere Schwierigkeit lässt sich die Spielidee auf andere mathematische Gebiete übertragen.

2.3 Mögliche methodische Umsetzung in der Fachkonferenz

Eingangsvoraussetzungen

Es ist davon auszugehen, dass die Mitglieder der Fachkonferenz unterschiedliche Ansichten zum Einsatz von Spielen im Mathematikunterricht vertreten. Diese verschiedenen Auffassungen sollen zu einer konstruktiven Auseinandersetzung mit dem Thema führen.

Zielsetzung

Durch die Analyse eines geeigneten Spiels und durch eine Diskussion vor dem Hintergrund theoretischer Grundlagen sollen Einsatzmöglichkeiten von Spielen erarbeitet werden.

Vorbereitung

Es empfiehlt sich, die Vorbereitung für die Fachkonferenz von einem Team treffen zu lassen. Nach einem Austausch mit den Fachlehrerinnen und -lehrern wird festgestellt, wie groß der Handlungsbedarf ist und wo mögliche Schwerpunkte liegen könnten. Dieses Team sollte entscheiden, ob es einen Experten hinzuzieht, der in der Fachkonferenzsitzung über die theoretischen Grundlagen des Themas referiert oder ob eine Lehrerin oder ein Lehrer selbst diese Aufgabe übernimmt.

Hat sich die Fachkonferenz für eine Auseinandersetzung mit dem Thema „Spielen im Mathematikunterricht“ entschieden, gilt es nun, nach einem geeigneten Spiel für eine solche Konferenz Ausschau zu halten, um dieses dann zunächst vorstellen und ggf. auch spielen zu können.

Bei der Auswahl kann sich die Vorbereitungsgruppe an folgenden Kriterien orientieren:

- Die Spielregeln sollten einfach und schnell zu erklären sein.
- Das Spiel selbst sollte nicht zu lange dauern.
- Die Wahl des dazugehörigen mathematischen Bereichs (Arithmetik, Algebra, Geometrie, Stochastik) sollte mit den konkreten Bedingungen bzw. Notwendigkeiten der jeweiligen Schule abgeglichen werden.
- Um die Breite der Einsatzmöglichkeiten von Spielen aufzeigen oder später diskutieren zu können, sollte das Spiel nicht für eine Übungs- bzw. Wiederholungsphase, sondern zur Einführung in ein neues Thema oder für ein Erschließen neuer Problembereiche geeignet sein.
- Aus gleichem Grund ist es nicht günstig, ein Beispiel aus der Orientierungsstufe zu wählen.
- Die Vorteile für den Mathematikunterricht beim Einsatz des Spiels sollten möglichst klar herausgearbeitet werden können.

Möglicher Verlauf der Fachkonferenzsitzung

Phase 1:

In einer Vorstellungsrunde äußern die Mitglieder der Fachkonferenz ihre Einstellung zum Einsatz von Spielen im Unterricht; auf diese Weise können vorhandene Erfahrungen und Vorbehalte als Grundlage für die gemeinsame Arbeit transparent gemacht werden.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden anschließend gebeten, mit Pinwandnadeln oder Klebepunkten ihre Bewertung auf einer „Thermometerskala“ oder Zielscheibe zum Ausdruck zu bringen. Auf der einen Seite der Skala steht dann, Spiele im Mathe-

matematikunterricht sind überflüssig (nutzlos) und auf der anderen Seite, dass Spiele im Mathematikunterricht sinnvoll und lehrreich sind.

Eine andere Möglichkeit hierzu bietet das „Positionsspiel“ oder „Abstandnehmen“ (s. Materialien).

Phase 2:

Jetzt wird den Mitgliedern der Fachkonferenz ein Spiel vorgestellt, z. B. „Schweinerei“ (siehe Abschnitt 3.5). Nach der Erläuterung der Spielregeln werden Kleingruppen gebildet, in denen die Lehrerinnen und Lehrer das Spiel selbst ausprobieren und eine Zeit lang spielen können. Wie im richtigen Unterricht sollten sie die zugehörigen Arbeitsblätter ausfüllen und Fragen zum Spiel beantworten.

Nach dem Spiel stellt sich in einer Diskussion die Frage nach dem Sinn und den Einsatzmöglichkeiten dieses Spiels und ob dieser praxisbezogene Einblick zu Veränderungen mancher Standpunkte beitragen konnte.

Phase 3:

In der Konferenz sollen nun theoretische Grundlagen für den Einsatz von Spielen im Mathematikunterricht überblicksartig (z. B. mit Hilfe der vier Folien im Materialteil) vortragen und anschließend erörtert werden.

Mit diesem Hintergrundwissen können Anregungen für die Fachkonferenzarbeit vorgestellt und diskutiert werden. Erste Schritte für den Einsatz von Spielen werden verabredet, Vereinbarungen für die weitere Fachkonferenzarbeit werden getroffen und auf einem Plakat festgehalten, z. B.:

- verbindliche Durchführung einer festgelegten Unterrichtsreihe mit Einsatz von Spielen,
- Dokumentation von Erfahrungen mit Spielen im Mathematikunterricht,
- Anschaffung von Spielen,
- Anlegen einer Spielekartei,
- Aufbau eines Materialfundus oder
- evtl. Einrichtung einer Arbeitsgemeinschaft zur Herstellung von Spielen.

Phase 4:

Zum Abschluss sollen die Mitglieder der Fachkonferenz die Möglichkeit haben, die Konferenz kritisch zu reflektieren. Es bietet sich an, in einer Gesprächsrunde erneut zu den Einsatzmöglichkeiten von Spielen im Mathematikunterricht Stellung zu nehmen. Sinnvoll ist hier ein nochmaliger Einsatz der Thermometerskala (der Zielscheibe oder des Positionsspiels), um die eventuellen Einstellungsveränderungen optisch zu fixieren.

2.3.1 Beispiel für die Fachkonferenz: „Schweinerei“

Das Gesellschaftsspiel „Schweinerei“ der Firma MB Spiele ist weit verbreitet, dementsprechend auch in größerer Anzahl relativ leicht zu besorgen und zudem preiswert. Es ist gedacht für zwei oder mehr Spieler, die Spieldauer ist entscheidend von der Anzahl der Mitspieler und der Spielstrategie abhängig (bei zwei Spielern ca. 5 bis 10 Minuten).

Bei Schülerinnen und Schülern ist dieses Spiel recht beliebt, wahrscheinlich kennen es auch einige Lehrerinnen und Lehrer, so dass sie ihre Spielerfahrungen auf der Fachkonferenz einbringen können.

Es eignet sich zum Einsatz im Rahmen einer Unterrichtsreihe zur Einführung in die Stochastik.



Spielregeln:

Reihum wird mit zwei kleinen Plastikschweinen „gewürfelt“, je nach ihrer Lage gibt es unterschiedliche Punktzahlen (s. Arbeitsblätter im Materialteil).

Der Spieler, der an der Reihe ist, darf solange „würfeln“, bis er

- entweder aufhören möchte (in diesem Fall werden die Punkte aller Würfe dieses
- Durchgangs addiert und gutgeschrieben) oder
- die Lage „Faule Sau“ erreicht (der gesamte Durchgang wird dann mit 0 Punkten bewertet) oder
- einen „Sauhaufen“ würfelt (alle Punkte sämtlicher Durchgänge gehen verloren).

Wer zuerst 100 Punkte erreicht, gewinnt das Spiel.

Hinweise zum Einsatz des Spiels im Unterricht:

Gerade bei der Einführung in die Stochastik sollte man den Schülerinnen und Schülern ausreichend Gelegenheit zum spielerischen Experimentieren geben. Bei den aus Schülersicht oft weniger motivierenden Laplace-Experimenten (Würfel, Urne, Glücksrad,...) können die Wahrscheinlichkeiten aufgrund von Symmetrien als Verhältnis der Anzahl günstiger Fälle zur Anzahl möglicher Fälle berechnet werden. Beim Einsatz von „Schweinerei“ kann dagegen der hypothetische Charakter von Wahrscheinlichkeiten stärker betont werden, indem mehrere sinnvolle Hypothesen aufgestellt und nach entsprechenden Experimenten bestätigt oder auch verworfen werden. Wahrscheinlichkeiten werden so zu Prognosen, um die die relativen Häufigkeiten bei zukünftigen Experimenten schwanken werden.⁹

⁹vgl. dazu: Wolfgang Riemer, Stochastische Probleme aus elementarer Sicht (Mannheim u.a. 1991). Nach W. Riemer sollte im Rahmen der Unterrichtsreihe auch teilweise symmetrisches Spielmaterial

Zum Einstieg sollten die Schülerinnen und Schüler das Spiel in Kleingruppen eine Zeit lang ausprobieren. Ein Schriftführer je Gruppe übernimmt dabei die Aufgabe, nicht nur die jeweils erreichten Punkte zu notieren, sondern mit Hilfe einer Strichliste (siehe Arbeitsblatt 1) auch die absoluten Häufigkeiten für die verschiedenen Lagen der Schweine festzuhalten.

Diese absoluten Häufigkeiten können dann auf Arbeitsblatt 2 übertragen und die entsprechenden relativen Häufigkeiten berechnet werden. Um ausreichendes und möglichst aussagekräftiges Zahlenmaterial zu erhalten, werden die eigenen Aufzeichnungen dann um die Ergebnisse der anderen Gruppen ergänzt.

In einer offenen Unterrichtsphase können die Schülerinnen und Schüler entlang ihren Beobachtungen nun eigene Fragen für die weitere Arbeit formulieren. Ist dieses Spiel fair? Wie groß ist das Risiko einen „Sauhaufen“ zu „würfeln“? Lassen sich die Wahrscheinlichkeiten für die einzelnen Lagen berechnen? Mit welcher Wahrscheinlichkeit kommt man mit einem einzigen Durchgang zum Ziel? Wie stehen die ermittelten relativen Häufigkeiten mit den unterschiedlichen Punktzahlen in Verbindung? Gibt es hier Widersprüche?

Die Lehrerin bzw. der Lehrer kann die Diskussion ggf. durch einen Hinweis auf einen Satz in der Spielbeschreibung zusätzlich anregen: „Die Punktwerte hängen von der Lage der Schweinchen nach dem Wurf ab: Je schwieriger die Lage, desto mehr Punkte zählt der Wurf.“ Stimmt das?

Je nach unterrichtlichen Voraussetzungen kommt man nun nicht umhin, das Spiel vorerst auf das „Würfeln“ mit einem einzigen Schwein zu reduzieren. Zu Beginn sollten die Schülerinnen und Schüler die Wahrscheinlichkeiten für die fünf möglichen Ergebnisse schätzen (siehe Arbeitsblatt 3), um diese intuitiven Erwartungen später den Versuchsergebnissen gegenüberstellen zu können. Nach Durchführung des Experiments, bei dem man die Anzahl der Würfe mit den Schülerinnen und Schülern vorher vereinbaren sollte, wird die alte Hypothese bestätigt oder aber verworfen und durch eine neue Schätzung ersetzt. Dieses Vorgehen wird wiederholt, nachdem man die Ergebnisse auch der anderen Gruppen erfahren hat. Diese dritte Hypothese beschreibt die zu erwartenden relativen Häufigkeiten bei zukünftigen Versuchsreihen, diese werden so lange als Wahrscheinlichkeiten verwendet, bis sich eine neue Schätzung nach weiteren Experimenten aufdrängt.

Am Beispiel der Wahrscheinlichkeit für eine „Doppelhaxe“ können die Schülerinnen und Schüler die Pfadregel im weiteren Verlauf der Unterrichtsreihe entdecken, formulieren und mit den experimentell bestimmten relativen Häufigkeiten vergleichen. Zweckmäßigerweise sollte man dabei zunächst vereinbaren, dass ein Wurf, der zu einem „Sauhaufen“ führt, wiederholt werden darf. Zur Verdeutlichung des zweistufigen Experiments und als Begründung für die Art der Multiplikation der Einzelwahrscheinlichkeiten sollte spätestens an dieser Stelle auch der Wahrscheinlichkeitsbaum eingeführt werden.

(z. B. ein Quader) eingesetzt werden, um die begriffliche Unterscheidung zwischen Wahrscheinlichkeiten (die die vorhandenen Symmetrien widerspiegeln) und relativen Häufigkeiten (mit entsprechenden Schwankungen) zu veranschaulichen.

Die Wahrscheinlichkeiten für „Volle Suhle“, „Volle Schnauze“ und „Doppelbacke“ können anschließend in gleicher Weise ermittelt bzw. bestätigt werden.

Auf dem Weg zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit für „Gulasch“ kann anschließend auch die Summenregel an einem Wahrscheinlichkeitsbaum hergeleitet werden.

Bei Interesse der Schülerinnen und Schüler können dann einige der oben aufgeworfenen Fragen vertieft und mit Hilfe der neu erworbenen Kenntnisse beantwortet werden. So lassen sich beispielsweise nun einige einfache Wartezeitprobleme (Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, nach 10 Würfeln noch keine „Faule Sau“ zu haben?) in Angriff nehmen.

2.4 Evaluation

Mit Hilfe der Evaluation soll herausgefunden werden, ob die Ziele (siehe Materialien: Folie 1, S. 66), die die Fachkonferenz mit dem Einsatz von Spielen im Mathematikunterricht angestrebt hat, auch wirklich erreicht wurden.

- Haben die Schülerinnen und Schüler mathematische Zusammenhänge entdecken können?
- Sind Operationen zwischen mathematischen Objekten erkannt worden?
- Waren die Spiele eine Hilfe, um Lösungsstrategien zu entwickeln?
- Haben die Kinder gelernt, selbst Einfluss auf den Spielverlauf zu nehmen?

Aber auch das Erreichen von übergeordneten Zielen sollte überprüft werden. Hierzu zählen wir u. a.:

- Effektivität,
- Soziales Lernen,
- Spaß am Lernen
- ...

An dieser Stelle sollen drei unterschiedliche Methoden vorgestellt werden, die zur Evaluation im Zusammenhang mit dem Einsatz von Spielen im Mathematikunterricht als geeignet erscheinen. Sie werden im Anhang näher erläutert.

„Beurteilungsbogen“

Hat man ein Spiel im Mathematikunterricht erprobt, empfiehlt es sich, einen kurzen, prägnanten Überblick über die Eignung des Spiels und seine unterrichtlichen Einsatzmöglichkeiten schriftlich zu fixieren. Zu diesem Zweck erhalten die Mitglieder der Fachkonferenz Beurteilungsbögen. Man kann diese Bögen als Hilfestellung ansehen oder zum Aufbau einer Spielekartei nutzen.

„Satzanfänge“

Mit dieser Methode wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, sich selbst zum Einsatz von Spielen zu äußern.

„6-3-5-Methode“

Vor dem Hintergrund der gesammelten eigenen Erfahrungen sollen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Fachkonferenz die nächsten Schritte für den weiteren Umgang mit Spielen im Mathematikunterricht planen. Die Ideenvielfalt, die durch diese Methode hervorgebracht wird, bietet genügend Gesprächsanlässe und Anstöße für eine weitere Arbeit mit diesem Thema.

Nach dieser Evaluation sollten folgende Fragen geklärt sein:

- Haben wir unsere gesteckten Ziele erreicht?
- Was hat sich besonders bewährt?
- Wo besteht Veränderungsbedarf?

- Ist Lernzuwachs deutlich erkennbar?
- Sind alle Beteiligten mit dem Ergebnis zufrieden?

2.5 Materialien

1. Stimmungsbarometer
2. Abstandnehmen
3. Folienvorlagen für die Fachkonferenz (vier Folien)
4. Spielregeln, Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeit in der Fachkonferenz und Arbeitsblätter zum Spiel „Schweinerei“ (drei Blätter)
5. Beurteilungsbogen für Spiele (zwei Blätter)
6. Satzanfänge
7. 635-Methode (drei Blätter)

Stimmungsbarometer

Phasen: Evaluation

Sozialformen: Plenum, Begleitende Arbeit

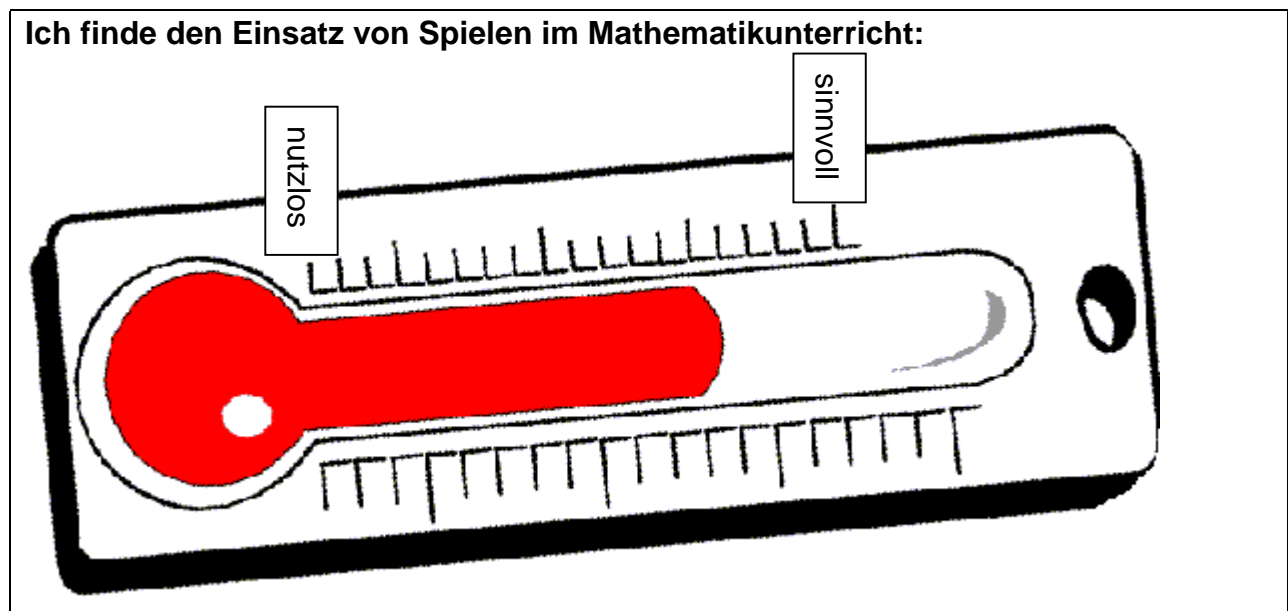
Verlauf: Eine Wandfläche steht während der Veranstaltung zur Verfügung. Die TN werden aufgefordert, ggf. mehrfach am Tag ein Kreuz oder einen Klebepunkt an die Stelle zu setzen, die ihre momentane Stimmung zum Ausdruck bringt.

Kommentar: Diese Kennzeichnung der Stimmung kann zu Zwischenauswertungen und entsprechenden Konsequenzen genutzt werden.

Materialien: Flipchart o. ä., Stifte oder Klebepunkte

Beispiele zum Einsatz der Methode „Stimmungsbarometer“ :

Zu Beginn einer ersten Fachkonferenz zum Thema „Spiele im Mathematikunterricht“ werden die TN gebeten, mit Pinwandnadeln oder Klebepunkten ihre Einstellung zum Einsatz von Spielen im MU auf einem Stimmungsbarometer zum Ausdruck zu bringen. Gegebenenfalls kann diese Abfrage zu einem späteren Zeitpunkt wiederholt werden!



Abstandnehmen

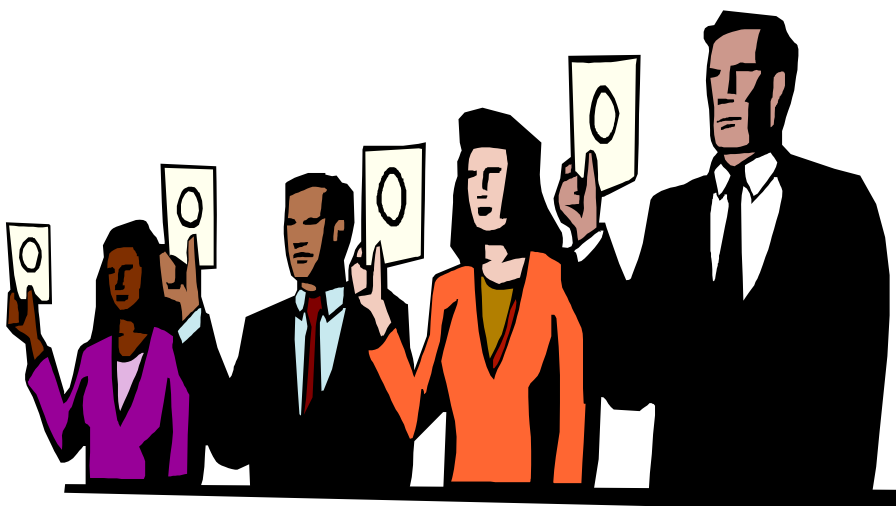
- Phasen:** Information, Kennenlernen
- Sozialformen:** Plenum
- Verlauf:** Ein Gegenstand wird zum Symbol des gerade behandelten Themas erklärt und in die Mitte des Raumes gestellt. Die TN werden gebeten, Abstand zum Gegenstand einzunehmen und damit die Nähe bzw. Distanz zum Thema auszudrücken. Anschließend begründen die TN den gewählten Abstand mit jeweils einem Satz.
- Kommentar:** Die Methode eignet sich, um die Situation in der Gruppe zu klären. Sie gibt auch denen Möglichkeit, sich zum Thema zu „äußern“, die verbal nicht immer alles sofort darzustellen wissen.
- Materialien:** Zum Thema passender Gegenstand.

Beispiel zum Einsatz der Methode „Abstandnehmen“:

Eine weitere Einstiegsmöglichkeit zum Thema „Spiele im Mathematikunterricht“ wäre diese Methode.

Die TN werden gebeten, sich in einen Stuhlkreis zu setzen. In die Mitte des Kreises wird das Spiel „Schweineri“ gestellt. Durch den räumlichen Abstand ihres Stuhles vom Spiel kennzeichnen die Lehrerinnen und Lehrer ihre Einstellung zum Einsatz von Spielen im Mathematikunterricht, beziehen dadurch Stellung und begründen diese.

Die Äußerungen sollten stichwortartig festgehalten werden.



Spiele im Mathematikunterricht

Folie 1

Spiele vermitteln Kulturtechniken

zu einer Zeit, da der Mensch nicht über ausgeprägte An-eignungstechniken verfügt.

In seiner Entwicklung durchläuft der Mensch bestimmte Phasen, die sich durch sein Spielverhalten und sein Spiel- vermögen ausdrücken lassen.

Spiele im Mathematikunterricht ist eine **Erkenntnis- methode**.

Beim Spiel können nach Herbert Henning verschiedene Tätigkeiten ablaufen:

- das Entdecken von Zusammenhängen zwischen ma- thematischen Objekten
- das Erkennen von Operationen zwischen mathemati- schen Objekten
- das Erkennen von Möglichkeiten, wie man ein Ziel errei- chen kann
- das Ableiten von Lösungsstrategien
- das Erkennen von Einflüssen auf den Spielverlauf
- ...

Spiele ist immer **Handeln in vorgestellten Situationen.**

Wenn man zum Lernen („erweiterter Lernbegriff“) üblicherweise Probierverhalten, Experimentieren, Einlassen auf Lerngegenstände und Risikobereitschaft rechnet, dann zählen Spiele (nach Peter Petersen) zu den „4 Urformen des Lernens und Sich-Bildens.“

- Spielen ist aber immer „handeln als ob“, also **sanktionsfreies Handeln.**
 - Spiele müssen **zielgerichtet** sein.
- Die Spiele sollen **spannend** sein und das **Glücksmoment** sollte nicht fehlen.
- Spiele sollten **nicht nur einmalig** in den Unterricht eingebaut werden, sondern ihren festen Platz finden.
- Spiele sind auch eine Technik, **um Motivation und Aufmerksamkeit zu erzielen.**

Einsatzmöglichkeiten von Spielen:

- Spiele können **in ein Thema einführen**.
- Spiele können auch **zur Festigung/zur Wiederholung** von Gelerntem dienen.
- Spiele bieten sich **als Differenzierungsmöglichkeit** an.
- Speziell **in Arbeitsgemeinschaften** kann man ohne Lehrplanschranken und Zeitbegrenzung arbeiten.
- Solitär-Spiele oder Puzzles lassen sich leicht **als Hausaufgabe** umfunktionieren.
- Dass gut ausgewählte Spiele **in unerwarteten Vertretungsstunden** eine Bereicherung darstellen können, steht außer Frage.
- Auch **als Lernzielkontrolle** bieten sich Spiele als interessante Alternative zu den gewohnten Tests an.
- **Im Bereich des Förderunterrichtes** bieten sich Spiele als lustbetonte Methode an, bestimmte Defizite aufzuarbeiten.

Für ein Lernspiel gilt ganz allgemein:

Es hilft, einen Stoff (ein Teilgebiet) zu vermitteln.

Es regt die Kinder an, Aufgaben durch aktive und geistige Auseinandersetzung selbstständig zu lösen

Es löst nach (Spiel-) Regeln eine zielgerichtete Handlung aus.

Es fördert soziales Lernen .

Es ermöglicht eine Koordinierung in der Gruppe.

Es ist im Prinzip wiederholbar.

Es ist eine Ausgewogenheit zwischen Regel und Zufall.

Es bietet eine Kombination von Theorie und Praxis.

**Durch Spiele wird die Welt entdeckt
und erobert!**

Spielregeln „Schweinerei“

Reihum wird mit zwei kleinen Plastikschweinen „gewürfelt“, je nach ihrer Lage gibt es unterschiedliche Punktzahlen.

Der Spieler, der an der Reihe ist, darf solange „würfeln“, bis er

- entweder aufhören möchte (in diesem Fall werden die Punkte aller Würfe dieses Durchgangs addiert und gutgeschrieben)

oder

- die Lage „Faule Sau“ erreicht (der gesamte Durchgang wird dann mit 0 Punkten bewertet)

oder

- einen „Sauhaufen“ würfelt (alle Punkte sämtlicher Durchgänge gehen verloren).

Wer zuerst 100 Punkte erreicht, gewinnt das Spiel.



Arbeitsaufträge für die Gruppenarbeitsphase der Fachkonferenz zum Thema „Spiele im Mathematikunterricht“

- 1) Lesen Sie die Spielregeln sorgfältig durch und schauen Sie sich das Bewertungsschema gut an !
- 2) Würfeln Sie danach 15 Minuten reihum! Eines der Gruppenmitglieder notiert die erreichten Punkte auf dem Arbeitsblatt 1 und fertigt eine Strichliste der Würfe an.
- 3) Jede Gruppe überträgt ihre Ergebnisse auf das Arbeitsblatt 2 (Ergebnisse von..).
- 4) Je nach Zeitfortschritt und Interessenslage kann auch noch der zweite Teil des Arbeitsblattes bearbeitet werden (Ergebnisse der gesamten Klasse - hier: der gesamten Fachkonferenz).

Schweinerei: Arbeitsblatt 1

absolute Häufigkeiten
Strichliste



Faule Sau: 0 Punkte
Beide Schweine liegen auf der Seite, eines auf der rechten, das andere auf der linken.



Sau: 1 Punkt
Beide Schweine liegen auf der gleichen Seite.



Haxe: 5 Punkte
Ein Schwein steht auf seinen Beinen, das andere liegt auf der Seite.



Doppelhaxe: 20 Punkte
Beide Schweine stehen auf den Haxen.



Suhle: 5 Punkte
Ein Schwein liegt auf dem Rücken, das andere liegt auf der Seite.



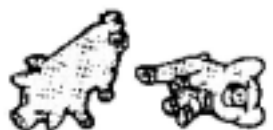
Volle Suhle: 20 Punkte
Beide Schweine liegen auf dem Rücken.



Schnauze: 10 Punkte
Ein Schwein stützt sich auf seine Schnauze und die Vorderhaxen, das andere liegt auf der Seite.



Volle Schnauze: 40 Punkte
Beide Schweine stützen sich auf die Schnauze und die Vorderhaxen.



Backe: 15 Punkte
Ein Schwein stützt sich auf die Schweinebacke und eine Vorderhaxe, das andere liegt auf der Seite.



Doppelbacke: 60 Punkte
Beide Schweine stützen sich auf eine Schweinebacke und eine Vorderhaxe.



Gulasch: Kombinierte Punkte
z. B. Haxe und Schnauze: 15 Punkte



Sauhaufen: Verlust aller Punkte
Die beiden Schweine berühren sich.

Schweinerei: Arbeitsblatt 2

Ergebnisse von:

	Faule Sau	Sau	Haxe	Doppel-haxe	Suhle	Volle Suhle	Schnauze	Volle Schnauze	Backe	Doppel-backe	Gulasch	Sauhaufen
absolute Häufigkeit												
relative Häufigkeit												

Ergebnisse der gesamten Klasse

	Faule Sau	Sau	Haxe	Doppel-haxe	Suhle	Volle Suhle	Schnauze	Volle Schnauze	Backe	Doppel-backe	Gulasch	Sauhaufen
absolute Häufigkeit												
relative Häufigkeit												

Mir fällt auf:

Was ich gerne genauer untersuchen möchte:

Schweinerei: Arbeitsblatt 3
„Würfeln“ mit nur einem Schwein

Schätzung 1:

„halbe“ Sau	Haxe	Suhle	Schnauze	Backe

Ergebnisse der eigenen Gruppe:

	„halbe“ Sau	Haxe	Suhle	Schnauze	Backe
Strichliste					
absolute Häufigkeit					
relative Häufigkeit					

Schätzung 2:

„halbe“ Sau	Haxe	Suhle	Schnauze	Backe

Ergebnisse der gesamten Klasse (nur absolute Häufigkeiten):

	„halbe“ Sau	Haxe	Suhle	Schnauze	Backe
Gruppe 1					
Gruppe 2					
Gruppe 3					
Gruppe 4					
Gruppe 5					
Gruppe 6					
Gruppe 7					
Summen					

Schätzung 3:

„halbe“ Sau	Haxe	Suhle	Schnauze	Backe

Beurteilungsbogen: "Spiele"

Name des Spiels	Hersteller	Preis	Unterrichtseignung:	Einsatzgebiet:
			Einführung	Algebra
			Festigung/Wiederholung	Geometrie
Art des Spiels (vgl. Einleitung 1.7)			Differenzierung	Stochastik
			AG/ Förder	Zahlen/ Größen
			Hausaufgabe	fächerübergreifend
			Vertretung	Jahrgang 5/6
			Lernzielkontrolle	Jahrgang 7/8
				Jahrgang 9/10

Kurzbeschreibung:

Beurteilung/ Bemerkung:



Beispiel für einen ausgefüllten Beurteilungsbogen

Beurteilungsbogen: "Spiele"

Name des Spiels	Hersteller	Preis	Unterrichtseingung:	Einsatzgebiet:
Schweinerei	MB	DM 14,80	Einführung	X Algebra
Art des Spiels	(vgl. Einleitung 1.7)		Festigung/Wiederholung	Geometrie
Würfelspiel und themat. Spiel			Differenzierung	Stochastik
			AG/ Förder	Zahlen/ Größen
			Hausaufgabe	fächerübergreifend
			Vertretung	Jahrgang 5/6
			Lernzielkontrolle	Jahrgang 7/8
				Jahrgang 9/10

Kurzbeschreibung:

Beim Spiel wird mit 2 Plastikschweinen gespielt. Je nach Lage der Schweine gibt es unterschiedliche Punktezahlen. Spieldauer: ca. 5 bis 10 Minuten bei 2-5 Spielern. Eignet sich zum spielerischen Experimentieren.

Beurteilung/ Bemerkung:

Interessantes, einfache Spielregeln!
Spielmomente, macht Spaß!!!



(max. 6 smileys)

Satzanfänge

Phasen: Evaluation, Planung

Sozialformen: Einzelarbeit, Plenum

Verlauf: Zum Thema und/oder zum Prozess werden Satzanfänge auf Wandtafeln/Stellwände/Plakate geschrieben. Die TN werden gebeten, die Sätze zu vervollständigen und auf Karten oder Pappstreifen zu schreiben. Diese Satzfortsetzungen werden (von den TN) unter die entsprechenden Satzanfänge geheftet.

Kommentar: Die Methode verlangt von den TN die Reflexion ihrer Positionen. Es ergeben sich viele Meinungsäußerungen. Die Sätze liefern Gesprächsanlässe und Strukturierungselemente für die Weiterarbeit. Ist ein Feed-back anonymer Art erwünscht, können die Satzanfänge Bestandteile eines Rückmeldebogens sein, den die TN einzeln ausfüllen.

Materialien: Stellwände, Pappstreifen, Stifte

Beispiel zum Einsatz der Methode „Satzanfänge“:

Nach einer Unterrichtsreihe, in der (mehrere) Spiele im Mathematikunterricht eingesetzt wurden, werden die Schülerinnen und Schüler mit dieser Methode zu einer persönlichen Stellungnahme aufgefordert.

Mögliche Satzanfänge könnten lauten:



- Wenn ich an die letzte Unterrichtsreihe mit Spielen denke,...
- Besonders gut hat mir dabei gefallen,...
- Wenn ich im Mathematikunterricht spiele,...
- Gewünscht hätte ich mir beim Spielen aber...
- Ich habe gelernt,...
- In Zukunft möchte ich...
- Aufgetretene Probleme ...
- Meine Beteiligungsmöglichkeit war...

„635-Methode“

Phasen: Evaluation, Planung

Sozialformen: Einzelarbeit, (Gruppenarbeit)

Verlauf: Zum Begriff/ zur Problemstellung schreibt jeder der 6 TN einer Gruppe 3 Ideen in die oberste freie Zeile seiner Tabelle. Nach 5 Minuten werden die Blätter nach rechts weitergegeben. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis sämtliche Zeilen der Tabelle ausgefüllt sind.

Kommentar: Die Methode eignet sich besonders zur Ideenfindung. Die Ausführungen der anderen TN können/sollen Anregung zum eigenen Weiterdenken sein. Während des Ausfüllens sollte noch keine Diskussion stattfinden (stilles Arbeiten!). Im Anschluss werden die gesammelten Ideen in Gruppenarbeit geordnet, aufbereitet und erörtert. Selbstverständlich ist die Anzahl der TN variabel; das Formular ist dann entsprechend abzuändern.

Materialien: Tabellen, Stifte

Beispiel zum Einsatz der Methode „635-Methode“:

Zu Beginn einer weiteren Fachkonferenz zum Thema „Spiele im Mathematikunterricht“ werden Ideen und Anregungen zur Weiterarbeit an diesem Thema gesucht. Eine konkrete Problemstellung könnte lauten: „Wie können wir Spiele in unserer Schule zu einem festen Bestandteil des Mathematikunterrichts machen?“



6



3



5

Ideenpapier

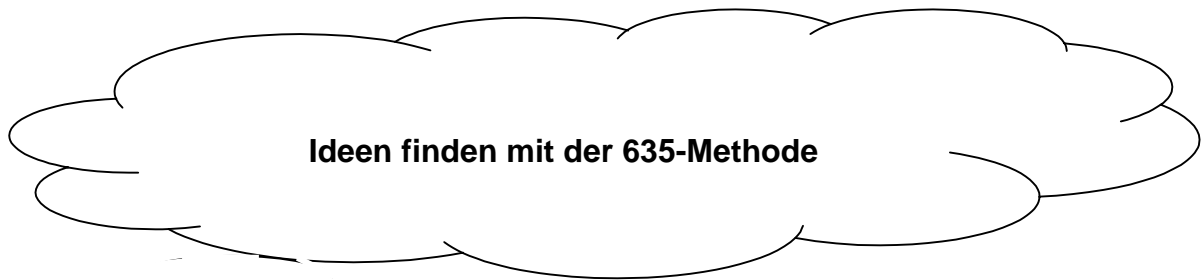


Ideen mit der
63 5-Methode

Gruppe:

Teilnehmer 1	Idee 1	Idee 2	Idee 3
Teilnehmer 2	Idee 4	Idee 5	Idee 6
Teilnehmer 3	Idee 7	Idee 8	Idee 9
Teilnehmer 4	Idee 10	Idee 11	Idee 12
Teilnehmer 5	Idee 13	Idee 14	Idee 15
Teilnehmer 6	Idee 16	Idee 17	Idee 18

Arbeitspapier „635-Methode“

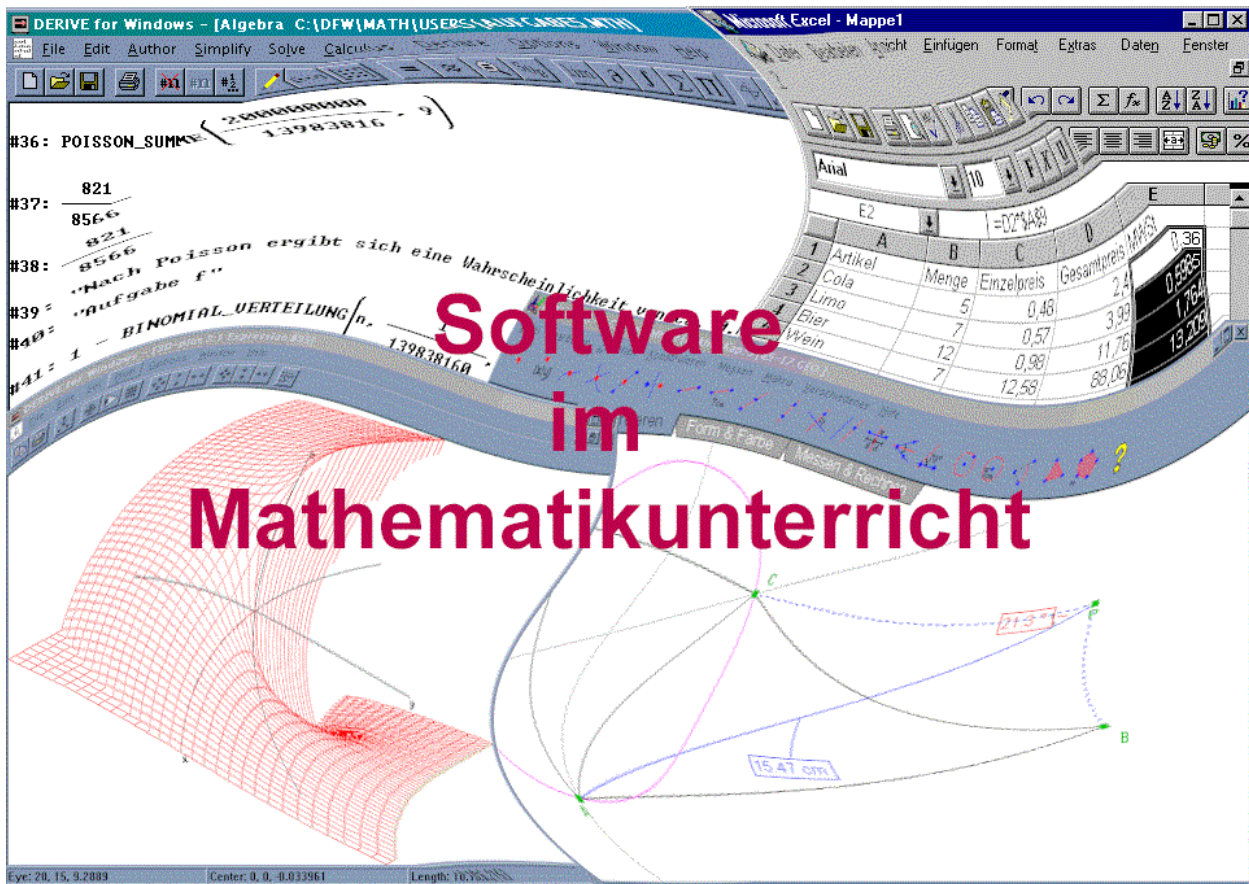


6



5

- ◆ Fülle die erste Zeile aus!
- ◆ Gib das Blatt nach rechts weiter!
- ◆ Bearbeite ebenso die übrigen Blätter in der obersten noch freien Zeile!
- ◆ Nutze fremde Ideen als Anregung!
- ◆ Sei ruhig!
- ◆ Diskutiere jetzt noch nicht!



Computerunterstützter Mathematikunterricht bietet Chancen für die Qualitätsentwicklung, indem er in besonderer Weise

- exploratives Arbeiten der Schülerinnen und Schüler ermöglichen,
- ihr selbstständiges Vorgehen unterstützen,
- die Veranschaulichung mathematischer Zusammenhänge erleichtern,
- Raum für Fragen und Entdeckungen der Schülerinnen und Schüler bieten,
- ihre Motivation für den Unterricht erhöhen und
- die Attraktivität des Mathematikunterrichts steigern kann.

Zu diesen Aspekten des Softwareeinsatzes finden sich in diesem Baustein neben Möglichkeiten zur Analyse neuer Medien auch Hilfen für die Fachkonferenzarbeit und Beispiele für den Softwareeinsatz im Unterricht, die allen Lehrerinnen und Lehrern den Einstieg in diese Thematik ermöglichen.

Zusätzlich werden Materialien zur Lehrplangestaltung und Evaluation angeboten.

3. Software im Mathematikunterricht

3.1 Einleitung

Eine Vielzahl von Veröffentlichungen in der fachdidaktischen Literatur und in neueren Lehrbüchern belegt, dass der computerunterstützte Mathematikunterricht in besonderer Weise

- exploratives Arbeiten der Schülerinnen und Schüler ermöglichen,
 - ihr selbstständiges Vorgehen unterstützen,
 - die Veranschaulichung mathematischer Zusammenhänge erleichtern,
 - Raum für Fragen und Entdeckungen der Schülerinnen und Schüler bieten,
 - ihre Motivation für den Unterricht erhöhen und
 - die Attraktivität des Mathematikunterrichts steigern
- kann.

Insgesamt fordert der computerunterstützte Mathematikunterricht die Schülerinnen und Schüler zur Aktivität heraus, indem neue Möglichkeiten zur Präsentation, Information, Interaktion, Kommunikation und Kooperation eröffnet werden.

Die Erfahrung zeigt, dass trotz dieser Chancen für die Qualitätsentwicklung des Mathematikunterrichts die Nutzung des Computers durch Schülerinnen und Schüler sich im Unterrichtsalltag noch nicht durchgesetzt hat. Hierfür gibt es verschiedene Ursachen. So lässt manchmal die Ausstattung der Schulen, die Qualität der Software oder die Vereinbarkeit mit den jeweiligen Lehrplänen noch zu wünschen übrig. Zudem verhindert die Unsicherheit vieler Lehrerinnen und Lehrer im Umgang mit neuen Medien im Unterricht, vertraute Pfade zu verlassen und sich auf unbekanntem Terrain zu bewegen. Deshalb soll es das Hauptanliegen dieses Bausteins sein, der Fachschaft die ersten gemeinsamen Schritte zu erleichtern und den Lehrerinnen und Lehrern vor Ort, Mut zu machen, den Computer im Mathematikunterricht einzusetzen.

Die Vorteile der gemeinsamen Arbeit in der Fachkonferenz liegen darin, dass Unterrichtsbeispiele durchgespielt oder gemeinsam entwickelt werden können und dass die unterschiedlichen Kompetenzen der Mitglieder genutzt werden können, um zusammen voran zu kommen. Weiterhin kann durch den Austausch von Materialien effektiver gearbeitet werden. Durch die Implementation des Softwareeinsatzes in den schuleigenen Lehrplan erhält dieser einen verbindlichen Charakter.

Um die notwendige Fachkonferenzarbeit auf ihren ersten Schritten zu begleiten, sind innerhalb dieses Bausteines neben der Beschreibung konkreter Fachkonferenzen mehrere Unterrichtsbeispiele dargestellt, die auf einem sehr einfachen Niveau aufzuzeigen versuchen, wie der computerunterstützte Mathematikunterricht die oben genannten Möglichkeiten realisieren kann.

Für die Auswahl der drei Beispiele (dynamische Geometriesoftware, Funktionenplotter und Tabellenkalkulation) war wichtig, dass zum einen der Umgang mit der Software leicht zu erlernen ist, zum anderen die Aspekte des erweiterten Lernbegriffs¹ bedacht werden.

¹ Im ersten Band der Materialien zur Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung wird der erweiterte Lernbegriff ausführlich erklärt. Ebenso befinden sich auf `learn:line` entsprechende Angebote unter folgender Internetadresse: <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/lernsituationen/>

So können mittels der dynamischen Geometriesoftware geometrische Konfigurationen explorativ betrachtet werden, mittels des Funktionenplotters können Funktionsgraphen explorativ untersucht werden, mittels der Tabellenkalkulation kann explorative Datenanalyse betrieben werden. Gleichzeitig sprechen diese drei unterschiedlichen Software-Klassen² die drei Lernbereiche der Lehrpläne der Sekundarstufe I an. Durch die vielfältigen Visualisierungsmöglichkeiten gestatten es diese Programme, die Lerngegenstände in ihrer gesamten Komplexität in den Blick zu nehmen. Durch die Entlastung der Schülerinnen und Schüler von Routinearbeiten erhalten sie Raum für eigene Fragen und Entdeckungen.

Der erweiterte Lernbegriff besagt, dass das Lernen konstruktiv, kumulativ, kooperativ, zielorientiert, selbstreguliert und situativ ist. Die aufgeführten Beispiele werden diesen Kriterien z.T. nur ansatzweise gerecht, weil sie bewusst einfach gehalten wurden, damit sie auch für Neueinsteigerinnen und Neueinsteiger nutzbar sind.

Wie für alle Veränderungen von Unterricht und Schule gilt auch für den Softwareeinsatz, dass der Prozess zielgerichtet geplant werden muss und die Ergebnisse der durchgeführten Maßnahmen vor dem Hintergrund der angestrebten Ziele reflektiert werden müssen. Das Wissen um die Vor- und Nachteile und die notwendigen Konsequenzen daraus steigern die Qualität des Unterrichts. Auf der Basis dieser Erkenntnisse aus der Evaluation können dann weitergehende Schritte angestrebt werden.

Bei der Evaluation des Softwareeinsatzes sind zwei Ebenen zu betrachten. Einerseits die Implementation innerhalb der schulischen Arbeit und andererseits die Veränderung im Unterricht aus der Perspektive der Lehrenden und aus der Perspektive der Lernenden. Dies wird ausführlich im letzten Abschnitt des vorliegenden Bausteins thematisiert.

3.2 Vorschläge für die Fachkonferenzarbeit

Einstieg in die Nutzung von neuen Medien im Mathematikunterricht

Entschließt sich die Fachkonferenz Mathematik dazu, den Einsatz von neuen Medien im Mathematikunterricht anzugehen, so stehen die Fachkonferenzen im Grunde genommen an der gleichen Schwelle wie seinerzeit beim Aufkommen des Taschenrechners, der sich - bei allen anfänglichen Schwierigkeiten und Bedenken - im Unterricht etabliert hat und für dessen Einsatz inzwischen jede Fachkonferenz Kriterien des Einsatzes und der Nutzung erstellt hat.

Es erscheint daher sinnvoll, den Einsatz neuer Medien (im Folgenden hauptsächlich des Computers) **im allgemeinen Konsens und gezielt** anzugehen. Hier sind die Bedingungen für den Einsatz jedoch schwieriger, da Computer größer und teurer sind und daher meistens in den Klassenräumen fehlen, den Schülerinnen und Schülern nicht in genügender Anzahl zur Verfügung stehen und deshalb nicht „spontan“ wie der Taschenrechner nutzbar sind. Dadurch ist der Einsatz organisatorisch aufwendiger. Erschwerend kommt noch hinzu, dass die Bedienung der Computer häufig ungleich schwieriger zu erlernen ist als die Bedienung des Taschenrechners. Neben den organisatorischen Hürden sind häufig noch Berührungsängste vieler Fachkolleginnen und Fachkollegen mit den neuen Medien zu verspüren, die es ebenfalls abzubauen und zu überwinden gilt.

² Im Materialteil dieses Bausteins (S. 128f.) ist eine ausführliche Erläuterung der verschiedenen Software-Klassen, die für den Mathematikunterricht relevant sind, aufgenommen worden.

Um den sinnvollen Einsatz des Computers durchzuführen, ist es erforderlich, vorab einige Kriterien zu prüfen, die den erfolgreichen Einsatz bedingen und zudem die Vorarbeit bzw. den Fortbildungsbedarf der Fachkonferenz festlegen.

Hier sind in erster Linie die organisatorischen, personellen Bedingungen und Medienaspekte (Software) zu analysieren:

- Kenntnisstand der Fachkolleginnen und Kollegen zu erheben,
- die gewünschte Zielrichtung des Einsatzes festzulegen (siehe im Materialteil „Kriterien zur Beurteilung eines Programms zum Einsatz im Mathematikunterricht“)
- die organisatorischen und fachlichen Bedingungen zu klären.

3.2.1 Fortbildungsbedarf erheben

Es hat wenig Sinn, die Einführung neuer Medien im Mathematikunterricht zu planen, ohne vorweg zu klären, wie es um die Vorkenntnisse der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer bestellt ist. Erfahrungsgemäß ist in den Kollegien die grundsätzliche Überzeugung vorhanden, dass der Einsatz des Computers den Unterricht bereichern kann; Motivation der Schülerinnen und Schüler, alternative Arbeitsformen, gesellschaftliche Notwendigkeit der Nutzung - Zukunftsrelevanz usw. sind nur einige Stichpunkte.

Vielfach werden Bedenken geäußert, die oft nur in einer Hemmschwelle bestehen, die aus Unsicherheit mit der Bedienung und Hilflosigkeit bei technischen Problemen resultiert. Diese Bedenken sind jedoch oft unbegründet, da viele Schülerinnen und Schüler häufig mit dem Computer vertraut sind und durchaus als Hilfskräfte eingeplant werden können und sollten.

Der Fortbildungsbedarf ist hauptsächlich von zwei Faktoren abhängig, die im Vorfeld zu eruieren sind und von denen das weitere Vorgehen abhängt.

Hier sind zu nennen:

- Räumliche, technische Ausstattung mit Computern
- Vorkenntnisse der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer

a) Räumliche, technische Ausstattung mit Computern ermitteln

Hier sind folgende Gesichtspunkte vorab zu klären:

Wie ist die Ausstattung mit Computern (Anzahl der Arbeitsplätze)?

Dieser Punkt ist wichtig, um zu wissen, wie viele Schülerinnen und Schüler gleichzeitig am Gerät arbeiten können. Idealvoraussetzungen sind gegeben, wenn pro Schülerin bzw. Schüler ein Computer zur Verfügung steht. Dieser Wert wird in der Realität selten anzutreffen sein. Als Richtschnur sollte daher gelten, dass je nach Anwendung möglichst nur zwei (maximal drei) Schülerinnen und Schüler an einem Gerät arbeiten sollten. Ist dies nicht möglich, sollte überlegt werden, ob ein Teil der Klasse am Gerät und eine zweite Gruppe parallel dazu z. B. mit herkömmlichen Mitteln (Arbeitsblättern, o. Ä.) arbeitet. Daher sollte auch überprüft werden, ob der Computerraum die Möglichkeit bietet eine Parallelgruppe zu beschäftigen.

Welches Betriebssystem ist für die Geräte vorhanden?

Diese Frage wird an den meisten Schulen von untergeordneter Bedeutung sein, da fast alle Schulen inzwischen mindestens über das Betriebssystem Windows 3.XX verfügen werden. Dieser Aspekt könnte jedoch von Bedeutung sein, wenn es darum geht, zu entscheiden, welche Software eingesetzt werden soll. Es könnte z. B. sein, dass noch

DOS-Programme zum Einsatz kommen, die eventuell etwas schwieriger (durch Befehle) zu starten sind.

Liegen Einzelplatzrechner vor oder gibt es ein (pädagogisches) Netzwerk?

Dieser Aspekt ist insofern von Bedeutung, da er Auswirkungen auf die methodische Vorgehensweise und auf den Fortbildungsbedarf haben kann. Liegt ein Netzwerk vor, so ist zu klären, wie das Netzwerk aufgebaut ist und wie die Zugriffsrechte geregelt sind. Dies kann Auswirkungen auf die Installation von Programmen haben. Diese Frage ist mit dem Fachbeauftragten für Informatik zu erörtern, da evtl. eine gesonderte Einweisung der Lehrerinnen und Lehrer in das schuleigene Netzwerk erforderlich ist.

Speziell **pädagogische Netzwerke** eröffnen weitergehende methodische Möglichkeiten, da die Lehrerin bzw. der Lehrer von einem Server aus einzelne Schülerplätze einblenden, die Arbeit der Schülerinnen und Schüler zentral kontrollieren kann, bei Bedarf vom Server aus eingreifen oder auch den Schülerinnen und Schülern bestimmte Bedienungsschritte vorführen kann, die direkt von allen am eigenen Bildschirm nachvollzogen werden können.

Auf die Bedeutung und die Möglichkeiten pädagogischer Netzwerke soll hier nicht näher eingegangen werden, da dies den Rahmen sprengen würde.

b) Vorkenntnisse der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer feststellen

Im Vorfeld sollte abgeklärt werden, auf welchem Stand die Fachlehrerinnen und Fachlehrer sind und wo bzw. in welchem Umfang vorab Fortbildungsbedarf besteht.

Sollten viele Lehrerinnen und Lehrer über geringe Vorkenntnisse verfügen, so ist anzuraten, eine fachinterne Fortbildung anzusetzen, in der die Beteiligten in den Umgang mit dem Computer eingeführt werden. Abhängig von den anzutreffenden Bedingungen kann die Einweisung für die gesamte Fachkonferenz durch den Informatik-Beauftragten oder auch in Teams durch fachkundige Lehrerinnen und Lehrer erfolgen.

Als Hilfsmittel kann der Fragebogen „Feststellung des Vorwissens der Lehrerinnen und Lehrer und des Fortbildungsbedarfes“ (siehe Materialteil dieses Abschnittes) herangezogen werden, der auch als Grundlage für den nächsten Schritt dienen kann und im Vorfeld der Planung des Projektes von den Mitgliedern der Fachkonferenz bearbeitet werden sollte.

3.2.2 Analyse der Medien

Grundsätzlich ist der Einsatz des Computers / von neuen Medien im Unterricht in zwei Varianten denkbar:

- Computer als Werkzeug zur Demonstration bestimmter Sachverhalte (Computer im Klassenraum LCD-Display für den OHP, ...)
- Computer als Arbeitsmittel für die Schülerinnen und Schüler

Auf die erste Variante soll hier nicht näher eingegangen werden. Die Nutzung des Computers als Arbeitsmittel für die Schülerinnen und Schüler setzt die Auseinandersetzung mit der Software voraus und richtet das Augenmerk auf die Frage:

Welche Software soll im Unterricht zum Einstieg eingesetzt werden?

In diesem Zusammenhang sei auf die verschiedenen Softwareklassen und auf Beschreibungen z. B. durch SODIS³ hingewiesen.

Die Entscheidung, welche Software eingesetzt werden soll, ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Vom Anspruch an die Software bzgl. der zu erreichenden Ziele, d. h. Möglichkeiten des entdeckenden Lernens, Motivation der Schülerinnen und Schüler,
- Vom Kenntnisstand der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer.
- Vom Anspruch der Software an die Lernenden und Lehrenden.

Dem letzten Punkt kommt besondere Bedeutung zu und er ist nicht gering einzuschätzen, da der Einsatz von funktionsreicher Software oft von ungeahnten Problemen begleitet wird, der den Lehrenden und Lernenden vor allem in der Einstiegsphase der Nutzung neuer Medien die Freude an der Arbeit „vergällen“ kann.

Hier ist es sinnvoll eine Klassifizierung der Software/Programme nach ihrem Anspruch an ihre Nutzung und ihre Einarbeitungszeit vorzunehmen und die in Frage kommende Software vorweg nach diesen Kriterien zu untersuchen.

a) Leicht zu bedienen, geringe/keine Einarbeitungszeit:

Vorteile:

- Sporadisch (ohne aufwändige Vorbereitung) einsetzbar, unter dem Aspekt der Unterrichtsökonomie gut nutzbar.
- Kann auch im Anfangsstadium von unerfahrenen Lehrerinnen und Lehrern eingesetzt werden.
- Zu erwarten:
 - Geringe methodische und didaktische Probleme während des Einsatzes.
 - Auftretende Problem- und Fehlererwartung während des Einsatzes und damit die Überforderung der Lernenden und Lehrenden sind verhältnismäßig gering einzuschätzen.
 - Möglichkeit schrittweise Erfahrungen im Umgang mit den besonderen Gegebenheiten des Unterrichts mit Computern zu sammeln.

Nachteile:

- Da diese Programme in der Regel für eng begrenzte Anwendungen geschrieben wurden, sind sie häufig nur punktuell einsetzbar und lassen sich nicht „breit“ - über alle Klassenstufen verteilt - einsetzen.
- Die einfache Bedienung bedingt häufig eine methodische und thematische Einnengung der Software und ihrer Möglichkeiten.

³ Die **SODIS-Datenbank** (Software Dokumentations- und Informationssystem) <http://www.sodis.de> ist für Lehrende geschaffen worden, die sich für neue Medien, die zum Lernen und für den Einsatz im Unterricht oder im Bereich der Weiterbildung geeignet sind, interessieren. Sie versucht einen Überblick über das Angebot zu bieten. Mit Hilfe der **SODIS-Datenbank** können Lehrende Entscheidungen zum Einsatz von neuen Medien im Unterricht oder in der Weiterbildung treffen. Verwiesen sei in diesem Zusammenhang auch auf den Materialanhang „Wie gelangt man an fertige Unterrichtssoftware?“

Es liegt auf der Hand, Programme dieser Art auf Grund der leichten Erlernbarkeit in der Einstiegsphase zur Implementierung neuer Medien im Unterricht und in der Fachkonferenz zu verwenden.

b) Umfangreiche Bedienung, hohe Einarbeitungszeit, eigene Begrifflichkeit (Syntax):

Diese Software sporadisch (ohne entsprechende unterrichtliche Einführung) und unreflektiert zur Untersuchung / Bearbeitung einer Problemstellung einzusetzen, ist problematisch und bedarf der Prüfung der Unterrichtsökonomie.

Vorteile:

- Programme dieser Art können in der Regel durchgängig in mehreren Klassenstufen eingesetzt werden und können damit in den Lehrplan integriert werden.
- Ermöglichen andere Arbeitsformen (siehe Einleitung)

Nachteile:

Zu erwarten:

- Methodische Schwierigkeiten während des Einsatzes durch ihre „Offenheit“ auch gegen Bedienungsfehler. Sie erfordern meist fundierte Kenntnisse der Software durch die Lehrerin bzw. den Lehrer, um bei auftretenden Problemen der Schülerin und dem Schüler rasch weiterhelfen zu können.
- Einsatz setzt die intensive Kenntnis der Software durch den Lehrenden und Lernenden voraus, d. h., eine längere, schrittweise Einführungsphase im Unterricht ist notwendig.

Sollte man sich entschließen, diese Software einzusetzen und zu nutzen, so ist vorweg zu prüfen, in welcher Form die zu erwartende Einarbeitung für die Lehrenden und Lernenden bewältigt werden soll.

Als Möglichkeiten könnten z. B. folgende Formen diskutiert werden:

- Teilbereiche der Software nutzen, wenn das problemlos möglich ist. (Beschränkung auf eine geringe Zahl von Befehlen, auf einige wenige Funktionen, obwohl dies die mögliche „Gefahr“ beinhaltet, dass die Schülerinnen und Schüler die weiteren Möglichkeiten spielerisch entdecken und nutzen und damit der unterrichtliche Ablauf ungeahnte Verläufe nimmt.)
- Klassenbezogene Projektwoche zu einem mathematischen Thema mit dem Schwerpunkt die Bedienung des Programms zu erlernen. (Bietet sich vor allem in den Fällen an, wenn eine Software langfristig/über mehrere Klassenstufen nutzbar ist und eingesetzt werden soll.)
- Überprüfung, ob die Software auf verschiedenen Niveaustufen in verschiedenen (allen) Klassenstufen einsetzbar ist. Sollte die Prüfung positiv ausfallen, bietet sich die Konzeption eines Lehrgangs an, in dessen Verlauf die Nutzung der Software sich über Monate/Jahre erstreckt und in dessen Verlauf die Schülerinnen und Schüler die Bedienung mit ständigem Kompetenzzuwachs erlernen und die Software auf verschiedenen Anforderungsniveaus nutzen. (Beispiel: Tabellenkalkulation)

3.2.3 Implementierung des Einsatzes neuer Medien im Mathematikunterricht

Die Implementierung des Einsatzes von Software/neuen Medien im Mathematikunterricht ist ein Prozess, der sicherlich nicht innerhalb eines Schuljahres zu erledigen ist

und der neben dem Selbststudium der Lehrerinnen und Lehrer auch von Fachkonferenzen begleitet werden muss, die evtl. je nach Vorwissen der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer sowohl den Umgang mit Hard- und Software behandeln als auch methodisch-didaktische Fragestellungen zum Thema haben müssen. Auf die Rahmenbedingungen, die das Durchlaufen dieses Prozesses bedingen, wurde schon mehrfach hingewiesen.

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen erfolgt der Prozess der Implementierung neuer Medien im Mathematikunterricht sinnvollerweise in drei Phasen:

- a. Fortbildung der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer
- b. Durchführung des Computereinsatzes im Unterricht
- c. Verankerung des Computereinsatzes im Lehrplan

a) Fortbildung der beteiligten Lehrerinnen und Lehrer

Zur Durchführung ist es erforderlich, dass die in den beiden vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Maßnahmen im Vorfeld durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Maßnahmen legen fest, an welcher Stelle (siehe Flussdiagramm 1 im Materialteil) die Arbeit der Fachkonferenz einsetzen sollte. Sollten viele Lehrerinnen und Lehrer über geringe Erfahrung in der Bedienung des Computers und in der Nutzung von Software verfügen, so ist anzuraten, den linken Ast des Flussdiagramms zu beschreiten, um anhand „risikofreier“ Software methodische und fachliche Erfahrungen mit dem Computereinsatz zu sammeln.

An dieser Stelle sei auf die Programmbeispiele verwiesen. Es handelt sich bei diesen Beispielen um Programme, deren Bedienung recht einfach ist und die auch den unerfahrenen Nutzer vor keine unüberwindlichen Schwierigkeiten stellen. Sie eignen sich daher auch für die Fortbildungsveranstaltung, in der es darum geht, den Zugang zum Computer zu finden. Alternativ gibt es auch bereits fertige Arbeitsblätter für Tabellenkalkulationen, die weitgehend bedienungssicher sind.

Erfahrene Lehrerinnen und Lehrer, deren Kenntnisse über die Bedienung des Systems hinausgehen, können es wagen, den rechten Ast des Flussdiagramms zu beschreiten. Aus der Analyse des Fragebogens ergibt sich, inwieweit Fortbildungsbedarf bezüglich Tabellenkalkulationen besteht.

b) Durchführung des Computereinsatzes im Unterricht

Nach der Fortbildungsphase, in der u. a. die Entscheidung über den Einsatz der Software getroffen wurde, erfolgt die Umsetzung in die Unterrichtspraxis. Grundsätzlich bieten sich an dieser Stelle zwei Möglichkeiten an.

Der erste mögliche Weg ist es, eine gemeinsam geplante Unterrichtssequenz oder -stunde zu unterrichten. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass sich die Lehrerinnen und Lehrer gegenseitig unterstützen können. Hierdurch wird vor allem in der Anfangsphase das Sicherheitsgefühl gestärkt. Zudem lassen sich Anfangsfehler besser vermeiden.

Der andere Weg ist es, individuell geplante Unterrichtssequenzen oder -stunden zu unterrichten. Das zweite Vorgehen ist für die spätere Nachbereitung und Diskussion⁴ des Unterrichtseinsatzes vorteilhaft, da Alternativen für die Analyse und Diskussion zur Verfügung stehen. Welchem Weg der Vorzug gegeben wird, liegt in der Entscheidung der Fachkonferenz.

Es ist sinnvoll, besonders gelungene Konzepte zu protokollieren, zu sammeln, diese der Allgemeinheit zugänglich zu machen und im Lehrplan zu verankern.

c) Verankerung des Computereinsatzes im Lehrplan

Verfügen die beteiligten Lehrerinnen und Lehrer bereits über hinreichende Erfahrung im Einsatz neuer Medien, so liegt es nahe, Tabellenkalkulationen im Unterricht zu nutzen. Da Tabellenkalkulationen für viele mathematische Inhalte verwendbar und durchgängig für alle Klassenstufen einsetzbar sind, dürfte in dieser fortgeschrittenen Phase - neben der evtl. erforderlichen Fortbildung zum Umgang mit der Tabellenkalkulation - der Schwerpunkt der Fachkonferenzarbeit darin bestehen, die Vernetzung zwischen schuleigenem Lehrplan und den vielfältigen Möglichkeiten der Tabellenkalkulation vorzunehmen. Ziel der Vernetzung ist es, Inhalte des Lehrplans dahingehend zu untersuchen, wo sich der Einsatz der Tabellenkalkulation sinnvoll anbietet.

Anmerkungen:

- Als Anregung für ein mögliches Inhalts- und Analyseraster zur Vernetzung sei auf das Kapitel „Tabellenkalkulation“ verwiesen, in dem ein Vernetzungsraster angedeutet wurde.
- Hinweise zur thematischen Einbindung der Tabellenkalkulation finden sich auch im Lehrplan Mathematik für die Sekundarstufe I der Gesamtschule.
- Auf die Bedeutung eines planvollen Lehrgangs zum Erlernen der Tabellenkalkulation für das Schulprogramm, sei an dieser Stelle ebenfalls hingewiesen. Stichworte sind in diesem Kontext die Sicherung und Verbesserung der Qualität und Organisation des Fachunterrichts sowie die Hebung des Stellenwertes der mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen in der Gesellschaft.

3.2.4 Beschreibung einer Fachkonferenz zur Implementierung des Softwareeinsatzes im Mathematikunterricht

Die Beschreibung richtet sich mit Schwerpunkt an ein Fachkollegium, das in seiner überwiegenden Zahl aus Lehrerinnen und Lehrern besteht, die über geringe bzw. keine Kenntnisse im Umgang mit Computern und Software verfügen.

Die im Folgenden beschriebene Einführungsphase kann je nach Kenntnisstand und Vorübung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer entfallen bzw. auch ausgedehnt werden.

Eingangsvoraussetzungen

- Der/die Fachkonferenzvorsitzende hat im Vorfeld den Fragebogen „Fragebogen zur Feststellung des Vorwissens der Lehrerinnen und Lehrer und des Fortbil-

⁴ Anmerkung: Für die Diskussion im Vorfeld des Unterrichtseinsatzes bzw. für die Analyse des erfolgten Einsatzes kann das Flussdiagramm 2 (siehe S. 96) eine mögliche Diskussionsgrundlage anbieten, das im Materialteil dieses Abschnittes vorliegt.

dungsbedarfes“ (siehe S. 97) von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Fachkonferenz bearbeiten lassen.

- Die Auswertung hat ergeben, dass nur eine geringe Anzahl von Fachlehrerinnen und Fachlehrern über Kenntnisse bzgl. Hard- und Software verfügt.
- Der/die Fachkonferenzvorsitzende hat bereits die/den Informatikbeauftragte(n) bzw. im Umgang mit dem Computer erfahrene Fachlehrerinnen und -lehrer gebeten, während des Verlaufs der Fachkonferenz als Hilfskräfte praktische Hilfestellung zu geben.
- Eine Arbeitsgruppe hat bereits im Vorfeld die Software und ein Unterrichtsbeispiel ausgewählt, an dem der Softwareeinsatz für den Unterricht geübt werden soll (siehe Unterrichtsbeispiele in diesem Baustein). Es ist anzuraten, dass die Software auf Disketten oder CD-ROM vorliegt.

Zielsetzung

Am Beispiel einfacher mathematischer Software sollen die Lehrerinnen und Lehrer den Umgang mit Computern für den unterrichtlichen Einsatz kennen lernen.

Möglicher Ablauf der Sitzung

Phase 1:

Die Fachkonferenz bildet Zweiergruppen, die sich jeweils aus einer erfahrenen/ unerfahrenen Lehrerin bzw. einem erfahrenen/unerfahrenen Lehrer zusammensetzen. Diese Gruppen begeben sich zu jeweils einem Computer.

Phase 2:

Die/der Beauftragte für Neue Medien erläutert ggf. den Umgang mit dem Betriebssystem (Mausbedienung, Tastatur, Bedeutung des Netzwerks und von Laufwerken, Ordern, Programmen, Dateien, ...). Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer üben je nach Bedarf diese Tätigkeiten am Gerät unter Zuhilfenahme der Bedienungsanleitung des Betriebssystems oder entsprechender Fachliteratur. Die Hilfskräfte stehen bereit, um die Arbeitsgruppen bei auftretenden Schwierigkeiten zu unterstützen.

Anmerkung: In einem sehr computerunerfahrenen Fachkollegium kann es bei auftretenden Problemen in der Bedienung des Computers angebracht sein, die angesetzte Fachkonferenz zur Implementierung des Softwareeinsatzes im Mathematikunterricht auf diese Einführungsphase zu beschränken und die folgenden Arbeitsphasen in einer gesonderten Fachkonferenz anzugehen. Es liegt im Ermessen der Fachkonferenz, die Einführungsphase als eine Übung zur Einführung und Nutzung des Internets zu gestalten, in der z. B. nach mathematischen Inhalten und Programmen gesucht wird, die gezielt auf den Laufwerken (Festplatte, Diskette) abgespeichert werden sollen.

Eine derartige Gestaltung der Einführungsphase bietet den Vorteil, durch den „spielerischen“ Umgang mit dem Computer, der Tastatur, der Maus usw. die Bedienung der Hardware und Software, die Grundbegriffe und Grundlagen im wiederholenden Umgang leicht zu erlernen und zu verinnerlichen. Diese Vorgehensweise ist außerdem dazu geeignet, vorhandene Ängste und Hemmungen gegenüber dem Medium Computer zu überwinden.

Die Recherche im Internet kann darüber hinaus dazu genutzt werden, im Vorfeld Software und Unterrichtsbeispiele zu recherchieren, an denen der Softwareeinsatz erprobt werden soll (siehe auch letzter Punkt der Eingangsvoraussetzungen und im Materialteil des Bausteins „Wie gelange ich zu fertiger Unterrichtssoftware?“ auf S. 137).

Phase 3:

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer installieren die Software. Sie starten das Programm und führen das Beispiel/die Beispiele durch. Sie notieren auf dem Papier „Probleme und deren Lösungen“ (siehe S. 93), welche Schwierigkeiten aufgetreten sind und wie diese bewältigt wurden.

Phase 4:

Die aufgetretenen Schwierigkeiten/Probleme im konkreten Umgang mit der Software werden gesammelt und gemeinsam am Computer/an der Software rekonstruiert. Die Ursachen der Probleme werden diskutiert und die Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Diskussion sollte unter dem Aspekt geführt werden, auf welche Weise Fehlern und Problemen begegnet werden kann bzw. ob sich durch ein anderes Vorgehen Fehler und Probleme vermeiden lassen. Hierbei wird auf die Ergebnisse/Auswertung des Arbeitsblattes „Probleme und deren Lösungen“ zurückgegriffen.

Phase 5:

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer füllen den Fragebogen „Reflexion der eigenen Übungen“ zum durchgeführten Beispiel durch. In dieser Arbeitsphase steht eine Auswertung des durchgeführten Unterrichtsbeispiels im Vordergrund. Ziel sollte sein, die Möglichkeiten des Softwareeinsatzes mit den herkömmlichen Methoden des Unterrichts zu vergleichen, den Softwareeinsatz zu optimieren und weitere Möglichkeiten aufzuzeigen. Die Ergebnisse werden auf dem auf Folie vorliegenden Fragebogen festgehalten. Die Diskussion der Ergebnisse soll dazu anregen, organisatorische, technische, persönliche und andere anscheinend unüberwindbare Probleme zu formulieren und deren Lösungsmöglichkeiten zu diskutieren und aufzuzeigen. Die Diskussion sollte u. a. unter dem Aspekt geführt werden, welche methodischen und fachlichen Änderungen des Konzeptes/Beispiels eventuell erforderlich sind und in welcher Form die Software im Unterricht anhand der gemachten Erfahrungen eingesetzt werden sollte.

3.2.5 Materialien

1. Arbeitsaufträge zur Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
2. Probleme und deren Lösungen
3. Reflexion der eigenen Übungen
4. Flussdiagramm 1: Prozess der Implementierung des Softwareeinsatzes im Mathematikunterricht
5. Flussdiagramm 2: Entscheidungsprozess zum Einsatz des Computers bei einem Unterrichtsthema
6. Fragebogen zur Feststellung des Vorwissens der Lehrerinnen und Lehrer und des Fortbildungsbedarfes

Arbeitsaufträge zur Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Arbeitsphase I-III:

1. Installieren Sie die Software von der Diskette bzw. von der CD-ROM. Halten Sie schriftlich fest, auf welchem Laufwerk und in welchem Ordner die Software installiert wurde.
2. Starten Sie das Programm und arbeiten Sie das Beispiel durch.
 - a) Notieren Sie, an welchen Stellen Sie auf Schwierigkeiten und Probleme gestoßen sind.
 - b) Notieren Sie, um welche Schwierigkeiten und Probleme es sich gehandelt hat.
 - c) Notieren Sie, auf welche Art Sie die Schwierigkeiten und Probleme bewältigt haben.
Nutzen Sie dazu das Arbeitsblatt „Probleme und deren Lösungen“.



Arbeitsphase IV-V:

3. Benennen Sie Vor- und Nachteile zum bisherigen Unterricht. Nutzen Sie dazu das Arbeitsblatt „Reflexion der eigenen Übungen“.
4. Zeigen Sie evtl. Alternativen auf, an welchen Stellen und wie sich das durchgeführte Beispiel in der Durchführung und für den Unterricht optimieren lässt.

Probleme und deren Lösungen



Wann bzw. wobei trat die Schwierigkeit / das Problem auf?

Beschreiben Sie die Schwierigkeit / das Problem?

Beschreiben Sie, wie Sie die Schwierigkeit / das Problem bewältigt haben!

Vorschlag zur Optimierung:

Reflexion der eigenen Übungen

1. Welche positiven Auswirkungen bzw. Vorteile sehen Sie nach Durchführung des Unterrichtsbispiels für den Mathematikunterricht?

Visualisierung Motivation leichter Zugang

Effektivität Eigenmotivation selbstständiges Arbeiten

2. Welche weiteren Möglichkeiten sehen Sie für den Softwareeinsatz?

3. Bestehen für Sie nach der Durchführung des Unterrichtsbispiels noch unüberwindbare Schwierigkeiten, die den Computereinsatz für Sie verhindern? Wenn ja welche?

a) Organisatorische, z. B.:

Klassenstärke	<input type="checkbox"/>	Einteilung der Schülergruppen	<input type="checkbox"/>
Eignung der Software	<input type="checkbox"/>	Eignung der Hardware	<input type="checkbox"/>
Eignung des Computerraumes	<input type="checkbox"/>		

Sonstiges:

b) Eigene Unsicherheiten und Bedenken, z. B.:

Bedienung des Computers	<input type="checkbox"/>	Bedienung der Software	<input type="checkbox"/>
auftretende Probleme zu beurteilen	<input type="checkbox"/>	auftretende Probleme zu lösen	<input type="checkbox"/>
Im Unterricht kompetent zu helfen	<input type="checkbox"/>	Lernende zu motivieren	<input type="checkbox"/>

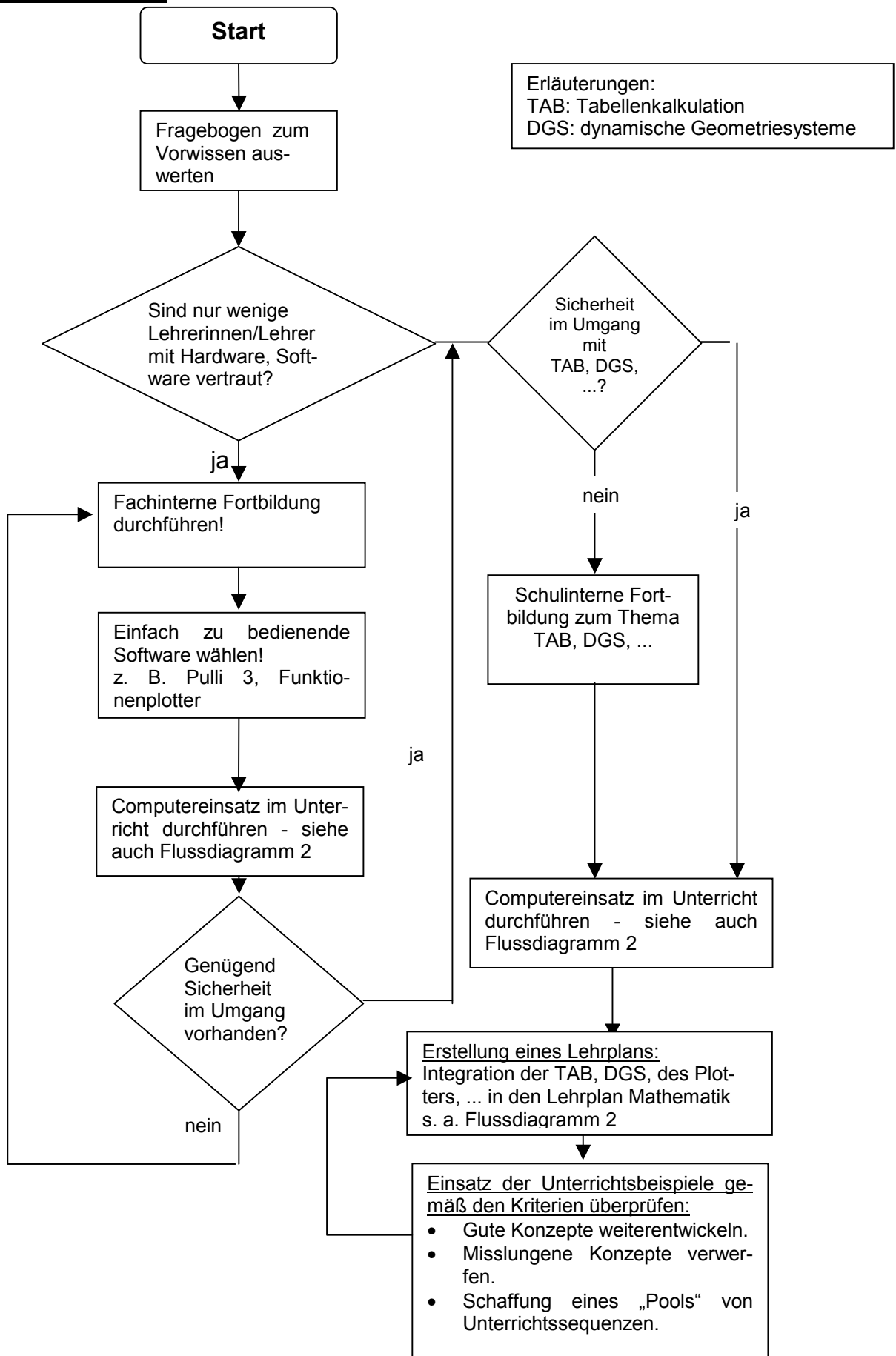
Sonstiges:

c) Probleme für die Schülerinnen und Schüler:

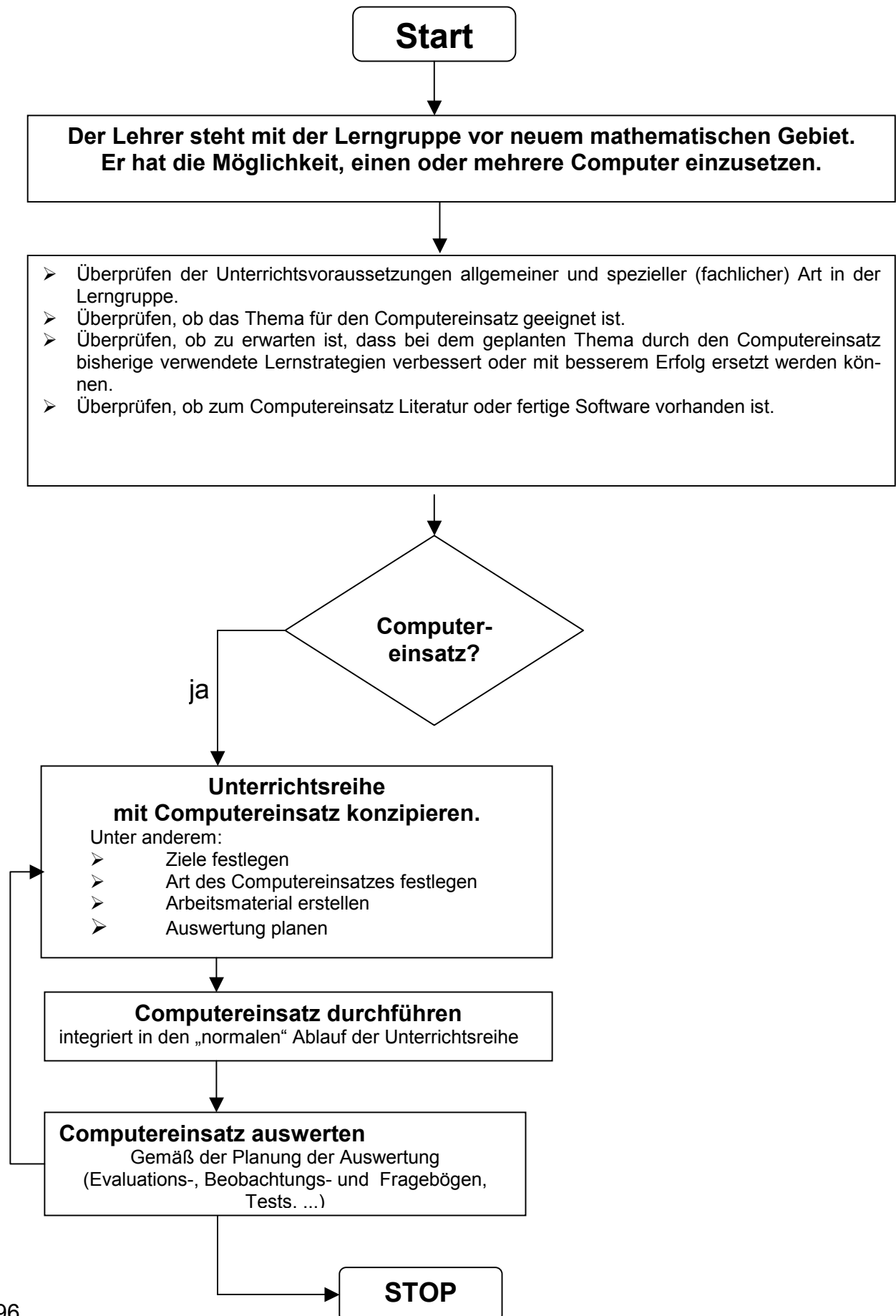
Bedienung des Computers	<input type="checkbox"/>	Bedienung der Software	<input type="checkbox"/>
Motivation	<input type="checkbox"/>	Disziplinschwierigkeiten	<input type="checkbox"/>

Sonstiges:

Flussdiagramm 1: Prozess der Implementierung des Softwareeinsatzes im Mathematikunterricht



Flussdiagramm 2: Entscheidungsprozess zum Einsatz des Computers bei einem Unterrichtsthema



Fragebogen zur Feststellung des Vorwissens der Lehrerinnen und Lehrer und des Fortbildungsbedarfes

1. Hardwarekenntnisse

- | | Ja | Nein |
|--|--------------------------|--------------------------|
| a) Sind Sie in der Lage einen Computer einzuschalten und zu starten? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Haben Sie Kenntnisse über Netzwerke? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Haben Sie schon in Netzwerken gearbeitet? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2. Softwarekenntnisse

2.1 Benutzeroberfläche/Betriebssysteme

Welche Kenntnisse besitzen Sie in folgenden Betriebssystemen? Schätzen Sie Ihre Kenntnisse selbst ein.

- | | Profi | Fortge-
schrittene(r) | Anfänger(in) | keine |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a) DOS (MS-DOS, DR-DOS, PTS-DOS, ...) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Windows 3.XX | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Windows 95/ 98/ NT | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Linux | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2.2 Software

2.2.1 Bedienung von Programmen

- | Sind Sie in der Lage Programme unter folgenden Betriebssystemen zu starten? | Ja | Nein |
|---|--------------------------|--------------------------|
| a) DOS-Programme | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b) Programme unter Windows 3.XX | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c) Windows 95 /98 / NT | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d) Linux | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

2.2.2 Tabellenkalkulationen

- | | Profi | Fortge-
schrittene(r) | Anfänger(in) | keine |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Wie schätzen Sie Ihre Kenntnisse ein? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Welche Kenntnisse besitzen Sie in Tabellenkalkulationen?

- a) Ich kann Kalkulationstabellen vollumfänglich erstellen!
(Formatieren, Grafiken erstellen, Formeln/Funktionen nutzen, Sortieren,...)

Nur wenn a) nicht angekreuzt!

- b) Ich kann Arbeitsblätter laden und speichern.
 c) Ich kann Daten in Tabellenkalkulationen eingeben.
 d) Ich beherrsche die Adressierung von Zellen, Eingabe von Formeln und Funktionen.
 e) Ich beherrsche die Eingabe von logischen Operationen (wenn ...- dann ... Abfragen)
 f) Ich beherrsche die Benutzung von Sortierfunktionen.
 g) Ich kann Grafiken erstellen.

3. Nutzung des Internet

- a) Ich kann mit einem Computer den Zugang ins Internet durchführen.
 b) Ich kann im Internet Seiten aufrufen.
 c) Ich kann im Internet nach Angeboten suchen.
 d) Ich kann im Internet Programme/Dateien downloaden.

3.3 Unterrichtliche Beispiele

3.3.1 Dynamische Geometriesoftware

Arbeiten mit dynamischer Geometriesoftware

Entdecken geometrischer Zusammenhänge ist im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I nur vor dem Hintergrund von aussagefähigen Veranschaulichungen der geometrischen Objekte möglich. Wenn solche Veranschaulichungen konstruktiv unter Verwendung von Zirkel und Lineal von den Schülerinnen und Schülern erstellt werden, sind die Lernenden in die Genese der Visualisierung eingebunden. Sie erhalten Hilfen bei der Analyse der geometrischen Konfiguration, da sie beim Zusammenfügen der Details beteiligt sind. Konstruktionen erfordern allerdings planvolles Vorgehen und setzen daher Vorkenntnisse und Vorüberlegungen voraus. Sie stellen hohe Anforderungen an die Sorgfalt der Schülerinnen und Schüler und sind häufig zeitaufwendig. Bei der Analyse fertiger Konstruktionszeichnungen kann das Wissen um die Entstehung Hilfen bieten, es kann aber auch den Blick für neue Aspekte verstellen, da die Elemente der Konstruktion zu gegenwärtig sind und bei allen Vorstellungen im Vordergrund stehen. Fertige Konstruktionszeichnungen sind statisch, gewünschte Modifizierungen erfordern erneut konstruktiven Aufwand oder müssen über das Vorstellungsvermögen geleistet werden. Die Subjektivität und Flüchtigkeit von Vorstellungen kann die Bildung von Hypothesen über geometrische Zusammenhänge erschweren.

Konstruktionsprogramme (*Kobesch (DOS)*, *Constr2 (Windows)*, ...) und dynamische Geometriesoftware (*Cabri*, *Euklid*, *Geolog* u.a.) erlauben interaktiv die Konstruktion geometrischer Konfigurationen, wobei die Konstruktionsschritte bei geringem Zeitaufwand durch die Eingabe entsprechender Befehle oder menügesteuert ausgeführt werden. Die Notwendigkeit planvollen Vorgehens bleibt. Bei der Verwendung von Makros gewinnt die Konstruktionszeichnung an Übersichtlichkeit. Die Genauigkeit der Konstruktionen ist gewährleistet. Für die Schülerinnen und Schüler bleibt also beim Arbeiten mit dynamischen Programmen der Vorteil, bei der Genese der Konstruktionszeichnungen beteiligt zu sein, erhalten, sie werden aber im Hinblick auf zeitlichen Aufwand und notwendige Sorgfalt entlastet. Hinzu kommt, dass die Programme der zweiten Gruppe die Möglichkeit bieten, durch die Lageveränderung einzelner Punkte („Zugmodus“) die Konstruktionszeichnung zu variieren. Hierdurch wird durch die Betrachtung stetig veränderter Situationen die Chance eröffnet, geometrische Zusammenhänge zu entdecken.

Sich Wissen über geometrische Zusammenhänge zu Eigen zu machen, erfordert aussagekräftige Visualisierungen. Invarianten werden bewusst wahrgenommen, wenn die geometrische Konfiguration variiert wird. Die Nachhaltigkeit dieser Eindrücke wird verstärkt, wenn der Lernende solche Variationen selbst vornimmt und seine Beobachtungen präsentiert und dabei verbalisiert. In diesem Sinne kann der Umgang mit dynamischer Geometriesoftware auch die Festigung und Sicherung von Wissen über geometrische Zusammenhänge unterstützen.

Durch die Möglichkeit, die viele Geometrieprogramme bieten, Maßzahlen geometrischer Größen (Längenangaben; Winkelgrößen) anzugeben und eventuell in Termen zu verarbeiten, können durch gezielte Variation geometrischer Konstrukte Sätze der Geometrie, die quantitative Aussagen beinhalten, vor Augen geführt werden. Durch die Verbindung zu Gesehenem werden diese Aussagen erlebt und ihre Vernetzung mit bisherigem Wissen erleichtert.

Wenn es um die Verifizierung oder Falsifizierung von Hypothesen über geometrische Zusammenhänge geht, gibt der flexible Einsatz dynamischer Geometrieprogramme wirkungsvolle Hilfestellungen. Dabei darf allerdings die Handhabung der Software kein Hindernis darstellen. Geometrische Grundkenntnisse sind ebenso vorauszusetzen, wie eine gewisse Vertrautheit mit dem einzusetzenden Programm. Die Arbeit mit dem Programm entlastet von der Mühe konstruktiven Arbeitens und von erforderlichen Messungen. In kurzer Zeit sind vielfältige Variationen einer Zeichnung möglich und damit kann der Blick auf das Wesentliche konzentriert werden. Es können Gegenbeispiele generiert werden oder es ergeben sich Ideen für Begründungen, wenn verschiedene konstruktive Ansätze durchgespielt werden. Beweise geometrischer Sätze können durch „experimentelles“ Arbeiten am Computer vorbereitet werden.

Im Folgenden werden zwei Beispiele für den Einsatz dynamischer Geometriesoftware im Unterricht vorgestellt.

Das erste Beispiel verwendet das Programm PULIDREI, das die Visualisierung besonderer Linien im Dreieck und die Veränderung der Dreiecksform ermöglicht. Dieses Programm erfordert keine besonderen Hardwarevoraussetzungen, es ist unter DOS ebenso lauffähig wie unter Windows. Als Public-Domain-Software kann es kostenlos genutzt und weitergegeben werden. Unter folgender Adresse kann es bezogen werden: <http://www.learnline.nrw.de/angebote/qualitaetssicherung/mathematik/software.htm>.

Die Beschränktheit des Funktionsumfangs bietet den Vorteil der leichten Handhabung. Funktionsumfang und Tastenbelegung werden vorgestellt. Es ist aus den angeführten Gründen geeignet, wenn sich eine Fachkonferenz einführend mit Softwareeinsatz beschäftigen will.

Beim unterrichtlichen Einsatz geht es verstärkt um den Aspekt, sich Wissen zu eigen zu machen. Es wird davon ausgegangen, dass die besonderen Linien im Dreieck im Unterricht ohne Computerunterstützung bereits thematisiert wurden. Zur Veranschaulichung bereits erarbeiteter Inhalte eignet sich auch die „Bewegte Mathematik“ von Heiner Stauff (<http://www.muenster.de/~stauff/bewmath.html>).

Im zweiten Beispiel geht es um den Aspekt, dass geometrische Entdeckungen ermöglicht werden sollen. Durch Variation der Konfiguration sollen die Schülerinnen und Schüler zu Hypothesen über geometrische Zusammenhänge gelangen und diese experimentell überprüfen. Eventuell gelingt es ihnen, Konstruktionsverfahren für besondere Punkte im Dreieck zu beschreiben und mit der bereitgestellten Software zu realisieren.

Das zweite Beispiel bezieht sich auf das Programm EUKLID, das unter der Adresse <http://www.dynageo.de> zum Download zur Verfügung steht. Ähnliche Programme sind z. B. Cabri II oder Cinderella. Eine ausführlichere Beschreibung findet sich im Materialteil am Ende dieses Bausteins.

Die offenen Aufgabenstellungen können dann im Unterricht erfolgreich bearbeitet werden, wenn bei den Schülerinnen und Schülern und dem Unterrichtenden bereits eine gewisse Vertrautheit im Umgang mit der Software vorhanden ist.

Ein dynamisches Geometrieprogramm kann die Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I begleiten, so dass der Aufwand der Einarbeitung in dessen Handhabung jedenfalls lohnenswert erscheint.

Ein Beispiel zum softwareunterstützten Geometrieunterricht in Klasse 7/8

Das verwendete Programm PuLiDrei ist eine interaktive Demonstrations- und Lernsoftware für den Geometrieunterricht in der Sekundarstufe I. Sie darf als Public-Domain-Software beliebig kopiert und kostenlos weitergegeben werden. Das Programm kann ohne Einschränkungen auch auf Schulrechnern eingesetzt werden.

Die Anforderungen hinsichtlich der verfügbaren Hardware sind minimal. Das Programm ist unter DOS lauffähig, kann aber auch von der WINDOWS-Ebene gestartet werden. Die erzeugten Grafiken können bearbeitet werden, sind über die Zwischenablage in Textverarbeitungsprogramme einzubinden und können auch ausgedruckt werden.

PuLiDrei zeichnet sich durch besonders einfache Handhabung aus. Fehlbedienungen sind nahezu ausgeschlossen.

Der Funktionsumfang des Programms beschränkt seine Einsetzbarkeit auf Untersuchungen an Dreiecken. Die folgende Beschreibung von Funktionsumfang und Bedienung ist kurz und vollständig.

Funktionsumfang:

- Darstellung beliebiger Dreiecke farbig oder monochrom
- Einfache Veränderung der Dreiecksform mittels Cursor-Tasten (variable Schrittweite)
- Getrenntes Ein-/Ausblenden von Mittelsenkrechten, Winkelhalbierenden, Höhen, Seitenhalbierenden, Umkreis, Inkreis
- Anzeige der Koordinaten der Eck-, Schnitt- und Mittelpunkte
- Anzeige von Winkelgrößen, Seitenlängen, Linienlängen, Radien und Dreieckstyp
- Abspeichern des Dreiecks samt Daten als Windows-BMP-Datei (nur bei VGA-Graphik!)

Tastenbelegung:

[F1]	Beschriftung der Eckpunkte ein-/ausblenden
[F2]	Beschriftung der Seiten ein-/ausblenden
[F5]	Höhen ein-/ausblenden
[F6]	Seitenhalbierende ein-/ausblenden
[F7]	Winkelhalbierende ein-/ausblenden
[F8]	Mittelsenkrechten ein-/ausblenden
[F9]	Inkreis ein-/ausblenden
[F10]	Umkreis ein-/ausblenden
[Alt]-[F1]	Koordinaten der Eckpunkte ein-/ausblenden
[Alt]-[F2]	Seitenlängen ein-/ausblenden
[Alt]-[F3]	Winkelgrößen ein-/ausblenden
[Alt]-[F4]	Dreieckstyp ein-/ausblenden
[Alt]-[F5]	Legende der sichtbaren Linien ein-/ausblenden
[Tab]	Einzelne Eckpunkte bzw. gesamtes Dreieck aktivieren für Cursor
[+] / [-]	Schrittweite für Cursorbewegung vergrößern/verkleinern
[Alt]-[C]	Umschalten zwischen farbig und monochromer Darstellung

[Alt]-[S]	Abspeichern als Datei PULIDREI.BMP im aktuellen Verzeichnis
[Esc]	Umschalten zwischen Tastenbelegungsübersicht und Dreieck
[Alt]-[X]	Programm beenden

Es wird davon ausgegangen, dass die besonderen Linien im Dreieck (Mittelsenkrechten, Höhen, Seitenhalbierende und Winkelhalbierende) im Geometrieunterricht bereits thematisiert wurden.

Der softwareunterstützte Unterricht soll der Festigung und Sicherung dieser Kenntnisse dienen. Durch unterschiedliche Visualisierungen, sollen sich die Schülerinnen und Schüler bekannte Eigenschaften vor Augen führen, aber auch neue Zusammenhänge entdecken und reflektieren.

Wünschenswert wäre es, wenn sich jeweils zwei Schülerinnen oder Schüler einen Computerarbeitsplatz teilen.

In einer kurzen Experimentierphase wird den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben, sich mit der Bedienung des Programms vertraut zu machen. Hierzu brauchen nicht mehr als 10 Minuten eingeplant zu werden.

Jeder Zweiergruppe wird dann ein Aufgabenblatt an die Hand gegeben. Dabei handelt es sich entweder um das Blatt „Mittelsenkrechten und Höhen“ oder um das Blatt „Seitenhalbierende und Winkelhalbierende“. Die Bearbeitung der Aufgaben sollte zunächst nicht mehr als 30 Minuten in Anspruch nehmen.

In einer zweiten Unterrichtsstunde erhalten dieselben Gruppen den Auftrag, eine Präsentation ihrer Ergebnisse vorzubereiten. Sie sollen einer anderen Zweiergruppe, die sich nicht mit dem gleichen Thema beschäftigt hat, die gewonnenen Einsichten am Computer erklären und verständlich machen.

Die Vorbereitung der Präsentation soll nach 20 Minuten abgeschlossen sein. Für die Präsentation sind 10 Minuten vorgesehen.

Die Gruppe, die zuerst präsentiert, wird in der zweiten Runde Erklärungen zu dem für sie unbekanntem Thema erhalten und umgekehrt präsentieren die Zuhörer der ersten Runde in der zweiten Runde nun ihre Ergebnisse. Die zweite Unterrichtsstunde ist mit der Vorbereitung der Präsentation und mit den beiden Präsentationsrunden gefüllt.

In einer dritten Unterrichtsstunde sollen „Untersuchungen an Dreiecken“ in Partnerarbeit am Computer durchgeführt werden.

Das Arbeitsblatt wurde den Schülerinnen und Schülern zur Vorbereitung auf diese Stunde verteilt. Die Ergebnisse der Arbeit werden am Ende der Stunde mit der Lerngruppe insgesamt diskutiert.

Im Folgenden sind jeweils im Anschluss an das Aufgabenblatt Abbildungen angegeben, die exemplarisch verdeutlichen sollen, welche Bilder und Informationen durch PuLiDrei erzeugt werden können.

Mittelsenkrechten und Höhen

- a) Blende die Mittelsenkrechten und die Höhen eines Dreiecks ein. Verändere die Lage der Eckpunkte und beobachte, wie sich die Lage der Mittelsenkrechten und der Höhen verändert.

Beschreibe, wie diese Linien gezeichnet werden können.
Begründe, warum es zu jeder Mittelsenkrechte eine parallele Höhe gibt.

- b) Verändere die Lage des Eckpunkts C so, dass die Höhe durch C auf einer Mittelsenkrechten liegt. Welche Eigenschaften hat in diesem Fall das Dreieck?

Kann es sein, dass jede Höhe auf einer Mittelsenkrechten liegt? Welche Eigenschaft hat in diesem Fall das Dreieck? Begründe deine Antwort.

- c) Die Mittelsenkrechten schneiden sich in einem Punkt. Welche besondere Lage hat dieser Punkt in Bezug auf die Lage der Eckpunkte des Dreiecks?

Blende den Umkreis ein. Erkläre, warum der Schnittpunkt der Mittelsenkrechten der Mittelpunkt des Umkreises ist.

- d) Verändere die Lage der Eckpunkte so, dass der Mittelpunkt des Umkreises außerhalb des Dreiecks liegt. Was kann man in diesem Fall über das Dreieck aussagen?

- e) Verändere die Lage eines Eckpunkts so, dass der Umkreismittelpunkt auf einer Dreiecksseite liegt. Was kann man in diesem Fall über das Dreieck aussagen? Beschreibe die genaue Lage des Umkreismittelpunktes.

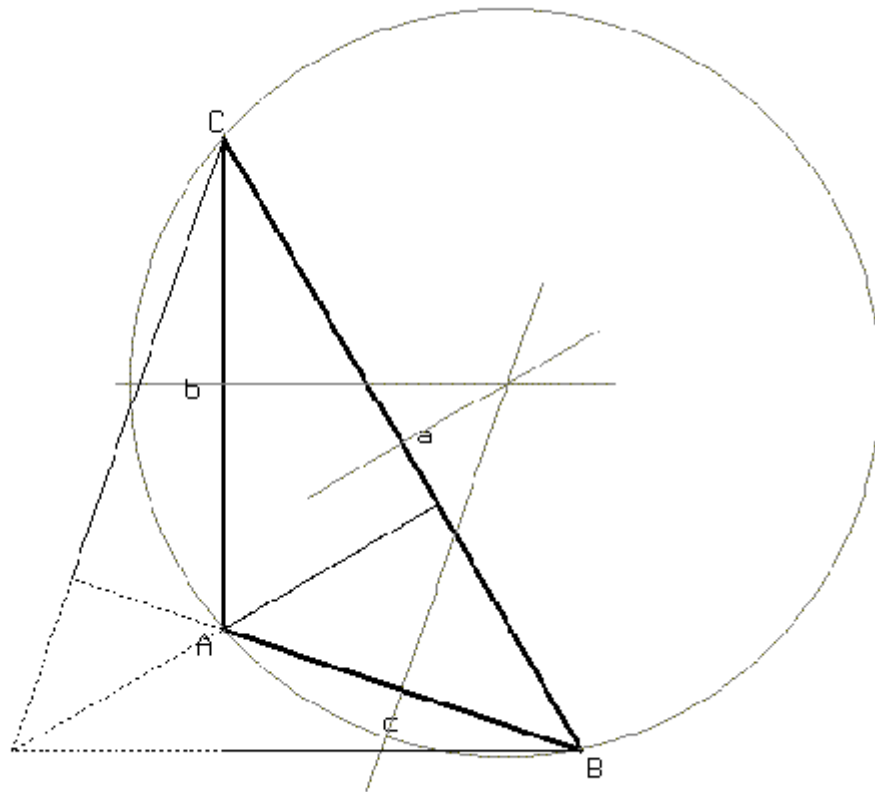
Wo liegt in diesem Fall der Schnittpunkt der Höhen? Begründe deine Antwort.

- f) Ist es möglich, dass sich die Mittelsenkrechten außerhalb des Dreiecks schneiden und der Schnittpunkt der Höhen innerhalb des Dreiecks liegt? Begründe deine Antwort.

PuLiDrei - Mögliche Bildschirmdarstellungen

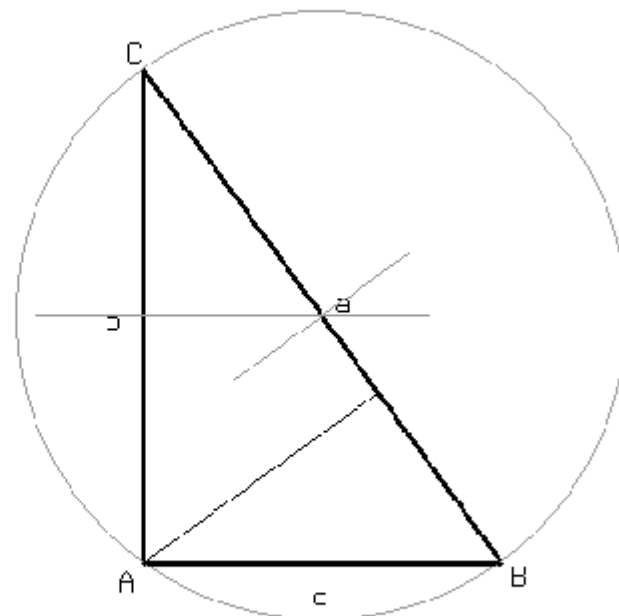
Dreieck ABC

Alpha = 108.8°
 Beta = 41.0°
 Gamma = 30.2°
 Dreieckstyp:
 stumpfwinklig-
 ungleichseitig



Dreieck ABC

Alpha = 90.0°
 Beta = 54.1°
 Gamma = 35.9°
 Dreieckstyp:
 rechtwinklig-
 ungleichseitig



Seitenhalbierende und Winkelhalbierende

- a) Blende die Seitenhalbierenden und die Winkelhalbierenden eines Dreiecks ein. Verändere die Lage der Eckpunkte und beobachte, wie sich die Lage der Seitenhalbierenden und der Winkelhalbierenden verändert. Beschreibe, wie diese Linien gezeichnet werden können.

- b) Verändere die Lage des Eckpunkts C so, dass die Winkelhalbierende von C mit der Seitenhalbierenden von c zusammenfällt. Welche Eigenschaften hat in diesem Fall das Dreieck?

Kann es sein, dass jede Winkelhalbierende mit einer Seitenhalbierenden zusammenfällt? Welche Eigenschaft hat in diesem Fall das Dreieck? Begründe deine Antwort.

- c) Die Seitenhalbierenden schneiden sich in einem Punkt. Diesen Punkt nennt man den Schwerpunkt des Dreiecks.

Vergleiche die Abstände des Schwerpunkts zu den Eckpunkten des Dreiecks mit den Abständen des Schwerpunkts zu den Seitenmittelpunkten. Fällt dir etwas auf? Notiere deine Vermutung.

Verändere die Lage der Eckpunkte des Dreiecks und überprüfe, ob sich deine Vermutung bestätigt.

- d) Die drei Seitenhalbierenden zerlegen das Dreieck in sechs Teildreiecke. Vergleiche die Teildreiecke. Fällt dir etwas auf? Notiere deine Vermutung.

Verändere die Lage der Eckpunkte des Dreiecks und überprüfe, ob sich deine Vermutung bestätigt.

- e) Die Winkelhalbierenden schneiden sich in einem Punkt. Welche besondere Lage hat dieser Punkt in Bezug auf die Lage der Seiten des Dreiecks?

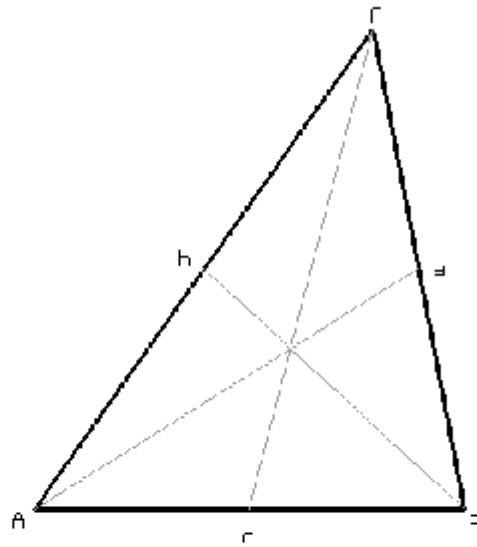
Blende den Inkreis ein. Erkläre, warum der Schnittpunkt der Winkelhalbierenden der Mittelpunkt des Inkreises ist.

Gibt es Dreiecke, bei denen der Inkreismittelpunkt mit dem Schwerpunkt zusammenfällt?

Gibt es Dreiecke, bei denen der Inkreismittelpunkt mit dem Umkreismittelpunkt zusammenfällt?

PuLiDrei - Mögliche Bildschirmdarstellungen

Dreieck ABC



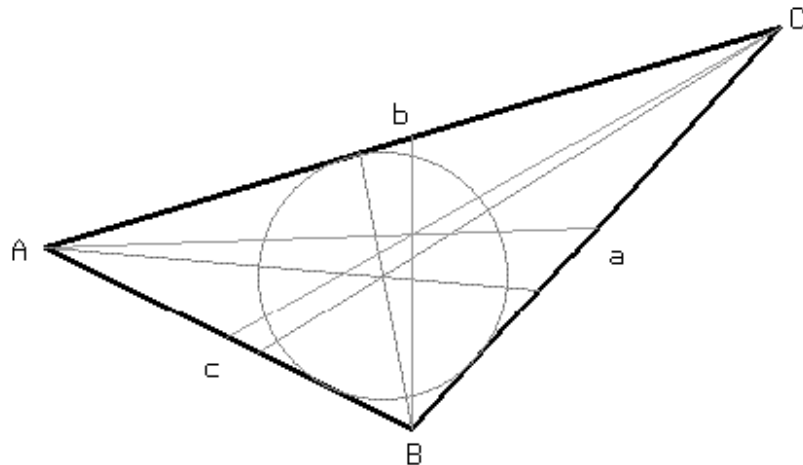
Dreieck ABC

A (1.0; 7.5)
 B (6.0; 5.0)
 C (11.0;10.5)

a = 7.43 cm
 b = 10.44 cm
 c = 5.59 cm

Alpha = 43.3°
 Beta = 105.7°
 Gamma = 31.0°

Dreieckstyp:
 stumpfwinklig-
 ungleichseitig



Seitenhalbierende:

sa = 7.50 cm
 sb = 4.00 cm
 sc = 8.62 cm
 SP (6.00; 7.67)

Winkelhalbierende:

wa = 6.77 cm
 wb = 3.85 cm
 wc = 8.37 cm

Inkreis:

M (5.61; 7.10)
 r = 1.70 cm

Untersuchungen an Dreiecken

Die Mittelsenkrechten, die Winkelhalbierenden, die Seitenhalbierenden und die Höhen eines Dreiecks schneiden sich jeweils in einem Punkt.

Überprüfe, ob die folgenden Aussagen stimmen!

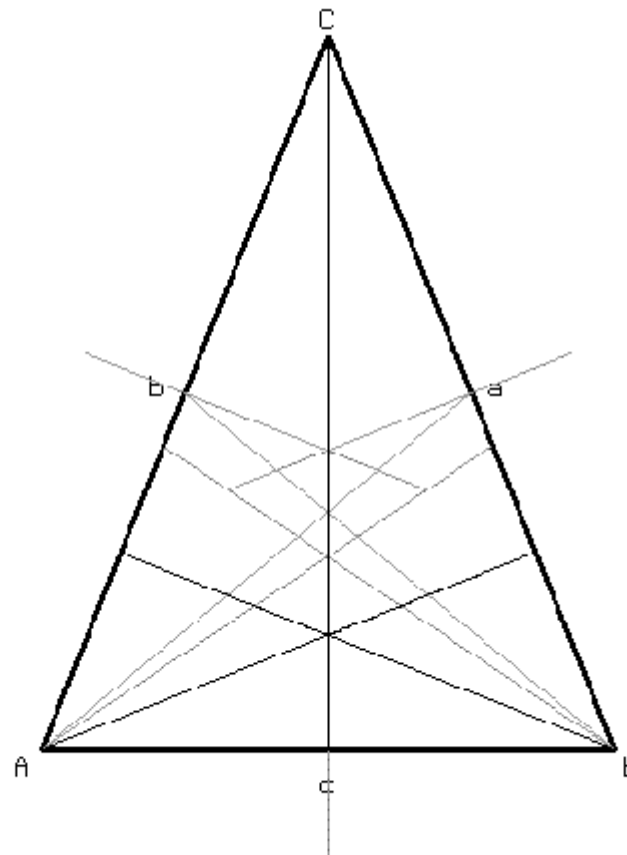
1. Wenn zwei dieser Schnittpunkte zusammenfallen, dann fallen alle vier zusammen.
2. Höchstens zwei der vier Schnittpunkte können außerhalb des Dreiecks liegen.
3. Es gibt kein Dreieck, bei dem einer der vier Schnittpunkte außerhalb des Dreiecks und drei innerhalb des Dreiecks liegen.
4. Bei jedem Dreieck liegen mindestens drei der vier Schnittpunkte auf einer Geraden.
5. Es gibt kein Dreieck, bei dem alle vier Schnittpunkte auf einer Geraden liegen.
6. Der Umkreismittelpunkt liegt niemals näher am Schwerpunkt als der Mittelpunkt vom Inkreis.
7. Der Schnittpunkt der Höhen liegt niemals näher am Schwerpunkt als der Mittelpunkt vom Umkreis.

Ist die folgende Aussage richtig?

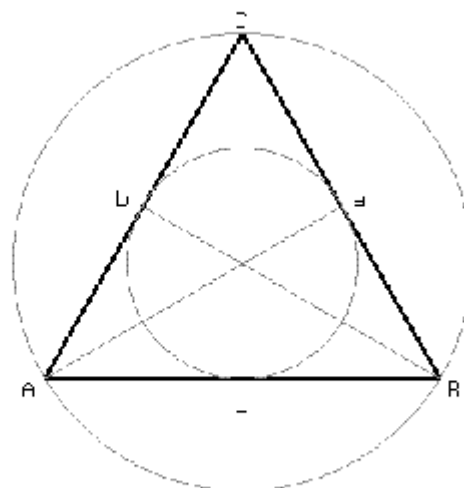
8. Der Radius des Umkreises ist bei jedem Dreieck mindestens doppelt so groß wie der Radius vom Inkreis.

PuLiDrei - Mögliche Bildschirmdarstellungen

Dreieck ABC
 A (1.0; 2.0)
 B (9.0; 2.0)
 C (5.0;12.0)
 a = 10.77 cm
 b = 10.77 cm
 c = 8.00 cm
 Alpha = 68.2°
 Beta = 68.2°
 Gamma = 43.6°



Dreieck ABC
 A (1.5; 4.8)
 B (8.5; 4.8)
 C (5.0;10.9)
 a = 7.03 cm
 b = 7.03 cm
 c = 7.00 cm
 Alpha = 60.2°
 Beta = 60.2°
 Gamma = 59.6°
 Dreiecksart:
 Spitzwinklig-
 gleichseitig



Seitenhalbierende:
 sa = 6.07 cm
 sb = 6.07 cm
 sc = 6.10 cm
 SP (5.00; 6.83)
 Winkelhalbierende:
 ua = 6.07 cm
 ub = 6.07 cm
 uc = 6.10 cm
 Inkreis:
 M (5.00; 6.83)
 r = 2.03 cm
 Umkreis:
 N (5.00; 6.83)
 r = 4.05 cm

Ein Beispiel zum softwareunterstützten Geometrieunterricht in Klasse 9

Die Lerngruppe hat im Geometrieunterricht bereits Erfahrungen mit dem Programm EUKLID gesammelt. Der Funktionsumfang des Programms und die Art der Bedienung ist den Schülerinnen und Schülern in den Grundzügen bekannt.

Im Unterricht der Klasse 7 haben sie Dreieckskonstruktionen durchgeführt. Dabei wurden auch besondere Linien im Dreieck thematisiert.

Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es in einer offenen Lernsituation Problemstellungen zu formulieren, bei denen es um die Kennzeichnung und Konstruktion besonderer Punkte im Dreieck geht, und unter Verwendung des Programms EUKLID zu konstruktiven Lösungen zu gelangen.

Hypothesen sollen formuliert und getestet werden.

Die Vorgehensweise soll methodisch reflektiert werden und gewonnene Einsichten sollen gegebenenfalls den Mitschülerinnen und Mitschülern präsentiert werden.

Die im Folgenden auf dem Blatt „Besondere Punkte im Dreieck“ angegebenen Arbeitsaufträge setzen erste Impulse.

Es ist bei einer Lerngruppe, die mit offenen Unterrichtssituationen vertraut ist, damit zu rechnen, dass die eine oder andere Kennzeichnung von besonderen Lagen, wie sie weiter unten aufgelistet sind, erfolgt. Damit wären Problemstellungen formuliert.

Falls erforderlich müssen weitergehende Impulse im Sinne der beschriebenen Kennzeichnungen gegeben werden.

Die beiden ersten Abbildungen zeigen eine geometrische Konfiguration, wie sie von den Schülerinnen und Schülern erzeugt wird mit der Ausgabe von einigen Messgrößen.

Bei der zweiten Abbildung wurde versucht, den Punkt P in eine Lage zu bewegen, in der bei P drei gleich große Winkel entstehen. Zusätzlich hatten die Bearbeiter die Längen der Verbindungsstrecken im Blick behalten. Dieser Ansatz führt auf den Fermat-Punkt, für den die Schülerinnen und Schüler noch keine Konstruktion kannten.

Die dritte und vierte Abbildung zeigen Konstruktionsversuche für die Lage von P, bei der das Ausgangsdreieck in drei gleich große Teildreiecke zerlegt wird.

Auf einem interessanten „Umweg“ wurden die Seitenhalbierenden als geeignete Linien zur Konstruktion dieses Punktes gefunden. Man erhält den Schwerpunkt.

In der letzten Abbildung werden Parallelen zu den Dreiecksseiten, deren Abstand ein Drittel der passenden Höhe beträgt, als Hilfslinien zur Konstruktion des Punktes benutzt.

Besondere Punkte im Dreieck

- a) Zeichne ein Dreieck ABC!
Markiere irgendeinen Punkt P im Innern des Dreiecks!
Zeichne die Verbindungsstrecken von P zu den Eckpunkten A, B und C!

Bewege den Punkt P!

Welche besondere Lage bezogen auf das Dreieck ABC kann der Punkt P haben?

Beschreibe die Besonderheit der Lage!

- b) Versuche den Punkt P, so zu bewegen, dass er die von dir beschriebene besondere Lage hat!

Ein Tipp:

Mit EUKLID kann man Streckenlängen bestimmen, man kann Winkelgrößen messen und man kann den Abstand eines Punktes von einer Geraden angeben lassen.

Wenn man die Lage des Punktes P verändert, kann man die Veränderung der Messwerte, für die man sich interessiert, beobachten.

- c) Suche nach einer Konstruktion, die den Punkt P in seiner besonderen Lage als Schnittpunkt zweier Hilfslinien liefert!

Tipps:

Vielleicht hilft es dir geeignete Hilfslinien zu finden, wenn du die besondere Lage von P in unterschiedlicher Art und Weise beschreibst.

Erinnere dich auch daran, welche besonderen Linien im Dreieck mit EUKLID einfach zu zeichnen sind, und finde durch Ausprobieren heraus, auf welcher Linie P liegen könnte!

Führe die Konstruktion mit den Hilfsmitteln von EUKLID aus!

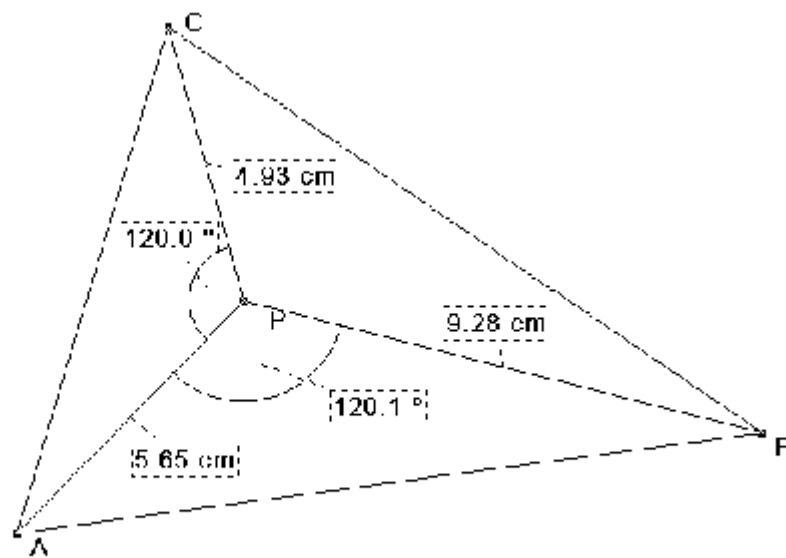
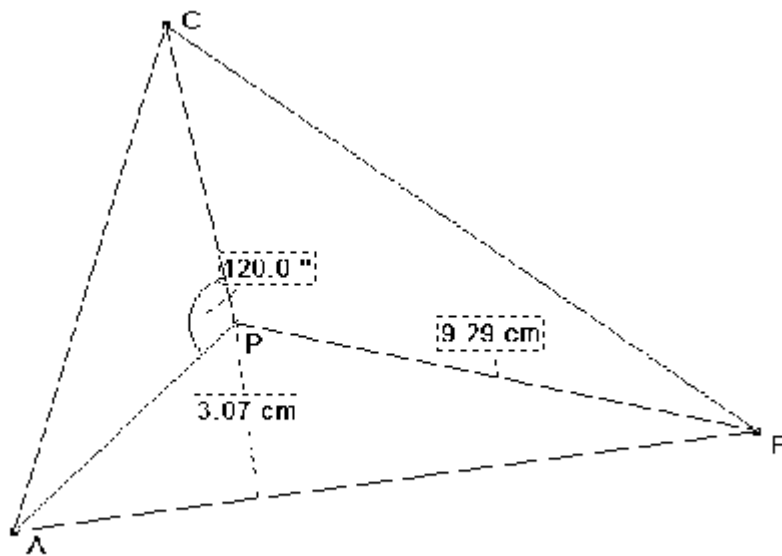
Bestätige durch Messungen, dass der konstruierte Punkt tatsächlich die beschriebene besondere Eigenschaft hat! Verändere die Form des Dreiecks und untersuche, ob der konstruierte Punkt auch dann die besondere Eigenschaft behält!

- d) Bereite dich darauf vor, die gewonnenen Einsichten deinen Mitschülerinnen und Mitschülern unter Verwendung von EUKLID verständlich mitzuteilen.

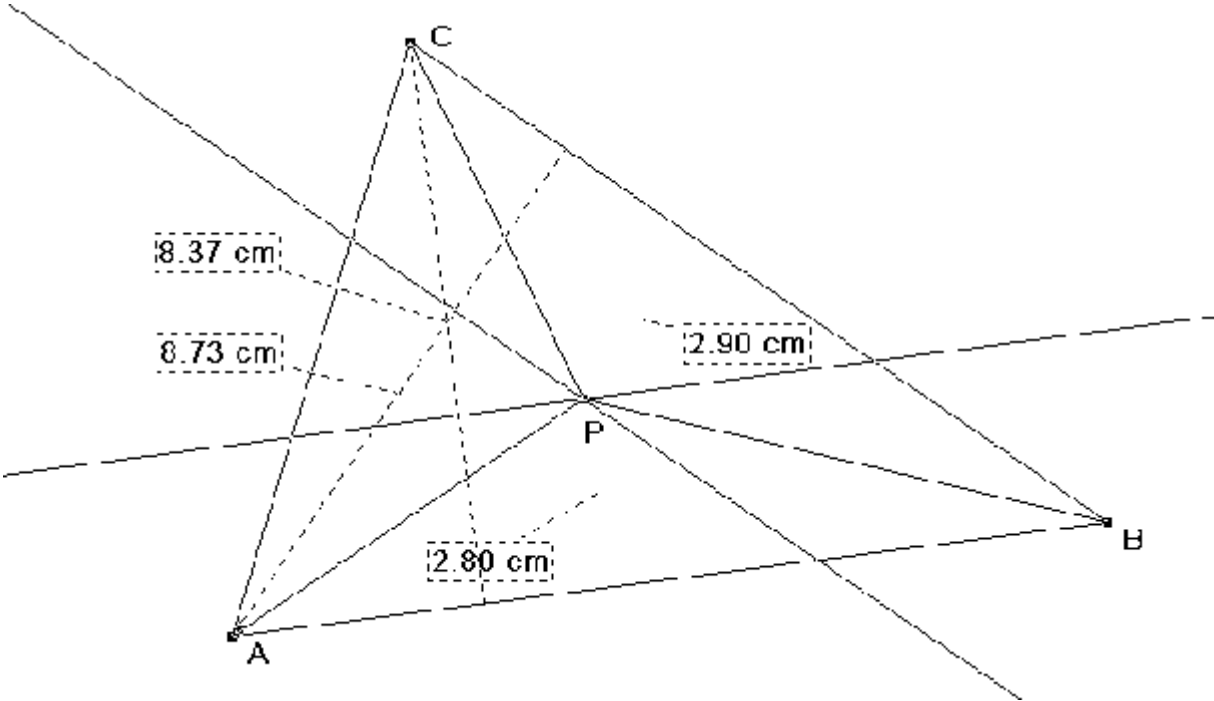
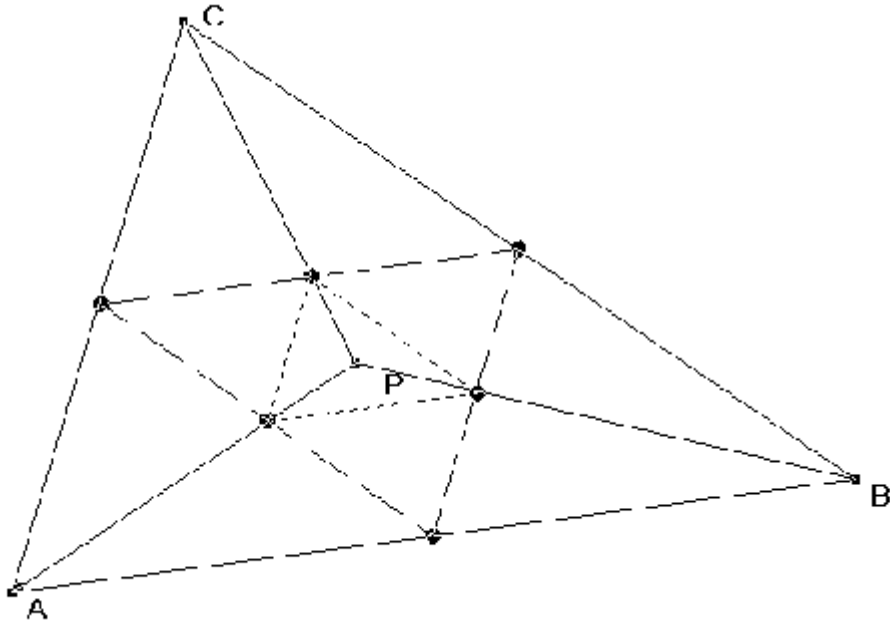
Mögliche Kennzeichnungen von besonderen Lagen

1. Das Dreieck ABC wird durch die Verbindungsstrecken PA , PB und PC in drei gleichschenklige Dreiecke zerlegt. (P ist dann der Umkreismittelpunkt.)
2. Das Dreieck ABC wird durch die Verbindungsstrecken PA , PB und PC in drei gleich große Dreiecke zerlegt. Die Dreiecke ABP , BCP und CAP haben denselben Flächeninhalt. (P ist dann der Schwerpunkt.)
3. Das Dreieck ABC wird durch die Verbindungsstrecken PA , PB und PC in drei gleich hohe Dreiecke zerlegt. Die Höhen der Dreiecke ABP , BCP und CAP auf den Seiten c , a und b sind gleich lang. (P ist dann der Inkreismittelpunkt.)
4. Die drei Verbindungsstrecken PA , PB und PC sind gleich lang. (P ist dann der Umkreismittelpunkt.)
5. P liegt so, dass die Summe der Längen von PA , PB und PC möglichst klein ist. (P ist dann der Fermat-Punkt.)
6. Bei P entstehen drei gleich große Winkel. (P ist dann der Fermat-Punkt.)
7. Die Verbindungsstrecken PA , PB und PC halbieren die Winkel des Dreiecks. (P ist dann der Inkreismittelpunkt.)
8. P hat von den Seiten a , b und c des Ausgangsdreiecks ABC denselben Abstand. (P ist dann der Inkreismittelpunkt.)

EUKLID - Mögliche Bildschirmdarstellungen



EUKLID - Mögliche Bildschirmdarstellungen



3.3.2 Skizze für eine Doppelstunde zum Einsatz eines Funktionsplotters

Unterrichtliche Voraussetzung:

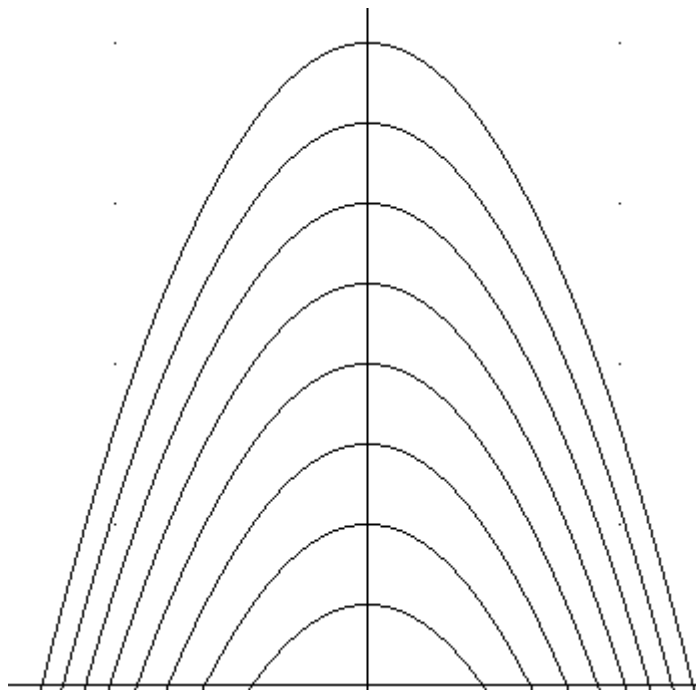
Die Normalparabel und die zugehörige Gleichung $y = x^2$ sind bekannt.

Einstieg:

Es wird eine Zeichnung eines Springbrunnens vorgegeben. Die Schülerinnen und Schüler sollen mit Hilfe des Funktionsplotters Funktionsgleichungen für entsprechende Parabeln finden!

Aufgabenstellung:

In manchen Gärten und Parks gibt es Springbrunnen. Eine Form von Springbrunnen besteht aus einem langen Rohr mit vielen Öffnungen. Aus diesen Öffnungen tritt mit gleichem Druck Wasser aus. Dadurch entsteht folgendes Bild (schematisiert). Bei diesem Springbrunnen sind im Abstand von je 50 cm Öffnungen angebracht worden. Der Durchmesser des Beckens beträgt vier Meter.



Arbeitsauftrag für die Partnerarbeit:

1. Versucht die Parabeln mit Hilfe des Funktionsplotters nachzubilden. Notiert Arbeitsschritte und Ideen!
2. Bestimmt entsprechende Funktionsterme. Begründet, indem ihr euer Vorgehen zur Bestimmung beschreibt!
3. Gebt eine allgemeine Gleichung für das Phänomen an!
4. Der Druck im Rohr kann erhöht oder verringert werden. Wie verändert sich der Springbrunnen? Versucht auch für dieses Phänomen eine allgemeine Gleichung anzugeben.
5. Bereitet eine Präsentation eurer Ergebnisse vor!

Hilfestellungen für Schülerinnen und Schüler

- Verändert die Ausgangsgleichung $y=x^2$ durch Addition und Subtraktion (z. B. $y=x^2+2$). Was beobachtet ihr!
- Bei der Normalparabel werden die Funktionswerte immer größer, wenn die Argumente betragsmäßig größer werden. Wie sieht das bei den Parabeln am Springbrunnen aus? Wie kann ich erreichen, dass die Funktionswerte immer kleiner werden für betragsmäßig größerer Argumente?
- Welche Kriterien legt ihr fest, um festzustellen, dass ihr einen passenden Funktionsterm gefunden habt?
- Achtet auf den Maßstab! In der Natur ist ein Meter überall gleich lang.
- Findet verschiedene Zahlbereiche, die eine besondere Wirkung auf die jeweiligen Graphen haben.
- Setzt die Werte zwischen 0 und 1, zwischen -1 und 0, 0, größer 1, kleiner -1 für den Parameter, den ihr untersucht, ein.
- Verändert immer nur einen Wert!

Hinweise für den Lehrenden

Präsentation und Diskussion:

Während der Gruppenarbeitsphase hat die Lehrerin oder der Lehrer Gelegenheit, die Ergebnisse zu sichten und eine Vorauswahl zu treffen, wer welche Teilaufgabe vorstellt. Dabei sollte die Güte der Lösung nicht alleiniges Auswahlkriterium sein, denn besonders die Staffelung und die Offenheit bieten auch schwächeren Gruppen die Chance, ihre Lösungen der Klasse vorzustellen. In der jeweiligen Diskussion der Lösungen muss allen Beteiligten Raum geboten werden, damit nicht einfach die zuerst vorgetragene Lösung als die beste, zu kopierende Lösung angesehen wird. Vielmehr kommt es darauf an, die Vor- und Nachteile verschiedener Lösungswege zu erkennen und zu verdeutlichen.

Reflexion:

Unter der Fragestellung „Was haben wir gelernt?“ erscheint eine Phase der Reflexion des Arbeitsprozesses und der Ergebnisse sinnvoll und notwendig.

Übung:

Durch ein Quiz innerhalb der Gruppe kann das Gelernte geübt und vertieft werden. Dabei wird von einem Schüler eine Funktionsvorschrift verdeckt eingegeben. Ein anderer Schüler versucht, die entsprechende Vorschrift aus dem Graphen zu ermitteln. Durch Eingabe und Zeichnung wird sein Vorschlag überprüft. Entsprechend ist dies natürlich auch durch die Vorgabe einer Funktionsvorschrift möglich, zu der ein Graph per Hand skizziert wird. Die Überprüfung erfolgt wiederum durch den Plotter.

Hausaufgabe:

Ein Arbeitsblatt mit Graphen und Funktionsvorschriften, die miteinander verbunden werden müssen, wird bearbeitet.

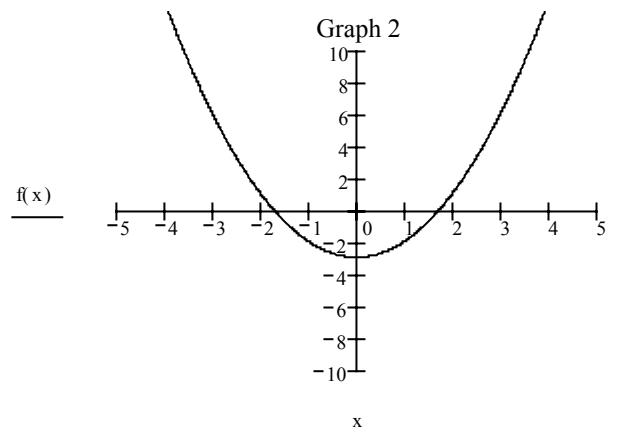
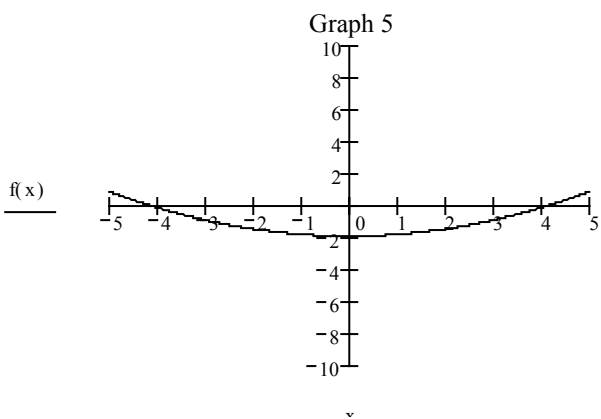
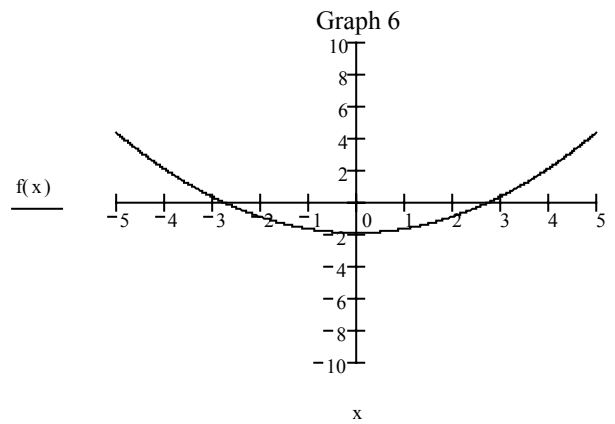
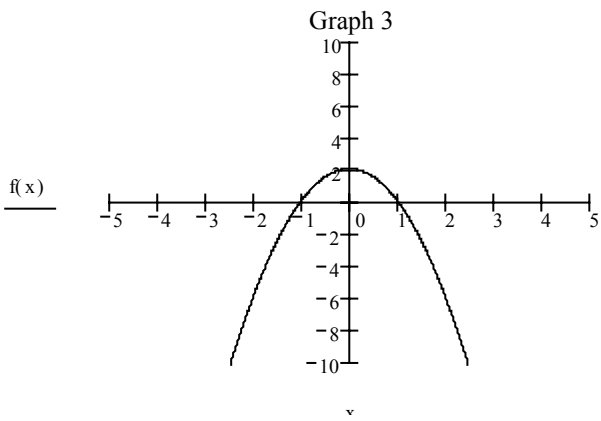
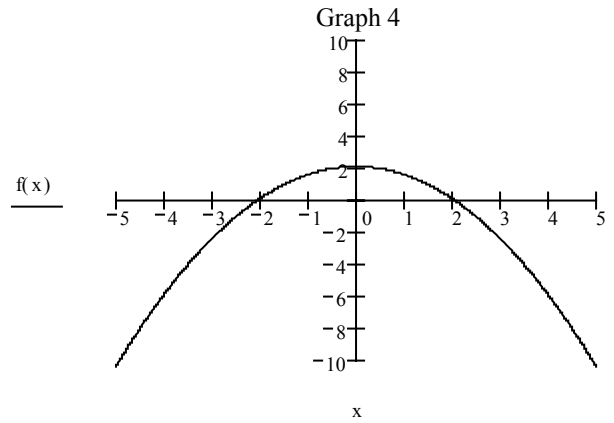
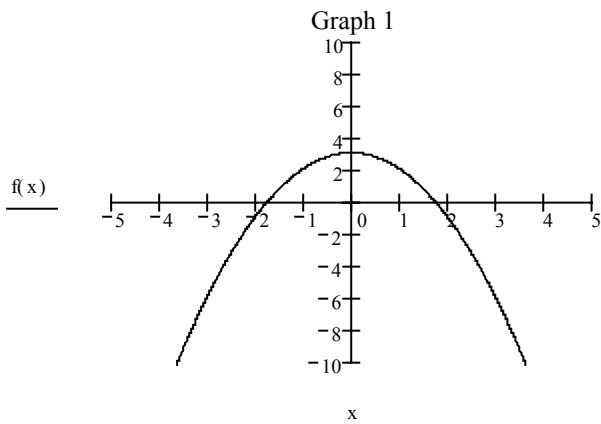
Ausblick:

Fortgesetzt werden kann die Arbeit mit dem Funktionenplotter durch folgende Aufgabenstellung:

1. Gebt zu einem Punkt eurer Wahl möglichst viele Parabeln der Form $y=ax^2+c$ an, die durch diesen Punkt laufen!
2. Wählt zwei Punkte und bestimmt alle Parabeln der Form $y=ax^2+c$, die durch diese beiden Punkte verlaufen. Versucht euer Verfahren zu verallgemeinern!
3. Plottet die Normalparabel ($y=x^2$), die Winkelhalbierende ($y=x$) und ihre Kombination ($y=x^2+x$) gemeinsam in ein Koordinatensystem.
 - Notiert eure Beobachtungen, formuliert eine Vermutung über die Wirkung der Addition eines linearen Faktors!
 - Versucht eure Vermutung zu überprüfen, indem ihr weitere lineare Funktionen und ihre Kombination mit der Normalparabel plottet.

Grundsätzlich ist die Konzeption dieser Doppelstunde auch für die Untersuchung anderer Funktionsklassen geeignet. Durch geringfügige Änderungen lassen sich auch trigonometrische, exponentielle Funktionen in dieser Form bearbeiten.

Quadratische Funktionen und ihre Graphen



Bestimme aus der Auswahl zu jedem Graphen den jeweiligen Funktionsterm! Begründe Deine Wahl!

$$g(x) = x^2 - 2 \quad h(x) = \frac{1}{4}x^2 - 2 \quad i(x) = \frac{1}{9}x^2 - 2 \quad j(x) = \frac{2}{3}x^2 + 3$$

$$k(x) = -\frac{1}{2}x^2 + 2 \quad l(x) = -x^2 + 3 \quad m(x) = -2x^2 - 2 \quad n(x) = x^2 - 3$$

$$p(x) = -2x^2 + 2$$

Beispiele für die Einsatzmöglichkeiten des Funktionsplotters

Funktionsplotter		Anregungen		
Begriffe	Tätigkeiten	Lehrplanbezug	Unterricht	Klassenstufe
Datei öffnen, speichern Hilfefunktion nutzen, Koordinatensystem, Wertetabelle Graphen ausdrucken	Eingabe von Daten Erzeugung von Graphen Vergleich von Graphen	Darstellung von Zuordnungen im Koordinatensystem, Listen, Tabellen, Diagramme herstellen	Zuordnungstabellen erstellen und mit ihnen rechnen, Zuordnungen graphisch darstellen, Eigenschaften von Zuordnungen aus graphischen Darstellungen ermitteln und deuten	5/6
Funktionsterm	Eingabe von Funktionstermen Ermittlung von Schnittpunkten	Proportionale und umgekehrt proportionale Zuordnungen Lineare Funktionen Ungleichungen	Eigenschaften von Proportionalität und Antiproportionalität ermitteln Lineare Gleichungssysteme graphisch „lösen“, Lösungsmengen für Ungleichungen darstellen.	7/8
Animation	Animationen erstellen	Abschnittsweise definierte, lineare, quadratische und trigonometrische Funktionen, Potenzfunktionen, Exponential- und Logarithmusfunktion	Eigenschaften von Funktionsklassen bestätigen, Verhalten von Funktionen, Umkehrfunktionen, Symmetrie und Periodizität Graphisches Lösen von Anwendungsaufgaben	9/10

3.3.3 Tabellenkalkulation

Das Programm für die Bewältigung und Analyse umfangreicher mathematischer und experimenteller Daten schlechthin stellt die Tabellenkalkulation dar. In ihrer Grundkonzeption besteht sie seit dem Aufkommen des Personalcomputers fast in unveränderter Form und hat seitdem durch die stetige technische Leistungssteigerung der PCs an Mächtigkeit, an Funktionsumfang - vor allem im grafischen Bereich- und an Bedienbarkeit gewonnen.

Sie ist heute aus der betrieblichen und wissenschaftlichen Nutzung kaum wegzudenken und alles deutet darauf hin, dass ihre Bedeutung noch wachsen wird. Fast kein Hersteller von Software kann es sich heute leisten, im Rahmen von Office-Paketen keine Tabellenkalkulation mitzuliefern. Daher befindet sie sich heute fast schon auf allen Rechnern der Schulen und muss nicht mit zusätzlichen Mitteln angeschafft werden, womit zusätzliche Investitionen in meist teure Software entfallen.

Die umfangreichen grafischen und mathematischen Möglichkeiten (Nutzungsmöglichkeit von Formeln und mathematischen Funktionen, Logische Abfragen und Bedingungen, vielfältiges Angebot an Diagrammen, Formatierungsmöglichkeiten von Tabellen) haben einerseits viele Tätigkeiten vereinfacht, setzen andererseits wiederum die Kenntnis vieler Begriffe und Bedienungshandgriffe voraus, damit dieses Medium optimal und vor allem störungsfrei und problemlos nutzbar ist. Betriebe setzen daher heute bereits Kenntnisse im Umgang mit Tabellenkalkulationen voraus und schulen ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter extern in bis zu einwöchigen Crash-Kursen, in denen sie Tätigkeiten wie Starten des Programms, Laden und Speichern von Dateien, Eingabe von Daten, Formeln und Funktionen, Erstellen von formatierten Tabellen und Diagrammen für die betriebliche Analyse und für Präsentationen erlernen. Zur Beherrschung der Tabellenkalkulation sind jedoch noch etliche Stunden an Übung und Selbststudium zu investieren.

Die erwähnte Bedeutung ist Grund genug, über eine Integration der Tabellenkalkulation im Mathematikunterricht nachzudenken. Auf Grund der hohen Einarbeitungszeit für die Bedienung und Nutzung wird die Tabellenkalkulation an vielen Schulen häufig in die Differenzierung (vierstündiger Informatik-Kurs Klasse 8-10) bzw. in Informatik-Arbeitsgemeinschaften verbannt und das Erlernen bleibt daher meist nur einem „erlauchten“ Schülerkreis vorbehalten, obwohl die Nutzung allen Schülerinnen und Schülern aus den schon erwähnten Gründen zu Gute kommen sollte.

Allen Schülerinnen und Schülern vor Beginn der Nutzung im Rahmen des Mathematikunterrichts einen Einführungskurs in die „Tabellenkalkulation“ geben zu wollen, würde wegen der zu erwarteten Schwierigkeiten in der Bedienung und der einzuplanenden Stunden den Rahmen des Mathematikunterrichts sprengen und ist auch nicht Aufgabe des Mathematikunterrichts.

Daher sollte man über einen **punktuellen Einsatz der Tabellenkalkulation mit Lehrgangskarakter** im Mathematikunterricht nachdenken.

Der Lehrgang sollte sich an den Kriterien zum Einsatz von Neuen Medien orientieren.

Wichtige Aspekte sind dabei:

Nutzung als Werkzeug

- zur Bewältigung umfangreicher Daten,
- zur Simulation,
- zur Dokumentation und
- zur Präsentation.

Dieser Lehrgang sollte sich über die Klassenstufen erstrecken und die Bedienung des Systems schrittweise erschließen. Dazu ist es notwendig die Tätigkeiten und mathematischen Möglichkeiten der Tabellenkalkulation zu analysieren und sinnvoll mit dem Lehrplan zu vernetzen.

Der Lehrgang könnte beispielsweise mit dem Einüben bedienungsrelevanter Tätigkeiten wie Öffnen von Dateien, Eingeben und Sortieren von Zahlen, Speichern von Dateien, Nutzung von fertigen Arbeitsblättern (inkl. Makros) (Klassenstufe 5/6) beginnen und sich über die Eingabe und Nutzung von Formeln, Erstellung von Diagrammen (Klassenstufe 7/8) bis zur Nutzung von Funktionen (Klassenstufe 9/10) erstrecken. Ein Vorschlag für einen Lehrgang zur Einführung in die Tabellenkalkulation befindet sich im Materialteil des Bausteins.

Besondere Faszination kann die Tabellenkalkulation ausüben, wenn umfangreiches Datenmaterial in Tabellenform vorliegt und man feststellt, wie sich bei Änderung bestimmter Eckdaten die Kalkulation in kürzester Zeit verändert. Damit ist es möglich, umfangreiche Simulationen durchzurechnen und durch Experimentieren Abschätzungen vorzunehmen. Sie bietet sich daher vor allem für offene und experimentelle Fragestellungen und Unterrichtsformen an.

Für fachlich interessierte Nutzer sei noch auf die Möglichkeit der Makro-Programmierung und Nutzung verwiesen, die es möglich macht, Abläufe zu steuern. Dadurch lassen sich kleine Lehrgänge programmieren, Anregungen finden sich beim Beispiel „Skispringer“.

Muster für den Einsatz der Tabellenkalkulation in der Klasse 6/7:

Dieses Muster kann als Beispiel für die Gestaltung und den Einsatz weiterer Arbeits- und Übungsblätter verwendet werden.

Fachliche Voraussetzung: Die Schülerinnen und Schüler müssen die Dezimalbruchrechnung beherrschen und Ranglisten kennen.

Problemstellung: siehe Textfeld [3]

Fachliche Ziele: Umgang mit der Tabellenkalkulation erlernen (Zahlen eingeben, Sortieren von Tabellen)
Einüben der Dezimalbruchrechnung und Ranglisten erstellen.

Lehrplanbezug: Dezimalbruchrechnung bzw. Statistik

Aufgaben für die Schülerinnen und Schüler:

1. Welche Haltungsnote kann ein Skispringer pro Sprung höchstens erreichen? Gibt es auch eine Höchstpunktzahl für die Weitennote? Begründe!
2. Bestimme die Haltungsnote, Weitennote und Gesamtpunktzahl der einzelnen Springer für den ersten Durchgang des Skispringens!
3. Wie ist das Ergebnis nach dem 1. Durchgang? Erstelle eine Rangliste der Skispringer!
4. Im 2. Durchgang springen die Skispringer in umgekehrter Reihenfolge, d. h. der beste Springer springt als letzter. Lege die Startreihenfolge der Springer für den 2. Durchgang fest!

Die Schülerinnen und Schüler sollen unter Benutzung der Tabellenkalkulation die entsprechenden Haltungsnoten, Weitennoten und die Gesamtpunktzahl errechnen, die Ergebnisse in die Tabelle Feld [1] eintragen und nach erfolgter richtiger Eingabe die Tabelle der Größe nach absteigend (3) und aufsteigend (4) sortieren. Im unteren Teil [2] wird die Eingabe der Schülerinnen und Schüler auf Richtigkeit geprüft und die Richtigkeit der Eingabe wird bestätigt.

Bild des Arbeitsblattes unter Excel

Springer	Weite in m	Haltungspunkte					Haltungs note	Weiten note	Gesamt
Thoma	117,0	18,5	19,0	18,0	19,5	18,5	56,00	54,60	110,60
Hannewald	111,0	18,5	18,5	18,0	18,5	18,5			
Kasai	132,5	19,5	20,0	19,5	19,5	19,5			
Herr	119,0	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5			
Ahonnen	126,0	19,0	19,5	19,5	19,0	18,5			
Schmitt	127,5	19,5	19,0	19,5	19,5	19,0			
Goldi	107,0	18,0	17,5	17,0	19,0	18,5			
Widhölzl	128,5	19,5	18,5	19,5	18,5	18,5			
Funaki	127,0	19,5	20,0	19,5	19,5	19,5			
Dessum	98,0	17,0	17,5	18,0	18,5	17,5			

Thoma								
Hannewald								
Kasai								
Herr								
Ahonnen								
Schmitt								
Goldi								
Widhölzl								
Funaki								
Dessum								

richtig richtig richtig

Die Sport-AG hat ein Skispringen angeschaut und beschäftigt sich mit der Wertung. 3

Beim Springen von der Normal- bzw. Großschanze setzen sich die Gesamtpunkte der Skispringer aus der sogenannten Haltungsnote und Weitennote zusammen.

Haltungsnote: Dabei geben fünf Sprungrichter bis zu 20 Haltungspunkte. Die beste und die schlechteste Wertung wird gestrichen, die übrigen drei werden addiert.

Für die **Weitennote** nimmt man als Richtweite den kritischen Punkt der Sprungschanze (K-Punkt) an, der in Willingen z.B. 120 m beträgt und vergibt dafür 60 Weitenpunkte. Ist ein Sprung kürzer als 120 m, so werden pro Meter 1,8 Weitenpunkte von den 60 Weitenpunkten abgezogen, ist ein Sprung weiter als die 120m, so werden pro Meter 1,8 Punkte zu den 60 Weitenpunkten hinzugezählt.

1

2

Hinweise für die Programmierung der Überprüfung der richtigen Eingabe durch die Schülerinnen und Schüler im Feld [1]:

[A] Überprüfung der richtigen Eingabe durch die Schülerin/den Schüler

Die Prüfung der Richtigkeit wird im Bereich [2] vorgenommen. Wenn die Schülerin/der Schüler im Bereich [1] den richtigen Wert eingetragen hat, wird im Bereich [2] der Kommentar „richtig“ ausgegeben.

1. Geben Sie die Funktionen für die Prüfung der korrekten Ergebnisse im Bereich [2] in der Zeile „Thoma“ in der Spalte Haltungsnote, Weitennote und Gesamt wie folgt ein.
 - Für die Prüfung der Haltungsnote unter Excel: =WENN(SUMME(C3:G3)-MAX(C3:G3)-MIN(C3:G3)=H3;"richtig";"")
 - Für die Prüfung der Weitennote unter Excel: =WENN((60-(120-B3)*1,8)=I3;"richtig";"")
 - Für die Prüfung der Gesamtpunkte unter Excel: =WENN((SUMME(C3:G3)-MIN(C3:G3)-MAX(C3:G3)+60-(120-B3)*1,8)=J3;"richtig";"")
2. Kopieren Sie die eingegebenen Formeln bis zur Zeile „Dessum“.
 - Markieren Sie dazu den Bereich, in dem die Formeln stehen bis einschließlich der Zeile „Dessum“.
 - Wählen Sie im Menü: Bearbeiten – Ausfüllen – unten. Die Formeln werden nun unter die vorhandenen drei Formeln kopiert.

[B] Tabellenblatt oder Teile schützen

Es ist sinnvoll den Bereich [2] und [3] gegen Änderungen zu schützen. Durch die Aktivierung des Schutzes können Sie festlegen, ob Sie das gesamte Tabellenblatt oder nur Teile gegen Änderungen und Eingaben schützen. Hierzu gibt es unter Excel verschiedene Vorgehensweisen:

1. So schützen Sie ein komplettes Tabellenblatt gegen Eingaben und Änderungen:
 - Wählen Sie: Extras - Schutz - Blatt schützen (Passwort zum Aufheben des Schutzes kann festgelegt werden).
2. So gestatten Sie die Eingabe in bestimmten Feldern und schützen das übrige Tabellenblatt gegen Eingaben und Änderungen:
 - Markieren Sie den Bereich, in dem Sie Eingaben durch den Lernenden zulassen wollen.
 - Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Bereich und wählen Sie „Zellen formatieren“ und das Register Schutz.
 - Deaktivieren Sie „gesperrt“.
 - Schützen Sie anschließend das Blatt wie unter 1. beschrieben.

Der Schutz muss dann aufgehoben werden, wenn die Schülerinnen und Schüler ihre Ergebnisse mit dem Computer sortieren sollen. Dies geht über das Menü „Extras – Schutz – Schutz aufheben“.

Anregung:

Entsprechend dem Beispiel „Skisprung“ können Sie auch andere Arbeitsblätter programmieren, z. B. Additions-, Subtraktions-, Multiplikations- und Divisionstabellen, Wahrheitstabellen, Tabellen mit Grafikeinbindung,

Beispiele für Einsatzmöglichkeiten der Tabellenkalkulation

Tabellenkalkulation				Klassen- stufe
Begriffe	Tätigkeiten	Anregungen Lehrplanbezug	Unterricht	
Datei: öffnen/ speichern	Dateneingabe: Zahlen und Text	Vierfältige Möglichkeiten siehe Beispiel	Ausfüllen und Bearbeiten von elektronischen Übungs- und Arbeitsblättern in Tabellenform	5/6
	Sortieren	Statistik	Sortieren von Zahlenreihen mit dem Computer	5/6
Tabelle	Formeln in der Tabellen- kalkulation nutzen	Zuordnungen: - Proportionale - - Antiproportionale –	Zuordnungsstabellen mit Hilfe von Berechnungsformeln erstellen	7/8
- Zelle (Zellenadressierung)		Prozent-, Zinsrechnung	Prozentuale Zunahme Zinstabellen	
- Zeilen		Rationale Zahlen	Elektronisches Sparbuch Tabellen zur Mehrwertsteuerberechnung	
- Spalten			Einzahlungen Auszahlungen Elektronisches Sparbuch Aktien kaufen und verkaufen Einnahmen und Ausgaben verbuchen	
Diagrammarten	Diagramme mit der Tabellenkalkulation erstellen	Zuordnungen Statistik: - absolute - relative Häufigkeit	Grafische Darstellung von Zuordnungen Wahl- und Umfrageergebnisse grafisch auswerten (Säulen-, Kreisdiagramme, ...)	7/8
Funktionen	Funktionen in der Tabellenkalkulation nutzen Summe(...); Mittelwert(...); Min(...); Max(...); Wenn(...); ...)	Wachstum	Kreditkauf Finanzierungsmodelle Simulationen durchführen (Was wäre wenn?)	9/10

3.4 Evaluation

„Vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen halten wir es für außerordentlich wichtig, vor einem reinen Übernehmen vorhandener Evaluationsinstrumente ausdrücklich zu warnen. Die Gefahr, auf diesem Wege unerwünschte Informationen aufzubereiten oder nicht intendierte Reaktionen hervorzurufen, ist zu groß“⁵.

Im Bereich des Einsatzes von Software sind bereits durch die vielfältigen Auswahl- und Einsatzmöglichkeiten von Software und durch die unterschiedlichen technischen Ausstattungen in Schulen so weit differierende Kontexte vorhanden, dass die Konkretisierung von Evaluationsinstrumenten, ohne den Bezug zu einer bestimmten Schule, Fachkollegium und Schülerschaft darzustellen, nicht sinnvoll ist. Diese Darstellung allerdings würde einerseits den Rahmen des Materials sprengen und andererseits wiederum eines von vielen Beispielen sein, dass auch nur als Steinbruch für die Entwicklung eigener Instrumente geeignet wäre.

Deshalb soll im folgenden Abschnitt auf einer allgemeineren Ebene die Entwicklung von Evaluationsinstrumente skizziert werden. Dabei wird die Darstellung jedoch intensiv genutzt, um im Rückgriff auf die Einleitung zu diesem Baustein die Zielsetzungen und Möglichkeiten eines modernen Mathematikunterrichts mit Computereinsatz hervorzuheben.

Bei der Entwicklung von Evaluationsinstrumente bleibt zu bedenken, dass Evaluationsergebnisse nur selten direkten Aufschluss über das geben, was im Unterricht, in der Implementation usw. gelungen oder misslungen war. Evaluationsergebnisse sind vielmehr ein Anlass zu einem konstruktiven Gespräch, dass dann zur Veränderung und zur Weiterentwicklung von Schule und Unterricht führen muss.

3.4.1 Allgemeine Informationen zur Evaluation

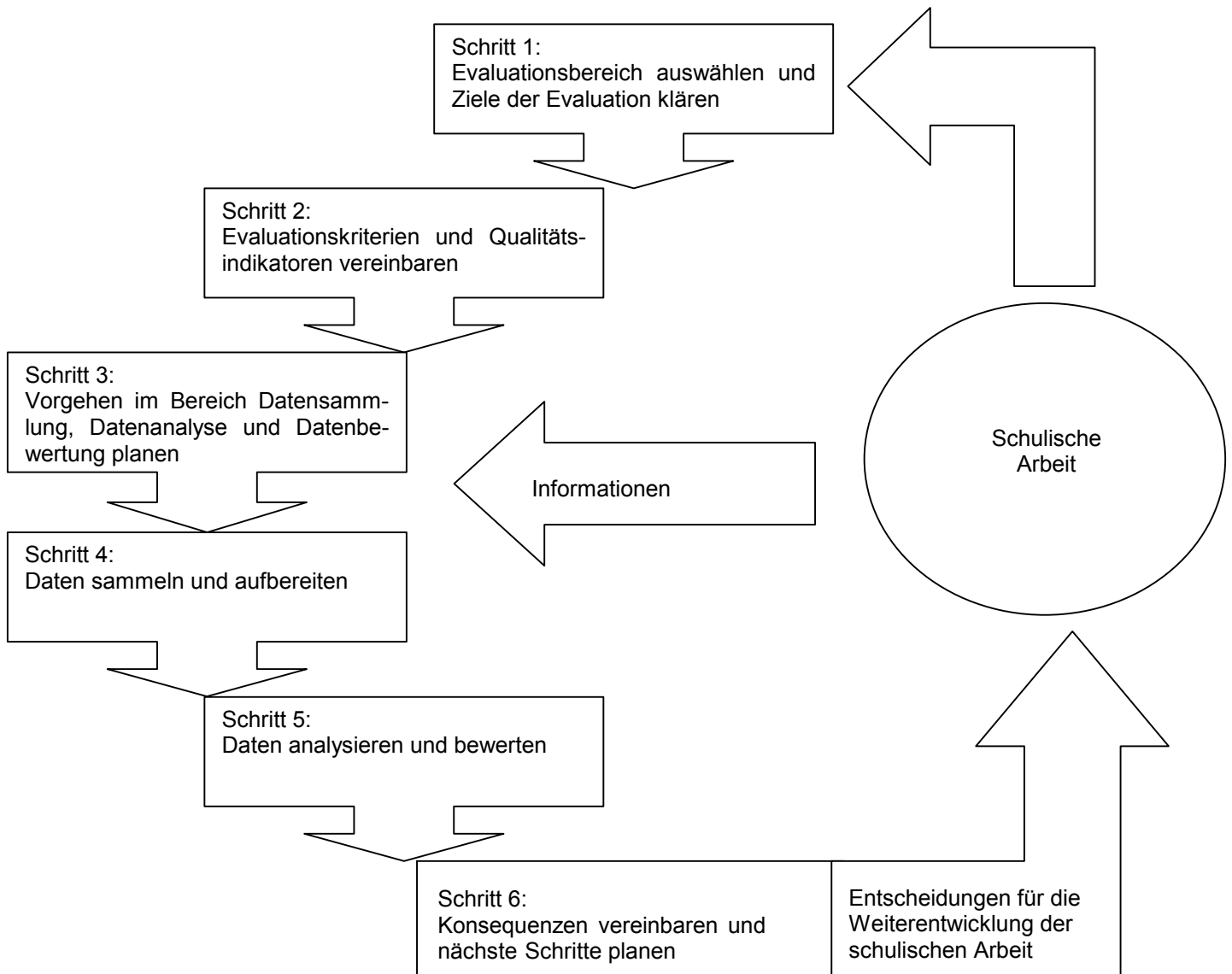
Zunächst sei eine Arbeitsdefinition vorgestellt, die sich im Kontext der Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung in der Schule bewährt hat:

„Evaluation ist die Sammlung, Verarbeitung und Interpretation von Informationen über schulische Arbeit. Sie hat das Ziel, zu gesicherten Beschreibungen zu kommen, Bewertungen nach klaren Kriterien durchzuführen und Entscheidungen über die Weiterentwicklung dieser Arbeit zu treffen.“⁶

Diese Entscheidungen zur Weiterentwicklung der schulischen Arbeit müssen sinnvollerweise während und nach ihrer Umsetzung geprüft und reflektiert werden, d. h. sie müssen wiederum der Evaluation unterliegen. Daraus resultiert, dass Evaluation ein langfristiger, nicht nur linearer Prozess ist, der sich z. B. in folgende sechs Schritte aufgliedern lässt.

⁵ aus: Joachim Herrmann. Evaluation in der Schule - Unterrichtsevaluation: Berichte und Materialien aus der Praxis. Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung. 1999: S. 33.

⁶ MSWWF (Hg.). „Qualität als gemeinsame Aufgabe“. Rahmenkonzept „Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung schulischer Arbeit. Frechen 1998: S. 19.



3.4.2 Evaluation beim Softwareeinsatz im Mathematikunterricht

An Beispielen soll der in der Graphik erläuterte Evaluationsprozess vorgestellt werden.⁷

Evaluationsbereiche

Zunächst wird ein Evaluationsbereich ausgewählt. Für das Thema „Lehren und Lernen mit neuen Medien im Mathematikunterricht“ können u.a. folgende Bereiche für eine Evaluation relevant sein:

- Qualität des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler
- Qualität des Unterrichts mit Software
- Qualität der eingesetzten Medien / Software
- Qualität der fachinternen Implementation
- ...

⁷ Weitere Erläuterungen zu den benannten Handlungsschritten der Evaluation gibt die Schrift „Evaluation - eine Handreichung“ (MSWWF, 1999: S. 32 - 33).

Kriterien und Qualitätsindikatoren

„**Evaluationskriterien** beschreiben Merkmale, an denen die Umsetzung von Leitzielen in der Schul- und Unterrichtspraxis festgemacht werden kann. **Qualitätsindikatoren** sind die ‚Anzeiger‘ oder ‚Messgrößen‘, mit deren Hilfe man feststellen kann, inwieweit Kriterien in der Praxis tatsächlich erreicht wurden“.⁸

Bei der Formulierung von Kriterien ist der erweiterte Lernbegriff, wie er zu Beginn des Bausteins erläutert wird, zu berücksichtigen. Damit steht der hier postulierte Einsatz neuer Medien im Mathematikunterricht im engen Zusammenhang mit einer Weiterentwicklung des Unterrichts. Dazu gehören u. a. verändertes Lehr- und Lernverhalten der Lehrerinnen und Lehrer und der Schülerinnen und Schüler, offene Unterrichtsformen und veränderte Aufgabenstellungen.

Für die Beurteilung der Qualität der eingesetzten Medien und des Unterrichts ergeben sich damit die Leitfragen:

- Inwieweit unterstützen eingesetzte Medien und der Unterricht das selbsttätige und verstehensorientierte Arbeiten der Schülerinnen und Schüler?
- Inwieweit eröffnen eingesetzte Medien und der Unterricht möglichst realistische, für Lernende relevante und herausfordernde Problemlösesituationen?

Auf dieser Basis soll nun versucht werden, für die verschiedenen Evaluationsbereiche Kriterien zu benennen, die als Basis für die Formulierung von Qualitätsindikatoren genutzt werden können.

Für den Bereich „Qualität des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler“ können Kriterien sein:

- Selbstständiges Handeln und Denken
- Persönliche Verantwortung für das Lernen
- Lernfortschritt
- Motivation
- Interaktion mit anderen
- ...

Anregungen für die Definition der eigenen Ziele finden sich im Fragebogen "Qualität des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler beim Softwareeinsatz im Mathematikunterricht - Beurteilung durch Lehrende" im Materialteil dieses Bausteins.

Für den Bereich „Qualität des Unterrichts mit Software“ können Kriterien sein:

- Vorbereitung des Unterrichts
- Aufbau des Unterrichts
- Einsatz neuer Medien
- Kommunikation
- Phasen der Reflexion
- Relevanz
- ...

⁸ Christoph Burkard und Gerhard Eikenbusch. Praxishandbuch Evaluation in der Schule. Berlin: Cornelsen Scriptor, 2000: S. 93

Anregungen für die Definition der eigenen Ziele finden sich im Fragebogen "Qualität des Mathematikunterrichts mit Software - Beurteilung durch Lernende" im Materialteil dieses Bausteins.

Für den Bereich „Qualität der eingesetzten Medien / Software“ können Kriterien sein:

- Fachliche und fachdidaktische Aspekte
- Mediendidaktische Aspekte
- Technische Aspekte
- Effektivität und Effizienz
- ...

Anregungen für die Definition der eigenen Ziele finden sich im Fragebogen "Qualität der eingesetzten Medien / Software - Beurteilung durch Lehrende" im Materialteil dieses Bausteins.

Der Evaluationsbereich „Qualität der fachinternen Implementation“ ist stärker prozessorientiert zu sehen, zudem geht er über die Erfahrungen der Lehrenden im Unterricht hinaus, da insbesondere die Situation im Umfeld (Kooperation im Kollegium, Materialien, Fortbildung, Organisation, Zeitaufwand usw.) eine erhebliche Rolle für das Erleben des Softwareeinsatzes spielt.

Deshalb muss auch der Prozess der Einführung neuer Medien in den Mathematikunterricht aus Sicht der Lehrenden evaluiert werden. Neben den oben genannten Rahmenbedingungen der schulischen Situation ist ein entscheidender Faktor, dass die Lehrerinnen und Lehrer einen Mehrwert durch den Einsatz erleben, der die zunächst natürlich notwendige zusätzliche Belastung rechtfertigt.

Ein weiterer Aspekt ist, wie innerhalb der Implementation mit den möglicherweise vorhandenen Ängsten und Hemmungen der Lehrerinnen und Lehrer im Umgang mit neuen Medien berücksichtigt und abgebaut wurden.

Vor diesem Hintergrund können Kriterien für den Bereich „Qualität der fachinternen Implementation“ sein:

- Kooperation
- Fortbildung
- Zeitbedarf
- Nachhaltigkeit
- ...

Anregungen für die Definition der eigenen Ziele finden sich im Fragebogen "Qualität der fachinternen Implementation - Beurteilung durch Teilnehmerinnen und Teilnehmer" im Materialteil dieses Bausteins.

Die Fragebögen, auf die im vorhergehenden Text hingewiesen wurde, versuchen die jeweiligen Kriterien durch entsprechende Qualitätsindikatoren zu ergänzen, die den jeweiligen Zielen und schulischen Situationen anzupassen sind. Fragebögen sind nur eine von vielen Möglichkeiten (Gespräche jeglicher Form, Satzanfänge, Skalen, Interview, Schwarzes Brett, Stimmungsbarometer, Klassenrat, Tagebuch,...) Daten zu sammeln, um eine Evaluation vorzubereiten.⁹

⁹ Eine Übersicht über verschiedene Verfahren und deren Vor- bzw. Nachteile bietet „Evaluation - eine Handreichung“ (MSWWF, 1999: S. 36-37).

Datensammlung und Interpretation

Im nächsten Schritt wird festgelegt, wer, wie und wann Daten zu den genannten Kriterien sammelt und aufbereitet. Dies umfasst die Schritte drei bis vier innerhalb der obigen Graphik.

An der Analyse und Interpretation der Daten sollten alle beteiligten Lehrkräfte mitarbeiten, um in der Diskussion den Erfahrungsaustausch zu intensivieren und zugleich auch Konsequenzen für die weitere unterrichtliche Arbeit gemeinsam zu formulieren, die beim nächsten Softwareeinsatz im Mathematikunterricht berücksichtigt werden sollen. Diese Veränderungen der schulischen Arbeit liefern wiederum Informationen für die begleitende Evaluation, sie können auch zu neuen Evaluationsbereichen bzw. neuen Kriterien führen.

Neben der Einbindung möglichst aller beteiligten Lehrkräfte in diesem Prozess ist es für die angestrebte Unterrichtsentwicklung von besonderer Bedeutung, die Schülerinnen und Schüler als Experten für den Unterricht in die Analyse einzubeziehen, da dadurch sowohl die Reflexion über das eigene Lernen angeregt als auch die Verantwortung für das eigene Lernen stärker erfahren wird. Dabei können im Bereich des Softwareeinsatzes neuer Medien u. a. zwei Aspekte von besonderem Interesse sein:

- (Vor-)Erfahrungen mit neuen Medien schulischer und außerschulischer Art
- Erleben des Mathematikunterrichts mit neuen Medien durch die Schülerinnen und Schüler

Hierzu wird im Materialteil der Fragebogen "Selbsteinschätzung des Lernens mit neuen Medien durch die Schülerinnen und Schüler" angeboten.

3.5 Materialien

1. Softwareklassen - Auszug aus "Lernen mit Neuen Medien 2000. Software-Ratgeber für die Sekundarstufe I/II. Hg. Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Soest 2000: S. 78-85.
2. Kurze Einführung in die Tabellenkalkulation
3. Wie gelangt man an fertige Unterrichtssoftware?
4. Kriterien zur Beurteilung eines Programms zum Einsatz im Mathematikunterricht
5. Software-Beurteilungsbogen
6. Prozessbeschreibung der Veränderung des Mathematikunterrichts am Beispiel „Softwareeinsatz im Mathematikunterricht“
7. Qualität des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler beim Softwareeinsatz im Mathematikunterricht - Beurteilung durch Lehrende
8. Qualität des Mathematikunterrichts mit Software - Beurteilung durch Lernende
9. Qualität der eingesetzten Medien / Software - Beurteilung durch Lehrende
10. Qualität der fachinternen Implementation - Beurteilung durch Teilnehmerinnen und Teilnehmer
11. Selbsteinschätzung des Lernens mit neuen Medien durch die Schülerinnen und Schüler

4. Neue Medien im Mathematikunterricht

4.1 Überblick

Unsere Arbeiten in der Softwarebewertung haben ergeben, dass nur recht wenige der angebotenen Neuen Medien ohne Einschränkung für den Einsatz im Mathematikunterricht empfohlen werden können. Es handelt sich hierbei durchweg um Werkzeuge, die auch ein experimentelles Arbeiten ermöglichen. Daneben gibt es eine Reihe von technisch soliden Programmen, die sich - obwohl nicht beispielhaft - unter bestimmten Voraussetzungen ebenfalls für den Unterricht eignen.

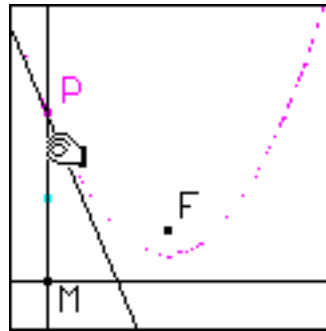
In der letzten Zeit zielt das Angebot vieler Firmen vor allem auf den lukrativen häuslichen Bereich, für den eine immer größer werdende Zahl von Multimedia-Lernprogrammen produziert wird, die mathematische Lerninhalte mit Spielsituationen verknüpfen (*Edutainment*). Für den Unterricht sind derzeit nur wenige dieser Programme geeignet; hier erscheint nach wie vor eher der Einsatz von Werkzeugen sinnvoll, denn von "Intelligenten tutoriellen Systemen" zum Selbstlernen sind die aktuellen Lern- und Übeprogramme noch weit entfernt.

Im Folgenden werden zunächst die beispielhaften Werkzeuge für die verschiedenen Bereiche der Mathematik vorgestellt. Auf die Lern- und Übeprogramme kommen wir am Ende wieder zurück.

4.2 Einzelbereiche

Ebene Geometrie

In einem Geometrieunterricht, in dem Schülerinnen und Schüler angeleitet werden, selbstständig geometrische Objekte zu untersuchen und dabei Zusammenhänge und Invarianzen zu entdecken, können Konstruktionswerkzeuge wie **Cabri Géomètre** (I und II), **Geolog-Win**, **Geometer's Sketchpad**, **Cinderella**, das Sharewareprogramm **Euklid** sowie das kostenlose Programm **Zirkel und Lineal** nützliche Werkzeuge sein. Sie ermöglichen es, geometrische Konstruktionen wie mit Zirkel und Geodreieck zu erstellen. Aber anders als bei den "klassischen Medien" Papier und Tafel kann die Ausgangsfigur unter Beibehaltung der Eigenschaften aller konstruierten Linien dynamisch variiert werden.



So lassen sich geometrische Zusammenhänge entdecken und durch kontinuierliches Variieren der Basisobjekte einer Figur Invarianzen aufdecken: In Sekundenschnelle sind Hypothesen zu erhärten oder zu falsifizieren. Auf Wunsch wird der Weg, den ein Punkt bei den Änderungen genommen hat, als so genannte Ortslinie aufgezeichnet, wodurch weitere Einsichten in geometrische Zusammenhänge gewonnen werden können.

Darüber hinaus ermöglichen diese Werkzeuge eine Modularisierung der Konstruktion durch vorhandene oder einfach herstellbare Konstruktionsbausteine (Makros). Die einzelnen Konstruktionsschritte werden im Hintergrund aufgezeichnet, sodass man einen gefundenen Konstruktionsweg später im Zeitraffer betrachten kann. Dadurch lassen sich unterschiedliche Lösungswege komfortabel miteinander vergleichen.

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Programmen sind auf den ersten Blick gering, machen sich aber in der Praxis bemerkbar. Auf folgende Aspekte sei hingewiesen:

Im Bereich der Abbildungsgeometrie verfügt **Geometer's Sketchpad** über die leistungsstärksten Tools: Alle gängigen Abbildungen und deren Verkettungen können damit einfach und im Vergleich zu den anderen Programmen besonders übersichtlich realisiert werden. Auch **Cabri II** leistet hier Überdurchschnittliches. Mit **Cinderella** und **Euklid** können (ab der Version 2) immerhin beliebige Objekte per Programmfunktion gespiegelt werden. Andere Abbildungen wie z. B. Drehungen und Verschiebungen müssen - wie bei den anderen Programmen auch - per Makros realisiert werden, die dann aber nicht universell verwendbar sind.

Typische Konstruktionen mit vorgegebenen (und somit festen) Größen sind bei Geometer's Sketchpad (ebenso wie bei den Cabri-Versionen, Cinderella und bei Zirkel und Lineal) nur mit Tricks möglich; hier kommt man mit **Euklid** oder **Geolog-Win** leichter zum Ziel.

Wenn es im Unterricht um die Konstruktion von Figuren mit vorgegebenen Größen und um Konstruktionsbeschreibungen geht (wie z. B. beim Lösen von Sachaufgaben), bietet sich das Paket **Geolog-Win** an. In einer eigenen Sprache können für Konstruktionen "Programme" im Sinne eines Planes erstellt werden, wobei man für häufig wiederkehrende Schritte Konstruktionsmodule nutzen kann. Beschreibung und Konstruktion stehen hier gleichberechtigt nebeneinander.

Wer interaktive Geometrieseiten auf HTML-Basis z. B. für das Internet erstellen möchte, sollte sich **Cinderella** genauer ansehen. Hier können Konstruktionen im HTML-Format gespeichert und so von javafähigen Browsern wie Netscape oder dem Internet-Explorer angezeigt werden. In den eingebetteten Java-Applets, die - und das ist das Besondere daran - nicht mehr das Programm Cinderella selbst erfordern, lassen sich alle sichtbaren Objekte interaktiv variieren. Eine solche auf Knopfdruck fertige Seite für das Inter- oder Intranet kann durch eigenen Text, Anleitungen etc. zu einem elektronischen Arbeitsblatt erweitert werden. Für Konstruktionen, die mit Cabri oder Geometer's Sketchpad erstellt wurden, gibt es Konvertierprogramme, die mittels Java und HTML ebenfalls interaktive Webseiten erzeugen.

Räumliche / Analytische Geometrie und Lineare Algebra

Im Bereich der Stereometrie ist zur Zeit noch keine Software bekannt, die das für Lösungsansätze wesentliche räumliche Vorstellungsvermögen der Lernenden ohne Einschränkungen wirkungsvoll zu unterstützen vermag. Wünschenswert wäre ein Programm zur dynamischen Darstellung dreidimensionaler Objekte, wie wir es von den (zweidimensionalen) Geometrieprogrammen her kennen (s.o.).

In der Sekundarstufe I kann zur Förderung des räumlichen Vorstellungsvermögens, vor allem bei jüngeren Schülerinnen und Schülern, recht gut das Programm **BauWas** eingesetzt werden. Mit dieser Software lassen sich beliebige Körper aus gleich großen Würfeln bauen und

aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten.

Bei Software für den Bereich "Analytische Geometrie" geht es, neben der mathematischen Beschreibung der geometrischen Objekte (Geraden, Ebenen, Kugeln ...) in Form von Parametergleichungen und der Berechnung ihrer Lagebeziehungen, vor allem darum, die Objekte dreidimensional komfortabel betrachtbar zu machen - und das auch möglichst dynamisch.

Am ehesten genügt derzeit **Analytische Geometrie** für Win95/NT den Anforderungen - allerdings mit weitgehend statischen Darstellungen. Zu diesem Programm gibt es auch noch eine Vorläuferversion, die unter DOS arbeitet und daher entsprechende programmtechnische Einschränkungen aufweist.

Auch das Freeware-Programm **Geo Sek II** bietet gute Ansätze, hier ist jedoch noch einiges zu bemängeln (vor allem die fehlende Flexibilität bei den Lösungswegen). Da das Programm aber kostenlos aus dem Internet bezogen werden kann, ist ein Ausprobieren auf jeden Fall empfehlenswert.

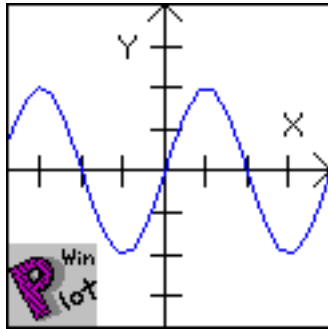
Im Bereich der Linearen Algebra erweisen sich mittlerweile die Computer-Algebra-Systeme als nützliche Werkzeuge, wenn umfangreiche Berechnungen zu erledigen sind - etwa bei der Lösung linearer Gleichungssysteme oder der Matrizenberechnung einschließlich der Bestimmung von Determinanten und Eigenwerten.

Darstellung und Untersuchung von Funktionsgraphen

Funktionsplotter sind Programme, mit denen man Funktionsgraphen auf dem Bildschirm eines Computers zeichnerisch darstellen kann. Darüber hinaus werden bei vielen Produkten anfallende Berechnungen im Zusammenhang mit der so genannten "Kurvendiskussion" und die Integration (meist numerisch, bei manchen Produkten auch symbolisch) unterstützt. Ein Funktionsplotter entlastet von zeitaufwendiger Rechen- und Zeichenarbeit und liefert durch Variation von Parametern eine Fülle von Anschauungsmaterial.

In der letzten Zeit haben reine Funktionsplotter Programme an Bedeutung verloren, und ihre Fähigkeiten sind mittlerweile in viele, meist

universellere Programme integriert. So enthalten z. B. die Programmsammlungen **Winfunktion Mathematik** und **MatheAss** (DOS-Shareware) sehr leistungsfähige Plotter. Auch Computer-Algebra-Systeme lassen sich gut zur Funktionsdarstellung nutzen. Als beispielhafter (reiner) Plotter wird lediglich **Winplot** noch empfohlen.



Spezialisiert auf die Untersuchung ganzrationaler Funktionen vom Grad 2 bis 4 ist das kleine (kostenlose) Programm **Kurven dynamisch**, bei dem der Schwerpunkt jedoch nicht auf der Funktionsdarstellung, sondern eher auf der Untersuchung der Parameter bei dynamischer Veränderung der Kurven liegt.

"Klassische Kurvendiskussionen" mit allen Feinheiten und Zwischenschritten lassen sich sehr elegant mit **Abitour Analysis** erledigen, das hauptsächlich ein Lern- und Übeprogramm ist (s. u.), dabei aber auch ein spezielles Computer-Algebra-System zur Funktionsuntersuchung und einen guten Funktionenplotter enthält.

Stochastik

Auf diesem Gebiet ist das Angebot an Software, die für die Schule wirklich geeignet ist, derzeit noch völlig unzureichend.

In den Bereichen "Beurteilende Statistik" und "Wahrscheinlichkeitsrechnung" verdient lediglich die Programmsammlung **Winfunktion Mathematik** eine positive Erwähnung. Hier stehen einige Routinen zur Verfügung, mit deren Hilfe Zufallsversuche simuliert und ausgewertet sowie die wichtigsten Verteilungen untersucht werden können. Die bis vor kurzem ebenfalls als brauchbar ("bedingt beispielhaft") eingestuft Programme **Zufall** (früher Dümmeler-Verlag) und **Stochastik für Windows** (früher Klett-Verlag) werden nicht mehr vertrieben. Für den Bereich "Beschreibende Statistik" gibt es eine Reihe von Standardprogrammen aus

dem professionellen Bereich. Diese sind inzwischen zwar meist hinreichend benutzerfreundlich, die implementierten Analyseverfahren gehen zum Teil aber weit über schulisches Niveau hinaus und verlangen umfangreiche statistische Vorkenntnisse, die weder bei den Lernenden noch bei der Mehrzahl der Lehrenden vorhanden sind. Für den Einsatz im Unterricht sollte solch ein Werkzeug wenigstens hinreichend weit herunterkonfigurierbar sein.

Von den Softwarepaketen dieser Art ist derzeit lediglich das **Excel97-Add-In WinSTAT** als "bedingt beispielhaft" gekennzeichnet, obwohl auch dieses Programm längst nicht allen Anforderungen an ein wirklich gutes, unterrichtsgerechtes Programm genügt.

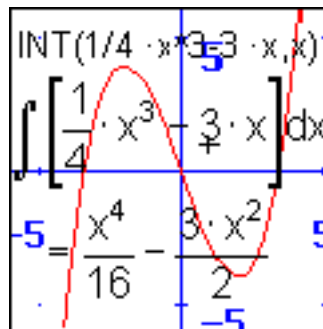
Speziell für den Unterricht entwickelt wurde **Medass-Light** (Shareware), bei dem man sich noch Komforterweiterungen wünschen würde.

Standard-Tabellenkalkulations-Programme (ohne Zusatz) lassen sich zwar durchaus sinnvoll für viele Auswertungen einsetzen, allerdings sind sie im Allgemeinen nur in den Teilbereichen "Sortieren, Rechnen, Präsentationsgraphik" und evtl. noch für Regressions- und Korrelationsanalysen geeignet. Schon bei der Verteilungsanalyse mittels Box-Plots und Histogrammen müssen sie in der Regel passen, es sei denn, sie verfügen über ein spezielles und hinreichend leistungsfähiges Datenanalyse-Modul. Aber auch dann fehlt meist die Möglichkeit, mit Hilfe von "gruppierenden Variablen" auf einfache Weise bestimmte Teilmengen vergleichend zu untersuchen. Problematisch bleibt auf alle Fälle die meist sehr komplizierte Syntax der Befehle.

Gut für den Unterrichtseinsatz (auch außerhalb der Mathematik) geeignet ist dagegen das speziell für Fragebogenaktionen konzipierte **GrafStat-Win**, zu dem es auch ein Modul für Online-Befragungen gibt. Mit seiner Hilfe können Fragebogen-Formulare komfortabel erstellt, die gesammelten Daten arbeitsteilig eingegeben und anschließend numerisch und graphisch ausgewertet werden. Wer noch Befragungen mit älteren Rechnern auswerten will (oder muss), sei auf die DOS-Programme **GrafStat-Plus** und **FBG** verwiesen.

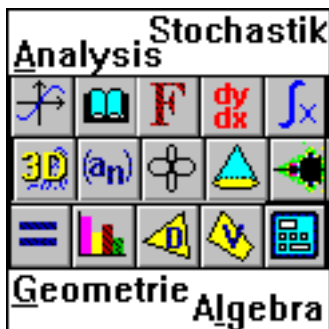
Programmsammlungen

Einige Angebote auf dem Softwaremarkt vereinigen eine Vielzahl von nützlichen Mathematikroutinen unter einer gemeinsamen Oberfläche. Herauszuheben ist dabei **Winfunktion Mathematik**; das "Komplettpaket für Schule, Studium und Beruf" stellt eine außerordentlich umfangreiche Sammlung von Routinen aus allen Bereichen der Mathematik in der Sekundarstufe I und II zur Verfügung. Die wesentlichen Themen sind Analysis (Kurvendiskussion, Integration - teilweise sogar algebraisch, Kurven, Folgen und Reihen, Interpolation, numerische Verfahren), Algebra (Gleichungs-



systeme, darstellen, ohne auf einen einzigen Lösungsweg festgelegt zu sein wie bei vielen Lern- und Übeprogrammen zur Algebra. CAS können aber auch Ableitungs- und Stammfunktionen ermitteln. Sogar die Bestimmung von Taylorreihen oder die Lösung von einigen Differentialgleichungen ist mit solchen Systemen kein Problem.

Auch die (zwei- und dreidimensionalen) graphischen Fähigkeiten der CAS sind beachtlich. Insbesondere kann man mit ihnen Funktionsgraphen und ganze Kurvenscharen - ob kartesisch, polar oder parametrisch beschrieben - mühelos und schnell erzeugen, und, und, und ...



systeme, Lineare Optimierung, Vektor- und Matrizenrechnung, Mengenalgebra, Aussagenlogik), Geometrie (Planimetrie, Stereometrie, Trigonometrie, Abbildungen, Konstruktionen, Analytische Geometrie) und Stochastik (Kombinatorik, beurteilende Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung). Auch Anwendungen wie ein Kalender mit Geburtstagen von Mathematikern, Berechnungen von Fraktalen, Zinsen und Maßeinheiten, das Erzeugen von Diagrammen aus Tabellen sowie eine ausführliche Formelsammlung gehören dazu.

Eine ähnliche, nur längst nicht so umfangreiche Sammlung bietet das schon etwas ältere, aber immer noch beliebte Shareware-Produkt **Mathe-Ass** (DOS).

Computer-Algebra-Systeme

Computer-Algebra-Systeme (CAS) sind die "(Fast-)Alleskönner" unter den Mathematik-Programmen.

Sie zeichnen sich u. a. dadurch aus, dass sie Terme symbolisch bearbeiten können und die Bruchrechnung beherrschen. Sie können algebraische Terme faktorisieren und zusammenfassen sowie Gleichungen und Gleichungssysteme lösen. Dabei kann man einen Lösungsalgorithmus in seinen einzelnen

CAS erfüllen somit voll die Kriterien für beispielhafte Software. Insbesondere die Programme **Derive**, **Mathcad** und **MathView** werden derzeit als beispielhaft klassifiziert. **Derive** wird mittlerweile vielfach von Lehrerinnen und Lehrern sowohl für die Unterrichtsvorbereitung als auch als Medium im Unterricht genutzt und ist Grundlage für eine neue Generation von Taschenrechnern mit den Fähigkeiten von CAS. Leider ist die Handhabung (vor allem der DOS-Version) etwas gewöhnungsbedürftig, auch die Windows-Version zeigt hier noch deutliche Schwächen.

In dieser Hinsicht sind **Mathcad** und das englischsprachige Programm **MathView** wesentlich ausgereifter. Sie arbeiten im Gegensatz zu Derive z. B. mit dynamischen Arbeitsblättern, die Formeln, Texte und Graphiken enthalten und in denen bei Änderungen an vorher gemachten Eingaben sämtliche davon abhängigen Objekte automatisch aktualisiert werden, ähnlich wie man das von Tabellenkalkulationen her gewohnt ist. Mathcad und MathView stellen aber höhere Anforderungen an die Hardware und sind an deutschen Schulen längst nicht so verbreitet wie Derive. Daneben sind vor allem **Mupad** (entwickelt an der Uni Paderborn) sowie **Mathematica** und **Maple** zu nennen. Diese Programme sind für den professionellen Einsatz in der Hochschule oder im

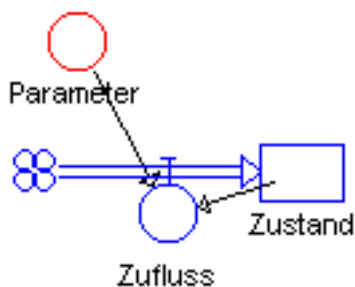
Ingenieurbereich konzipiert. Ihr Leistungsumfang ist immens, dafür ist die Handhabung nur schwer erlernbar, weil sie größtenteils befehlsorientiert arbeiten.

Wünschenswert wären auf schulische Belange zugeschnittene "Light"-Versionen dieser Programme bzw. didaktische Programmpakete, die auf den mächtigen CAS aufsetzen und deren Fähigkeiten benutzen, das eigentliche Programm aber weitgehend im Hintergrund belassen.

Einen interessanten Anfang in dieser Richtung macht **Math School Help98**, ein System zum Selbstlernen, das auf der Basis von "Notebooks" zu Mathematica arbeitet. Diese Notebooks decken den Bereich der Oberstufenmathematik und weitere interessante Aspekte aus den Themenbereichen Algebra, Funktionen, Mengen und Zahlenbereiche ab. Angereichert durch anwendungsorientierte Aufgabenstellungen und Übungen liefert Math School Help neue Möglichkeiten zur Erarbeitung mathematischer Zusammenhänge. Mit seiner großen thematischen und inhaltlichen Bandbreite und seinem didaktischen Konzept stellt dieses Programm eine echte Alternative zum klassischen Mathematikunterricht dar. Es bleibt abzuwarten, ob sich solch ein Konzept trotz der hohen Anforderungen an die technische Ausstattung der Schulen und an die Kompetenz der Lehrpersonen durchsetzt.

Modellbildung und Simulation

In einem anwendungsorientierten Mathematikunterricht wird der Gedanke der Modellbildung eine wichtige Rolle spielen. Beispielsweise



lassen sich im Themenfeld der Exponentialfunktionen Wachstums- und Zerfallsprozesse modellieren. Mit Hilfe graphischer Modellbildungswerkzeuge ist es möglich, solche Modelle zunächst unter Verzicht auf Formeln interaktiv als Wirkungsnetz am Bildschirm zu konstruieren und mit ihnen zu experimentieren.

Durch eine Analyse des Modells lassen sich dann die mathematischen Formeln herleiten.

Speziell für die Schule ist **Dynasys** entwickelt worden. Das Programm ist für Schulen in Nordrhein - Westfalen kostenlos, ansonsten ist Dynasys Shareware. Für weitere Informationen zu diesem Bereich lesen Sie bitte im Kapitel "Neue Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht" nach.

Lern- und Übeprogramme

Lernrückstände im Fach Mathematik werden spätestens dann evident, wenn nach der Behandlung eines speziellen Themas in anderen Zusammenhängen auf das erworbene Wissen zugegriffen werden soll und die erforderliche Sicherheit beim Lösen der Aufgaben nicht (mehr) vorhanden ist. Geeignete Programme zum Aufarbeiten von Lerndefiziten müssen daher:

- mathematische Zusammenhänge im Arbeitsprozess so entwickeln, dass dabei Regeln bzw. Strukturen erkennbar werden. In neuen Situationen bzw. bei unterschiedlichen Themen sollen identische mathematische Grundlagen durchscheinen, u.a. beispielsweise durch experimentelle Zugriffe auf mathematische Sachverhalte. Dabei muss ein hohes Maß an Interaktivität zugelassen werden, das verschiedene Lösungswege mit unterschiedlicher Ausführlichkeit und Darstellung erlaubt.
- angemessene Hilfestellungen auf den unterschiedlichen Ebenen der Erkenntnis anbieten. Dazu gehören verschiedene Komponenten wie Glossar, Formelsammlung, Beispiele für verschiedene Lösungsverfahren, Taschenrechner oder Konstruktionswerkzeuge und eine Übersicht über Formeln und Regeln, die im Zusammenhang mit dem zu wiederholenden Themenkomplex stehen, sodass dort vorhandene Lernrückstände behoben werden können.
- Aufgaben anbieten, die vor der eigentlichen Rechenarbeit möglichst auch die Mathematisierungsfähigkeit schulen und zu solchen Aufgaben selbstständige Kontrollen bzw. Erklärungen bei Fehlern anbieten. Hilfreich ist, wenn die Übungen nach themenbezogenen Anwendungsfeldern und nach unterschiedlichem Schwierigkeits-

grad ausgewählt werden können. Wünschenswert ist auch ein Angebot an vermischten Aufgaben für größere gedankliche Zusammenhänge zum Zwecke operativen Übens.

- unterschiedliche Visualisierungen bei verschiedenen Aufgaben bieten und zusätzliche Angebote enthalten, z. B. historische Aspekte und Knobelien als gedankliche Anker bzw. Motivationen.

Das sind die Wünsche - das Angebot sieht leider häufig anders aus:

- "Aufgabenplantagen", die nur repetitives Üben ermöglichen, dafür aber oft mit großem multimedialem Aufwand aufgepeppte Rahmenhandlungen ("Stories") ohne jeglichen sinnvollen inhaltlichen Zusammenhang mit den Mathematik-Themen.
- Bis in die Form vorgegebene Lösungswege ohne Alternativen und ohne einstellbare Schwierigkeitsgrade.
- Meist unzureichend kontextbezogene Hilfe und unzureichende Fehlermeldungen (ohne Analyse der Fehlerart), Sackgassen im Programm (die Lernenden kommen an Punkte, an denen es einfach nicht weitergeht).

Das Marktangebot deckt in der Sekundarstufe I praktisch alle gängigen Themen ab, für die Sekundarstufe II ist das Angebot (noch) deutlich geringer. Ein Programm, das allen oben beschriebenen Anforderungen genügt, gibt es bisher noch nicht. Dennoch erscheinen einige der geprüften Programme durchaus geeignet, vor allem zu Hause, aber auch bei gezieltem Einsatz in Übungsstunden den Umgang mit mathematischen Inhalten einzuüben und so beim Abbau von Lerndefiziten zu helfen.

Nach eingehender Prüfung wurden einige der Programme als "bedingt beispielhaft" eingestuft.

Der Schatz des Thales ist ein Geometrie-Übungsprogramm, bei dem in einer Spielhandlung geometrische Konstruktionen "mit Zirkel und Lineal" in einer fiktiven Landschaft gefordert werden. Die zu lösenden Aufgaben sind dabei sinnvoll in das Spiel integriert und je nach gewählter Schwierigkeitsstufe durchaus anspruchsvoll. Der Lösungsweg ist offen, die Hauptsache ist, dass man mit den zur Verfü-

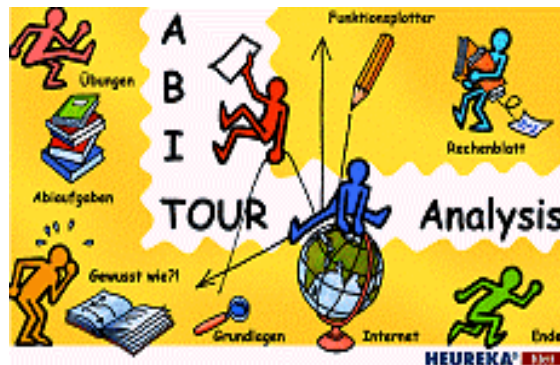
gung stehenden Werkzeugen irgendwie zum Ziel kommt. Hilfen gibt es in drei Abstufungen, wobei in der weitestgehenden Stufe eine komplette Konstruktionsskizze geliefert wird. Diese muss aber immer noch eigenständig am Bildschirm nachvollzogen werden, sodass es nicht reicht, bloß lustlos auf einen "Weiter"-Button zu klicken.



Im algebraischen Bereich zeichnet sich unter den vielen Programmen zum **Bruchrechnen** vor allem die gleichnamige Klett-Software aus. Das Programm verfügt über zahlreiche Möglichkeiten, beim Durcharbeiten der Lektionen den Lernfortschritt des Benutzers zu berücksichtigen. Es erklärt nicht nur die Regeln, es bietet zugehörige Übungsmöglichkeiten an, reagiert auf den Lernfortschritt, gibt Tipps, korrigiert Fehler, vermittelt zahlreiche Hinweise zur Vereinfachung, liefert Merkgeregeln zu wichtigen Situationen usw. Zu bemängeln ist eigentlich nur, dass mit dem Programm nicht auch eigene Aufgaben bearbeitet werden können.

Überhaupt bieten bisher nur wenige Überprogramme Unterstützung bei der Bearbeitung eigener Aufgaben. Eines davon ist **Mathlantis**, das arithmetische Inhalte der Klassen 5 bis 7 als multimediales Adventure verpackt.

Für die Oberstufe ist **Abitour Analysis** konzipiert. Es handelt sich dabei um ein Lern- und Überprogramm mit dem Schwerpunkt "Funktionsuntersuchungen". Als interessante Hilfswerkzeuge sind ein guter Funktionenplotter und ein spezielles Computer-Algebra-System integriert, das z. B. bei beliebigen (nicht allzu komplizierten) Funktionen die üblichen Berechnungen zur Bestimmung von Hoch-, Tief- und Wendepunkten mit allen Zwischenschrit-



ten mustergültig vorführen kann.

Der Nutzen von Lern- und Übeprogrammen ist nach wie vor umstritten. Ob sie wirklich für den Einsatz im eigenen Unterricht geeignet sind, muss letztlich jeder selbst entscheiden. Es ist jedenfalls nicht nachgewiesen, dass solche - relativ eng geführten - Programme ein lang anhaltendes Verständnis mathematischer Zusammenhänge fördern. Für reine Routinerechnungen sind sie bei der Aufarbeitung von Lernrückständen als Ergänzung zum Schulbuch jedoch sicher hilfreich.

Kriterien zur Beurteilung eines Programms zum Einsatz im Mathematikunterricht

1. Trägt der Programm bei zur
 - Vereinfachung
 - Konkretisierung
 - Veranschaulichung
 - Vertiefung
 - Erweiterung
 - Modellbildung
 - Vorbereitung einer Begriffsbildung?

2. Erhöht der Einsatz des Programms den Anwendungsbezug?

3. Ist das Programm in der Lage umfangreiches Datenmaterial zu bearbeiten oder auszuwerten?

4. Gestattet das Programm experimentelles Arbeiten? (Beispielmateriale erstellen, Informationen sammeln, Beziehungen erkennen, Muster ablesen, Gesetzmäßigkeiten: Vermuten - Verallgemeinern - Beweisen -, Ähnlichkeiten auffinden, Unterschiede erkennen)

5. Können mit dem Programm Abläufe häufig wiederholt werden?

6. Macht das Programm das Gebiet attraktiver?

7. Ist eine Verbesserung des Unterrichtserfolges durch das Programm im Vergleich zu bisherigen Methoden zu erwarten?

8. Gestattet das Programm algorithmisches Arbeiten?

Software-Beurteilungsbogen

Programm	Hersteller	Preis	Betriebssystem	Programmart	Einsatzniveau
			DOS	. Training	Algebra
			Windows	. Lernprogramm	Geometrie
			OS/2	. Grafikprogramm	Stochastik
			Sonstige	. Plotprogramm	Zahlen/Größen
Anmerkungen:	Unterrichtseignung			. experimentelles Arbeiten	Fächerübergreifend
	Einführung			. Demonstration	Jahrgangsstufe
	Vertiefung			. Simulationssystem	5/6
	Handl./Anwendungsorientierung			. Rechenblätter	7/8
	Häuslicher Einsatz:			. reines Rechenhilfsmittel	9/10
Inhalte:			Beurteilung:		
Einsatzmöglichkeiten			<ol style="list-style-type: none"> 1. Trägt das Programm bei zur ... Vereinfachung Konkretisierung Veranschaulichung Vertiefung Erweiterung Modellbildung Vorbereitung einer Begriffsbildung? 2. Erhöhung des Anwendungsbezugs? 3. Möglichkeit der Bearbeitung/Auswertung umfangreichen Datenmaterials? 4. Experimentelles Arbeiten möglich Beziehungen, Muster erkennen Gesetzmäßigkeiten entdecken Ähnlichkeiten auffinden Unterschiede erkennen Material/Informationen sammeln/erstellen 5. Abläufe häufig wiederholbar? 6. Steigerung der Attraktivität? 7. Verbesserung d. Unterrichtserfolges gegenüber bisherigen Methoden? 8. Algorithmisches Arbeiten möglich? 		

Wie gelangt man an fertige Unterrichtssoftware?

Unsere heutige Zeit ist durch ihre Schnelligkeit, Informationsflut und leere Kassen bzw. geringe Etats geprägt. Oft erscheint heute eine Software und nach einigen Wochen bzw. Monaten liegt bereits eine neue Version als Update vor, die man dann wieder für viel Geld nachkaufen muss. Vielfach tritt auch das Problem auf, dass man ein Programm (teuer!) gekauft hat und bei näherer Prüfung feststellt, dass es sich nicht für den unterrichtlichen Einsatz eignet.

Welche Möglichkeiten gibt es, Fehler beim Kauf zu vermeiden und günstig oder gratis an sinnvolle Unterrichtssoftware zu gelangen?

A. Greifen Sie vor dem Kauf auf Beurteilungen von Software z. B. in der Fachpresse zurück!

Viele Computerzeitschriften und auch das Landesinstitut für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen prüfen Software-Produkte auf ihre Bedeutung für "Schule und Unterricht". In der Beratungsstelle für Neue Technologien erfolgt z. B. eine Bewertung der jeweiligen Software. Diese Bewertungen sind in der Datenbank SODIS (<http://www.sodis.de>) zusammengefasst. Weiterhin kann man einen halbjährlich erscheinenden "Sodis-Report" anfordern, der insbesondere "Beispielhafte Neue Medien", neue Bewertungen und Erfahrungsberichte, Neuaufnahmen und neue Versionen von Produkten vorstellt. Gerade für den Mathematikunterricht findet man dort einen Überblick über Unterrichts- und Lernsoftware und eine Gegenüberstellung von ähnlichen Produkten. Kurzbewertungen der beispielhaften Software sind auch auf dem Bildungs-server NRW `learn:line` verfügbar: <http://www.learn-line.nrw.de>

Postanschrift:

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung
Beratungsstelle für Neue Technologien
Paradieser Weg 64
D-59494 Soest.

B. Informieren Sie sich im Internet über Neuerungen!

Wie schon erwähnt erscheinen Programme - bedingt auch durch die ständig verbesserte, leistungsfähigere Hardware - in immer kürzeren Zeitabständen. Vielfach gehen Hersteller (auch stark kommerziell ausgerichtete Softwareunternehmen) dazu über, ihre Programme als Shareware (Testversionen und sogenannte Beta-Versionen) zu vermarkten, bzw. aktuelle Programme in älteren Versionen zum Schleuderpreis zu verkaufen. Neben der Shareware, die man sich nach einer Testphase gegen eine Gebühr lizenzieren lassen muss, gibt es auch Software, die man unentgeltlich verwenden kann. Sie wird häufig unter den Namen „Freeware“ oder „Public Domain“ angeboten.

Vielfach werden diese Programme - aus Dringlichkeitsgründen/um sich den Markt zu sichern - zum „Downloaden“ im Internet zur Verfügung gestellt. Leider stößt man oft nur beim „Surfen“ im Internet oder nur bei der gezielten, oft aufwendigen Suche über sogenannte Suchserver auf Programme, die man sich mit Zeitaufwand „downloaden“ (= auf den eigenen Computer überspielen) muss.

Dann steht auch noch das zeitaufwändige Testen und Begutachten der Software an. Hierbei könnte unser Beurteilungsbogen (siehe S. 136) zur Beurteilung von Software hilfreich sein, der sich eng an die oben ausgeführten Kriterien anlehnt.



Hier einige Internet-Adressen:

- 1. Bildungsserver NRW:** URL: <http://www.learn-line.nrw.de/>
- 2. Deutscher Bildungsserver:** URL: <http://dbs.schule.de/db/listen.html>
- 3. Zentrale für Unterrichtsmedien:** URL: <http://www.zum.de>

Auf dem gleichen Server:

- 4. Homepage Dirk Wenzel, Ulm** URL: <http://www.zum.de/dwu/>
Homepage eines Lehrers. Hier können Sie sich Arbeitsblätter und Farbfolien für den Mathematikunterricht downloaden (=herunterladen) und dann ausdrucken.

Referate und Schülerarbeiten:

www.referate.heim.at
www.hausaufgaben.de
www.young.de
www.schuelerweb.de
www.referate.de
www.hausarbeiten.de
www.zahlreich.de

Interaktive Online-Angebote:

www.bezreg-duesseldorf.nrw.de/schule/mathe/ (Mathe-Treff)
www.univie.ac.at/future.media/mo/index.html (Mathe Online)
www.mathekiste.de (Fachdidaktische Grundlagen / Unterrichtsbeispiele)
<http://www.dynageo.de/> (Dynageo Euklid)
www.mathe-werkstatt.de (Dynageo Euklid)
www.mathematik-online.de (Online-Hilfe)
www.matheprisma.uni-wuppertal.de/ (MathePrisma)
www.fonline.de/home/fo0126 (Realschule Ebermannstadt)
<http://home.a-city.de/walter.fendt/> (Interaktive Programme (Applets) zur Mathematik, Physik und Astronomie)
<http://mond.at/mathe/appletsfend/grundr.html> (Grundrechenarten)
www.muenster.de/~stauff/bewmath.html (Bewegte Mathematik)

Auf die Gestaltung und die Inhalte der in dieser Verweisliste aufgeführten Internet-Publikationen haben die Autorinnen und Autoren dieser Handreichung keinen Einfluss. Daher distanzieren sie sich hiermit ausdrücklich von allen Inhalten der über Hyperlinks verknüpften Internetseiten und machen sich diese Inhalte nicht zu Eigen.

Kurze Einführung in die Tabellenkalkulation

Begriffe und Tätigkeiten des Lehrgangs

Es kann und soll nicht die Aufgabe des Mathematikunterrichts sein, alle Schülerinnen und Schüler in die professionelle Nutzung einer Tabellenkalkulation einzuführen. Daher ist vorweg durch die Fachkonferenz zu prüfen, welche der vielfältigen Begriffe, Funktionen, Inhalte und Tätigkeiten der Tabellenkalkulation benötigt werden. Die Auswahl, der Einsatz und die unterrichtliche Nutzung der Inhalte der Tabellenkalkulation sind an den mathematischen Erfordernissen und an den Inhalten des Lehrplans zu orientieren.

In der folgenden Übersicht werden einige bedienungs- und softwarerelevante sowie mathematische Begriffe, die Inhalte eines Lehrgangs zur Tabellenkalkulation sein können, aufgeführt.

Bedienungs- und softwarerelevante Begriffe und Tätigkeiten:

Datenbearbeitung: Text, Zahl, Formel, Funktion, Dateien speichern und öffnen, Markieren, Kopieren, Einfügen, Ausfüllen von Datenreihen,
Formate: Zahlenformate, %, Währung,

Mathematikrelevante Begriffe und Tätigkeiten:

Tabelle: Zelle (Zellenadressierung), Zeilen, Spalten

Diagramme: Diagrammarten (Liniendiagramm, Kreisdiagramm, Säulendiagramm, Punktdiagramm, verbundenes Diagramm), Titel, Untertitel, Achsen, Gitternetz

Formeln/Funktionen: = , +, -, @ für die Einleitung einer Rechenoperation (Formel, Funktion) in einer Zelle, Formeln (Rechenzeichen +, - , * , /, Zellenadressierung), Funktionen (Summe(...); Mittelwert(...); Min(...); Max(...); Wenn(...); ...)

Es gibt in allen Tabellenkalkulationen eine Vielzahl an mathematischen, statistischen, logischen, finanzmathematischen usw. Funktionen. Welche dieser Funktionen wann, wo und ob überhaupt zum Einsatz kommen sollen, bedarf der Prüfung und Entscheidung der Fachkonferenz. Viele dieser Funktionen sind sehr mächtig und bergen die Gefahr, dass diese einer „Black Box“ gleichkommen und von den Schülerinnen und Schülern und im Unterricht unreflektiert eingesetzt und genutzt werden.

Tätigkeiten

Sortieren (aufsteigend, absteigend)

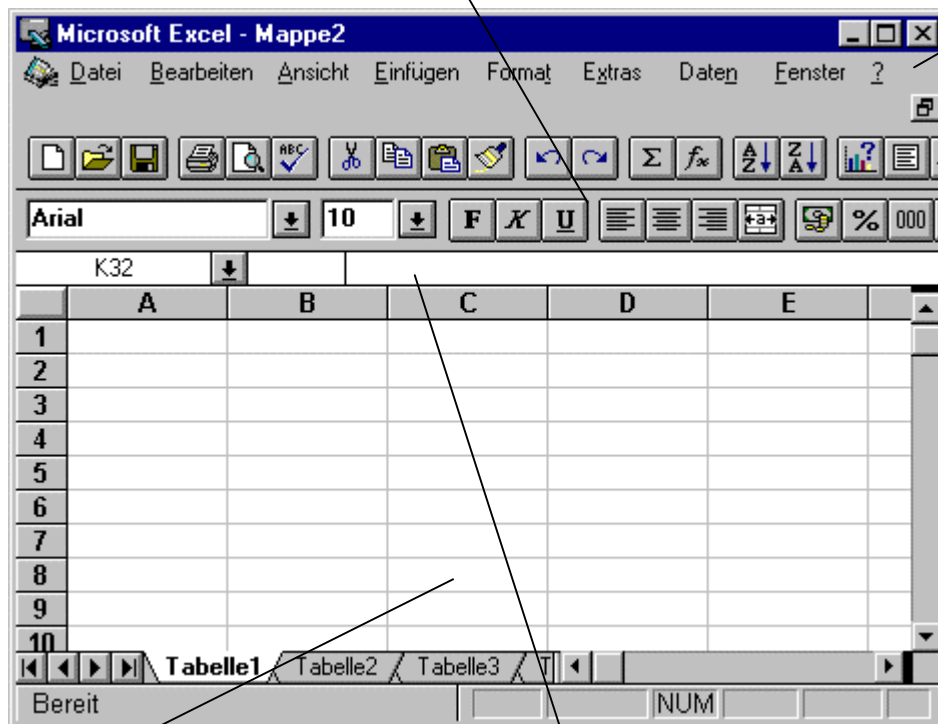
An Tabellenkalkulationen gibt es ein vielfältiges Angebot auf dem Markt. Grundsätzlich kann man feststellen, dass sie alle ähnlich aufgebaut sind und auf ähnliche Weise funktionieren.

Aufbau einer Tabellenkalkulation

In der Regel bestehen alle Tabellenkalkulationen unter Windows aus einer Menüleiste, einer Symbolleiste mit Formatierungsmöglichkeiten, einer Eingabezeile und dem Rechenblatt (Worksheet). Das Rechenblatt kann man sich wie eine Tabelle bestehend aus Zeilen und Spalten vorstellen. Ein einzelnes Feld in der Tabelle bezeichnet man als Zelle.

Symbolleiste zum Formatieren der Zellen

Menüleiste



Zellen in der Tabellenkalkulation

Eingabezeile zum Editieren der Daten und Befehle

Bedeutung von Zellen in der Tabellenkalkulation

Adressierung von Zellen

Zellen spricht man auf verschiedene Weisen an. Entweder über die Syntax Z8S3 oder über C8. Beide Bezeichnungen meinen das Gleiche. In der Bezeichnung Z8S3 ist dies Zeile 8/Spalte 3.

Eingaben in Zellen

Will man eine Eingabe in einer Zelle vornehmen, so wählt man diese Zelle über die Maus oder die Pfeiltasten aus. In der Eingabezeile kann man nun die Eingabe vornehmen. Die Eingabe beendet man über die [Enter]-Taste oder über die Pfeiltasten.

In eine Zelle kann man verschiedene Daten über die Tastatur oder Menübefehle eingeben:

- Text
- Zahlen
- Formeln
- Funktionen

über Menübefehle

- Graphik

Die meisten Tabellenkalkulationen verfügen über eine Selbsterkennung, d. h. gibt man Text ein, so interpretieren Tabellenkalkulationen diese automatisch als Text; Zahlen werden als numerische Werte erkannt, mit denen man rechnen kann.

Wichtig ist, dass man bei den meisten Tabellenkalkulationen Zahlen nur als „reine Zahlen“ ohne irgendwelche Zusätze (z. B. DM) eingeben darf, da viele Tabellenkalkulationen sonst diese Zahlen als Text interpretieren. Das hat zur Folge, dass man nicht mehr mit den Zelleninhalten rechnen kann.

Werden Formeln und Funktionen eingegeben, so muss man dies der Tabellenkalkulation dadurch mitteilen, indem man der Eingabe ein bestimmtes Zeichen voranstellt. In der Regel ist dieses Erkennungszeichen für Formeln ein '=' (Microsoft) oder auch ein '+' (Borland) bzw. das Zeichen '@' ((Lotus).

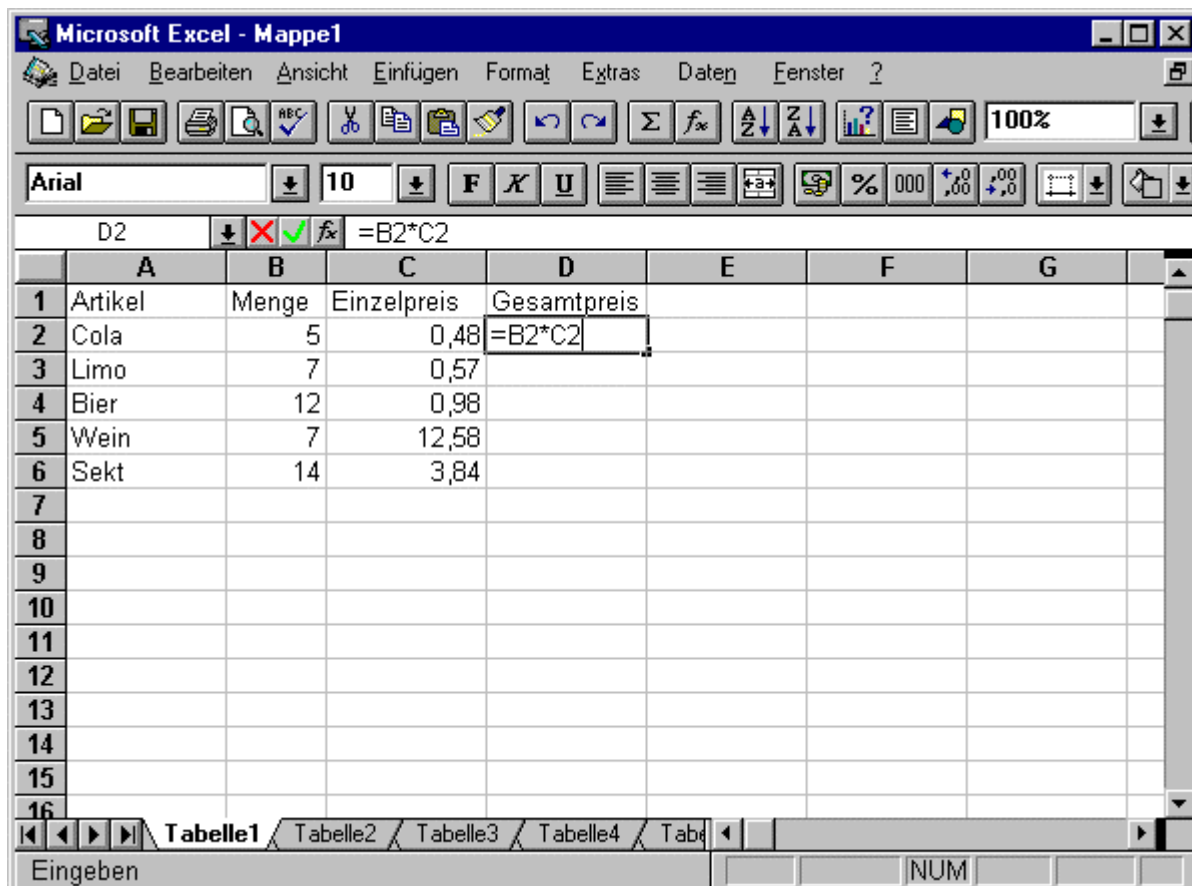
In Formeln und Funktionen kann man Rechenzeichen verwenden. Diese sind +, -, *, / und werden nach den Gesetzen der Algebra verwendet. Klammern haben höchste Priorität; allerdings werden Klammern auch im Zusammenhang mit Funktionen verwendet. Dabei muss die Syntax beachtet werden.

Mathematisch kann man eine Zelle auch als eine Variable interpretieren, deren Inhalt sich ändert, wenn man neue Eingaben vornimmt. Nachfolgende Rechnungen, in die die Zelle eingebaut ist, verändern dann ihren Wert entsprechend.

Verwendung der Tabellenkalkulationsbefehle

Wir wollen nun die Verwendung der Tabellenkalkulationsbefehle üben, indem wir ein einfaches Rechnungsformular erstellen.

Geben Sie dazu zunächst die folgenden Werte in das Rechenblatt ein.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet titled 'Mappe1'. The spreadsheet contains a table with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis			
2	Cola	5	0,48	=B2*C2			
3	Limo	7	0,57				
4	Bier	12	0,98				
5	Wein	7	12,58				
6	Sekt	14	3,84				
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

The formula bar shows the formula =B2*C2 for cell D2. The status bar at the bottom indicates 'Eingeben' and 'NUM'.

Um den Gesamtpreis zu berechnen, tippen wir in Zelle D2 die Zeichenfolge =B2*C2 ein und drücken die [ENTER]-Taste. Der Gesamtpreis wird nun berechnet und der Wert 2,4 erscheint als Ergebnis in der Zelle D2.

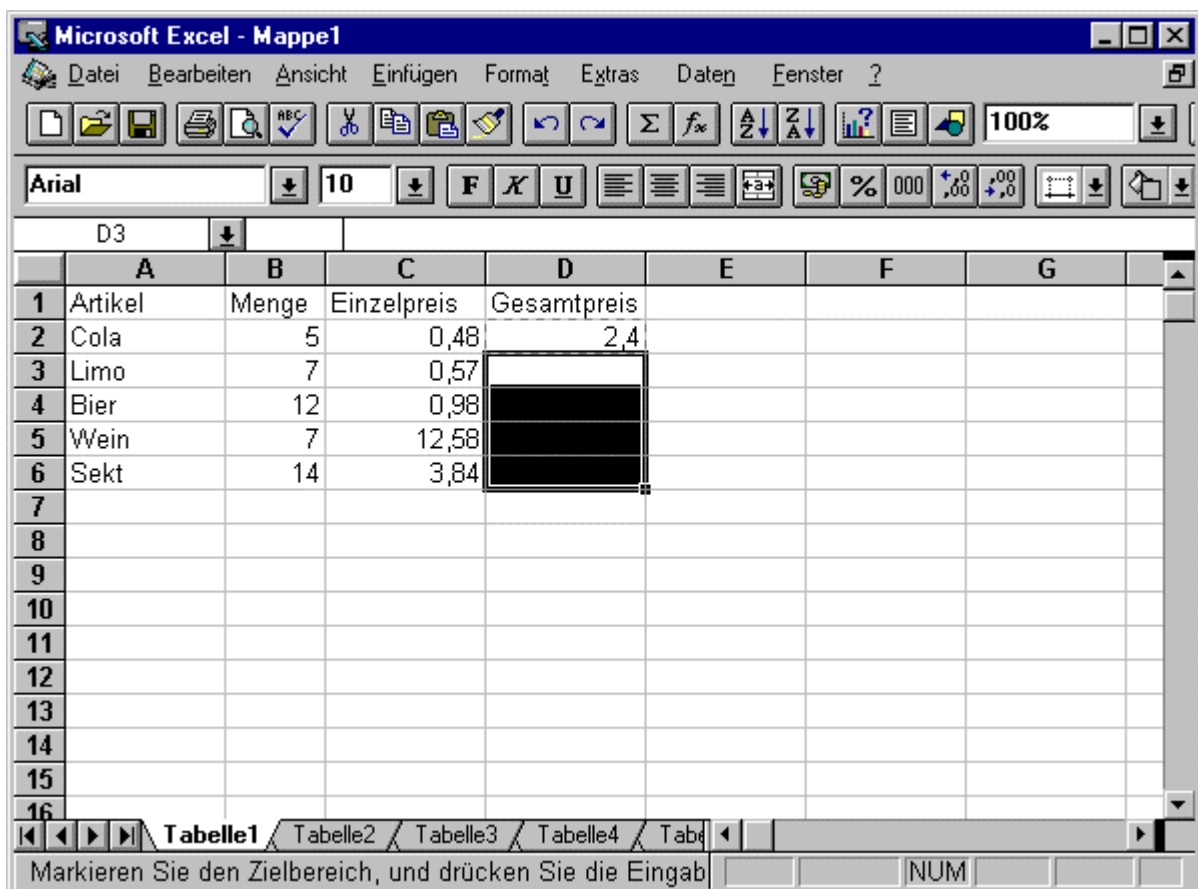
Die gleiche Berechnungsformel gilt entsprechend für die Zellen D3 bis D6.

Nun gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Sie schreiben die Berechnungsformeln nacheinander in die entsprechenden Zellen also in D3 =B3*C3
oder
2. Sie kopieren die Formel aus Zelle D2 in die Zellen D3 bis D6.

Gehen Sie für die zweite Möglichkeit wie folgt vor:

- Plazieren Sie die Schreibmarke auf die Zelle D2 und wählen Sie unter dem Menü Bearbeiten den Befehl Kopieren.
- Markieren Sie den Bereich D3 bis D6 mit der Maus, indem Sie die Zelle D3 mit der linken Maustaste anklicken und die Maus bei gedrückter linker Maustaste bis D6 herunterziehen und die Taste dann loslassen. Der markierte Bereich wird nun invertiert (=schwarz).
- Wählen Sie dann im Menü Bearbeiten den Befehl Einfügen. Die Formel wird nun in den Bereich D3 bis D6 kopiert und entsprechend den neuen Zeilen angepasst.



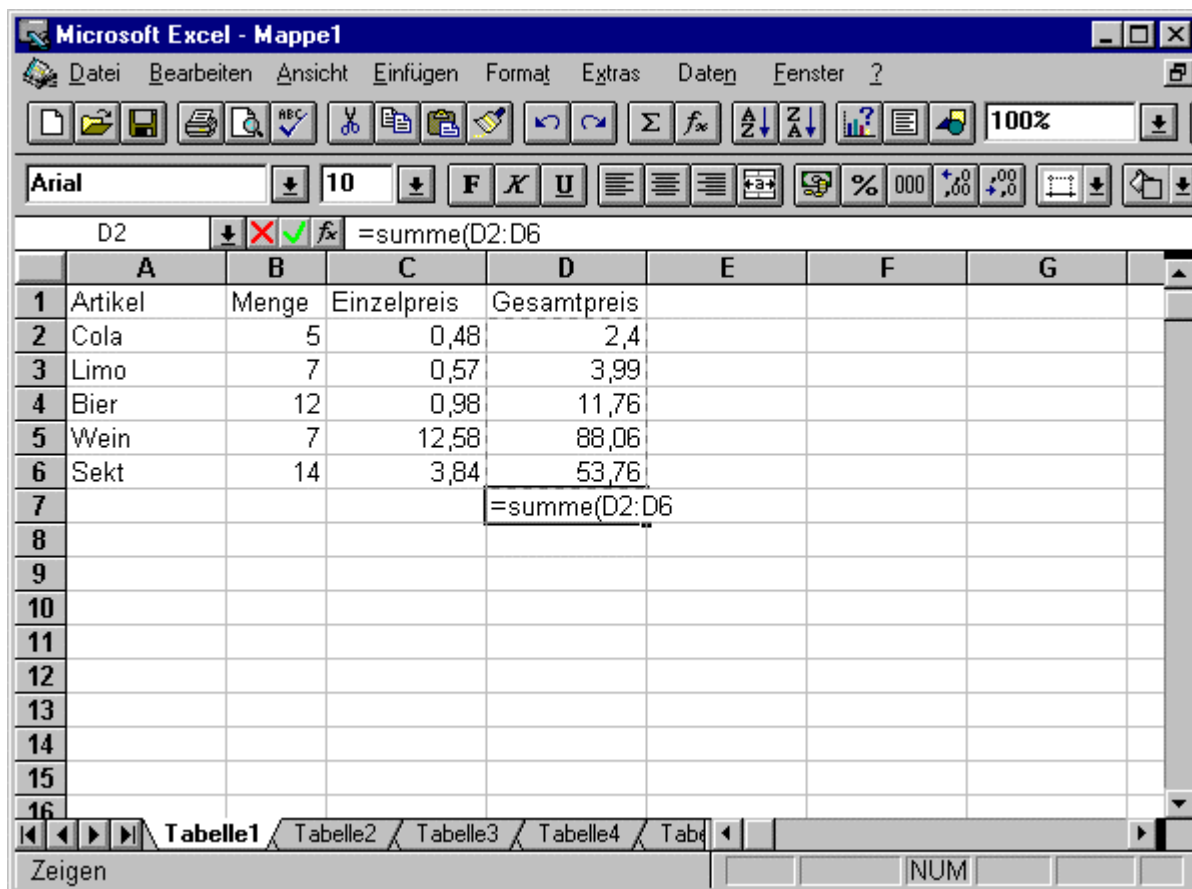
Wir müssen nun noch zum Abschluss die Gesamtsumme berechnen.

Dazu schreiben wir in die Zelle D7 die Funktion =SUMME(D2:D6), drücken die [Enter]-Taste und erhalten die Gesamtsumme. Das nächste Bild zeigt das Ergebnis.

Alternative:

Schreiben Sie =SUMME(und markieren Sie den Bereich D2 bis D6. Das Programm trägt nun automatisch den Bereich D2:D6 in die Formel ein und Sie können dort =SUMME(D2:D6 lesen. Schließen Sie zum Abschluss noch die Klammer hinter dem Ausdruck und drücken Sie die [ENTER]-Taste. Das Ergebnis erscheint in Zelle D7.

Ebenso können Sie nun noch den Mittelwert der verkauften Artikel bestimmen. Dies können Sie erledigen, indem Sie entsprechend den o. a. Schritten die Funktion =MITTELWERT(B2:B6) in Zelle B7 eingeben.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface with a spreadsheet. The spreadsheet has columns A through G and rows 1 through 16. The data is as follows:

	A	B	C	D	E	F	G
1	Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis			
2	Cola	5	0,48	2,4			
3	Limo	7	0,57	3,99			
4	Bier	12	0,98	11,76			
5	Wein	7	12,58	88,06			
6	Sekt	14	3,84	53,76			
7				=summe(D2:D6)			
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

The formula bar shows the formula =summe(D2:D6) entered in cell D7. The status bar at the bottom shows 'Zeigen' and 'NUM'.

Eines wird deutlich:

- Funktionen beziehen sich immer auf einen Bereich.
- Die Syntax einer Funktion lautet =Funktion(Bereich;...;...). Die Punkte stehen für andere Kriterien. Das Semikolon trennt unterschiedliche Kriterien.

Eine wichtige Tatsache muss noch erwähnt werden. Als Sie weiter oben die Formel kopiert haben, wurde die Formel den neuen Zellen angepasst. Man kann hier von einer *indirekten oder relativen Adressierung* sprechen, da die Struktur der Formel dem Grad der Verschiebung angepasst wird.

Wollen Sie auf eine feste Adresse (Zelle) verweisen, in der ein für alle Berechnungen konstanter Wert steht, müssen Sie in der Formel auf diese feste Adresse verweisen.

Dies erreichen Sie, indem Sie vor die Zellendeklaration z. B. A9 ein Dollarzeichen setzen, also $\$A\9 (Syntax bei Microsoft Tabellenkalkulationen). In diesem Fall wird auch beim Kopieren immer der Wert aus der angesprochenen Zelle in eine Formel übernommen.

Man kann hier von einer *direkten oder absoluten Adressierung* sprechen. Wir demonstrieren diese Art der Adressierung an einem Beispiel zur Mehrwertsteuerberechnung.

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled 'Microsoft Excel - Mappe1'. The menu bar includes 'Datei', 'Bearbeiten', 'Ansicht', 'Einfügen', 'Format', 'Extras', 'Daten', and 'Fenster'. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The formula bar shows the active cell E2 with the formula $=D2*\$A\9 . The spreadsheet has columns A through E and rows 1 through 10. Column A contains 'Artikel', B contains 'Menge', C contains 'Einzelpreis', D contains 'Gesamtpreis', and E contains 'MWSt'. The data for rows 2-7 is as follows:

	A	B	C	D	E
1	Artikel	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis	MWSt
2	Cola	5	0,48	2,4	0,36
3	Limo	7	0,57	3,99	0,5985
4	Bier	12	0,98	11,76	1,764
5	Wein	7	12,58	88,06	13,209
6	Sekt	14	3,84	53,76	8,064
7		9		159,97	
8					
9		0,15			
10					

The status bar at the bottom shows 'Bereit' and 'NUM'.

- Dazu geben wir in Zelle A9 den Mehrwertsteuersatz 0,15 ein.
- In Zelle E2 geben wir die Formel zur Mehrwertsteuer ein $=D2*\$A\9 und verweisen durch den zweiten Teil der Formel auf die Zelle A9, in der der Mehrwertsteuersatz steht.

Würden wir anstelle von $\$A\9 nur A9 in die Formel eingeben und den Inhalt der Zelle in den Bereich E3 bis E6 kopieren, so würde das Programm die Formel in Zelle E3 mit $=D3*A10$ in Zelle E4 mit $=D4*A11$, usw... anpassen und überall den Wert 0 ausgeben, da in A10 bzw. A11 nichts steht und somit der 2. Faktor der Formel als 0 interpretiert würde. Durch den festen Verweis $\$A\9 wird diese Fehlinterpretation vermieden, da hierdurch immer auf die feste Adresse (Zelle) A9 verwiesen wird.

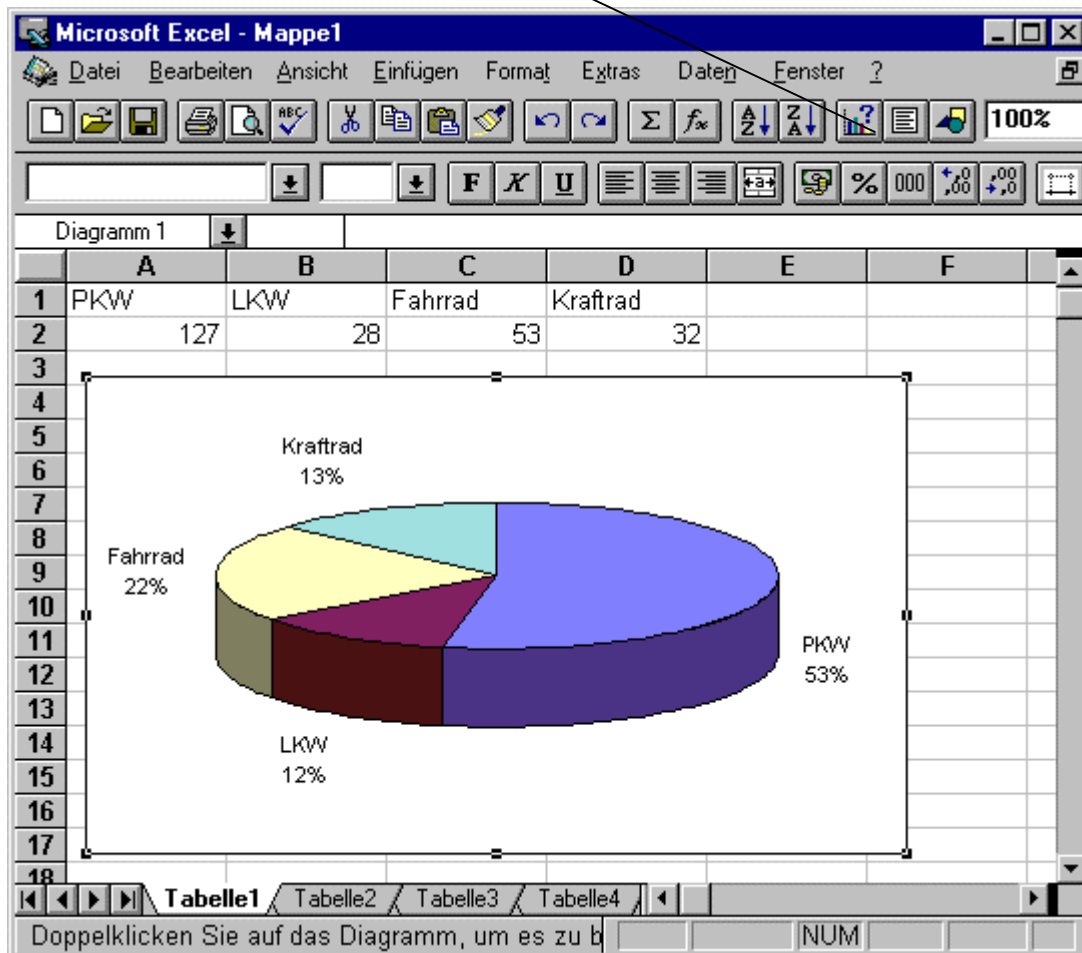
Wenn Sie nun noch den Bereich von C2 bis E7 markieren und unter dem Menübefehl Format den Punkt Zellen auswählen, können Sie unter dem Befehl Zahlen noch zwei Dezimalstellen als Format der Zahlenausgabe wählen. Außerdem kann dort auch Währung gewählt werden, so dass alle Beträge mit der Währungsbezeichnung DM ausgegeben werden.

Wir haben an dem Beispiel exemplarisch gesehen, wie Formeln und Funktionen verwendet werden. Weitere Funktionen können Sie den Handbüchern zu den Programmen und der Hilfefunktion der Programme entnehmen.

Erstellen von Grafiken mit Hilfe der Tabellenkalkulation

Die Erstellung einer Grafik mit Hilfe der Tabellenkalkulation ist relativ einfach, da heute bereits alle auf dem Markt befindlichen Tabellenkalkulationen über einen Grafik-Assistenten verfügen.

Icon zum Starten des Diagramm-Assistenten



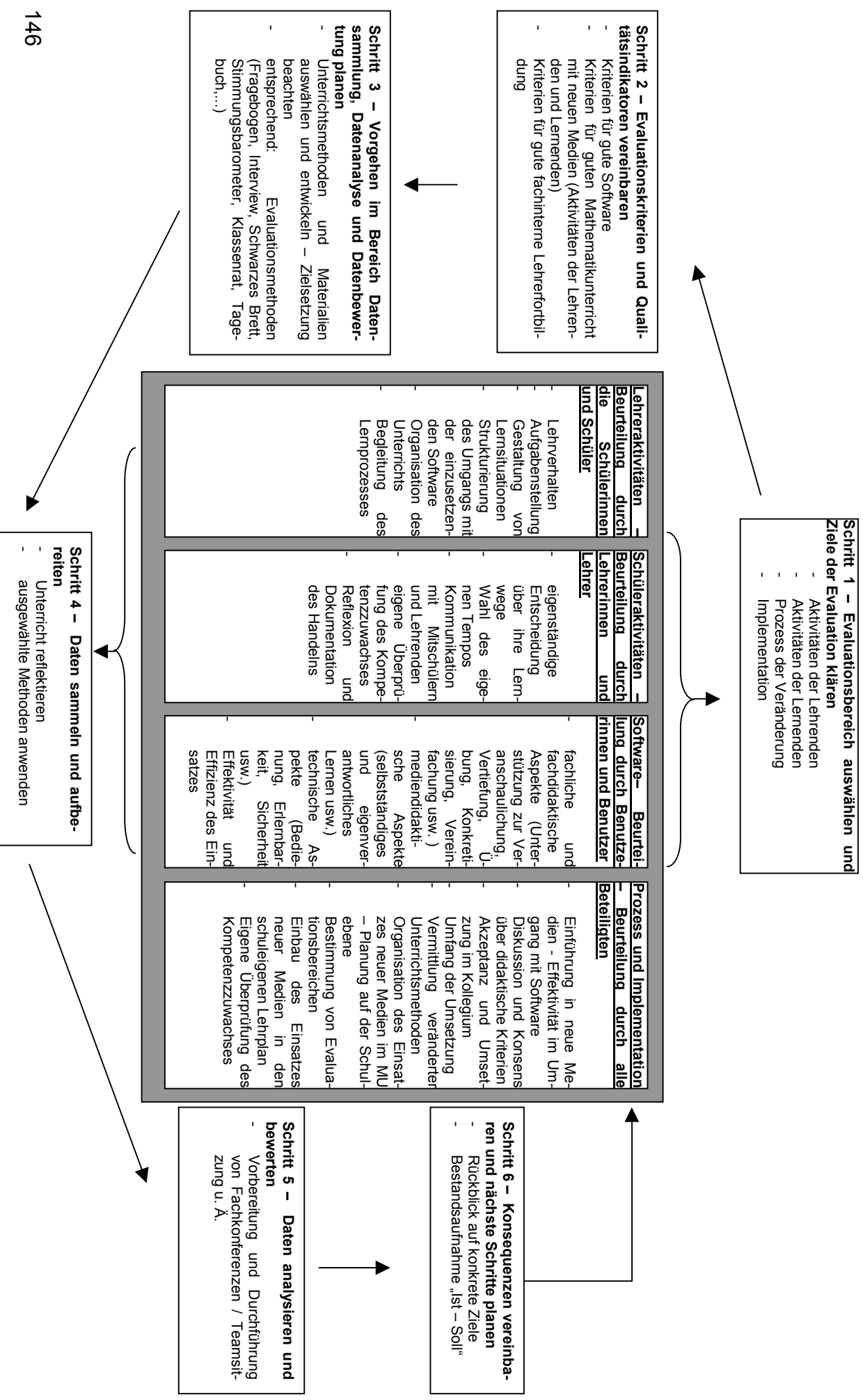
Zur Erzeugung des dargestellten Kreisdiagramms gehen Sie wie folgt vor:

- Geben Sie die Daten in die Zellen ein
- Markieren Sie den Bereich A1 bis D2 mit der Maus
- Starten Sie den Grafik-Assistenten durch einen Mausklick auf das Icon für den Diagramm Assistenten.
- Sie werden nun schrittweise geführt bis das Diagramm erstellt ist.

Sie können nun noch ohne Schwierigkeiten die Grafik beschriften und z. B. mit einer Legende versehen. Wenn Sie die Graphik nicht in der Tabelle haben wollen, so wählen Sie im Menü Einfügen den Befehl Diagramm und als neues Blatt. Das Diagramm wird nun fensterfüllend aufgebaut und dargestellt.

Prozessbeschreibung der Veränderung des Mathematikunterrichts am Beispiel „Softwareeinsatz im Mathematikunterricht“

Ziel: Unterstützung des selbsttätigen und verstehensorientierten Arbeitens der Schülerinnen und Schüler vor dem Hintergrund des erweiterten Lernbegriffs



**Qualität des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler beim Softwareein-
satz im Mathematikunterricht - Beurteilung durch Lehrende**

Kriterien	Qualitätsindikatoren	Beurteilung				
		++	+	~	-	--
Selbstständiges Handeln und Denken	Die Schülerinnen und Schüler treffen selbstständig Entscheidungen darüber, was sie wie machen.					
	Sie stellen Fragen, wenn sie mit den ihnen gestellten Anforderungen nicht zurecht kommen.					
	Sie werden bei dem Prozess, selbstständig zu werden, kompetent unterstützt.					
	Sie gehen explorativ/experimentell bei der Lösung von Aufgaben vor.					
Persönliche Verantwortung für das Lernen	Schülerinnen und Schüler überprüfen die von ihnen geforderten Leistungen selbst.					
	Sie dokumentieren und reflektieren ihren Arbeitsprozess und dessen Ergebnisse sinnvoll.					
Lernfortschritt	Fast alle Schülerinnen und Schüler machen gute Lernfortschritte, die mit ihren bisherigen Leistungen und Fähigkeiten im Einklang stehen.					
	Sie gehen mit Fehlern produktiv um.					
Motivation	Die Schülerinnen und Schüler werden motiviert gut und engagiert zu arbeiten. Lob wird effektiv eingesetzt.					
	Die Schülerinnen und Schüler verstehen die Ziele des Unterrichts und machen sie sich zu Eigen.					
	Sie haben Zeit, die gestellten Aufgaben nach ihrem eigenen Tempo zu bewältigen.					
Interaktion mit anderen	Die Schülerinnen und Schüler arbeiten gemeinschaftlich in einer Reihe von Strukturen, die Gruppen unterschiedlicher Größe und Zusammensetzung umfassen.					

Qualität des Mathematikunterrichts mit Software - Beurteilung durch Lernende

Kriterien	Qualitätsindikatoren	Beurteilung				
		++	+	~	-	--
Vorbereitung des Unterrichts	Die Absichten und Ziele des Unterrichts sind für mich erkennbar.					
	Es stehen geeignet Materialien für die eigenständige Arbeit zur Verfügung.					
Aufbau des Unterrichts	Die Struktur des Unterrichts erkenne ich. Der "rote Faden" des Vorgehens ist ersichtlich.					
	Ich habe genügend Zeit, die gestellten Aufgaben zu bewältigen.					
Softwareeinsatz	Den Softwareeinsatz empfinde ich für mein Lernen als sinnvoll.					
	Ich kann mit der Software selbstständig arbeiten.					
	Durch die Software kann ich mir manches besser veranschaulichen.					
Kommunikation	Den Erklärungen der Lehrerin bzw. des Lehrers kann ich gut folgen und sie anschließend anwenden.					
	Ich frage, wenn ich ein Probleme habe, und bekomme eine hilfreiche Antwort von der Lehrkraft.					
	Ich frage, wenn ich ein Problem habe, und ich bekomme eine kompetente Antwort von Mitschülerinnen und Mitschülern.					
	Auf Antworten von Schülerinnen und Schülern wird eingegangen. Wir hören einander zu.					
Phasen der Reflexion	Bei der Reflexion des eigenen Lernens werde ich unterstützt.					
	Ich lerne, mein eigenes Lernen verantwortungsvoll zu planen und zu regulieren.					
	Das Dokumentieren und Präsentieren von Arbeitsergebnissen sind wichtig.					
Relevanz	Die Aufgaben sind für meine Lebenssituation relevant.					

Qualität der eingesetzten Medien / Software - Beurteilung durch Lehrende

Kriterien	Qualitätsindikatoren	Beurteilung				
		++	+	~	-	--
Fachliche und fachdidaktische Aspekte	Bedeutsame Aspekte des Mathematikunterrichts wie Modellierung, Eigenständigkeit in der Problemlösung, Anwendbarkeit und Übertragbarkeit von Wissen und Methoden konnten im Vergleich zum Einüben von Rechenroutinen stärker in den Blick genommen werden.					
	Der Einsatz neuer Medien boten Möglichkeiten der Vereinfachung, der Veranschaulichung, der Vertiefung oder Erweiterung des Unterrichtsthemas.					
	Komplexität, Anpassungsmöglichkeiten, Sprachniveau und Begleitmaterialien waren den Schülerinnen und Schülern angemessen.					
	Die Begriffs- oder Modellbildung zum Unterrichtsthema konnte verbessert werden.					
	Die Software / die Medien ließen sich in unterschiedlichen Lernsituationen flexibel einsetzen.					
Mediendidaktische Aspekte	Die neuen Medien unterstützten die selbstständige, verstehensorientierte und eigenverantwortliche Arbeit der Schülerinnen und Schüler.					
	Das explorative/experimentelle Vorgehen der Schülerinnen und Schüler wurde ermöglicht.					
	Methodische Freiheiten konnten durch die Schülerinnen und Schüler genutzt werden.					
	Die mathematischen Inhalte wurden attraktiver.					
	Die Relevanz der Lerninhalte für die Lernenden konnte erhöht werden.					
Technische Aspekte	Die Reflexion des Lernprozesses wurde angeregt.					
	Die Benutzerführung war den Schülerinnen und Schülern angemessen.					
	Es gab verständliche Fehlermeldung und entsprechende Unterstützung durch das Medium.					
Effektivität und Effizienz	Es kam nicht zu Systemabstürzen oder Datenverlusten.					
	Der Einsatz war hinsichtlich der verfolgten Lernziele effektiv. Der Zeitaufwand hat sich gelohnt.					

Qualität der fachinternen Implementation - Beurteilung durch Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Kriterien	Qualitätsindikatoren	Beurteilung				
		++	+	~	-	--
Kooperation	Der Softwareeinsatz trägt durch Kooperation und Diskussion im Kollegium zur Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung bei.					
	Die Kooperation im Kollegium unterstützt den Softwareeinsatz.					
	Neu entwickelte Materialien werden dokumentiert und ausgetauscht.					
	Die schulinterne Organisation des Einsatzes (Belegung des Computerraums, Verteilung von grafikfähigen Taschenrechnern als Klassensatz o.Ä.) ist gelungen.					
Fortbildung	Die Fortbildung hat angemessen auf den eigenen und auf den unterrichtlichen Umgang mit Software vorbereitet.					
	Die vorhandenen Materialien haben sich im unterrichtlichen Einsatz bewährt.					
Zeitbedarf	Der Zeitaufwand für die eigene Einarbeitung in die Software und in die Vorbereitung des Unterrichts sind gerechtfertigt.					
	Der notwendige Zeitaufwand zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler auf den selbstständigen Umgang mit der Software steht in einer angemessenen Relation zum tatsächlichen Einsatz.					
Nachhaltigkeit	Der Softwareeinsatz ist in sinnvoller Weise im schulinternen Lehrplan integriert.					
	Eine Weiterentwicklung vorhandener Materialien und die Sichtung weiterer Software, Materialien, Medien findet statt.					

Selbsteinschätzung des Lernens mit neuen Medien durch die Schülerinnen und Schüler

Zunächst drei Fragen vorab:

Bist du ein Mädchen oder bist du ein Junge ?

Wie stehst du im Mathematikunterricht im Moment?

gut mittel schlecht

Arbeitest oder spielst du auch außerhalb der Schule mit einem Computer?

Ja Nein

1 Mein Können im Unterricht

Wie schwer ist es für dich,	leicht	mittel	schwer
- die Erklärungen deiner Lehrperson zu verstehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- die Erklärungen und Dokumentationen deiner Mitschülerinnen und Mitschüler zu verstehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- die Hilfefunktion der Software zu benutzen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- deine Arbeitsschritte mit der Software zu erklären und zu dokumentieren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2 Mein Können im Alltag

Wie schwer ist es für dich,	leicht	mittel	schwer
- mit anderer Software umzugehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- mit einem Betriebssystem umzugehen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- mit dem heimischen Computer zu arbeiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3 Mein Umgang mit dem Computer

Wie schwer ist es für dich,	leicht	mittel	schwer
- einen Brief zu schreiben und zu drucken?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Daten einzugeben und dazu ein Diagramm zu erstellen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Informationen zu einem bestimmten Thema aus dem WWW zu ermitteln?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- eine Webseite zu erstellen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- die Funktionsweise eines Computers grob zu erklären?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4 Mein Lernen

Ich dokumentiere bei der Arbeit mit der Software

- ausführlich und regelmäßig die Bearbeitungsschritte für jede Aufgabe
- nur die Ergebnisse
- nur Erklärungen der Lehrerin oder des Lehrers
- gar nichts oder wenig

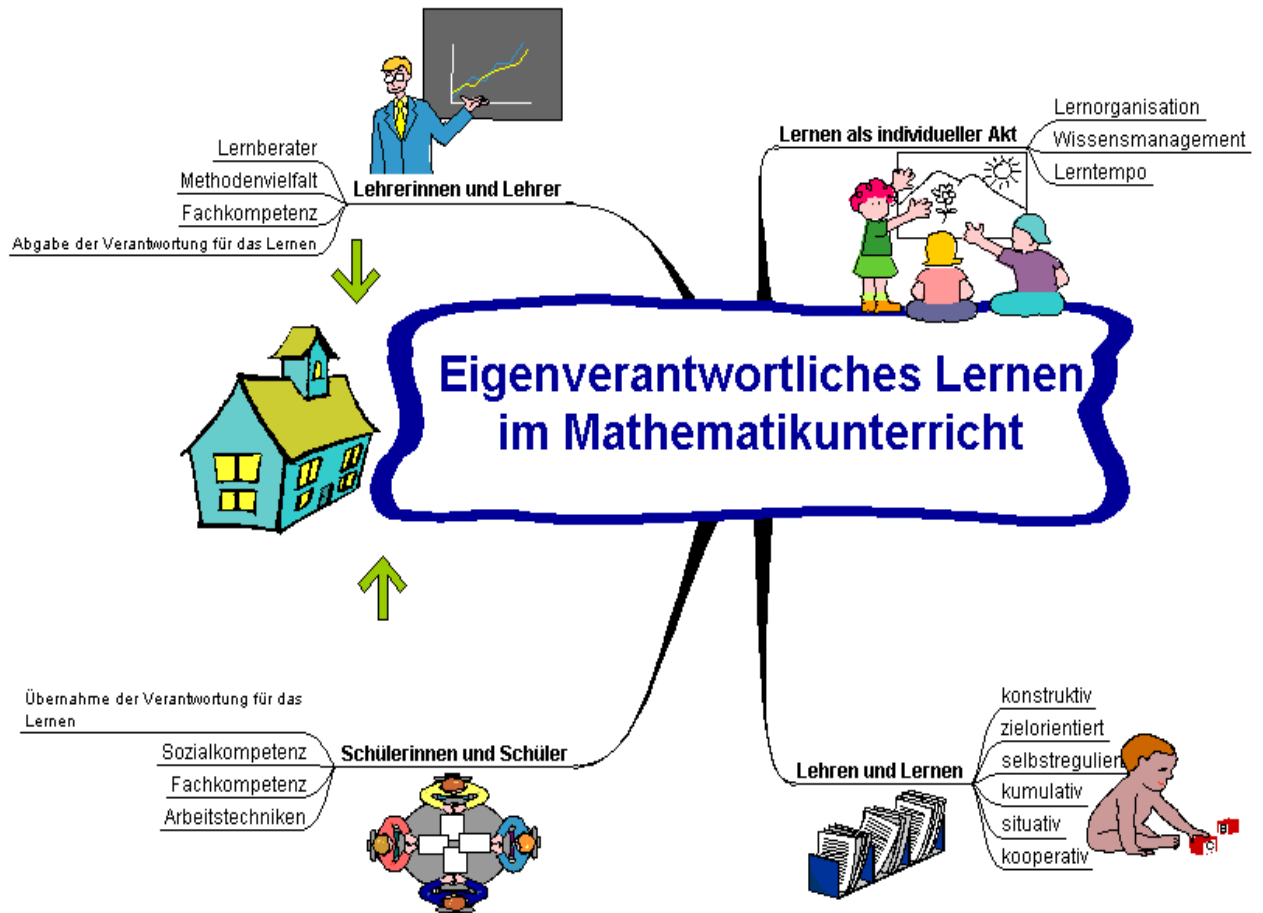
Ich habe in letzter Zeit im Umgang mit der Software

gute Fortschritte gemacht, weil ich _____

kaum Fortschritte gemacht, weil ich _____

Ich würde mehr lernen, wenn

- wir mehr Mathematikunterricht hätten,
- wir mehr neue Medien einsetzen,
- wir interessantere Aufgaben bearbeiteten,
- wir im Unterricht mehr übten,
- wir mehr Hausaufgaben erhielten, die ausführlich kontrolliert und besprochen würden.



"Erstes und letztes Ziel unserer Didaktik soll es sein, die Unterrichtsweise aufzuspüren und zu erkunden, bei welcher die Lehrer weniger zu lehren brauchen, die Schüler dennoch mehr lernen; in den Schulen weniger Lärm, Überdross und unnütze Mühe herrsche, dafür mehr Freiheit, Vergnügen und wahrhafter Fortschritt" (COMENIUS, 1592-1670).

Diese nun weit über 300 Jahre alten Forderung ist nach wie vor zeitgemäß und in weiten Teilen unerfüllt. Gleiches gilt für den Leitsatz GAUDIGs (1860-1923) „Der Schüler muss Methode haben.“ Diese Einschätzung wird durch die aktuelle Expertise zum Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe untermauert.

Deshalb bietet dieser Baustein im Rahmen der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung für die notwendigen methodischen Veränderungen des Mathematikunterrichts folgende Ansätze an:

- Lernen durch Lehren,
- Lernen durch Textproduktion,
- Lernen an Lernstationen,
- Lernen mit einer Lernkartei.

Für die Erarbeitung und Evaluation dieser Methoden werden Materialien angeboten, die gerade die jeweils fokussierte Vorgehensweise auch für die Arbeit der Fachkonferenz nutzen.

I. Theoretische Grundlagen

4.0 Wirksamkeit unterschiedlicher Formen des Lehrens und Lernens

Der kürzlich verstorbene Lernpsychologe Franz Weinert wandte 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 Spannweite 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
lehrmethodenorientiert
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 „situier-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.“ [...]

„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 Wis-

sen 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.

4.1 Eigenverantwortliches Lernen bietet Perspektiven für die Zukunft

Nicht für die Schule, sondern für das Leben lernen,

dieser Satz gilt heute mehr denn je. Lernen beschränkt sich nicht auf Schule und Ausbildung. Die rasante Zunahme von neuen Erkenntnissen in fast allen Bereichen unserer Gesellschaft erfordert lebenslanges aktives Weiterlernen. Es ist sinnvoll, Lernen nicht auf isoliertes Faktenwissen zu beschränken, denn Wissen veraltet schnell, besonders dann, wenn Verknüpfungen nicht angelegt worden sind.

Weinert formulierte 1997, dass „an die Stelle von statischen Modellen der Bevorratung von Bildung ein dynamisches Modell der kontinuierlichen Ergänzung und Erneuerung von Bildung treten müsse“ (Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, November 1997, S. 10).

Aufgabe der Schule ist es, fachliche Inhalte, Methoden und Arbeitstechniken des Lernens zu vermitteln.

Die Lernenden müssen also das Lernen lernen. Im Laufe ihrer Entwicklung sollen sie immer mehr zum selbstständigen Lerner werden. So werden sie in die Lage versetzt, sich selbstständig Wissen aneignen zu können.

Lernen ist eine aktive Tätigkeit, die jeder einzelne Lerner selbst ausführen muss, die nicht von einer anderen Person übernommen werden kann.

Lernen bedarf der Auseinandersetzung des Lernenden in seiner gesamten Person, sowohl emotional als auch kognitiv und pragmatisch. Lernen beruht folglich auf den unterschiedlichsten Aktivitäten des Lernenden wie zuhören, beobachten, in Gedanken zusammenfassen, strukturieren, mit altem Wissen verknüpfen. Dadurch kann er neues Wissen, Fertigkeiten und Kompetenzen aufbauen.

Jeder Mensch lernt unterschiedlich. Unterscheidungskriterien sind dabei u. a. Lern-tempi, Lernstrategien, Vorgehensweisen. Lernen im Unterricht bedeutet deswegen, die notwendigen Voraussetzungen für eigenaktives Lernen zu schaffen.

So gestalteter Unterricht reduziert die rezeptive Wissensvermittlung, der Lernende übernimmt die Verantwortung für das Lernen. Der Unterricht zielt neben der Vermittlung von fachlichen Inhalten auch oder vor allem auf Vermittlung von Methoden, Verfahren und Strategien des eigenständigen Lernens (Methodenkompetenz). Diese Methoden und Verfahren des Lernens könnten direkt vermittelt und trainiert werden, dann muss der notwendige Transfer auf das jeweilige Fach selbstständig geleistet werden. Aber „Erfolg versprechender ist der Weg, Methoden des Lernens und des Problemlösens, persönliche Arbeitshaltung und soziale Kompetenzen systematisch bei der Erarbeitung inhaltspezifischen Wissens zu vermitteln. Der Erfolg dieser induktiven Strategie hängt davon ab, dass es sich bei dieser Vermittlung nicht um sporadische, sondern um systematische Bemühungen handelt“ (Expertise a.a.O.: S.13).

Das Lernen nach Schule und Ausbildung vollzieht sich in der Regel bei der Zusammenarbeit mit andern Menschen. Dazu sind soziale Kompetenzen erforderlich, die ebenfalls in der Schule erworben werden müssen. Eigenständiges Lernen beruht auf Kooperation, Kommunikation und Teamfähigkeit. So werden Mitempfinden, Hilfsbereitschaft, Kooperationsfähigkeit, Verantwortungsbereitschaft und moralische Urteilsfähigkeit gefördert. Daneben beinhaltet eigenständiges Lernen

- weit gehende Beteiligung der Schüler an der Auswahl der Inhalte und der Festlegung der Ziele,
- Förderung und Einbeziehung ihrer Fragen und Interessen sowie ihres Vorwissens,
- Vorhandensein verschiedener Lernwege,
- Methoden und Medien je nach individueller Lernweise,
- Ermöglichung konstruktiven Lernens,
- Förderung des sozialen Lernens durch Entwicklung und Erprobung bevorzugter Sozial- und Helfersysteme und
- Gelegenheit, sich des eigenen Lernens und der dabei ablaufenden Prozesse bewusst zu werden und sich mit andern darüber auszutauschen.

Neben Veränderung bei den Lernenden vollzieht sich parallel dazu eine Änderung der Rolle des Lehrers hin zum Lernbegleiter, Lernhelfer, Lernförderer und Lernberater.

4.2 Die Hinführung zum eigenverantwortlichen Lernen verändert die Rolle des Lehrers

Selbstständiges, eigenständiges Lernen anzuleiten beschreibt den Prozess der Förderung von Selbstständigkeit.

„Ein Schüler ist nicht schlechthin selbstständig oder nicht, sondern immer mit Bezug auf konkrete Anforderungen, Inhalte, Qualifikationskriterien. Ein bestimmtes Niveau ist nicht einfach gegeben, sondern das Ergebnis von Entwicklungen und Aneignung. Und das erfordert Anleitung, Anregung und Schaffung geeigneter Bedingungen [...]. Damit Schüler immer neue und weitere Aspekte und Bereiche des Lernens selbst bestimmen oder selbst organisieren können, müssen sie immer neue Lernanforderungen bewältigen, sowohl in inhaltlicher als auch in methodischer Hinsicht. (Joachim Lompscher: Selbstständiges lernen anleiten.“ In: Lernmethoden, Lehrmethoden. Jahresheft 1997, Friedrich Verlag, 1997: S.46)

Lehrerinnen und Lehren müssen Unterricht über die gesamte Schulzeit so gestalten, dass angefangen von kleinen Teilen einer einzelnen Unterrichtsstunde bis hin zu einer eigenständigen Bearbeitung eines neuen Sachzusammenhangs Schülerinnen und Schüler Kompetenzzuwachs im oben beschriebenen Sinn erfahren. Dies bezieht sich auf die Auswahl der Materialien und der angemessenen Aufgabenstellungen, die Schaffung der Rahmenbedingungen, die Gestaltung eines positiven Lernklimas, die positive Rückmeldung und Bewertung des Lernfortschritts.

Im Sinne des erweiterten Lernbegriffes muss Unterricht so gestaltet werden, dass er konstruktives, kooperatives, selbstregulierendes, kumulatives und zielorientiertes Lernen ermöglicht.

Konstruktives Lernen zu ermöglichen, bedeutet für die Lehrenden, dass sie im Unterricht möglichst vielfältige Gelegenheiten für einschlägige Erfahrungen anbieten und Hilfestellungen zur Reflexion dieser Erfahrungen geben. Eigenaktivität zu initiieren bedeutet, die Lehrerin bzw. der Lehrer muss den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu konstruktivem Lernen geben.

Kumulatives Lernen kann der Lehrende dann ermöglichen, wenn er tragfähige Verknüpfungen neuer Informationen mit alten schafft. Dies kann erfolgen durch die Anknüpfungen an Vorerfahrungen, die Verbindungen mit dem Alltagswissen, die Vernetzung mit bereits Gelerntem oder durch die Vernetzung verschiedener mathematischer Gebiete. Für die Schülerinnen und Schüler wird dies erleichtert, wenn eine Vielzahl von Lernwegen zugelassen wird, um jedem seine Konstruktionen auf eigenem Niveau zu ermöglichen. Dazu müssen geeignete Aufgaben gefunden werden.

Effektives Lernen bedarf eines Ziels. Damit eigenverantwortlich gelernt werden kann, ist es notwendig, dass das Ziel vorher bekannt gegeben, besser gemeinsam festgesetzt wird. Es muss akzeptabel sein, damit die Schülerinnen und Schüler dieses ansteuern können und bereit sind sich anzustrengen.

Kooperatives Lernen wird im Unterricht gefördert, wenn im Unterricht Probleme und Aufgaben gestellt werden, die die Zusammenarbeit mehrerer Schülerinnen und Schüler erfordern. Diese müssen klare Arbeitsaufträge an die Lernpartner oder Lerngruppen, einschließlich der Anleitung zur Verteilung der Aufgaben innerhalb der Gruppe, beinhalten. Wertschätzung erhält die Gruppenarbeit, wenn Präsentationen oder Einbindung der Ergebnisse erfolgen.

Unterricht, der zur Eigenverantwortlichkeit anleiten will, muss Elemente einbinden, die den Schüler und die Schülerin befähigen sich mit dem eigenen Lernen und Lernerfolg auseinander zu setzen. Die dazu notwendigen Methoden, wie zum Beispiel

das Schreiben von Arbeitsrückblicken oder das Führen von Lerntagebüchern, muss im Unterricht vermittelt werden. Die Lernenden müssen angeleitet und befähigt werden, Arbeitspläne zu erstellen und sich dadurch zu kontrollieren auch hinsichtlich ihrer erbrachten Leistung.

Insgesamt bedeutet dies für die Rolle des Lehrers bzw. der Lehrerin im Unterricht, dass er immer weniger fertiges Wissen anbietet, Informationen und Instruktionen gibt, sondern zunehmend den Lernprozess begleitet. Die Rolle des Lehrers ändert sich vom Wissensvermittler zum Lernberater, der auch verantwortlich ist für den Aufbau und die Vermittlung von Methodenkompetenz und Arbeitstechniken.

4.3 Die veränderte Lehrerrolle ermöglicht die Entwicklung zum eigenverantwortlichen Lerner

Der Schüler¹ muss das eigenständige Lernen als für ihn positive Entwicklung erfahren. Dies gelingt, wenn er zunehmend erlebt, dass er

- Ziele mitbestimmen und deren Bedeutung erkennen und akzeptieren kann,
- sein Arbeitsprogramm eigenverantwortlich organisieren und gestalten kann,
- sich sein Repertoire an Arbeitstechniken und Methoden vergrößert,
- sein selbstbestimmtes Arbeitstempo die Zufriedenheit erhöht,
- Kompetenz bzgl. seiner Arbeitsökonomie gewinnt,
- seinen Lernerfolg selbst kontrollieren kann,
- sein Lernen als Lernprozess reflektieren kann,
- Fehler als Chance zum Weiterlernen nutzen kann,
- zunehmend konstruktive Kritik üben kann und
- sich mit Kritik sachlich auseinander setzen kann.

Schülerinnen und Schüler, die das Lernen als zunehmend selbstbestimmten Prozess erfahren, können mit einer höheren Motivation lernen. Lernmotivation kann nicht direkt erzeugt werden, sondern der Lehrende kann lediglich seinen Unterricht so gestalten, dass Lernmotivation entstehen kann.

„Die lehrende Person bzw. der Unterricht mit allem was dazugehört, sind also maßgeblich am Motivierungsgeschehen beteiligt. Lehren erhält damit eine weitere Aufgabe: Wenn Lehren sachbezogenes Lernen ermöglichen soll, dann schließt das ein, den Aufbau einer entsprechenden Lernmotivation wahrscheinlicher werden zu lassen (BLK Programmförderung, Modul 9: Verantwortung für das eigene Lernen stärken, Dezember 1998, S.4).“

Wer als Schülerin oder Schüler das Gefühl hat, einer Sache gewachsen zu sein, und positive Rückmeldung erfährt, setzt sich eher selbstmotiviert mit einem Gegenstand auseinander.

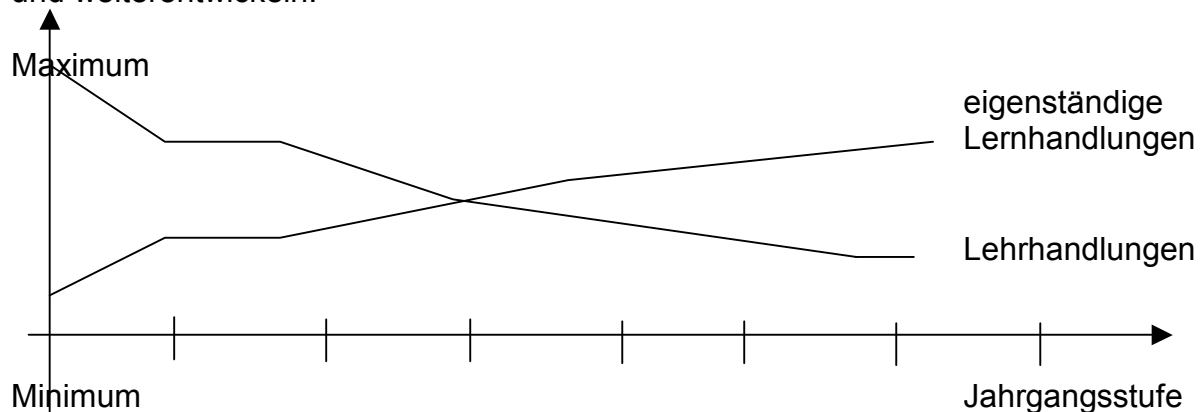
Positive Lernerfahrungen motivieren,

- weiterzumachen,
- bei der Sache zu bleiben,
- sich einzusetzen und
- stärken das Zutrauen in die eigene Leistungsfähigkeit.

¹ Um die Lesbarkeit zu erhalten, wird zuweilen auf die Nennung beider Geschlechter verzichtet.

„Die Effektivität und die Qualität der Lerntätigkeit (gerade auch unter dem Aspekt von Selbstständigkeit und Selbstorganisation) kann deutlich angehoben werden, wenn die Lernenden angeregt werden, sich ihrer Lernstrategien bewusst zu werden und sich ggf. um bessere zu bemühen (durch Demonstration, Erläuterung, Erfahrungsaustausch). Das setzt wiederum voraus, dass die Lehrenden sich selbst Klarheit über diesen Sachverhalt verschaffen und die Lernenden von der Notwendigkeit überzeugen, sich rationelle Lernstrategien anzueignen“ (Lompscher, a.a.O.: S.48).

Voraussetzung für die Entwicklung zum selbstständigen Lerner sind positive Vorerfahrungen mit selbstständigem Arbeiten. Diese Erfahrungen müssen sich als Prozess geplant im Laufe der Schuljahre entwickeln. So wird der Schüler bereit, sich mit geeigneten Verfahren zur Aneignung von Lerninhalten, zum Anwenden, Üben ... auseinander zu setzen. Schließlich kann er Lernstrategien entwickeln, reflektieren und weiterentwickeln.



Vereinfachend könnte man sagen: Je älter die Schülerinnen und Schüler sind, desto größer ist der Anteil eigenständiger Lernhandlungen und desto geringer der Anteil Lehrhandlungen (vgl. Schaubild).

Die Rolle des Lehrers verändert sich hin zu der des Lernbegleiters. Er wird in größerem Umfang Materialien bereitstellen, Anleitungen geben zur individuellen Arbeit, z.B. Recherchen unterstützen, die Nutzung von Softwareprogrammen und des Internets erläutern, den Gebrauch von Selbstlernmaterialien begleiten etc.

Den Prozess zum selbstständigen Lerner hin kann man in drei Phasen unterteilen. Die Lehrenden geben elementare, einfache Lehrhandlungen in die Hand der Lernenden. Dies kann sich z. B. auf Informationsbeschaffungen, Übungssequenzen, Transferaufgaben u. a. beziehen.

In der zweiten Phase können anspruchsvollere Lernsituationen in die Verarbeitung der Schülerinnen und Schüler gegeben werden. Dies können u. a. Problemstrukturierungen, Bearbeitung von vorgegebenen Arbeitsschritten, Entwicklung von Lernstrategien und Bewertung von Lernergebnissen sein.

Schließlich geht es um die Vervollkommnung der erreichten Selbstständigkeit im Laufe der nächsten Jahre, die den Schüler auf selbstverantwortliches Arbeiten in Arbeitswelt und weiterer Ausbildung vorbereitet.

4.4 Eigenverantwortliches Lernen bedarf einer konzeptionellen Vermittlung von Methoden und Arbeitstechniken

Damit die Lernenden Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen können, ist es notwendig, dass der Lehrende neben der Vermittlung von fachlichen Kompetenzen Methoden und Arbeitstechniken vermittelt sowie Strukturierungshilfen gibt, um die Voraussetzungen für eigenständiges Lernen zu schaffen.

Dazu gehört, dass die Schülerinnen und Schüler

- Anregungen erhalten, ihr Arbeitsmaterial sinnvoll zu strukturieren und zu gestalten (Vor- und Nachteile unterschiedlicher Ordnungssysteme müssen aufgezeigt werden, die Anlage von Inhaltsverzeichnis/ Stichwortverzeichnis muss angeregt werden genauso wie die kontinuierliche Anlage eines Merkheftes, der Umgang mit der Markierung von Wichtigem und der Umgang mit Fehlern muss gefördert werden),
- Hinweise zur rationellen Gestaltung ihres Arbeitsplatz/-ordners erhalten (Prospekthülle zur Aufbewahrung von Geodreieck und Lineal, Hülle für Rechner und Zirkelkasten ist in dem Mathematikordner eingeklebt, Klarsichthüllen für wichtige Sachen sind eingheftet),
- in die Lage versetzt werden ihre Arbeitszeit sinnvoll einzuteilen und zu nutzen (Arbeit nach Arbeitsplänen, Wochenplänen, Strukturierung der Arbeit in arbeitsteiliger Gruppenarbeit, Gestaltung von Freiarbeit),
- Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben bzgl. der Arbeitstechniken zur Planung und Organisation der Lernprozesse,
- herausfinden, wie sie am besten Mathematik lernen, wie sie ihre Lernumgebung gestalten, mit Partnern arbeiten oder Lernhilfen benutzen,
- in die Lage versetzt werden, ihr übendes und wiederholendes Lernen zielgerichtet und effizient zu gestalten und verschiedene Möglichkeiten der Selbstkontrolle zu nutzen,
- Verfahren kennen lernen zur Reflexion des eigenen Lernprozesses (z. B. bzgl. Arbeitszeit, Anspruchsniveau der Inhalte, Möglichkeiten zur Überprüfung der Arbeit, Mindestanforderungen, Zusatzangebot, Hinweise zur Art der Selbstkontrolle),
- in die Lage versetzt werden, mit mathematischen Nachschlagewerken sinnvoll umzugehen, ihr Lehrwerk eigenständig zu nutzen, Taschenrechner oder Computer als Werkzeug einzusetzen,
- die Herstellung eigener Arbeitsmittel (u. a. Unterrichtsmitschriften) für den persönlichen Gebrauch oder für andere zur Wiederholung erlernen.

Empfehlenswert ist es, wenn die Fachkonferenz eine über die Jahrgangsstufen gestaffelte Verteilung der Methoden und Arbeitstechniken vornimmt und diese verbindlich in den schulinternen Lehrplan aufgenommen werden.

II. Beispiele aus dem Mathematikunterricht

Im Folgenden sollen einige Beispiele aufgezeigt werden, die einen Beitrag zur Hinführung zum eigenverantwortlichen Lernen im Mathematikunterricht leisten können. Es wird dabei kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

Die einzelnen Beispiele bedingen unterschiedliche Voraussetzungen bei den Schülerinnen und Schülern hinsichtlich ihrer Kompetenz, eigenständig zu lernen. Jede der beschriebenen Methoden eignet sich in unterschiedlicher Art und Weise, eigenständiges Lernen zu initiieren. Auch bei jeder einzelnen Methode kann der Anteil des eigenverantwortlichen Lernens je nach Fähigkeit der Lernenden und Lehrenden variiert werden. Dies bezieht sich sowohl auf den Umfang, das Anspruchsniveau, das Tempo etc.

Eine Übergabe der Verantwortung für das Lernen kann nur schrittweise erfolgen. Es bedingt eine enge Verzahnung von Übergabe und Übernahme. Die zunehmende Übergabe des Lernprozesses in die Hand der Lernenden muss im Unterricht thematisiert werden. Die damit verbundene Erwartungshaltung des Lehrenden an die Lernenden sowie die der Lernenden an sich selbst müssen artikuliert und gegenseitig akzeptiert werden.

Die beschriebenen Methoden beinhalten nicht automatisch den Übergang zum eigenverantwortlichen Lernen, sondern bedürfen einer aktiven Gestaltung entsprechend der Unterrichtsbedingungen. Deshalb wird bei den einzelnen Beispielen jeweils beschrieben wie und unter welchen Umständen die Fähigkeit des eigenständigen Lernens eingeübt, geschult, verbessert wird.

4.5 „Lernen durch Lehren“

Beim Lernen durch Lehren übernehmen die Schülerinnen und Schüler abwechselnd die Rolle der Lehrperson. Dies kann u. a. dadurch geschehen, dass sie Gelegenheit erhalten ihren Mitschülerinnen und Mitschülern das zu erklären, was sie vorher gelernt haben. Dazu verteilt die Lehrperson klare, gut strukturierte Arbeitsaufträge, die die Lernenden motivieren, einen bestimmten Sachverhalt eigenständig zu erarbeiten. Diesen vermitteln sie im Anschluss an die Mitschülerinnen und Mitschüler. Dadurch sind sie aufgefordert, einen Sachverhalt so zu beschreiben, dass andere ihn verstehen. Dies bedeutet, sie müssen ihn selbst sorgfältig durchdenken und werden so auf Sprünge in der Argumentationskette aufmerksam. Die Schülerinnen und Schüler erfahren im gegenseitigen Austausch, wie andere den Unterrichtsgegenstand sehen. So erhalten sie zur Angemessenheit bzw. zur Nichtangemessenheit der eigenen Sichtweise oder des Lösungsweges wichtige Rückmeldungen.

Eine spezielle Form des Lernens durch Lehrens ist das sogenannte Jigsaw oder Gruppenpuzzle. Bei dieser Art des Gruppenunterrichts werden zwei Gruppenarbeitsphasen miteinander verknüpft. Insgesamt besteht das Gruppenpuzzle aus folgenden Elementen:

Vorbereitung:

Zunächst bereitet die Lehrerin bzw. der Lehrer das Material vor. Dazu wird der Stoff in fünf bzw. vier verschiedene Gebiete gegliedert. Für jedes dieser Teile wird Selbstlernmaterial zusammengestellt und außerdem werden klare Arbeitsanweisungen für jede Gruppe geschrieben. Die Klasse wird in Gruppen von fünf bzw. vier Schülerin-

nen und Schüler pro Gruppe aufgeteilt. Die Anzahl ergibt sich aus der Klassengröße und der zu bearbeitenden Teilgebiete.

Expertenrunde:

- Qualifizierung zum Experten

Jedes Gruppenmitglied löst den gestellten Arbeitsauftrag zunächst in Einzelarbeit und bespricht sich dann in der Gruppe. Es ist auch möglich, gleich kooperativ zu arbeiten. Die Gruppenmitglieder unterstützen sich gegenseitig, um zu Experten für dieses Teilgebiet zu werden. Sie beantworten sich gegenseitig noch offene Fragen. Sie erstellen eine Dokumentation über das Teilgebiet und werden so zu Autoren ihres eigenen Lernmaterials. Kleine Tests und Fragen zur Selbstkontrolle zeigen ihnen, ob jedes Gruppenmitglied den Stoff dieser Expertenrunde beherrscht.

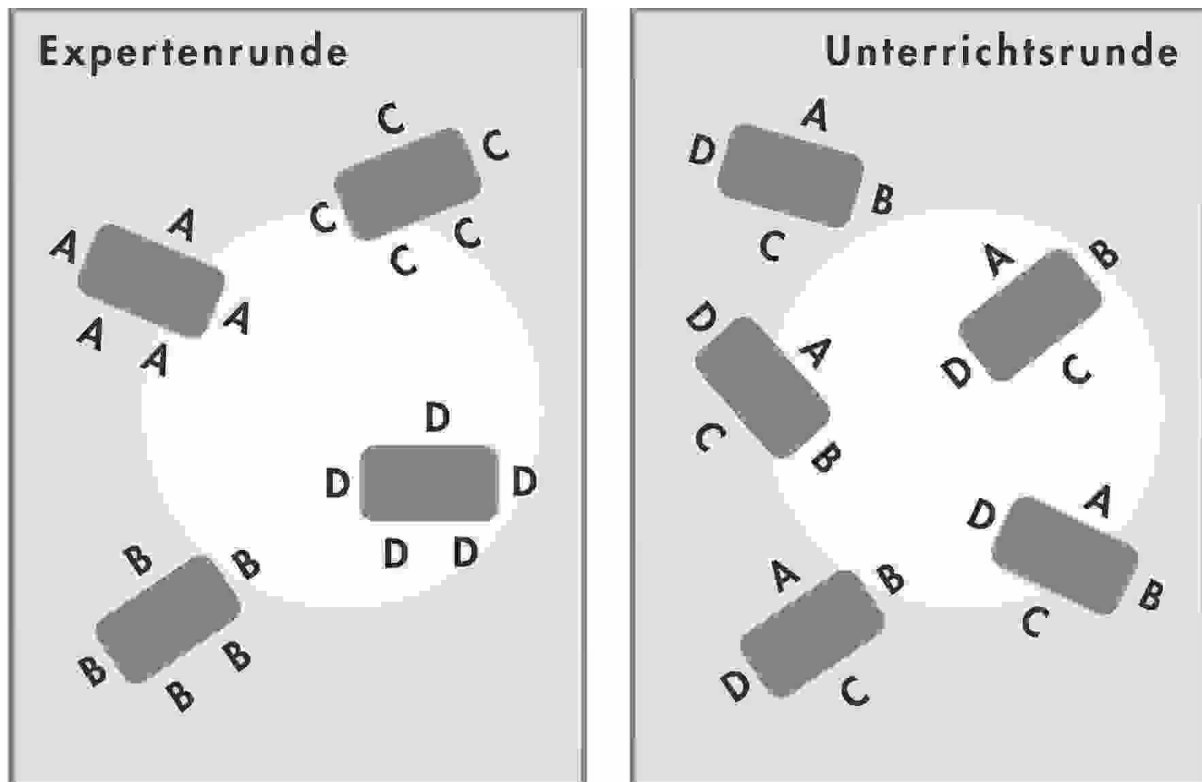
- Planung der Vermittlung des Expertenwissens

Danach planen die Schülerinnen und Schüler der Expertenrunde die Weitergabe des von ihnen erarbeiteten Wissens. Sie überlegen gemeinsam, wie sie effektiv ihr neues Wissen an die Klassenkameradinnen und -kameraden weitergeben können. Sie besprechen, welche Methoden und Medien sie einsetzen und wie sie die Zeit einteilen wollen. Sie erarbeiten Übungsaufgaben und Kontrollfragen, um überprüfen zu können, ob ihre Weitergabe des Wissens erfolgreich war. Dazu notieren sie jeweils die Lösungen bzw. Antworten. Es erscheint sinnvoll, dass diese durch die Lehrerin bzw. den Lehrer kontrolliert werden. Gemeinsam erfolgt dann, so notwendig, die Korrektur.

Durch die Expertinnen bzw. Experten ist die Lehrerin/der Lehrer nicht länger die einzige Fachautorität.

Unterrichtsrunde:

Die Schülerinnen und Schüler bilden neue Gruppen (Mischgruppen, vgl. Abbildung). Sie setzen sich nun aus je einem Vertreter der ersten Gruppe zusammen, der Expertin/dem Experten für ein bestimmtes Teilgebiet. Jeder lehrt mit den besprochenen Methoden und Hilfsmitteln (Medien) das vorbereitete Thema. Jeder übernimmt für die Ergebnisse seiner ersten Gruppe die Verantwortung, da er allen neuen Gruppenmitgliedern diese darstellen, erklären und präsentieren muss. Durch die Resonanz und den Lernerfolg seiner Gruppenmitglieder erfährt jede Expertin/jeder Experte, inwieweit sie/er das Expertenwissen erfolgreich weitergeben konnte.



Verwirbelung mit Methode: Expertengruppen teilen sich nach einer Einarbeitungsphase auf mehrere Unterrichtsgruppen auf und tragen ihr Wissen zusammen

Die Methode Jigsaw¹ ist von israelischen und amerikanischen Sozialpsychologen entwickelt worden. Jigsaw bzw. „Laubsäge“ ist als Name deswegen gewählt worden, weil eine größere Thematik in mehrere Teile „zersägt“ wird. Diese Puzzlestücke werden an die Gruppen verteilt und bearbeitet, bevor dann in der Unterrichtsrunde die verschiedenen Puzzlestücke zu einem Ganzen zusammen gefügt werden. Ein Beispiel für den Einsatz des Gruppenpuzzles zur Wiederholung findet sich unter www.learn-line.nrw.de/angebote/m-aufgaben/.

4.5.1 Lernen durch Lehren im Mathematikunterricht

Lernen durch Lehren ist im Mathematikunterricht in vielfältigen Formen möglich. Jeder Auftrag an eine Schülerin bzw. einen Schüler, sich eingehend mit einem Thema zu beschäftigen wird dann zum Lernen durch Lehren, wenn anschließend eine Weitergabe an die Mitschülerinnen und Mitschüler erfolgt, die diese zur aktiven Auseinandersetzung mit diesem Thema anregt. Dies kann z. B. erfolgen durch:

1. einen Expertenvortrag zu einem bestimmten Thema (z. B. Funktionsweise eines Zweitaktmotors),
2. die Weitergabe selbstständig erarbeiteter, thematisch festgelegter Arbeitsschritte oder Algorithmen,

¹ Aronson, Elliot. The jigsaw classroom. Building cooperation in the classroom. 2. Aufl. New York. Longman, 1997. Weitere Informationen zum Gruppenpuzzle finden sich bei Frey-Eiling, Angela, und Karl Frey. Gruppenpuzzle. In: Jürgen Wiechmann (Hg.). Zwölf Unterrichtsmethoden. Vielfalt für die Praxis. Weinheim: Beltz Verlag, 1999, S. 50-57.

3. die Erklärung der Handhabung gewisser Taschenrechnerfunktionen oder der Nutzung von Computerprogrammen,
4. ein methodisch vielfältig gestaltetes und präsentiertes Referat mit integrierter Fragerunde.

Die beschriebene Methode des Lernens durchs Lehren als Gruppenpuzzle ist auch im Mathematikunterricht zur Gestaltung einer Unterrichtsstunde oder einer Unterrichtseinheit vielfältig einsetzbar. Entsprechend lang müssen die beiden Gruppenarbeitsphasen geplant werden.

So können die einzelnen Gruppen unterschiedliche Beweise zu einem Thema, verschiedene Anwendungsbeispiele oder Bereiche zur Wiederholung bearbeiten.

Der gemeinsame Weg zum Experten gibt jeder/jedem Einzelnen Sicherheit, sie/er ist nicht allein verantwortlich, sondern findet innerhalb der Gruppe Rückhalt und Hilfeleistung bei auftretenden Unsicherheiten und Problemen. Die Methode stärkt das Selbstvertrauen, weil sich jede/jeder Expertenwissen aneignet und Wertschätzung durch die Gruppenmitglieder bei der Weitergabe seines Wissens in der Unterrichtsrunde erfährt. Gleichzeitig lernen die Schülerinnen und Schüler, sich der Verantwortung für das Lernen der Anderen bewusst zu werden und diese zu übernehmen. Insofern ist das Gruppenpuzzle eine gute Methode, in das selbstständige Lernen einzusteigen. Dazu muss den Schülerinnen und Schülern die Methode vermittelt werden. Ihnen muss der Ablauf und der Inhalte der verschiedenen Gruppenarbeitsphasen deutlich werden. Eine Möglichkeit ist, für die Schülerinnen und Schüler ein Plakat mit dem Arbeitsplan zu erstellen, welches den Ablauf sichtbar macht und im Klassenraum ausgehängt wird (siehe „Arbeitsplan für die Schülerinnen und Schüler“ S.184/S.192). Dieser Überblick ist für die Lernenden eine Unterstützung bei der Aufstellung eines eigenen Arbeitsplans.

In verschiedenen unterrichtlichen Zusammenhängen lässt sich diese Methode anwenden. Im Materialteil werden zwei konkrete Gruppenpuzzle vorgestellt. Ein weiteres Gruppenpuzzle zur Wiederholung der wesentlichen Themengebiete der Sekundarstufe I kann unter der angegebenen Internetadresse gefunden werden.

- a) Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Eigenschaften von Vierecken
- b) Gruppenpuzzle zum Thema Rechnen mit verschiedenen Währungen
- c) Gruppenpuzzle zur Wiederholung <http://www.learn-line.nrw.de/mathematik/angebote/basisqualifikationen/>

4.5.2 Lernen durch Lehren aufgezeigt an Beispielen aus dem Mathematikunterricht

4.5.2.1 Gruppenpuzzle: Eigenschaften von Vierecken

Informationen zur Unterrichtsreihe

Geometrische Flächen begegnen uns überall. Ihre Formen unterscheiden und beschreiben zu können und ihre Namen zu kennen, gehört zu den elementaren geometrischen Fähigkeiten. Die Thematik findet sich in den Lehrplänen aller Schulformen wieder.

Die einzelnen Arbeitsschwerpunkte für die verschiedenen Gruppen ergeben sich aus der Thematik:

- Parallelogramm
- Drache
- Raute
- symmetrisches Trapez
- allgemeines Trapez

Kompetenzen

- Beschreiben und erkennen von speziellen Vierecken
- Messen und Vergleichen von Längen und Flächeninhalten
- Selbstkontrolle von Übungsaufgaben
- Visualisieren von Zusammenhängen und Ergebnissen

Handlungskompetenzen

Alltagskompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Kenntnisse über unterschiedliche Vierecke erwerben,
- durch das Gespräch in der Gruppe die Notwendigkeit des verständlichen Ausdrucks erfahren und
- ihre Sprachkompetenz verbessern.

Fachkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- durch Messen und Vergleichen von Längen, Winkelgrößen die Eigenschaften der Vierecke herleiten,
- speziellen Vierecken die entsprechenden Eigenschaften zuordnen,
- mit Hilfe der Eigenschaften die speziellen Vierecke zeichnen.

Methodenkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- sich in der Organisation von Gruppenarbeit üben;
- Vor- und Nachteile von arbeitsgleicher und arbeitsteiliger Gruppenarbeit erfahren;
- sich im Bericht und der Darstellung von Gruppenarbeitsergebnissen üben;
- sich in der Beschränkung auf das Wesentliche und im Erkennen des Notwendigen üben;
- die selbstständige Erarbeitung eines Themenbereichs erfahren;
- gefundene Zusammenhänge und Ergebnisse auf einem Lernplakat visualisieren.

Sozialkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- mit anderen beim Erarbeiten und Problemlösen kooperieren;
- Verantwortung für den Lernprozess übernehmen.

Vorgehensweise

Die Eigenschaften der fünf Vierecke werden jeweils von einer Lerngruppe erarbeitet, dabei gehen sie in vier Stufen vor:

Erarbeitung

Die Schülerinnen und Schüler finden durch Messen und Vergleichen die Eigenschaften eines Vierecks. Sie klären in der Gruppe Fragen und Probleme.

Lernplakat

Die Gruppe erstellt gemeinsam ein Lernplakat für den Klassenraum, das im Anschluss an das Gruppenpuzzle im Klassenraum aufgehängt wird. Die Arbeitstechnik Visualisieren muss im Unterricht immer wieder aufgegriffen und geschult werden.

Schülerlernkontrolle

Die Schülerinnen und Schüler lösen einzeln oder gemeinsam die Aufgaben der Schülerlernkontrolle. Sie unterstützen und helfen sich gegenseitig. Beim Beispiel im Materialteil bezieht sich die Lernkontrolle auf Übungsaufgaben aus dem eingeführten Schulbuch, teilweise ergänzt durch Arbeitsblätter.

Die Korrektur der Aufgaben kann durch den Lehrer/die Lehrerin (entsprechender Hinweis auf dem Aufgabenblatt) oder durch Selbstkontrolle unter Zuhilfenahme einer Musterlösung erfolgen. Den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit der Selbstkontrolle und damit vermehrte Übernahme von Verantwortung für das eigene Tun zu geben, setzt innerhalb des Gruppenpuzzles Erfahrungen mit Selbstkontrolle voraus. Fehlerhafte bzw. nachlässige Korrekturen führen zur Weitergabe/Vermittlung falscher/unvollständiger Kenntnisse.

Planung der Weitergabe des Wissens

Da die Schülerinnen und Schüler in der zweiten Gruppenarbeit (Unterrichtsrunde; Mischgruppen) als Experten ihr Wissen an die neuen Gruppenmitglieder weitergeben sollen, müssen sie ihr weiteres Vorgehen gemeinsam planen. Sie müssen den methodischen Weg festlegen, geeignete Medien und zu lösende Übungsaufgaben wählen. Die Aufgaben können aus der Schülerlernkontrolle stammen oder von den Schülerinnen und Schülern selbst erstellt werden.

Unterrichtsrunde

Hier wird das Expertenwissen mit Hilfe des Blattes zu Gestaltung der Unterrichtsrunde weitergegeben (siehe „Hilfen für die Schülerinnen und Schüler zur Gestaltung der Unterrichtsrunde“, S. 185)

4.5.2.2 Gruppenpuzzle zum Thema „Kennenlernen und Rechnen mit verschiedenen Währungen in der Jahrgangsstufe 5“

Informationen zur Lernsituation

Die Unterrichtsreihe ist dem Themenfeld „Staats-, Wirtschafts- und Arbeitsleben“ Jahrgang 5/6 des neuen Gesamtschullehrplans zuzuordnen. Die Lehrpläne aller anderen Schulformen ordnen das Rechnen mit Geld dem 5. Jahrgang zu. Rechnen mit Geld ist eine Gegebenheit des Alltags der Schülerinnen und Schüler, bei der Mathematik Verwendung findet. Herkunft und Lebensumfeld vieler Kinder einer fünften Klasse bedingt nicht nur ein Umgehen und Rechnen mit DM. Deshalb bietet sich ein Kennenlernen und Rechnen mit Währungen verschiedener Länder an.

Die Möglichkeit, den Mitschülern und Mitschülerinnen die Währung „ihres Landes“ zu erklären und „wie viel kostet bei uns was“, „was verdient man bei uns“ oder Ähnliches einzubringen, eröffnet die Chance, etwas von der eigenen Kultur mitzuteilen und sich mit dieser zu identifizieren bzw. mehr von der Umwelt der Mitschülerinnen und Mitschüler wahrzunehmen und zu erfahren. Interkulturelle Erfahrungen werden ermöglicht. Die Einbindung des Euros schafft den notwendigen aktuellen Bezug.

Die Abhängigkeit der Währungen voneinander, die beeinflussenden wirtschaftlichen Faktoren usw. können noch nicht Thema werden, aber erste Argumente und Aspekte lassen Verflechtungen erahnen und können in höheren Klassen entsprechend dem spiraligen Prinzip erneut thematisiert werden.

Die Lernsituation eröffnet eine Reihe von Handlungsmöglichkeiten: Beschaffung von Münzen unterschiedlicher Währungen, Ermittlung der Einheiten und der Stückelung der Scheine und Münzen, Beschaffung von Umrechnungstabellen, Ermittlung und Vergleichen von Preisen etc. Zur Beschaffung der Informationen kann über Internet Kontakt mit Schulen in anderen Ländern Kontakt gesucht werden.

Die Lernsituation wird zum Erlernen, Wiederholen und Vertiefen verschiedener mathematischer Inhalte führen. Rechnen mit großen Zahlen, Stellenwerttafel, Runden und Schätzen, Verwandeln in gleiche Einheiten, Grundrechenarten in Verbindung mit Geldwerten werden als mathematisches Fundamentum erschlossen. Rechnen mit Dezimalzahlen, Zuordnungen, Umgang mit Zuordnungstabellen und Rechnen mit proportionalen Zuordnungen wird als Additum möglich sein.

Handlungskompetenzen

Alltagskompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- Kenntnisse über unterschiedliche Währungen (Einheiten, Stückelung) erwerben;
- durch das Schätzen, Vergleichen, Darstellen und Berechnen ökonomischer Werte im diesbzgl. Umgang kompetenter handeln können;
- durch das Gespräch in der Gruppe die Notwendigkeit des verständlichen Ausdrucks erfahren und
- ihre Sprachkompetenz verbessern.

Fachkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- erkennen und wissen, dass man nur Geldwerte der gleichen Einheit addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren kann;
- die Fähigkeit erwerben, Geldwerte von der größeren in die kleinere Einheit zu verwandeln und umgekehrt;
- Geldwerte addieren und subtrahieren durch Verwandlung in die kleinere Einheit oder durch Rechnen mit Dezimalzahlen;
- die Notwendigkeit erfahren, große Zahlen zu lesen und mit ihnen rechnen zu können und ihre Rechenfertigkeiten auf das Rechnen mit großen Zahlen übertragen;
- Textaufgaben zum Umgang mit Geldwerten erarbeiten, lösen und berechnen;
- die Fähigkeit erwerben, Zuordnungstabellen zu lesen.

Methodenkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- sich in der Organisation von Gruppenarbeit üben;
- Vor- und Nachteile von arbeitsteiliger und arbeitsteiliger Gruppenarbeit erfahren;
- sich im Bericht und der Darstellung von Gruppenarbeitsergebnissen üben;
- sich in der Beschränkung auf das Wesentliche und im Erkennen des Notwendigen üben;
- die selbstständige Erarbeitung eines Themenbereichs erfahren.

Sozialkompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler sollen

- mit anderen beim Erarbeiten und Problemlösen kooperieren;
- Verantwortung für den Lernprozess übernehmen.

Vorgehensweise

Vorbereitung und Erarbeitung

Im Klassengespräch wird zusammengetragen, was die Schülerinnen und Schüler über unterschiedliche Währungen wissen wollen und welche Fähigkeiten notwendig sind, um im Ausland mit einer fremden Währung zurecht zu kommen. Die Ergebnisse werden in einem Mind-Map strukturiert. Diese Arbeitstechnik muss genauso wie die Visualisierung auf Plakaten geschult werden. Als Arbeitsschwerpunkte können dann erarbeitet werden:

- Kennenlernen verschiedener Währungen,
- Scheine und Münzen kennen lernen,
- Einkaufen und Verkaufen,
- Geldbeträge anderer Währungen in DM angeben,
- Geld wechseln,
- Geld addieren/subtrahieren sowie Multiplikation und Division mit/durch ganze Zahlen,
- Geld anlegen.

Es werden Arbeitsgruppen zu unterschiedlichen Währungen gebildet. Diese beschaffen sich Informationen, erstellen ein Informationsblatt (siehe „Informationsblatt - in der Expertenrunde ausfüllen“, S. 193) und entwerfen entsprechende Textaufgaben. Sie klären in der Gruppe Fragen und Probleme. Sie überlegen sich eine geeignete Präsentation für ihre Ergebnisse und setzen diese um.

Schülerlernkontrolle

Die Schülerinnen und Schüler lösen einzeln oder gemeinsam die selbsterstellten Aufgaben. Sie unterstützen und helfen sich gegenseitig. Die Korrektur der Aufgaben muss durch die Lehrkraft erfolgen. Stellt sich heraus, dass einzelne Gruppen Schwierigkeiten beim Rechnen mit Geld haben, werden sie mit entsprechendem Selbstlernmaterial versorgt. Nach einer entsprechenden Erarbeitungs- und Übungsphase berichtigen sie die erstellten Aufgaben. Eine erneute Korrektur schließt sich an. Nur so kann die Weitergabe/Vermittlung falscher/unvollständiger Kenntnisse vermieden werden.

Planung der Weitergabe des Wissens

Da die Schülerinnen und Schüler in der zweiten Gruppenarbeit (Unterrichtsrunde; Mischgruppe) als Experten ihr Wissen an die neuen Gruppenmitglieder weitergeben sollen, müssen sie ihr weiteres Vorgehen gemeinsam planen. Sie müssen den methodischen Weg festlegen, geeignete Medien und zu lösende Aufgaben auswählen.

Unterrichtsrunde

Hier wird das Expertenwissen mit Hilfe des Blattes zur Gestaltung der Unterrichtsrunde weitergegeben (siehe „Hilfen für die Schülerinnen und Schüler zur Gestaltung der Unterrichtsrunde“, S. 194).

4.5.3 Evaluation eines Vorhabens zur Methode Lernen durch Lehren

Unter Evaluation versteht man das systematische Sammeln, Beschreiben, Auswerten und Bewerten von Daten für ein konkretes Vorhaben, mit dem Ziel die weitere Entwicklung zu planen und durchzuführen. Ausführliche Informationen zum Thema Evaluation befinden sich im Baustein „Software im Mathematikunterricht“ in dieser Handreichung.

Beschreibung des Vorhabens

In der Fachkonferenz wurde beschlossen, im nächsten fünften Jahrgang Lernen durch Lehren am Beispiel Währungen als Methode auszuprobieren. Nach der Durchführung der Unterrichtsreihe soll die Wirksamkeit der Methode überprüft werden. Dabei stehen folgende Ziele im Vordergrund:

- Die Schülerinnen und Schüler können sich selbstständig die Informationen zu einer Währung beschaffen und erarbeiten.
- Die Lernenden geben wesentliche Informationen zu einer Währung weiter.
- Die Schülerinnen und Schüler sind motiviert sich mit dem Thema auseinander zu setzen.
- Die Lehrerinnen und Lehrer agieren als Lernberater.

Qualitätsindikatoren:

- Selbstständigkeit stellen die Schülerinnen und Schüler unter Beweis, indem sie:
 - zu einer speziellen Währung recherchieren und
 - ein Informationsplakat mit den grundlegenden Informationen zu einer Währung erstellen.
- Die wesentlichen Informationen werden von den Schülerinnen und Schüler präzise formuliert, auf Nachfragen werden korrekte und konkrete Antworten. Die auf dem Plakat strukturiert dargestellten Inhalte sind verständlich und angemessen.

- Die von den Schülerinnen und Schülern erarbeiteten Aufgaben sind aus ihrem konkreten Lebensumfeld gewählt und auf die einzelnen Währungen spezifiziert. Durch die Beschäftigung mit dem Thema Währungen sind die Schülerinnen und Schüler in der Lage Aufgaben zu erstellen und die dazu gehörigen Lösungen in übersichtlicher Form den Klassenkameradinnen und -kameraden weiterzugeben.
- Die Lehrerinnen und Lehrer geben nach angemessener Vorbereitung den Lernprozess in die Hände der Schülerinnen und Schüler, indem sie:
 - die Phasen der Gruppenarbeit vorher zeitlich planen und den Zeitrahmen einhalten,
 - die Gruppenarbeit auf Anforderung der Lernenden beratend unterstützen,
 - die Ergebnisse in ihrer unterschiedlichen Form wertschätzen und nur sachliche/ inhaltliche Fehler korrigieren,
 - durch geeignete organisatorische Maßnahmen sicherstellen, dass die Auseinandersetzung mit und die Lösung der Aufgaben effektiv und durch die Selbstkontrolle richtig erfolgt.

Messverfahren:

Die/der Fachkonferenzvorsitzende führt mit den Kolleginnen und Kollegen ein Peer-group-Interview durch. Das Gleiche erfolgt mit einer ausgewählten Gruppe von Lernenden. Beide Interviews basieren auf gezielten Fragen und sind dadurch strukturiert (siehe „Fragen zum Peer-Group-Interview“, S. 195).

4.5.4 Beschreibung einer Fachkonferenz

Eingangsvoraussetzungen

Die Fachkonferenz Mathematik hat beschlossen, sich mit unterschiedlichen Formen des selbstverantwortlichen Lernens auseinander zu setzen. Um in kurzer Zeit mehrere Formen kennen zu lernen wurde vereinbart, dass sich die Fachkonferenz mit den folgenden vier Bereichen beschäftigt:

- Lernen durch Lehren
- Lernen an Lernstationen
- Selbsterstellte Textaufgaben
- Lernen mit Lernkarteien

Zielsetzungen

Die Lehrerinnen und Lehrer der Fachkonferenz lernen vier Methoden zur Initiierung des eigenverantwortlichen Lernens kennen. Durch die Mitarbeit in der so gestalteten Fachkonferenz erleben sie eine dieser Methoden. Sie werden dadurch in die Lage versetzt, diese Methode zu reflektieren und zu bewerten.

Möglicher Ablauf der Fachkonferenz

Phase 1:

In vier (drei) Arbeitsgruppen mit mindestens vier (drei) Teilnehmerinnen und Teilnehmer erarbeiten sich die Kolleginnen und Kollegen mit dem Material (siehe „Informationsblätter 1-4“, S. 173-179) die wesentlichen Inhalte einer Form des selbstverantwortlichen Lernens. Die Merkmale der erarbeiteten Methode werden auf einem Infoplatkat zusammengestellt. Beispielmateriale zu den Methoden wird eingesehen.

Phase 2:

Die Plakate werden im Raum an verschiedenen Stellen aufgehängt. Es werden neue Gruppen gebildet. In jeder Gruppe ist für jede Methode ein Experte. Anhand des er-

stellten Plakates erklärt dieser den Mitgliedern der neuen Gruppe seine Methode. Fragen dazu werden geklärt, eine Diskussion über Vor- und Nachteile der Methoden, sowie die Möglichkeiten des Einsatzes an der eigenen Schule wird initiiert. Nach zehn Minuten wechselt jede Gruppe zum nächsten Plakat. Als Ergebnis der Runde erstellt die Gruppe eine begründete Prioritätenliste (siehe „Prioritätenliste“, S. 182, welche Methode für den Einsatz an der Schule am ehesten oder am wenigsten geeignet ist.

Phase 3:

Im Plenum findet der Vergleich der Prioritätenlisten statt und eine gemeinsame Liste wird erarbeitet.

Phase 4:

Die Fachkonferenz beschließt, eine Methode des eigenverantwortlichen Lernens im Unterricht zu integrieren und im schulinternen Lehrplan festzuschreiben.

4.5.5 Material

Da innerhalb der Fachkonferenzarbeit nicht nur die Methoden theoretisch thematisiert, sondern auch konkret bei der Vorstellung der Methoden in der Fachkonferenz genutzt werden sollen, werden ähnliche Inhalte z. T. dreifach, je nach Adressatenbezug geändert, dargestellt. Zunächst wird eine Methode für den Leser der Handreichung innerhalb des Fließtextes beschrieben. Anschließend werden Materialien für die Lehrerinnen und Lehrer der Fachkonferenz angeboten. Als dritte Form werden Materialien für den späteren unterrichtlichen Einsatz aufgeführt, die z.T. auch wiederum die Methode für Schülerinnen und Schüler erläutern.

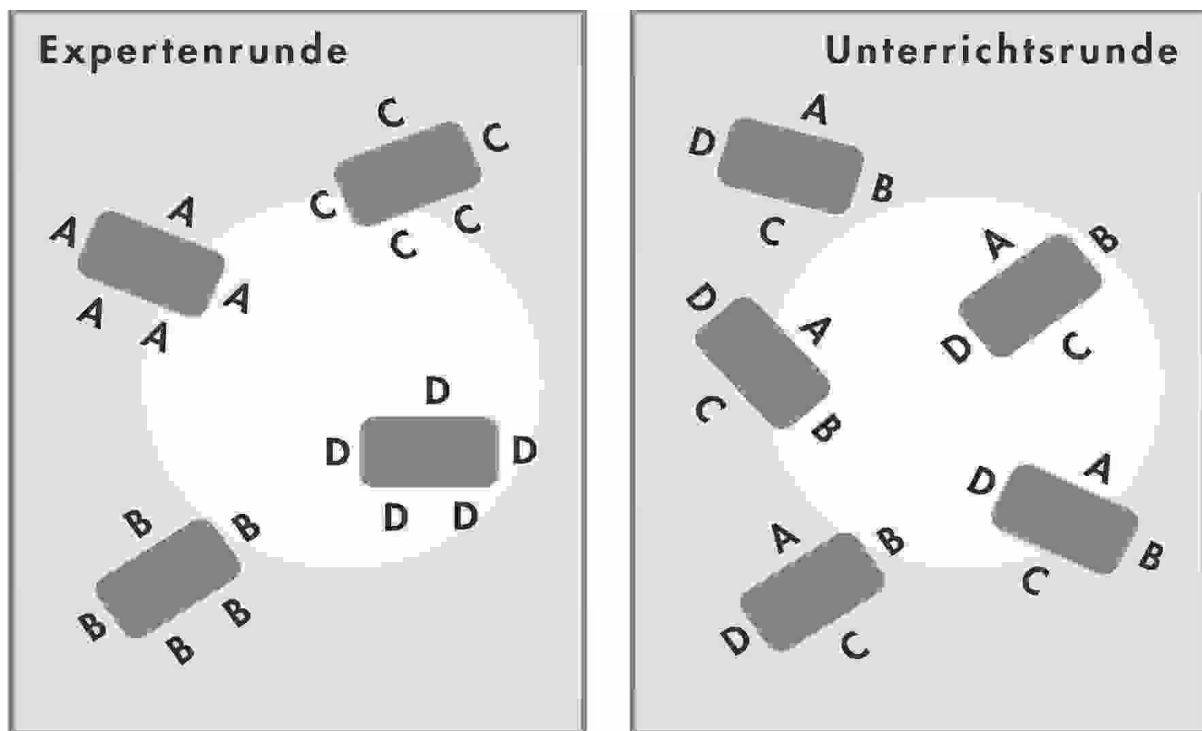
1. Übersichtsblatt zum Gruppenpuzzle
2. Informationsblatt für Gruppe 1: Lernen durch Lehren (Gruppenpuzzle)
3. Informationsblatt für Gruppe 2: Lernen durch Textproduktion
4. Informationsblatt für Gruppe 3: Stationenlernen
5. Informationsblatt für Gruppe 4: Lernen mit der Lernkartei
6. Arbeitsanweisungen für die Gruppenarbeit der Fachkonferenz
7. Vorbereitete Prioritätenliste
8. Materialien für die Unterrichtsreihe „Eigenschaften von Vierecken“
9. Materialien für die Lernsituation „Kennen lernen und Rechnen mit verschiedenen Währungen“
10. Materialien für die Evaluation

Übersichtsblatt zum Gruppenpuzzle

Jigsaw/ Gruppenpuzzle

(arbeitsteilige Gruppenarbeit - jede Gruppe hat gleich viele Mitglieder)

- Expertenrunde:** Jeder Schüler/ jede Schülerin bearbeitet die Aufgabenstellung.
Die Gruppenmitglieder vergleichen ihre Lösungen und klären Probleme.
Sie bereiten sich gemeinsam auf die zweite Runde vor, sie legen gemeinsam fest, wie z. B. den Mitschülern das erarbeitete Wissen vermittelt werden soll, was die anderen in ihr Heft notieren sollen, überlegen sich Kontrollfragen, legen Übungsaufgaben fest, bilden ähnliche neue Aufgaben, entscheiden sich für notwendige Hausaufgaben, erstellen ein Lernplakat, etc.
Jede Schülerin und jeder Schüler ist jetzt für ein Gebiet/einen Aufgabentyp Expertin bzw. Experte.



Verwirbelung mit Methode: Expertengruppen teilen sich nach einer Einarbeitungsphase auf mehrere Unterrichtsrunden auf und tragen ihr Wissen zusammen

- Unterrichtsrunde:** Es werden neue Gruppen gebildet.
In jeder Gruppe ist pro Gebiet/pro Aufgabentyp ein Experte vorhanden, der nun den andern Tischgruppenmitgliedern sein Wissen vermittelt, Erklärungen gibt, ihnen Kontrollfragen und Aufgaben stellt, diese kontrolliert und dafür verantwortlich ist, dass die Gruppenmitglieder lernen.

Informationsblatt für Gruppe 1: Lernen durch Lehren (Gruppenpuzzle)

Eine spezielle Form des Lernens durchs Lehren ist das sogenannte Jigsaw oder Gruppenpuzzle. Bei dieser Art des Gruppenunterrichts werden zwei Gruppenarbeitsphasen miteinander verknüpft. Insgesamt besteht das Gruppenpuzzle aus folgenden Elementen:

Vorbereitung:

Zunächst bereitet die Lehrerin bzw. der Lehrer das Material vor. Dazu wird der Stoff in fünf bzw. vier verschiedene Gebiete gegliedert. Für jedes dieser Teile wird Selbstlernmaterial zusammengestellt und außerdem werden den Gruppen klare Arbeitsanweisungen gegeben. Die Klasse wird in Gruppen von fünf bzw. vier Schülerinnen und Schülern pro Gruppe aufgeteilt. Die Anzahl ergibt sich aus der Klassengröße und der zu bearbeitenden Teilgebiete.

Expertenrunde:

- Qualifizierung zum Experten

Jedes Gruppenmitglied löst den gestellten Arbeitsauftrag zunächst in Einzelarbeit und bespricht sich dann in der Gruppe. Es ist auch möglich, gleich kooperativ zu arbeiten. Die Gruppenmitglieder unterstützen sich gegenseitig, um zu Experten für dieses Teilgebiet zu werden. Sie beantworten sich gegenseitig noch offene Fragen. Sie erstellen eine Dokumentation über das Teilgebiet und werden so zu Autoren ihres eigenen Lernmaterials. Kleine Tests und Fragen zur Selbstkontrolle zeigen ihnen, ob jedes Gruppenmitglied den Stoff dieser Expertenrunde beherrschen.

- Planung der Vermittlung des Expertenwissens

Danach planen die Schülerinnen und Schüler der Expertenrunde die Weitergabe des von ihnen erarbeiteten Wissens. Sie überlegen gemeinsam, wie sie effektiv ihr neues Wissen an die Klassenkameradinnen und -kameraden weitergeben können. Sie besprechen, welche Methoden und Medien sie einsetzen und wie sie die Zeit einteilen wollen. Sie erarbeiten Übungsaufgaben und Kontrollfragen, um überprüfen zu können, ob ihre Weitergabe des Wissens erfolgreich war. Dazu notieren sie jeweils die Lösungen bzw. Antworten. Es erscheint sinnvoll, dass diese durch die Lehrerin bzw. den Lehrer kontrolliert werden. Gemeinsam erfolgt dann, so notwendig, die Korrektur.

Durch die Expertinnen bzw. Experten ist die Lehrerin/der Lehrer nicht länger die einzige Fachautorität.

Unterrichtsrunde:

Die Schülerinnen und Schüler bilden neue Gruppen (Mischgruppen). Sie setzen sich nun aus je einem Vertreter jeder ersten Gruppe zusammen, der Expertin/dem Experten für ein bestimmtes Teilgebiet.

Jeder lehrt mit den besprochenen Methoden und Hilfsmitteln (Medien) das vorbereitete Thema. Jeder übernimmt für die Ergebnisse seiner ersten Gruppe die Verantwortung, da er allen neuen Gruppenmitgliedern diese darstellen, erklären und präsentieren muss. Durch die Resonanz und den Lernerfolg seiner Gruppenmitglieder erfährt jede Expertin/jeder Experten, inwieweit sie/er das Expertenwissen erfolgreich weitergeben konnte.

Informationsblatt für Gruppe 2: Lernen durch Textproduktion

1. Schüler schreiben selbst Textaufgaben

In allen Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I finden sich vielfältige Themenfelder in der Mathematik, bei denen Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben werden kann, selbst Textaufgaben zu schreiben. Sie werden durch die eigene Textproduktion motiviert **und** gleichzeitig wird ein tiefer gehendes Verständnis für die Strategie beim Lösen von Textaufgaben geschult.

Eigene Texte zu mathematischen Themen zu verfassen, bietet den Lernenden Zeit und Gelegenheit, eine Beziehung zwischen der Aufgabenstellung und ihrer eigenen Lebenswelt herzustellen. Jeder Lernende kann sich in seinem eigenen Tempo auf individuelle Weise der von ihm gewählten Problemstellung nähern, kann sich eigenständig mit dem Problem auseinandersetzen. Durch das Eindringen in die Fragestellung müssen sie die im Unterricht behandelten Thematiken quasi umkehren. Insofern stellt eine selbst entworfene Textaufgabe eine anspruchsvolle Leistung dar.

Schülerinnen und Schüler erwerben außerdem durch den selbstständigen, kreativen Umgang mit Texten die Fertigkeit, die Struktur einer Aufgabe zu erkennen und entsprechende Lösungsstrategien anzuwenden. Das Sachproblem der eigenen Aufgabe entspringt ihrer Lebenswelt, es ist ihnen demnach bekannt und stellt kein Hindernis beim Lösen dar. Das „Mathematikverstehen“ setzt ein.

Für den Lehrer/die Lehrerin bieten Textaufgaben von Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, sich über deren Lernstand, Wissenslücken und Verständnisprobleme zu informieren.

2. Schüler schreiben Textaufgaben zu einer Bilderfolge/ Bildergeschichte

Umfassender kann man die Arbeit mit Textaufgaben gestalten, wenn man den Schülerinnen und Schülern eine Bilderfolge oder eine Bildergeschichte vorgibt, die sie motiviert, mehrere zusammenhängende, zu den Bildern passende Aufgaben zu formulieren.

Diese Methode soll am Beispiel „Was kostet bzw. wie viel Zeitaufwand fordert mein Haustier“ erläutert werden, welches sich für den Einsatz in der Jahrgangsstufe 5 eignet.

Auf zwei DIN A3 Blättern werden zwei Bilderfolgen vorgegeben, die im Klassenraum aufgehängt werden (siehe Arbeitsblätter „Bilderfolgen für die Schülerinnen und Schüler“, S. Fehler! Textmarke nicht definiert.-Fehler! Textmarke nicht definiert.). Diese werden im Unterricht besprochen. Die Schülerinnen und Schüler bringen eigene Erfahrungen ein. Dies führt zu weiteren Aspekten der Haustierhaltung.

Die Lernenden erhalten eine Kopie der Bilderfolgen mit der Arbeitsanweisung, sich für ein Haustier ihrer Wahl zu entscheiden. Für dieses Tier sollen sie Kosten und Zeitaufwand ermitteln, Aufgaben bzw. eine Rechengeschichte formulieren und lösen. Dazu wird ihnen ausreichend Zeit für Erkundigungen, z. B. auch in Tierhandlungen, und Erstellung eingeräumt. Die vielfältigen Eigenteile bieten ausreichend Differenzierungsmöglichkeiten. Mögliche zusätzliche mathematische Inhalte fordern leistungsstarke Schülerinnen und Schüler.

Am Ende der Unterrichtsreihe hat jeder Lernende eine Mappe erstellt, die als Klassenarbeit gewertet werden kann.

Die Bildergeschichte führt zu folgenden mathematischen Inhalten:

- Schriftliche Grundrechenarten
- Rechnen mit Dezimalzahlen
- Rechnen mit Geldwerten, Zeiten und Gewichten
- evtl. Potenzen.

3. Schüler schreiben Rechengeschichten

Auch die Umkehrung, d. h. die Konstruktion eines passenden Textes zu einer vorgegebenen Rechnung fördert und fordert eigenständiges und eigenätiges Lernen.

Bei der Auswahl der Rechenaufgaben muss gewährleistet sein, dass die Schülerin und der Schüler eine realistische Geschichte schreiben kann. Gleichzeitig gilt es, im Unterricht die Geschichten auf inhaltliche Richtigkeit aus dem Sachzusammenhang heraus zu überprüfen.

$\frac{3}{4} \cdot 2 \frac{1}{2}$ ist eine typische Bruchrechenaufgabe im 6. Schuljahr. Diese Aufgabe in eine Geschichte zu kleiden, z. B. meine Mutter kauft zweieinhalb Meter Stoff und verbraucht drei viertel davon für mein Sitzkissen, fordert neben Rechenfertigkeiten auch tieferes Verständnis der Bruchrechnung. Diese Methode geplant im Unterricht einzusetzen ist mit etlichen Schulbuchaufgaben möglich.

Wenn den Schülerinnen und Schülern das Schreiben von Texten als Methode hinreichend bekannt ist, kann sie verwendet werden, damit die Lernenden sich neues mathematisches Wissen selbstständig erarbeiten.

Wenn sie Schülerinnen und Schüler erlernt haben die Gedanken zu versprachlichen und dies auf Sachaufgaben anwenden, erkennen sie, dass ein erlernter Algorithmus zur Lösung eines veränderten Sachzusammenhang nicht brauchbar ist. Die Versprachlichung ihrer Gedanken verhilft ihnen zur Lösung.

Zu mehreren Tabellen von proportionalen Zuordnungen haben die Lernenden Textaufgaben geschrieben.

MB	Minuten
650	25
1	0,04
700	26,92

Hierzu schreibt eine Schülerin: Mein Bruder hat sich eine neue CD gekauft, die ich für meine Freundin brennen möchte. Insgesamt befinden sich auf der CD 20 Songs mit einer Gesamtspieldauer von 74 Minuten. In 25 Minuten ist die CD fertig gebrannt. Für eine CD mit 700 MB braucht der Brenner 26,92 Minuten.

Nun erhalten die Lernenden die folgende Tabelle und sollen auch hierzu eine Textaufgabe formulieren.

MB /Minute	Brenndauer in Minuten
26	25
1	650
28	23,21

Werden die Lernenden dazu angehalten, hierzu eine ausführliche Rechengeschichte zu schreiben und jedes Teilstück ihrer Geschichte auf sachliche Richtigkeit zu überprüfen, werden sie erkennen, dass es nicht um eine proportionale Zuordnung handeln kann und schreiben z.B.:

Der alte Brenner meines Bruders brennt eine CD 26 MB pro Minuten. Mein neuer Brenner ist schneller. Also braucht er für dieselbe CD weniger Zeit. Er brennt die CD in 23,21 Minuten.

Informationsblatt für Gruppe 3: Lernen an Lernstationen

Stationenlernen² ist als Circuittraining im Sport seit langem bekannt. Lernen an Lernstationen ist eine Möglichkeit, Unterrichtsinhalte in selbstverantworteter Form zu vermitteln und den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, zunehmend die Fähigkeit zu entwickeln, selbstständig und zusammen mit andern Arbeitsergebnisse zu erzielen. Das Lernen an Lernstationen bietet sich auch in der Mathematik bei verschiedenen Themen/ Lernsituationen oder zum Wiederholen (z. B. in Klasse 9 als Vorbereitung für Eignungstests) an.

Beschreibung der Methode Stationenlernen

Beim Stationenlernen wird ein Thema in verschiedene, überschaubare Teilaspekte gegliedert, die die einzelnen Stationen darstellen. Die Unterrichtsinhalte werden also nicht zeitlich nacheinander, sondern gleichzeitig angeboten. Die Inhalte der verschiedenen Stationen dürfen nicht aufeinander aufbauen. Jedoch kann der Stationsbetrieb für mehrere Durchgänge angelegt sein. Die einzelnen Stationen können nach **Wahl- und Pflichtstationen** differenziert werden.

Während der Arbeit wechseln die Schülerinnen und Schüler die Stationen, bis sie alle Pflichtstationen durchlaufen haben. Ziel ist, sie zu befähigen, an den einzelnen Stationen selbstständig zu arbeiten.

Jede Station enthält neben dem **Arbeitsmaterial** alle notwendigen **Arbeitsanweisungen**. Diese sollten ohne Hilfe verständlich, altersgemäß und motivierend gestaltet sein und vielfältige Formen des Lernens, Übens und Wiederholens beinhalten.

Ein gut strukturiertes, vielseitiges Lernangebot entsprechend der Vorerfahrungen der Lernenden zu schaffen ist neben der Lernberatung während des Stationenlernens der Arbeitsschwerpunkt der Lehrerin/des Lehrers.

Die Anzahl der Lernstationen, das Anspruchsniveau, der Umfang, die Aufteilung in Pflicht- und Wahlstationen werden in Abstimmung auf die Lerngruppe entsprechend der Thematik festgelegt. In jedem Fall müssen so viele Arbeitsanweisungen und Arbeitsmaterialien zur Verfügung stehen, dass alle Schülerinnen und Schüler alleine, mit einem Lernpartner oder einer Gruppe über die gesamte festgelegte Lernzeit beschäftigt sind. Wo immer es möglich und sinnvoll ist, führen die Schülerinnen und Schüler eine **Selbstkontrolle** ihrer Arbeitsergebnisse z. B. durch eine ausliegende Musterlösung durch. Diese kann den kompletten Lösungsweg oder eine Anleitung zum Fehlerfinden enthalten.

Zu Beginn des Stationenlernens ist es erforderlich, den Schülerinnen und Schülern eine **Einführung** in die Arbeit zu geben: die einzelnen Stationen zu erklären und Arbeitsaufträge gemeinsam zu besprechen. Je häufiger Stationenlernen durchgeführt wird, desto weniger ausführlich kann die Einführung geschehen.

Nützlich hat sich auch der Aufbau einer **Hilfsstation** (mit leeren Blättern, Scheren, Klebe, Nachschlagewerken,...) erwiesen.

Jede Schülerin und jeder Schüler muss während des Stationenlernens ungestört arbeiten können. Deshalb empfiehlt es sich, einen gemeinsamen **Ordnungsrahmen** zu erarbeiten (Regeln über Mappenführung, Umgang mit dem Material, Ablauf, Regeln für das soziale Miteinander, z. B. „Bei Schwierigkeiten frage zuerst einen Mitschüler, bevor du dich an den Lehrer wendest.“).

¹ Lernen an Stationen, Lernzirkel, Stationenlernen werden häufig synonym verwandt, im Folgenden wird hauptsächlich der Begriff Stationenlernen benutzt.

Zur besseren Orientierung ist es günstig, den Termin, bis zu dem alle Pflichtaufgaben bearbeitet sein müssen, vorher festzulegen. Die Schülerinnen und Schülern benötigen **ausreichend** Zeit für die Bearbeitung der einzelnen Stationen, damit sie sich intensiv und ernsthaft mit der Problem-/ Aufgabenstellung auseinandersetzen können. Zeitdruck verführt zu einer Art „Lern-Zapping“, bei dem die Lernenden ohne viel Mühe einen Lern-Spot konsumieren und dann – wie mit Hilfe einer Fernbedienung – schnell in ein anderes Programm umschalten.

Die Arbeit an den Lernstationen wird begleitet durch einen **Laufzettel**, auf dem jede Station verzeichnet ist. Jeder Schüler notiert, wann er mit der Arbeit an einer Station begonnen, wann er sie beendet hat. Jeder Lerner hat die Möglichkeit, über das eigene Lernen Kommentare zu schreiben. Es handelt sich also um eine Planungshilfe für die Stationenarbeit, um eine Dokumentation des Arbeitsstandes und eine Hilfe zur Reflexion des eigenen Lernens. Für die Lehrerin/den Lehrer gibt der Laufzettel Auskunft über das Arbeitstempo, Interessen und Anspruchsniveau sowie Vermeidungsstrategien jedes einzelnen Lernenden.

Das Ende des Stationenlernens bildet ein **Abschlussgespräch**, bei dem Ergebnisse präsentiert und Erfahrungen besprochen werden.

Unterrichtliche Möglichkeiten von Stationenlernen

Die Lernenden entscheiden selbst, in welcher Reihenfolge sie die Stationen bearbeiten, sie bestimmen entsprechend ihrer Fähigkeiten das Lerntempo, sie entscheiden, ob sie Wahlstationen bzw. Wahlaufgaben für sich als wichtig erachten und bearbeiten wollen. Je nach Planung können sie auch die Sozialform bestimmen. Das setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler zumindest ansatzweise selbstständig arbeiten können, dass sie Arbeitsanweisungen verstehen und mit anderen zusammenarbeiten können.

Lernstationen bieten sich sowohl zum intensiven Üben schon erarbeiteter Inhalte als auch zur eng gelenkten Erarbeitung von Neuem an. Es können aber auch konstruktive, offene Aufgabenstellungen angeboten werden, wenn Schülerinnen und Schüler Erfahrungen mit eigenständigem Lernen und mit der Arbeit an Lernstationen haben. Durch die Möglichkeit, das Thema in verschiedene Schwierigkeitsstufen zu differenzieren, bzw. den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit zu geben, unterschiedliche Interessenschwerpunkte zu setzen, kann Stationenlernen immer offener gestaltet werden. Schülerinnen und Schüler können bei ausreichender Erfahrung Verbesserungsvorschläge für vorhandene Stationen machen, neue Stationen gestalten oder eigenständig einen Durchgang Stationenlernen für ihre Mitschülerinnen und Mitschüler entwickeln.

Stationenlernen muss zumindest am Anfang eng geführt sein. Es ist dann ein Lernen auf vom Lehrer vorgedachten Wegen. Selbstständiges Lernen darf sich langfristig aber nicht auf die Auswahl der Lernstationen, die Reihenfolge der Bearbeitung und die Wahl der Sozialform beschränken, sondern muss zunehmend auch die Freiheit in der Wahl von Lösungswegen anbieten.

Bei wiederholtem Einsatz der Methode müssen die Lernenden die Möglichkeit zur produktiven Mitgestaltung des eigenen Lernprozesses bzw. des Einschlagens eigener Lernwege erhalten. Dies gelingt nur, wenn die Lernstationen zunehmend offen gestaltet werden bzw. offene Aufgabenstellungen enthalten, um der Individualität des Lernens gerecht zu werden.

Informationsblatt für Gruppe 4: Lernen mit einer Lernkartei

Eine Methode, die sich in besonderer Weise zum eigenständigen und eigenverantwortlichen Lernen eignet, ist das von Sebastian Leitner entwickelte Lernen mit der Lernkartei. Ursprünglich für das Lernen von Vokabeln entwickelt, lässt sich diese Methode durchaus auf andere Fächer und Lernsituationen übertragen. Sie ist zur Verankerung von Wissen im Langzeitgedächtnis besonders geeignet.

Beschreibung der Methode

Zu einer Lernkartei gehören ein spezieller **Karteikasten** und eine größere Anzahl von passenden Karteikarten (beides kann man kaufen oder selbst erstellen).

Auf die Vorderseite der **Karteikarte** kommt immer eine eindeutige Frage/Aufgabe. Auf der Rückseite wird die Antwort/Lösung notiert. Auch Zeichnungen, Grafiken sind möglich. Lückentexte und sonstige Arbeitsaufgaben können aufgeschrieben werden. Wichtig ist, dass nur eine Information abgefragt wird, dass es eine eindeutige Entscheidung für richtige oder falsche Antwort gibt. Jede Karte muss für sich selbst sinnvoll sein, ein direkter Bezug auf die vorherige bzw. nachfolgende Karte ist, bedingt durch den Ablauf, nicht möglich.

Karteikarten für unterschiedliche Lerngebiete sollten durch unterschiedliche Farben, Symbole oder Abkürzungen vorne auf der Karte unterschieden werden.

Der Karteikasten besteht aus **fünf Fächern** unterschiedlicher Größe. Jedes Fach ist etwa doppelt so groß wie das vorhergehende. Das kleinste ist das erste Fach, das größte ist das letzte. Das bedeutet, dass es jeweils doppelt so lange dauert, bis das Fach voller Karteikarten ist und die enthaltenen Karten wiederholt werden.

Zur Arbeit mit der Lernkartei:

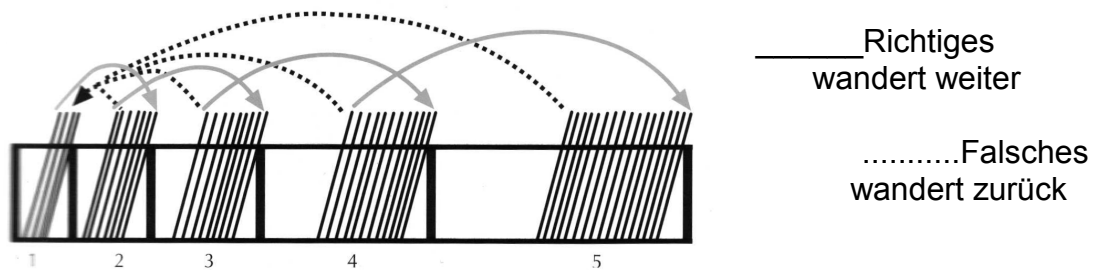
- Neue Karten kommen in das Fach 1 des Karteikastens.
- Am folgenden Tag werden diese Karten wiederholt, der Lerner liest die Vorderseite, beantwortet die Frage oder löst die Aufgabe und kontrolliert mit Hilfe der Rückseite die Richtigkeit. Bei einer richtigen Antwort wandert die Karte in Fach 2, immer **hinter** schon vorhandenen Karten. Jede falsch beantwortete Karte bleibt in Fach 1, ebenfalls hinten angestellt.
- Ist das Fach 2 fast voll oder sind die vordersten Karten schon mindestens drei Tage darin, so wiederholt man die vordere Hälfte der Karten im Fach 2. Damit man nicht zu schnell wiederholt, werden nur die vorderen (älteren) Karten bearbeitet. Jede richtig beantwortete Karte wandert in das Fach 3 hinter die schon vorhandenen Karten, jede falsch beantwortete landet wieder im Ausgangsfach (nach hinten).

Mit den Fächern 3 und 4 wird nach dem gleichen Prinzip verfahren:

Richtige Karten wandern ein Fach weiter und werden hinten eingeordnet, falsch beantwortete oder gelöste Aufgaben kommen zurück ins Ausgangsfach.

Aus Fach 5 werden die Karten bei richtiger Antwort aus dem Karteikasten entfernt, weil man nach lerntheoretischen Erkenntnissen davon ausgehen kann, dass sie fest im Langzeitgedächtnis verankert sind.

Die andern Karten wandern zum erneuten Lernen in das Ausgangsfach.



Der skizzierte Weg kann sich je nach zur Verfügung stehender Zeit und Intention über einen längeren Zeitraum (z. B. mehreren Wochen, ein Schuljahr oder die gesamte Sek. I) erstrecken. Wichtig und notwendig ist die **tägliche** oder zumindest **regelmäßige** Arbeit mit der Lernkartei.

In der Regel arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit der Lernkartei allein oder zusammen mit einem Lernpartner.

Bei der Einzelarbeit bearbeitet jeder Lerner die Kartei selbstständig. Er ist selbst für seinen Lernerfolg verantwortlich, denn er trifft die Entscheidung, ob die Karte weiter wandern darf oder zurück muss. Er entscheidet, wie lange er überlegt, wie viele neue Karten täglich hinzukommen und wie viele Karten bearbeitet werden. Die Verantwortung für die Lernintensität übernimmt die Schülerin/der Schüler bzw. das Lernteam.

Bei der Teamarbeit können sich die Schülerinnen und Schüler gegenseitig abhören, überprüfen und kontrollieren. Es wird außerdem die Ausdrucksfähigkeit geschult, denn der Lernpartner muss Frage und Antwort verstehen können.

Die Schülerinnen und Schüler lernen sorgfältig und gewissenhaft zu arbeiten. Ein fehlerhaftes Ausfüllen einer Karteikarte führt dazu, dass etwas Falsches gelernt wird (Kontrolle durch den Lehrer/die Lehrerin ist erforderlich).

Die Arbeit mit der Lernkartei verschafft dem Lerner durch das Verschieben der richtig beantworteten Karten nach hinten sichtbare, kurzfristige Erfolgserlebnisse. Jede/ jeder gewinnt einen Überblick, wie viel sie/er schon gelernt und wie gut sie/er gelernt hat.

Unterrichtliche Möglichkeiten im Mathematikunterricht

In Mathematik kann die Arbeit mit der Lernkartei sowohl in der Schule als auch zu Hause angewandt werden als

- Übkartei (z. B. Vorbereitung auf eine Klassenarbeit)
- Fehlerkartei (jeder grundlegende Fehler aus Hausaufgaben oder Klassenarbeiten wird korrigiert auf Karteikarten notiert)

Es gibt für den Mathematikunterricht fertige Lernkarteien, z. B. von AOL, MUED,....., die jedoch ein anderes Verständnis von Lernkartei zugrunde legen. Für das eigenständige individuelle Lernen ist es jedoch sinnvoll, wenn sich die Schülerin/der Schüler eine solche Lernkartei fortlaufend über den Unterricht der Sek. I hinweg selber erstellt. Die Lernkartei kann das übliche Regelheft ersetzen. Das hat den Vorteil, dass individuelle Fehler des Schülers mit aufgenommen werden können. So kann z. B. für einen in einer Hausaufgabe oder Arbeit gemachten Fehler eine spezielle Karte erstellt werden. Auf der Vorderseite wird die Aufgabe notiert oder der fehlerhaft angewandte Algorithmus als Fehler gekennzeichnet, auf der Rückseite wird die Lösung vermerkt. Dabei wird in der richtigen Darstellung die Stelle unterstrichen, an der der Fehler gemacht wurde.

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

Arbeitsauftrag zur Vorbereitung

Im Folgenden werden zu vier Methoden des eigenständigen Lernens Gruppenarbeiten durchgeführt. Lesen Sie sich die Liste der Themen durch und entscheiden Sie sich für eine Gruppe. Dabei ist zu beachten, dass die Gruppen gleich groß sein sollen. Die vier Methoden sind:

- Lernen durch Lehren
- Lernen an Lernstationen
- Selbsterstellte Textaufgaben
- Lernen mit Lernkarteien

Arbeitsaufträge für die Expertenrunde

- a) Bearbeiten Sie zunächst das beiliegende Infoblatt und halten Sie schriftlich die wesentlichen Inhalte und Kennzeichen der von Ihnen gewählten Methode fest.
- b) Besprechen Sie in der Gruppe Ihre Notizen und erstellen Sie dazu ein Infoplatkat. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile dieser Methode, benutzen Sie für Ihre Überlegungen das Unterrichtsbeispiel. Überlegen Sie gemeinsam den Einsatz an Ihrer Schule. Halten Sie die Ergebnisse schriftlich fest.
- c) Jeder Einzelne von Ihnen ist nun Experte für diese von Ihnen gewählte Methode. Sie sollen anschließend Ihren Kolleginnen und Kollegen diese Methode erläutern. Überlegen Sie sich gemeinsam, wie Sie das effektiv an Hand des Plakates vornehmen können.

Arbeitsauftrag für Unterrichtsrunde

- a) In einer neuen Gruppenarbeit treffen Sie mit jeweils einem Experten/einer Expertin zu den anderen Methoden zusammen. Jeder von Ihnen stellt als Experte die ausgewählte Methode vor.
- b) Diskutieren Sie in dieser Gruppe die Vor- und Nachteile bzw. die Einsatzmöglichkeiten an der eigenen Schule.
- c) Erstellen Sie eine Prioritätenliste, welche Methode für den Unterricht an Ihrer Schule geeignet ist. Füllen Sie entsprechend Ihren Vorstellungen die vorbereitete Prioritätenliste aus.

Prioritätenliste

	Methode	Begründung für den Rangplatz	Einsatzmöglichkeiten
1.			
2.			
3.			
4.			

Materialien für die Unterrichtsreihe „Eigenschaften von Vierecken“

Einführung für die Schülerinnen und Schüler (FOLIE)

Geometrische Formen begegnen einem überall. Ihre Formen unterscheiden und beschreiben zu können und ihre Namen zu kennen, ist eine elementare geometrische Fertigkeit. In dieser Gruppenarbeit sollen dir verschiedene Vierecke und ihre Eigenschaften näher gebracht werden.

Nach dieser Gruppenarbeit sollte es dir möglich sein, deinen Freunden oder Eltern die verschiedenen Vierecke zu erklären.

Im Folgenden werden zu fünf verschiedenen Vierecken Gruppenarbeiten durchgeführt. Entscheide dich anhand der Liste für ein Viereck.

Gruppe 1 Parallelogramm

Gruppe 2 Drachen

Gruppe 3 Raute

Gruppe 4 symmetrisches Trapez

Gruppe 5 allgemeines Trapez

Arbeitsplan für die Schülerinnen und Schüler:

Die fünf Vierecke und ihre Eigenschaften werden von je einer Schülergruppe erarbeitet. Nachdem die gleich großen Gruppen eingeteilt worden sind, gehen wir in vier Stufen vor.

1. Vorbereitung

Jede/jeder von euch beschäftigt sich zunächst allein an Hand eines Informationsblattes mit dem von ihr/ihm gewählten Viereck. Die Eigenschaften, die ihr herausfinden sollt, findet ihr durch Messen und Vergleichen. Selbstverständlich sollt ihr euch gegenseitig unterstützen und helfen.

2. Expertenrunde

Besprecht eure zusammengetragenen Informationen über das von euch gewählte Viereck. Klärt offen gebliebene Fragen. Führt die Kontrolle eurer Ergebnisse durch.

Erstellt gemeinsam ein Lernplakat, das wir zum Abschluss in die Klasse hängen können. Stellt dazu euer Viereck aus einem farbigen DIN A4 Papier her und klebt es auf den Plakatkarton. Beschriftet das Viereck vollständig und notiert auch alle Eigenschaften.

Im Anschluss löst dann bitte gemeinsam die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle, die ich anschließend korrigiere.

3. Planung der Weitergabe des Wissens

Jeder von euch soll in der nächsten Runde in einer neuen Gruppe unwissende Mitschüler über „euer“ Viereck informieren. Wie ihr das jeweils macht, welche Hilfsmittel ihr einsetzen wollt, aber auch welche Aufgaben eure Mitschülerinnen und Mitschüler lösen müssen, das sollt ihr euch in dieser Phase überlegen und aufschreiben. Für die Übungsaufgaben sollen Musterlösungen erstellt werden. Als Hilfe für diese Arbeit dient euch das Blatt „Wie vermittele ich mein Wissen den anderen Schülern“.

4. Unterrichtsrunde

Nun kommt das Wichtigste: In einer neuen Gruppenzusammensetzung ist jeder allein der Experte für das von euch gewählte Viereck und unterrichtet die Mitschüler. Ihr unterstützt sie auch, wenn sie Fragen bei der Lösung eurer gestellten Aufgaben haben.

Im Anschluss an diese Unterrichtsrunde schreibt die vom Lehrer erstellte Lernkontrolle.

Viel SPASS !

Hilfen für die Schülerinnen und Schüler zur Gestaltung der Unterrichtsrunde

Wie vermittele ich mein Wissen den anderen Schülerinnen und Schülern?

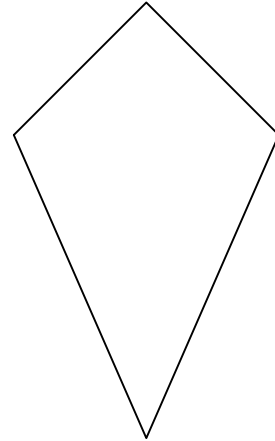
Die Weitergabe von Wissen ist nur dann erfolgreich, wenn sie zielgerichtet und geplant erfolgt. Ungeordnetes Vorgehen benötigt zu viel Zeit und das Lernen wird erschwert. Hier findest du deshalb einen Vorschlag für die Weitergabe deines Wissens zu den Vierecken.

1. Übersicht
Teile zunächst den Mitschülerinnen und Mitschülern mit, welches Viereck du ihnen erklären willst.
2. Veranschaulichung
Jetzt veranschauliche deinen Mitschülerinnen und Mitschülern deine Informationen über die Eigenschaften des von dir vorgestellten Vierecks. Zeige ihnen z. B. die Symmetrieachse oder das Symmetriezentrum, weise sie auf gleich große Winkel oder gleich lange Seiten hin.
3. Erarbeitung
Damit deine Mitschülerinnen und Mitschüler das Gehörte auch erarbeiten und lernen können, stelle ihnen verschiedene Aufgaben, z. B.
 - Zeichne verschiedene Vielecke (Dreiecke, Vierecke, Fünfecke....) auf und lasse die Vierecke herausfinden und begründen, warum es Vierecke sind.
 - Zeichne verschiedene Vierecke auf und lasse dein spezielles Viereck herausfinden. Lasse begründen, warum es sich um dieses Viereck handelt.
 - Lasse deine Gruppenmitglieder selbst Vierecke zeichnen, beschriften und begründen, warum es sich um ein Viereck bzw. um das spezielle Viereck handelt.
4. Rückmeldung
Gib jedem in deiner Gruppe die Möglichkeit, Fragen zu stellen. Erkläre die angesprochenen Dinge so oft wie nötig. Achte darauf, dass du alle Fragen ernst nimmst und freundlich beantwortest. Es gibt keine dummen Fragen.
5. Zusammenfassung
Wenn du alle Fragen beantwortest und alle deine Aufgaben bearbeitet hast, wiederhole noch einmal alle wichtigen Dinge. Benutze dazu auch das Plakat, das deine erste Gruppe erstellt hat.

Arbeitsblätter für die Expertenrunde

Expertenrunde: Vierecke/ Drachen

Das Viereck, für das du dich entschieden hast, heißt Drachen.
Mit dieser Figur sollst du dich jetzt intensiv beschäftigen. Arbeite zunächst allein, berate dich dann mit den andern Gruppenmitgliedern.



Aufgabe: Untersuche das Viereck auf seine Eigenschaften.

1. Wie kann man die Figur beschreiben?
 - Welche Eigenschaften hat sie?
 - Miss Seitenlängen, Winkelgrößen, Länge der Diagonalen.
 - Benutze Fachausdrücke wie parallel, senkrecht, gleich groß, gleich lang usw.
 - Ist das Viereck achsensymmetrisch? Wie viele Symmetrieachsen gibt es?
 - Ist das Viereck punktsymmetrisch? Wo liegt das Symmetriezentrum?

Schreibe die gefundenen Eigenschaften für den Drachen auf.
Beschrifte den Drachen vollständig.
Zeichne weitere Drachen.

Damit ihr sicher sein könnt, dass ihr auch alle Eigenschaften des Drachens gefunden habt, vergleicht mit dem Schulbuch³ oder lasst eure Ergebnisse vom Lehrer kontrollieren.

Jeder von euch ist nun Experte für den Drachen.

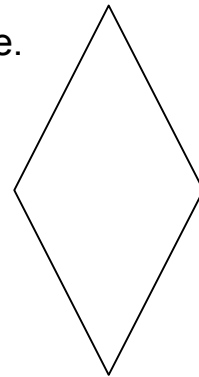
2. Erstellt zum Drachen ein **Lernplakat**, das wir anschließend in die Klasse hängen können.
3. Löst die folgenden Aufgaben und gebt sie zum Korrigieren ab.
 - a) Arbeitsblatt
 - b) S.73 Aufgabe 8 und 9
 - c) S.74 Aufgabe 12, 14, 15
4. Bereitet euch gemeinsam auf die folgende Unterrichtsrunde vor. Beachtet dabei die Hilfen zur Gestaltung einer Unterrichtsrunde.

³ Querschnitt Mathematik 7. Realschule. Dietrich Kahle u.a. (Hg.). Braunschweig: Westermann, 2000.

Arbeitsblätter für die Expertenrunde

Expertenrunde: Vierecke/ Raute

Das Viereck, für das du dich entschieden hast, heißt Raute. Mit dieser Figur sollst du dich jetzt intensiv beschäftigen. Arbeite zunächst allein, berate dich dann mit den andern Gruppenmitgliedern.



Aufgabe: Untersuche das Viereck auf seine Eigenschaften.

1. Wie kann man die Figur beschreiben ?
 - Welche Eigenschaften hat sie?
 - Miss Seitenlängen, Winkelgrößen, Länge der Diagonalen.
 - Benutze Fachausdrücke wie parallel, senkrecht, gleich groß, gleich lang usw.
 - Ist das Viereck achsensymmetrisch? Wie viele Symmetrieachsen gibt es?
 - Ist das Viereck punktsymmetrisch? Wo liegt das Symmetriezentrum?

Schreibe die gefundenen Eigenschaften für die Raute auf.
Zeichne weitere Rauten.

Damit ihr sicher sein könnt, dass ihr auch alle Eigenschaften der Raute gefunden habt, vergleicht mit dem Schulbuch⁴ oder lasst eure Ergebnisse vom Lehrer kontrollieren.

Jeder von euch ist nun Experte für die Raute.

2. Erstellt zur Raute ein **Lernplakat**, das wir anschließend in die Klasse hängen können.
3. Löst die folgenden Aufgaben und gebt sie zum Korrigieren ab.
 - a) Arbeitsblatt
 - b) S. 73 Aufgabe 11
 - c) S. 74 Aufgabe Nr. 17a
 - d) S. 77 Aufgabe 35
4. Bereitet euch gemeinsam auf die folgende Unterrichtsrunde vor. Beachtet dabei die Hilfen zur Gestaltung einer Unterrichtsrunde.

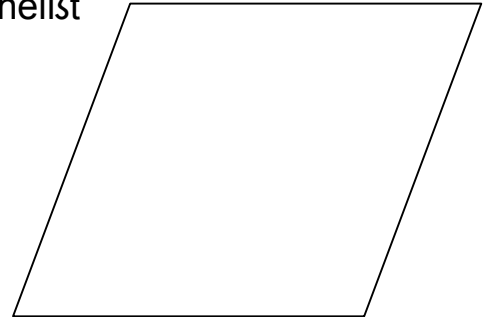
⁴ Querschnitt Mathematik 7. Realschule. Dietrich Kahle u.a. (Hg.). Braunschweig: Westermann, 2000.

Arbeitsblätter für die Expertenrunde

Expertenrunde: Vierecke/ Parallelogramm

Das Viereck, für das du dich entschieden hast, heißt Parallelogramm.

Mit dieser Figur sollst du dich jetzt intensiv beschäftigen. Arbeite zunächst allein, berate dich dann mit den andern Gruppenmitgliedern.



Aufgabe: Untersuche das Viereck auf seine Eigenschaften.

1. Wie kann man die Figur beschreiben?
 - Welche Eigenschaften hat sie?
 - Miss Seitenlängen, Winkelgrößen, Länge der Diagonalen.
 - Benutze Fachausdrücke wie parallel, senkrecht, gleich groß, gleich lang usw.
 - Ist das Viereck achsensymmetrisch? Wie viele Symmetrieachsen gibt es?
 - Ist das Viereck punktsymmetrisch? Wo liegt das Symmetriezentrum?

Schreibt die gefundenen Eigenschaften für das Parallelogramm auf.

Beschrifte das Parallelogramm vollständig.

Zeichne weitere Parallelogramme.

Damit ihr sicher sein könnt, dass ihr auch alle Eigenschaften des Drachens gefunden habt, vergleicht mit dem Schulbuch⁵ oder lasst eure Ergebnisse vom Lehrer kontrollieren.

Jeder von euch ist nun Experte für das Parallelogramm.

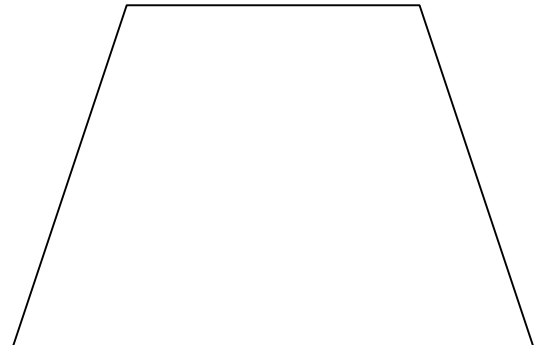
2. Erstellt zum Parallelogramm ein **Lernplakat**, das wir anschließend in die Klasse hängen können.
3. Löst die folgenden Aufgaben und gebt sie zum Korrigieren ab.
 - a) S.76 Aufgabe 27, 28
 - b) S.77 Aufgabe 31, 32
4. Bereitet euch gemeinsam auf die folgende Unterrichtsrunde vor. Beachtet dabei die Hilfen zur Gestaltung einer Unterrichtsrunde.

⁵ Querschnitt Mathematik 7. Realschule. Dietrich Kahle u.a. (Hg.). Braunschweig: Westermann, 2000.

Arbeitsblätter für die Expertenrunde

Expertenrunde: Vierecke/symmetrisches Trapez

Das Viereck, für das du dich entschieden hast, heißt symmetrisches Trapez. Mit dieser Figur sollst du dich jetzt intensiv beschäftigen. Arbeite zunächst allein, berate dich dann mit den andern Gruppenmitgliedern.



Aufgabe: Untersuche das Viereck auf seine Eigenschaften.

1. Wie kann man die Figur beschreiben?

- Welche Eigenschaften hat sie?
- Miss Seitenlängen, Winkelgrößen, Länge der Diagonalen.
- Benutze Fachausdrücke wie parallel, senkrecht, gleich groß, gleich lang usw.
- Ist das Viereck achsensymmetrisch? Wie viele Symmetrieachsen gibt es?
- Ist das Viereck punktsymmetrisch? Wo liegt das Symmetriezentrum?

Schreibt die gefundenen Eigenschaften für das symmetrische Trapez auf.

Beschrifte das Trapez vollständig.

Zeichne weitere symmetrische Trapeze.

Damit ihr sicher sein könnt, dass ihr auch alle Eigenschaften des symmetrischen Trapezes gefunden habt, vergleicht mit dem Schulbuch⁶ oder lasst eure Ergebnisse vom Lehrer kontrollieren.

Jeder von euch ist nun Experte für das symmetrische Trapez.

2. Erstellt zum symmetrischen Trapez ein **Lernplakat**, das wir anschließend in die Klasse hängen können.
3. Löst die folgenden Aufgaben und gebt sie zum Korrigieren ab.
S.75 Aufgabe 21, 22, 23, 24
4. Bereitet euch gemeinsam auf die folgende Unterrichtsrunde vor. Beachtet dabei die Hilfen zur Gestaltung einer Unterrichtsrunde.

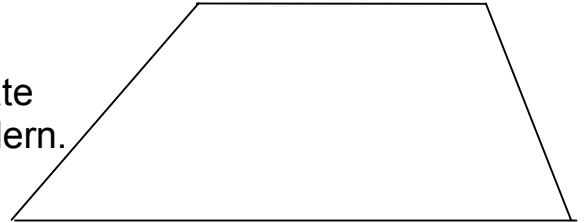
⁶ Querschnitt Mathematik 7. Realschule. Dietrich Kahle u.a. (Hg.). Braunschweig: Westermann, 2000.

Arbeitsblätter für die Expertenrunde

Expertenrunde: Vierecke/allgemeines Trapez

Das Viereck, für das du dich entschieden hast, heißt (allgemeines) Trapez.

Mit dieser Figur sollst du dich jetzt intensiv beschäftigen. Arbeite zunächst allein, berate dich dann mit den andern Gruppenmitgliedern.



Aufgabe: Untersuche das Viereck auf seine Eigenschaften.

1. Wie kann man die Figur beschreiben ?

- Welche Eigenschaften hat sie?
- Miss Seitenlängen, Winkelgrößen, Länge der Diagonalen.
- Benutze Fachausdrücke wie parallel, senkrecht, gleich groß, gleich lang usw.
- Ist das Viereck achsensymmetrisch? Wie viele Symmetrieachsen gibt es?
- Ist das Viereck punktsymmetrisch? Wo liegt das Symmetriezentrum?

Schreibt die gefundenen Eigenschaften für das allgemeine Trapez auf.

Beschrifte das Trapez vollständig.

Zeichne weitere Trapeze.

Damit ihr sicher sein könnt, dass ihr auch alle Eigenschaften des Drachens gefunden habt, vergleicht mit dem Schulbuch⁷ oder lasst eure Ergebnisse vom Lehrer kontrollieren.

Jeder von euch ist nun Experte für das allgemeine Trapez.

2. Erstellt für das allgemeine Trapez ein Lernplakat, das wir anschließend in die Klasse hängen können.
3. Löst die folgenden Aufgaben und gebt sie zum Korrigieren ab.
S.75 Aufgabe 21
S.81 Aufgabe 48 und 50
4. Bereitet euch gemeinsam auf die folgende Unterrichtsrunde vor. Beachtet dabei die Hilfen zur Gestaltung einer Unterrichtsrunde.

⁷ Querschnitt Mathematik 7. Realschule. Dietrich Kahle u.a. (Hg.). Braunschweig: Westermann, 2000.

Materialien für die Lernsituation Währungen

Einführung für die Schülerinnen und Schüler

Kenntnisse über verschiedene Währungen und der Umgang mit ihnen sind wichtig in der heutigen Zeit, in der Europa und die Welt immer mehr zusammenrückt. Sie können dir in vielen Situationen nützlich sein. Mit dieser Gruppenarbeit sollen dir verschiedene Währungen unter anderem auch der EURO näher gebracht werden.

Nachdem diese Gruppenarbeit beendet ist, sollte es dir möglich sein, deinen Freunden oder Eltern zu erklären, welche Währung man in fünf verschiedenen Staaten benutzt und wie man mit ihnen rechnet.

Im Folgenden werden zu vier verschiedenen Staaten und zum EURO Gruppenarbeiten durchgeführt. Lies die Liste und entscheide dich für eine Währung.

Gruppe 1 EURO

Gruppe 2 Kroatien

Gruppe 3 Polen

Gruppe 4 Türkei

Gruppe 5 Portugal

Arbeitsplan für die Schülerinnen und Schüler:

Die fünf Währungen werden von je einer Schülergruppe erarbeitet. Dabei gehen wir in vier Stufen vor.

1. Vorbereitung

Du besorgst dir Informationen über die gewählte Währung. Die Informationen, die du einholen musst, ergeben sich aus dem von uns erstellten Mind-Map. Vielleicht kannst du auch über das Internet Kontakt mit Schulen der entsprechenden Länder aufnehmen. Dafür hast du eine Woche Zeit.

2. Expertenrunde

Besprecht die zusammengetragenen Informationen über „eure“ Währung. Klärt offen gebliebene Fragen. Füllt dann das beiliegende Informationsblatt für eure Mitschüler aus.

Im Anschluss löst dann bitte die Aufgaben der Schüler-Lernkontrolle. Wenn ihr die Aufgaben nicht lösen könnt oder sie falsch gelöst habt, nehmt euch die Lernkartei zum Rechnen mit Geld/Dezimalzahlen und bearbeitet sie.

3. Planung der Weitergabe des Wissens

Versetzt euch in die folgende Situation: Ihr befindet euch in dem Land, für dessen Währung ihr die Experten seid. Ihr geht Einkaufen, macht Ausflüge, wechselt Geld usw.

In diesen und in vielen anderen Situationen müsst ihr im Umgang mit dem entsprechenden Geld fit sein. Beschreibt solche Situationen und formuliert für eure Mitschüler, die sich daraus ergebenden Aufgaben. Jeder von euch soll fünf Aufgaben erstellen und lösen. Besprecht die Aufgaben und Lösungen und gebt sie zur Kontrolle ab.

4. Unterrichtsrunde

Nun kommt das Wichtigste: in einer neuen Gruppenzusammensetzung bist du der Experte für die von dir gewählte Währung und unterrichtest deine Mitschüler. Du unterstützt sie auch, wenn sie Fragen bei der Lösung eurer erstellten Aufgaben haben. Als Hilfe für diese Arbeit dient euch das Blatt „Wie vermittele ich mein Wissen den anderen Schülern“.

Im Anschluss an diese Unterrichtsrunde schreibt die vom Lehrer erstellte Lernkontrolle.

Viel Spaß!

Informationsblatt - in der Expertenrunde ausfüllen

Thema: Wir rechnen mit Geld

Arbeitsblatt Nr. 1: Wir lernen verschiedene Währungen kennen -

Namen: _____

Arbeitsgruppe: _____

Wir untersuchen die Währung (des Staates) _____

1. Die Einheiten des Geldes sind

Man benutzt folgende Abkürzungen:

2. Für die Einheiten gilt folgender Zusammenhang:

3. Es gibt folgende Münzen und folgende Geldscheine:

Münzen:

Geldscheine:

4. Für eine DM bekommt man _____

Für Tausend _____ bekommt man _____ DM

Hilfen für die Schülerinnen und Schüler zur Gestaltung der Unterrichtsrunde

Wie vermittele ich mein Wissen den anderen Schülerinnen und Schülern?

Die Weitergabe von Wissen ist nur dann erfolgreich, wenn sie zielgerichtet und geplant erfolgt. Ungeordnetes Vorgehen benötigt zu viel Zeit und das Lernen wird erschwert. Hier findest du deshalb einen Vorschlag für die Weitergabe deines Wissens zu den Währungen.

1. Übersicht

Teile zunächst den Mitschülerinnen und Mitschülern mit, welche Währung du ihnen erklären willst und zu welchem Land sie gehört. Gib an, wie man das Geld nennt und ob Besonderheiten bestehen.

2. Veranschaulichung

Jetzt veranschauliche deinen Mitschülerinnen und Mitschülern deine Informationen. Zeige ihnen im Atlas wo das Land liegt. Geldscheine und Münzen des Landes (oder entsprechende Kopien davon) solltest du zeigen und bewundern lassen. Erläutere an einer Umrechnungstabelle den Zusammenhang mit der DM. An Werbeprospekten kannst du am besten Preise für bestimmte Dinge in dem Land den anderen näher bringen.

3. Erarbeitung

Damit deine Mitschülerinnen und Mitschüler das Gehörte auch erarbeiten und Lernen können, stelle ihnen verschiedene Aufgaben, z. B.

- Du hast 100 DM, Euro etc., nenne verschiedene Arten wie das Geld gestückt sein kann?
- Du musst 58,75 DM, Euro etc. bezahlen, wie viel bekommst du zurück? Welche Münzen oder Scheine sind dabei möglich?
- Entwerfe für deine Gruppenmitglieder einen Einkaufszettel mit den entsprechenden Preisen. Lass sie ausrechnen, wie viel sie bezahlen müssen.
- Du willst 110 DM umtauschen, wie viel Euro etc. bekommst du dafür? Wie viel, wenn du dreifach so viel Geld umtauschst?
- Ihr unternimmt einen Ausflug mit einer Gruppe, dabei ergeben sich durch Fahrpreise, Eintrittsgelder etc. bestimmte Kosten. Wie viel müssen alle zusammen, wie viel jeder Einzelne bezahlen? Wie verteuert sich der Ausflug für jeden, wenn drei Schüler nicht mitfahren?
- Lasse deine Gruppenmitglieder selbst Einkaufsgeschichten erstellen und lösen.

4. Rückmeldung

Gib jedem in deiner Gruppe die Möglichkeit, Fragen zu stellen. Erkläre die angesprochenen Dinge so oft wie nötig. Achte darauf, dass du alle Fragen ernst nimmst und freundlich beantwortest. Es gibt keine dummen Fragen.

5. Zusammenfassung

Wenn du alle Fragen beantwortest hast und alle deine Aufgaben bearbeitet haben, wiederhole noch einmal alle wichtigen Dinge. Benutze dazu auch das Plakat, das deine erste Gruppe erstellt hat.

Fragen zum Peer-Group-Interview

Unter einem Peergruppen-Interview versteht man, dass in einem Gespräch mit einer repräsentativen Gruppe der Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Wirksamkeit der Fortbildung/des Unterrichts ermittelt wird. Dieses muss strukturiert sein und sollte maximal fünf Fragen beinhalten.

Fragen für das Interview zur Evaluation eines Vorhabens zur Methode Lernen durch Lehren:

Fragen für die Lehrenden:

Wenn Sie dieselbe Unterrichtsreihe noch einmal durchführen sollten, was sollte dann

- im Bereich der Vorbereitung anders erfolgen?.
- im Bereich der Anleitung zur selbstständigen Arbeit anders erfolgen?
- im Bereich des Übens anders erfolgen?
- Bei der Zeiteinteilung anders erfolgen?

Wenn Sie mit dem Ergebnis der Unterrichtsreihe wenig oder gar nicht zufrieden waren, was sollte dann aus Ihrer Sicht vorrangig geändert werden?

Fragen für die Lernenden:

Ihr habt im Unterricht selbstständig gearbeitet

- Was hast du dabei Neues gelernt?
- Was kannst du jetzt besser als vorher?
- Gab es in deiner Arbeitsgruppe Schwierigkeiten, wenn ja welche?
- Was hat dir Spaß gemacht?
- Was hat dir nicht gefallen?

4.6 Lernen durch Textproduktion

Eine Möglichkeit, die Schülerinnen und Schüler für die Arbeit mit und an Textaufgaben zu motivieren **und** gleichzeitig ein tiefergehendes Verständnis für die Strategie beim Lösen von Textaufgaben zu schulen, beinhaltet die Methode, Schülerinnen und Schüler selbst Texte schreiben zu lassen. Eigene Texte zu mathematischen Themen zu verfassen, bietet den Lernenden Zeit und Gelegenheit, eine Beziehung zwischen der Aufgabenstellung und ihrer eigenen Lebenswelt herzustellen. Jeder Lernende kann sich in seinem eigenen Tempo, auf individuelle Weise der von ihm gewählten Problemstellung nähern, kann sich eigenständig mit dem Problem auseinandersetzen. Durch das Eindringen in die Fragestellung müssen sie die im Unterricht behandelten Thematiken quasi umkehren. Insofern stellt eine selbst entworfene Textaufgabe eine anspruchsvolle Leistung dar.

Schülerinnen und Schüler erwerben außerdem durch den selbstständigen, kreativen Umgang mit Texten die Fertigkeit, die Struktur einer Aufgabe zu erkennen und entsprechende Lösungsstrategien anzuwenden. Das Sachproblem der eigenen Aufgabe entspringt ihrer Lebenswelt, es ist ihnen demnach bekannt und stellt kein Hindernis beim Lösen dar. Das „Mathematikverstehen“ setzt ein (vgl. Schüler schreiben Textaufgaben, Mathematiklehren, Heft 68, S.16). Die Erfahrungen haben gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler über die eigene Gestaltung von Textaufgaben generell sicherer beim Lösen von Textaufgaben werden und eine bessere Fähigkeit entwickeln, Sachprobleme aus der Umwelt zu mathematisieren und zu lösen.

In allen Jahrgangsstufen der Sekundarstufe I finden sich vielfältige Themenfelder, den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, selbst Textaufgaben zu schreiben. Es werden einzelne Beispiele aus unterschiedlichen Klassenstufen im Materialteil aufgezeigt.

Die von den Lernenden erstellten Aufgaben thematisieren in der Regel ein für Schüler interessantes Feld, sind häufig witzig formuliert. Die Motivation, sich mit eigenen Aufgaben zu beschäftigen, ist deutlich höher als bei traditionellem Umgang mit Textaufgaben. Erfahrungen zeigen, dass die Erstellung und das Lösen eigener Textaufgaben den Schülerinnen und Schülern Spaß macht. Sie geben wichtige Erkenntnisse über Mitschüler/Mitschülerinnen bzw. stellen Gegebenheiten aus ihrem Alltag dar.

Für die Lehrerin und den Lehrer bieten Textaufgaben von Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich über den Lernstand, Wissenslücken und Verständnisprobleme zu informieren, da durch die Verlangsamung und Vertiefung des Lösungsprozesses sowohl die Qualitäten als auch die Defizite besser erkennbar werden.

Durch die Schülertexte wird die Mathematiklehrerin/der Mathematiklehrer intensiv mit unterschiedlichen sprachlichen Defiziten konfrontiert. Hier bietet sich die Zusammenarbeit mit der Deutschlehrerin/dem Deutschlehrer an. Trotzdem müssen diese Probleme im Mathematikunterricht thematisiert werden. Dies gilt besonders dann, wenn z.B. Kinder mit Migrationshintergrund oder mit einer Lese-Rechtschreib-Schwäche ihr mathematisches Wissen, ihren Lernprozess sprachlich nicht adäquat umsetzen können. Damit entsteht auch im Fach Mathematik eine Chance, in diesem Feld auf die Schülerinnen und Schüler einzugehen, um die Fähigkeit zur mündlichen Kommunikation, die Schreibkompetenz und den sinnvollen Umgang mit Texten zu verbessern.

sern. Hierzu stellt das Heft¹ „Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern. Empfehlungen“ eine Reihe von Möglichkeiten vor.

4.6.1 Von einer Bildergeschichte zur Rechengeschichte

Umfassender kann man die Arbeit mit Textaufgaben gestalten, wenn man den Schülerinnen und Schülern eine Bilderfolge oder eine Bildergeschichte vorgibt, die sie motiviert, mehrere zusammenhängende, zu den Bildern passende Aufgaben zu formulieren.

Diese Methode soll am Beispiel „Was kostet bzw. wie viel Zeitaufwand fordert mein Haustier?“ erläutert werden, das sich für den Einsatz in der Jahrgangsstufe 5 eignet.

Auf zwei DIN A3 Blättern werden zwei Bilderfolgen vorgegeben, die im Klassenraum ausgehängt werden (siehe Arbeitsblätter „Bilderfolgen für die Schülerinnen und Schüler“, S.203-204). Diese werden im Unterricht besprochen. Die Schülerinnen und Schüler bringen eigene Erfahrungen ein. Dies führt zu weiteren Aspekten der Haustierhaltung.

Die Lernenden erhalten eine Kopie der Bilderfolgen mit der Arbeitsanweisung, sich für ein Haustier ihrer Wahl zu entscheiden. Für dieses Tier sollen sie Kosten und Zeitaufwand ermitteln, Aufgaben bzw. eine Rechengeschichte formulieren und lösen. Dazu wird ihnen ausreichend Zeit für Erkundigungen, z. B. auch in Tierhandlungen, und zur Erstellung der Übersichten und Aufgaben bzw. Texte eingeräumt. Die vielfältigen Eigenanteile bieten ausreichend Differenzierungsmöglichkeiten. Mögliche zusätzliche mathematische Inhalte fordern leistungsstarke Schülerinnen und Schüler.

Am Ende der Unterrichtsreihe hat jeder Lernende eine Mappe erstellt, die als Klassenarbeit gewertet werden kann. Schülerinnen und Schüler, die sich für ein Tier entschieden haben, können zu themengleichen Gruppen zusammengefasst werden.

Die Bildergeschichte führt zu folgenden mathematischen Inhalten:

- Schriftliche Grundrechenarten
- Rechnen mit Dezimalzahlen
- Rechnen mit Geldwerten, Zeiten und Gewichten
- evtl. Potenzen.

4.6.2 Rechengeschichten

Auch die Umkehrung, d. h. die Konstruktion einer Aufgabe zu einer vorgegebenen Rechnung fördert und fordert eigenständiges und eigenständiges Lernen.

„Jede Rechnung ist eine Geschichte. [...] Sie ist grundlegend für einen Mathematikunterricht, der eigenständiges und sinnstiftendes Tun beim Aufbau der Fachkompetenz ins Zentrum stellt.“(Schüler schreiben Textaufgaben, Mathematiklehren, Heft 68“ S.18)

¹ Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern. Empfehlungen. MSWF (Hg.) Schriftenreihe Schule in NRW. Heft 5008. 1999.

Bei der Auswahl der Rechenaufgaben muss Gewähr leisten sein, dass die Schülerin und der Schüler eine realistische Geschichte schreiben kann. Gleichzeitig gilt es, im Unterricht die Geschichten auf inhaltliche Richtigkeit aus dem Sachzusammenhang heraus zu überprüfen.

$\frac{3}{4} \blacklozenge 2 \frac{1}{2}$ ist eine typische Bruchrechenaufgabe im 6. Schuljahr. Diese Aufgabe in eine Geschichte zu kleiden, z. B. meine Mutter kauft zweieinhalb Meter Stoff und verbraucht drei viertel davon für mein Sitzkissen, fordert neben Rechenfertigkeiten auch tieferes Verständnis der Bruchrechnung. Diese Methode geplant im Unterricht einzusetzen ist mit etlichen Schulbuchaufgaben möglich.

Wenn den Schülerinnen und Schülern das Schreiben von Texten als Methode hinreichend bekannt ist, kann sie verwendet werden, damit sich die Lernenden neues mathematisches Wissen selbstständig erarbeiten.

Wenn sie erlernt haben die Gedanken zu versprachlichen und dies auf Sachaufgaben anwenden, erkennen sie, dass ein erlernter Algorithmus zur Lösung eines veränderten Sachzusammenhang nicht brauchbar ist. Die Versprachlichung ihrer Gedanken verhilft ihnen zur Lösung.

Zu mehreren Tabellen von proportionalen Zuordnungen haben die Lernenden Textaufgaben geschrieben.

MB	Minuten
650	25
1	0,038
700	26,92

Hierzu schreibt eine Schülerin: Mein Bruder hat sich eine neue CD gekauft, die ich für meine Freundin brennen möchte. Insgesamt befinden sich auf der CD 20 Songs mit einer Gesamtspieldauer von 74 Minuten. In 25 Minuten ist die CD fertig gebrannt. Für eine CD mit 700 MB braucht der Brenner 26,92 Minuten.

Nun erhalten die Lernenden die folgende Tabelle und sollen auch hierzu eine Textaufgabe formulieren.

MB/Minute	Brenndauer
26	25
1	650
28	23,214286

Werden die Lernenden dazu angehalten, hierzu eine ausführliche Rechengeschichte zu schreiben und jedes Teilstück ihrer Geschichte auf sachliche Richtigkeit zu überprüfen, werden sie erkennen, dass es nicht um eine proportionale Zuordnung handeln kann und schreiben z.B.:

Der alte Brenner meines Bruders brennt eine CD 26 MB pro Minuten. Mein neuer Brenner ist schneller. Also braucht er für dieselbe CD weniger Zeit. Er brennt die CD in 23,1486 Minuten.

Weitere Beispiele für Rechengeschichte findet sich bei Peter Gallin und Urs Ruf².

² Gallin, Peter und Urs Ruf. Singuläre Schülertexte als Basis eines allgemeinbildenden Mathematikunterrichts. In: Mathematik allgemeinbildend unterrichten: Impulse für Lehrerbildung und Schule. Biehler, Rolf u.a. (Hg). 3. unveränd. Aufl. Köln: Aulis-Verlag: 1998, S. 58-82.

4.6.3 Evaluation eines konkreten Vorhabens

Beschreibung des Vorhabens

Bei der Auswertung der Parallelarbeiten hat sich herausgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben, Textaufgaben zu verstehen bzw. Aufgaben aus Texten zu entnehmen. Die Fachkonferenz hat aus diesem Grunde beschlossen, die Produktion von Textaufgaben im Unterricht der siebten Klassen verbindlich durchzuführen.

Dabei stehen folgende Ziele im Vordergrund:

- Verbesserung der Einstellung der Lernenden zu Textaufgaben
- Kompetenzzuwachs der Schülerinnen und Schüler beim Lösen von Textaufgaben
- Regelmäßige Erstellung von Textaufgaben im Unterricht.

Qualitätsindikatoren

Die Produktion von Textaufgaben wird als Arbeitstechnik bewusst im Unterricht zeitlich eingesetzt.

Die Lehrerinnen und Lehrer geben der Erstellung von Textaufgaben einen regelmäßigen und ausreichenden zeitlichen und inhaltlichen Rahmen in ihrem Unterricht

In den Arbeitsstunden bzw. in den Hausaufgaben und in den Leistungsüberprüfungen wird die Erstellung von Textaufgaben gefordert.

Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Produktion von Textaufgaben zur Versprachlichung ihrer Gedanken.

Textaufgaben werden individuell erstellt und unterscheiden sich deutlich von denen der anderen Lernenden.

Messverfahren:

Durch ein Stärken - Schwächen - Diagramm (siehe „Evaluation mittels eines Stärken - Schwächen - Diagramms“, S. 205) wird zum Ende des Schuljahres von den Kolleginnen und Kollegen, die im siebten Jahrgang unterrichten, fest gehalten, wie sie das durchgeführte Vorhaben beurteilen. Der Fachkonferenz wird darüber Bericht erstattet, damit mögliche, sich aus den Erfahrungen ergebende Verbesserungen für das nächste Schuljahr eingeplant werden können.

4.6.4 Beschreibung einer Fachkonferenz

Eingangsvoraussetzungen

Eine Kollegin/ein Kollege der Fachkonferenz Mathematik hat die Lernsituation „Währungen“ im Unterricht durchgeführt. Es wurde beschlossen, die in der Lerngruppe entstandenen Arbeitsergebnisse vorzustellen.

Zielsetzungen

Die Lehrerinnen und Lehrer der Fachkonferenz sollen die Methode kennen lernen, die vorgestellten Ergebnisse kritisch würdigen sowie festlegen, in welchen Jahrgangsstufen und zu welchen Themenbereichen diese Form der selbstständigen Arbeit an der eigenen Schule umzusetzen ist.

Möglicher Ablauf der Fachkonferenz

Phase 1 (vor der Fachkonferenz):

Vorbereitend wird eine Infoecke eingerichtet. Ausgestellt werden die Arbeitsergebnisse der Klasse, die verwendeten Unterrichtsmaterialien und Arbeitsaufträge für die Lernenden sowie weiterführende Literatur zum Thema.

Phase 2:

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmern haben etwa eine Viertelstunde zur Verfügung, um sich in der Infoecke mit dem Ausgestellten auseinander setzen zu können.

Phase 3:

Im Plenum werden Fragen beantwortet, die sich aus der Informationsphase ergeben haben.

Phase 4:

Anhand der Arbeitspläne für die einzelnen Jahrgänge wird von den Jahrgangsteams konkret überprüft, in welchen Themenbereichen diese Methode effektiv eingesetzt werden kann.

Phase 5:

Die Jahrgangsteams stellen ihre Vorschläge vor und die Fachkonferenz beschließt, in welchem Jahrgang und in welchem Themenbereich diese Methode eingesetzt werden soll.

4.6.5 Materialien

1. Selbsterstellte Textaufgaben zum Thema „Klassenfahrt“
2. Selbsterstellte Textaufgaben zum Thema „Währungen“
3. Bilderfolge „Was kostet mein Haustier?“
4. Bilderfolge „Wie viel Zeitaufwand erfordert mein Haustier?“
5. Evaluation mittels eines Stärken - Schwächen - Diagramms

Selbsterstellte Textaufgaben zum Thema „Klassenfahrt“

„Klassenfahrt im Bus“

Der Busfahrer verbraucht auf 100 km
4,4 liter Benzin. Er fährt noch 250 km weiter.
Wie hoch ist der Benzinverbrauch?

In der Jugendherberge wollten 7 Leute
Kanu fahren. Die Fahrt kostet pro
Person 2 DM. Wieviel DM kostet es?

Wenn 4 Schwimmer 16 min. brauchen
um 10 Bahnen zu schwimmen. Wie
viel brauchen dann 8 Schwimmer?

Die Klasse 7c fährt auf Klassenfahrt
nach Büssau. Neben der Jugendherberge
ist eine große Tennishalle. Anne und
Susi wollen 1 Std. spielen. 1 Std. kostet
8,20 DM. / Person. Wieviel würde es
kosten, wenn Volker und Nadine $2\frac{1}{2}$ Std.
spielen wollten?

Eine Klasse beschließt in einer Jugendherberge
zu übernachten. Die Jugendherberge kostet für
5 Tage 300 DM. Die Klasse möchte aber gerne
4 Tage da bleiben. Was kostet die 4 Tage in der
Jugendherberge?

Selbsterstellte Textaufgaben zum Thema „Währungen“

1. Herr Moor fährt mit seiner Klasse nach Portugal. Sie sind 20 Personen.
Frage: Wie viel kosten 20 Flugtickets, wenn eins 125 DM kostet?
2. Frau Ernst geht in Portugal einkaufen, sie möchte 10 Brötchen kaufen. In Deutschland kostet ein Brötchen 40 Pf, in Portugal kostet ein Brötchen 20 Escudos.
3. Frau Heinz wohnt in Portugal, sie muss neue Schweine kaufen. Ein Schwein kostet 50 Escudos. Frage: Wie viel kosten dann 6 Schweine?
4. Herr Müller kauft in Portugal eine Tüte Mars, ein Liter Vollmilch und ein Brot. Er gibt 200 Escudos aus. Alles zusammen kostet 10 DM. Frage: Wie viel kriegt er zurück?
5. Frau Ernst fährt nach Portugal und kauft in einem Center eine Tafel Schokolade für 100 Escudos und eine große Leberwurst für 29,90 Escudos. Wie viel muss Frau Ernst bezahlen?
6. Frau Fasselt geht mit ihren zwei Kindern in Portugal in den Zoo. Pro Person kostet es 50 Escudos. Frage: Wie viel kostet es für alle drei?
7. Frau Wahle kauft sich einen Hund für 600 DM, ein Pferd für 40.000 DM, ein Duplo für 30 Pf und ein Haargummi für ihre Tochter Jasmin, das 1 DM kostet. Frage: Wie viel bezahlt sie in Portugal?
8. Frau Groß hat 730.000 Escudos. Wie viel ist das in deutschem Geld?

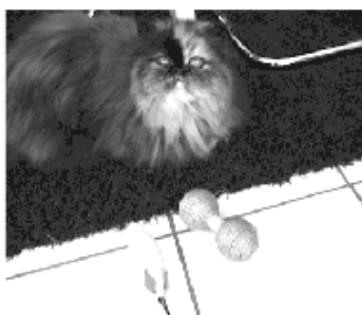
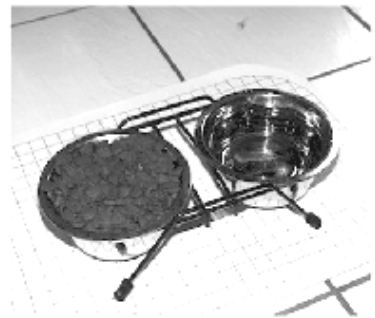
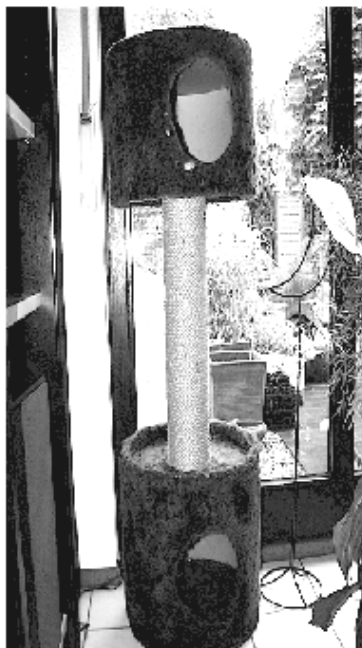
Bilderfolge „Was kostet mein Haustier?“

Die Fotos geben dir am Beispiel der Katze Hinweise, wofür deine Familie Geld ausgeben muss, wenn sie sich ein Haustier anschafft.

Erkundige dich nach den Preisen und Kosten. Natürlich kannst du die Erkundigungen für dein Lieblingstier einholen.

Überlege auch, wie häufig und in welchen Mengen ihr die Dinge benötigt.

Notiere dir dazu verschiedene Aufgaben und rechne sie aus. Vielleicht kannst du sogar eine Rechengeschichte schreiben.



Bilderfolge „Wie viel Zeitaufwand erfordert mein Haustier?“

Die Fotos geben dir am Beispiel der Katze Hinweise, für welche Tätigkeiten du Zeit benötigst, wenn du ein Haustier hast.

Stelle durch Befragungen und Beobachtungen den Zeitaufwand fest. Natürlich kannst du die Erkundigungen für dein Lieblingstier einholen.

Überlege dir dazu verschiedene Aufgaben und rechne sie aus. Vielleicht kannst du sogar eine Rechengeschichte schreiben.



Evaluation mittels eines Stärken - Schwächen- Diagramms

- Phasen:** Erarbeitung, Evaluation
- Sozialformen:** Einzelarbeit und Plenum
- Verlauf:** Jeder TN³ erhält einige Karten in zwei Farben. Dabei steht eine Farbe für die Schwächen, die andere Farbe für die Stärken. Mit dem Arbeitsauftrag: „Notieren Sie bitte die Stärken und Schwächen des durchgeführten Vorhabens, wie Sie sie sehen!“ werden die Karten ausgefüllt. Anschließend werden die Karten an eine Arbeitswand geheftet. Dabei können Karten weiter sortiert und in Themenfeldern zusammengefasst werden.
Nach der Verständigung über die getroffenen Einschätzungen werden zur Weiterarbeit folgende Fragen geklärt:
- Welche Stärken können wir weiter ausbauen?
 - Welche Schwächen müssen wir unbedingt ausschalten?
Dies führt zur Planung des weiteren Vorgehens.
- Kommentar:** Innerhalb dieser Methode sind Datenabfrage und Interpretation verknüpft. Dadurch entsteht rasch eine Bestandsaufnahme, die als Grundlage zur weiteren Arbeit dienen kann. Weiterhin ermöglicht die Kartenabfrage, dass durch die sofortige Nachfrage unklare Begriffe, Antworten präzisiert werden.
Letzteres beinhaltet zugleich, dass kaum Anonymität vorhanden ist und somit sensible Themenbereich möglicherweise nicht angesprochen werden.
Weiterhin stoßen Kartenabfragen in manchen Kollegien auf Widerstand, weil diese Methode durch häufigen und variationslosen Einsatz abgenutzt erscheint.
- Materialien:** Karten in zwei Farben, Stifte, Stecknadeln

Beispiel zum Einsatz der Methode „Stärken- Schwächen - Diagramms“ :

Stärken		Schwächen	
<u>Materialien</u>	<u>Unterricht</u>	<u>Materialien</u>	<u>Unterricht</u>
<ul style="list-style-type: none"> • Bilderfolgen für Rechengeschichten • Austausch selbst erstellter Aufgaben • Gemeinsame Vorbereitung der Kolleginnen und Kollegen 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation mit eigenen Texten • Lernfortschritt sichtbar • mehr Interaktion der Schülerinnen und Schüler untereinander 	<ul style="list-style-type: none"> • Klassenarbeit • Lehrtexte im Lehrbuch • Dokumentation nicht ausreichend 	<ul style="list-style-type: none"> • Schreibunlust • Probleme mit der Rechtschreibung • Zusammenfassungen bei Gruppenarbeit

³ TN bedeutet Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowohl im Singular als auch Plural.

4.7 Lernen an Lernstationen

Stationenlernen¹ ist als Circuittraining im Sport seit langem bekannt, die Übertragung auf andere Lernbereiche begann in den Achtzigerjahren zunächst in der Grundschule, erfolgt aber auch zunehmend in der Sekundarstufe.

Beschreibung der Methode Stationenlernen

Beim Stationenlernen wird ein Thema in verschiedene, überschaubare Teilaspekte gegliedert, die die einzelnen Stationen darstellen. Die Unterrichtsinhalte werden also nicht zeitlich nacheinander sondern gleichzeitig angeboten. Während der Arbeit wechseln die Schüler die Stationen, bis sie alle Pflichtstationen durchlaufen haben. Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, an den einzelnen Stationen selbstständig zu arbeiten.

Organisation von Stationenlernen

Die Inhalte der verschiedenen Stationen dürfen nicht aufeinander aufbauen. Jedoch kann der Stationsbetrieb für mehrere Durchgänge angelegt sein. Die einzelnen Stationen können nach Wahl- und Pflichtstationen differenziert werden.

Jede Station enthält neben dem **Arbeitsmaterial** alle notwendigen **Arbeitsanweisungen**. Diese sind so formuliert, dass sie ohne Hilfe verständlich, altersgemäß und motivierend sind. Die Arbeitsmaterialien ermöglichen vielfältige Formen des Lernens, Übens und/oder Wiederholens.

Ein gut strukturiertes, vielseitiges Lernangebot entsprechend der Vorerfahrungen der Lernenden zu schaffen, ist neben der Lernberatung während des Stationenlernens der Arbeitsschwerpunkt des Lehrers/der Lehrerin.

Die Anzahl der Lernstationen, das Anspruchsniveau, der Umfang, die Aufteilung in Pflicht- und Wahlstationen werden in Abstimmung auf die Lerngruppe entsprechend der Thematik festgelegt. In jedem Fall müssen so viele Arbeitsanweisungen und Arbeitsmaterialien zur Verfügung stehen, dass alle Schülerinnen und Schüler alleine, mit einem Lernpartner oder in einer Gruppe über die gesamte festgelegte Lernzeit beschäftigt sind.

Wo immer es möglich und sinnvoll ist, führen die Schülerinnen und Schüler eine **Selbstkontrolle** ihrer Arbeitsergebnisse durch z. B. durch eine ausliegende Musterlösung. Diese kann einen kompletten Lösungsweg oder eine Anleitung zum Fehlerfinden enthalten. Die Feststellung für die Schülerinnen und Schüler, dass ihre Lösung falsch, ist reicht nicht aus. Es gilt die **Fehlerquelle** zu finden, um konstruktiv lernen zu können.

Es ist für die Schülerinnen und Schüler hilfreich, wenn unterschiedliche Schwierigkeitsgrade einzelner Stationen oder Aufgaben durch Symbole kenntlich gemacht werden.

Zu Beginn des Stationenlernens ist es erforderlich, den Schülerinnen und Schüler eine **Einführung** in die Arbeit zu geben: die einzelnen Stationen zu erklären und Arbeitsaufträge gemeinsam zu besprechen. Je häufiger Stationenlernen durchgeführt wird, desto weniger ausführlich kann die Einführung geschehen.

¹ Lernen an Stationen, Lernzirkel, Stationen lernen werden häufig synonym verwandt, im Folgenden wird hauptsächlich der Begriff Stationenlernen benutzt.

Nützlich hat sich auch der Aufbau einer **Hilfsstation** (mit leeren Blättern, Scheren, Klebe, Nachschlagewerken,...) erwiesen.

Damit ein reibungsloser Ablauf während des Stationenlernens Gewähr leistet ist, der es jedem ermöglicht, ungestört zu arbeiten, wird ein gemeinsamer **Ordnungsrahmen** erarbeitet (Regeln über Mappenführung, Umgang mit dem Material, Ablauf, Regeln für das soziale Miteinander, z. B. "Bei Schwierigkeiten frage zuerst einen Mitschüler, bevor du dich an den Lehrer wendest").

Zur besseren Orientierung ist es günstig, den Termin, bis zu dem alle Pflichtaufgaben bearbeitet sein müssen, vorher festzulegen. Insgesamt muss den Schülerinnen und Schülern für die Bearbeitung der einzelnen Stationen **ausreichend Zeit** zur Verfügung gestellt werden, damit sie sich intensiv und ernsthaft mit der Problem-/ Aufgabenstellung auseinandersetzen können. Zeitdruck verführt zu einer Art „Lern-Zapping“, bei dem Schüler ohne viel Mühe einen Lern-Spot konsumieren und dann – wie mit Hilfe einer Fernbedienung – schnell in ein anderes Programm umschalten“ (vgl. Sundermann, Beate, und Christoph Selter. Quattro Stagioni. In: Friedrich Jahresheft 2000. Üben und Wiederholen. Sinn schaffen - Können entwickeln. Richard Meier u.a. (Hg.). Seelze: Friedrich Verlag, 2000: S.113).

Die Arbeit an den Lernstationen wird durch einen Arbeitsübersichtsbogen begleitet. Jede Schülerin/ jeder Schüler notiert, wann sie/er mit der Arbeit an einer Station begonnen, wann sie beendet wurde, jeder Lerner hat die Möglichkeit, über das eigene Lernen Kommentare zu schreiben bzw. seine Fehler zu reflektieren. Es handelt sich also um eine Planungshilfe für die Stationenarbeit, um eine Dokumentation des Arbeitsstandes und eine Hilfe zur Reflexion des eigenen Lernens. Für die Lehrerin/den Lehrer gibt der Bogen Auskunft über das Arbeitstempo, Interessen und Anspruchsniveau sowie Vermeidungsstrategien jedes einzelnen Lernenden.

Das Ende des Stationenlernens bildet ein **Abschlussgespräch**, bei dem Ergebnisse präsentiert und Erfahrungen besprochen werden.

Damit wird das Bewusstsein des Einzelnen gestärkt, Mitglied einer großen Lerngruppe zu sein, weil alle Lernergebnisse zur Kenntnis genommen und gewürdigt, aber auch Versäumnisse und Lernschwierigkeiten besprochen werden (vgl. Hegele, Irmintraut. Stationenarbeit. Ein Einstieg in den offenen Unterricht. In: Jürgen Wiechmann (Hg.). Zwölf Unterrichtsmethoden. Vielfalt für die Praxis. Weinheim: Beltz Verlag, 1999: S. 69).

Unterrichtliche Möglichkeiten von Stationenlernen

Lernen an Lernstationen, ist eine Möglichkeit, Unterrichtsinhalte in selbstverantworteter Form zu vermitteln und den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, zunehmend die Fähigkeit zu entwickeln, selbstständig und zusammen mit andern Arbeitsergebnisse zu erzielen. Das Lernen an Lernstationen bietet „auch dem/ der vorwiegend in lehrerzentrierten Unterrichtsformen ausgebildeten Lehrer/in und der frontal geführten Klasse den Einstieg in offenere Unterrichtsformen.[...] Das Arbeitsmaterial, die Aufgabenstellungen und die Form der (Selbst)Kontrolle können bei der Stationenarbeit so vorstrukturiert werden, dass dem/der an geschlossene Unterrichtsformen gewöhnte Schüler/in lediglich erste kleine Schritte hin zu mehr Selbstständigkeit und Eigenständigkeit abverlangt werden (Hegele, a.a.O.: S. 61).

Die Lernenden entscheiden selbst, in welcher Reihenfolge sie die Stationen bearbeiten, sie bestimmen entsprechend ihrer Fähigkeiten das Lerntempo, sie entscheiden, ob sie Wahlstationen bzw. Wahlaufgaben für sich als wichtig erachten und bearbeiten wollen. Je nach Planung können sie auch die Sozialform bestimmen. Das setzt voraus, dass die Schüler zumindest ansatzweise selbstständig arbeiten, dass sie Arbeitsanweisungen verstehen und mit andern zusammenarbeiten können.

Lernstationen bieten sich sowohl zum intensiven Üben schon erarbeiteter Inhalte als auch zur gelenkten Erarbeitung von Neuem an. Es können aber auch konstruktive offene Aufgabenstellungen angeboten werden, wenn Schülerinnen und Schüler Erfahrungen mit eigenständigem Lernen und mit der Arbeit an Lernstationen haben. Durch die Möglichkeit, das Thema in verschiedene Schwierigkeitsstufen zu differenzieren bzw. den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, unterschiedliche Interessenschwerpunkte zu setzen, kann Stationenlernen immer offener gestaltet werden. Schülerinnen und Schüler können bei ausreichender Erfahrung Verbesserungsvorschläge für vorhandene Stationen machen, neue gestalten oder eigenständig einen Durchgang Stationenlernen für ihre Mitschülerinnen und -schüler entwickeln.

Stationenlernen muss zumindest am Anfang eng geführt sein. Es ist dann ein Lernen auf vom Lehrer vorgedachten Wegen. In dieser Form fördert es erst im Ansatz, individuelles Lernen und eigenes Denken. Jedoch darf sich selbstständiges Lernen langfristig nicht auf die Freiheit im Tun (Auswahl der Lernstation, Reihenfolge der Bearbeitung und Wahl der Sozialform) beschränken, sondern muss zunehmend auch die Freiheit im Denken ermöglichen.

Bei wiederholtem Einsatz der Methode müssen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit zur produktiven Mitgestaltung des eigenen Lernprozesses bzw. des Einschlagens eigener Lernwege erhalten. Dies gelingt nur, wenn die Lernstationen zunehmend offen gestaltet werden bzw. offene Aufgabenstellungen enthalten, um der Individualität des Lernens gerecht zu werden (vgl. Sundermann/Selter. a.a.O.: S.110).

4.7.1 Lernen an Lernstationen im Mathematikunterricht

Im Mathematikunterricht sind verschiedene Einsatzmöglichkeiten für Stationenlernen sinnvoll:

- Üben einer im Unterricht erarbeiteten Thematik
Um Übungsphasen im Unterricht abwechslungsreich und intensiv zu gestalten, können verschiedene Aufgabentypen zu jeweils einer Lernstation zusammengefasst und geübt werden.
- Erarbeitung von etwas Neuem
Wird eine Unterrichtsreihe unter dem Gesichtspunkt des entdeckenden Lernens konzipiert, kann diese über klare Arbeitsanweisungen in Stationen organisiert werden. Hierbei kommt der Formulierung von Arbeitsanweisungen besondere Bedeutung zu. Sie müssen klar und leicht verständlich, kurz und knapp gehalten werden. Die Arbeitsanweisungen sollen bei aller Offenheit entdeckendes Lernen initiieren ohne die Lernenden zu überfordern.

- Wiederholung eines speziellen mathematischen Bereiches
In der Sekundarstufe 1, ab dem 9. Schuljahr ist es z. B. notwendig, im Hinblick auf Eignungstest Grundlagen aus anderen Schuljahren zu wiederholen. Hier bietet sich die Methode Stationenlernen an. Jede einzelne Station umfasst ein anderes Themengebiet.
- Aufarbeitung von individuellen Schwächen
Eine Möglichkeit nicht mehr präsenten Unterrichtsstoff zu aktualisieren bieten Lernstationen evtl. auch unter Benutzung von Internet und mathematischer Software. So können Schülerinnen und Schüler nach einem Test, der Fähigkeiten in unterschiedlichen mathematischen Gebieten überprüft, die festgestellten individuellen Lücken schließen.

Es gibt u. a. folgende veröffentlichte Lernstationen für den Mathematikunterricht:
Roland Bauer. Schüleregerehtes Arbeiten in der Sekundarstufe I: Lernen an Stationen. Cornelsen Verlag.

Roland Bauer. Geometrische Körper, Kopiervorlagen und Materialien. Cornelsen Verlag.

Peter - M. Rüksam. Trigonometrie. Cornelsen Verlag.

Weitere Informationen finden sich unter:

www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/foyer/02b_dinslakenproj1.htm

http://www.learn-line.nrw.de/angebote/kirpp/unterric/lev_gym/ma/geoabbil.htm

<http://www.acdca.ac.at/material/vortrag/motivat.htm>

4.7.2 Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“

4.7.2.1 Übersicht über den Aufbau der Lernstation

Die Lernstation besteht aus sechs verschiedenen Aufgabengruppen. Während bei Aufgabengruppe 0 Grundlagenkenntnisse wiederholt werden, wird bei 1-5 neues Wissen erarbeitet.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an den Stationen mit einem Lernpartner zusammen. Das Material liegt maximal in sechsfacher Ausfertigung vor, gleichzeitig können sich maximal 6 Schülerinnen und Schüler an einer Station beschäftigen (Anzahl der Arbeitsplätze).

Bei diesem Stationenbetrieb steht das konstruktive Lernen mit einem Lernpartner im Vordergrund. Es muss jeweils ein Sachverhalt selbstständig erarbeitet und anschließend geübt werden.

Außerdem werden an jeder Station Elemente mit eingebunden, die die Auseinandersetzung mit dem eigenem Lernen fördern. Dies geschieht durch

- die Selbstkontrolle der Ergebnisse
- die Form der Auseinandersetzung mit den eigenen Fehlern
- die Erstellung einer Übersicht über das Bearbeitete, den Erfolg, die investierte Zeit (siehe „Arbeitsübersichtsbogen“, S. 249).

Die Angaben zu den einzelnen Arbeitsgruppen werden auf DIN A3 kopiert und auf Pappe aufgeklebt. Der Kopf gibt das Thema und die Nummer der Arbeitsgruppe an. Die Materialübersicht erfolgt in Grün. In Rot erfolgt dann eine kurze Angabe, was an den Lernstationen getan werden muss.

Jede Arbeitsgruppe wird räumlich durch Gruppentische mit jeweils vier bis sechs Arbeitsplätzen aufgebaut. Die Arbeitsanweisungen für jede Gruppe werden dahinter an einer Wand im Klassenraum aufgehängt und verbleiben dort für die Dauer der Reihe.

Darunter werden, so es für die Lernstationen notwendig ist, Prospekthüllen mit den begleitenden Arbeitsblättern etc. gehängt. Jede Stunde werden die weiteren zu den Stationen gehörigen Materialien ausgelegt.

4.7.2.2 Aufbau der Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“

Arbeitsgruppe	Wahl- bzw. Pflicht station	Thema der Station	Kurzbeschreibung
0 Grundlagen	P	1: Wiederholung Flächenberechnung 2: Begriffsklärung 3: Wiederholung Berechnung am Quader und Würfel * 4: Wiederholung Kreisberechnung	Als vorbereitende Aufgabe von den Schülerinnen und Schülern zu bearbeiten
1 Kreis	P	5: Umfangsberechnung Kreis * 6: Flächeninhalt Kreis *	Entdecken von PI über Messen
2 Volumenberechnung	P	7: Quader * 8: Würfel * 9: Prismen 10: Zylinder 11 :Pyramide 12: Kegel	Umfüllversuche
3 Oberflächenberechnung	P	13: Quader * 14: Würfel * 15: Prismen 16: Zylinder 17: Pyramide 18: Kegel	Abwicklungen
4 Mogelpackungen	P	19: Recherche der Gesetzlichen Bestimmungen 20: Informationsauswertung 21: Untersuchung von Verpackungen auf Gesetzestreue 22: Untersuchung von Mogelpackungen	Internet und Verbraucherzentrale Exzerpterstellung Vergleich von Verpackungsvolumen und Wareninhalt
5 Materialminimierung	P oder W	23: Möglichst viel Inhalt 24: Möglichst wenig Material 25: Verschnittberechnungen	

* je nach Vorwissen der Schülerinnen und Schüler muss entschieden werden, ob es sich um Wiederholungsstoff oder um neues Wissen handelt. Die Arbeitsgruppen 0, 1 und 2/3 müssen also an die konkreten Lernvoraussetzungen angepasst werden.

4.7.2.3 Aufbau und Hinweise zu den einzelnen Lernstationen

Zu jeder Lernstation gehören:

- Arbeitsanweisungen, die zur Erarbeitung eines neuen Sachverhaltes führen.
- Materialien zur Übung und Festigung, Aufgaben aus dem Schulbuch, Arbeitsblätter mit Sachaufgaben, Übkarteien evtl. Computerübprogramme.
- Zu allen Aufgaben liegen Musterlösungen vor. Diese sind so gestaltet, dass sie nicht nur die Lösung angeben, sondern ausführlich jeden Lösungsschritt beinhalten. Dies ist notwendig, da von den Schülerinnen und Schülern gefordert wird, jeweils ihre Fehler zu suchen und die Art ihres Fehlers zu beschreiben. Die Musterlösungen können von den Lernpartner bei der Lehrerin/beim Lehrer angefordert werden.
- Außerdem gehört zur Wiederholungsstation ein Test.

In Arbeitsgruppe 0 können entsprechend der Lerngruppe die Themen wiederholt werden, die den Schülerinnen und Schülern aus dem vorherigen Unterricht bekannt sind und im Rahmen der Arbeit mit den Lernstationen benötigt werden.

Ob einzelne Themen neu erarbeitet oder als Grundlagenkenntnisse wiederholt werden, hängt von der jeweiligen Klasse und dem vorangegangenen Unterricht ab. Der Lehrer/die Lehrerin entscheidet also über den Aufbau der Gruppe 0 [entsprechend verändern sich Gruppen 1,2 und 3].

Wenn z.B. die Kreisberechnung bereits behandelt wurde, wird ein entsprechender Baustein in die Arbeitsgruppe 0 eingesetzt, ansonsten erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler die Kenntnisse über π und den Kreis innerhalb der Arbeitsgruppe 1. Genauso kann auch mit der Oberflächen- und Volumenberechnung an Würfel und Quader verfahren werden.

Beim Aufbau der Arbeitsgruppe 5 ist zu beachten, wie häufig und ob die Schülerinnen und Schüler sich selbstständig zu einem Sachverhalt Informationen beschafft haben, wie oft sie mit Hilfe von Internet und/oder öffentlichen Einrichtungen selbst eine Recherche durchgeführt haben (im Mathematik- oder einem anderen Fachunterricht).

Wenn die Schülerinnen und Schüler zum ersten Mal eine eigenständige Informationsbeschaffung durchführen, benötigen sie kleinschrittige, konkrete Arbeitsanweisungen und Hilfestellungen, wie sie an die Informationen gelangen können, z. B. Hinweise, wohin sie gehen und was sie fragen müssen. Es wäre auch denkbar, ihnen statt einer Recherche einen entsprechenden Text zur Bearbeitung in die Station zu geben.

Außerdem ist an dieser Station das Lesen eines Sachtextes und das Finden der zentralen Informationen „Was ist eine Mogelpackung?“ wesentliche Aufgabe. Die Vorgehensweise, wie Texte bearbeitet werden, sollte hinreichend bekannt sein (z. B. Schlüsselwörter markieren, wichtige Informationen heraus schreiben ...).

Entsprechend der Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler sind Pflicht- und Wahlstationen einzurichten.

Mathematische Inhalte, die bei der Lernstation neu erarbeitet oder wiederholt und geschult werden können:

Mathematische Inhalte, die in der Arbeitsgruppe 0 wiederholt werden können:

- Umfangs- und Flächenberechnungen von Vielecken,
- Umfang und Flächenberechnung des Kreises,
- Volumenberechnung und Oberflächenberechnung von Quader und Würfel.

Mathematische Inhalte, die an den weiteren Lernstationen neu eingeführt werden:

- Volumenberechnung von Prismen, Zylinder, Pyramide, Kegel
- Oberflächenberechnung von Prismen, Zylinder, Pyramide, Kegel
- Vergleich von möglichem Inhalt und Verpackungsinhalt/ Prozentrechnung
- Optimierungsaufgaben

Arbeitstechniken, die bei den Lernstationen neu erarbeitet oder wiederholt und geschult werden können:

- Erstellung von Arbeitsplänen
- Tabellen als Strukturierungsmittel benutzen bzw. anfertigen
- Arbeit mit Nachschlagewerken/ Formelsammlung
- Arbeit mit Übkarteien
- Recherche (Verbraucherberatungsstelle,)
- Eigene Fehlersuche und -korrektur

4.7.3 Intentionen, die mit der Lernsituation verfolgt werden können

Zentrale Idee der Mathematik vermitteln

Die zentrale Idee des Zählens und Messens, des funktionalen Zusammenhangs und des Algorithmus lassen sich hier verdeutlichen. In den Mittelpunkt gerät die zentrale Idee des Modellierens, da mathematische Körper Modelle für sämtliche Verpackungskörper sind.

Lernen im Kontext ermöglichen

Mathematische Bereiche werden hier durch die gemeinsame Behandlung folgender Inhalte miteinander vernetzt.

Geometrie

- mathematischen Körper - auch zusammengesetzte - beschreiben und vermessen
- Schrägbilder und Netze zeichnen
- Projektionen von Körpern zeichnen

Arithmetik

- Berechnung von Oberflächen und Volumina
- Rückschluss von Volumina und Oberflächen auf die Seiten
- Näherungsweise Ermittlung von π

Algebra und Funktionen

- Verhältnisse beschreiben zwischen Materialverbrauch und Volumina, auch bei Körpern mit runder Grundfläche
- Funktion beschreiben für Packungsinhalt und Kosten
- Funktion beschreiben für Volumenentwicklung bei gleich bleibender Grundfläche

Verbindung mit Sachzusammenhängen

- Fertigverpackungsverordnung
- Mogelverpackung des Monats
- Produktionskosten minimieren

- Verpackung entwerfen für Reklamezwecke
- Optimierung von Materialverbrauch (Verschnittprobleme)

Methodische Verabredungen zur Verbesserung der Unterrichtskultur einplanen

- Unterschiedliche Lernwege ermöglichen (schwache Schüler mit füllen, ausmessen und zeichnen zu gleichen Ergebnissen kommen lassen,)
- Selbstständige Erarbeitung von mathematischen Inhalten initiieren (π entdecken lassen, Formeln zur Berechnung von Oberflächen und Volumina entwickeln lassen)
- Anregung zur Erstellung von Lernkarteien geben, Arbeitsrückblicke, Lerntagebücher schreiben lassen
- Arbeitstechniken vermitteln

4.7.4 Materialien

1. Allgemeine Informationen zum Durchlaufen der Lernstation
2. Lernstationen 1-25
3. Arbeitsübersichtsbogen
4. Schülerevaluationsbogen „Qualität des Lernens an Lernstationen“

Allgemeine Informationen zum Durchlaufen der Lernstationen

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

vor dem Start der Arbeit musst du Folgendes beachten:

- Suche dir einen Partner, mit dem du alle Stationen zusammen durchläufst.
- Du benötigst Bleistift, Lineal, Zirkel, weißes, nicht kariertes Papier.
- Du musst zuerst Station 1 bis 4 bearbeiten (z. B. als Hausaufgabe).
- Danach kannst du dir aussuchen, in welcher Reihenfolge du die Stationen zusammen mit deinem Lernpartner bearbeiten möchtest.
- Bearbeite die Wahlaufgaben am Schluss.
- Führe deine eigene Arbeitsmappe und mache deine eigenen Aufzeichnungen und Rechnungen.
- Hefte alle deine Arbeitsergebnisse in deiner Arbeitsmappe ab.
- Hefte vor deine Arbeitsergebnisse den Arbeitsübersichtsbogen und fülle diesen jede Stunde aus.
- Kontrolliere mit den Musterlösungen sowohl deine Ergebnisse der Arbeitsaufträge als auch deiner Übungsaufgaben.
- Fehler macht jeder. Kill deine Fehler nicht weg, sondern streiche sie durch. Notiere, was du falsch gemacht hast und wie es richtig lauten muss.
- Fülle entsprechend den Arbeitsübersichtsbogen aus.

Arbeitsgruppe 0 Grundlagen

Zu dieser Arbeitsgruppe gehören vier Stationen.

In den Stationen 1,2, und 4 musst du zunächst zwei Arbeitsaufträge erledigen und dann einen Test lösen.

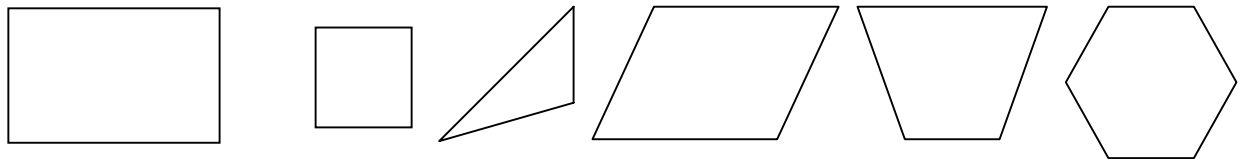
In der Lernstation 3 musst du drei Aufgaben bearbeiten.

**Lernstation Nr. 1: Wiederholung von Grundlagen -
Umfang und Flächeninhalte von
Vielecken**

Diese Lernstation musst du vor den Stationen 5 bis 25 bearbeiten.

1. Arbeitsauftrag

Zeichne je ein Beispiel für die abgebildeten geometrischen Figuren 1 – 6 in deine Unterlagen. Notiere, wie die abgebildeten Vielecke heißen.



2. Arbeitsauftrag

Notiere, wie man den Umfang und den Flächeninhalt jeder abgebildeten Figuren berechnet. Wenn du Formeln zur Berechnung nicht mehr weist, schlage sie in deinem Regelhefter, in der Formelsammlung oder im Mathematikduden nach.

Bearbeitung des Tests

Nimm dir nun aus der beiliegenden Prospekthülle einen Test und bearbeite ihn. Kontrolliere, ob du die Aufgaben beherrschst, indem du den Test eigenständig an Hand der Musterlösungen kontrollierst.

Wenn du mehr als 40 % der Aufgaben fehlerhaft gelöst hast, nimm dir die Übkartei und arbeite sie durch.

Lernstation Nr. 2: Wiederholung von Grundlagen - Namen, Schrägbilder und Netze von Körpern

Diese Lernstation musst du vor den Stationen 5 bis 25 bearbeiten.

1. Arbeitsauftrag

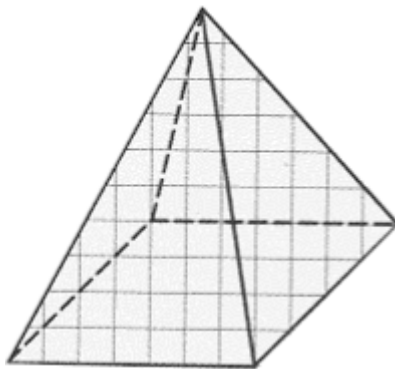


Notiere, wie die nebenstehenden Verpackungen² jeweils als mathematischer Körper bezeichnet werden. Wenn du die Namen nicht kennst, schlage in deinem Regelheft, im Schulbuch oder im Mathematikduden unter dem Stichwort „Körper“ nach.

Beschreibe die Körper und notiere ihre Eigenschaften.

2. Arbeitsauftrag

Mathematische Körper stellt man zeichnerisch durch Schrägbilder dar. Hier siehst du ein Schrägbild für eine Pyramide.

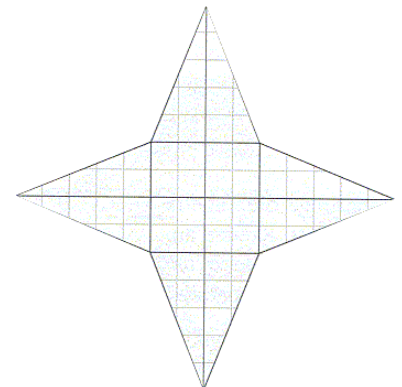


Zeichne für jede der oben abgebildeten Verpackung ein Schrägbild.

3. Arbeitsauftrag

Die Oberfläche von Körpern stellt man durch Netze dar. Hier siehst du ein Netz für eine Pyramide.

Zeichne für jede der oben abgebildeten Verpackungen ein zugehöriges Netz. Wenn du nicht weißt, ob deine Netze richtig sind, zeichne sie groß, schneide sie aus und füge sie zu dem Körper zusammen.



² Das überarbeitete Bild basiert auf einer Vorlage, die aus „Zahlen und Größen 5. Gesamtschule Nordrhein-Westfalen“. Dieter Aits u.a. (Hg.). Berlin: Cornelsen, 1998.

**Lernstation Nr. 3: Wiederholung von Grundlagen -
Berechnungen am Quader und Würfel**

Diese Lernstation musst du vor den Stationen 5 bis 25 bearbeiten.

1. Arbeitsauftrag

Notiere, wie man die Oberfläche eines Quaders und eines Würfels berechnet. Wenn du Formeln zur Berechnung nicht mehr weißt, schlage sie in deinem Regelhefter oder im Mathematikduden nach.

2. Arbeitsauftrag

Notiere, wie man das Volumen eines Quaders und eines Würfels berechnet. Wenn du Formeln zur Berechnung nicht mehr weißt, schlage sie in deinem Regelhefter oder im Mathematikduden nach.

3. Bearbeitung des Tests

Nimm dir nun aus der beiliegenden Prospekthülle einen Test und bearbeite ihn. Kontrolliere, ob du die Berechnung von Quader und Würfel beherrschst, indem du den Test eigenständig an Hand der Musterlösungen kontrollierst.

Wenn du mehr als 40 % der Aufgaben fehlerhaft gelöst hast, nimm dir die Übkartei und arbeite sie durch.

Lernstation Nr. 4: Wiederholung von Grundlagen - Berechnungen am Kreis

Diese Lernstation musst du vor den Stationen 5 bis 25 bearbeiten.

1. Arbeitsauftrag

Zeichne einen Kreis mit dem Radius $r = 5\text{cm}$ auf.

Zeichne den Mittelpunkt M , den Radius und den Durchmesser ein.

Notiere den Zusammenhang zwischen Radius und Durchmesser.

Was bedeutet π ?

2. Arbeitsauftrag

Notiere, wie man den Umfang und den Flächeninhalt eines Kreises berechnet. Stelle die Formeln mit dem Radius r und auch mit dem Durchmesser d auf. Wenn du die Formeln zur Berechnung nicht mehr weißt, schlage sie in deinem Regelhefter, in der Formelsammlung oder im Mathematikduden nach.

3. Bearbeitung des Tests

Nimm dir nun aus der beiliegenden Prospekthülle einen Test und bearbeite ihn. Kontrolliere, ob du die Berechnung am Kreis beherrschst, indem du den Test eigenständig an Hand der Musterlösungen kontrollierst.

Wenn du mehr als 40 % der Aufgaben fehlerhaft gelöst hast, nimm dir die Übkartei und arbeite sie durch.

Arbeitsgruppe 1	Kreis
-----------------	-------

Material:

- verschiedene (mindestens 6) kreisförmige Dinge, deren Mittelpunkte markiert sind
- Baumwollband

Zu dieser Arbeitsgruppe gehören zwei Stationen. Zum Abschluss der Arbeit an den einzelnen Stationen sind Übungsaufgaben zu bearbeiten (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 5: Näherungswert für die Zahl π

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch die kreisförmigen Dinge und ein Knäuel Baumwollband. Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an, dabei benötigt ihr für jeden Gegenstand eine Zeile in der Tabelle. Jeder soll die Tabelle aufzeichnen.

Gegenstand	Umfang U (in mm)	Durchmesser d (in mm)	U : d
Dänische Butterkeksdose	613	195	3,1436

- Messt den Umfang und den Durchmesser der Gegenstände. Benutze dazu das Baumwollband. Tragt die gemessenen Werte in die Tabelle ein.
- Vergleicht die Zahlen in der letzten Spalte. Stellt eine Vermutung auf und notiert sie unter der Tabelle.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel (siehe Musterlösungen) zur Berechnung des Umfangs eines Kreises in eure Unterlagen.
- Klärt, wie die Zahl π in den Taschenrechner einzugeben ist. Benutzt, wenn nötig, die Gebrauchsanleitung.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle)

Wahlaufgabe:

Man hat schon seit der Antike mit *Näherungswerten für die Zahl π* gerechnet. Versucht, möglichst viele Informationen dazu zusammen zu tragen.

Benutzt dazu z. B. „Encarta“ oder den Duden.

Musterlösung zu Lernstation 1A

Notiere nun die folgenden Informationen ins Lösungsblatt !

Information:

Tatsächlich ist das Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser bei allen Kreisen gleich. Dieser Quotient $U : d$ wird mit dem griechischen Buchstaben π (lies: pi) bezeichnet.

Es gilt also $U = \pi \cdot d$ oder $U = 2 \cdot \pi \cdot r$

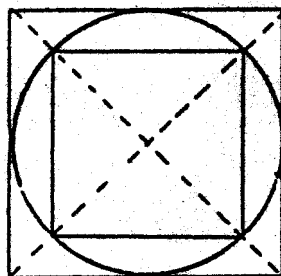
π ist eine Zahl mit unendlich vielen Nachkommastellen.

Lernstation Nr. 6: Flächeninhaltsberechnung des Kreises

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

1. Arbeitsauftrag

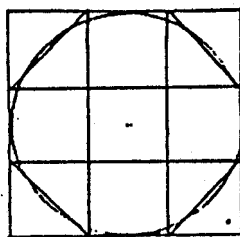
Zeichnet einen Kreis mit $r = 5\text{cm}$ und konstruiert ein eingeschriebenes und ein unbeschriebenes Quadrat (vgl. Skizze).



Berechnet die Flächen der Quadrate und dann die Durchschnittsfläche. Was könnt ihr jetzt über die Größe des Kreises sagen?

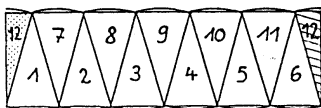
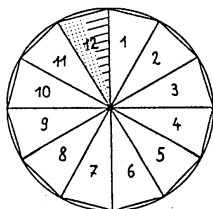
2. Arbeitsauftrag

Zeichnet einen Kreis mit $r = 5\text{cm}$ und zeichnet um bzw. in den Kreis ein Raster. Die Seitenlänge eines Rasterquadrates beträgt $a = 2\text{cm}$. (vgl. Skizze).



Wie groß ist die Kreisfläche annähernd?

3. Arbeitsauftrag



Zeichnet einen Kreis mit $r = 5\text{cm}$ und zerteilt ihn vom Mittelpunkt aus in 12 gleich große Teile. Zerschneidet den Kreis, und legt die Teile wie in der Skizze gezeigt aneinander und klebt sie fest.

Die entstandene Figur entspricht einem Rechteck. Welche Länge und welche Breite hat dieses Rechteck? Berechnet den Flächeninhalt.

Notiert, was ihr über den Flächeninhalt des Kreises herausgefunden habt.

Arbeitsgruppe 2

Volumenberechnung

Material:

- 3 verschiedene Quader
- 4 verschiedene Würfel
- 3 verschiedene Glasprismen,
- 3 verschiedene Trinkgläser mit markiertem Mittelpunkt,
- 6 Messbecher mit feiner ml Einteilung.

Zu dieser Arbeitsgruppe gehören sechs Stationen. Zum Abschluss der Arbeit an den einzelnen Stationen sind Übungsaufgaben zu bearbeiten (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 7: Umfüllversuche am Quader

Die Lernstation entfällt, wenn Station 3 wiederholend bearbeitet wurde.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Quader mit rechteckiger Grundfläche (Quader).
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Quader Nr.	Länge und Breite der Grundfläche (in cm)	Fläche A (in cm ²)	Füllhöhe h (in cm)	Grundfläche • Füllhöhe (in cm ³)	Volumen V (in cm ³)
1	a = b =		1cm		
1			3 cm		
1			5 cm		
2			1cm		
2			4 cm		
2			8 cm		
3			1cm		
3			4,5 cm		
3			5,5 cm		

- Messt die Länge und die Breite der Grundflächen der Quader und tragt sie in die Tabelle ein.
- Berechnet die Größe der Grundfläche und tragt sie in die Tabelle ein.
- Multipliziert die Größe der Grundfläche mit der jeweils angegebenen Füllhöhe und füllt entsprechend die Tabelle aus.
- Füllt den ersten Quader bis zur der 1 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt den ersten Quader bis zur der 3 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt den ersten Quader bis zur der 5 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Geht für die beiden anderen Quader genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich das Volumen von Quadern berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Berechnungen und Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung des Volumens eines Quaders in eure Unterlagen.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 8: Umfüllversuche am Würfel

Die Lernstation entfällt, wenn Station 3 wiederholend bearbeitet wurde.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch verschiedene Würfel.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Würfel Nr.	Länge und Breite der Grundfläche (in cm)	Fläche A (in cm ²)	Höhe h (in cm)	Grundfläche • Höhe (in cm ³)	Volumen V (in cm ³)
1	a = b =				
2					
3					
4					

- Messt die Breite der Grundflächen der Würfel und tragt sie in die Tabelle ein.
- Berechnet die Größe der Grundfläche und tragt sie in die Tabelle ein.
- Notiert die Höhe der Würfel.
- Multipliziert die Höhe mit der Grundfläche und tragt das Ergebnis in die Tabelle ein.
- Füllt die Würfel mit Wasser und bestimmt mit dem Messbecher das Volumen. Tragt es in die Tabelle ein.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich das Volumen von Würfeln berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Berechnungen und Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung des Volumens eines Würfels in eure Unterlagen.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 9: Umfüllversuche an Prismen

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Prismen.
- Zeichnet zunächst die Grundflächen der Prismen in eure Unterlagen, indem ihr die eingezeichneten Seiten und Winkel messt.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Prismen Nr.	Maße der Grundfläche (in cm)	Fläche A (in cm ²)	Füllhöhe h (in cm)	Grundfläche • Füllhöhe (in cm ³)	Volumen V (in cm ³)
1			1cm		
1			3 cm		
1			5 cm		
2			1cm		
2			4 cm		
2			8 cm		
3			1cm		
3			4,5 cm		
3			5,5 cm		

- Berechnet die Größe der Grundfläche und tragt sie in die Tabelle ein.
- Multipliziert die Größe der Grundfläche mit der jeweils angegebenen Füllhöhe und füllt entsprechend die Tabelle aus.
- Füllt das erste Prisma bis zu der 1 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt das erste Prisma bis zu der 3 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt das erste Prisma bis zu der 5 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Geht für die beiden anderen Prismen genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich das Volumen von Prismen berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Berechnungen und Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung des Volumens eines Prismas in eure Unterlagen.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 10: Umfüllversuche an Zylindern

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Trinkgläser.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Zylinder Nr.	Durchmesser (in cm)	Kreisfläche A (in cm ²)	Füllhöhe h (in cm)	Kreisfläche • Füllhöhe (in cm ³)	Volumen V (in cm ³)
1			1cm		
1			3 cm		
1			5 cm		
2			1cm		
2			4 cm		
2			8 cm		
3			1cm		
3			4,5 cm		
3			5,5 cm		

- Bestimmt mit einem Zentimetermaß den Durchmesser der Trinkgläser.
- Berechnet die Größe der Grundfläche und tragt sie in die Tabelle ein.
- Multipliziert die Größe der Grundfläche mit der jeweils angegebenen Füllhöhe und füllt entsprechend die Tabelle aus.
- Füllt das erste Glas bis zu der 1 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt das erste Glas bis zu der 3 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt das erste Glas bis zu der 5 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Geht für die beiden anderen Gläser genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich das Volumen von Zylindern berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Berechnungen und Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung des Volumens eines Zylinders in eure Unterlagen.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 11: Umfüllversuche an Pyramiden

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Pyramiden.
- Zeichnet zunächst die Grundflächen der Pyramiden in eure Unterlagen, indem ihr die eingezeichneten Seiten und Winkel an den markierten Füllhöhen messt.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Pyramide Nr.	Maße der Grundfläche (in cm)	Fläche A (in cm ²)	Füllhöhe h (in cm)	Grundfläche • Füllhöhe (in cm ³)	Volumen V (in cm ³)
1			1cm		
1			3 cm		
1			5 cm		
2			1cm		
2			4 cm		
2			8 cm		
3			1cm		
3			4,5 cm		
3			5,5 cm		

- Berechnet die Größe der Grundfläche und tragt sie in die Tabelle ein. Es
- Multipliziert die Größe der Grundfläche mit der jeweils angegebenen Füllhöhe und füllt entsprechend die Tabelle aus.
- Füllt die erste Pyramide bis zu der 1 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt die erste Pyramide bis zu der 3 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt die erste Pyramide bis zu der 5 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Geht für die beiden anderen Pyramiden genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich das Volumen von Pyramiden berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Berechnungen und Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung des Volumens einer Pyramide in eure Unterlagen.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 12: Umfüllversuche mit Kegeln

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Sektkgläser.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Kegel Nr.	Maße des Umfangs (in cm)	Fläche A (in cm ²)	Füllhöhe h (in cm)	Grundfläche • Füllhöhe (in cm ³)	Volumen V (in cm ³)
1			1cm		
1			3 cm		
1			5 cm		
2			1cm		
2			4 cm		
2			8 cm		
3			1cm		
3			4,5 cm		
3			5,5 cm		

- Messt den Umfang des Sektkglases entlang der Markierung. Benutzt dazu das Baumwollgarn.
- Berechnet die Größe der Grundfläche und tragt sie in die Tabelle ein.
- Multipliziert die Größe der Grundfläche mit der jeweils angegebenen Füllhöhe und füllt entsprechend die Tabelle aus.
- Füllt das erste Glas bis zu der 1 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt das erste Glas bis zu der 3 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Füllt das erste Glas bis zu der 5 cm Markierung mit Wasser und bestimmt dann mit dem Messbecher das Volumen.
- Geht für die beiden anderen Gläser genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich das Volumen von Kegeln berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Berechnungen und Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung des Volumens eines Kegels in eure Unterlagen.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Arbeitsgruppe 3

Oberflächenbestimmung

Material:

- 3 verschiedene würfelförmige Verpackungen
- 3 verschiedene quaderförmige Verpackungen
- 3 verschiedene prismaförmige Verpackungen
- 3 verschiedene zylinderförmige Verpackungen
- 3 verschiedene kegelförmige Verpackungen
- 3 verschiedene Netze von Pyramiden aus Pappe

Zu dieser Arbeitsgruppe gehören sechs Stationen. Zum Abschluss der Arbeit an den einzelnen Stationen sind Übungsaufgaben zu bearbeiten (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Lernstation Nr. 13: Oberflächenbestimmung von Quadern

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Verpackungen mit rechteckiger Grundfläche (Quader).
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Quader Nr.	Teilflä- che 1 (in cm ²)	Teilflä- che 2 (in cm ²)	Teilflä- che 3 (in cm ²)	Teilflä- che 4 (in cm ²)	Teilflä- che 5 (in cm ²)	Teilflä- che 6 (in cm ²)	Gesamtfläche = Oberfläche (in cm ²)
1							
2							
3							

- Löst den ersten Quader vorsichtig an den Klebekanten auseinander und schneidet die Klebekanten ab.
- Legt das so entstandene Netz des Quaders vor euch auf den Tisch.
- Zeichnet das Netz im Maßstab 1:4 ab, indem ihr die Winkel und Seitenlängen messt.
- Das Netz besteht aus mehreren Flächen, nummeriert sie durch.
- Schraffiert gleich große Flächen mit gleicher Farbe.
- Berechnet den Flächeninhalt der einzelnen Teilflächen und tragt ihn in die Tabelle ein.
- Bestimmt die Gesamtfläche des Netzes, indem ihr die Teilflächen addiert.

Die Gesamtfläche des Netzes nennt man Oberfläche des Quaders.

- Geht für die beiden anderen Quader genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich die Oberfläche von Quadern berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung der Oberfläche von Quadern in eure Unterlagen.
- Übt mit den angegebenen Materialien das Erlernte.

Lernstation Nr. 14: Oberflächenbestimmung von Würfeln

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene Verpackungen mit quadratischer Grundfläche (Würfel).
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Würfel Nr.	Teilflä- che 1 (in cm ²)	Teilflä- che 2 (in cm ²)	Teilflä- che 3 (in cm ²)	Teilflä- che 4 (in cm ²)	Teilflä- che 5 (in cm ²)	Teilflä- che 6 (in cm ²)	Gesamtfläche = Oberfläche (in cm ²)
1							
2							
3							

- Löst den ersten Würfel vorsichtig an den Klebekanten auseinander und schneidet die Klebekanten ab.
- Legt das so entstandene Netz des Würfels vor euch auf den Tisch.
- Zeichnet das Netz im Maßstab 1:4 ab, indem ihr die Winkel und Seitenlängen messt.
- Das Netz besteht aus mehreren Flächen. Nummeriert sie durch.
- Schraffiert gleich große Flächen mit gleicher Farbe.
- Berechnet den Flächeninhalt der Teilflächen und tragt ihn in die Tabelle ein.
- Bestimmt die Gesamtfläche des Netzes, indem ihr die Teilflächen addiert.

Die Gesamtfläche des Netzes nennt man Oberfläche des Würfels.

- Geht für die beiden anderen Würfel genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich die Oberfläche von Würfeln berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung der Oberfläche von Würfeln in eure Unterlagen.
- Übt mit den angegebenen Materialien das Erlernte.

Lernstation Nr. 15: Oberflächenbestimmung von Prismen

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene prismaförmige Verpackungen. Wenn ihr nicht mehr wisst, was ein Prisma ist, schlagt in euren Unterlagen bei den Ergebnissen der Lernstation 2 nach.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Prisma Nr.	Teilflä- che 1 (in cm ²)	Teilflä- che 2 (in cm ²)	Teilflä- che 3 (in cm ²)	Teilflä- che 4 (in cm ²)	Teilflä- che 5 (in cm ²)	Teilflä- che 6 (in cm ²)	Teilflä- che 7 (in cm ²)	Teilflä- che 8 (in cm ²)	Gesam- tfläche = Ober- fläche (in cm ²)
1									
2									
3									

- Trennt das erste Prisma vorsichtig an den Klebekanten auseinander und schneidet die Klebekanten ab.
- Legt das so entstandene Netz des Prismas vor euch auf den Tisch.
- Zeichnet das Netz im Maßstab 1:4 ab, indem ihr die Winkel und Seitenlängen messt.
- Das Netz besteht aus mehreren Flächen. Nummeriert sie durch.
- Schraffiert gleich große Flächen mit gleicher Farbe.
- Berechnet den Flächeninhalt der Teilflächen und tragt ihn in die Tabelle ein. Beachtet, dass nicht alle Prismen gleich viele Teilflächen haben
- Bestimmt die Gesamtfläche des Netzes, indem ihr die Teilflächen addiert.

Die Gesamtfläche des Netzes nennt man Oberfläche des Prismas.

- Geht für die beiden anderen Prismen genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich die Oberfläche von Prismen berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung der Oberfläche von Prismen in eure Unterlagen.
- Übt mit den angegebenen Materialien das Erlernte.

Lernstation Nr. 16: Oberflächenbestimmung von Zylindern

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene zylinderförmige Verpackungen. Wenn ihr nicht mehr wisst, was ein Zylinder ist, schlagt in euren Unterlagen bei den Ergebnissen der Lernstation 2 nach.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Zylinder Nr.	Teilfläche 1 (in cm ²)	Teilfläche 2 (in cm ²)	Teilfläche 3 (in cm ²)	Gesamtfläche = Oberfläche (in cm ²)
1				
2				
3				

- Trennt den ersten Zylinder vorsichtig an den Klebekanten auseinander und schneidet die Klebekanten ab.
- Legt das so entstandene Netz des Zylinders vor euch auf den Tisch.
- Zeichnet das Netz im Maßstab 1: 4 ab, indem ihr die Seitenlängen und den Radius messt.
- Das Netz besteht aus mehreren Flächen. Schraffiert Deck- und Grundfläche mit gleicher Farbe.
- Berechnet den Flächeninhalt der Deck- und Grundfläche und tragt ihn in die Tabelle ein.
- Die übrig gebliebene Teilfläche ist der **Mantel** des Zylinders. Bestimmt seinen Flächeninhalt.
- Bestimmt die Gesamtfläche des Netzes, indem ihr die Teilflächen addiert.

Die Gesamtfläche des Netzes nennt man Oberfläche des Zylinders.

- Geht für die beiden anderen Zylinder genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich die Oberfläche von Zylindern berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung der Oberfläche von Zylindern in eure Unterlagen.
- Übt mit den angegebenen Materialien das Erlernte.

Lernstation Nr. 17: Oberflächenbestimmung von Pyramiden

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene pyramidenförmige Verpackungen. Wenn ihr nicht mehr wisst, was eine Pyramide ist, seht in euren Unterlagen bei den Ergebnissen der Lernstation 2 nach.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Pyramide Nr.	Grundfläche (in cm^2)	Seitenfläche 1 (in cm^2)	Seitenfläche 2 (in cm^2)	Seitenfläche 3 (in cm^2)	Seitenfläche 4 (in cm^2)	Seitenfläche 5 (in cm^2)	Gesamtfläche = Oberfläche (in cm^2)
1							
2							
3							

- Trennt die erste Pyramide vorsichtig an den Klebekanten auseinander und schneidet die Klebekanten ab.
- Legt das so entstandene Netz der Pyramide vor euch auf den Tisch.
- Zeichnet das Netz im Maßstab 1:4 ab, indem ihr die Winkel und Seitenlängen misst.
- Das Netz besteht aus mehreren Flächen. Nummeriert sie durch.
- Schraffiert gleich große Flächen mit gleicher Farbe.
- Berechnet den Flächeninhalt der Grundfläche und tragt ihn in die Tabelle ein.
- Berechnet nun den Flächeninhalt der Seitendreiecke. Dazu müsst ihr zunächst deren Höhe ausmessen oder mit Hilfe des Satzes von Pythagoras ausrechnen.
- Bestimmt die Gesamtfläche des Netzes, indem ihr die Teilflächen addiert.

Die Gesamtfläche des Netzes nennt man Oberfläche des Prismas.

- Geht für die beiden anderen Pyramiden genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich die Oberfläche von Prismen berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung der Oberfläche von Prismen in eure Unterlagen.
- Übt mit den angegebenen Materialien das Erlernte.

Lernstation Nr. 18: Oberflächenbestimmung von Kegeln

Vor dieser Lernstation musst du die Stationen 1 bis 4 bearbeiten.

Arbeitsanweisungen:

- Nehmt euch drei verschiedene kegelförmige Verpackungen. Wenn ihr nicht mehr wisst, was ein Kegel ist, schlägt in euren Unterlagen bei den Ergebnissen der Lernstation 2 nach.
- Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Kegel Nr.	Kreisfläche (in cm^2)	Teilfläche (in cm^2)	Gesamtfläche = Oberfläche (in cm^2)
1			
2			
3			

- Trennt den ersten Kegel vorsichtig an den Klebekanten auseinander und schneidet die Klebekanten ab.
- Legt das so entstandene Netz des Kegels vor euch auf den Tisch.
- Zeichnet das Netz im Maßstab 1:4 ab, indem ihr die Seitenlängen und den Radius messt.
- Das Netz besteht aus mehreren Flächen.
- Berechnet den Flächeninhalt der Kreises und tragt ihn in die Tabelle ein.
- Berechnet den Flächeninhalt des Kreisausschnittes. Überlegt euch dabei, wie der Bogen des Kreisausschnittes mit dem Umfang des Grundkreises zusammenhängt. (Wenn ihr die Formel zur Berechnung des Kreisausschnittes nicht mehr erinnert, schlägt sie in einer Formelsammlung nach.)
- Bestimmt die Gesamtfläche des Netzes, indem ihr die Teilflächen addiert.

Die Gesamtfläche des Netzes nennt man Oberfläche des Kegels.

- Geht für die beiden anderen Kegel genauso vor.
- Stellt eine Vermutung auf, wie sich die Oberfläche von Kegeln berechnen lässt.
- Kontrolliert eure Messergebnisse und die Vermutung mit Hilfe der Musterlösungen.
- Schreibt die Formel zur Berechnung der Oberfläche von Kegeln in eure Unterlagen.
- Übt mit den angegebenen Materialien das Erlernte.

Arbeitsgruppe 4	Mogelpackung
-----------------	--------------

Material:

- 3 verschiedene Salzverpackungen
- eine Waage
- Ausschnitt aus dem Testheft der Stiftung-Warentest 2/2000

<p>Zu dieser Arbeitsgruppe gehören drei Stationen. Ihr müsst sie in der vorgegebenen Reihenfolge bearbeiten. Im Anschluss sind Übungsaufgaben zu bearbeiten (Schulbuch/Arbeitsblätter aus der Prospekthülle). Die vierte Station könnt ihr, wenn ihr Zeit habt zusätzlich bearbeiten.</p>

Lernstation Nr. 19: Recherche der gesetzlichen Bestimmungen

Arbeitsauftrag

Tragt Informationen zu Mogelpackungen zusammen, indem ihr euch bei der Verbraucherberatung erkundigt, Testhefte der Stiftung Warentest durchforstet, die Bibliothek benutzt oder im Internet sucht.

Beantwortet in einem von euch formulierten Text folgende Fragen:

- Welche Vorschriften sind im Eichgesetz über die Packungsgestaltung verankert?
- Für welche Produkte gelten welche Vorschriften?
- Welchen Schutz bieten diese Vorschriften dem Verbraucher?
- Die Stiftung Warentest betitelt jeden Monat eine Verpackung als Mogelpackung des Monats. Welche war die Mogelpackung des letzten Monats?

Lernstation Nr. 20: Informationsauswertung



Arbeitsauftrag

- Nehmt euch die drei verschiedenen Salzverpackungen.
- Bestimmt deren Maße durch abmessen.
- Berechnet das Verpackungsvolumen.
- Bestimmt das Salzvolumen durch auswiegen.
- Um wie viel Prozent unterscheidet sich das Salzvolumen vom Verpackungsvolumen. Nennt mögliche Gründe für diesen Unterschied.
- Berechnet für jede Verpackung den Materialverbrauch. Berechnet dazu die Oberfläche und rechnet für jede Klebekante einen angemessenen Teil dazu.

Lernstation Nr. 21: Untersuchung von Verpackungen auf Gesetzestreue

Arbeitsauftrag

- Lest euch den untenstehenden Artikel aus dem Testheft 2/2000 der Stiftung-Warentest durch und notiert, welche Produkte warum als Mogelpackungen des Monats aufgeführt werden.

Mogelpackung des Monats

Jeweils nur halb voll: sowohl die Dose mit dem Apfelpektin von Natura (Natura-werk, Hannover) aus dem Reformhaus als auch das Pommes frites Würzsalz (Würzella Gewürzwerke, Rietberg) von Aldi (Nord). >>Füllhöhe technisch bedingt<< heißt es dazu auf der Packung - technisch nachvollziehbar ist das aber nicht.



Verbot von Mogelpackungen gemäß Paragraph 7 Absatz 2 Eichgesetz: Fertigpackungen müssen so gestaltet und befüllt sein, dass sie keine größere Füllmenge vortäuschen, als in ihnen enthalten ist.

- Gegen welche Vorschrift haben die aufgeführten Produkte verstoßen?

Lernstation Nr. 22: Untersuchung von Mogelpackungen

Arbeitsauftrag

- Besorgt euch zwei der letzten Mogelpackungen, die gegen die Füllmengenver-
ordnung verstoßen haben.
- Weist dies durch Berechnungen nach.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Arbeitsgruppe 5

Möglichst viel Inhalt
Möglichst wenig Material

Material:
DIN A4 Pappe, Schere, Kleber

Zu dieser Arbeitsgruppe gehören drei Stationen, die ihr in beliebiger Reihenfolge bearbeiten könnt. Im Anschluss an die Arbeitsaufträge sind Übungsaufgaben zu bearbeiten (Schulbuch/Arbeitsblätter aus der Prospekthülle).

Wenn ihr zu den Problemen keinen Zugang findet, könnt ihr schrittweise Tipps zum Vorgehen in den nummerierten Umschläge erhalten.

Lernstation Nr. 23: Möglichst viel Inhalt

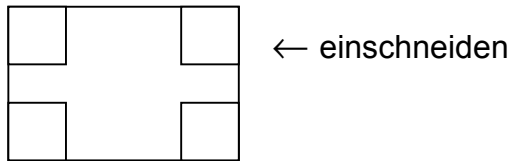
Problemstellung:

Wie kann man aus einem Stück Pappe der Größe DIN A4 einen Karton ohne Deckel falten, in dem möglichst viel hineinpasst?

- Nehmt euch dazu DIN A4 Papiere, um es auszuprobieren. Faltet mehrere Quader ohne Deckel (Tipp 1).
- Stellt eine Vermutung auf, formuliert sie möglichst ausführlich.
- Belegt eure Vermutung (Tipp 2, 3).
- Formuliert ausführlich in einem Text die Antwort auf die Problemstellung sowie eure Vorgehensweise und eure Ergebnisbegründung.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Tipp 1:

Nehmt euch ein DIN A4 Papier, schneidet an jeder Ecke das gleiche Rechteck ein und faltet daraus einen Quader.



Faltet mehrere Quader, die sich durch ihre Höhe unterscheiden (am besten von 1 cm bis 10 cm).

Tipp 2:

Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

Höhe c (in cm)	Länge a (in cm)	Breite b (in cm)	Volumen
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Messt zunächst die Werte für die zugehörige Länge und Breite an euren Quadern ab. Überlegt euch dann, wie und warum ihr jeweils a und b aus der Höhe und der Länge bzw. der Breite der Pappe berechnen könnt.

Tipp 3

Versucht nun eine Funktionsgleichung aufzustellen, die von der Höhe abhängt. Zeichnet den Graphen der Funktion und lest am Graphen das größtmögliche Volumen ab.

Lernstation Nr. 24: Möglichst wenig Material
--

Problemstellung:

Eine Fabrik soll eckige Plastikschanteln herstellen, die $\frac{1}{8}$ Liter fassen und quadratische Grundflächen haben. Welche Maße muss die Schachtel haben, damit der Materialverbrauch möglichst klein ist.

Arbeitsaufträge

- Nehmt euch unterschiedliche quaderförmige Gefäße und füllt jeweils $\frac{1}{8}$ l Wasser hinein. Berechne für das Gefäß (bis zur Füllhöhe) den Materialverbrauch (Tipp 1).
- Stellt eine Vermutung auf und formuliert sie ausführlich (Tipp 2).
- Formuliert ausführlich in einem Text die Antwort auf die Problemstellung sowie eure Vorgehensweise und eure Ergebnisbegründung.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Tipp 1

Legt euch eine Tabelle in der folgenden Form an:

	Höhe	Länge	Breite	Volumen	Oberfläche
Quader 1					
Quader 2					
Quader 3					
Quader 4					
Quader 5					

Messt zunächst die Werte für die zugehörige Länge und Höhe an euren Quadern ab.

Überlegt euch dann, wie ihr die Höhe aus der Länge und dem Volumen berechnen könnt.

Tipp 2

Versucht eine Funktionsgleichung aufzustellen, die nur von der Länge abhängt. Zeichnet den Graphen der Funktion und lest am Graphen ab, welche Schachtel minimalen Materialverbrauch hat.

Lernstation Nr. 25: Verschnittberechnungen

Problemstellung:

Eine kleine Metall verarbeitende Fabrik stellt Blechdeckel für Marmeladengläser, Saftflaschen, Gurkengläser und dergleichen sowie Dosen für die verschiedensten Salben von Probedöschen bis zur Familienpackung her. Der Produktionsvorgang erfordert, aus rechteckigen Blechen Kreise auszustanzeln, die dann zu Deckeln oder Dosen weiterverarbeitet werden. Die Bleche, aus denen ausgestanzt wird, haben das einheitliche Maß von 200cm Länge und 100cm Breite.

Entsteht mehr Verschnitt, wenn kleine Kreise oder wenn große Kreise ausgestanzt werden?

Die Anordnung der Kreise erfolgt jeweils wie in der nebenstehenden Zeichnung.

Hier die Maße für einige Produkte:

Marmeladenglas: Kreisdurchmesser 5 cm

Familienpackung: Kreisdurchmesser 20cm

Probedöschen: Kreisdurchmesser 2 cm

Saftflasche: Kreisdurchmesser 4 cm

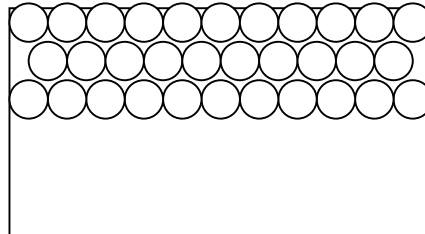
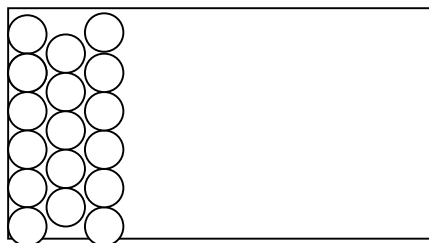
Erbsendose: Kreisdurchmesser 10 cm



Arbeitsaufträge

- Berechnet für unterschiedliche Größen den Verschnitt und stellt eine Vermutung auf.
- Formuliert ausführlich in einem Text die Antwort auf die Problemstellung, beschreibt eure Vorgehensweise und begründet das Ergebnis.

Die Kreise können jedoch auch in den folgenden Formen angeordnet werden.



Arbeitsaufträge

- Berechnet für die unterschiedliche Anordnungen den Verschnitt und stellt eine Vermutung auf.
- Formuliert ausführlich in einem Text die Antwort auf die Problemstellung, beschreibt eure Vorgehensweise und begründet das Ergebnis.
- Bearbeitet die Übungsaufgaben (Schulbuch/Arbeitsblatt aus der Prospekthülle).

Arbeitsübersichtsbogen

Name der Lernpartner: _____

Datum	Arbeit an Lernstation Nr.	Blatt Nr. von - bis	Anzahl der richtig gelösten Aufgaben	Bearbeitungszeit	für die Richtigkeit

Folgende Aufgaben habe ich falsch gelöst:

Station	Aufgabe

Folgende Aufgaben konnte ich gar nicht bearbeiten:

Station	Aufgabe

Das habe ich bei den falsch gelösten Aufgaben verkehrt gemacht:

Aufgabe

Schülerevaluationsbogen „Qualität des Lernens an Lernstationen“

		Beurteilung				
		++	+	~	-	--
Vorbereitung der Arbeit mit der Lernstation	Das Arbeiten mit Lernstationen ist mir aus anderen Fächern vertraut					
	Die Einführung in die Arbeit mit der Lernstation durch den Lehrer war hilfreich.					
Aufbau der Lernstation	Die einzelne Station war für mich klar strukturiert.					
	Ich habe die Verbindung der einzelnen Stationen während der Arbeit erkannt.					
Arbeit an der Lernstation	Die Arbeitsaufträge waren für mich verständlich.					
	Ich habe an den Lernstationen mit meinem Lernpartner selbstständig, ohne Rückfragen an den Lehrer gearbeitet.					
	Die zur Verfügung gestellte Zeit war für mich ausreichend.					
Arbeit mit dem Lernpartner	Ich habe mich mit meinem Lernpartner gut ergänzt.					
	Ich habe mit meinem Lernpartner die Aufgaben besprochen, um gemeinsame Lösungswege zu finden.					
	Die Arbeit mit dem Lernpartner war für mich hilfreich.					
Fehlerkontrolle/ Überprüfung der Lernergebnissen	Die Musterlösungen gaben mir Hilfestellungen/Anregungen, meine Fehler zu finden.					
	Die Musterlösungen halfen mir, vergangene Fehler bei der weiteren Arbeit zu vermeiden.					
Beurteilung der Methode	Die Arbeit an der Lernstationen hat mir Spaß gemacht.					
	Ich glaube, dass ich den Stoff gut gelernt habe.					

4.7.5 Evaluation eines Vorhabens zum Lernen an Lernstationen

Beschreibung des Vorhabens:

Bei dem Vorhaben handelt es sich um den erstmaligen Einsatz einer Lernstation im Mathematikunterricht. Deswegen stehen folgende Ziele im Vordergrund:

- Arbeiten können, ohne Fragen stellen zu müssen
- Angemessenes Arbeitstempo
- Konstruktive Arbeit mit dem Lernpartner
- Selbstkontrolle

Qualitätsindikatoren:

- Die Lernstationen werden so gestaltet, dass die Schülerinnen und Schüler ohne Rückfragen an den Lehrer arbeiten können, d. h.,
 - es werden alle notwendigen Materialien und Hilfsmittel bereitgestellt,
 - die Schülerinnen und Schüler werden von eng gestellten Arbeitsanweisungen zu offeneren Handlungsanweisungen geführt,
 - der Umfang der Arbeit an der einzelnen Lernstation ist bewusst geplant.
- Die Schülerinnen und Schüler haben genügend Zeit, die Aufgaben zu erfüllen, d. h., durch die Zahl der geplanten Lernstationen entstehen keine Leerlaufzeiten oder störende Überschneidungen.
- Die Planung der Arbeit an den Lernstationen wird dem Schüler mit seinem gewählten Lernpartner überlassen, d. h.,
 - sie entscheiden über die Reihenfolge an den Pflichtstationen,
 - die Lernpartner erfahren bei der Bearbeitung der Stationen, dass sie auf ihren Partner angewiesen sind und nur gemeinsam die Arbeitsaufträge erfüllen können,
 - durch gemeinsames Erreichen der Arbeitsziele erleben sie die Arbeit mit dem Lernpartner an den Stationen als abwechslungsreich und zufrieden stellend.
- Die Schülerinnen und Schüler führen die Dokumentation und Kontrolle ihrer Arbeit selbst durch, d. h.,
 - jeder Lernende führt eine eigene Arbeitsmappe,
 - er überprüft seine Arbeitsergebnisse durch den Vergleich mit den Musterlösungen,
 - die Musterlösungen regen ihn an, produktiv mit seinen Fehlern umzugehen,
 - auf dem Laufzettel notieren die Lernenden die erledigten Arbeitsschritte und nehmen individuell zu ihrem Lernprozess Stellung bzw. kommentieren ihn,
 - die Lernenden nutzen kleinere Übungseinheiten innerhalb jeder Station, um das neu Gelernte anzuwenden und zu festigen.

Messverfahren:

Nach Beendigung der Arbeit an der Lernstation wird ein Test oder eine Klassenarbeit geschrieben, um den Lernerfolg zu messen. Darüber hinaus füllen die Schülerinnen und Schüler den Schülerevaluationsbogen aus (siehe „Schülerevaluationsbogen“, S. 250).

4.7.6 Beschreibung einer Fachkonferenz

Eingangsvoraussetzungen

Die Mathematiklehrerinnen und -lehrer der Schule haben beschlossen, sich mit der Methode des Stationenlernens auseinander zu setzen, um diese Methode kennen zu lernen und später im Mathematikunterricht einzusetzen. Ein Team von Kolleginnen und Kollegen hat sich bereit erklärt, diese Fachkonferenz mittels der Methode Stationenlernen durchzuführen.

Zielsetzungen

Durch das Arbeiten an den Lernstationen machen die Kolleginnen und Kollegen Erfahrungen mit

- der Organisation,
- dem strukturellen Aufbau,
- den Bedingungen für die inhaltliche Gestaltung,
- Möglichkeiten, Bedingungen, Umfang und der Auseinandersetzung mit dem Prozess des eigenständigen Lernens.

Die Kolleginnen und Kollegen reflektieren die gemachten Erfahrungen und erörtern auf dieser Grundlage die mögliche Umsetzung für den Mathematikunterricht.

Die Fachschaft oder die einzelnen Teams beschließen, unter dem Eindruck der erlebten Methode „Stationenlernen“ zu einem Themenbereich ein Stationenlernen zu planen und durchzuführen.

Möglicher Ablauf der Fachkonferenz

Phase 1:

Das vorbereitende Team stellt die einzelnen Stationen vor.

Phase 2:

Das Stationenlernen wird mit einem Lernpartner anhand des Materials (siehe „Stationen 1-4“, S. 256-260) durchgeführt.

Phase 3:

Das Stationenlernen wird durch die Lernteams mittels eines Fragebogens ausgewertet, anschließend werden die Erfahrungen und die mögliche Umsetzung der Methode im eigenen Mathematikunterricht diskutiert.

Phase 4:

Über mögliche Themenbereiche, die Stationenlernen sinnvoll erscheinen lassen, wird in den Jahrgangsgruppen beraten.

Phase 5:

Über konkrete Vorhaben in einzelnen Jahrgängen werden Beschlüsse gefasst.

4.7.7 Material für die Fachkonferenz

1. Übersicht für den Aufbau der Lernstationen in der Fachkonferenz zur Auseinandersetzung mit dem Stationenlernen
2. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
3. Station 1: Unterrichtliche Möglichkeiten von Stationenlernen
4. Station 2: Organisation von Stationenlernen
5. Station 3: Lernen an Lernstationen im Mathematikunterricht
6. Station 4: Beispiele für Lernstationen aus dem Mathematikunterricht
7. Informationsblatt zur Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“
8. Evaluationsbogen für die Durchführung des Stationenlernens in der Fachkonferenz

Übersicht für den Aufbau der Lernstationen in der Fachkonferenz zur Auseinandersetzung mit dem Stationenlernen

Station	Wahl- bzw. Pflichtstation	Thema
1	P	Unterrichtliche Möglichkeiten von Stationenlernen
2	P	Organisation von Stationenlernen
3	P	Lernen an Lernstationen im Mathematikunterricht
4	P	Beispiele von Lernstationen aus dem Mathematikunterricht

- Material für die einzelnen Stationen vorbereiten
- Für die Stationen 1-4 Material und Arbeitsaufträge jeweils auf einer Seite zusammenschreiben. Die Bearbeitung darf jeweils nur 10 –15 Minuten in Anspruch nehmen.

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

1. Vorbereitung der Fachkonferenz durch:

- Kopie der Materialien für die einzelnen Stationen in der benötigten Anzahl,
- Positionierung der einzelnen Stationen in einem angemessenen Arbeitsraum,
- entsprechende Auslegung der Arbeitspapiere,
- eine kurze Einführung in den Ablauf des Stationenlernens,
- Vorbereitung der Evaluation (Kopie des „Evaluationsbogen für die Durchführung des Stationenlernens in der Fachkonferenz“, S. 262 auf Folie).

2. Durchführung des Stationenlernens durch die Kolleginnen und Kollegen:

Arbeitsauftrag:

Suchen Sie sich einen festen Lernpartner, mit dem Sie die Stationen durchlaufen.

Sie können mit Ihrem Lernpartner entscheiden, in welcher Reihenfolge Sie die Stationen durchlaufen.

Fassen Sie die Arbeitsergebnisse jeder Lernstation zusammen.

3. Evaluation des Stationenlernens

Arbeitsauftrag:

Bearbeiten Sie nach Beendigung der letzten Station den Evaluationsbogen gemeinsam mit Ihrem Lernpartner und legen Sie die Folie an die vereinbarte Stelle.

4. Diskussion des Stationenlernens

Arbeitsauftrag:

Legen Sie die Folien auf dem OHP übereinander und ermitteln Sie das Meinungsbild des Kollegiums.

Benutzen Sie folgende Kriterien um die Diskussion zu strukturieren:

- Effektivität der Methode (zeitlicher Aufwand, Materialaufwand contra Lernen lernen)
- Qualitätsentwicklung des Mathematikunterrichts (Vernetzendes und eigenverantwortliches Lernen)
- Schülerorientierung der Methode

Bilden Sie Arbeitsgruppen, um Themenbereiche für das Stationenlernen im Mathematikunterricht an Ihrer Schule zu suchen.

Diese Vorschläge sind die Grundlage für eine mögliche Beschlussfassung.

Station 1: Unterrichtsliche Möglichkeiten von Stationenlernen

Stationenlernen³ ist als Circuittraining im Sport seit langem bekannt, die Übertragung auf andere Lernbereiche begann in den Achtzigerjahren zunächst in der Grundschule, erfolgt aber auch zunehmend in der Sekundarstufe.

Beim Stationenlernen wird ein Thema in verschiedene, überschaubare Teilaspekte gegliedert, die die einzelnen Stationen darstellen. Die Unterrichtsinhalte werden also nicht zeitlich nacheinander sondern gleichzeitig angeboten. Während der Arbeit wechseln die Schüler die Stationen, bis sie alle Pflichtstationen durchlaufen haben.

Ziel ist es, die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, an den einzelnen Stationen selbstständig zu arbeiten.

Lernen an Lernstationen ist eine Möglichkeit, Unterrichtsinhalte in selbstverantworteter Form zu vermitteln und den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, zunehmend die Fähigkeit zu entwickeln, selbstständig und zusammen mit anderen Arbeitsergebnissen zu erzielen. Das Lernen an Lernstationen bietet auch dem/der vorwiegend in lehrerzentrierten Unterrichtsformen ausgebildeten Lehrer/in und der frontal geführten Klasse den Einstieg in offenere Unterrichtsformen.

Die Lernenden entscheiden selbst, in welcher Reihenfolge sie die Stationen bearbeiten, sie bestimmen entsprechend ihrer Fähigkeiten das Lerntempo, sie entscheiden, ob sie Wahlstationen bzw. Wahlaufgaben für sich als wichtig erachten und bearbeiten wollen. Je nach Planung können sie auch die Sozialform bestimmen. Das setzt voraus, dass die Schüler zumindest ansatzweise selbstständig arbeiten können, dass sie Arbeitsanweisungen verstehen und mit andern zusammenarbeiten können. Lernstationen bieten sich sowohl zum intensiven Üben schon erarbeiteter Inhalte als auch zur gelenkten Erarbeitung von Neuem an. Es können aber auch konstruktive offene Aufgabenstellungen angeboten werden, wenn Schülerinnen und Schüler Erfahrungen mit eigenständigem Lernen und mit der Arbeit an Lernstationen haben. Durch die Möglichkeit, das Thema in verschiedene Schwierigkeitsstufen zu differenzieren bzw. den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zu geben, unterschiedliche Interessensschwerpunkte zu setzen, kann Stationenlernen immer offener gestaltet werden. Schülerinnen und Schüler können bei ausreichender Erfahrung Verbesserungsvorschläge für vorhandene Stationen machen, neue Stationen gestalten oder eigenständig einen Durchgang Stationenlernen für ihre Mitschülerinnen und -schüler entwickeln.

Stationenlernen muss zumindest am Anfang eng geführt sein. Es ist dann ein Lernen auf vom Lehrer vorgedachten Wegen. In dieser Form fördert es erst im Ansatz, individuelles Lernen und eigenes Denken. Jedoch darf sich selbstständiges Lernen langfristig nicht auf die Freiheit im Tun (Auswahl der Lernstation, Reihenfolge der Bearbeitung und Wahl der Sozialform) beschränken, sondern muss zunehmend auch die Freiheit im Denken ermöglichen. Das bedeutet, dass die Lernstationen zunehmend offen gestaltet werden müssen. Bei wiederholtem Einsatz der Methode müssen die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit zur produktiven Mitgestaltung des eigenen Lernprozesses bzw. des Einschlagens eigener Lernwege erhalten.

Arbeitsauftrag für die 1. Station:

Erstellen Sie gemeinsam ein Mind-Map, das die wichtigsten Informationen des Arbeitsblattes dieser Station enthält.

⁴Lernen an Stationen, Lernzirkel, Stationen lernen werden häufig synonym verwandt, im Folgenden wird hauptsächlich der Begriff Stationenlernen benutzt.

Station 2: Organisation von Stationenlernen

Die Inhalte der verschiedenen Stationen dürfen nicht aufeinander aufbauen. Jedoch kann der Stationsbetrieb für mehrere Durchgänge angelegt sein. Die einzelnen Stationen können nach Wahl- und Pflichtstationen differenziert werden.

Jede Station enthält neben dem **Arbeitsmaterial** alle notwendigen **Arbeitsanweisungen**. Diese sind so formuliert, dass sie ohne Hilfe verständlich, altersgemäß und motivierend sind und außerdem vielfältige Formen des Lernens, Übens und/oder Wiederholens ermöglichen.

Ein gut strukturiertes, vielseitiges Lernangebot entsprechend der Vorerfahrungen der Lernenden zu schaffen, ist neben der Lernberatung während des Stationenlernens der Arbeitsschwerpunkte des Lehrers/der Lehrerin.

Die Anzahl der Lernstationen, das Anspruchsniveau, der Umfang, die Aufteilung in Pflicht- und Wahlstationen werden in Abstimmung auf die Lerngruppe entsprechend der Thematik festgelegt. In jedem Fall müssen so viele Arbeitsanweisungen und Arbeitsmaterialien zur Verfügung stehen, dass alle Schülerinnen und Schüler alleine, mit einem Lernpartner oder in einer Gruppe über die gesamte festgelegte Lernzeit beschäftigt sind.

Wo immer es möglich und sinnvoll ist, führen die Schülerinnen und Schüler eine **Selbstkontrolle** ihrer Arbeitsergebnisse z. B. mit Hilfe einer ausliegenden Musterlösung durch. Diese kann einen kompletten Lösungsweg oder eine Anleitung zum Fehlerfinden enthalten. Die Feststellung für die Schülerinnen und Schüler, dass ihre Lösung falsch ist, reicht nicht aus. Es gilt die **Fehlerquelle** zu finden, um konstruktiv lernen zu können.

Es ist für die Schülerinnen und Schüler hilfreich, wenn unterschiedliche Schwierigkeitsgrade einzelner Stationen oder Aufgaben durch Symbole kenntlich gemacht werden.

Zu Beginn des Stationenlernens ist es erforderlich, den Schülerinnen und Schülern eine **Einführung** in die Arbeit zu geben: Die einzelnen Stationen zu erklären und Arbeitsaufträge gemeinsam zu besprechen. Je häufiger Stationenlernen durchgeführt wird, desto weniger ausführlich kann die Einführung geschehen.

Nützlich hat sich auch der Aufbau einer **Hilfsstation** (mit leeren Blättern, Scheren, Klebe, Nachschlagewerken,...) erwiesen.

Damit ein möglichst störungsfreier Ablauf während des Stationenlernens gewährleistet ist, der es jedem ermöglicht, ungestört zu arbeiten, wird ein gemeinsamer **Ordnungsrahmen** erarbeitet (Regeln über Mappenführung, Umgang mit dem Material, Ablauf, Regeln für das soziale Miteinander, z. B. „Bei Schwierigkeiten frage zuerst einen Mitschüler, bevor du dich an den Lehrer wendest.“).

Zur besseren Orientierung ist es günstig, den Termin, wann alle Pflichtaufgaben bearbeitet sein müssen, vorher festzulegen. Insgesamt muss den Schülerinnen und Schülern für die Bearbeitung der einzelnen Stationen **ausreichend Zeit** zur Verfügung gestellt werden, damit sie sich intensiv und ernsthaft mit der Problem-/ Aufgabenstellung auseinandersetzen können. Zeitdruck verführt zu einer Art „Lern-Zapping“, bei dem Schüler ohne viel Muße einen Lern-Spot konsumieren und dann –

wie mit Hilfe einer Fernbedienung – schnell in ein anderes Programm umschalten. (vgl. Sundermann/Selter, a.a.O.: S.113)

Die Arbeit an den Lernstationen wird begleitet durch einen **Arbeitsübersichtsbogen** (siehe „Arbeitsübersichtbogen“, S. 249), auf dem jede Station verzeichnet ist.

Jede Schülerin/ jeder Schüler notiert, wann sie/er mit der Arbeit an einer Station begonnen, wann sie beendet wurde, jeder Lerner hat die Möglichkeit über das eigene Lernen Kommentare zu schreiben bzw. seine Fehler zu reflektieren.

Es handelt sich also um eine Planungshilfe für die Stationenarbeit, um eine Dokumentation des Arbeitsstandes und eine Hilfe zur Reflexion des eigenen Lernens.

Für die Lehrerin/den Lehrer gibt der Laufzettel Auskunft über das Arbeitstempo, Interessen und Anspruchsniveau sowie Vermeidungsstrategien jedes einzelnen Lernenden.

Das Ende des Stationenlernens bildet ein **Abschlussgespräch**, bei dem Ergebnisse präsentiert und Erfahrungen besprochen werden.

Damit wird das Bewusstsein des Einzelnen gestärkt, Mitglied einer großen Lerngruppe zu sein, weil alle Lernergebnisse zu Kenntnis genommen und gewürdigt, aber auch Versäumnisse und Lernschwierigkeiten besprochen werden (vgl. Hegele, Irmintraut. Stationenarbeit. Ein Einstieg in den offenen Unterricht. In: Jürgen Wiechmann (Hg.). Zwölf Unterrichtsmethoden. Vielfalt für die Praxis. Weinheim: Beltz Verlag: 1999, S. 69).

Arbeitsauftrag zur 2. Lernstation:

Formulieren Sie gemeinsam Wünsche für organisatorische Voraussetzungen an der eigenen Schule, die das Einsetzen der Methode Stationenlernen begünstigen.

Station 3: Lernen an Lernstationen im Mathematikunterricht

Im Mathematikunterricht sind verschiedene Einsatzmöglichkeiten für Stationenlernen sinnvoll:

- Üben einer im Unterricht erarbeiteten Thematik
Um Übungsphasen im Unterricht abwechslungsreich und intensiv zu gestalten, können verschiedene Aufgabentypen zu jeweils einer Lernstation zusammengefasst und geübt werden.
- Erarbeitung von etwas Neuem
Wird eine Unterrichtsreihe unter dem Gesichtspunkt des entdeckenden Lernens konzipiert, kann diese über klare Arbeitsanweisungen in Stationen organisiert werden. Hierbei kommt den Formulierungen von Arbeitsanweisungen besondere Bedeutung zu. Sie müssen klar und leicht verständlich, kurz und knapp gehalten werden. Die Arbeitsanweisungen sollen bei aller Offenheit entdeckendes Lernen initiieren ohne die Lernenden zu überfordern.
- Wiederholung eines speziellen mathematischen Bereiches
In der Sekundarstufe 1 ist es ab dem 9. Schuljahr notwendig, im Hinblick auf Eignungstests Grundlagen aus anderen Schuljahren zu wiederholen. Hier bietet sich die Methode Stationenlernen an. Jede einzelne Station umfasst ein anderes Themengebiet.
- Aufarbeitung von individuellen Schwächen
Eine Möglichkeit, nicht mehr präsenten Unterrichtsstoff zu aktualisieren, bieten Lernstationen evtl. auch unter Benutzung von Internet und mathematischer Software. So können Schülerinnen und Schüler nach einem Test, der Fähigkeiten in unterschiedlichen mathematischen Gebieten überprüft, die festgestellten individuellen Lücken schließen.

Arbeitsauftrag für die 3. Station:

Notieren Sie gemeinsam Stärken und Schwächen der Methode Stationenlernen im Mathematikunterricht unter Berücksichtigung unterschiedlicher Intentionen, die mit dem Stationenlernen verfolgt werden können.

Station 4: Beispiele für Lernstationen aus dem Mathematikunterricht

1. Beispiel: Verpackungen
2. Beispiel: Ganzrationale Funktionen www.learn-line.nrw.de/angebote/selma/foyer/02b_dinslakenproj1.htm
3. Beispiel: Funktionen <http://www.acdca.ac.at/material/vortrag/motivat.htm>

Arbeitsauftrag für die 4. Station:

Verschaffen Sie sich einen Überblick über die verschiedenen Beispiele zum Stationenlernen im Mathematikunterricht. Notieren Sie die Stärken und Schwächen der Beispiele. Beschreiben Sie die Intentionen, die mit Beispielen verfolgt werden.

Informationsblatt zur Lernstation „Verpackungen und Wareninhalt im Vergleich“

Die gesamte Lernstation besteht aus sieben einzelnen Stationen.

Während bei Aufgabengruppe 0 Grundlagenkenntnisse wiederholt werden, wird an den Aufgabengruppen 1-6 neues Wissen erarbeitet.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten an den Stationen mit einem Lernpartner zusammen. Das Material liegt maximal in sechsfacher Ausfertigung vor, gleichzeitig können sich maximal 6 Schülerinnen und Schüler an einer Station beschäftigen (Anzahl der Arbeitsplätze).

Bei diesem Stationenbetrieb steht das konstruktive Lernen mit einem Lernpartner im Vordergrund. Es muss jeweils ein Sachverhalt selbstständig erarbeitet und anschließend geübt werden.

Außerdem werden an jeder Station Elemente mit eingebunden, die die Auseinandersetzung mit dem eigenem Lernen fördern. Dies geschieht durch

- die Selbstkontrolle der Ergebnisse,
- die Form der Auseinandersetzung mit den eigenen Fehlern,
- die Erstellung einer Übersicht über das Bearbeitete, den Erfolg, die investierte Zeit (siehe „Arbeitsübersichtsbogen“, S. 249).

Die Angaben zu den einzelnen Lernstationen werden auf DIN A3 kopiert und auf Pappe geklebt. Der Kopf gibt das Thema und die Nummer der Lernstation an.

In Rot erfolgt dann eine kurze Angabe, was an der Lernstation getan werden muss. Die Materialübersicht erfolgt in grüner Farbe.

Jede Lernstation wird räumlich durch Gruppentische mit jeweils vier bis sechs Arbeitsplätzen aufgebaut. Die Arbeitsanweisungen für jede Lernstation werden dahinter an die Wand im Klassenraum gehangen und verbleiben dort für die Dauer der Reihe. Darunter werden, wenn es für die Lernstation notwendig ist, Prospekthüllen mit den begleitenden Arbeitsblättern etc. gehängt. Jede Stunde werden die weiteren zu den Stationen gehörigen Materialien ausgelegt.

Evaluationsbogen für die Durchführung des Stationenlernens in der Fachkonferenz

		Beurteilung				
		++	+	~	-	-
Beurteilung der Lernstationen	Durch die Stationen habe ich einen verständlichen Einblick in die Methode „Stationenlernen“ erhalten.					
	Ich habe mit meinem Lernpartner an den Stationen selbstständig gearbeitet.					
	Die Arbeit mit dem Lernpartner war effektiv.					
	Die zur Verfügung gestellte Zeit war ausreichend.					
Beurteilung der Methode Stationenlernen	Der Zeitaufwand bei der Vorbereitung der Stationen und der Nutzen im Unterricht stehen in einem guten Verhältnis .					
	Ich kann mir vorstellen, das Schülerinnen und Schüler selbstständig und effektiv an Lernstationen lernen.					
	Ich würde fertig ausgearbeitet Stationen im Mathematikunterricht einsetzen.					
	Ich würde gerne ein Stationenlernen für den Unterricht mit anderen Kolleginnen und Kollegen erarbeiten.					

4.8 Lernen mit einer Lernkartei

Eine Methode, die sich in besonderer Weise zum eigenständigen und eigenverantwortlichen Lernen eignet, ist das von Sebastian Leitner entwickelte Lernen mit der Lernkartei. Ursprünglich für das Lernen von Vokabeln entwickelt, lässt sich diese Methode durchaus auf andere Fächer und Lernsituationen übertragen. Sie eignet sich zum Abspeichern von Wissen im Langzeitgedächtnis.

Zu einer Lernkartei gehören ein spezieller Karteikasten und eine größere Anzahl von passenden Karteikarten (beides kann man kaufen oder selbst erstellen).

Der Karteikasten besteht aus fünf Fächern unterschiedlicher Größe. Jedes Fach ist etwa doppelt so groß wie das vorhergehende. Das kleinste Fach ist das erste, das größte ist das letzte. Das bedeutet, dass es jeweils doppelt so lange dauert, bis das Fach voller Karteikarten ist und die enthaltenen Karten wiederholt werden.

Die Begründung liegt in der Art und Weise, wie unser Gedächtnis funktioniert. Da jedes Fach erst bearbeitet wird, wenn es fast voll ist, wird der Lernstoff in immer länger werdenden Zeitabständen bis zur Verankerung im Langzeitgedächtnis wiederholt. Er wird gerade dann wiederholt, wenn er droht, in Vergessenheit zu geraten. Nur die Dinge werden wiederholt, die noch nicht sitzen (zielgerichtetes Lernen).

Auf die Vorderseite der Karteikarte kommt immer eine eindeutige Frage/Aufgabe. Auf der Rückseite wird die Antwort oder Lösung notiert. Auch Zeichnungen, Grafiken sind möglich. Lückentexte und sonstige Arbeitsaufgaben können aufgeschrieben werden. Wichtig ist, dass nur eine Information abgefragt und dass es eine eindeutige Entscheidung gibt, ob die Antwort richtig oder falsch ist.

Jede Karte muss für sich selbst sinnvoll sein, ein direkter Bezug auf die vorherige bzw. nachfolgende Karte ist, bedingt durch den Ablauf, nicht möglich.

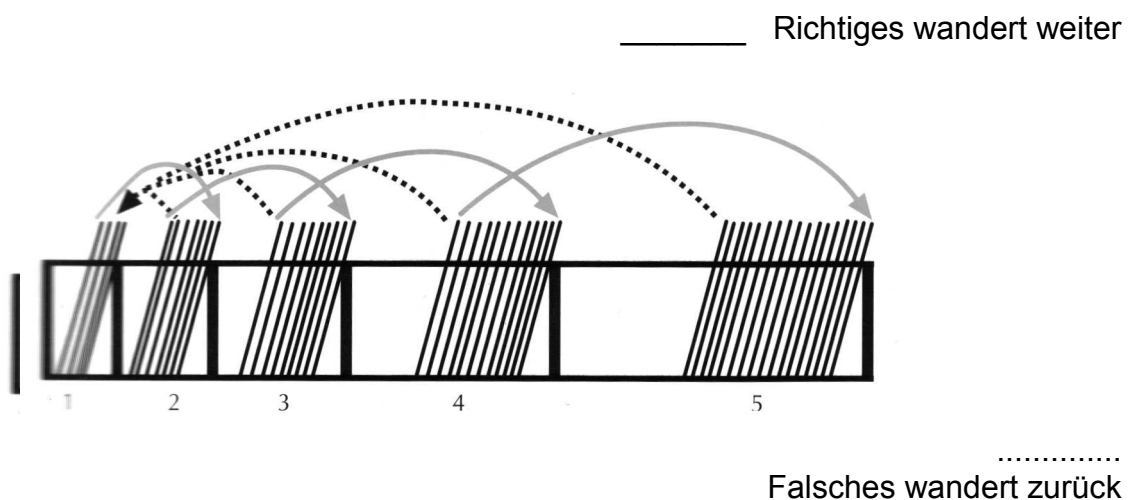
Karteikarten für unterschiedliche Lerngebiete sollten durch unterschiedliche Farben, Symbole oder Abkürzungen vorne auf der Karte gekennzeichnet werden.

Zur Arbeit mit der Lernkartei

- Neue Karten kommen in das Fach 1 des Karteikastens.
- Am folgenden Tag werden diese Karten wiederholt, der Lerner liest die Vorderseite, beantwortet die Frage oder löst die Aufgabe und kontrolliert mit Hilfe der Rückseite die Richtigkeit.
- Bei einer richtigen Antwort wandert die Karte in das Fach 2, immer **hinter** schon vorhandenen Karten.
- Jede falsch beantwortete Karte bleibt im Fach 1, ebenfalls hinten angestellt.
- Ist das Fach 2 fast voll (oder sind die vordersten Karten schon mindestens drei Tage darin), so wiederholt man die vordere Hälfte der Karten im Fach 2. Damit die Wiederholung nicht zu früh einsetzt, werden nur die vorderen (die älteren) Karteikarten bearbeitet.
- Jede richtig beantwortete Karte wandert in Fach 3 hinter die schon vorhandenen Karten, jede falsch beantwortete landet wieder im Ausgangsfach (nach hinten).
- Ist das dritte Fach voll (oder sind die vordersten Karten schon mindestens 6 Tage darin), so verfährt man nach dem gleichen Prinzip: Jede richtige Karte wandert nach hinten in das Fach 4, die andern kehren in das Fach 1 zurück.
- Im ersten Fach sammeln sich also relativ schnell die besonders schwierigen, noch zu lernenden Sachverhalte, was weiter hinten steht, ist schon relativ gut gefestigt.
- Aus dem Fach 4 wandern die Karten entweder in das Fach 5 oder zurück ins Ausgangsfach.

- Aus Fach 5 werden die Karten bei richtiger Antwort aus dem Karteikasten entfernt, weil man nach lerntheoretischen Erkenntnissen davon ausgehen kann, dass sie fest im Langzeitgedächtnis verankert sind. Die anderen Karten wandern zum erneuten Lernen in das Ausgangsfach.

Der skizzierte Weg kann sich je nach zur Verfügung stehender Zeit und Intention über eine Unterrichtsreihe oder über einen längeren Zeitraum (z. B. ein Schuljahr oder die gesamte Zeit in der Sek. I) erstrecken.



Wichtig und notwendig ist die **tägliche** oder zumindest **regelmäßige** Arbeit mit der Lernkartei. Für das Lernen und Behalten ist das gestaffelte Lernen und das Wiederholen in verschiedenen Abständen eine entscheidende Voraussetzung. Je früher die Wiederholung beginnt und je konsequenter sie durchgeführt wird, desto besser ist es für den Lernerfolg.

In der Regel arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit der Lernkartei allein oder zusammen mit einem Lernpartner.

Bei der Einzelarbeit bearbeitet jeder Lerner die Kartei selbstständig. Er ist selbst für seinen Lernerfolg verantwortlich. Er trifft die Entscheidung, ob die Karte wandern darf oder zurück muss. Er entscheidet, wie lange er überlegt, wie viele neue Karten täglich hinzukommen und wie viele bearbeitet werden. Die Verantwortung für die Lernintensität übernimmt die Schülerin/der Schüler.

Bei der Teamarbeit können sie sich gegenseitig abhören, überprüfen und kontrollieren. Es wird außerdem die Ausdrucksfähigkeit geschult, denn der Lernpartner muss Frage bzw. Antwort verstehen können.

Die Schülerinnen und Schüler lernen bei der Arbeit mit der Lernkartei, sorgfältig und gewissenhaft zu arbeiten. Ein fehlerhaftes Ausfüllen einer Karteikarte führt z. B. dazu, dass etwas Falsches gelernt wird. Sie werden also gezwungen Richtiges aufzuschreiben. Hier liegt auch die Verantwortung des Lehrers der Lehrerin, durch Stichproben und gezielte Kontrollen die Richtigkeit der Karteikarten zu überprüfen.

Die Arbeit mit der Lernkartei verschafft dem Lerner durch das Verschieben der richtig beantworteten Karten nach hinten sichtbare, kurzfristige Erfolgserlebnisse. Jede/jeder gewinnt einen Überblick, wie viel sie/er schon gelernt und wie gut sie/er gelernt hat.

Die Arbeit mit der Lernkartei bietet sich sowohl für den Einsatz im Unterricht als auch für das Lernen zu Hause an als

- Vermittlungsmethode für Faktenwissen
- Vokabellernhilfe
- Übkartei (z. B. Vorbereitung auf eine Klassenarbeit)
- Fehlerkartei (jeder grundlegende Fehler aus Hausaufgaben oder Klassenarbeiten wird korrigiert auf Karteikarten notiert)

4.8.1. Lernen mit einer Lernkartei im Mathematikunterricht

Während im Sprach- und Deutschunterricht das Lernen mit einer Lernkartei einen festen Stellenwert hat, spielt es im Mathematikunterricht bisher so gut wie keine Rolle. Dabei lässt sich diese Methode problemlos übertragen und ist zur Verankerung von Wissen im Langzeitgedächtnis besonders geeignet.

Ziel der Arbeit mit einer mathematischen Lernkartei ist es, mathematisches Wissen, Algorithmen, Regeln über immer größer werdende Abstände zu wiederholen und sich so daran über Jahre hinaus zu erinnern.

Es gibt für den Mathematikunterricht fertige Lernkarteien, z. B. von AOL, MUED,....., die jedoch ein anderes Verständnis von Lernkartei zugrunde legen. Für das eigenständige individuelle Lernen ist es jedoch sinnvoll, wenn sich die Schülerin/der Schüler eine solche Lernkartei fortlaufend über den Unterricht der Sek. I hinweg selber erstellt.

Die Lernkartei kann z. B. das übliche Regelheft ersetzen. Das hat den Vorteil, dass Karteikarten für spezielle Fehler des Schülers oder der Schülerin mit aufgenommen werden können. So kann z. B. für einen in einer Hausaufgabe oder in der Klassenarbeit gemachten Fehler eine spezielle Karte erstellt werden. Auf der Vorderseite wird die Aufgabe notiert oder der fehlerhaft angewandte Algorithmus als Fehler gekennzeichnet, auf der Rückseite wird die Lösung vermerkt. Dabei wird in der richtigen Darstellung die Stelle unterstrichen, an der der Fehler gemacht wurde.

4.8.2. Evaluation eines Vorhabens zur Arbeit mit Lernkarteien

Beschreibung des Vorhabens

In der Fachkonferenz wurde beschlossen die Arbeit mit Lernkarteien in zwei Klassen/Kursen auszuprobieren, halbjährlich die Entwicklung der Arbeit zu dokumentieren und den Erfolg zu überprüfen. Dabei stehen folgende Ziele im Vordergrund:

- Akzeptanz durch Schülerinnen und Schüler sowie Lehrerinnen und Lehrer
- Kontinuierlicher und zeitlich geplanter Einsatz
- Individuelle Gestaltung von Karteikarten (spezielle Karten mit den eigenen Fehlern aus Hausaufgaben und Klassenarbeiten)

Qualitätsindikatoren:

- Die Schülerinnen und Schüler akzeptieren die Arbeit mit der Lernkartei als Hilfe für den eigenen Lernprozess:
 - sie erstellen neue Karten,
 - sie nutzen die vorhandenen Karteien um intensiv zu arbeiten,
 - sie sind motiviert möglichst viele Karten in das letzte Fach zu bringen.

- Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, regelmäßig mit der Lernkartei zu arbeiten. Mindestens einmal in der Woche wird diese Arbeitstechnik im Unterricht eingeplant.
- Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Arbeit mit der Lernkartei zur Erweiterung der eigenen Fachkompetenz. Sie dokumentieren neue Kompetenzen durch entsprechend neue Eintragungen auf Karten. Zur Behebung ihrer individuellen systematischen Fehler fertigen sie Karten an, die die Korrektur des Fehlers beinhalten und über die richtige Notation zur Vermeidung des Fehlers beitragen.
- Die Arbeit mit der Lernkartei wird als Arbeitstechnik bewusst im Unterricht zeitlich eingearbeitet:
 - Die Arbeit mit der Lernkartei ergibt sich nicht zufällig aus dem Unterrichtsablauf.
 - Der Arbeit mit der Lernkartei wird der erforderliche zeitliche Rahmen eingeräumt.
- Die Lehrerinnen und Lehrer akzeptieren den Einsatz von Lernkarteien als sinnvollen Beitrag zur Individualisierung des Lernprozesses. Sie geben dieser Arbeitstechnik einen ausreichenden zeitlichen und inhaltlichen Rahmen. Sie nutzen die Arbeitszeit der Schülerinnen und Schüler, um einzelne bei ihrer individuellen Arbeit mit der Kartei zu beraten.

Messverfahren:

- Liste zur Eintragung der Arbeitszeiten an der Kartei für die Schülerinnen und Schüler
- Liste für die Häufigkeit des Einsatzes der Lernkartei für die Kolleginnen und Kollegen
- Überprüfung der Lernkarteien auf Individualität.

4.8.3 Beschreibung einer Fachkonferenz

Eingangsvoraussetzungen

Die Mathematiklehrerinnen und -lehrer der Schule haben beschlossen, weitere Methoden zum selbsttätigen Lernen kennen zu lernen.

Zielsetzungen

Die Lehrerinnen und Lehrer der Fachkonferenz sollen die Methode kennen lernen, die vorgestellten Ergebnisse kritisch würdigen sowie festlegen, in welchen Jahrgangsstufen und zu welchen Themenbereichen diese Form der selbstständigen Arbeit an der eigenen Schule umzusetzen ist.

Möglicher Ablauf der Fachkonferenz

Phase 1:

Lesen des Informationsblattes (siehe „Informationsblatt zum Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht“, S. 268)

Phase 2:

Es werden Arbeitsgruppen zu vier/fünf Personen gebildet. Pro Gruppenmitglied muss ein Satzanfang zur Verfügung stehen. In einem stummen Schreibgespräch notieren sie ihre Einstellungen zum Einsatz einer Lern-/Übkartei im Mathematikunterricht (siehe „Stummes Schreibgespräch“, S. 270). In weiteren Durchläufen werden die Äuße-

rungen der anderen Gruppenmitglieder kommentiert, ergänzt, bestätigt oder hinterfragt.

Phase 3:

Zur Auswertung des stummen Schreibgesprächs werden alle Ergebnisblätter zu einem Satzanfang an einer Stelle im Raum so ausgehängt, dass jeder sich informieren kann.

Phase 4:

In einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit beschäftigen sich die Kolleginnen und Kollegen mit der Sichtung von Übkarteien (kommerzielle/ von Schülerinnen und Schülern selbsterstellte). Es wäre wünschenswert, dass sich eine Gruppe mit der Sichtung und Beurteilung von Fehlerkarteien hinsichtlich ihres nützlichen Einsatzes im Mathematikunterricht beschäftigt.

Phase 5:

Beschlussfassung über den Einsatz von Lernkarteien im Mathematikunterricht und die evtl. Vorstellung der Arbeit mit Lernkarteien auf Elternabenden.

Anregung: Evtl. kann zu einem späteren Zeitpunkt mit Kolleginnen und Kollegen anderer Fachkonferenzen ein Austauschen über die Einsatzmöglichkeiten und die Erfahrungen mit Lernkarteien stattfinden.

4.8.4. Materialien

1. Informationsblatt zum Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht
2. Stummes Schreibgespräch
3. Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz
4. Liste zur Überprüfung der Arbeit mit der Lernkartei
5. Liste zur Eintragung der Arbeitszeiten an der Lernkartei für die Schülerinnen und Schüler
6. Liste für die Häufigkeit des Einsatzes der Lernkartei für die Lehrerinnen und Lehrer

Informationsblatt zum Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht

Eine Methode, die sich in besonderer Weise zum eigenständigen und eigenverantwortlichen Lernen eignet, ist das von Sebastian Leitner entwickelte Lernen mit der Lernkartei. Ursprünglich für das Lernen von Vokabeln entwickelt, lässt sich diese Methode durchaus auf andere Fächer und Lernsituationen übertragen. Sie ist zur Verankerung von Wissen im Langzeitgedächtnis besonders geeignet.

Beschreibung der Methode

Zu einer Lernkartei gehören ein spezieller **Karteikasten** und eine größere Anzahl von passenden Karteikarten (beides kann man kaufen oder selbst erstellen).

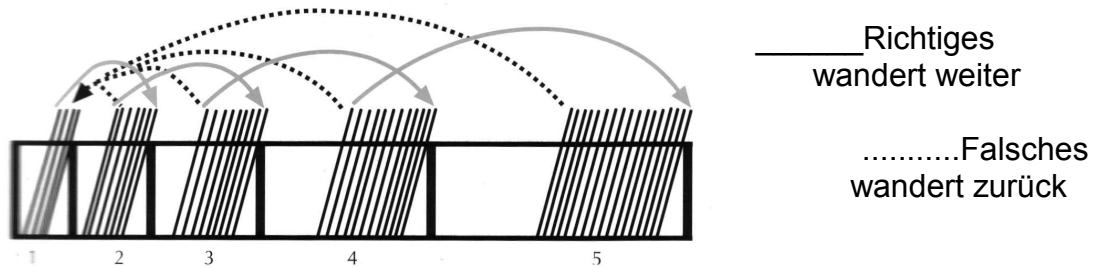
Auf die Vorderseite der **Karteikarte** kommt immer eine eindeutige Frage/Aufgabe. Auf der Rückseite wird die Antwort/Lösung notiert. Auch Zeichnungen, Grafiken sind möglich. Lückentexte und sonstige Arbeitsaufgaben können aufgeschrieben werden. Wichtig ist, dass nur eine Information abgefragt wird, dass es eine eindeutige Entscheidung für richtige oder falsche Antwort gibt. Jede Karte muss für sich selbst sinnvoll sein, ein direkter Bezug auf die vorherige bzw. nachfolgende Karte ist, bedingt durch den Ablauf, nicht möglich.

Karteikarten für unterschiedliche Lerngebiete sollten durch unterschiedliche Farben, Symbole oder Abkürzungen vorne auf der Karte unterschieden werden.

Der Karteikasten besteht aus **fünf Fächern** unterschiedlicher Größe. Jedes Fach ist etwa doppelt so groß wie das vorhergehende. Das kleinste ist das erste Fach, das größte ist hinten. Das bedeutet, dass es jeweils doppelt so lange dauert, bis das Fach voller Karteikarten ist und die enthaltenen Karten wiederholt werden.

Zur Arbeit mit der Lernkartei

- Neue Karten kommen in das Fach 1 des Karteikastens.
- Am folgenden Tag werden diese Karten wiederholt, der Lerner liest die Vorderseite, beantwortet die Frage oder löst die Aufgabe und kontrolliert mit Hilfe der Rückseite die Richtigkeit. Bei einer richtigen Antwort wandert die Karte in Fach 2, immer **hinter** schon vorhandene Karten.
Jede falsch beantwortete Karte bleibt in Fach 1, ebenfalls hinten angestellt.
- Ist das Fach 2 fast voll oder sind die vordersten Karten schon mindestens drei Tage darin, so wiederholt man die vordere Hälfte der Karten im Fach 2. Damit man nicht zu schnell wiederholt, werden nur die vorderen (älteren) Karten bearbeitet.
Jede richtig beantwortete Karte wandert in das Fach 3 hinter die schon vorhandenen Karten, jede falsch beantwortete landet wieder im Ausgangsfach (nach hinten).
- Mit den Fächern 3 und 4 wird nach dem gleichen Prinzip verfahren:
Richtige Karten wandern ein Fach weiter und werden hinten eingeordnet, falsch beantwortete oder gelöste Aufgaben kommen zurück ins Ausgangsfach.
- Aus Fach 5 werden die Karten bei richtiger Antwort aus dem Karteikasten entfernt, weil man nach lerntheoretischen Erkenntnissen davon ausgehen kann, dass sie fest im Langzeitgedächtnis verankert sind.
Die andern Karten wandern zum erneuten Lernen in das Ausgangsfach.



Der skizzierte Weg kann sich je nach zur Verfügung stehender Zeit und Intention über einen längeren Zeitraum (z. B. mehreren Wochen, ein Schuljahr oder die gesamte Sek. I) erstrecken. Wichtig und notwendig ist die **tägliche** oder zumindest **regelmäßige** Arbeit mit der Lernkartei.

In der Regel arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit der Lernkartei allein oder zusammen mit einem Lernpartner.

Bei der Einzelarbeit bearbeitet jeder Lerner die Kartei selbstständig. Er ist selbst für seinen Lernerfolg verantwortlich, denn er trifft die Entscheidung, ob die Karte weiter wandern darf oder zurück muss. Er entscheidet, wie lange er überlegt, wie viele neue Karten täglich hinzukommen und wie viele Karten bearbeitet werden. Die Verantwortung für die Lernintensität übernimmt die Schülerin/der Schüler bzw. das Lernteam.

Bei der Teamarbeit können sie sich gegenseitig abhören, überprüfen und kontrollieren. Es wird außerdem die Ausdrucksfähigkeit geschult, denn der Lernpartner muss Frage und Antwort verstehen können.

Die Schülerinnen und Schüler lernen sorgfältig und gewissenhaft zu arbeiten. Ein fehlerhaftes Ausfüllen einer Karteikarte führt dazu, dass etwas Falsches gelernt wird (Kontrolle durch den Lehrer/die Lehrerin ist erforderlich).

Die Arbeit mit der Lernkartei verschafft dem Lerner durch das Verschieben der richtig beantworteten Karten nach hinten sichtbare, kurzfristige Erfolgserlebnisse. Jede/ jeder gewinnt einen Überblick, wie viel sie/er und wie gut sie/er gelernt hat.

Unterrichtliche Möglichkeiten im Mathematikunterricht

Im Mathematikunterricht kann die Arbeit mit der Lernkartei sowohl in der Schule als auch zu Hause angewandt werden als

- Übkartei (z. B. Vorbereitung auf eine Klassenarbeit)
- Fehlerkartei (jeder grundlegende Fehler aus Hausaufgaben oder Klassenarbeiten wird korrigiert auf Karteikarten notiert)

Es gibt für den Mathematikunterricht fertige Lernkarteien z.B. von AOL, MUED,....., die jedoch ein anderes Verständnis von Lernkartei zugrunde legen. Für das eigenständige individuelle Lernen erscheint es jedoch sinnvoll, wenn sich die Schülerinnen und Schüler eine solche Lernkartei fortlaufend über den Unterricht der Sek. I hinweg selber erstellen. Die Lernkartei kann das übliche Regelheft ersetzen. Das hat den Vorteil, dass individuelle Fehler des Schülers mit aufgenommen werden können. So kann z. B. für einen in einer Hausaufgabe oder Arbeit gemachten Fehler eine spezielle Karte erstellt werden. Auf der Vorderseite wird die Aufgabe notiert oder der fehlerhaft angewandte Algorithmus gekennzeichnet, auf der Rückseite wird die Lösung vermerkt. Dabei wird in der richtigen Darstellung die Stelle unterstrichen, an der der Fehler gemacht wurde.

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 TN¹ 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“:

- Der Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht erscheint mir sinnvoll, weil
- Beim Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht habe ich Bedenken hinsichtlich
- Zur Organisation des Einsatzes von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht ist für mich fraglich, wie
- An unserer Schule sehe ich Möglichkeiten für den Einsatz von Üb-/Lernkarteien im Mathematikunterricht in den Bereichen
- Für den regelmäßigen Einsatz von Lernkarteien im Mathematikunterricht wünsche ich mir
- ...

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

Arbeitsaufträge für die Vorbereitung und Durchführung der Fachkonferenz

1. Arbeitsanweisungen für das stumme Schreibgespräch

Notieren Sie Ihre persönlichen Einstellungen zur Arbeit mit der Lernkartei im Mathematikunterricht an unserer Schule, in dem Sie die Satzanfänge fortführen.

Lesen Sie sich die Beiträge Ihrer Kolleginnen und Kollegen (falls vorhanden) durch, kommentieren, ergänzen, bestätigen oder hinterfragen Sie diese.

2. Arbeitsanweisungen für die Gruppenarbeit

Untersuchen Sie die vorliegende Lernkartei auf Einsatzmöglichkeiten und Effizienz im Mathematikunterricht.

Bei welchen Unterrichtsreihen/Lernsituationen wäre ein Einsatz von Übkarteien denkbar und wünschenswert?

Kennen Sie empfehlenswerte Übkarteien?

Liste zur Eintragung der Arbeitszeiten an der Lernkartei für die Schülerinnen und Schüler

Übersicht über meine Arbeitszeiten an der Lernkartei

Schülername: _____

Tag	Arbeitszeit	Anzahl der Karteikarten	
		bearbeitet	erstellt

Liste für die Häufigkeit des Einsatzes der Lernkartei für die Lehrerinnen und Lehrer

Tag	Arbeitszeit der Schülerinnen und Schüler	Einsatz als Übkartei	Einsatz als Fehlerkartei	Kontrolle der Richtigkeit von Karteikarten