



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Mineralogische Themen in der Montessori-Pädagogik

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Alice Vorstandlechner
Matrikel-Nummer:	9403115
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	A 445
Betreuerin / Betreuer:	Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Eugen Libowitzky
Wien, am	2. September 2008

Danke...

...meinen Eltern, die mir das Studium überhaupt ermöglicht haben, für ihr Vertrauen und ihren Rückhalt.

...meinem Diplomarbeitsbetreuer, Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Eugen Libowitzky, für die äußerst freundliche Betreuung und die guten Tipps hinsichtlich Verbesserungsvorschläge.

...meinem Mann, Jörg, der mit mir alle Höhen und Tiefen des Studiums miterleben „durfte“, für seine Hilfe, sein Verständnis und seine Ermutigungen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG	8
1.1. MONTESSORI - PÄDAGOGIK.....	8
1.1.1. ENTWICKLUNG	8
1.1.2. PRINZIPIEN	10
1.1.3. KOSMISCHE ERZIEHUNG.....	23
1.1.4. METHODISCHE UMSETZUNG	29
1.1.5. MÖGLICHER TAGESABLAUF IN EINER MONTESSORI-KLASSE.....	32
ZUSAMMENFASSUNG MONTESSORI-PÄDAGOGIK	33
1.2. VERGLEICH DER MONTESSORI-PÄDAGOGIK MIT ANDEREN REFORMPÄDAGOGIKEN	34
1.2.1. DALTONPLAN	34
1.2.2. FREINET-PÄDAGOGIK	37
1.2.3. JENAPLAN	40
1.2.4. WALDORF.....	42
1.2.5. VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER REFORMPÄDAGOGIKEN MIT DER MONTESSORI-PÄDAGOGIK.....	45
2. LERNMATERIAL.....	48
2.1. LERNMATERIAL FÜR DIE FREIARBEIT.....	49
2.2. GEFUNDENES MATERIAL.....	51
2.2.1. GEOLAB	52
2.2.2. INFORMATIONSMATERIAL	55
2.2.3. „LÖFFELÜBUNG“	56
2.2.4. SINNESMATERIAL	58
3. SELBST ENTWICKELTES LERNMATERIAL.....	60
3.1. BEISPIEL EINES EINSTIEGSMATERIALS	61
3.2. SYSTEMATIK DER MINERALIEN	63
3.2.1. „DAS REICH DER MINERALIEN“	63
3.2.2. UNTERTEILUNG DER SILIKATE	67
3.2.3. INSELSILIKATE	70
3.2.4. DIE ELEMENTE.....	73
3.3. BESONDERE MINERALEIGENSCHAFTEN UND IHRE ANWENDUNG	77
3.4. DIAMANTEN.....	79
3.5. KRISTALLSYSTEME	81
3.6. HÄUFIGKEIT VON MINERALIEN IN DER ERDKRUSTE	86
3.7. HEILWIRKUNG VON MINERALEN	89
3.8. MINERALE DER SEDIMENTE	91
3.9. BEISPIELE FÜR VERSUCHE	93
3.9.1. PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN.....	93
3.9.2. MORPHOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN	115
3.9.3. VERWENDUNG VON MINERALEN.....	117

<u>4. ZUSÄTZLICHE FREIARBEITSMATERIALIEN ZUR WIEDERHOLUNG UND FESTIGUNG.....</u>	<u>119</u>
4.1. LÜK-KASTEN.....	119
4.2. GUMMISPANN-BRETT.....	121
4.3. DOMINO.....	122
4.4. MEMORY.....	123
4.5. QUARTETT.....	123
4.6. MINERAL-SPIEL.....	125
<u>5. ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION.....</u>	<u>127</u>
5.1. VORTEILE DER FREIARBEIT.....	127
5.2. FREIARBEITSSTUNDE IN EINER REGELSCHULE.....	128
5.3. ALLGEMEINE BEMERKUNGEN.....	130
5.4. BESCHRIEBENE MATERIALIEN.....	132
5.5. ÜBERSICHT ÜBER EINEN MÖGLICHEN DIDAKTISCHEN AUFBAU DES THEMAS „MINERALOGIE“.....	139
<u>6. LITERATURVERZEICHNIS.....</u>	<u>140</u>
<u>7. ANHANG.....</u>	<u>143</u>

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1:	Geolab	52
ABBILDUNG 2:	Geolab-Deckelrückseite	52
ABBILDUNG 3:	Beispiel einer Löffelübung	57
ABBILDUNG 4:	„Mineral-Paare“	59
ABBILDUNG 5:	Achatscheiben	59
ABBILDUNG 6:	Beispiel eines Jahreskreises	61
ABBILDUNG 7:	Beispiel eines Sternzeichen-Kreises	62
ABBILDUNG 8:	Sternzeichen mit zugehörigen Mineralen	62
ABBILDUNG 9:	Kreissystem „Mineralien“	64
ABBILDUNG 10:	„Mineralien“ mit Definitionskarten	64
ABBILDUNG 11:	Kreissystem „Silikate“	68
ABBILDUNG 12:	Anordnung der SiO ₄ -Tetraeder bei Kettensilikaten	68
ABBILDUNG 13:	Inselsilikate mit Olivin- und Granatstück	69
ABBILDUNG 14:	Disthen	70
ABBILDUNG 15:	Übersichtstabelle der Inselsilikate	71
ABBILDUNG 16:	Gleichschenkeliges Dreieck der Elemente	74
ABBILDUNG 17:	Goldwasch-Set	76
ABBILDUNG 18:	Informationsbüchlein über besondere Mineraleigenschaften	77
ABBILDUNG 19:	Informationsbüchlein Diamanten	79
ABBILDUNG 20:	„Kristallsysteme“	81
ABBILDUNG 21:	Faltmodelle	82
ABBILDUNG 22:	Nachbauen anhand eines Fotos	82
ABBILDUNG 23:	Nachbauen anhand einer geometrischen Darstellung	83
ABBILDUNG 24:	Trigonale Pyramide	83
ABBILDUNG 25:	Material aus Plastilin	85
ABBILDUNG 26:	Schalenbau der Erde	86
ABBILDUNG 27:	Grafische Darstellung der Häufigkeit von Mineralien in der Erdkruste	86
ABBILDUNG 28:	Informationsblätter „Heilsteine“	89
ABBILDUNG 29:	Häufigkeit von Gesteinen in der Erdkruste	91
ABBILDUNG 30:	Mineralfotos mit Namenskärtchen	91
ABBILDUNG 31:	Kupfer als elektrischer Leiter	110
ABBILDUNG 32:	Goldwaschen	114
ABBILDUNG 33:	LÜK-Kasten	119
ABBILDUNG 34:	LÜK-Lösungsmuster	120
ABBILDUNG 35:	Gummispann-Brett	121
ABBILDUNG 36:	Beispiel für eine Klammerkarte	121
ABBILDUNG 37:	Mineral-Domino	122
ABBILDUNG 38:	Mineral-Quartett	124

Vorwort

Mineralien sind Gegenstände, die sich Schüler gerne ansehen. Sollen sie aber Näheres über die Mineralogie lernen, schwindet ihre Begeisterung schlagartig. „Es handelt sich um einen so „trockenen Stoff!“ – so nur eine von vielen ablehnenden Bemerkungen zu diesem Thema.

Anhand dieser Diplomarbeit soll gezeigt werden, wie das Wissensgebiet Mineralogie für Kinder interessant und spannend gestaltet werden kann.

An die Problemstellung wurde sowohl theoretisch mittels Primärliteratur, als auch praktisch anhand von Recherchen in Schulen, und durch die selbständige Entwicklung von Unterrichtsmaterialien herangegangen.

Diese Arbeit ist in vier große Abschnitte unterteilt.

Im ersten Teil der Einleitung wird allgemein auf die Montessori-Pädagogik eingegangen, um den Leser in die Entstehung und Prinzipien der Montessori-Pädagogik sowie der Kosmischen Erziehung einzuführen. Dadurch wird ein grober Überblick in Grundlagen der Pädagogik geschaffen.

Im zweiten Teil der Einleitung werden alternative Reformpädagogiken kurz vorgestellt. Um deren Unterschied zur Montessori-Pädagogik nochmals deutlich hervorzuheben, sind abschließend alle Formen der Reformpädagogiken punktuell in Tabellenform miteinander verglichen.

Daran anschließend werden geeignete Unterrichtsmaterialien, welche ich in verschiedenen Schulen zu dem Thema Mineralogie gefunden habe, beschrieben. Diese Materialien wurden sowohl aus Montessori- als auch aus Regelschulen zusammengetragen.

Das dritte Großkapitel beschäftigt sich mit wichtigen mineralogischen Themen, die auf kosmisches Montessori-Material umgelegt wurden. Es handelt sich hierbei um konkrete Beispiele, wie Montessori-Material in der Praxis aussehen kann. Ebenso

wird auf die didaktische Reihenfolge der Materialien eingegangen. Ergänzende einfache Versuchsanleitungen sind am Ende dieses Kapitels angeführt.

Der letzte Abschnitt stellt im Handel erhältliche allgemeine Freiarbeitsmaterialien vor, welche jedoch an das vorliegende Thema adaptiert und mit mineralogischen Inhalten bestückt wurden.

In der Literatur wird sowohl der Begriff „Minerale“, als auch „Mineralien“ verwendet. Daher wurden in dieser Arbeit bewusst beide Bezeichnungen ausgewählt.

1. Einleitung

1.1. Montessori - Pädagogik

1.1.1. Entwicklung

Maria Montessori wurde am „31. August 1870 in Chiaravalle in der Provinz Ancona“¹ in Italien geboren. Fünf Jahre nach ihrer Geburt übersiedelte die Kleinfamilie nach Rom.

Nach der Grundschule besuchte Maria Montessori eine naturwissenschaftlich-technische Sekundarschule, in der Mädchen nur in Ausnahmefällen vertreten waren. Danach wollte sie das Studium der Medizin beginnen. Sie wurde jedoch abgelehnt, da der Arztberuf bislang Männern vorbehalten war. So belegte sie zunächst Mathematik, Physik und Naturwissenschaften, denn der erfolgreiche Abschluss dieser Fächer war Zulassungsvoraussetzung für das eigentliche Medizinstudium. Nach erfolgreichem Ablegen der Prüfungen erlangte sie schließlich die Berechtigung zur Aufnahme des Medizinstudiums. Maria Montessori wurde „...1896 die erste Ärztin Italiens“².

Nach ihrer Promotion arbeitete Maria Montessori in der Universitätsklinik von Rom und eröffnete ihre eigene Praxis. Bald kam noch die Arbeit als freiwillige Assistentin an der psychiatrischen Klinik dazu. Im Umgang mit den geistig behinderten, jungen Patienten erkannte sie den Tätigkeitsdrang und Eigentrieb, der allen Kindern eigen ist. Sie gelangte zu der Überzeugung, dass diese Kinder keine medizinische sondern pädagogische Hilfe benötigen. Maria Montessori befasste sich mit den Werken von J.G. Itard und E. Seguin, die beide davon überzeugt waren, dass behinderte Kinder durch besondere Förderung angeregt werden müssen. Beide hatten Methoden und Materialien entwickelt, welche die sinnliche Wahrnehmung geistig behinderter Kinder schulen und dadurch ihren Intellekt aktivieren sollten.³

¹ Heiland, Helmut: Maria Montessori S. 9

² Ludwig, Harald (Hrsg.): Erziehen mit Maria Montessori S. 11

³ Vgl. Heiland, Helmut: Maria Montessori S. 36-43

Anhand der Verwendung dieser Sinnesmaterialien und der Berücksichtigung medizinischer Erkenntnisse, entwickelte Maria Montessori eine eigenständige pädagogische Methode, mit der sie während ihrer Arbeit als Dozentin an der Lehrerbildungsanstalt und als Direktorin eines heilpädagogischen Instituts in Rom (1898-1900) beachtliche Erfolge erzielte. Sie hatte mit ihrer pädagogischen Methode so großen Erfolg bei behinderten Kindern, dass sie zu überlegen begann, was am „normalen“ Schulsystem der Grund sein könnte, dass im Vergleich geistig gesunde Kinder so schwache Leistungen erbringen.

Nach der Geburt ihres Sohnes Mario 1898 verließ sie das Institut und begann Anthropologie und Psychologie zu studieren. 1904 wurde sie zur Professorin für Anthropologie an der Universität Rom ernannt.

1907 wurde das erste „Casa dei Bambini“ (Kinderhaus) in einem römischen Elendsviertel eröffnet.⁴ Durch die Arbeit mit geistig nicht behinderten, aber sozial benachteiligten Kindern gewann die italienische Ärztin und Pädagogin weiterführende Erkenntnisse.

Zentrale Bedeutung erhielt ihre Beobachtung, dass bereits kleine Kinder im Alter von etwa drei Jahren zu einer außergewöhnlich lang anhaltenden Konzentration fähig sind. Vorausgesetzt sie haben Gelegenheit, sich in freier Wahl mit Gegenständen auseinanderzusetzen, die ihrem jeweiligen Entwicklungsbedürfnis entsprechen.

Die ungewöhnlichen Erziehungs- und Bildungserfolge, welche Maria Montessori in ihrem Kinderhaus erzielte, wurden rasch bekannt. Besucher aus vielen Ländern reisten nach Rom, um sich vor Ort zu informieren und die neue pädagogische Methode kennen zu lernen.

1909 erscheint ihr erstes Buch „Il metodo“⁵, das in viele Sprachen übersetzt wurde. Mit der Erscheinung dieses Buches begann auch die internationale Verbreitung von Montessori-Kinderhäusern.

⁴ Vgl. Eichenberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S. 11

⁵ Esser + Wilde: Montessori-Schulen S. 20

Von nun an widmete sich Maria Montessori ausschließlich der Verbreitung ihrer Methoden und Materialien, sowie der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften und der Neugründung von Schulen auf der ganzen Welt.⁶

Bis zu ihrem Lebensende (6. Mai 1952)⁷ wohnte sie in Nordwijk aan Zee (Holland), wo sie auch ihre letzte Ruhestätte fand.

1.1.2. Prinzipien

In diesem Kapitel werden folgende Prinzipien der Montessori-Pädagogik erklärt:

- Sensible Phasen (siehe S. 10)
- Freiarbeit (siehe S. 15)
- Vorbereitete Umgebung (siehe S. 16)
- Entwicklungsmaterial (siehe S. 18)
- Polarisation der Aufmerksamkeit (siehe S. 20)
- Integration (siehe S. 21)
- Übungen der Stille (siehe S. 22)

1.1.2.1. Sensible Phasen

Maria Montessori beobachtete, dass sich die Entwicklung des Kindes nach einem inneren „Bauplan“ in mehreren Stufen vollzieht. Diese Entwicklungsschritte nannte sie „Sensible Phasen“. Während der jeweiligen Zeitabschnitte sind die Kinder besonders interessiert, etwas Bestimmtes zu lernen und eignen sich daher den entsprechenden Sachverhalt müheloser und schneller an als zu anderen Zeiten. Fähigkeiten und Fertigkeiten, die außerhalb der entsprechenden Perioden gelernt werden sollen, können nicht mehr mit der gleichen Leichtigkeit erworben werden.⁸ Kurz zusammengefasst, sind diese sensiblen Phasen dazu da, dem Kind Lernprozesse zu erleichtern.

⁶ Vgl. Heiland, Helmut: Maria Montessori S. 101 ff.

⁷ Heiland, Helmut: Maria Montessori S. 110

⁸ Vgl. Fisgus + Kraft: Hilf mir es selbst zu tun S. 9 f.

Das Phänomen der sensiblen Phasen wurde vom holländischen Biologen Hugo de Vries (1848-1935) entdeckt. Er stellte diese Perioden zuerst bei Insekten (z.B. Schmetterlingen) fest, die eine besonders auffällige Entwicklung durchleben. Durch ihre Instinkte werden diese Tiere in den verschiedenen Stadien der Metamorphose (im Falle der Schmetterlinge: Raupe – Puppe – Falter) dazu veranlasst, unterschiedliche Lebensräume und Nahrungsquellen zu nutzen.⁹

Entsprechend durchleben Kinder Perioden, in denen sie besonders empfänglich für das Erwerben bestimmter Fähigkeiten und Kenntnisse sind. Wird dieser Zeitpunkt jedoch übersehen, so wird das Kind nie wieder mit solcher Leichtigkeit und Perfektion diese Dinge erlernen.

Die 3 großen Entwicklungsstadien

1. Phase:

Diese Periode betrifft allgemein Kinder im Alter von 0 bis 6 Jahren.

In den ersten drei Lebensjahren werden neue Fähigkeiten erworben. Die Informationen dazu nimmt das Kleinkind unbewusst auf. Maria Montessori spricht hier vom „*absorbierenden Geist*“ (= eine *unbewusste Geistesform, die schöpferische Kraft besitzt*) des Kindes¹⁰.

Zwischen 3 und 6 Jahren werden diese neu erworbenen Fähigkeiten vervollständigt, da nun das Kind Eindrücke bewusst aufnehmen und ordnen kann.

Es sind drei spezifische Empfänglichkeiten während der ersten Phase zu beobachten:¹¹

1) Bewegung

Durch die Entwicklung der Hand, des Gleichgewichts und des Laufens lässt sich die Sensibilität für Bewegung charakterisieren. Die Bewegungsfähigkeit des Kindes entwickelt sich nicht nur auf der physischen Ebene, sondern zugleich auch auf der psychischen Ebene.

⁹ Vgl. Montessori, Maria: Kinder sind anders S. 48

¹⁰ Eichelberger, Harald (Hrsg.): Lebendige Reformpädagogik S. 155

¹¹ Vgl. Eichelberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S. 18 f.

Man unterscheidet zusätzlich zwischen der „echten Entwicklung der Bewegung“, die zwischen 0 und 3 Jahren stattfindet und der „Perfektionierung“, die man zwischen 3 und 6 Jahren beobachten kann.

2) Ordnung

Ordnung bedeutet für einen 3- bis 4-Jährigen:

„(...) die Lage der Gegenstände im Raum kennen, sich an die Stelle erinnern, wo jedes Ding sich befindet. Das wieder bedeutet, sich in seiner Umwelt zurechtzufinden und sie in allen Einzelheiten zu besitzen. Besitz der Seele ist nur diejenige Umwelt, die man kennt, in der man sich mit geschlossenen Augen bewegen und jeden gesuchten Gegenstand wieder finden kann. Nur wenn es seine Umwelt auf diese Weise besitzt, ist das Kind ruhig und glücklich.“¹²

Dieser kindliche Ordnungssinn unterscheidet sich daher sehr von unserer „erwachsenen“ Auffassung von Ordnung.

Die Sensibilität für Ordnung tritt jedoch nicht nur als Sinn für „äußere Ordnung“ auf, sondern auch als Sinn für „innere Ordnung“. Der innere Orientierungssinn ermöglicht dem Kind das bewusste Wahrnehmen seiner Körperbewegungen und hilft ihm, die Bewegungen später gezielt auszuführen.

3) Sprache

Während der ersten Phase nimmt das Kind die Sprache durch die unbewusste Intelligenz auf. Besonders zwischen 3 und 6 Jahren besitzt es einen „absorbierenden Geist“ für Wörter.

Neben dem Aufnehmen der gesprochenen Sprache durch den Gehörsinn, ist auch die visuelle Beobachtung des Sprechenden für das Kind von großer Bedeutung.

Maria Montessori meinte zu dieser 1. Phase:

„Hier finden wir die Wurzel des Charakters, obwohl das Kind bei seiner Geburt noch keinen Charakter besitzt. Die Periode von null bis sechs Jahren ist daher auch im Hinblick auf den Charakter die wichtigste des Lebens.“¹³

¹² Montessori, Maria: Kinder sind anders S. 63

¹³ Montessori, Maria: Das kreative Kind S. 173

Das Alter von 0 – 6 Jahren ist daher von fundamentaler Bedeutung für die Entwicklung des weiteren Lebens!

Weiters wird im Alter von 3 Jahren das eigene Bewusstsein durch Aktivität an und in der Umgebung entwickelt.

Nach Beendigung der 1. Phase verlieren die Kinder die drei angeführten Sensibilitäten nicht, es kommt jedoch fast nur mehr zur Perfektionierung (z.B. sie lernen Schifahren oder Eislaufen).

2. Phase

Bei Kindern im Alter von 6 bis 12 Jahren sind folgende drei Bedürfnisse zu erkennen:¹⁴

1) „Die Entdeckung der Welt“

Die Kinder wollen ihre Umwelt alleine erkunden (z.B. selber einkaufen gehen, alleine mit der Straßenbahn fahren, alleine zur Schule gehen).

2) „Abstraktion“

Es kann der Übergang vom „kindlichen Denken“ zur Abstraktion beobachtet werden. Kinder wollen plötzlich wissen wie groß die Sonne ist, wie viele Sterne es gibt. In dieser Zeit wird das Interesse für die Wissenschaft geweckt. Daher sollten gerade während dieser Phase Fächer wie Biologie, Physik, Chemie etc. in der Schule angeboten werden.

3) „Moral“

Das moralische Bewusstsein entsteht. Kinder beschäftigen sich mit der Frage: „Was ist gut/richtig?“ bzw. „Was ist böse/falsch?“. Das Kind beginnt seine Handlungen und die der anderen zu hinterfragen und zu beurteilen.

¹⁴ Vgl. Eichelberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S. 19 f.

3. Phase

Jugendliche zwischen 12 und 18 Jahren befinden sich in der labilen 3. Periode. Durch die extremen körperlichen Veränderungen, aber auch durch die Entwicklung bewusster Unabhängigkeit und Selbständigkeit, ist es eine sehr schwierige Zeit für viele Teenager. Leider kommt noch hinzu, dass es die von der Gesellschaft am schlechtesten begleitete Phase ist.

In dieser Phase sind drei Sensibilitäten zu beobachten:¹⁵

1) Sensibilität für Schutz und Geborgenheit:

Kinder in diesem Alter brauchen Strukturen, die ihnen Sicherheit und Halt geben. Daher ist es wichtig als Erwachsener klare Grenzen zu ziehen.

2) Sensibilität für die eigene Identität:

Die Frage „Welche Rolle spiele ich in der Gesellschaft?“ steht nun im Vordergrund. Es wäre vorteilhaft, wenn Jugendliche in diesem Alter wertfrei verschiedene Strukturen kennen lernen könnten, damit sie später selbst erkennen, wer sie sind und was gut für sie ist.

3) Sensibilität für Selbstwert und Würde:

Jugendliche, die sich in diesem Alter befinden, sollten ein würde- und respektvolles Verhalten sich selbst und den Mitmenschen gegenüber kennen lernen, damit sie es selber erlernen können.

Gundula Meisterjahn-Knebel schreibt zu dieser Phase:

„Die dominierenden Interessen der Jugendlichen verlagern sich von der Natur hin zur Gesellschaft. So beschreibt Maria Montessori für die Stufe der Adoleszenz die Entwicklung einer abstrakten Liebe für Menschen, für die Nation, für die Welt als Ganzes, insgesamt die Loslösung vom egoistischen Selbstgefühl der Kindheit. Der Jugendliche beginnt sich als Teil der

¹⁵ Vgl. Montessori Aktuell (Ausgabe 01/02). Die Jugend - ein Balanceakt. Online im WWW unter URL: <http://www.montessori.at/Montessori%20aktuell.html> [16/06/03]

*Gesellschaft zu begreifen und möchte von dieser in seinem Wert anerkannt werden.*¹⁶

1.1.2.2. Freiarbeit

Nach der Montessori-Methode bedeutet Freiarbeit freie Arbeitswahl, freie Arbeitsdauer, freies Arbeitstempo, freie Arbeitsfolge, freie Wahl des Arbeitsplatzes (z. B. am Tisch oder auf dem Boden/Teppich) und freie Partnerwahl (falls die Kinder mit anderen Kindern zusammenarbeiten wollen).¹⁷

Freiarbeit bedeutet Arbeit, keine Freizeit!¹⁸

Durch diese freie Wahl können die Kinder ohne Leistungs- und Gruppendruck, Angst oder Zwang arbeiten, was sich positiv auf ihren Lernprozess auswirkt¹⁹. Kinder wissen instinktiv, welches Material sie gerade für ihre Entwicklung benötigen – „*Das Kind arbeitet aus einer inneren Motivation*“²⁰. Daher sollte sich der Lehrer immer im Hintergrund aufhalten und keinem Schüler ein bestimmtes Lernmaterial aufdrängen.

Die Freiheit jedes einzelnen Kindes kann jedoch nicht grenzenlos sein. Sie hört dort auf, wo die Freiheit der anderen beeinträchtigt wird.²¹

Ebenso schränkt die vorbereitete Umgebung die Kinder in ihrer Wahl ein. Auch das Lernmaterial setzt Grenzen. Jedes Arbeitsmittel ist nur einmal vorhanden.

Die Begrenzungen der Materialien und der Umgebung bereiten die Kinder auf die Begrenzungen in der Wirklichkeit vor. Sie suchen Grenzen und diese Erfahrungen sind wichtig für die Entwicklung von verantwortlichem und humanem Verhalten.²²

Es sollten in der Klasse gemeinsam bestimmte Freiarbeitsregeln ausgearbeitet werden: z.B. ist die Lautstärke zu berücksichtigen; die Kinder sollen langsam

¹⁶ Meisterjahn-Knebel, Gundula: Montessori-Pädagogik in der weiterführenden Schule S. 34

¹⁷ Vgl. Krieger, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit S. 2

¹⁸ Vgl. Weninger, Brigitta: Auf neuen Wegen lernen S. 17

¹⁹ Vgl. Fiskus + Kraft: Hilf mir es selbst zu tun S. 12

²⁰ Eichelberger, Harald (Hrsg.): Lebendige Reformpädagogik S. 156

²¹ Vgl. Weninger, Brigitta: Auf neuen Wegen lernen S. 17

²² Vgl. Krieger, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit S. 2 ff.

gehen, nicht rennen; die anderen sollen nicht gestört werden. Aber auch der sorgsame Umgang mit dem Material muss den Kindern nahe gebracht werden.

Natürlich hat jede Freiarbeitszeit auch ein Ende und um dieses nicht allzu abrupt herbeizuführen (wie z.B. durch das Klingelzeichen), kann man beispielsweise zehn Minuten vor Beendigung leise Musik spielen oder gemeinsam mit den Kindern ein anderes Zeichen vereinbaren. Damit wird den Schülern die Gelegenheit gegeben, langsam zum Abschluss zu kommen und aufzuräumen.²³ Gewisse Rituale geben dem Kind Sicherheit und führen es in diesem Fall auch langsam und mit Ruhe wieder in den Alltag zurück.

Maria Montessori schreibt zu dem Thema „Freiarbeit“:

„Die Freiheit der Wahl führt zur Würde des Menschen. Aber die Freiheit kann nicht gegeben werden, sie gehört zur menschlichen Natur und muss gepflegt werden, damit es ihr gelingt, sich zu behaupten.“²⁴

Warum sollte man nicht schon Kindern diese Würde erweisen und ihnen dadurch gleichzeitig die Möglichkeit zum Erlangen eines besseren Umgangs mit ihren Mitmenschen geben?

1.1.2.3. Vorbereitete Umgebung

Eine vorbereitete Umgebung soll dem Kind helfen, selbständig und vom Erwachsenen unabhängig zu werden. Die Gestaltung einer solchen Umgebung ist eine der Hauptaufgaben des Montessori-Lehrers.

Die vorbereitete Umgebung ist Lebens-, Lern- und Entwicklungsraum, der den Kinderbedürfnissen angepasst ist. Es wird auch Rücksicht auf die jeweilige Kultur, in der das Kind aufwächst, genommen. Das Kind soll durch die Bereitstellung des Entwicklungsmaterials seine Kompetenzen entwickeln können.²⁵

²³ Vgl. Krieger, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit S. 5

²⁴ Montessori, Maria: Werkbrief 4

²⁵ Vgl. Fisgus + Kraft: Hilf mir es selbst zu tun S. 11

In dieser Umgebung muss das für das jeweilige Kind passende Material frei zugänglich sein, damit das Kind während der Freiarbeit das Entwicklungsmaterial selbständig auswählen, holen und verwenden kann. Am günstigsten wären offene Regale, die auch auf die Körpergröße der Kinder abgestimmt sind (kindergerechte Einrichtung). Alles, was sich in einer Lade oder hinter einer Tür befindet, ist für ein Kind nicht interessant. Die Umgebung muss klar gegliedert und für das Kind überschaubar sein. Ebenso sollte sie einen Aufforderungscharakter zum Handeln besitzen.²⁶

Bei der Aufstellung des Materials sollte man bedenken, dass Kinder eine horizontale Ordnung besitzen, was bedeutet, dass das Material nebeneinander und nicht übereinander zu stehen hat!

„Natürlich dürfen die Kinder mit dem Material auch experimentieren, dies darf allerdings nie so sein, dass dem Material Schaden zugefügt wird. (...) Denn auch Dinge haben ihre Würde.“²⁷

Eine Regel in Montessori-Klassen lautet: Wir tragen miteinander Verantwortung für die Umgebung. Die Kinder müssen daher wissen, wo sich der Besen, verschiedene Putztücher, und dergleichen befinden.

Zu einer vorbereiteten Umgebung gehört jedoch nicht nur das Mobiliar und das Entwicklungsmaterial (siehe S. 18), sondern auch eine angenehme und entspannte Atmosphäre. Wie diese im Einzelnen erreicht werden kann, wird jeder Lehrer mit seinen Schülern herausfinden.

Diese menschliche Umgebung zählt mehr als die Sachumgebung! Wärme, Liebe, Akzeptanz, Respekt und Zuwendung sollten in keiner Klasse fehlen!

Wichtig erschien Maria Montessori auch die Einrichtung von Mehrjahrgangsklassen. Danach sollten die Drei- bis Sechsjährigen, die Sieben- bis Neunjährigen und die Zehn- bis Zwölfjährigen in eine Klasse gehen. *„Kinder lernen viel und gerne voneinander und wir können immer wieder beobachten,*

²⁶ Vgl. Krieger, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit S. 20 ff.

²⁷ Steenberg, Ulrich: Kinder kennen ihren Weg S. 102

dass die Älteren vom Erklären lernen. Gleichzeitig tun sich die Jüngeren häufig leichter, etwas von anderen Kindern als von Erwachsenen anzunehmen.“²⁸

Ulrich Steenberg spricht in diesem Zusammenhang sogar von einer „Lernfamilie“²⁹.

1.1.2.4. Entwicklungsmaterial

Durch das Entwicklungsmaterial ist es dem Kind möglich, seine intellektuellen, psychischen und motorischen Fähigkeiten zu entwickeln. Werden auch noch die sensiblen Phasen berücksichtigt, ist der Erfolg umso größer.

Es werden drei Materialgruppen unterschieden:³⁰

- Material zu den Übungen des täglichen Lebens
- Material zur Sinnesschulung
- Didaktisches Material zu Mathematik, Sprache, Schrift und Kosmischer Erziehung

Allgemeine Merkmale der Materialien³¹

Isolation der Eigenschaften/Schwierigkeit

In der Montessori Pädagogik ist es sehr wichtig Materialien zu verwenden, die sehr klar strukturiert sind. Das bedeutet sie behandeln immer nur ein ganz bestimmtes Thema und beinhalten nur einen Schwierigkeitsgrad. Auf diese Weise kann sich der Schüler leichter auf die Arbeit konzentrieren.

Später können auch mehrere, getrennt erarbeitete Lernziele, zu einem größeren und komplexeren Arbeitsziel zusammengefasst werden.

²⁸ Vogel, Detlev: Montessori-Erziehung – wie geht das? S. 85

²⁹ Steenberg, Ulrich: Kinder kennen ihren Weg S. 108

³⁰ Vgl. Eichelberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S. 33

³¹ Vgl. Hammerer, Franz: Maria Montessoris pädagogisches Konzept S. 32 f.

Ästhetik³²

Das Material soll auf die Kinder eine Anziehungskraft ausüben. Es soll zum Arbeiten auffordern. Dinge, die von ihrer Form und Farbe her attraktiv sind, haben eine stärkere Anziehungskraft als lieblos hergestellte Massenartikel.

Selbstkontrolle

Die Möglichkeit einer selbstständigen Fehlerkontrolle ist ein entscheidendes Merkmal selbständigen Arbeitens.

Kinder lernen dadurch wirklich für **sich selbst** genauer zu arbeiten; es wird nicht für den Lehrer oder für eine gute Note gelernt.

Auch das Korrigieren durch den Lehrer, welches sich oft demotivierend auf Schüler auswirkt, erweist sich als überflüssig.

Aktivität

Das Montessori-Material sollte die Aufmerksamkeit und das Interesse des Kindes wecken und zum Hantieren mit dem Material auffordern. Über das AN-greifen kommt es zum BE-greifen.

Begrenzung³³

Jedes angebotene Material muss mengenmäßig begrenzt vorhanden sein – ein einziges Mal! Maria Montessori vertrat die Meinung, dass zu viele Angebote den geistigen Ordnungssinn von Kindern überfordern und leicht zur Entmutigung führen.

Diese Beschränkung des Materials hat auch eine soziale Bedeutung. Die Kinder lernen zu warten, falls die Arbeit, mit welcher man sich selber beschäftigen wollte, schon „vergeben“ ist. Sie lernen dadurch auch die Mitschüler zu respektieren und sie nicht zu stören.

³² Vgl. Montessori, Maria: Die Entdeckung des Kindes S. 117

³³ Vgl. Krieger, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit S. 24 f.

1.1.2.5. Polarisation der Aufmerksamkeit

Maria Montessori erkannte dieses Phänomen, als sie in ihrem „Casa dei bambini“ in San Lorenzo ein dreijähriges Mädchen beobachtete, wie es eine Übung mit dem Einsatzzylinderblock mindestens 40 Mal wiederholte. Das kleine Kind ließ sich durch nichts ablenken, auch nicht als Maria Montessori die anderen Kinder aufforderte, ein Lied zu singen.

Als es dann schließlich von selbst, ohne Ablenkung durch die Umgebung, seine Übungen beendete, schien es sehr zufrieden mit sich und seiner Arbeit zu sein und das Kind machte den Eindruck, als erwache es aus einem erholsamen Schlaf.³⁴

Diese totale Konzentration eines Kindes auf einen selbst gewählten Gegenstand oder auf eine selbst gewählte Tätigkeit, die erst nachlässt, wenn das Kind der Meinung ist, die Aufgabe sei für es gelöst, konnte Maria Montessori noch an vielen anderen Schützlingen beobachten.

Maria Montessori schenkte dieser Beobachtung ganz besondere Aufmerksamkeit. Die geistige Kraft von Kindern kann anhand sinnvoller Materialangebote, die die Aufmerksamkeit des Kindes ganz in Anspruch nehmen, aktiviert werden. Über dieses Phänomen schreibt Ulrich Steenberg: *„Es ist vielmehr die Grundlage eines persönlichkeitsbildenden Ineinander und Zueinander von Leib und Seele, ein ganzheitlicher, kindgemäßer Bildungsvorgang.“*³⁵

Die 3 Stufen der Polarisation:

1) Stufe der Vorbereitung:

Das Kind wählt ein Material aus und bringt es an seinen Arbeitsplatz. Falls es sich für einen Lerngegenstand entschieden hat, der ihm noch nicht bekannt ist, gibt der Lehrer eine einführende Darbietung.

³⁴ Vgl. Montessori, Maria: Schule des Kindes S.69 f.

³⁵ Steenberg, Ulrich: Montessori-Pädagogik im Kindergarten S. 16

2) Stufe der großen Arbeit:

Das in seine Beschäftigung vertiefte Kind lässt sich durch nichts ablenken. Es arbeitet mit großer Konzentration.

3) Stufe der Verarbeitung:

Das, wie Maria Montessori es bezeichnete, „*normalisierte*“ Kind räumt sein Material zurück und beendet seine Arbeit. Danach ruht sich das Kind aus.

1.1.2.6. Integration

Integrationsklassen, in denen behinderte und nicht behinderte Kinder unterrichtet werden, findet man heute schon in vielen Schulen. Maria Montessori schuf die Grundlage für diesen integrativen Unterricht, da sie sich vor Beginn ihrer Arbeit mit so genannten „normalen“ Kindern, viel mit behinderten Kindern beschäftigte und zuerst für behinderte Kinder Lernmaterial entwickelte.³⁶ Wie bereits erwähnt, hatte Maria Montessori so große Erfolge mit der Entwicklung jener Kinder, dass sie sich die Frage stellte, was nicht behinderte Kinder mit demselben Material leisten könnten.

Wird in Integrationsklassen mit Montessori-Material gearbeitet, so braucht man kein zusätzliches Arbeitsmaterial für die behinderten Kinder, denn auch diese wählen sich aus den angebotenen Materialien IHRE Arbeit aus und bestimmen IHR Tempo selbst. Während das eine Kind im Lernstoff sehr rasch voranschreitet, benötigt das andere eine Vielzahl von Wiederholungen. Jedes Kind, ob behindert oder nicht behindert, hat das Recht seinen Fähigkeiten entsprechend gefördert zu werden.

Schule soll auf das Leben vorbereiten, und für viele behinderte Kinder wird das ein Leben als Behinderter unter Nichtbehinderten sein. Deshalb haben viele Eltern behinderter Kinder den Wunsch, ihre Kinder gemeinsam mit gesunden Kindern lernen zu lassen.

³⁶ Vgl. Von Oy, Clara Maria: Montessori-Material S. 1 f.

Nichtbehinderte Kinder lernen im Gegenzug Rücksicht zu nehmen und Verantwortung zu tragen. Sie erfahren durch die Zusammenarbeit mit behinderten Kindern vor allem auch, dass ihre Mitschüler in bestimmten Bereichen zwar beeinträchtigt sind, aber dass man genauso wie mit allen anderen Mitschülern gemeinsam lachen und spielen kann.

1.1.2.7. Übungen der Stille

Maria Montessori bot Übungen der Stille an, um ihren Schülern eine konzentrierte Inaktivität zu ermöglichen (im Gegensatz zu der konzentrierten Aktivität, die das Arbeiten mit den Materialien meint).

Diese Stille ist kein Zwang, der dem kindlichen Bewegungsdrang entgegensteht, sondern ein natürliches Bedürfnis. Durch Zufall entdeckte Maria Montessori dieses Phänomen. Zur Bedeutung der Stille meinte sie: *„Ihr Zauber rührt daher, dass der einzelne durch eine Unterbrechung des gewöhnlichen Lebens auf ein höheres Niveau gehoben wird, wo ihn nicht die Zweckmäßigkeit, sondern die Eroberung als solche anspricht“*.³⁷

*„Übungen der Stille sind schulische Möglichkeiten innerer Sammlung, Möglichkeiten, den Strom des alltäglichen Tuns anzuhalten, zu unterbrechen und innezuhalten. Stilleübungen könnten somit Tor zur inneren Welt sein.“*³⁸

Jeweils ein Sinn wird besonders angesprochen: das Sehen, das Fühlen, das Riechen, das Hören. Während dieser Stillezeit lenkt das Kind seine ganze Energie auf diese eine Tätigkeit. Dadurch wird die Wahrnehmung des Kindes geschärft und es kann Eindrücke und Erfahrungen sammeln, die es sonst nicht machen würde.

³⁷ Montessori, Maria: Die Entdeckung des Kindes S.195

³⁸ Hammerer, Franz: Maria Montessoris pädagogisches Konzept S. 26

1.1.3. Kosmische Erziehung

Definition

Die Kosmische Erziehung der Montessori-Pädagogik umfasst, kurz gesagt, alle naturwissenschaftlichen Bereiche.

Eine genauere Erklärung:

Im Hintergrund der Kosmischen Erziehung steht die Kosmische Theorie.

Die Kosmische Theorie (Kosmos [griechisch] = Ordnung) versteht die Welt als eine große Ordnung und geht speziell auf die Stellung des Menschen ein.

„Diese [Kosmische Theorie] erkennt in der ganzen Schöpfung einen einheitlichen Plan, von dem nicht nur die verschiedenen Formen der Lebewesen, sondern auch die Entwicklung der Erde selbst abhängt. Diese Idee schließt zwar die Grundlage der Evolutionstheorie ein, unterscheidet sich aber von ihr in Bezug auf die Ursachen und die Finalität des fortschreitenden Wandels der Arten.“³⁹

Ela Eckert schreibt in ihrem Buch „Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung“ zu diesem Thema: *„Alle Lebewesen seien „Agenten“ einer kosmischen Ordnung, die nicht nur für sich selbst handelten, sondern unbewusst eine „kosmische Aufgabe“ übernähmen und durch ihr Verhalten zur Harmonie des Ganzen beitragen.“⁴⁰*

Wichtig ist zu betonen, dass die Kosmische Theorie auch den Menschen mit einschließt. Durch seine Tätigkeit übt der Mensch Einfluss auf die Natur aus. Es besteht jedoch die Gefahr, dass die Menschen die Kontrolle über die von ihnen selbst verursachten Bedingungen verlieren. Maria Montessoris große Hoffnung liegt nun darin, die Kinder durch eine Kosmische Erziehung auf ihre Stellung im Kosmos und auf ihre Verantwortung gegenüber der Welt vorzubereiten.

³⁹ Montessori, Maria: Spannungsfeld Kind-Gesellschaft-Welt S. 133

⁴⁰ Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 54

In der Kosmischen Erziehung soll sich das Kind bewusst als Teil der kosmischen Ordnung (siehe S. 23) wahrnehmen.

Für jüngere Kinder bedeutet dies die Möglichkeit zur Orientierung, d.h. sie lernen sich in ihrer Umgebung zu Recht zu finden und somit Sicherheit und Halt durch die Umgebung zu bekommen. Schließlich kann das Kind dadurch Selbstsicherheit gewinnen.

Für ältere Kinder bedeutet Kosmische Erziehung Verantwortung für die Vollendung des Schöpfungswerkes, für ökologisches Denken und für Friedenserziehung zu übernehmen.

Unter der Vollendung des Schöpfungswerkes versteht man, dass jeder für sich, aber auch für andere verantwortlich ist, dass man sich als Teil der Ordnung erlebt, und dass man bewusst in diese Ordnung eingreifen kann. Der Mensch ist das einzige Lebewesen, welches dies bewusst und absichtlich machen kann.

Mario Montessori, der Sohn von Maria Montessori, welcher sich auch mit dem Konzept Kosmische Erziehung auseinandersetzte, sieht in der Kosmischen Erziehung den geeigneten Weg, junge Menschen auf ein sinnvolles und verantwortungsbewusstes Handeln als Erwachsene vorzubereiten.⁴¹

Er hat auch deutlich gemacht, *„(...) dass Maria Montessoris Vorstellung eines Schöpfungsglaubens hinter den kosmischen Gesetzmäßigkeiten als Teil ihrer persönlichen Philosophie zu betrachten sei, sich die Kosmische Erziehung aber ebenso aufgrund der beobachtbaren Naturphänomene realisieren lasse, das heißt ohne den Glauben an eine göttliche Schöpfung.“*⁴² Heutzutage ist es für viele Pädagogen nicht einfach religiöse Themen in den Unterricht einzubauen, deshalb hat Ela Eckert sicherlich Recht, wenn sie dazu bemerkt, dass die oben erwähnte Aussage von Mario Montessori vielen Lehrern erleichtern wird, sich an das Konzept Kosmische Erziehung heranzuwagen.

Im Gegensatz zu seiner Mutter streicht Mario Montessori speziell die ökologischen Komponenten der Kosmischen Erziehung, wie Schutz der Umwelt, deutlich hervor. Dies ist aufgrund der heutigen Umweltprobleme umso treffender.

*„Kosmische Erziehung ist normales Leben für Kinder und kein Lernprogramm.
(...) Wir Erwachsene meinen nur immer zu wissen was wann für Kinder*

⁴¹ Vgl. Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 82

⁴² Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 82

interessant wäre, was sie unterfordern oder überfordern würde. Kinder lernen anders und nicht dann das, wann und was wir wollen.“⁴³

Der historische Entstehungsprozess

„Wie die Montessori-Pädagogik insgesamt ist auch die Entstehungsgeschichte der Kosmischen Erziehung eng verbunden mit der Biographie der Urheberin Maria Montessori und mit der Lebensgeschichte ihres Sohnes Marios.“⁴⁴

Bis heute ist nicht ganz klar, ab wann Maria Montessori den Begriff „*Kosmische Erziehung*“ das erste Mal verwendete. Einige Autoren sind sich jedoch einig, dass die 1930er Jahre als Beginn dieser neuen Sichtweise gesehen werden können. In diesen Jahren wurde die Montessori-Pädagogik in einigen Ländern verboten und Montessori-Schulen wurden geschlossen. Maria Montessori selbst musste nach dem Ausbruch des spanischen Bürgerkrieges aus Barcelona flüchten, wo sie davor 20 Jahre lang lebte. In den kommenden Jahren hielt sie unter anderem so genannte „Friedensreden“.

Manche erkennen in diesen Reden den Ursprung der Kosmischen Sicht, andere wie Schulz-Benesch und Standing wiederum vertreten die Meinung der Vortrag „Die Stellung des Menschen in der Schöpfung“ (London 1935) sei als Beginn der Kosmischen Sicht anzusehen, obwohl Maria Montessori auch in diesem Vortrag die Begriffe „Kosmos“ oder „Kosmische Sicht“ noch nicht verwendete.⁴⁵

In diesem Vortrag legte Maria Montessori dar, dass jedes Lebewesen eine Mission habe, die einer inneren, von Gott vorgegebenen Gesetzmäßigkeit folge und dadurch das Gleichgewicht der Natur aufrechterhalte. Im Gegenteil zu den Tieren könne sich der Mensch jedoch allem anpassen.

⁴³ Becker-Textor, Ingeborg (Hrsg.): Kinder, Sonne, Mond und Sterne S. 100

⁴⁴ Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 23

⁴⁵ Vgl. Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 38

Weiters charakterisierte sie die Aufgabe des Pädagogen, die darin bestünde, die individuelle Entwicklung jedes einzelnen zu fördern und ihm nicht eigene oder fremde Vorstellungen aufzudrängen.

Interessant ist hier noch zu erwähnen, dass Maria Montessori den oben genannten Vortrag in einem Kloster vor Ordensfrauen hielt und vielleicht deshalb mehr auf den Schöpfungsgedanken einging als auf die „Kosmische Sicht“.

Ela Eckert schreibt in ihrem Buch „Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung“, dass sich die Kosmische Version von Maria Montessori Ende der 1930er Jahre auf folgende Aspekte konzentrierte⁴⁶:

1. Ökologischer Aspekt: Jedes Lebewesen leistet einen unersetzbaren Beitrag zur Erhaltung des Gleichgewichtes der Natur. Die Menschen, die als einzige Lebewesen ihre Kosmische Aufgabe bewusst wahrnehmen können, müssen sich für die Erhaltung dieses Gleichgewichtes einsetzen.
2. Gesellschaftlich-moralischer Aspekt: Jeder Mensch hat auf die Bedürfnisse seiner Gesellschaft und Kultur zu achten und für ein friedliches Zusammenleben zu sorgen.
3. Aspekt des Individuums: Die Wahrnehmung seiner Kosmischen Aufgabe kann der Mensch nur erreichen, wenn er eine bestimmte Erziehung erfährt, die ihn in seiner persönlichen Identität stärkt und ihm seine Kosmische Aufgabe bewusst macht.

Altersgruppe

Maria Montessori ging von den Bedürfnissen der Kinder im Alter von 6 bis 12 Jahren aus. In diesem Alter sind die Kinder besonders wissbegierig und neugierig. Diesen Wissensdrang und diese Neugierde sollten die Kinder bis ins

⁴⁶ Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 25

Erwachsenenalter beibehalten – deshalb müssen diese Aspekte in der oben genannten Entwicklungsphase besonders gefördert werden. Denn es wäre wichtig genau in dieser Zeit die „(...) Grundlagen aller Wissenschaften zu legen“⁴⁷.

„Man kann diese Periode der menschlichen Seele mit einem Felde vergleichen, auf dem die Saat ausgestreut liegt, die auf die Zeit des Keimens wartet.“⁴⁸

Maria Montessori schreibt allgemein über den Schulunterricht: *„Das Geheimnis eines guten Unterrichts liegt darin, die Intelligenz des Kindes als fruchtbares Feld zu betrachten, auf das Saat gestreut werden kann, damit sie unter der flammenden Wärme der Phantasie wachse. Daher ist es unser Ziel, das Kind nicht nur zum bloßen Verstehen zu führen, und noch weniger, es zum Auswendiglernen zu zwingen, sondern seine Phantasie anzustoßen, so dass es sich zutiefst begeistert.“⁴⁹*

Kinder im Alter von 6 bis 12 Jahren zeigen ein auffälliges Verlangen die Ursachen der Dinge verstehen zu wollen. Der abstrakte Aufbau des menschlichen Geistes vollzieht sich. Sie zeigen einen immer größeren Forscherdrang und wollen alles im Detail analysieren und kennen lernen. Deshalb ist es so wichtig in diesem Alter naturwissenschaftliche Themen anzubieten.

„Wird aber der Geist des Kindes während dieser Periode vernachlässigt oder in seinen vitalen Bedürfnissen frustriert, so wird er unnatürlich abgestumpft und widersteht fortan der Wissensvermittlung.“⁵⁰

Maria Montessori ist der Meinung, dass Kinder in diesem Alter einen Großteil ihrer Schulzeit in der Natur verbringen sollten, um dort Studien betreiben zu können. Solche Ausflüge dürfen jedoch keinesfalls mit Wandertagen verwechselt werden. Letztere können das Kind ermüden und das Interesse abstupfen lassen.

⁴⁷ Becker-Textor, Ingeborg (Hrsg.): Kinder, Sonne, Mond und Sterne S. 15

⁴⁸ Becker-Textor, Ingeborg (Hrsg.): Kinder, Sonne, Mond und Sterne S. 15 f.

⁴⁹ Montessori, Maria: Kosmische Erziehung S. 47

⁵⁰ Montessori, Maria: Kosmische Erziehung S. 38

Folgender Ausschnitt fasst die Charakteristika jener Phase zusammen, in der das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen geweckt wird.

Ausschnitt über „die sensiblen Phasen der Entwicklung und die Stufen der Erziehung“:⁵¹

Übersicht über die sensiblen Phasen der Entwicklung		Stufen der Erziehung
<i>Zeit, allg. Charakteristik</i>	<i>Inhaltliche Sensibilität</i>	<i>Pädagogik / Institutionen</i>
1. Phase 0-6 Jahre
2. Phase 6-12 Jahre stabil, Forscher- und Abenteuerneugier, Dominanz sozialer und moralischer Sensibilität. Beurteilung eigener und fremder Handlungen, Empfindlichkeit für Gerechtigkeit und Konkretheit des sozialen und moralischen Handelns	1. Erweiterung des Aktionsradius: geistig, in den Vorstellungen, sozial, kulturell 2. Übergang zur Abstraktion, Erweiterung des Weltbildes, „Keim der Wissenschaften“ 3. Entstehung sozialen und moralischen Bewusstseins, Sensibilität des Gewissens, für Gerechtigkeit, soziale Organisation, Regelverhalten	„Schule des Kindes“ „Kosmische Erziehung“ - ganzheitlicher, fächerübergreifender Unterricht - individueller Weg jedes Kindes - altersgemischte Gruppen - enge Verbindung von praktischer und theoretischer Arbeit, viel forschendes Lernen außerhalb der Schule - Selbständigkeit, Initiativlust, soziale Verantwortung
3. Phase 12-18 Jahren

Maria Montessori spricht von einer „extrovertierenden Intelligenz“⁵² der Kinder von 6 bis 12 Jahren. Deshalb darf die eigene Auseinandersetzung der Kinder mit ihrer Umwelt auf keinen Fall unterdrückt werden.

⁵¹ Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 89

⁵² Montessori, Maria: Kosmische Erziehung S. 37

Didaktische Prinzipien⁵³

Vom Ganzen zum Detail:

Zuerst sollte der Pädagoge den Kindern einen großen Überblick über das Wissensgebiet geben und abwarten in welche Richtung ihr Interesse geht.

Ganzheitlichkeit:

Wichtig ist darauf zu achten einen Themenbereich nicht nur aus einer Perspektive zu betrachten, sondern mehrere Aspekte (z.B. biologische, ökonomische Aspekte) zu beachten.

Imaginationskraft:

Der Pädagoge sollte mit den Materialien die Fähigkeit seiner Schüler „sich etwas vorstellen zu können“ nutzen und fördern.

Strukturierung:

Speziell bei Kindern im Alter von 6 bis 12 Jahren sind das Erkennen von Strukturen und das Verlangen danach sehr stark zu beobachten.

1.1.4. Methodische Umsetzung

Fenster zur Welt:

Der Pädagoge sollte mit den Kindern viel außerhalb des Klassenzimmers unternehmen und anschauen. Die Schüler haben das Bedürfnis nach Erweiterung ihres Lebensraumes, um ihren großen Wissenshunger zu stillen.⁵⁴

Eine andere alternative Möglichkeit wäre, Fachleute wie z.B. Zoologen, Botaniker, Mineralogen in die Schule einzuladen.

⁵³ Haspel, Saskia: Salvenmoser, Christiane: unveröffentlichter Kommentar

⁵⁴ Vgl. Eckert, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung S. 87

Handelndes Lernen:

In der Montessori-Pädagogik ist es wichtig, den Kindern die Möglichkeit zu geben vieles selbst zu tun und ihnen nicht alles theoretisch vorzutragen.

Experimentelles Lernen / Beobachten und Staunen:

Den Kindern soll ermöglicht werden, Dinge auszuprobieren, Fehler machen zu dürfen, beobachten und staunen zu können.

Erzählstoffe zur Kosmischen Erziehung⁵⁵

Maria Montessori hat Schlüsselgeschichten für Kinder im Grundschulalter entwickelt, um ihnen auf eine spannende Weise, in Form panoramaartiger Überblicke, Einführungen in geschichtliche, ökologische und sozial-anthropologische Zusammenhänge zu geben. Diese Geschichten wurden „cosmic tales“ genannt.

Heute kennt man sechs solcher Geschichten, die in Montessorikreisen auch unter den „sechs großen Lektionen“ bekannt sind.

Die großen Erzählungen:

1. Die Geschichte der Entstehung des Universums

und

2. Die Geschichte der Entwicklung des Lebens auf der Erde

In diesen beiden Geschichten werden dem Kind die Gesetzmäßigkeiten von Luft, Wasser und Materie näher gebracht. Sowie das Leben von Pflanzen und Tieren.

3. Die Geschichte des Erscheinens des Menschen auf der Erde

Diese Geschichte handelt von der Rolle der Menschen auf der Erde.

⁵⁵ Vgl. Eckert + Waldschmidt (Hg.): Kosmische Erzählungen in der Montessori-Pädagogik S. 44 -168

4. Die Geschichte der Kommunikation in Zeichen

Die Entwicklung der Schrift

5. Die Geschichte der Kommunikation in Zeichen

Die Entwicklung der Zahlen

Durch diese Geschichten erfahren die Kinder, warum und auf welche Weise die Menschen zuerst mündliche und dann schriftliche Kommunikation entwickelten.

6. Der große Fluss

In dieser Geschichte wird auf den menschlichen Körper eingegangen.

Weiters sind von Maria Montessori auch folgende „kleine Erzählungen“ zu dem Thema „Kosmische Erziehung“ veröffentlicht worden:

Kleine Erzählungen:

Erzählung der Pflanzen

Pflanzen erzählen von ihrem Leben.

Die fliegenden Katzen

Durch diese Geschichte lernen die Kinder das Aufeinander-angewiesen-Sein von Lebewesen kennen.

Woher kommt der Name Geometrie?

Das Papier, das sprechen konnte

Diese Geschichte erzählt über den Sinn der Schrift.

1.1.5. Möglicher Tagesablauf in einer Montessori-Klasse

Der Tag beginnt in den meisten Montessori-Klassen mit einem „Morgenkreis“. Alle Schüler und der Pädagoge sitzen in einem Kreis zusammen. Hier können die Kinder über Dinge berichten, die sie beschäftigen oder die sie am Vortag erlebt haben. Diese Zusammentreffen werden auch oft dazu verwendet, um gemeinsam ein Thema zu behandeln.

Sehr gerne wird dieser Kreis von der Lehrperson genutzt, um mit den Schülern über ihre Arbeitspläne für die kommende Freiarbeit zu sprechen.

Darauf folgen zwei bis drei Stunden Freiarbeit. Die Schüler wählen eine Arbeit, die sie vielleicht am Vortag noch nicht fertig gemacht haben oder entscheiden sich für etwas Neues. Falls ein Kind noch unschlüssig sein sollte, hilft der Pädagoge bei der Auswahl.

Die Freiarbeit kann mit einer „Stilleübung“ beendet werden. Dabei versammelt sich die ganze Klasse und die Kinder entspannen sich z.B. bei ruhiger Musik, machen eine „Phantasiereise“ oder legen ein Mandala auf.

Im Anschluss an die Freiarbeit können nun Turnunterricht, Zeichnen, Werken, Musik, Englisch (Sprachen) oder Religion stattfinden.

Zusammenfassung Montessori-Pädagogik

Maria Montessori will mit der von ihr entwickelten Pädagogik die kindliche Unabhängigkeit und die Selbständigkeit des Kindes durch Selbsttätigkeit erzielen.

Sie hat erkannt, dass das Kind selbst und nicht der Erwachsene Baumeister der Entwicklung des Kindes ist. Das Kind strebt nach Unabhängigkeit und Selbständigkeit. Der Erwachsene sollte, soweit es möglich ist, Hilfe zur Selbsthilfe leisten.⁵⁶

Es darf aber nicht vergessen werden Grenzen zu setzen. Viele verwechseln Reformpädagogik mit Grenzen- und Pflichtlosigkeit. Doch dies ist ein Irrtum. Die Schüler in Montessori-Klassen leben sehr wohl nach Regeln, nur mit dem Unterschied, sich zwischen diesen Grenzen frei bewegen zu dürfen. Ein Überschreiten von Grenzen hat Konsequenzen. Wichtig ist, diese Regeln genau zu definieren, damit die Kinder wissen, ab wann ihr Verhalten bzw. Handeln nicht mehr akzeptiert werden kann. Durch diese genaue Definition der Grenzen lernen die Kinder rasch Verantwortung für ihr Verhalten zu tragen, denn nur sie selber entscheiden, ob sie die Grenzen überschreiten oder nicht. Der Erwachsene wiederum muss sich genauso an die Grenzen halten und darf nicht willkürlich die Regeln ohne vorherige Ankündigung ändern. Denn sonst wissen die Kinder nicht was erlaubt ist und werden unnötig verunsichert.

Sehr wichtig erscheint mir hier nochmals das Alter von 6 bis 12 Jahren hervorzuheben, in welchem sich das Interesse für Naturwissenschaften entwickelt. Daher wäre es wünschenswert Unterrichtsfächer wie Chemie oder Physik schon in der Volksschule anzubieten (natürlich altersgerecht aufbereitet).

Montessori-Pädagogik ist eine Pädagogik in deren Zentrum die Persönlichkeitsbildung steht. Nicht umsonst heißt einer der wichtigsten Leitgedanken dieser Methode: „Hilf mir es selbst zu tun!“

⁵⁶ Vgl. Maier-Hauser, Heidi: Lieben - ermutigen - loslassen S. 22 ff.

1.2. Vergleich der Montessori-Pädagogik mit anderen Reformpädagogiken

1.2.1. Daltonplan

Entstehung

Die Daltonplan-Pädagogik wurde von Helen Parkhurst (1887-1959) entwickelt. *„Im Jahre 1904 wurde die junge amerikanische Lehrerin zur Leiterin einer Einlehrerschule in Waterville, Wisconsin, ernannt.“*⁵⁷ Da es ihr unmöglich erschien mit mehreren verschiedenen Jahrgangsklassen gleichzeitig sinnvoll zu arbeiten, entschied sie sich für eine alternative Art des Unterrichts.

Mit jedem einzelnen Kind wurde besprochen, was es die kommende Woche zu lernen beabsichtige. Dieser „Kontrakt“ (heute spricht man von einem Pensum) wurde notiert. Die Schüler versprachen ihre Aufgabe zu erledigen, im Gegensatz dazu versprach Helen Parkhurst ihnen jede notwendige Hilfestellung zu geben. Nun durften die Kinder selbst wählen wann, wo, mit wem und mit welchem Lernfach sie sich beschäftigten.

Heute wird dieses Pensum vom Lehrer festgelegt – die ursprünglichen Wahlmöglichkeiten für den Schüler (mit welchem Fach, wie lange, wo, alleine oder mit anderen Schülern, welche Hilfsmittel verwendet werden) bestehen weiterhin.⁵⁸

Prinzipien⁵⁹

Freiheit

Freiheit bedeutet im Daltonplan Wahlfreiheit, sowohl für den Schüler als auch für den Lehrer.

Der Schüler kann wählen mit welchem Fach er sich während der Daltonstunde beschäftigen möchte, wie lange er sich diesem Thema widmet, wo er im Klassenzimmer oder im Schulgebäude arbeitet, ob er die Arbeit alleine oder mit Mitschülern erledigt, welche Hilfsmittel er verwenden möchte, wann er mit dem

⁵⁷ Eichelberger, Harald (Hrsg.): Lebendige Reformpädagogik S. 68

⁵⁸ Vgl. Eichelberger, Harald (Hrsg.): Lebendige Reformpädagogik S. 68 ff.

⁵⁹ Vgl. Eichelberger, Harald (Hrsg.): Lebendige Reformpädagogik S. 69 ff.

Thema zu arbeiten beginnt. Er muss nur am Ende der Woche sein Pensum erreicht haben.

Der Lehrer hat Wahlfreiheit in Bezug auf die gesamten Unterrichtsmittel, da der Daltonplan kein eigenes Material vorschreibt. Er kann selbst wählen wie viele Daltonstunden es pro Tag/Woche gibt, wie die Pensen kontrolliert und vermerkt werden, welche Regeln er gemeinsam mit den Schülern aufstellt.

Helen Parkhurst sagte selber über ihren Unterricht: „*Dalton ist keine Methode, kein System, Dalton ist ein Einfluss, „a way of life“*“.⁶⁰

Selbständigkeit

Helen Parkhurst hat die Selbständigkeit nicht explizit als Prinzip erwähnt. Sie wird jedoch von Dalton-Lehrern in den Niederlanden als Grundprinzip betrachtet und in der heutigen Literatur auch immer zu den Prinzipien gerechnet.

Unter Selbständigkeit wird hier das eigenständige Lösen von Problemen verstanden. Der Schüler soll eigene Wege finden, sein Pensum zu erreichen. Der Lehrer erklärt die Aufgabe nicht sofort (so wie man es im herkömmlichen Unterricht gewohnt ist), sondern gibt notfalls nur kurze Hinweise oder Denkanstöße.

Zusammenarbeit

Die Kinder sollen schon so früh wie möglich lernen miteinander zu arbeiten. Dadurch lernen sie z.B. die Meinung des anderen zu akzeptieren, zuzuhören, miteinander zu reden und dadurch auch den Wortschatz zu erweitern.

Pensen

Das Pensum beinhaltet die Arbeit, welche ein Schüler während einer vereinbarten Zeit zu leisten hat. Es wird vom Lehrer individuell für jeden einzelnen Schüler zusammengestellt und sollte so klar und deutlich wie möglich formuliert werden. Da Helen Parkhurst darauf bestand, dass diese Pensen völlig ausformuliert werden, mussten die Kinder schon lesen gelernt haben, um sie ausführen zu

⁶⁰ Vgl. Eichelberger, Harald: Die Daltonprinzipien. Online im WWW unter URL: <http://www.schule.suedtirol.it/blick/angebote/reformpaedagogik/rp10034.htm> [10/08/02].

können. Deshalb war der ursprüngliche Daltonplan nur für ältere Kinder geeignet. Heute findet man jedoch vor allem in den Niederlanden auch Kindergärten, die mit dieser Methode arbeiten. Die geschriebenen Aufgaben werden einfach durch Symbole ersetzt.

Eine weitere Anforderung an die Pensen sind die drei Ebenen der Differenzierung. Es handelt sich um die Tempo-, Niveau- und Interessensdifferenzierung. Jede Schule kann selber wählen, welche dieser Möglichkeiten bevorzugt wird, oder ob sie kombiniert werden. Diese Art der Wahlmöglichkeit zeichnet ebenfalls den Daltonunterricht aus.

Möglicher Tagesablauf in einer Daltonplan-Klasse⁶¹

- * „Class meeting“: Planungsphase am Morgen jeden Tages für die folgende Daltonphase. Klärung der Aufgaben, Fragen und Beratung durch den Lehrer.
- * Daltonphase: Der zeitliche Umfang soll jeden Tag zwei bis drei Stunden dauern. Während der Daltonphase können so genannte „special calls“ stattfinden; während dieser Versammlungen sollen die Einführungen in neue Themengebiete stattfinden.
- * „Conference period“: Fachkonferenzen der Lerngruppen im Anschluss an die Freiarbeitsphase
- * Wahl- und Wahlpflichtkurse: Ergänzungen des Pflichtprogramms des Vormittags; der Hauptteil der Arbeitszeit soll hier für Arbeitsgemeinschaften auf intellektuellen, musischen, sportlichen oder handwerklich-praktischen Gebieten zur Verfügung stehen.

Der Stundenplan ist nicht völlig abgeschafft. Es bleiben z.B. Klassenstunden für Musik, Leibeserziehung, Erzählungen, aber auch für bestimmte Wissensgebiete. Solche Klassenstunden sind jedoch in einer Daltonschule die Ausnahme.

⁶¹ Eichelberger, Harald: Der Daltonplan nach Helen Parkhurst. Unterrichtsorganisation des Daltonplanes. Online im WWW unter URL: <http://www.schule.suedtirol.it/blick/angebote/reformpaedagogik/rp10034.htm> [10/08/02].

1.2.2. Freinet-Pädagogik

Entstehung

Seine eigene Schulzeit verband der naturverbundene Célestin Freinet (1896-1966) hauptsächlich mit negativen Erinnerungen, da ihm das Schreiben von Arbeiten und der starre Frontalunterricht zuwider waren.

Er kam 1913 mit 16 Jahren ins Lehrerseminar, aus dem er aber bereits 1915 zum Kriegsdienst eingezogen wurde. Nachdem er schwer verwundet wurde und vier Jahre lang in Lazaretten und Sanatorien verbrachte, kurierte er sich selbst schließlich so weit mit Naturheilmethoden, dass er 1920 eine Lehrerstelle an einer kleinen Dorfschule in Frankreich antreten konnte.

Während seiner Genesung las er viel über Reformpädagogik und fühlte sich von dieser natürlichen und kindgemäßen Erziehung sehr angezogen. Durch sein angeeignetes Wissen und eigenen Ideen entwickelte Célestin Freinet die Freinet-Pädagogik.⁶²

Prinzipien⁶³

Freiheit der Wahl

Die Ateliers (unterteilte Arbeitsecken im Klassenraum nach Themen wie Forschen, Experimentieren, graphischer Ausdruck, künstlerischer Ausdruck) in einer Freinet-Schule sind für die Kinder frei zugänglich und auch ohne die Anwesenheit von Erwachsenen benutzbar (vorausgesetzt das Kind ist mit der Handhabung der verschiedenen Materialien vertraut). In einem Wochenarbeitsplan vermerkt der Schüler die Themen, die er in den einzelnen Fächern erarbeiten möchte. Am Ende der Woche wird dann vermerkt, was er von seinem Vorhaben tatsächlich realisiert hat. Dadurch kann das Kind selbst erkennen, ob es sich zuviel oder zuwenig zugemutet hat. Den Schülern ist freigestellt mit welchem Arbeitsmaterial sie wann und in welchem Arbeitstempo arbeiten wollen, ebenso können die Schüler frei entscheiden, ob sie alleine oder in Gruppen lernen möchten.

⁶² Vgl. Hellmich + Teigler (Hrsg.): Montessori-, Freinet-, Waldorfpädagogik S. 93 ff.

⁶³ Vgl. Eichelberger, Harald: Lebendige Reformpädagogik S. 97

Freiheit des Ausdrucks

Durch das Verfassen von freien Texten (z.B. was man erlebt, fühlt, träumt, denkt) kann sich jedes Kind individuell ausdrücken. Diese Mitteilungsform ist charakteristisch für die Freinet-Pädagogik, weshalb man in jeder Freinet-Schule eine Druckerei vorfindet. Es soll den Kindern das Wort gegeben werden, damit sie erkennen, dass sie ihr eigenes Leben gestalten können. Natürlich wird durch das Verfassen von Texten auch das Schreiben, Lesen, Gestalten von Texten und Kreativität geübt.

Verantwortung

Kinder sollen lernen Eigenverantwortung zu tragen. Dazu sind eigene Entscheidungen, aber auch das Kennen lernen deren Konsequenzen notwendig. Man findet daher in Freinet-Schulen einen Klassenrat, welcher der Mittelpunkt der täglichen Organisation ist. Während der Versammlung des Klassenrates wird z.B. die gemeinsame Planung des Unterrichtes, die Gestaltung der Klasse, das soziale Leben in der Klasse oder diverse Probleme besprochen. *„Die Grundidee der Einrichtung eines Klassenrates ist das Erlernen von demokratischen und sozialen Umgangsformen mit Verantwortung und Konsequenzen.“*⁶⁴ Nebenbei lernen die Kinder auch zu organisieren, zu argumentieren und zu berichten.

Sinn

Hierin liegt die motivierende Kraft etwas Neues lernen zu wollen. Zum Beispiel gewinnt die Schrift einen Sinn, wenn man seine Gedanken festhalten und sie auch jemandem mitteilen kann. Oder das Kind will Aufsätze oder Briefe von seinen Mitschülern entziffern und darauf antworten. Es will daher aus eigener Motivation lesen und schreiben lernen oder wissen, wie es seine eigenen Texte drucken kann.

Bezug zum Leben

Freinet betonte öfters, wie sehr es ihm darauf ankam, *„(...) das Leben in die Schule hineinzuholen, die Schule dem Leben zu öffnen und die Kinder am Leben*

⁶⁴ Eichelberger, Harald: Die Freinet-Pädagogik als Konzept der (politischen) Veränderung. Unterrichtselemente der Freinet-Pädagogik. Online im WWW unter URL: <http://www.schule.suedtirol.it/blikk/angebote/reformpaedagogik/rp10043.htm> [12/08/02].

*teilnehmen zu lassen.*⁶⁵ Schule soll Bezug zum Alltag haben. Deshalb wird die schulische Umgebung von den Kindern selbst in Ordnung gehalten. Sie gießen die Blumen, putzen, wischen, kochen, backen, schreiben Briefe, veranstalten Flohmärkte, drucken eine Klassenzeitung, legen einen Schulgarten an.

Möglicher Tagesablauf in einer Freinet-Klasse⁶⁶

- * Morgenkreis: Leitung durch ein Kind; Protokollführung durch ein anderes Kind
Vorstellen von Texten (selbst verfasste und freie Texte)
Aktuelles: Zeitungen, Fernsehen, Persönliches
Tagesplanung
- * Beginn der individuellen Arbeiten:
Drucken, Freier Text, Arbeit am PC, Rechnen, Lesen
- * Gemeinsamer Unterricht:
Arbeit am Text, am Stil, an der Grammatik, an der Rechtschreibung
Selbständiges Arbeiten mit Arbeitsaufträgen
Stillearbeit
- * Kreis
- * Lesen
- * Individuelle Arbeiten

⁶⁵ Hellmich + Teigler (Hrsg.): Montessori-, Freinet-, Waldorfpädagogik S. 115.

⁶⁶ Eichelberger, Harald: Die Freinet-Pädagogik als Konzept der (politischen) Veränderung. Beispiel eines Tagesablaufes. Online im WWW unter URL:
<http://www.schule.suedtirol.it/blick/angebote/reformpaedagogik/rp10044b.htm> [12/08/02].

1.2.3. Jenaplan

Entstehung

Peter Petersen wurde 1923 wegen seines Einsatzes für die Volksschule und seiner akademischen Lehrerbildung an den Lehrstuhl für Erziehungswissenschaft in Jena berufen. Seine Aufgabe war es, die universitäre Volksschullehrerbildung aufzubauen. Sein pädagogisches Konzept basierte auf vier Säulen: Gespräch, Spiel, Arbeit und Feier.⁶⁷

„Im August 1991 wurde die Jenaplan-Schule in Jena, im deutschen Bundesland Thüringen, eröffnet.“⁶⁸

Pädagogisches Konzept⁶⁹

Spiel

Kinder lernen allgemein im Spiel die sie umgebende Welt kennen und entwickeln dabei ihre individuellen Fähig- und Fertigkeiten. Sie lernen z.B. im Spiel sich in eine Gruppe einzuordnen und andere Kinder in ihrer Individualität zu achten. Ebenso entwickeln sie im Spiel Kreativität und Phantasie, sie lernen Reime, Lieder und Gedichte.

Spielbeispiele: Freie Spiele, Rollenspiele, Lernspiele.

Feier

Die Feier ist ein wesentliches Element des Jenaplans, da sie das Zusammengehörigkeitsgefühl fördert. Der Montag beginnt mit einer kleinen Feier während der den Kindern die Gelegenheit gegeben wird, sich nach dem Wochenende wieder neu auf die Gruppe einzulassen. Aber auch die Woche klingt mit einer Feier aus. Die Kinder können hier zeigen, was sie in dieser Woche gelernt und geleistet haben.

⁶⁷ Vgl. Jenaplan-Pädagogik. Online im WWW unter URL:
<http://www.pae.asn-graz.ac.at/linux2/pim/aktuell/jenaplan.html> [17/02/03].

⁶⁸ Eichelberger, Harald: Lebendige Reformpädagogik S. 113.

⁶⁹ Vgl. Lingel, Sigrun: Grundelemente des Jena-Plans. Eine strukturierte Antwort auf reformpädagogische Bemühungen. Online im WWW unter URL:
<http://vereine.th-online.de/Alternativpaedagogik/infomaterial/grundelemente.html> [10/06/03].

Dabei werden auch die Kreativität, die Spontaneität und die Kommunikation der Kinder untereinander gefördert.

Gespräch

Da wir uns durch das Sprechen anderen mitteilen und in Beziehung zu anderen Menschen treten, wird dem Gespräch in diesem pädagogischen Zugang besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Der Tag beginnt mit einem Kreisgespräch. Jedes Kind hat die Möglichkeit von Erlebnissen zu berichten, aber auch über seine Probleme und Wünsche zu sprechen. Dadurch lernen die Kinder sich bewusst zu artikulieren, wodurch auch das Selbstbewusstsein wächst.

Arbeit

Unter diesem Begriff wird Freiarbeit verstanden. Diese Form der Arbeit soll den Kindern helfen ihre Selbständigkeit und Eigenverantwortung zu entwickeln.

Möglicher Tagesablauf in einer Jenaplan-Klasse⁷⁰

Montag

- * Wochenbeginnfeier
- * Sachunterricht (2. + 3. Einheit)
- * Leibesübungen
- * Werkerziehung

Mittwoch

- * Englisch
- * Religion
- * Mathematik
- * Freiarbeit

⁷⁰ Vgl. Heger, Ingrid: Die vier Basisaktivitäten. Die Arbeit. Online im WWW unter URL: <http://www.schule.suedtirol.it/blick/angebote/reformpaedagogik/rp13108.htm> [10/06/03].

1.2.4. Waldorf

Entstehung

Der Begründer der Waldorf-Pädagogik war *Dr. Rudolf Steiner (1861 – 1925)*⁷¹. Nach abgeschlossenem Studium der Naturwissenschaften, Mathematik, Geschichte, Literatur und Philosophie trat er der Theosophischen Gesellschaft in Deutschland bei. 1913 trat er aus dieser wieder aus und gründete die Anthroposophische Gesellschaft.⁷² „*Anthroposophie ist eine christlich orientierte Weltanschauung, die den Anspruch auf wissenschaftliche Erforschung der übersinnlichen Welt erhebt.*“⁷³ Die Menschen sollen ihre Aufmerksamkeit auch den Phänomenen zuwenden, die über die materielle Welt hinausweisen.

*„Die erste Waldorfschule wurde nach Vorträgen von Rudolf Steiner von Arbeitern der Waldorf-Astoria-Zigarettenfabrik in Stuttgart im Jahre 1919 gegründet, nachdem diese von der Persönlichkeit und der menschlichen Wärme Rudolf Steiners so tief beeindruckt waren, dass sie sich für ihre Kinder eine Schule mit tieferen Dimensionen wünschten.“*⁷⁴

Alle Schüler durchlaufen ohne Sitzenbleiben 12 Schuljahre, da der Lehrplan auf die Weite der in den Kindern liegenden seelischen und geistigen Veranlagungen und Begabungen ausgerichtet ist. Dies ist auch ein Grund warum vom 1. Schuljahr an, neben den mehr sachbezogenen Unterrichtsgebieten, ein vielseitiger künstlerischer Unterricht tritt. Dieser künstlerisch-handwerkliche Unterricht soll die differenzierte Ausbildung des Willens und die lebenspraktische Orientierung des Schülers fördern.⁷⁵

Beispiele für Angebote an praktischen Fächern: Malen, Zeichnen, Handarbeiten, Werken, Gartenbau, Tischlern, Korbflechten, Spinnen, Weben, Kupfertreiben, Bildhauerei etc. sowie mehrwöchige außerschulische Praktika in der Oberstufe (in

⁷¹ Hellmich + Teigler (Hrsg.): Montessori-, Freinet-, Waldorfpädagogik S. 173

⁷² Vgl. Schuh: Durcheinandergeworfene Grundlagen der Antroposophie. Online im WWW unter URL:
<http://www.projektpan.de/steiner3.html> [17/06/03].

⁷³ Reader's Digest: Universal Lexikon S. 322

⁷⁴ Hardorp, Detlef: Was will Waldorfpädagogik. Wie es begann: Die erste Waldorfschule. Online im WWW unter URL:
<http://www.waldorf.net/> [09/06/03].

⁷⁵ Vgl. Was ist Waldorfpädagogik. Online im WWW unter URL:
<http://www.waldorfschule.info/frameset4.htm> [10/06/03].

Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Handwerksbetrieben und in sozialen Einrichtungen).

Epochenunterricht

In den ersten beiden Stunden eines Schulvormittags behandeln Waldorflehrer ein Stoffgebiet in Epochen über mehrere Wochen hinweg. So haben die Schüler zum Beispiel drei Wochen lang jeden Tag zwei Stunden Geschichte, dann wieder drei Wochen lang zwei Stunden Mathematik, usw. Sie können sich auf diese Weise intensiv mit einem Stoffgebiet auseinandersetzen. Grundfertigkeiten wie etwa Rechnen oder Schreiben festigen die Schüler über den Epochenunterricht hinaus in fortlaufenden Übungsstunden.⁷⁶

Eurythmie

Eurythmie ist eine Bewegungskunst, die an Waldorfschulen in allen Klassen unterrichtet wird.

Im Unterschied zu gymnastischen, pantomimischen oder tänzerischen Bewegungen, die völlig frei gestaltet werden können, gibt es in der Eurythmie für jeden Buchstaben und jeden Ton eine ganz bestimmte Gebärde. In der Lauteurythmie stellen die Schüler zum Beispiel dar, was in einem Gedicht an Lauten und in der Toneurythmie, was in den Tonintervallen einer musikalischen Komposition lebt.⁷⁷

Prinzipien

„Die Lehr- und Lerninhalte der Waldorfschule werden gemäß den vier zusammenwirkenden Prinzipien

- 1. Menschen- und Entwicklungsorientierung*
- 2. Welt- und Kulturorientierung*
- 3. Erkenntnis- und Übungsorientierung*
- 4. Kind- und Situationsorientierung*

⁷⁶ Vgl. FAQ – Häufig gestellte Fragen. Online im WWW unter URL: <http://www.waldorfschule-chemnitz.de/content.php4?loc=faq#q14> [10/06/03].

⁷⁷ Vgl. FAQ – Häufig gestellte Fragen. Online im WWW unter URL: <http://www.waldorfschule-chemnitz.de/content.php4?loc=faq#q15> [10/06/03].

*für jede Stunde „hervorgebracht“.*⁷⁸

Mit Hilfe dieser Prinzipien soll der Schüler in seiner Gesamtheit von Leib, Seele und Geist, harmonisch und seinen Entwicklungsperioden gemäß, ausgebildet werden.

Möglicher Tagesablauf in einer Waldorf-Klasse⁷⁹

- * 8.15 – 11.00 Epochenunterricht
- * 11.05 – 11.50 Englisch
- * 11.55 – 12.40 Religion

⁷⁸ Hellmich + Teigler (Hrsg.): Montessori-, Freinet-, Waldorfpädagogik S. 220

⁷⁹ Vgl. Stundenplan Klasse 01. Online im WWW unter URL:
<http://www.waldorf-salzburg.info/rss/06-16.pdf> [10/06/03].

1.2.5. Vergleich unterschiedlicher Reformpädagogiken mit der Montessori-Pädagogik⁸⁰

Bei dieser Tabelle handelt es sich um eine grobe Gegenüberstellung der einzelnen Reformpädagogiken. Es muss hier festgestellt werden, dass viele Begriffe der anderen pädagogischen Richtungen auch für die Montessori-Pädagogik zutreffen. Diese sind daher extra mit einem Stern (*) gekennzeichnet. Eine Äquivalenz der Begriffe innerhalb einer Zeile ist nicht gegeben!

Helen Parkhurst	Célestin Freinet	Maria Montessori
Der <u>Daltonplan</u> ist kein pädagogisches System – er ist „a way of life“.	Die <u>Freinet-Pädagogik</u> ist ein Modell für eine Schule.	Die <u>Montessori-Pädagogik</u> ist ein pädagogisches und didaktisches Modell.
Begriffe:	Begriffe:	Begriffe:
selbst gesteuertes Lernen*	individuelle Arbeiten*	vorbereitete Umgebung
Lernaufgaben	Selbstbestimmung*	Entwicklungsmaterialien
Laboratorien (Werkräume)	anregende Lernumgebung*	Polarisation der Aufmerksamkeit
Selbständigkeit*	Individualisierung	absorbierender Geist
Freiheit*	Aufhebung der Trennung von Schule und Leben	sensible Phasen
Verantwortung*		Kindgemäßheit und Selbstbestimmung
Kooperation*		
Organisation:	Organisation:	Organisation:
altersheterogen	altersheterogen	altersheterogen

⁸⁰ Modifiziert nach Eichelberger + Kohlberger: Tabellarische Zusammenfassung – Reformpädagogik. Online im WWW unter URL: <http://www.schule.suedtirol.it/blick/angebote/reformpaedagogik/rp10070.htm>

**Vorwiegende
Unterrichtsform:**

selbständige Arbeit mit
Lernaufgaben,
Abschluss eines Vertrages

**Vorwiegende
Unterrichtsform:**

selbstbestimmte individuelle
Arbeiten*

**Vorwiegende
Unterrichtsform:**

Freiarbeit

Lehrerbildung:

Kurse in Ausarbeitung

Lehrerbildung:

Lehrer untereinander

Lehrerbildung:

2-jährige Kurse

Peter Petersen

Der Jenaplan ist eine Ausgangsform, eine „Pädagogische Situation“.

Begriffe:

Bildungsgrundformen:
Gespräch, Feier, Arbeit und Spiel

Schulwohnstube

Führung als pädagogischer Begriff

Gruppen statt Klassen

Rudolf Steiner⁸¹

Die Waldorfschulen basieren auf einer anthroposophischen Pädagogik.

Begriffe:

zusammenwirkende Prinzipien:

Menschen- und Entwicklungsorientierung

Welt- und Kulturorientierung

Erkenntnis- und Übungsorientierung

Kind- und Situationsorientierung

Eurythmie

Maria Montessori

Die Montessori-Pädagogik ist ein pädagogisches und didaktisches Modell.

Begriffe:

vorbereitete Umgebung

Entwicklungsmaterialien

Polarisation der Aufmerksamkeit

absorbierender Geist

sensible Phasen

Kindgemäßheit und Selbstbestimmung

Organisation:

altersheterogen

Organisation:

altershomogen

Organisation:

altersheterogen

Vorwiegende Unterrichtsform:

Gruppenunterricht
Niveauunterricht

Vorwiegende Unterrichtsform:

Epochenunterricht
künstlerisch-handwerklicher Unterricht

Vorwiegende Unterrichtsform:

Freiarbeit

Lehrerbildung:

2-jährige Kurse

Lehrerbildung:

2-jährige Kurse

Lehrerbildung:

2-jährige Kurse

⁸¹ Ergänzung der Autorin

2. Lernmaterial

„Maria Montessori sieht überall in der Natur eine kosmische Ordnung realisiert, in der alle Dinge des Universums Teile eines großen Ganzen und miteinander verbunden sind.“⁸²

Deshalb gibt es in der Montessori-Pädagogik, speziell in der Kosmischen Erziehung, das Materialprinzip vom Ganzen ins Detail. Es wird vom Ganzen, dem Kosmos, ausgegangen. Das Kind erhält zuerst eine Übersicht und dann erst Informationen über die Einzelheiten. So haben die Kinder immer einen Überblick über die Verbindungen zwischen den jeweiligen Wissensgebieten. Im Regelunterricht dagegen werden die Lehrinhalte häufig vom Einzelnen zum Ganzen vermittelt.

Wird in Montessori-Klassen das Thema „Mineralogie“ bearbeitet, sollten im Idealfall zuerst folgende Themen der Erdwissenschaften besprochen und erarbeitet werden.

- 1) Das Sonnensystem
- 2) Aufbau der Erde
- 3) Plattentektonik: Konvektionszellen, Kontinentalverschiebung, Gebirgsbildung, Vulkanismus
- 4) Gesteine (Magmatite, Sedimentgesteine, Metamorphite)

Durch diese Reihenfolge haben die Schüler die Möglichkeit, die Zusammenhänge und Beziehungen der verschiedenen Teilgebiete zu realisieren. Wenn man einen Überblick über ein Stoffgebiet hat, fällt es einem leichter Details zu verstehen.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dieser Vorgangsweise um den Idealfall. Der Pädagoge sollte jedoch immer darauf gefasst sein, dass bestimmte Wissensgebiete das Interesse der Schüler, früher als geplant wecken können. Oder im umgekehrten Fall kann auch Desinteresse eintreten. Es ist nun die Aufgabe eines Montessori-Pädagogen darauf zu reagieren.

⁸² Kosmische Erziehung. Online im WWW unter URL:
<http://www.montessori-aktiv.de/MontessoriPaedagogik.htm> [11/06/03]

Ingeborg Becker-Textor schreibt dazu, dem Montessori-Lehrer „(...) obliegt die Aufgabe der Zubereitung einer riesigen Wissensmenge, und er wird nicht durch einen Lehrplan eingeschränkt. Für ihn ist es schwieriger, sich auf das Kind einzulassen, als Punkt für Punkt eines Lehrplanes in einer vorgegebenen Zeit zu erfüllen. Er muss täglich neu dazulernen und ist demnach genauso ein Lernender wie das Kind, das er „unterrichtet“.“⁸³

Natürlich kann der Lehrer auch bestimmte Wissensgebiete vorgeben, aber er sollte den Schülern Freiraum lassen, in welchem Ausmaß sie sich darin vertiefen möchten.

2.1. Lernmaterial für die Freiarbeit

Das Material sollte:⁸⁴

1. ästhetisch sein
2. eine motivierende Aufmachung haben
3. Interesse wecken
4. Aufforderungscharakter besitzen
5. zur Selbsttätigkeit anregen
6. zum Handeln weitertreiben
7. durch seine Struktur in geordnete Bahnen lenken
8. einen oder mehrere Lösungswege anbieten
9. Rückfragen und Hilfestellungen durch den Lehrer überflüssig machen
10. vom Konkreten zum Abstrakten und problemlösenden Denken führen
11. Selbstkontrolle und Selbstkorrektur ermöglichen
12. Kommunikation und Kooperation fördern
13. an Erfahrungen anknüpfen
14. Sinne schulen

⁸³ Becker-Textor, Ingeborg (Hrsg.): Kinder, Sonne, Mond und Sterne S. 47

⁸⁴ Krieger, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit S. 26

15. Kreativität fördern
16. in zeitlich überschaubarem Maße zu bearbeiten sein
17. Wiederholungen erlauben
18. sachbezogene Kreativität fördern, die z.B. zu neuen Aufgabenstellungen, Veränderungen oder gar zur Weiterentwicklung des Materials führt

2.2. Gefundenes Material

Sowohl während meiner schulpädagogischen Ausbildung im Rahmen des Biologie Lehramtsstudiums, als auch während meiner Montessori-Ausbildung hatte ich die Möglichkeiten mir einige Schulen (Montessori- und Regelschulen) und ihre „mineralogischen Ausstattungen“ anzusehen. Im Rahmen meiner Recherchen für diese Diplomarbeit erweiterten sich meine Schulbesuche (eine Liste der Schulen befindet sich im Anhang).

Ich besuchte Montessori-Volks- und Grundschulen. Bei den von mir besuchten Regelschulen handelte es sich um Allgemeinbildende Höhere Schulen (AHS) und Berufsbildenden Höhere Schulen (BHS), da nur in diesen Schulstufen „Mineralogie“ gelehrt wird.

In den Regelschulen wurde das Thema „Mineralien“ sehr stiefmütterlich behandelt, was auch deutlich an den Materialien festzustellen war (mit einer großen Ausnahme – siehe Kapitel 2.2.1.). Meist verstaubten Handstücke und Kristallmodelle in einem Kasten. Meistens waren einige Bücher zum Nachlesen vorhanden. Im Gespräch mit den Lehrern wurde auch das Problem des Einhaltens des Lehrplanes angesprochen. Viele können dieses Ziel nicht erreichen (zu viele Feiertage, Projektwochen, etc.) und müssen daher einige Kapitel streichen, was meistens auch für die Mineralogie zutrifft.

In allen von mir besuchten Montessori-Schulen konnte ich Handstücke oder zumindest Trommelsteine vorfinden. Neben Beschreibungen des Aussehens, der Anwendungen und der Strichfarben wurde auch auf die Heilwirkungen der Steine eingegangen.

2.2.1. Geolab

Da ich bei der Präsentation dieses Lehrbehelfs im Dezember 2002 dabei sein konnte, war ich überaus erfreut vier Monate später einige Exemplare in einer AHS wieder zu finden.

Das Geolab stellt „(...) einen neuen Lehrbehelf für den geowissenschaftlichen Unterricht an HS und AHS“⁸⁵ dar.

„Die Idee stammt aus den USA. Die Österreichische Geologische Gesellschaft hat die Rechte erworben. Ein Team des Naturhistorischen Museums Wien verstärkt durch aktive Mithilfe aus dem AHS Lehrerkreis zeichnet für die qualitätvolle Ausstattung.“⁸⁶

Geolab ist ein Koffer, in dem sich 21 Minerale, Gesteine und Fossilien, eine Lupe ein Magnet und Porzellansicherungen befinden. Ebenso enthält dieses Material eine Anleitung für den Lehrer und ein eigenes Schülerbeihft⁸⁷ mit einer Bestimmungstafel. Jedes Stück trägt eine Nummer (Geolab Koffer siehe Abb.1). Auf der Deckelrückseite ist ein Foto abgebildet (siehe Abb. 2), auf dem alle Bestandteile des Geolabs nochmals dargestellt sind. Ebenso ist jeder dieser Gegenstände auf der Abbildung zusätzlich mit seiner Nummer versehen.



Abb. 1: Geolab



Abb. 2: Geolab-Deckelrückseite

⁸⁵ Arbeitsgruppe Geowissenschaften, Schule und Öffentlichkeit. Online im WWW unter URL: <http://www.geol-ges.at/geolab.htm> [10/06/03].

⁸⁶ Arbeitsgruppe Geowissenschaften, Schule und Öffentlichkeit. Online im WWW unter URL: <http://www.geol-ges.at/geolab.htm> [10/06/03].

⁸⁷ siehe Anhang

Die Schüler können eigenständig 7 Experimente durchführen, die im Schülerbeihft einfach und kurz beschrieben sind. Es handelt sich dabei um folgende Versuche:

Experiment 1: Wie verwittern die Gesteine?

Experiment 2: Wir lernen Minerale kennen.

Experiment 3: Wir bestimmen Minerale.

Experiment 4: Die Eigenschaften der Minerale.

Experiment 5: Wir nehmen drei Minerale genauer unter die Lupe.

Experiment 6: Gesteine

Experiment 7: Fossilien

Das **Experiment 1** beschäftigt sich mit der Verwitterung von Gesteinen (in diesem Fall mit der Verwitterung von Kalkstein). Über kleine Kalkstückchen wird etwas Essig oder verdünnte Salzsäure geschüttet.

Im **Experiment 2** wird erklärt aus welchen Bestandteilen Gesteine bestehen – aus Mineralen. Als Anregung sollen die Schüler zu Hause selber Kristalle aus einer Kochsalzlösung herstellen, die sich an einem in die Lösung freihängenden Faden festsetzen. Danach sollen die entstandenen Kristallformen genauer betrachtet werden.

Speziell die Mineralbestimmungstafel (gehört zum **Experiment 3**; siehe Anhang) ist sehr übersichtlich, einfach aufgebaut und beinhaltet wichtige Bestimmungsmerkmale von Mineralen. Neun Minerale sollen mit Hilfe dieser Tabelle bestimmt werden. Diese werden durch die Farbe, den Magnetismus, die Kristallform, die Dichte, die Härte und den Geschmack unterschieden.

An dieser Tabelle gefällt mir besonders gut, dass die Minerale direkt auf die Bestimmungstafel in die richtige Spalte gelegt werden sollen. So behalten die Schüler die Übersicht und überblicken auch gut die unterschiedlichen Eigenschaften. Als Lehrer würde ich diese Mineralbestimmungstafel zusätzlich laminieren lassen, da sie nach einiger Zeit sicherlich abgenutzt wird.

In **Experiment 4** werden einige Eigenschaften der zuvor in Experiment 3 bestimmten Mineralien untersucht. Zum Beispiel wird mit Grafit ein Strich auf Papier gemacht. Die Schüler werden danach gefragt, wozu dieses Mineral verwendet werden kann. Bei Talk und Glimmer wird ebenfalls auf die Verwendung eingegangen. Mit dem Kalkspat wird anders verfahren. Er soll über ein selbstgezeichnetes Kreuz gelegt werden. Danach werden die Jugendlichen gefragt, was sie sehen. Die Erklärung für die nun zwei sichtbaren Kreuze („Doppelbrechung“) ist kurz und einfach abgefasst.

Experiment 5 beschäftigt sich eingehender mit folgenden Mineralen: Quarz, Feldspat und Hämatit. Quarz liegt als Quarzsand vor und soll genauer mit Hilfe der Lupe betrachtet werden. Beim Feldspat wird auf die schimmernden Kristallflächen hingewiesen und der Hämatit wird auf Magnetismus untersucht.

Das **Experiment 6** befasst sich mit drei Gesteinen (Granit, Obsidian und Bimsstein). Es wird kurz erklärt wie diese entstehen. Der Bimsstein soll zum Schluss kurz ins Wasser gelegt werden, damit bewiesen wird, dass es Gesteine gibt, die schwimmen. Folgende Frage finde ich sehr aus dem Alltag der Jugendlichen gegriffen: *„Hast du oder kennst du „stone-washed“ Jeans? Diese sind mit Bimsstein gewaschen.“*

Experiment 7 behandelt Fossilien. Im Geolab befinden sich je ein Beispiel einer fossilen Wasserschnecke (Melanopsis), eines Steins, der aus versteinerten Muschel- und Schneckenschalen besteht (Brekzie) und einer Braunkohle.

In der Gebrauchsanweisung wird empfohlen in Gruppen zu dritt zu arbeiten, damit auch eine *„gruppendedynamische Auseinandersetzung mit dem Mineralreich ermöglicht wird“*⁸⁸. Dieser Vorschlag kommt sicherlich gut bei Schülern an. Leider wird im Regelunterricht die Teamarbeit zu wenig gefördert, was jedoch heutzutage sehr wichtig wäre.

⁸⁸ Arbeitsgruppe Geowissenschaften, Schule und Öffentlichkeit. Online im WWW unter URL: <http://www.geol-ges.at/geolab.htm> [10/06/03].

Geolab enthält neben sehr gut gegliederten und mit einfachen Mitteln durchzuführenden Experimenten auch Anschauungsmaterial, das den Schülern Gesteine, Minerale und Fossilien näher bringt. Auch die Reihenfolge der Versuche ist gut durchdacht.

Wird dieses Material mit Hilfe der Charakteristika eines Montessori-Materials (siehe S. 49 f.) beurteilt, erlaubt es folgende Beurteilung.

Der Geolab-Koffer wirkt ästhetisch und hat eine motivierende Aufmachung. Durch die gute Gliederung seines Inhalts besitzt er, meiner Meinung nach, einen hohen Aufforderungscharakter, der zu einem sofortigen Handeln anregt. Die beigelegte Gebrauchsanweisung für Schüler ist kurz und verständlich geschrieben, wodurch die Jugendlichen eigenständig arbeiten können. Der Lehrer wird dadurch auch entlastet und kann auf die Probleme und Fragen einzelner Schüler besser eingehen. Obwohl nur spezielle Minerale ausgewählt wurden, hat sicherlich jeder Schüler eine Vorstellung über das Mineralreich gewonnen, wodurch bei einigen vielleicht das Interesse für dieses Gebiet geweckt wurde. Die Versuche des Geolabs können so oft wiederholt werden, wie gewünscht wird, was auch ein sehr wichtiges Montessori-Kriterium für Lernmaterialien darstellt. Ebenso ist die zeitliche Überschaubarkeit gewährleistet.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Es sollten mehr solcher Unterrichtsmaterialien für Regelschulen entwickelt werden, da Kindern und Jugendlichen das Lernen damit mehr Spaß machen würde und sie sich den Lernstoff dadurch auch leichter und schneller aneignen könnten.

2.2.2. Informationsmaterial

In allen Montessori-Schulen (siehe Anhang) fand ich zumindest Informationsmaterial über einige bekannte Minerale, wie z.B. Rosenquarz, Amethyst, Bergkristall und Granat. Es handelte sich dabei um kurze Texte oder kleine Hefte, in denen einzelne Minerale beschrieben wurden. Meistens waren auch Handstücke der erwähnten Minerale beigelegt, damit sich die Kinder diese genauer ansehen und einprägen konnten.

Folgende Übungen sind für jüngere Kinder (schon ab 2 Jahren) gedacht. Trotzdem werden sie erfahrungsgemäß noch gerne von Volksschulkindern ausgeübt. Ich möchte diese Übungen auf jeden Fall vorstellen, da ich der Meinung bin, man soll Kinder so früh wie möglich mit Mineralen in Kontakt bringen. Auch wenn diese Materialien nicht vorrangig etwas mit den speziellen Eigenschaften von Mineralen zu tun haben, kann man durch sie das Interesse der Kinder für diese Gegenstände schon im frühesten Alter wecken, und sie erfüllen jedenfalls den Anspruch nach Montessori „hochwertig“ und „ästhetisch“ zu sein.

Bei den Materialien 2.2.3. und 2.2.4. handelt es sich um Übungen für kleinere Kinder. Dabei werden die Mineralstücke noch nicht als Forschungsobjekte verwendet.

2.2.3. „Löffelübung“

Hierbei handelt es sich um eine „Übung des täglichen Lebens“, die in der Montessori-Pädagogik schon im Kindergarten angeboten wird.

Zwei Gefäße, ein leeres und ein mit Bohnen oder mit Körner gefülltes, werden mit einem Löffel, der in die Hand des Kindes passt, auf einem Tablett platziert. Die Aufgabe des Kindes besteht darin, die Körner aus der linken Schale in die rechte zu löffeln.

Kinder sollen bei dieser Übung bewusst die Bewegungen des Löffelns lernen. Dadurch wird ihre Selbständigkeit und Unabhängigkeit gefördert.

Das Kind ist bei dieser Arbeit im hohen Maß aktiv.⁸⁹

- ♦ *Es koordiniert sein Gleichgewicht beim Tragen und Löffeln.*
- ♦ *Es koordiniert seine Bewegung im Bereich der Grob- und Feinmotorik.*
- ♦ *Es bereitet sich auf das Schreiben vor.⁹⁰*
- ♦ *Es lernt seine Arbeit zu kontrollieren.*

⁸⁹ Eichelberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S.47 f.

⁹⁰ auf die Schreibrichtung; auf den festen Griff und das lockere Handgelenk;

Da es sich hier auch um eine indirekte Vorbereitung auf das Schreiben handelt, ist es wichtig, dass der Pädagoge die Darbietung von links nach rechts vorzeigt. „Das Kind übt seine Koordination von Auge und Hand, es nimmt Raumtiefe wahr und erlebt die Zustände voll und leer.“⁹¹

Wie auf Abb.3 deutlich zu sehen ist, werden für diese Übung zwei Schüsseln, ein Löffel und kleine Trommelsteine benötigt. Der Pädagoge zeigt mit ganz langsamen und leicht übertriebenen Gesten, die Bewegungen des Löffelns vor. Während dieser Darbietung spricht er kein Wort, damit sich das Kind ganz auf das Beobachten seiner Bewegungen konzentrieren kann. Befinden sich alle Steine in der rechten Schüssel, nimmt der Montessori-Pädagoge diese Schüssel in die Hand und schüttet alle Trommelsteine wieder in die linke Schüssel zurück (damit die gefüllte Schüssel wieder links steht).



Abb. 3: Beispiel einer Löffelübung mit kleinen Trommelsteinen

Dieses Material hat einen sehr hohen Aufforderungscharakter für Kinder, was ich selbst bereits mehrmals beobachten konnte. Viele Kinder fasziniert die Farbenvielfalt dieser „kleinen Steine“, aber auch das Geräusch, wenn sie in die Schüssel gelöffelt werden (wodurch das Kriterium der Sinnesschulung erfüllt wird). Auch die klare Strukturierung gibt den Ausführenden eine gewisse Sicherheit. Die Selbstkontrolle besteht, indem das Kind sehen kann, ob ein oder mehrere Minerale auf dem Tablett anstatt in der Schüssel landen.

⁹¹ Eichelberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S. 48

Bei einigen Kindern laden diese kleinen Trommelsteine auch zum Wühlen ein. Falls dies vom Pädagogen beobachtet wird, ist es nun seine Aufgabe darauf zu reagieren. Beim nächsten Mal sollte er dem Kind Materialien anbieten, die seinen Tastsinn und seine Tiefenwahrnehmung fördern.

2.2.4. Sinnesmaterial

„Das Sinnesmaterial besteht aus einem System von Gegenständen, die nach bestimmten physikalischen Eigenschaften der Körper wie Farbe, Form, Maß, Klang, Zustand von Rauheit, Gewicht, Temperatur usw. geordnet sind.“⁹²

Durch das konkrete Angreifen der Gegenstände kommt es zu einem konkreten Begreifen der Umwelt. Da Kinder bis zu einem Alter von 3 Jahren Eindrücke unbewusst aufnehmen, kommt es während der 2. Phase (siehe S. 13 f.) zu einem Bewusstwerdungsprozess. Das Sinnesmaterial dient nun zur Verfeinerung und Unterstützung der Sinne, dem Bilden von Ordnung, dem Differenzieren von Strukturen und dem Verstehen von Wahrnehmungen.⁹³

In Abb. 4 wird Sinnesmaterial präsentiert, aus welchem Paare gebildet werden. Auf einer Magnetwand befinden sich mit Magneten versehene Minerale. Es gibt jeweils zwei gleiche Stücke auf dieser Tafel. Das Kind soll nun die zwei passenden zu einem Paar zusammenführen. Durch diese Arbeit soll die Wahrnehmung sowohl der Farben, als auch der räumlichen Struktur geschult werden.

In Abb. 5 sollen die Achatscheiben von klein nach groß oder in umgekehrter Reihenfolge angeordnet werden. Auch hier soll die räumliche Wahrnehmung des Kindes gefördert werden.

⁹² Montessori, Maria: Die Entdeckung des Kindes S. 114

⁹³ Vgl. Eichelberger, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik S. 49

An dieser Stelle muss noch kritisch bemerkt werden, dass bei der dritten und vierten Achatscheibe kaum ein Größenunterschied zu erkennen ist. Daher sollte eine der beiden ausgetauscht oder überhaupt weggelassen werden.



Abb. 4: „Mineral-Paare“



Abb. 5: Achatscheiben

3. Selbst entwickeltes Lernmaterial

In diesem Kapitel werden Materialien und Arbeiten vorgestellt, die die Schüler alleine oder gemeinsam mit einem oder mehreren Mitschülern durchführen können. Zu jeder Übung gibt es eine Erklärung und Darbietung durch den Lehrer oder eine genaue schriftliche Anweisung. Dadurch ist die Aufgabe des Lehrers nicht mehr die des Lehrenden, sondern die eines Helfenden und Begleitenden.

Die Schüler können jede Arbeit so oft wiederholen wie sie wollen. Jeder kann sein eigenes Arbeitstempo finden und das Beste aus sich herausholen. Das Ziel ist es für sich selber zu lernen und nicht bloß eine gute Note zu erreichen oder dem Lehrer zu gefallen.

Ein wichtiger Punkt bei der Materialzusammenstellung war das Einbeziehen der menschlichen Sinne (vor allem des Sehens und Fühlens). Wird ein Lernstoff mit verschiedensten Sinnesorganen aufgenommen und haben die Schüler die Möglichkeit mit dem Material zu experimentieren, so ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass die Schüler diesen Stoff leichter und schneller begreifen und verstehen. Natürlich können einige Sinne bei bestimmten Wissensgebieten kaum eingesetzt werden (vor allem der Geschmacks-, Geruchs- und Gehörsinn), aber zumindest der Seh- und Tastsinn sind meist sehr gut und leicht kombinierbar.

Die vorgestellten Materialien können nicht nur in Montessori-Klassen verwendet, sondern sollen auch in Regelschulen eingesetzt werden. Es gibt immer mehr Schulen, die „Offenes Lernen“ in ihren Stundenplan aufnehmen. Aber auch ohne diese spezielle Unterrichtsart kann jeder Lehrer seinen Unterricht durch Freiarbeitsmaterial auflockern und für Schüler interessanter gestalten – den Unterricht dadurch „schülerentsprechender“ gestalten.

Im Anhang befinden sich von einigen Materialien die Originaltexte und Fotos, welche alle nur zum privaten Gebrauch hergestellt wurden.

3.1. Beispiel eines Einstiegsmaterials

In Kapitel 2 (S. 48 f.) habe ich den Idealfall der Themenfolge beschrieben, die vor dem Kapitel „Minerale“ durchgenommen werden sollte. Da jedoch in der Praxis selten der Idealfall eintritt (das Interesse der Kinder an Mineralen wird oft auf eine andere Weise geweckt), habe ich hier ein Beispiel eines alternativen Einstiegsmaterials gewählt.

In jeder Montessori-Schule findet man einen Jahreskreis (siehe Abb. 6). Dieser wird z.B. bei Geburtstagen aufgelegt. Dabei handelt es sich um eine Arbeit zum Thema „Zeit“, genauer gesagt, um eine zirkuläre Zeitmessung.

Als Zentralgestirn befindet sich die Sonne in der Mitte des Kreises. Diese kann durch eine Sonne aus z.B. Stoff oder Filz oder durch eine Kerze oder durch beides symbolisiert werden. Das Geburtstagskind hält eine kleine Weltkugel in der Hand und wandert, von seinem Geburtsmonat aus, für jedes Lebensjahr einmal um die Sonne. Oft werden dazu Fotos gezeigt oder Erlebnisse erzählt. Natürlich darf nicht vergessen werden, für jedes Lebensjahr eine Kerze beim Geburtsmonat anzuzünden.



Abb. 6.: Beispiel eines Jahreskreises
(Montessori-Zentrum Hütteldorf)

Es besteht nun die Möglichkeit zu diesem Jahreskreis auch die Sternzeichen dazuzulegen. Über die Astrologie können nun einige Minerale eingeführt werden, da die bekanntesten Minerale bestimmten Sternbildern zugeordnet wurden. Bei dieser Art der Zuweisung von Mineralen handelt sich um eine rein esoterische.

Bei den folgenden Beispielen habe ich je ein Mineral für das jeweilige Sternzeichen ausgewählt.

Beispiele:⁹⁴

Sternzeichen	Mineral
Wassermann	Türkis
Fisch	Amethyst
Widder	Rubin
Stier	Rosenquarz
Zwilling	Orangencalcit
Krebs	Peridot
Löwe	Bergkristall
Jungfrau	Tigerauge
Waage	Rauchquarz
Skorpion	Granat
Schütze	Sodalith
Steinbock	Turmalin

In weiterer Folge kann nun der Sternzeichen-Kreis extra aufgelegt und besprochen werden. Die Zuordnung der Mineralstücke wird als separate Arbeit angesehen und steht den Kindern nach einer gemeinsamen Einführung als Material zur freien Entnahme zur Verfügung.

In den Abbildungen 7 und 8 werden ein Sternzeichenkreis und einige zugeordnete Minerale gezeigt.



Abb. 7: Beispiel eines Sternzeichen-Kreises



Abb. 8: Sternzeichen (Skorpion, Schütze, Steinbock) mit zugehörigen Mineralen (Granat, Sodalith, Turmalin)

⁹⁴ Edition Methusalem: Das Große Lexikon der Heilsteine, Düfte und Kräuter S.10 ff.

3.2. Systematik der Mineralien

Da ein didaktisches Prinzip der Kosmischen Erziehung (siehe S. 29) „vom Ganzen zum Detail“ lautet, ist es nach dem Einstiegsmaterial notwendig einen groben Überblick über das Mineralienreich zu geben.

3.2.1. „Das Reich der Mineralien“

„Dieses System (die Klassifikation der Mineralien) beruht im Wesentlichen auf der chemischen Zusammensetzung der Mineralien sowie auf der Symmetrie ihrer Kristallgitter bzw. ihrer Feinstruktur.“⁹⁵

Dadurch umfasst die Gliederung die folgenden Klassen:⁹⁶

1. Elemente (angeschlossen sind die Legierungen, Carbide, Nitride und Phosphide)
2. Sulfide (angeschlossen sind die Selenide, Telluride, Arsenide, Bismutide, Antimonide)
3. Halogenide
4. Oxide und Hydroxide
5. Carbonate (mit den Boraten und Nitraten)
6. Sulfate (angeschlossen sind die Tellurate, Chromate, Molybdate und Wolframate)
7. Phosphate (mit den Arsenaten und Vanadaten)
8. Silikate
9. organische Verbindungen

⁹⁵ Jakober, Norbert: Mineralien und Edelsteine S. 8

⁹⁶ Vgl. Schröcke + Weiner: Mineralogie S. 3

Material

Es handelt sich um ein einfaches Kreissystem. Der Überbegriff steht auf dem großen Kreis in der Mitte (in diesem Fall der Begriff „Mineralien“). Von diesem Kreis aus weisen Pfeile zu den Unterbegriffen (hier: Elemente; Sulfide, Arsenide und komplexe Sulfide; Oxide und Hydroxide; Halogenide; Karbonate; Sulfate und Wolframverbindungen; Phosphate, Arsenate, Vanadate; Silikate; Organische Verbindungen). [Siehe Abb. 9]

Zu jeder Begriffskarte gibt es eine dazugehörige Definitionskarte. Diese Definitionen sollten eine möglichst kurze, einfache und altersentsprechende Erklärung aufweisen. [Siehe Abb. 10]

Größere Darstellungen der Definitionskarten befinden sich im Anhang.

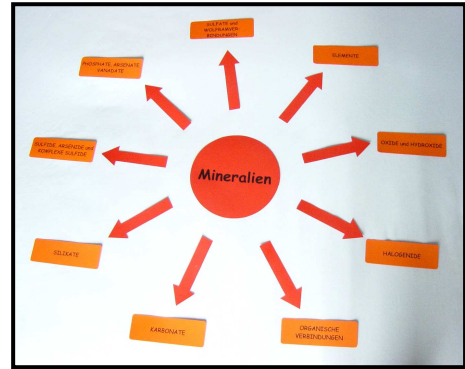


Abb. 9: Kreissystem "Mineralien"

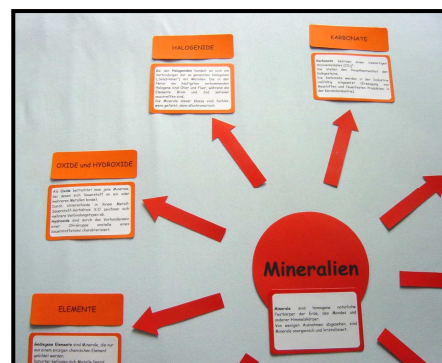


Abb. 10: "Mineralien" mit Definitionskarten

Ziele

Durch die Arbeit mit diesem Material sollen die Schüler einen groben Überblick über das Mineralienreich bekommen, wodurch sich dieses Material besonders für den Einstieg in das Thema „Mineralien“ eignet. Sie sollen die Zusammenhänge der einzelnen Mineralienklassen erfassen, indem sie die Merkmale für die einzelnen Gruppen kennen und verstehen lernen.

Darbietung

Das Prinzip eines Kreissystems sollte einmal in der Klasse eingeführt werden, damit die Schüler wissen, in welcher Reihenfolge die einzelnen Teile (Kreis, Pfeile, Begriffskarten, Definitionskarten) aufgelegt werden.

Zuerst wird der Überbegriff (hier „Mineralien“) in die Mitte des vorgesehenen Arbeitsplatzes gelegt. Danach werden, von diesem Kreis aus, die Pfeile in regelmäßigen Abständen dazu platziert. Nun fehlen nur mehr die Unterbegriffskarten, auf welche die Pfeile zeigen. Die Zuordnung der Definitionskarten kann zum Schluss oder im Anschluss an jeden Auflegeschritt gemacht werden.

Nach so einer Darbietung können die Kinder im Normalfall alleine mit dem Material arbeiten und eine weitere Darbietung ist nicht mehr nötig.

Fehlerkontrolle

Bei diesem Material ist es nur notwendig alle Teile aufzulegen und die einzelnen Definitionskarten ihren dazugehörigen Begriffen zuzuordnen, da die Reihenfolge der Mineralienklassen frei gewählt werden kann. Ich habe auf den Definitionskarten den jeweiligen Begriff, der erklärt wird, extra hervorgehoben. Somit ist eine zusätzliche Markierung auf der Rückseite nicht notwendig.

Streng genommen handelt es sich bei dieser Art der Zuordnung nicht um eine Fehlerkontrolle, sondern um ein Abstimmen der Begriffe. Diese Form habe ich absichtlich gewählt, damit die erste Erfahrung mit einem Kreissystem ein rein informatives Erleben darstellt.

Als eine zusätzliche Schwierigkeit könnten die Mineralbegriffe auf den Definitionskärtchen entfernt werden. Somit kann der Jugendliche versuchen, die Kärtchen aufgrund seines eigenen Wissens zuzuordnen. In diesem Fall darf jedoch der Mineralbegriff zur Selbstkontrolle auf der Rückseite der passenden Kärtchen nicht fehlen.

Weiterführende Übungen

Zu den einzelnen Mineralklassen können verschiedene Versuche angeboten werden. Es wäre z.B. möglich die vorhandenen OH-Gruppen in den Hydroxiden experimentell nachzuweisen. Während der Erhitzung eines Mineralpulvers in einem Glühkölbchen wird die OH-Gruppe durch die Aufnahme eines Wasserstoffatoms zu Wasser. Es kommt zur Abgabe von Wasserdampf, der in diesem Fall im kalten Teil des Kölbchens als Wassertröpfchen kondensiert.

Dieser Versuch funktioniert aber genauso mit z.B. H₂O-haltigen Sulfaten (siehe Gips).

Eine andere Möglichkeit wäre der Kohlendioxid-Nachweis bei Karbonaten. Das Mineralpulver zersetzt und löst sich unter Aufbrausen (CO₂-Entwicklung) in Salzsäure.

Anmerkung

Wenn möglich sollte zu jeder Mineralklasse ein konkretes Mineralstück oder zumindest entsprechendes Bildmaterial zum Zuordnen vorhanden sein.

3.2.2. Unterteilung der Silikate

Grundlage dieses Materials bildet das „Reich der Mineralien“ (siehe S. 63).

Stellvertretend für fast alle Mineralklassen (die Elemente werden extra in Punkt 3.2.4. behandelt) habe ich die Silikate ausgewählt, um anhand dieser zu demonstrieren, wie von der Gesamtübersicht („Das Reich der Mineralien“) nun ins Detail gegangen werden kann. Selbstverständlich kann und soll auch diese Art von Überblick auf alle anderen Mineralklassen, soweit eine weitere Unterteilung möglich ist, angewendet werden.

„Eine ungewöhnliche Vielfalt von Verbindungen mit oft sehr komplizierter chemischer Zusammensetzung zeigen die Silikatminerale, besonders weil eine verhältnismäßig große Anzahl von Elementen an ihrem Aufbau beteiligt ist. Betrachtet man die Silikate jedoch unter dem Gesichtspunkt ihrer Kristallstrukturen, dann ergeben sich aus der Vielfalt komplizierter chemischer Verbindungen relativ einfache und klar übersehbare Verhältnisse.“⁹⁷

Die Silikate werden in folgende Gruppen zusammengefasst:⁹⁸

- Inselsilikate
- Gruppensilikate
- Ringsilikate
- Kettensilikate
- Bandsilikate
- Schichtsilikate
- Gerüstsilikate

⁹⁷ Strübel, Günter: Einführung in die Mineralogie S. 100

⁹⁸ Vgl. Strübel, Günter: Mineralogie S. 434

Material

Diese Arbeit ist genau wie „Das Reich der Mineralien“ (siehe S. 63) als einfaches Kreissystem aufgebaut. Den Überbegriff bilden in diesem Fall die „Silikate“ und die entsprechenden Unterbegriffe sind: Insel-, Gruppen-, Ring-, Ketten-, Band-, Schicht- und Gerüstsilikate (siehe Abb. 11).

Auf der Rückseite jeder Definitionskarte befindet sich zusätzlich die jeweilige Abbildung der SiO_4 -Tetraeder (siehe Abb. 12). Dadurch kann sich ein Schüler mehr unter der Kristallstruktur der jeweiligen Silikatgruppe vorstellen.

Alle Definitionskarten und die jeweiligen Abbildungen der SiO_4 -Tetraeder befinden sich im Anhang.



Abb. 11: Kreissystem „Silikate“

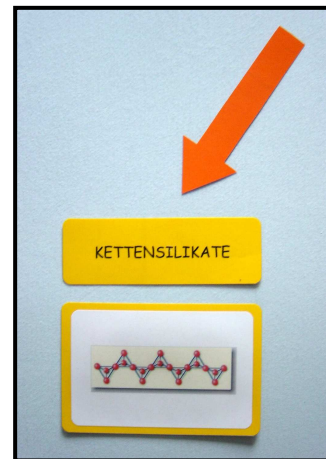


Abb. 12: Anordnung der SiO_4 -Tetraeder bei Kettensilikaten

Ziele

Nachdem der Schüler eine Übersicht über das ganze Mineralienreich bekommen hat („Das Reich der Mineralien“), soll er davon ausgehend weitere Unterteilungen kennen lernen. Er hat dadurch die Chance, die Vielfalt der Mineralien und ihre Eigenschaften genauer zu erfassen.

Darbietung

Da die Arbeit mit dem Material „Das Reich der Mineralien“ vorausgesetzt wird und das Prinzip des Auflegens daher schon bekannt ist, muss normalerweise keine Darbietung durch den Pädagogen stattfinden.

Fehlerkontrolle

Bei diesem Kreissystem (wie auch unter 3.1.1.) habe ich die erklärenden Begriffe auf den Definitionskarten speziell hervorgehoben, sodass nur ein richtiges Zuordnen notwendig ist.

Weiterführende Übungen

Es gibt einige Versuche mit Silikaten, die zusätzlich angeboten werden können (siehe Kapitel 3.9.).

Anmerkung

Konkrete Handstücke oder zumindest Bilder der bekanntesten Minerale aus den jeweiligen Gruppen, wären natürlich von Vorteil und wünschenswert (siehe Abb. 13).

Außerdem können die Materialien „Systematik der Mineralien“ und „Silikate“ gemeinsam verwendet werden (alle Begriffe werden zur besseren Übersicht gemeinsam aufgelegt – in diesem Fall sollten aus Platzgründen die Definitionskärtchen weggelassen werden). Falls man auch die weiteren Mineralklassen auf diese Art darbietet und dazulegt, wäre der Übersichtseffekt am optimalsten. Aus Platzmangel wird es sich meistens jedoch kaum bewerkstelligen lassen immer alle Kärtchen aufzulegen. Deshalb könnte dies einmal mit der ganzen Klasse gemacht werden, eventuell sogar zum Einstieg in das Thema „Mineralien“.

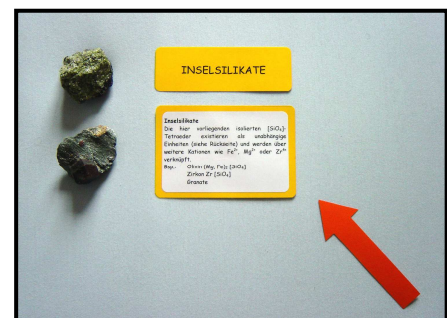


Abb. 13: Inselsilikate mit Olvin- und Granatstück

An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass bei den anderen Mineralklassen eine Unterteilung nicht so klar und einfach möglich ist wie bei den Silikaten.

3.2.3. Inselsilikate

Um noch tiefer ins Detail zu gehen, habe ich aus dem Material „Silikate“ erneut einen Begriff ausgewählt und diesen zu einem Überbegriff gemacht. Es handelt sich im Demonstrationsfall um die Inselsilikate. Es kann jede beliebige Gruppe der Silikate ausgewählt werden oder sogar alle.

Bei den Inselsilikaten kann nun direkt auf die einzelnen Mineralien eingegangen werden. Der Schwerpunkt dieses Materials liegt neben der Übersicht über die Inselsilikate, auch auf den chemischen Formeln der jeweiligen Mineralien.

„Unter Insel- oder Nesosilikaten sind (u.a.)⁹⁹ die Olivinmischkristalle und die Vertreter der Granatminerale in Gruppen zusammengefasst. Es handelt sich hier um Strukturen mit inselartigen SiO_4 -Tetraedern und dichtesten Sauerstoffpackungen, woraus hohe Werte für Härte und Brechungsindex¹⁰⁰ resultieren.“¹⁰¹

Material

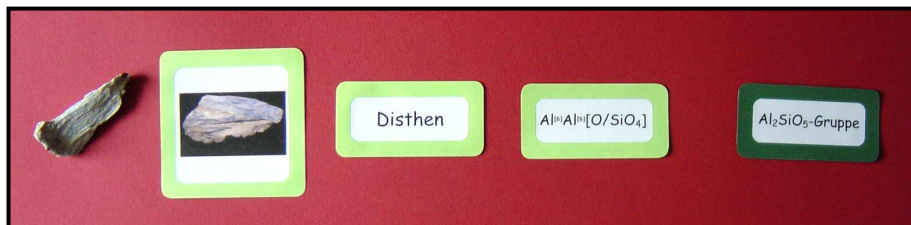


Abb. 14: Disthen (Mineralstück, Bild-, Namens-, Formel- und "Al₂SiO₅-Gruppen" –Kärtchen)

Das Arbeitsmaterial besteht aus den Namens-, Bild- und Formelkärtchen von folgenden Inselsilikaten: Olivin, Zirkon, Pyrop, Almandin, Spessartin, Grossular, Andradit, Andalusit, Sillimanit, Disthen (siehe Abb. 14), Topas und Staurolith. Zusätzlich gibt es ein Kärtchen der „Granat-Gruppe“ und eines der „Al₂SiO₅-Gruppe“. Diese sind auch durch eine andere Hintergrundfarbe extra hervorgehoben.

⁹⁹ Anmerkung der Autorin

¹⁰⁰ Maß für die Lichtbrechung (siehe Hochleitner, Rupert: Mineralien S.12)

¹⁰¹ Strübel, Günter: Einführung in die Mineralogie S.100

Aus Platzgründen (12 Pfeile und ihre dazugehörigen Begriffe müssten rund um den Überbegriff angeordnet werden) habe ich die Inselsilikate nicht mehr in einem Kreissystem dargestellt. Damit die Schüler trotzdem wissen, wie die jeweiligen Namen, Bilder und Formeln aufgelegt werden sollen, wird eine Übersichtstabelle (siehe Abb. 15) angeboten. Auf dieser Tabelle ist nur die Reihenfolge der Namen vorgegeben. Der Schüler wählt selbst die Anordnung von Namen, Bild und Formel. Aus der Tabelle geht auch hervor, welche Mineralien zu der „Granat-Gruppe“ und welche zu der „ Al_2SiO_5 -Gruppe“ gehören.

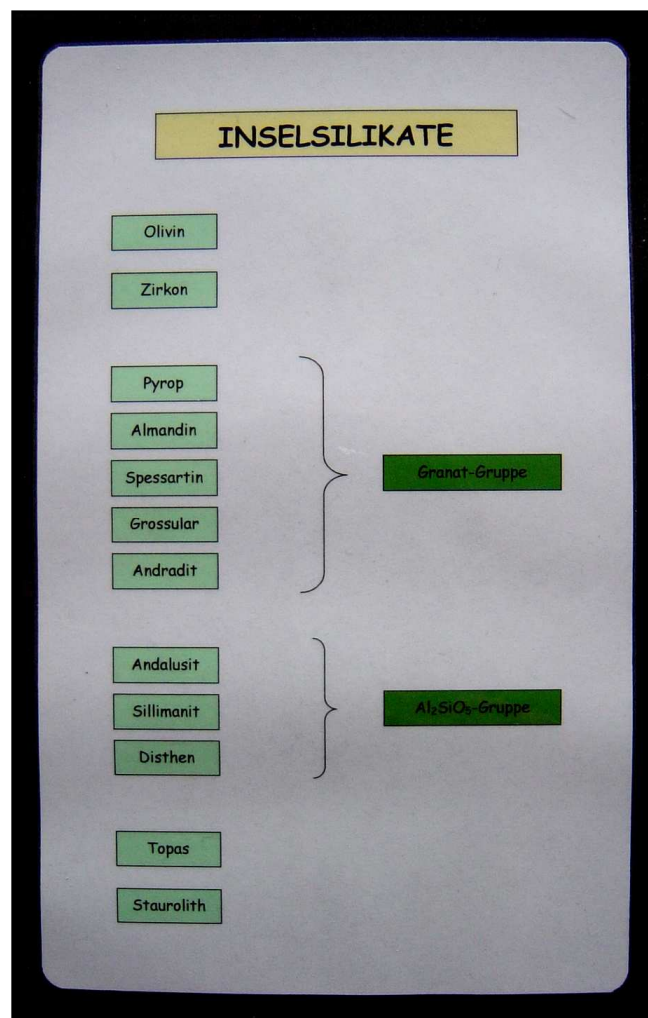


Abb. 15: Übersichtstabelle der Inselsilikate

Ziele

Wie oben bereits erwähnt, liegt der Schwerpunkt dieser Arbeit speziell auf der Zuordnung der Formeln zu den richtigen Bildern und Namen.

Darbietung

Aufgrund der dem Material beiliegenden Tabelle sollte eine Darbietung durch den Pädagogen nicht unbedingt notwendig sein.

Fehlerkontrolle

Auf der Rückseite eines jeden Kärtchens befindet sich eine Ziffer, die mit der jeweilig richtigen Bild-Name-Formel-Kombination übereinstimmt.

Weiterführende Übungen

Da in dieser Arbeit nur mehr ganz konkrete Mineralien behandelt werden (im Gegensatz zu den größeren Materialgruppen davor, wo beliebige Mineralbeispiele gewählt werden konnten), besteht nun die Möglichkeit ganz spezifische Versuche zu den jeweiligen Mineralien heranzuziehen.

Anmerkung

Die Kärtchen mit den Abbildungen der Mineralien könnten durch konkrete Handstücke ersetzt werden.

3.2.4. Die Elemente

Entsprechend den Silikaten möchte ich mit diesem Material zeigen, wie man die Elemente unterteilen kann. Von Vorteil wäre hier, wie auch bei den Silikaten, die vorangegangene Arbeit mit „dem Reich der Mineralien“ (siehe Punkt 3.2.1.).

„Elemente: Mineralien, die nur aus einem Element bestehen, sind zum Beispiel Schwefel, Graphit, Diamant, Gold. Ferner gehört zu dieser Gruppe eine Anzahl sehr seltener, natürlich vorkommender Legierungen.“¹⁰²

Diese Minerale werden wie folgt gegliedert:¹⁰³

- Metalle:
 -) Kupfer-Silber-Gold-Gruppe
 -) Quecksilber-Amalgam-Gruppe
 -) Eisen-Nickel-Gruppe (+ Meteoriten)

- Halb- oder Semimetalle:
 -) Arsen-Wismuth-Gruppe

- Nichtmetalle:
 -) Graphit-Diamant-Gruppe
 -) Schwefel-Gruppe

Material

Die drei Elementgruppen werden als drei gleichschenklige Dreiecke in drei verschiedenen Blautönen dargestellt. Diese drei Dreiecke ergeben richtig zusammengelegt ein gleichseitiges Dreieck. Passend zu dem jeweiligen Blauton gibt es Namenskärtchen mit den Mineralnamen und den Elementsymbolen. Das

¹⁰² Hochleitner, Rupert: Mineralien S. 14

¹⁰³ Vgl. Rösler, Hans Jürgen: Lehrbuch der Mineralogie S. 266

Material enthält weiters je ein konkretes Mineralstück und einen entsprechenden Gebrauchsgegenstand (siehe Abb. 16).



Abb. 16: Gleichschenkeliges Dreieck der Elemente (mit Mineralstücken und Gebrauchsgegenständen)

Ziele

Mit dieser Arbeit soll den Schülern gezeigt werden, welche Gegenstände aus den jeweiligen Mineralien (in diesem Fall aus den Elementen) hergestellt werden. Diese Verbindung mit dem Alltag ist eine sehr effektive Art das Interesse von Schülern für einen Lernstoff zu wecken. Es werden bekannte Dinge mit Dingen, die noch unbekannt sind (die Mineralien) verknüpft und dadurch meist auch leichter gemerkt. Vielen ist nicht bewusst, welche Bedeutung Mineralien in unserem täglichen Leben haben. Deshalb stellt dieses oder ein ähnliches Material einen wichtigen Teil in einem behandelten Themenbereich dar.

Hier nun einige Beispiele, die zu den jeweiligen Namenskartchen gelegt werden können:

Gold → Münzen, Schmuck, elektr. Kontakte (z. B. Handy, Bankomatkarte,...)

Silber → Münzen, Filme

Kupfer → Drähte, Rohre
Platin → Schmuck, Autokatalysator
Arsen → Legierungsmittel
Eisen → Schrauben
Quecksilber → Fieberthermometer
Schwefel → Gummihandschuhe
Graphit → Bleistift, Reifen
Diamant → Schmuck, Werkzeug (Glas,-, Fliesenschneider)

Da es sich bei einigen um sehr wertvolle Elemente handelt (z.B. Platin), ist es verständlich, wenn Bilder anstelle von konkreten Gegenständen angeboten werden.

Darbietung

Das richtige Zusammenlegen der drei gleichschenkeligen Dreiecke sollte einmal vom Pädagogen gezeigt werden. Die Zuordnung der Namenskärtchen zu der richtigen Gruppe sollte aufgrund des verwendeten Farbsystems keine Schwierigkeit darstellen.

Fehlerkontrolle

Als Einstiegsmaterial in dieses spezielle Fachgebiet habe ich ein Farbleitsystem gewählt, da es mir in erster Linie wichtig war, die Aufmerksamkeit auf die Gegenstände zu lenken.

Wie bei allen anderen Materialien kann der Schwierigkeitsgrad auch hier durch das Weglassen des Farbleitsystems gesteigert werden. In diesem Fall darf dann jedoch die Fehlerkontrolle auf der Rückseite der Kärtchen nicht vergessen werden.

Weiterführende Übungen

Auch bei den Elementen gibt es konkrete Versuche zum Nachweis bestimmter Inhaltsstoffe.

Außerdem würde sich im Anschluss an dieses Material das „Goldwaschen“ anbieten. Es gibt fertige „Goldwasch-Sets“ (siehe Abb. 17) bei der Firma JAKO-O zu bestellen. Diese Sets bestehen aus: einer Goldwasch-Schüssel, sechs Glas-Röhrchen mit kleinen Pyrit-Stücken und 1 kg Quarz-Sand (siehe auch Versuch S. 114).



Abb. 17: Goldwasch-Set

3.3. Besondere Mineraleigenschaften und ihre Anwendung

Im Reich der Mineralien gibt es einige Mineralien, die durch ihre speziellen Eigenschaften hervorstechen. Diese Besonderheiten werden vom Menschen sehr oft für bestimmte Zwecke ausgenützt.

Ein Beispiel wäre der Graphit, welcher eine Schichtstruktur, schwarze Farbe und die Härte 1 besitzt. Er befindet sich in Bleistiften oder als Füllstoff in Reifen.

Material

In einem Informationsbüchlein habe ich einige besondere Mineralien und ihre Eigenschaften zusammengefasst. Neben dem Informationstext sind immer ein Foto des Minerals und ein oder zwei Anwendungsbeispiele zu finden.

Zusätzlich werden, soweit möglich, ein Mineralstück und ein Produkt beigelegt (siehe Abb. 18).

Genauere Darstellung siehe Anhang.

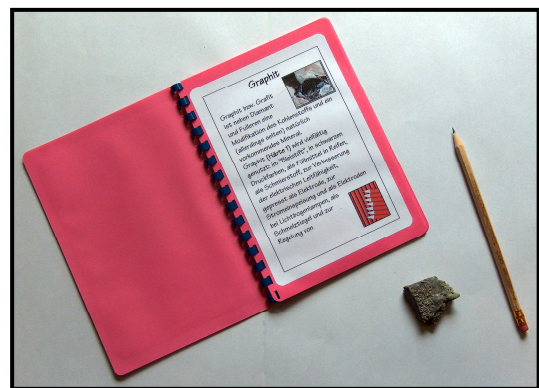


Abb. 18: Informationsbüchlein über besondere Mineraleigenschaften (Bsp. "Graphit")

Ziele

Den Schülern sollen auf einen Blick einige besondere Minerale, ihre Eigenschaften und Anwendungen näher gebracht werden.

Darbietung

Eine Darbietung durch den Pädagogen ist bei dieser Arbeit nicht notwendig.

Fehlerkontrolle

Es handelt sich hier um ein Informations- und Anschauungsmaterial, sodass eine Fehlerkontrolle nicht notwendig ist.

Weiterführende Übungen

Einige Mineraleigenschaften können von den Schülern eigenständig überprüft werden (z.B. Graphit – Härte 1).

Anmerkung

Falls aus den konkreten Gegenständen (Minerale und ihre Anwendungsbeispiele) nicht eindeutig hervorgeht, um welches Mineral es sich handelt, darf auf eine Beschriftung der Stücke nicht vergessen werden.

3.4. Diamanten

Diamanten haben als Edelsteine eine sehr große Anziehungskraft auf den Menschen. Daher sollte damit gerechnet werden, dass einige Schüler mehr über dieses Mineral wissen wollen.¹⁰⁴

Das Arbeitsmaterial 3.3. („Besondere Mineraleigenschaften und ihre Anwendung“) hat dieses Thema schon kurz angeschnitten, doch um ein „Diamant-Experte“ zu werden, reicht die Information nicht aus.

In der Diamanten-Fibel wird über dieses besondere Mineral folgendes geschrieben:

*„Um sich unter der großen Zahl an Mineralien als **Edelstein** zu qualifizieren, muss dieser transparent, ausreichend hart und genügend selten sein. Da der **Diamant** allen dieser Kriterien in hohem Maß gerecht wird, stellt er den König aller Edelsteine dar. Seine Sonderstellung im Reich der Edelsteine ist der Grund dafür, dass der Diamant seit jeher mit einem gewissen Mythos behaftet ist.“¹⁰⁵*

Material

In einem A4-Büchlein (siehe Anhang; Abb. 19) wurden die wichtigsten Informationen über Diamanten zusammengetragen. Man findet darin allgemeine Informationen über diese Minerale: über ihre Entstehung und Lagerstätten, über ihre Verwendung, über die Bewertungen eines Diamanten als Schmuckstein (die 4 C: Carat, Colour, Clarity, Cut) und über weltberühmte Stücke.

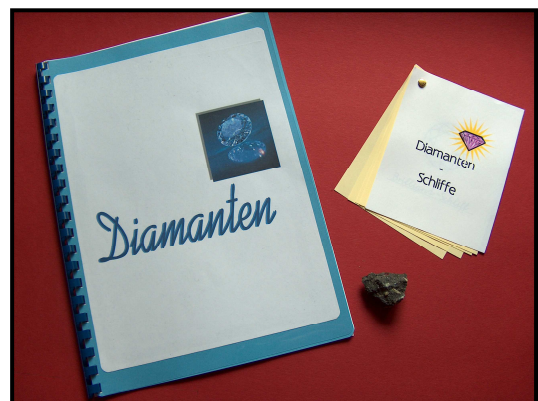


Abbildung 19: Informationsbüchlein Diamanten und Diamantschliff-Heft

¹⁰⁴ siehe auch Diplomarbeit von Tesarek, Christine: „Edelsteine im Biologieunterricht“

¹⁰⁵ Pagel-Theisen, Verena: Diamanten-Fibel S. 20

Zu den Schliffen (Cuts) können die Schüler eigene kleine Hefte erstellen, in denen die gebräuchlichsten Formen abgebildet sind, welche nur mehr beschriftet werden müssen (siehe Abb. 19).

Ziele

Alles Wissenswerte über Diamanten wurde in dem Informationsbüchlein kurz, altersgerecht und übersichtlich zusammengefasst. So können die Schüler, welche sich in das Thema „Diamanten“ vertiefen wollen, einiges über sie auf einen Blick studieren.

Darbietung

Eine eigene Darbietung durch den Pädagogen ist nicht notwendig. Es könnte eventuell ein Auftragszettel beigelegt werden, in dem kurz erläutert wird, wie das eigene „Diamantheft“ auszufüllen ist.

Fehlerkontrolle

Es gibt bei dieser Arbeit keine Möglichkeit etwas zuzuordnen oder aufzulegen. Daher ist keine Fehlerkontrolle notwendig.

Weiterführende Übungen

Falls dieses Thema sehr gut von den Schülern aufgenommen wird, könnte in Erwägung gezogen werden einen Goldschmied aufzusuchen, der ihnen verschiedene Diamanten zeigt. Als Alternative können Museen besucht werden, in denen besondere Diamanten ausgestellt sind.

3.5. Kristallsysteme

Bei diesem Kapitel handelt es sich um ein sehr komplexes Thema, das schwer selbst zu erarbeiten ist. Deshalb muss es zuerst mit der ganzen Klasse oder in kleinen Gruppen besprochen werden.

„Unter Kristallsystem versteht man alle Kristalle, die dem gleichen Achsenkreuz zugeordnet werden.

Aus den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aller Symmetrieelementen an Kristallen ergeben sich insgesamt 32 Kombinationen, die als Kristallklassen bzw. Punktgruppen bezeichnet werden.“¹⁰⁶

Werner Lieber schreibt in seinem Buch „Mineralogie in Stichwörtern“ über eine Gliederung der Kristalle in 7 Kristallsysteme. Diese werden kubische, hexagonale, trigonale, tetragonale, orthorhombische, monokline und trikline Systeme genannt.¹⁰⁷

Material

In dem Informationsheft werden kurz alle Kristallsysteme zusammengefasst. Des Weiteren besteht das Material aus verschiedenen Kärtchen mit Fotos und Zeichnungen verschiedener geometrischer Figuren, sowie Faltmodellen (siehe Abb. 20).

Das Informationsheft ist im Anhang zu finden.



Abb. 20: "Kristallsysteme"

¹⁰⁶ Borchardt +Turowski: Symmetrielehre der Kristallographie S. 17

¹⁰⁷ Vgl. Lieber, Werner: Mineralogie in Stichwörtern S. 48

Das Material besteht aus drei Schwierigkeitsstufen.

1. Stufe: Die Faltmodelle

Es gibt ein spezielles Buch ¹⁰⁸ in dem viele verschiedene Körper der Kristallsysteme zu finden sind. Diese braucht man nur auf Tonpapier zu kopieren und die Schüler ausschneiden und zusammenkleben lassen (siehe Abb. 21). Danach werden die Symmetrieeigenschaften bestimmt und die Körper den Kristallsystemen zugeordnet.

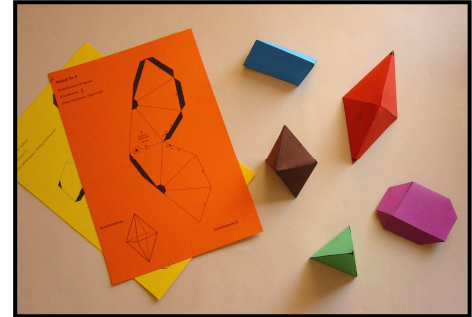


Abb. 21: Faltmodelle

Es handelt sich hier um die einfachste Schwierigkeitsstufe, da mit einem dreidimensionalen Modell mit vollen Flächen gearbeitet wird.

2. Stufe: Das Nachbauen eines geometrischen Körpers anhand eines Fotos

Im Spielwarenhandel gibt es verschiedene Materialien aus denen geometrische Körper gebaut werden können. Ich verwendete „Geomag“. Dieses Spiel besteht aus starken Magnetstangen und Stahlkugeln, die zusammengesetzt werden. Auf einem Fotokärtchen ist ein geometrischer Körper aus Geomag zu sehen. Der Schüler soll nun denselben nachbauen (siehe Abb. 22), die symmetrischen Eigenschaften erkennen und danach einem Kristallsystem zuordnen.

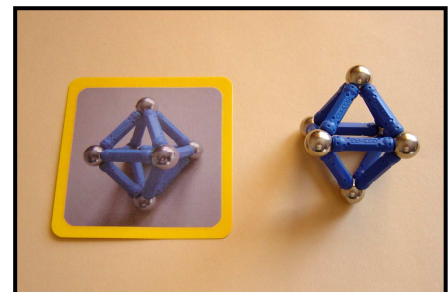


Abb. 22: Nachbauen anhand eines Fotos

Dieses Material ist schon ein wenig schwieriger, da die vollen Flächen (aus Stufe 1) nicht mehr vorhanden sind und die Kanten und Ecken durch Stäbe und Kugeln ersetzt wurden. Außerdem muss bereits etwas nachgebaut und nicht mehr einfach ausgeschnitten und zusammengeklebt werden.

¹⁰⁸ Borchardt +Turowski: Symmetriellehre der Kristallographie

3. Stufe: Das Nachbauen mit Hilfe einer geometrischen Darstellung

Die Fotos werden durch die Zeichnung eines geometrischen Körpers ersetzt. Nun muss der Schüler selbst überlegen, wie der Körper mit Hilfe der Geomag-Stücke zusammengebaut wird.

Diese Stufe setzt eine sehr hohe räumliche Vorstellungskraft voraus, da es sich bei dem Aufgabenmodell nur mehr um ein Objekt handelt, welches aus gezeichneten Linien und Ecken besteht.

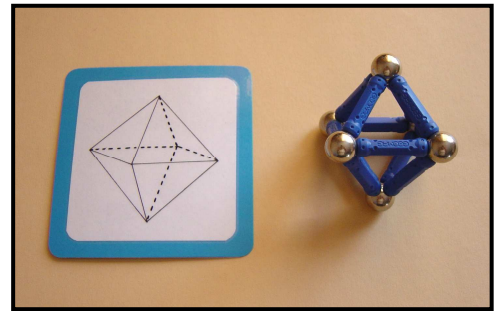


Abb. 23: Nachbauen anhand einer geometrischen Darstellung

Da die Kristallsysteme und ihre Figuren auf Symmetrie beruhen, könnte hier als letzter Schritt noch das **Symmetrie-Prinzip** kennen gelernt werden. „Unter Symmetrie versteht man in der Kristallographie die gesetzmäßige Wiederholung eines Motivs. Das Motiv ist die kleinste asymmetrische Einheit.“¹⁰⁹

Z.B. werden nur eine blaue Magnetstange und eine Stahlkugel benötigt, um alle Kanten und Ecken eines Oktaeders, welcher in Abb. 22 und 23 dargestellt wird, aufzubauen.

Würde jedoch das Motiv einer trigonalen Pyramide (siehe Abb. 24) gesucht werden, könnte mit Hilfe der Geomag-Stücke sofort erkannt werden, dass es sich dabei um zwei verschieden lange Magnetstangen¹¹⁰ (grün und gelb) und eine Stahlkugel handelt.

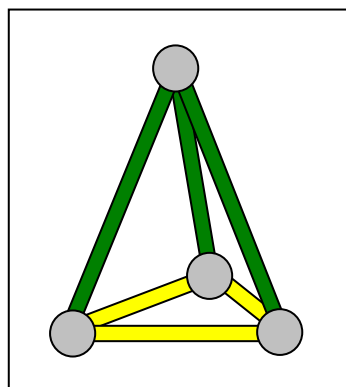


Abb. 24: Trigonale Pyramide

¹⁰⁹ Borchardt + Turowski: Symmetriellehre der Kristallographie

¹¹⁰ Anmerkung der Autorin: Würden gleich lange Verbindungen gewählt werden, so resultiert daraus das höher symmetrische Tetraeder

Ziele

Die Schüler sollen anhand von verschiedenen Schwierigkeitsstufen die Kristallsysteme und ihre Figuren begreifen und verstehen lernen.

Darbietung

Bei dieser Arbeit ist nicht unbedingt eine Darbietung notwendig, wenn die drei Schwierigkeitsstufen einzeln nacheinander angeboten werden. Es ist jedoch sicherlich nicht von Nachteil, wenn sich der Pädagoge in der Nähe aufhält, um bei eventuell auftretenden Problemen Hilfe leisten zu können.

Fehlerkontrolle

Das Nachbauen bedarf keiner Fehlerkontrolle, da jeder sofort erkennen kann, ob sein nachgebautes Modell jenem auf dem Bild entspricht. Jedoch sollten irgendwo auf den Modellangaben und auf den Faltmodellen die Kristallsysteme vermerkt sein, damit überprüft werden kann, ob es richtig zugeordnet wurde.

Weiterführende Arbeiten

Das Benennen der verschiedenen Körper wäre ein nächster möglicher Schritt bei diesem Material. Z. B. handelt es sich bei den Körpern in den Abbildungen 22 und 23 um einen Oktaeder.

Für Spezialisten würde sich nach dieser Art der Kristallklassen-Erarbeitung das Bestimmen von Drehachsen, Spiegelebenen und Inversionszentren anbieten.

Eine weitere Möglichkeit wäre dieses Material als Ausgang für den Mathematikunterricht zur Flächen-, Mantel- und Volumsberechnung zu verwenden.

Anmerkung

Eine preiswertere Variante als die Geomag-Stangen und Kugeln wäre das Verwenden von Plastilin (als Kugeln) und Zahnstocher (als Stangen) (siehe Abb. 25). Nachteil dabei ist nur die geringere Stabilität und, aufgrund der Spitze der Zahnstocher, die Verletzungsgefahr.

Natürlich dürfen konkrete Mineralbeispiele als Anschauungsobjekte auf keinen Fall fehlen!

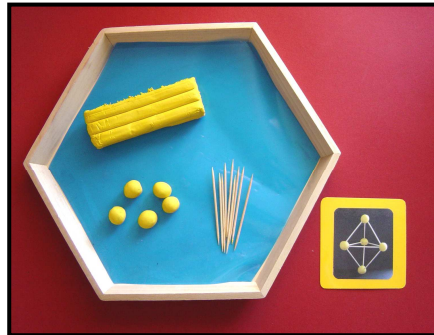


Abb. 25: Material aus Plastilin

Zum Schluss sollte der hohe Aufforderungscharakter von Geomag (Magnete und Stahlkugeln) und der von Plastilin noch erwähnt werden!

3.6. Häufigkeit von Mineralien in der Erdkruste

Dieses Material eignet sich zum Einstieg in das Mineralienreich, falls ein Teil der erdwissenschaftlichen Themen wie das Sonnensystem und der Aufbau der Erde entsprechend der Beschreibung in Kapitel 2 zuvor durchgenommen wurden.

Die wichtigsten Minerale der Erdkruste sind: Quarz, Tonminerale, Feldspäte, Calcit, Dolomit, Gips, Steinsalz.¹¹¹

Material

Dem eigentlichen Material geht folgende Arbeit voraus: **Der Schalenbau der Erde**. Die einzelnen Schichten werden aufgelegt und mit den richtigen Benennungen versehen (siehe Abb. 26). Ich habe bewusst den Erdmantel und -kern nicht weiter unterteilt, damit die folgende Übung einfacher und klarer dargestellt werden kann. Diese erste Arbeit soll nur eine grobe Übersicht darstellen.

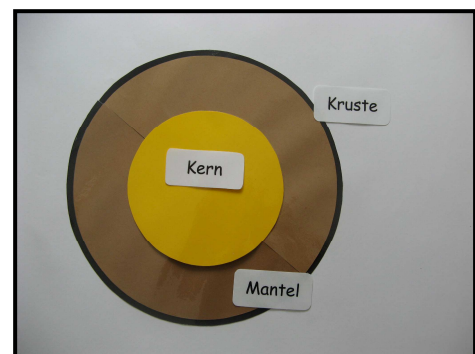


Abb. 26: Schalenbau der Erde

Das Material besteht aus einem Kreis, der verschieden farbige Abschnitte aufweist, die den Anteil der Mineralien darstellt. Zusätzlich gibt es Kärtchen mit den dazugehörigen Mineraliennamen und Mineralien (siehe Abb. 27).

Die einzelnen farbigen Flächen des Kreises stellen die verschiedenen Mineralien dar und die Flächengrößen die prozentuelle Häufigkeit.



Abb. 27: Grafische Darstellung der Häufigkeit von Mineralien in der Erdkruste (Grafik und Tabelle S. 85 sind nicht exakt korreliert)

¹¹¹ Vgl. Bahlburg + Breitkreuz: Grundlagen der Geologie S. 7

Häufigkeit der wichtigsten Minerale und Mineralarten in der Erdkruste in Massenprozent (Rösler, 1990)¹¹²

<i>Minerale</i>	<i>Häufigkeit (Massenprozent)</i>
Feldspäte	58
Pyroxene, Amphibole und Olivin	16,5
Quarz	12,5
Glimmer	3,5
Eisenoxide	3,5
Calcit	1,5
Silikatische Tonminerale	1,0
Alle anderen Minerale	3,5
Summe	100

Silikate 90,5

Ziele

Den Schülern soll bildlich vermittelt werden, welche Minerale die häufigsten an der Erdoberfläche sind. Normalerweise bekommt man nur die Prozentangaben zu lesen und kann sich mehr oder weniger gut etwas darunter vorstellen. Durch dieses Kreisdiagramm, das durch seine bunten Farben auch sehr ansprechend wirkt, wird es den Schülern erleichtert, sich etwas unter den mineralogischen Häufigkeiten der Erdkruste vorzustellen.

Darbietung

Da wir uns die Mineralien der Erdkruste genauer ansehen wollen, nehmen wir die Erdkruste aus unserem Erdmodell und legen sie auf eine Arbeitsfläche. Der bunte Kreis wird daneben platziert.

Nun werden die farbig umrahmten Namensschilder zu den passenden Farbflächen des Kreises gelegt. Danach sind die Mineralienstücke an der Reihe. Diese sind mit

¹¹² Vgl. Gratz, Kristin: Über den Wärmetransport von Karbonaten. Online im WWW unter URL: http://www.diss.fu-berlin.de/2006/339/Kapitel_1.pdf [10/06/07].

ihren Namen versehen, falls sie nicht sofort erkannt werden. Auf der Rückseite der Namenskärtchen sind die genauen Prozentzahlen angegeben.

Fehlerkontrolle

Auch hier ersetzt ein Farbsystem eine spezielle Kennzeichnung durch z.B. eine Nummerierung. Einzig die Minerale müssen eine Markierung aufweisen, durch die sie eindeutig identifiziert werden können.

Weiterführende Arbeiten

Es besteht die Möglichkeit, im Anschluss verschiedene chemische, mechanische oder physikalische Versuche mit den angeführten Mineralen durchzuführen (siehe auch Versuche im Kapitel 3.9.).

Anmerkung

Wichtig ist, dass zuerst der Schalenbau der Erde durchgenommen wurde, damit die Schüler mit dem Begriff Erdkruste wirklich etwas assoziieren können.

3.7. Heilwirkung von Mineralen

Heutzutage sollte der esoterische Aspekt von Mineralien auf keinen Fall außer Acht gelassen werden. Viele Menschen, darunter auch schon viele Jugendliche, beschäftigen sich mit alternativen Heilmethoden, wozu auch die Heilwirkung der verschiedenen Mineralien zählt. Außerdem kommen die Schüler häufig z. B. in Geschäften, auf Jahrmärkten in Kontakt mit „Heilmineralien“. Deshalb ist es meiner Meinung nach sehr wichtig, dieses Kapitel im Schulunterricht zu behandeln, auch wenn der Pädagoge nicht wirklich von der Heilwirkung überzeugt sein sollte. Vielleicht können durch diesen Zugang mehr Schüler für das Thema „Mineralien“ begeistert werden.

In der Esoterik wird davon ausgegangen, dass von jeder Materie Schwingungen ausgehen. Diese Schwingungen können positiv, neutral oder negativ sein. Negativ wirken sich z.B. Schwingungen von Computern, Betonwänden oder von Neonlicht aus, welche häufig Kopfschmerzen und Unbehagen auslösen. Im Gegensatz dazu dringen die positiven und kraftvollen Schwingungen von Edelsteinen sehr heilend, harmonisierend, schützend und ausgleichend in unseren Organismus ein.¹¹³

Material

Auf A4-Blättern sind über bestimmte Minerale folgende Informationen zusammengefasst: geschichtliche Überlieferung; Heilwirkung auf den Körper; Heilwirkung auf die Psyche; Sternzeichen (siehe Abb. 28 und Anhang).

Ein Trommelstein als Anschauungsobjekt ergänzt das jeweilige Informationsblatt. Ein Foto dieses Handstückes auf dem Informationsblatt vereinfacht die Zuordnung des Trommelsteines zum richtigen Mineralnamen.



Abb. 28: Informationsblätter „Heilsteine“ mit Trommelsteinen

¹¹³ Vgl. Das Große Lexikon der Heilsteine, Düfte und Kräuter S.21

Ziele

Es handelt sich bei diesem Material um einen speziellen Zugang zu Mineralien. Über die Schönheit (bestimmte Farb- und Glanzeffekte kommen bei Trommelsteinen besser zur Geltung als bei den Rohmineralien) von Mineralien und ihre „geheimnisvolle“ Überlieferung und Wirkung kann bei einigen Schülern das Interesse für dieses Wissensgebiet besser geweckt werden als mit den bereits beschriebenen Materialien.

Darbietung

Eine Darbietung ist hier nicht nötig.

Fehlerkontrolle

Auch eine Fehlerkontrolle wird nicht gebraucht, da das Foto auf dem Informationsblatt genau dem Trommelstein, der beigelegt wird, entspricht.

Weiterführende Arbeiten

Eine Möglichkeit wäre mit den Schülern Trommelsteine selbst herzustellen. Dazu gibt es im Handel kleine motorbetriebene Stein-Schleif-Trommeln¹¹⁴ zu kaufen. Die verschiedenen Trommelsteine könnten als Bastelmaterial für Schmuck-Accessoires dienen.

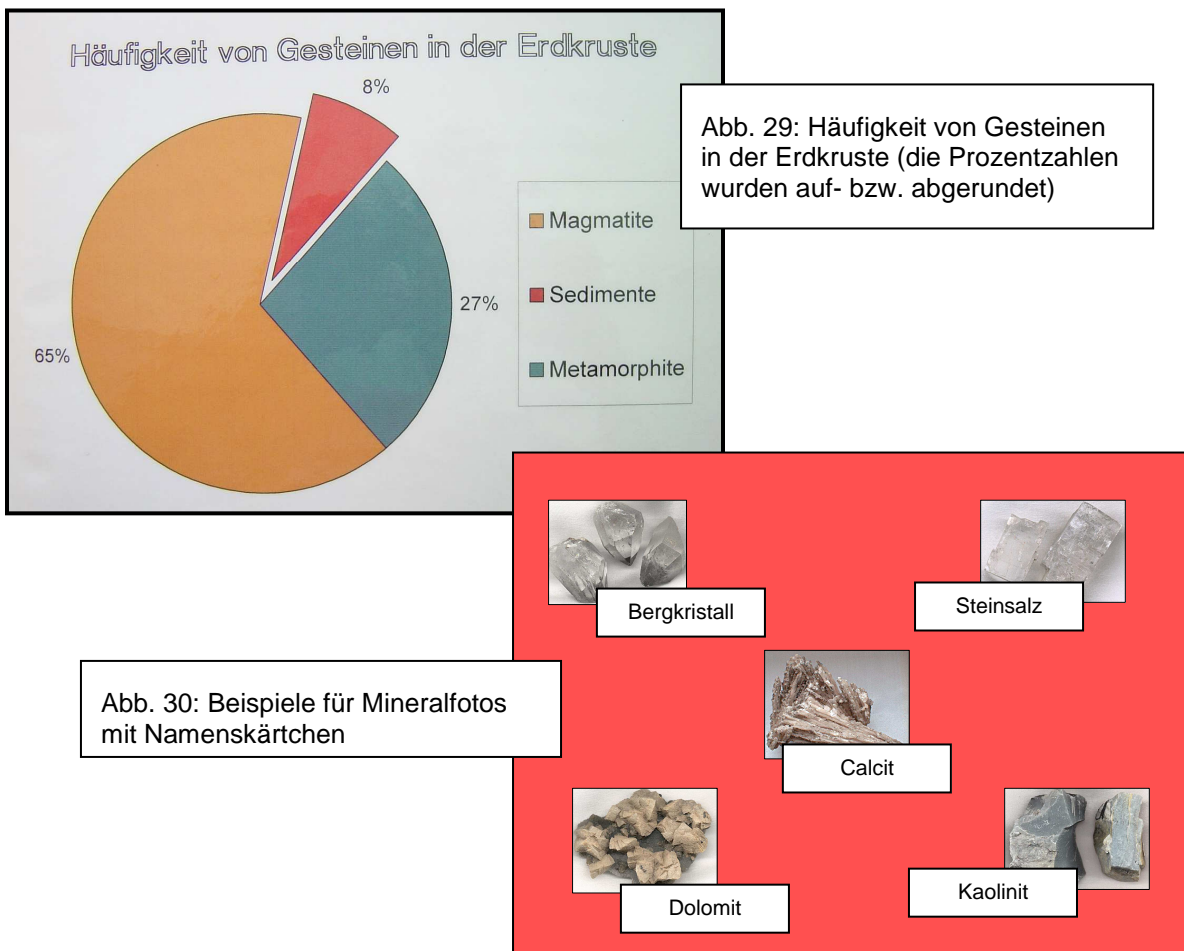
¹¹⁴ z.B. von JAKO-O

3.8. Minerale der Sedimente

Falls vor dem Thema „Mineralien“ die Gesteine durchgemacht wurden, wäre dieses Material als Einstieg eine Möglichkeit.

Material

Auf einem Kreisdiagramm („Häufigkeit von Gesteinen in der Erdkruste“) sind die drei Gesteinsgruppen Magmatite, Metamorphite und Sedimente/Sedimentgesteine abgebildet (Abb. 29)¹¹⁵. Das Tortenstück der Sedimente ist etwas heraus geschoben, da die Minerale dieser Gruppe nun genauer besprochen werden. Es gibt Fotos und Namenskärtchen von Mineralen, die den Sedimenten zugeordnet werden (siehe Abb. 30).



¹¹⁵ Ullrich, Bernd: Lehrmaterial zur Übung „Einführung in die Geologie“ (Minerale und Gesteine)
Online im WWW unter URL:
<http://www.tu-dresden.de/biw/geotechnik/geologie/studium/download/einfgeol/uebung1.pdf>
[05/02/07].

Ziele

Die wichtigsten Minerale der Sedimente¹¹⁶, wie Quarz, Tonminerale (z.B. Kaolinit), Feldspat, Calcit, Dolomit, Gips und Steinsalz sollen kennen gelernt werden.

Darbietung

Eine kurze schriftliche Erklärung, die dem Material beigelegt wird, könnte in diesem Fall ausreichen.

Fehlerkontrolle

Die einzelnen Mineralstücke und ihre dazugehörigen Namenskärtchen sind mit Nummern gekennzeichnet, um die Überprüfung der richtigen Paare zu ermöglichen.

Weiterführende Arbeiten

Nach diesem Einstieg in das Mineralienreich, wäre die Fortsetzung mit dem Material „Das Reich der Mineralien“ (siehe 3.2.1.) möglich.

Natürlich kann nun mit Mineralien der Magmatite bzw. Metamorphite ähnlich vorgegangen werden.

¹¹⁶ Vgl. Bicher, Bärbel: Die Welt der Gesteine
Online im WWW unter URL:
http://www.gupf.tu-freiberg.de/geologie/geo_minerale.html [05/02/07]

3.9. Beispiele für Versuche

In diesem Kapitel werden einige einfache Versuche mit Mineralien, die auf ihren unterschiedlichen Eigenschaften basieren, beschrieben. Bei meiner Auswahl habe ich darauf geachtet, Versuche mit wenig Materialaufwand und Kosten zu beschreiben. So besteht die Möglichkeit, zumindest einige dieser Versuch in jeder Klasse anzubieten.

3.9.1. Physikalische Eigenschaften

3.9.1.1. Äußere optische Kennzeichen

I.) Glanz:

Der Glanz ist eine gut feststellbare Materialeigenschaft eines Minerals. Unter Glanz versteht man die Fähigkeit eines Minerals, das auftreffende Licht zurückzuwerfen. Viele Bestimmungstabellen von Mineralien sind nach dieser Materialeigenschaft gegliedert.¹¹⁷ „Je höher die Lichtbrechung bei durchsichtigen Kristallen wird, umso größer wird die Stärke des Glanzes.“¹¹⁸

In den folgenden Materialien steht das Zuordnen von Mineralien zu bestimmten Begriffen (Eigenschaften) im Mittelpunkt.

Die Selbstkontrolle für diese drei Materialien wird auf Seite 97 näher beschrieben.

Material 1:

Zunächst sollte den Schülern der Unterschied zwischen den Begriffen „matt“ und „glänzend“ bewusst gemacht werden.

Die Begriffskärtchen (siehe nächste Seite) und die Anleitungen für die Schüler (siehe ebenfalls nächste Seite) werden ausgeschnitten und foliert.

¹¹⁷ Vgl. Maresch + Medenbach: Gesteine S. 23

¹¹⁸ Strübel, Günter: Mineralogie S. 162

Es werden Minerale, wie z.B. Bleiglanz, Quarz, Calcit, Zinkblende als Beispiele für glänzende Minerale benötigt. Matte Minerale sind z.B. Lapislazuli oder Pyrolusit, die üblicherweise nur feinstkörnig kristallisieren.

Begriffskärtchen:

glänzend

matt

Anleitung für die Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: GLANZ

Ordne die Minerale (dieser Schachtel) den Begriffen „glänzend“ und „matt“ zu!

Beispiele:

glänzend (siehe Abb. 1)



Abb. 1

matt (siehe Abb. 2)



Abb. 2

Material 2:

In diesem Material wird der Glanz von Mineralen genauer unterteilt - in Metallglanz, gemeiner Glanz und halbm metallischer Glanz.

Die Anleitung für die Schüler (siehe S. 96) wird, wie im Material 1, ausgeschnitten und foliert. Anstelle der Begriffs-Kärtchen werden dieses Mal drei kleine Schachteln zur Verfügung gestellt, die mit den Wörtern: METALLGLANZ, GEMEINER GLANZ und HALBMETALLISCHER GLANZ beschriftet werden (siehe unten).

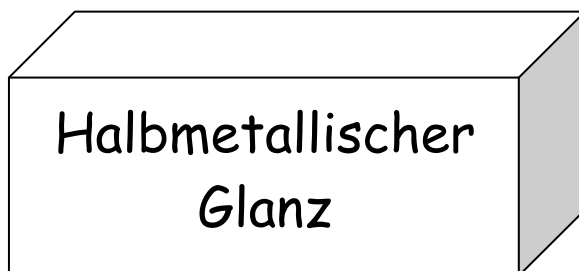
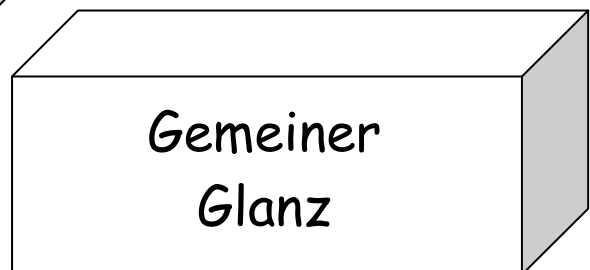
Folgende Minerale werden benötigt:

z.B. Bleiglanz, Pyrit, Silber, Kupferkies → Metallglanz

Quarz, Calcit, Schwefel, Muskovit, Aragonit, Fluorit, Rhodonit, Turmalin, Olivin
→ Gemeiner Glanz (Nicht-Metallglanz)

Rutil, Zinnstein, Zinkblende → Halbm metallischer Glanz

Kleine Schachteln:



Eigenschaften von Mineralen: **GLANZ**

Lege diese Minerale in die richtige Schachtel: „**Metallglanz**“, „**Gemeiner Glanz**“ und „**Halbmetallischen Glanz**“!

Beispiele:

Metallglanz (siehe Abb. 1): starke
Lichtreflexion; undurchsichtige
Erzminerale



Abb.1: Pyrit

Gemeiner Glanz („Glasglanz“)
(siehe Abb. 2): schwache
Lichtreflexion; durchsichtige oder
durchscheinende Minerale



Abb. 2: Bergkristall

Halbmetallischer Glanz (siehe Abb. 3)¹¹⁹:
trotz Transparenz starke
Reflexion, oft intensiv gefärbt

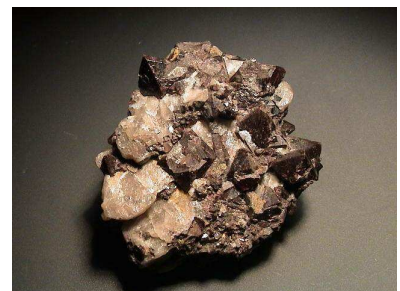


Abb. 3: Zinnstein

¹¹⁹ Bildquelle: <http://www.topmin.de/images/gallerymetz1/m57.htm>

Einige Beispiel für die Selbstkontrolle (beider Materialien):

- ↪ Die Bilder der Minerale (Fotos), die zu dem jeweiligen Begriff gehören, sind auf der Rückseite der Begriffskärtchen zu sehen (bzw. auf der Unterseite der Schachteln).
- ↪ Jedes Mineral wird mit einer Nummer versehen. Auf der Rückseite der Begriffskärtchen (oder auf den Schachtelunterseiten) befinden sich die Nummern jener Mineralien, die dem jeweiligen Begriff richtig zuzuordnen sind.
- ↪ Auf jedem Mineral ist der Name aufgeklebt. Nun stehen anstelle der Nummern die Namen auf der Rückseite der Begriffskärtchen (bzw. den Schachtelunterseiten).

Variation:

Die Schüler sollen die Ergebnisse in ein Heft oder in eine Tabelle eintragen.

Beispiel für eine ausgefüllte Tabelle:

Metallglanz	Gemeiner Glanz	Halbmetallischer Glanz
<i>Pyrit</i>	<i>Quarz</i>	<i>Rutil</i>
<i>Bleiglanz</i>	<i>Calcit</i>	<i>Zinnstein</i>
<i>Kupferkies</i>	<i>Olivin</i>	<i>Zinkblende</i>
<i>Silber</i>	<i>Muskovit</i>	

II.) Farbe

„Zu den augenfälligsten, aber auch problematischsten Eigenschaften der Mineralien gehört die Farbe.“¹²⁰

Es werden hier idiochromatische und allochromatische Mineralien unterschieden.

„Idiochromatisch gefärbte Kristalle besitzen typische Eigenfarben.“

„Allochromatisch gefärbte Mineralien sind durch fremde Beimengungen gefärbt, im reinen Zustand farblos.“¹²¹

Material 1:

Zuerst werden die Strichfarben verschiedener Minerale untersucht. Dabei handelt es sich um eine der am einfachsten zu überprüfenden Eigenschaft für das Bestimmen von Mineralen.

„Die Strichfarbe eines Minerals ist die Farbe der Spur, die das Mineral hinterlässt, wenn man mit ihm über eine unglasierte, weiße Porzellantafel, die sogenannte Strichtafel, streicht.“¹²²

Dazu benötigt man außer einigen Mineralien ein Keramikplättchen oder eine keramische E-Sicherung.

Geeignete Minerale sind: Pyrit, Malachit, Graphit, Arsenkies (giftig!), Magnetit, Chromit und Hämatit.

Der Schüler verreibt das Material auf der Oberfläche eines Keramikplättchens bzw. einer Keramiksicherung stellt die Farbe fest und trägt sein Ergebnis in ein Arbeitsblatt ein.

Das ausgefüllte Arbeitsblatt könnte wie auf S. 99 dargestellt aussehen.

¹²⁰ Medenbach; Olaf und Maria: Mineralien - Erkennen & bestimmen S. 9






¹²¹ Lieber, Werner: Mineralogie in Stichwörtern S. 10

¹²² Hochleitner + Von Philipsbor + Weiner: Minerale S. 7

Arbeitsblatt:

Gegeben sind ein Foto und der Name des Minerals – es wird nun die Strichfarbe vom Schüler eingezeichnet (Buntstifte in der jeweiligen Farbe müssen bereitgestellt werden). Die Aufgabe des Lehrers ist es immer darauf zu achten, dass genügend Arbeitsblätter und benötigtes Material (Keramikplättchen und/oder Keramiksicherungen) zur Verfügung stehen.

Ausgefülltes Arbeitsblatt:

Mineral	Strichfarbe
 Arsenkies	
 Kupfer	
 Rhodonit	X

X

... bedeutet weißer oder farbloser Strich (diese Erklärung muss am Arbeitsblatt vermerkt werden)

Oder umgekehrt: die Strichfarbe ist gegeben und der Schüler schreibt den Namen eines passenden Minerals daneben, oder klebt ein Foto auf (Fotos müssen vorbereitet werden und zur freien Entnahme bereitliegen!).

Material 2:

Dieses Material dient zur Unterscheidung zwischen eigengefärbten und fremdgefärbten Mineralen. Es wird zuerst die Strichfarbe des Minerals untersucht. Stimmen Strichfarbe und Farbe des Minerals überein, ist das Mineral idiochromatisch. Falls nicht, handelt es sich um ein allochromatisches Mineral. Dazu benötigt man außer den Mineralen ein Keramikplättchen oder eine keramische E-Sicherung.

Geeignete Minerale sind:¹²³

z. B. Malachit (grün), Azurit (blau), Gold (gelb) → idiochromatisch

Fluorit, Calcit, Quarz - haben hingegen weiße Strichfarbe; Fremd Beimengungen verursachen oft grüne, blaue und gelbe Farbe der Kristalle → allochromatisch

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: FARBE

Untersuche, ob es sich bei diesen Mineralen um ein **idiochromatisches** oder **allochromatisches** Mineral handelt!

- * Verreibe das Mineral auf der Oberfläche der elektrischen Sicherung → du erhältst die Strichfarbe dieses Minerals.
- * Vergleiche die Strichfarbe mit der Farbe des Minerals.

¹²³ Lieber, Werner: Mineralogie in Stichwörtern S. 10

* Stimmen diese Farben überein, handelt es sich um ein idiochromatisches Mineral, d.h. ein Mineral mit Eigenfarbe.

* Stimmen diese beiden Farben nicht überein, ist es ein allochromatisches Mineral, ein Mineral mit Fremdfarbe.

Trage deine Ergebnisse in die Tabelle ein!

Leere Tabelle:

Probe	Mineralfarbe	Strichfarbe	idiochromatisch	allochromatisch

Beispiel einer ausgefüllten Tabelle:¹²⁴

Probe	Mineralfarbe	Strichfarbe	idiochromatisch	allochromatisch
<i>Malachit</i>	<i>grün</i>	<i>grün</i>	x	
<i>Amethyst</i>	<i>violett</i>	<i>weiß</i>		x

¹²⁴ In diesem Fall wurde angenommen, dass die Namen der Minerale bekannt sind oder auf den Handstücken stehen.

Selbstkontrolle für Material 1 und 2:

- ↳ Ein richtig ausgefülltes Arbeitsblatt bzw. eine korrekt ausgefüllte Tabelle stehen zur Verfügung.
- ↳ Ein Mineralienbuch ist dem Material beigelegt (für ältere Schüler).
- ↳ Die Minerale sind mit Nummern oder Namen versehen.

Variation:

Anstelle der Tabelle kann man, entsprechend beim Material zum Glanz, die Minerale zu den beiden Begriffen (idiochromatisch, allochromatisch) zuordnen lassen.

Material 3:

Einige Minerale besitzen eine Vielzahl von Farbvarietäten (z.B. Quarze). Im folgenden Material wird davon ausgegangen, dass die Minerale schon bekannt sind. Es ist für ältere Schüler geeignet, da dieses Material zwei Arbeiten beinhaltet.

Benötigte Minerale: Bergkristall, Amethyst, Rauchquarz, Rosenquarz und Citrin.

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: FARBE

1. Ordne die Namenskärtchen den Mineralen zu.
2. Überprüfe, ob die Nummern des Minerals und des Kärtchens übereinstimmen.
3. Male auf dem Arbeitsblatt den Kreis neben dem Mineralnamen in seiner entsprechenden Farbe an.



Namenskärtchen:

Bergkristall

Amethyst

usw.

Teil eines ausgefüllten Arbeitsblattes:

Mineral	Farbe
Rosenquarz	
Amethyst	

Zur Selbstkontrolle liegt ein fertiges Arbeitsblatt auf (Bergkristall: farblos, Amethyst: violett, Rauchquarz: braun, Rosenquarz: rosa, Citrin: gelb, Blauquarz: blau).

Falls die Namen der Minerale noch nicht geläufig sind, kann man die Punkte 1 und 2 am Arbeitsblatt weglassen. Stattdessen müssten die Namen der Minerale direkt auf den Stücken befestigt sein, oder es gibt Fotos mit Namen, oder auf dem Arbeitsblatt befinden sich Fotos der Mineralstücke.

Weitere Selbstkontrolle für Material 3:

- ☞ Auf der Rückseite der Mineralien befinden sich Abbildungen oder Nummern (welche sich auch auf den Mineralen befinden).
- ☞ Ein ausgefülltes Arbeitsblatt.
- ☞ Falls die Reihenfolge ein Lösungswort ergibt, ist eine weitere Selbstkontrolle nicht notwendig.

3.9.1.2. Mechanische Eigenschaften

I.) Mohssche Härteskala

„In der Mohsschen Härteskala wird jeder Härtegrad durch ein häufig vorkommendes Mineral vertreten. Die Minerale sind dabei in der Reihenfolge ihrer Ritzhärte geordnet.“¹²⁵

Härteskala:¹²⁶

1	Talk
2	Steinsalz
3	Calcit
4	Fluorit
5	Apatit
6	Feldspat
7	Quarz
8	Topas
9	Korund
10	Diamant

Um die Härte eines Minerals festzustellen, kann man versuchen es mit verschiedenen Mineralien zu ritzen, wobei man immer härtere Mineralien verwendet, bis das Ritzen gelingt. Man sollte darauf achten, nur glatte und unzersetzte Kristallflächen als Probe zu verwenden, da angewitterte Flächen eine geringere Härte vortäuschen.¹²⁷

Material 1:

Als erste Übung könnte man die Schüler diese Härteskala überprüfen lassen, damit sie sehen, was z. B. „mit dem Fingernagel“¹²⁸ ritzbar bedeutet.

¹²⁵ Strübel, Günter: Mineralogie S. 145

¹²⁶ Nickel, Erwin: Grundwissen in Mineralogie S. 163

¹²⁷ Vgl. Jakober, Norbert: Mineralien und Edelsteine S. 16

¹²⁸ Vgl. Jakober, Norbert: Mineralien und Edelsteine S. 16

Material 2:

Nachdem die Schüler die Mohssche Härteskala kennen gelernt haben, wäre der nächste Schritt die Bestimmung der Ritzhärte von verschiedensten Mineralen.

Beispiele für geeignete Minerale: Talk (Härte 1), Gips (Härte 2), Calcit (Härte 3), Fluorit und Magnesit (Härte 4), Feldspat (Härte 6), Quarz (Härte 7) und Korund (Härte 9).


Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **HÄRTE**

Bestimme die Ritzhärte dieser Mineralproben!

1. Hole dir die Mohssche Härteskala aus dem Regal.
2. Versuche nun mit einer scharfen Kante deiner Mineralprobe eine glatte Fläche des Minerals mit der Härte 1 (Talk) zu ritzen.
3. Falls es möglich ist, versuche dasselbe mit dem Mineral der Härte 2.
4. Wiederhole dies solange, bis deine Mineralprobe ein Mineral der Mohsschen Härteskala nicht mehr ritzen kann.
5. „Dasjenige Mineral, das ein anderes ritzt und von ihm nicht geritzt wird, ist härter als das andere.“¹²⁹

Teil eines ausgefüllten Arbeitsblattes:

Mineralprobe	Härte
	7

¹²⁹ Nickel, Erwin: Grundwissen Mineralogie S. 145



2

Material 3:

Schülern, die besonders an Mineralen interessiert sind, könnte man auch noch die Härte-Anisotropie (anisotroper Körper = „Körper mit richtungsabhängigen Eigenschaften“¹³⁰) von Disthen zeigen.

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **HÄRTE**

Welches der Mineralien in dieser Schachtel zeigt eine starke **Härte-Anisotropie** (= unterschiedliche Härte in unterschiedlichen Ritz-Richtungen)?

- ♦ Untersuche mit Hilfe eines Fingernagels (Härte 1-2), eines Messers (bis Härte 5) und eines Glases (Härte 7) die Ritzhärte der Mineralien.¹³¹
- ♦ Ritze in mehrere Richtungen!

Variationen:

Finde das Mineral mit der Härte 6!

Ordne die Minerale in „weich“ (= Mohshärte 1 und 2), „mittelhart“ (Grad 3-6) und „hart“ (über 6) ein!¹³²

¹³⁰ Nickel, Erwin: Grundwissen in Mineralogie S. 159 f.

¹³¹ Vgl. Jakober, Norbert: Mineralien und Edelsteine S. 16

¹³² Vgl. Schumann, Walter: Mineralien aus aller Welt S. 20

II.) Spaltbarkeit und Bruch

„Kristalline Körper können beim Einwirken äußerer mechanischer Kräfte (z.B. Druck oder Hammerschläge) entlang bestimmter Richtungen geradflächig spalten. Diese Spaltbarkeit hängt unmittelbar mit ihrem hochgeordneten innern Aufbau zusammen, die Spaltung folgt immer einfachen Kristallflächen.“¹³³

Material 1:

Die Qualität der Spaltbarkeit kann nur grob geschätzt werden. Sie ist entweder sehr vollkommen (z.B. Glimmer), vollkommen (z.B. Kalkspat), gut (z.B. Feldspäte), unvollkommen (z.B. Apatit) oder schlecht bzw. nicht vorhanden (z.B. Quarz).¹³⁴

Die Schüler sollen versuchen, die Qualität der Spaltbarkeit der oben erwähnten Minerale durch selbstständige Experimente zu ermitteln.

Material 2:

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **BRUCH**

Bestimme den Bruch der Mineralproben!

Brucheigenschaften: muschelig, uneben oder hakig.

Schlage zur Erklärung dieser Begriffe im Mineralienbuch auf S. 5 nach!

¹³³ Maresch + Medenbach: Gesteine S. 21

¹³⁴ Vgl. Strübel, Günter: Mineralogie S. 148

III.) Elastische und plastische Deformierbarkeit

Wenn Kristalle durch mechanische Einwirkungen beansprucht werden, treten Formveränderungen oder Deformationen auf. Unter einer elastischen Deformation wird eine reversible Verformung verstanden, d.h. der Kristall kehrt nach Beanspruchung durch Druck oder Zug wieder in seinen ursprünglichen Zustand zurück. Bleibt diese Verformung jedoch auch nach der Beanspruchung bestehen, bezeichnet man dies als plastische Deformation.¹³⁵

Geeignete Minerale:

Elastische Deformierbarkeit: Glimmer (Muskovit, Bitotit)



Plastische Deformierbarkeit: Metalle (Silber, Kupfer), Gips

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **DEFORMIERBARKEIT**

1. Untersuche, welche der Mineralproben eine elastische (→ Verformung bleibt nicht erhalten) oder eine plastische (→ Verformung bleibt erhalten) Deformierbarkeit aufweist.
2. Klebe Fotos¹³⁶ dieser Minerale in die jeweilige Spalte auf dem Arbeitsblatt!

Teil eines ausgefüllten Arbeitsblattes:

Elastische Deformierbarkeit	Plastische Deformierbarkeit
 MUSKOVIT	 KUPFER

¹³⁵ Vgl. Strübel, Günter: Mineralogie S. 149

¹³⁶ Fotos mit Mineralnamen stehen zur Verfügung.

3.9.1.3. Magnetismus

Nur sehr wenige Minerale zeigen einen permanenten Magnetismus. Diese Minerale werden als ferromagnetisch bezeichnet. Die Ursache dieser Eigenschaft bei Kristallen ist in der parallelen Ausrichtung von kleinen Gitterbauteilchen zu suchen.¹³⁷

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **MAGNETISMUS**

Untersuche, ob die Mineralproben magnetisches Verhalten aufweisen!

1. Lege den Kompass vor dich hin.
2. Lege nun das Prüfstück neben die ruhende Magnetnadel und schwenke es hin und her.
3. Ist eine Ablenkung der Magnetnadel zu beobachten, handelt es sich um ein magnetisches Mineral.
4. Wie viele magnetische Minerale findest du in deinem Material?

Selbstkontrolle:

- ☞ Die Anzahl der magnetischen Minerale, welche sich unter den Probestücken befinden, steht z.B. auf der Rückseite des Anleitungsblattes.
- ☞ Fotos sind auf der Rückseite des Anleitungsblattes oder auf ein extra beigelegtes Lösungsblatt geklebt.
- ☞ Die Minerale tragen Nummern. Die richtigen Nummern findet man auf dem Arbeitsblatt oder auf einem Lösungsblatt.

¹³⁷ Vgl. Strübel, Günter: Mineralogie S. 157

Variationen:

Anstelle eines Kompasses kann man kleine Magnete verwenden. Man hält den Magneten zu dem Mineralstück. Wird dieser angezogen, handelt es sich um ein magnetisches Mineral.

3.9.1.4. Elektrische Leitfähigkeit

Einige Minerale weisen eine gute elektrische Leitfähigkeit auf. *„Zu den elektrischen Leitern unter den Mineralen zählen hauptsächlich die gediegenen Metalle wie Kupfer, Silber, Gold, Platin usw. (....) Je reiner ein Kristall ist, umso besser ist seine Leitfähigkeit.“*¹³⁸

Um die Leitfähigkeit überprüfen zu können, werden folgende Gegenstände benötigt: eine Stromquelle (z.B. eine Batterie), eine Glühbirne, Kabel und zwei Elektroden. Durch das Zusammenhalten der beiden Elektroden wird der Stromkreis geschlossen und überprüft, ob die Glühbirne leuchtet.

Geeignete Minerale: Leiter (siehe oben)

Isolatoren (Quarz, Schwefel, Korund, Diamant)

Nun werden beide Elektroden an die jeweiligen Minerale gehalten. Leuchtet die Glühbirne auf, so kann der Strom ungehindert hindurchfließen. Es handelt sich um einen Leiter. Bei einem Isolator würde die Glühbirne nicht brennen.

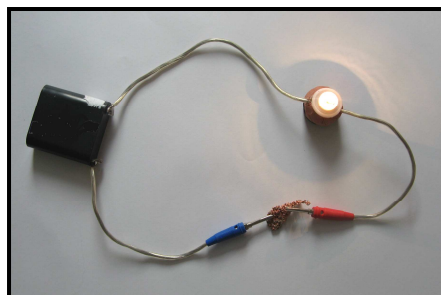


Abb. 31: Kupfer als elektrischer Leiter

¹³⁸ Strübel, Günter: Mineralogie S. 154

3.9.1.5. Dichte von Mineralen

„Die Dichte, gemessen in ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$), ist für jede Kristallart eine charakteristische und relativ einfach zu ermittelnde Größe. Sie gibt nicht nur Aufschluss über die chemische Zusammensetzung, (...) sondern auch über Verunreinigungen, Einschlüsse und Verwitterungsgrad der Minerale.“¹³⁹

Die Dichte eines Minerals wird wie folgt berechnet:

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Gewicht des Minerals}^*}{\text{Volumen des Minerals}} \quad ^{140}$$

Feststellung des Gewichts:

Das Gewicht* wird mit einer Waage gemessen.

Feststellung des Volumens:

I.) Methode der Wasserverdrängung¹⁴¹

Dazu benötigt man einen mit Wasser gefüllten Messzylinder. Je enger das Gefäß ist, desto genauer fällt die Messung aus. Die Wasserverdrängung entspricht dem Volumen des Minerals.

Bei dieser Methode ist zu beachten, dass sie sich für kleine Proben nicht eignet, da die Wasserverdrängung zu gering ist. Außerdem ist es wichtig immer den tiefsten Wasserstand im Messzylinder abzulesen (am Gefäßrand steht das Wasser aufgrund der Adhäsion höher).

¹³⁹ Strübel, Günter: Mineralogie S. 157

* Anmerkung der Autorin: Physikalisch korrekt ist „Masse“, durch Wägung wird jedoch primär das Gewicht gemessen aber in Einheiten der Masse (g, kg) abgelesen.

¹⁴⁰ Schumann, Walter: Mineralien aus aller Welt S. 22

¹⁴¹ Vgl. Schumann, Walter: Mineralien aus aller Welt S. 22

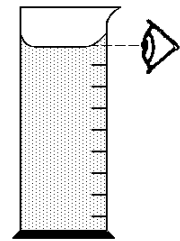
Eigenschaften von Mineralen: **DICHTE**

Bestimme die Dichte dieses Minerals!

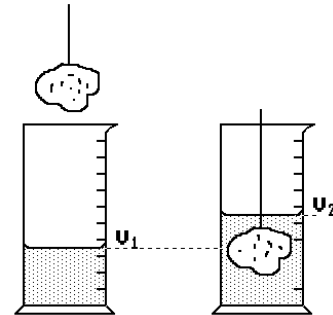
1. Bestimme die Masse (m) (in g) der Probe durch Wägung.
2. Fülle den Messkolben mit Wasser.
3. Lies an der Skala das Volumen (V_1) (in ml entspr. cm^3) ab und notiere es.

Beachte:

Da das Wasser am Glasrand auf Grund der Adhäsion (lat.: Anhänglichkeit) etwas hochsteigt, scheinen beim seitlichen Ablesen zwei Oberflächen zu sein. Die untere ist die wirkliche Oberfläche.¹⁴²



4. Befestige die Probe an einem feinen Draht und tauche sie in den Messzylinder.



5. Lies nun das Volumen (V_2) ab.
6. Berechne das Probenvolumen (V): $V = V_2 - V_1$
7. Setze deine Ergebnisse in folgende Formel ein: $D = m / V$
8. Welchen Wert erhältst du für die Dichte (D) dieser Probe?

Bildquellen siehe Fußnote Nr. 142.

¹⁴² Volumenmessung. Online im WWW unter URL:
http://www.physik.unimuenchen.de/didaktik/U_materialien/leifiphysik/web_ph08/heimversuche/10_messen/volumen-regelm-koerper.htm [11/06/03].

II.) Auftriebsmethode¹⁴³

Diese Messung wird mit Hilfe einer hydrostatischen Waage durchgeführt und liefert die genauesten Volumenwerte. Sie beruht auf dem Archimedischen Prinzip, das besagt, dass der Auftrieb gleich dem Gewicht der durch das Mineral verdrängten Wassermenge ist.

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **DICHTE**

Bestimme die Dichte der Mineralprobe!

1. Bestimme die Masse (m) (in g) der Probe durch Wägung (siehe Schritt 2).
2. Befestige die Probe an einem Draht, hänge sie auf den Haken der hydrostatischen Waage (siehe Abbildung 1)¹⁴⁴ und wäge sie ab.

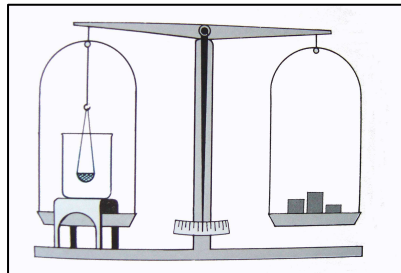


Abb. 1

3. Notiere dir diesen Wert (= Masse bzw. Gewicht* in Luft).
4. Fülle nun Wasser in den Becher und wäge die Probe nochmals ab (= Gewicht in Wasser).
5. Rechne dir nun die Differenz aus (Gewicht in Luft – Gewicht in Wasser [in g] = Volumen der Probe [in cm³]).
6. Berechne die Dichte: $D = m / V$.

¹⁴³ Vgl. Schumann, Walter: Mineralien aus aller Welt S. 23

¹⁴⁴ Bildquelle: Schumann, Walter: Mineralien aus aller Welt S. 23

* siehe Anmerkung der Autorin S. 110

Variationen:

Die Schüler können sich aus verschiedenen Mineralen eines aussuchen. Alle Minerale tragen Nummern, Buchstaben oder ihre Namen. In einer Tabelle stehen die richtigen Dichtewerte.

Selbstkontrolle:

- ☞ Die Ergebnisse der Dichteberechnung liegen auf (z.B. auf der Rückseite des Anleitungsblattes oder sie sind in Tabellen eingetragen (siehe Variationen)).
- ☞ Falls die Namen der Minerale bekannt sind, können die Schüler die richtigen Ergebnisse auch in einem Mineralienbuch nachschlagen.

Zusatzmaterial:

„Goldwaschen“ (siehe auch Kapitel 3.2.4.)

Schwerminerale (z.B. Gold) haben eine höhere Dichte als Sand, der gewöhnlich aus Quarzen und Feldspäten besteht. Schwerere Materialien sinken schneller ab, werden schlechter weggeschwemmt und sammeln sich während des Waschvorganges am Boden der Waschschüssel.

Für diesen Versuch benötigt man eine Waschschüssel, Sand mit Schwermineralen und eine große Schüssel mit Wasser (siehe Goldwaschset S. 76 Abb. 17).

Es wird nun versucht durch kreisende Schwenkbewegungen die leichteren Minerale vorsichtig hinauszuspülen.



Abb. 32: „Goldwaschen“

3.9.2. Morphologische Eigenschaften

3.9.2.1. Tracht

„Als Tracht bezeichnet man die Gesamtheit aller an einem Kristall vorhandenen Flächen, unabhängig von ihrer Ausbildung und Größe.“¹⁴⁵

Anleitung für Schüler:

Eigenschaften von Mineralen: **TRACHT**

Ordne die Minerale aufgrund ihrer äußeren Form zu!

Es gibt

- ◇ blättrig
- ◇ tafelig
- ◇ isometrisch
- ◇ säulig
- ◇ strahlig bzw. fasrig

... ausgebildete Minerale.

Wie diese einzelnen Formen genau aussehen, kannst du dir auf dem Zuordnungsplan ansehen.

Geeignete Minerale:

blättrig: Muskovit

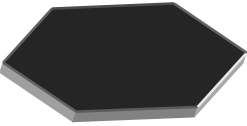
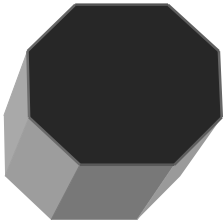


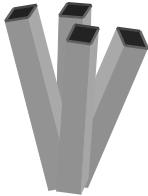
tafelig: Baryt

isometrisch (körnig): Granat, Pyrit, Olivin

säulig: Bergkristall, Beryll

strahlig bzw. fasrig: Aktinolith

¹⁴⁵ Hochleitner, Rupert: Mineralien S. 5

blättrig	
tafelig	
isometrisch (körnig)	
säulig	
strahlig bzw. fasrig	

¹⁴⁶ Der Zuordnungsplan sollte laminiert werden

3.9.3. Verwendung von Mineralen

Im Kapitel 3.2.4. wurde dieses Thema in Zusammenhang mit Elementen schon besprochen. Natürlich kann ein eigenes Material zu diesem Thema, das Minerale aus allen Klassen enthält, bereitgestellt werden.

Leider ist es oft schwer sich bei einigen Materialien das Vorhandensein von mineralogischen Rohstoffen vorzustellen, da nichts mehr auf Minerale hindeutet. Deshalb sollten zuerst die für Schüler eindeutig ersichtlichen Materialien gezeigt werden.

Beispiele für eindeutig ersichtliches Vorhandensein von Mineralen:

Kupfer: diverse Kupfergegenstände, Kupferdrähte

Silber: Schmuck, Münzen

An dieser Stelle könnten auch die verschiedensten Trommel- und Schmucksteine erwähnt und/oder gezeigt werden.

Als Arbeitsaufgabe sollen die Schüler den Rohmineralen, die aus ihnen hergestellten Produkte zuordnen. Natürlich können die konkreten Gegenstände (sowohl Minerale, als auch Produkte) durch Fotos ersetzt werden, was jedoch einen Schritt in die Abstraktion bedeutet und somit schwieriger ist. Ebenso werden nicht die gleichen Sinne angesprochen.

Die hauptsächliche Verwendung der Minerale ist jedoch als Haupt- oder Zusatzmittel in diversen Produkten.

Gips z.B. wird neben der Hauptverarbeitung in „Baustoffe“ auch in der Zementindustrie als Abbindeverzögerer verwendet.

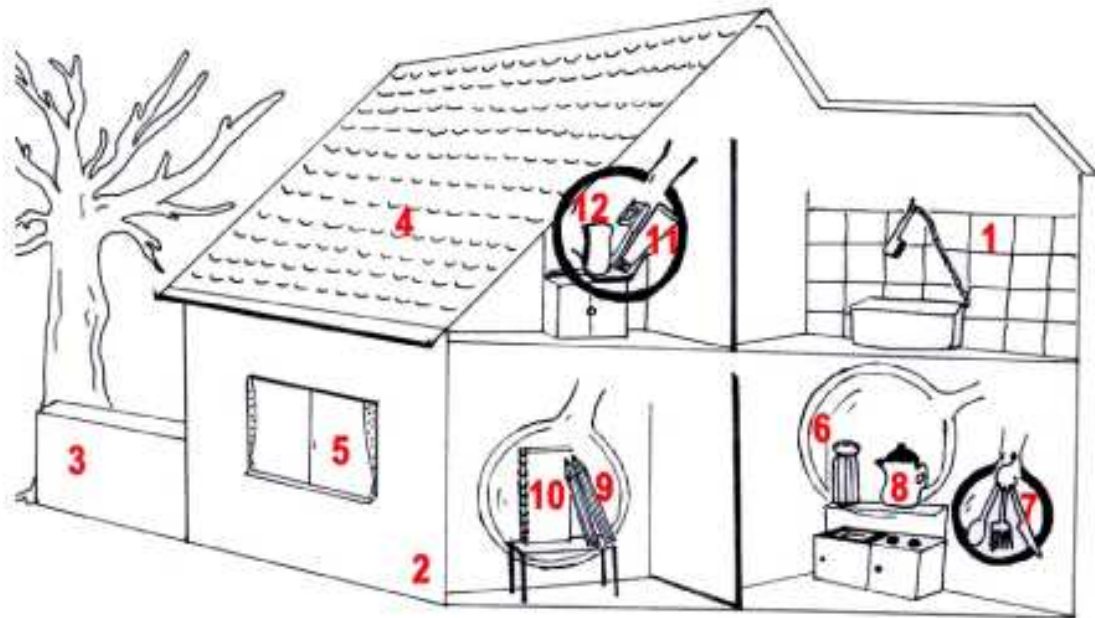
Talk braucht man zur Herstellung von Keramik. Ebenso findet er Gebrauch in Fliesenklebern, Farbstiften und Zündhölzern, Kosmetik, als Füllstoff in Kunststoffen.

Aus Grafit werden feuerfeste Produkte hergestellt. Weiters befindet sich dieses Mineral in Bleistiften, Schmiermitteln und wird als Füllstoff verwendet.

Wichtig ist, dass die Schüler erkennen, wie wichtig Minerale in unserem Alltag sind.

Hier nun eine Möglichkeit wie das Thema „Verwendung von Mineralen“ (im konkreten Beispiel auch die „Verwendung von Gesteinen“) einfach und auf unseren Alltag bezogen, dargestellt werden kann.

„Steinerne Häuser“¹⁴⁷:



- 1 Kacheln und Fliesen: Marmor
- 2 Wände und Böden: Beton¹⁴⁸
- 3 Mauer: Sandstein oder Mauerziegel
- 4 Dach: Dachziegel¹⁴⁹
- 5 Glas: Quarzsand, Kalk und Soda
- 6 Speisesalz
- 7 Besteck: Silber
- 8 Krug: Ton
- 9 Bleistiftminen: Grafit
- 10 Papier: Kreide, Kaolin, etc.
- 11 Zahnpasta: Sand, Fluoride
- 12 Seife: Natrium- und Kaliumsalze, Sand

¹⁴⁷ Ohne Stein kein Leben. Online im WWW unter URL:

http://www.tierpark.ch/besucher_infos/documents/stein_ohnestein.pdf [10/03/08].

¹⁴⁸ Gemisch aus Zement, Gesteinskörnung bzw. Betonzuschlag (Sand und Kies oder Splitt) und Anmachwasser

¹⁴⁹ Ziegel bestehen aus Ton und Sand

4. Zusätzliche Freiarbeitsmaterialien zur Wiederholung und Festigung

Die folgenden Materialien sollen zur Wiederholung und Festigung des mineralogischen Wissens dienen. Es handelt sich dabei um Materialien, die sehr oft in Klassen mit Freiarbeit verwendet werden, und die man für jedes Wissensgebiet „umbauen“ bzw. selber herstellen kann.

4.1. LÜK-Kasten

Der LÜK-Kaste (Lernen Üben Kontrollieren)¹⁵⁰ besteht aus einem flachen roten Kunststoffkasten mit kleinen Vertiefungen und 24 Plättchen, welche in die Vertiefungen passen. Diese Plättchen sind beidseitig bedruckt. Auf der Vorderseite befindet sich eine Zahl von 1 bis 24, auf der Rückseite ein Teil eines Musters. Ziel ist es, aus einem Aufgabenbuch o.ä. einen Aufgabensatz zu lösen und die Plättchen entsprechend den Ergebnissen in den Kasten einzulegen. Anschließend wird der Kasten geschlossen, umgedreht und wieder geöffnet. Man erhält ein Muster. Falls dieses mit jenem auf dem Lösungsblatt übereinstimmt, wurden alle Fragen richtig beantwortet.

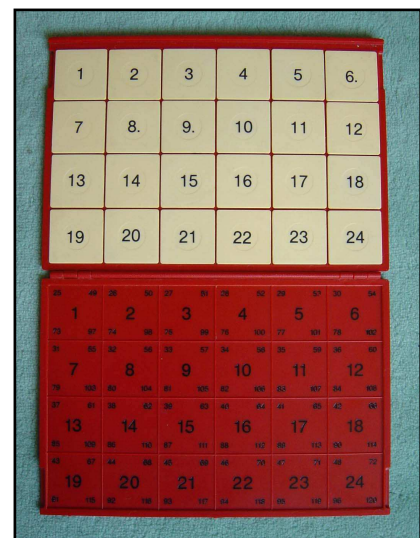


Abb. 33: LÜK-Kasten

Beispiel:

Hier wurden allgemeine Fragen zur Mineralogie gestellt.

Einfacher ist es am Anfang, mit konkreten Gegenständen zu arbeiten (z.B. Frage 1: Wie heißt das Mineral in Schachtel Nr. 1). Später könnte dieses Mineral durch ein Foto ausgetauscht werden. Diese Überlegungen werden natürlich auch vom Alter der Schüler abhängen und wie viel Platz und Material zur Verfügung stehen.

¹⁵⁰ LÜK-Kästen gibt es in Spielwarengeschäften zu kaufen

Einige Beispiele für Fragen:

1. Wie heißt das Mineral in Schachtel Nr. 1?
2. Welche Härte hat das Mineral Nr. 2?
3. Welche Strichfarbe hat Hämatit?

Beispiel für ein „Lösungsmuster“:

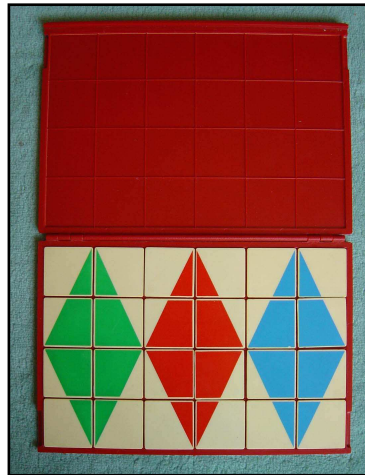


Abb. 34: LÜK -Lösungsmuster

4.2. Gummispann-Brett¹⁵¹

Wie in Abbildung 35 zu sehen ist, besteht dieses Brett aus 3 Teilen, in die Zettel hinein geschoben werden können. In das erste Fach gehören die Fragen, im zweiten befindet sich zum Schluss die richtige Lösung in Form eines Linienmusters (das Kärtchen wird zunächst verkehrt hinein geschoben) und in das dritte Fach werden die Antworten gesteckt.

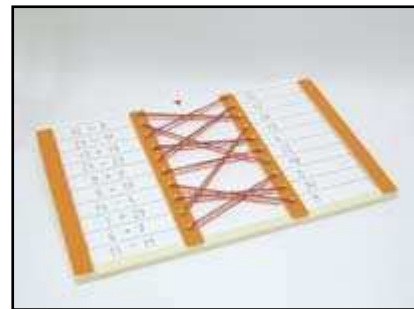


Abb. 35: Gummispann-Brett der Fa. Winkler (Winkler Schulbedarf)

Der Schüler versucht nun, nachdem er die Blätter in die jeweiligen Fächer geschoben hat, die jeweilige Frage und die richtige Antwort mit einem Gummiringerl zu verbinden. Wurden alle Fragen beantwortet, wird die „Lösungskarte“ mit dem Linienmuster umgedreht und man erkennt sofort, ob die Gummiringerl richtig aufgespannt wurden.

Variation „Klammerkarte“¹⁵²:

Die Fragen und Antworten werden auf einen Zettel geschrieben. Seitlich von den Antworten befinden sich Punkte oder andere Zeichen. Dem Schüler stehen nun kleine Kluppen zur Verfügung, die er auf die Punkte/Zeichen mit der richtigen Antwort steckt. Zur Kontrolle befindet sich auf der Rückseite genau an der Stelle, wo eine Kluppe sein sollte, ein Symbol.

Wie lautet die chemische Formel von Aragonit?

1. Ca CO₃



2. Mg Co₃



3. Fe CO₃



Abb. 36: Beispiel für eine Klammerkarte

¹⁵¹ Vgl. Weninger, Brigitta: Auf neuen Wegen lernen S. 144

¹⁵² Vgl.: Fisgus + Kraft: „Hilf mir es selbst zu tun!“ S. 101

4.3. Domino

Beliebig viele Pappkärtchen werden mit Fotos und Namen der Minerale, oder mit Fragen und Mineralnamen beklebt bzw. beschriftet. Die Schüler sollen nun diese Kärtchen in der richtigen Reihenfolge hintereinander auflegen (die richtige Antwort ist immer auf dem nächsten Kärtchen abzulesen). Ein Lösungshinweis kann auf der Rückseite angegeben werden.

Kritischer Kommentar zu diesem Material siehe S. 138.

Beispiel für die Kombination Fotos und Mineralnamen:

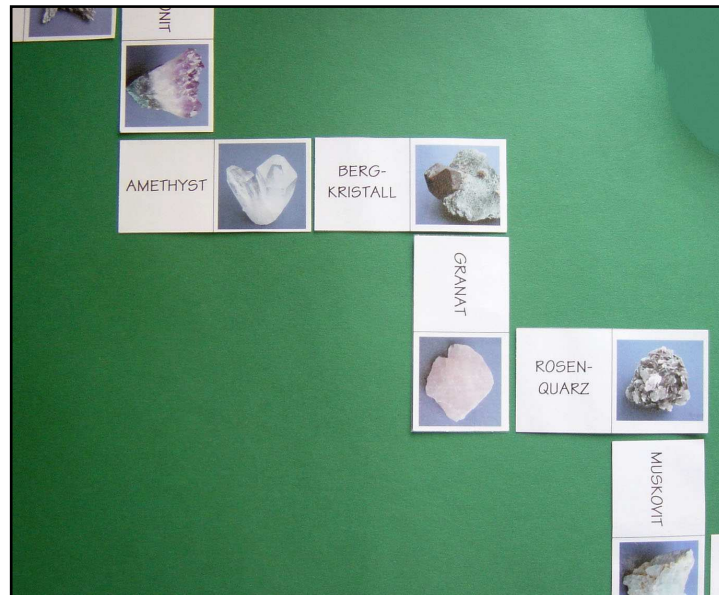


Abb. 37: Mineral-Domino

4.4. Memory

Dieses Material besteht aus einer beliebigen Anzahl von Kartenpaaren.

Alle Karten werden verdeckt aufgelegt und jeder Mitspieler darf jeweils zwei aufdecken. Falls die beiden Karten dasselbe Bild zeigen, darf sich der Spieler dieses Paar nehmen. Ziel des Spieles ist es, die meisten Paare aufzudecken.

Kleineren Kindern kann man ein Mineral-Memory mit Bildern basteln. Dadurch wird ihr Gedächtnis trainiert, aber gleichzeitig sehen und lernen sie das Aussehen verschiedener Minerale kennen. Dadurch kann man für später das Interesse an diesen „schönen Steinen“ wecken.

Bei älteren Kindern wird eines der beiden Bilder durch den Namen des Minerals ersetzt. Um diese viel schwierigere Art des Spieles spielen zu können, müssen die Minerale und deren Namen bekannt sein. Deshalb eignet es sich sehr gut zur Wiederholung und zur Festigung. Als Hilfe könnten die verschiedenen Kartensätze (Bilder und Namen) auf der Rückseite unterschiedlich markiert sein.

Eine etwas leichtere Spielmöglichkeit wäre anstatt Mineralbildern, Mineralstücke aufzulegen und diese mit Schachteln (müssen alle gleich aussehen, z.B. Joghurtbecher) abzudecken. Bei dieser Version haben die Kinder zusätzlich die Möglichkeit die Minerale in die Hand zunehmen und sie sich nochmals genau anzusehen.

Auf der Homepage des Instituts für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien¹⁵³ befinden sich mehrere „Spiele zur Mineralogie“ darunter auch ein „Mineralienmemory zum Ausdrucken“ und ein Memory, das direkt am Computer gespielt werden kann.

4.5. Quartett

36 Spielkarten ergeben 9 Quartette. Natürlich kann man diese Anzahl auch verändern. Auf jeder Karte stehen vier Begriffe (die zu einem Überbegriff passen),

¹⁵³ <http://www.univie.ac.at/Mineralogie/>

von denen ein Begriff farblich hervorgehoben ist. Alle Karten werden unter mindestens drei Mitspielern aufgeteilt. Dann beginnen die Schüler sich gegenseitig nach der fehlenden Karten zu fragen, um alle vier Karten von einem Thema zu sammeln.

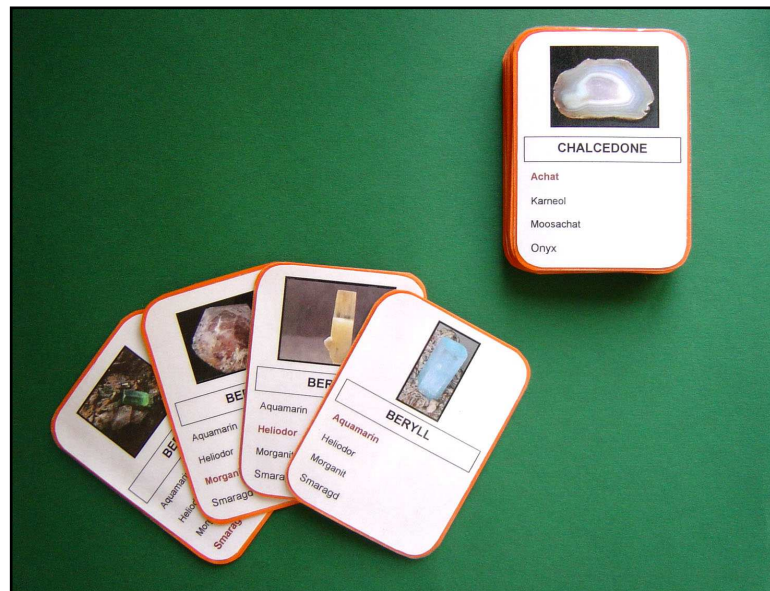


Abb. 38 : Mineral-Quartett

Falls unterschiedliche Mineralklassen als Thema verwendet werden, könnte man zusätzlich noch Details über das am Foto gezeigte Mineral auf die Karte schreiben (z. B. seine Strichfarbe oder Härte). Während des Spiels lesen sich die Schüler diese Kurzinformationen sicherlich durch und werden sich durch wiederholtes Spielen an bestimmte Details erinnern können.

Oder es werden Minerale mit derselben Strichfarbe, Härte oder Dichte als Quartett zusammengefasst.

Auch zu diesem Thema befindet sich auf der Homepage des Instituts für Mineralogie und Kristallographie der Universität Wien ¹⁵⁴ ein „Mineralien-Supertrumpf-Kartenspiel zum Ausdrucken“.

¹⁵⁴ <http://www.univie.ac.at/Mineralogie/>

4.6. Mineral-Spiel

Der Lehrer erstellt einen Spielplan für das passende Wissensgebiet und Aufgabenkärtchen bzw. Fragenkärtchen. Nun sollen die Spieler vom Start bis zum Ziel durch Würfeln vorwärts kommen. Passieren sie ein Aufgaben- oder Fragefeld wird eine Karte gezogen. Kann diese gelöst oder beantwortet werden, darf der Schüler eine bestimmte Punktezahl weiterfahren. Ob bei einer falschen Antwort rückwärts gefahren werden muss, kann jeder Spielkoordinator selbst entscheiden. Zur Kontrolle muss ein eigenes Kontrollblatt vorhanden sein. Falls die Antwort auf dem Kärtchen mit der Frage steht, muss sie ein anderer Mitspieler vorlesen.

Beispiel für ein Mineral-Spiel:

Einfacher Spielplan: siehe Anhang

Beispiele für Fragen:

- ✱ Wie heißt das Mineral in der Schachtel Nr. 1? (Auch hier kann noch mit konkretem Material gearbeitet werden.)
- ✱ Nenne ein Mineral bei dem Fluoreszenz auftritt!
- ✱ Welche Farbe besitzt Schwefel?

Am Anfang oder Ende sollte folgender Hinweis stehen: Bei richtiger Antwort darfst du 3 Felder vorziehen!

Als Spielfiguren könnten kleine Trommelsteine oder Rohmineralstücke verwendet werden.

Falls jemand keine eigenen Fragen zusammenstellen möchte, gibt es die Möglichkeit sich ein Natur-Quiz in Fächerformat¹⁵⁵ mit mineralogischen Fragen zu kaufen. Hierbei handelt es sich immer um 3 Fragen zu einem bestimmten Mineral (ein Foto dieses Minerals ist auch abgebildet) und es gibt jeweils zwei Antwortmöglichkeiten. Auf der nächsten Fächerseite befindet sich dann die richtige Antwort in ganzen Sätzen.

¹⁵⁵ Kosmos Natur-Quiz. Mineralien – Entdecken und Bestimmen

Beispiel aus diesem Natur-Quiz:

Frage: Talk ist eines der weichsten Mineralien. Der Diamant hat die Härte 10.
Welche Härte hat Talk?

Antwort: Die Härte 1. Sogar mit dem Fingernagel kann man Talksteine einritzen.

Sehr gut an diesem Material ist, dass die Fragestellung in der Antwort nochmals integriert wird und die Schüler die Antwort besser mit dem Mineral assoziieren können.

5. Zusammenfassung und Diskussion

5.1. Vorteile der Freiarbeit

Jeder wird aus eigener Erfahrung wissen, dass Dinge die angegriffen, genauer betrachtet oder mit denen sogar Experimente durchgeführt werden können, leichter verstanden und gemerkt werden. Je mehr Sinne bei der Erarbeitung eines Lernstoffes angeregt werden, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit sich später an das Erlernte zu erinnern. Deshalb wäre es wichtig vom fast ausschließlichen Frontalunterricht in unseren Schulen zunehmend wegzukommen. Zum Glück haben dies schon viele Pädagogen eingesehen.

Natürlich kann man bei sehr komplexen Themen nicht ohne Vorträge des Lehrers auskommen, doch es gibt genügend Lerninhalte, die sich die Schüler selbst mit entsprechendem Material aneignen können. Heutzutage sind viele Schüler nicht mehr gewohnt, in der Schule mitzudenken, da ihnen der Lehrer alles vorsagt. Erst zu Hause, bei den Hausübungen oder bei der Vorbereitung auf die nächste Stunde, wird über den Stoff nachgedacht. Wäre es nicht vernünftiger, wenn schon während der Unterrichtsstunde alles aktiv verstanden und gelernt werden würde?

Freiarbeit bedeutet auf jeden Fall mehr Vorbereitungsarbeit für den Lehrer. Zumindest am Anfang, wenn jedes Material zum Stoff durchdacht und vorbereitet werden muss. Sieht man jedoch nach kürzester Zeit, mit welcher Begeisterung und Konzentration die Schüler bei der Arbeit sind, hat sich jede Mühe gelohnt.

Ein weiterer Vorteil von Freiarbeit für die Schüler ist die individuelle Zeiteinteilung. Jeder Schüler hat sein eigenes Lerntempo, das im Regelunterricht vom Lehrer nicht berücksichtigt werden kann. Bei der Arbeitsmethode der Freiarbeit, hat jeder die Chance, sich so viel Zeit zu lassen wie er braucht. Der Schüler wird auch nicht dauernd kontrolliert und steht nicht unter Leistungsdruck.

Es besteht die Möglichkeit, ein Thema gemeinsam mit einem oder mehreren Mitschülern zu erarbeiten. Dadurch wird der Umgang mit Menschen gefördert, was

in der heutigen Zeit, wo Teamarbeit immer gefragter wird, nur von Vorteil sein kann.

Viele Gegner dieser Unterrichtsart meinen, die Schüler können während der Freiarbeitszeit machen was sie wollen und nutzen dies aus, um nichts zu arbeiten. Doch dieses Argument ist nicht richtig! Die Schüler haben sehr wohl bestimmte Vorgaben, was sie in welchem Zeitraum erledigen müssen, doch innerhalb dieser Zeitspanne haben sie die Möglichkeit frei zu wählen. Daher lernen die Kinder und Jugendlichen, sich ihre Zeit richtig und realistisch einzuteilen.

Freiarbeit stellt eine schülergerechte Unterrichtsmethode dar! Es wäre wünschenswert, würden sich alle Personen, die mit Kindern oder Jugendlichen arbeiten, mehr mit den unterschiedlichsten Lehr- und Lernmethoden beschäftigen, um Schülern ein lustvolleres Lernen zu ermöglichen.

5.2. Freiarbeitsstunde in einer Regelschule

Nicht jeder Lehrer hat die Möglichkeit, Freiarbeitsstunden in seinen Unterricht einzubauen. Die Umstellung für Schüler ist am Anfang auch nicht leicht, da sie nicht gewohnt sind selbständig zu arbeiten. Doch auch solche Gründe sollten keinen Pädagogen davon abhalten wenigstens kurze Freiarbeitsphasen in den Unterricht einzuplanen.

Mineralogie ist in österreichischen Regelschulen in der 3. Klasse Unterstufe und in der 6. Klasse Oberstufe im Lehrplan¹⁵⁶ enthalten. Wichtig wäre zu beachten, dass zuerst ein Überblick über den Aufbau der Erde und über einzelne Gesteine ermöglicht wird, bevor das Thema „Minerale“ durchgenommen wird. Es ist oft schwer vom Frontalunterricht wegzukommen, da es die zeitsparenste Unterrichtsmethode ist (es ist allgemein schon schwer genug den Jahreslehrstoff durchzubekommen), doch 15 Minuten Freiarbeit kann wahrscheinlich jeder Lehrer ab und zu einplanen. Natürlich wird sich diese Freiarbeitsphase von Freiarbeitsstunden in Montessori-Schulen unterscheiden.

¹⁵⁶ Lehrpläne der Allgemein bildenden Schulen. Online im WWW unter URL:
http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/Lehrplaene_der_Allgemein2102.xml [19/08/07]

Werden z.B. an einem Tag die physikalischen Eigenschaften der Minerale besprochen, könnten die letzten 10 bis 15 Minuten dazu verwendet werden, dass sich die Schüler in kleinen Gruppen an vorbereiteten Stationen diese Eigenschaften genauer anschauen und selbst untersuchen. Wahrscheinlich wird es unmöglich sein für jeden Schüler ein eigenes Material zur Verfügung zu stellen, da meistens mehr als 30 Schüler eine Klasse bilden. Daher muss der Lehrer den Kompromiss eingehen, nicht nur ein Material zu einem bestimmten Thema zur Verfügung zu stellen (Begrenzung des Materials siehe S. 19), sondern auch mehrere Schüler in Gruppen zusammenfassen.

Leider wird es in Klassen mit einer so hohen Schülerzahl auch nicht möglich sein alleine zu arbeiten (die Wahl ob man allein oder mit einem Partner arbeiten möchte, fällt auch weg; siehe S. 15), aber den Schülern wird trotzdem die Chance gegeben, sich den Lehrstoff mit verschiedenen Sinnen anzueignen.

Die freie Wahl des Arbeitsplatzes kann auf jeden Fall gewährleistet werden.

Der Lehrer hat z. B. auch die Möglichkeit, eine ganze Unterrichtseinheit für mineralogische Freiarbeit zu nutzen. Er könnte dies auch zur Wiederholung und Festigung des Lehrstoffes verwenden.

Eine andere Möglichkeit wäre „Fächer-übergreifender Unterricht“. Sind beispielsweise die Kristallsysteme im Stundenplan vorgesehen, werden die verschiedensten geometrischen Körper nachgebaut. Diese Modelle könnten danach im Geometrieunterricht für die Flächen-, Mantel-, und Volumenberechnung weiterverwendet werden.

Wichtig ist, den Schülern klar zu machen, dass Freiarbeit nicht Ausruhezzeit bedeutet, sondern Arbeit. Am Anfang werden viele Kinder und Jugendlichen mit der Tatsache, sich selber entscheiden zu müssen, was und wie lange ein Gebiet bearbeitet wird, Schwierigkeiten haben. Doch nach einer Eingewöhnungsphase werden sicherlich alle Beteiligten Freude an der neuen Unterrichtsform haben.

Auf jeden Fall kann jeder Lehrer, egal ob Volksschul-, Hauptschul-, AHS- oder BHS-Lehrer, auf irgendeine Art und Weise Freiarbeit in seinen Unterricht einbauen.

5.3. Allgemeine Bemerkungen

Meiner Meinung nach ist es für einen Pädagogen während einer längeren Freiarbeitsphase sehr schwer zu überblicken, was welcher Schüler an diesem Tag gearbeitet hat. Deshalb finde ich es legitim, wenn man von den Schülern verlangt, bestimmte Dinge (v.a. die Ergebnisse) in ein Heft oder in eine Tabelle einzutragen. Es ist für viele Schüler auch leichter sich z.B. Namen von Mineralen zu merken, wenn sie den Namen selbst einmal aufgeschrieben haben.

Für viele Schüler ist es auch sehr spannend ein Lösungswort herauszufinden.

Der Lehrer soll nicht die Rolle des Verbesserers einnehmen, falls das Ergebnis nicht stimmt (das Material bietet immer Selbstkontrolle), sondern er soll nur den Überblick behalten, was ein Schüler geleistet hat und wo er noch Mängel erkennt. Es ist eine seiner Aufgaben, Schüler zu Materialien hinzuführen, von denen er glaubt, sie wären für den Einzelnen noch wichtig.

Bezüglich der verschiedenen Schwierigkeitsstufen, die bei jedem einzeltem Material angewendet werden können, möchte ich noch folgendes erwähnen.

Die leichteste Stufe ist immer das Konkrete, d.h. es werden konkrete Gegenstände (in diesen Fällen die Minerale) verwendet. Die nächste Stufe ist ein Foto bzw. Bild eines Minerals. Die schwierigste und abstrakteste Stufe stellt der Name des Minerals dar.

Mit diesem Wissen kann jeder Lehrer mineralogisches Material mit den unterschiedlichsten Schwierigkeitsgraden herstellen.

Allgemein sollte das Materialmerkmal Ästhetik bei der Materialzusammenstellung nicht zu kurz kommen. Gerade mittels Mineralen, die von sich aus schon eine Anziehungskraft auf Kinder ausüben, sollte die Erfüllung dieses Kriteriums nicht schwer fallen.

Wichtig ist hier auch nochmals darauf hinzuweisen, dass es die Aufgabe des Pädagogen ist, die Materialien auch immer wieder auf den ästhetischen Gesichtspunkt hin zu überprüfen und gegebenenfalls Materialien auszutauschen.

Wie bei den Materialien beschrieben wurde, gibt es immer mehrere Möglichkeiten der Selbstkontrolle. Es ist Geschmackssache, welche schlussendlich gewählt wird.

Für den Schüler wäre es auf jeden Fall spannender, würde nicht jedes Material dieselbe Kontrolle aufweisen. Vielleicht hat der Lehrer auch manchmal die Zeit und verändert bei den einzelnen Materialien die Selbstkontrolle.

Es wäre wünschenswert, dass sich alle Leute, die mit Kindern oder Jugendlichen arbeiten, laufend mit Lehr- und Lernmethoden beschäftigen, um Schülern ein abwechslungsreicheres Lernen zu bereiten.

5.4. Beschriebene Materialien

Zusammenfassungen und Bemerkungen zu den selbst entwickelten Materialien (Kapitel 3.1. bis 3.8.):

Welches **Einstiegsmaterial** in das Thema „Mineralogie“ gewählt wird, hängt in Montessori-Schulen sehr von den Schülern ab. Da der Pädagoge immer versucht auf die Bedürfnisse und Interessen seiner Schützlinge einzugehen, wird er auf einen geeigneten Moment warten, um mit dem neuen Thema zu beginnen. Natürlich wird auch ein Montessori-Pädagoge ein grobes Jahreskonzept am Beginn des Schuljahres erstellt haben. Wann welches Thema durchgenommen wird, sollte jedoch von den Schülern abhängen. Aus diesem Grund wurde in Kapitel 3.1. bewusst ein nicht erdwissenschaftliches Einstiegsmaterial ausgewählt und vorgestellt.

In Regelschulen jedoch muss sich der Pädagoge an den Lehrplan halten. Die Lehrperson kann daher die Aufgliederung dieses Lehrstoffes genau nach dem Idealfall, welcher in Kapitel 4 beschrieben wird, vornehmen.

Damit die Schüler nach dem Einstiegsmaterial einen Überblick über das gesamte Mineralienreich bekommen, ist es wichtig, ihnen die grobe Einteilung der Mineralien zu vermitteln. Dafür eignet sich das Material „**Das Reich der Mineralien**“ in Kapitel 3.2.1. Den Jugendlichen werden die verschiedenen Mineralklassen mit den jeweiligen Namen (auf Begriffskarten) und einer kurzen Erklärung (auf Definitionskarten) vorgestellt.

Dieser Gesamtüberblick über ein bestimmtes Thema ist sehr wichtig in der Montessori-Pädagogik, da eines der didaktischen Prinzipien „vom Ganzen ins Detail“ lautet. Auf diese Weise können die Schüler den gesamten Lehrstoff immer überblicken und verstehen dadurch auch bestimmte Zusammenhänge leichter und schneller.

Anstelle des Kreissystems können natürlich auch andere Arten der Gliederung gewählt werden. Da jedoch die Mineralien nur in neun Klassen unterteilt werden

und daher nur neun Begriffskärtchen aufzulegen sind, wird durch das Kreissystem eine gute Übersicht ermöglicht.

Nach diesem groben Überblick über das neue Wissensgebiet kann nun ins Detail gegangen werden (**Unterteilung der Silikate**, siehe 3.2.2.). Auch hier wurde das Kreissystem als Ordnungssystem beibehalten, da die Schüler damit schon vertraut sind. Als zusätzliche Erleichterung für die Schüler sind auf der Rückseite der Definitionskarten die jeweiligen Abbildungen der SiO_4 -Tetraeder abgedruckt.

Eine weitere Erleichterung zur Bewahrung des Überblickes ist das Beibehalten eines bestimmten Farbleitsystems. Wie an den Materialbeispielen in den Kapiteln 3.2.1. und 3.2.2. gut zu sehen ist, werden die Begriffe und ihre Definitionskärtchen mit der gleiche Hintergrundfarbe versehen. Darüber hinaus werden auch die jeweiligen Begriffe in den beiden Materialien in denselben Farben weitergeführt (z.B. „Silikate“ werden in beiden Arbeiten mit Orange definiert).

In Kapitel 3.2.3. werden die verschiedenen **Inselsilikate** anhand von Bild-, Namens-, und Formelkärtchen und einem jeweiligen konkreten Mineralstück genauer beschrieben. Aus Platzgründen wurde hier anstelle des bisher verwendeten Kreissystems ein alternatives Auflegeschema verwendet. Auf einer beigelegten Übersichtstabelle kann der Schüler ablesen, wie die Handstücke und die Kärtchen aufgelegt werden sollen.

Dieses Material baut auf die vorherigen Arbeiten (3.2.1. und 3.2.2.) auf.

Die **Elemente** (3.2.4.) sind, wie die Silikate, eine Fortsetzung des Materials „Das Reich der Mineralien“ (3.2.1.). Das Arbeitsmaterial zu den Elementen besteht aus einem gleichseitigen Dreieck, das in 3 gleichschenkelige Dreiecke unterteilt wurde. Jedes dieser 3 Dreiecke symbolisiert einen Teil der Elemente (Metalle, Halb- und Nichtmetalle). Da bei dieser Arbeit spezielles Augenmerk auf die Verwendung der einzelnen Metalle gelegt wurde, befindet sich neben den Namenskärtchen mit den entsprechenden Elementsymbolen ein Gebrauchsgegenstand.

Die folgenden Materialien stellen keine konkrete Fortsetzung von den bisher beschriebenen Arbeiten dar. Es wäre jedoch wünschenswert, das Prinzip „vom

Ganzen ins Detail“ auch in diesen Fällen zu berücksichtigen und daher einen Gesamtüberblick über das Mineralienreich voranzustellen.

Auf einige **besondere Mineraleigenschaften und ihre Anwendung** wird in Kapitel 3.3. eingegangen. Mit diesem aus einem Informationsbüchlein bestehendem Material (plus einigen konkreten Mineralstücken und Produkten) soll den Schülern die Verwendung bestimmter Minerale näher gebracht werden.

Der Mythos „**Diamant**“ wird in Kapitel 3.4. näher erläutert. Es werden die Entstehung, Verwendung, Bewertung und weltberühmte Stücke beschrieben. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, ein eigenes Diamanten-Schliff-Heft anzufertigen.

Das umfassende Teilgebiet „**Kristallsysteme**“ (Kapitel 3.5.) wird in 3 Schwierigkeitsstufen unterteilt (vom Konkreten zum Abstrakten). Um die dreidimensionale Gestalt der jeweiligen Kristalle leichter erfassen zu können, werden zuerst mit Hilfe von selbst gebastelten Faltmodellen, später durch Nachbauen der Grundgerüste, die Kristallsysteme dargestellt.

Speziell diese Arbeit kann zum räumlich Vorstellungsvermögen der Schüler sehr viel beitragen. Viele Kinder haben von Anfang an Schwierigkeiten sich geometrische Körper vorzustellen. Wenn sie die Möglichkeit erhalten, diese selber zu bauen, wird ihnen die abstrakte Vorstellung in Zukunft kaum mehr ein Problem bereiten.

Eine andere Möglichkeit des Einstiegs in das Mineralienreich zeigt das Material „**Häufigkeit von Mineralien in der Erdkruste**“ (Kapitel 3.6.). Voraussetzung dafür ist die Kenntnis über den Schalenbau der Erde. Danach wird die Erdkruste, welche als Kreis dargestellt ist, in verschieden große Kreissegmente unterteilt. Die Größe der Segmente entspricht der prozentuellen Häufigkeit der verschiedenen Mineralien. Zusätzlich können danach noch konkrete Mineralbeispiele zugeordnet werden.

Ein mögliches Zusatzmaterial, das nichts mit der Erdwissenschaft zu tun hat, wird in Kapitel 3.7. vorgestellt („**Heilwirkung von Mineralien**“). Es handelt sich hierbei um den esoterischen Zugang zu der Schönheit der Mineralien. Auf Infoblättern

wird die geschichtliche Überlieferung zu Mineralien, deren Heilwirkung auf den Körper und die Psyche, sowie auf deren Zuordnung zu den Sternzeichen beschrieben. Für viele Schüler stellt dieses Material sicherlich eine Abwechslung dar.

Zum Schluss wird nochmals auf eine Möglichkeit des Einstiegsmaterials eingegangen. Falls vor den Mineralien die Gesteine der Erde durchgenommen wurden und in Magmatite, Metamorphite und Sedimente/Sedimentgesteine unterteilt wurden, könnte z.B. näher auf die „**Minerale der Sedimente**“ (Kapitel 3.8.) eingegangen werden (mit Namenskärtchen und konkreten Mineralstücken).

Zusammenfassungen und Bemerkungen zu den Beispielen für Versuche (Kapitel 3.9.):

Zuerst werden in diesem Kapitel physikalische (Kapitel 3.9.1.), danach morphologische Eigenschaften (Kapitel 3.9.2.) und zum Schluss Verwendungen von Mineralien (Kapitel 3.9.3.) besprochen.

Die **physikalischen Eigenschaften** sind weiters unterteilt in: äußere optische Kennzeichen (Glanz und Farbe), mechanische Eigenschaften (Mohssche Härteskala, Spaltbarkeit und Bruch, elastische und plastische Deformierbarkeit), Magnetismus, elektrische Leitfähigkeit und Dichte von Mineralien.

Das Kriterium „**Glanz**“ ist eine nicht ganz objektiv zu bestimmende Eigenschaft von Mineralien. Das Problem besteht darin, dass jede frisch angeschlagene Fläche eines Minerals glänzt.

Deshalb ist es sehr wichtig, wirklich eindeutige Minerale zur Verfügung zu stellen, damit die Schüler nicht unnötig verwirrt werden.

Was jeder einzelne unter Glas-, Perlen-, Seiden- und Fettglanz versteht, wird auch nicht immer übereinstimmen. Ich habe dieses Thema trotzdem nicht ausgelassen,

da in jedem Mineralien- und Bestimmungsbuch dieses wichtige Bestimmungskriterium zu finden ist.

Die „**Farbe**“ eines Minerals kann schon mit jungen Schülern durchgenommen werden. Gerade Farben ziehen Kinder magisch an wodurch Minerale zu faszinierenden Gegenständen werden können.

Den ausgeprägten Ordnungssinn von Kindern kann man zusätzlich durch das konkrete Zuordnen (Mineralstück zu seiner Strichfarbe) in dieser Arbeit zufrieden stellen.

Einen großen Überraschungseffekt werden allochromatische Minerale ausüben (die Strichfarbe und die Farbe des Minerals stimmen nicht überein), wodurch der Forschergeist gefördert werden kann.

Die **Mohssche Härteskala** ist ein Begriff, den jeder Schüler sicherlich schon einmal gehört hat. Durch das selbstständige Austesten der Härte dieser bestimmten Minerale, wird es keinem Schüler mehr schwer fallen, diesen Begriff zu erklären. Viele Schüler erstaunt natürlich auch die Tatsache, dass „Steine“ so weich sein können.

Magnetismus und **elektrische Leitfähigkeit** sind spezielle Mineraleigenschaften, die man Schülern nicht vorenthalten darf, da sie auch mit relativ einfachen Mitteln nachzuweisen sind.

Die **Dichtebestimmung** ist ein physikalisches Thema, das man daher mit dem Physikunterricht koppeln könnte. Wahrscheinlich macht es den Schülern auch mehr Spaß die Dichte von Mineralen zu berechnen, als die Dichte von einem abgebildeten Körper. Dadurch wird der Begriff „Dichte“ auch wirklich verstanden und erlebt!

Als Zusatzmaterial und praktische Anwendung zu diesem Thema wird das Goldwaschen vorgestellt.

Eine weitere Möglichkeit für Fächer-übergreifenden Unterricht stellt das Thema „**Tracht** der Minerale“ dar. Es handelt sich dabei um die Gesamtheit der Flächen

und könnte somit gut mit der Flächenberechnung im Mathematikunterricht gekoppelt werden.

Die **Verwendung von Mineralen** zeigt den Schülern wozu wir Menschen diese Rohstoffe brauchen. Damit kann ein Bezug zum Alltag hergestellt werden, welcher in der Didaktik so oft wie möglich angestrebt werden sollte.

Bemerkungen zu den zusätzlichen Freiarbeitsmaterialien zur Wiederholung und Festigung (Kapitel 6):

Diese Materialien dürfen wirklich erst dann eingesetzt werden, wenn Themen mit „echten“ Mineralen durchgearbeitet wurden. Ebenso müssen alle Eigenschaften von Mineralen verstanden worden sein. Diese Materialien dürfen auf keinen Fall zur Erarbeitung des Lehrstoffes dienen! Sie dienen ausschließlich zur Wiederholung und Festigung!

Der **LÜK-Kasten** (Kapitel 4.1.) stellt ein einfaches Überprüfungsmedium des Wissens dar, das von den Schülern sehr gerne in Anspruch genommen wird. Es gibt ihn in verschiedenen Größen, so dass er auch von Kindern, die mit der Feinmotorik Probleme haben, benutzt werden kann. Die Darstellung der Lösung mittels eines farbigen Musters, ist meiner Meinung nach sehr „kindgerecht“.

Gummispann-Bretter (Kapitel 4.2.) können leicht selber gebastelt werden und sind daher eine günstige Variante für ein Material. Die Einschiebezettel werden mit dem Computer oder mit der Hand gestaltet. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, Bilder auszuschneiden und aufzukleben.

Beim **Domino** (Kapitel 4.3.) könnte das Argument auftauchen, dass auf einem Dominostein/-plättchen das Bild eines Minerals zu sehen ist, jedoch nicht der dazupassende Name. Es könnte das Bild mit einem falschen Namen assoziiert

werden. Deshalb ist es bei diesem „Spiel“ sehr, sehr wichtig die Namen und Minerale schon zu kennen. Es darf auf keinen Fall als Lernmaterial eingesetzt werden, sondern lediglich zur Wiederholung.

Das **Mineral-Memory** (Kapitel 4.4.) kann in verschiedenen Schwierigkeitsstufen angeboten werden (gleiche Bilder, Bild und Formel oder gleiche Handstücke). Natürlich wird hier vordergründig das Gedächtnis der Schüler trainiert, aber durch das häufige Anschauen der Mineralbilder, und eventuell auch der Formeln, werden sich auch diese einprägen.

Beim **Quartett** (Kapitel 4.5.) stehen auch andere Namen auf der jeweiligen Karte, doch der richtige ist hervorgehoben. Daher können das Bild und der Name besser in Zusammenhang gebracht werden.

Der **Spielplan** für das Mineralspiel (siehe Anhang) wurde so klein gewählt, da es sich nur um ein Beispiel handeln soll. Ein richtiger Spielplan müsste mindestens die Größe eines A3-Blattes besitzen.

Bei den Spielregeln könnte darüber diskutiert werden, ob Nichtwissen einer Antwort mit Zurückziehen der Spielfigur „bestraft“ werden soll oder nicht. Ich persönlich würde es nicht verlangen, da ich für die Variante „Wissen soll belohnt werden“ eintrete und somit eine positive Verstärkung ermöglicht wird.

5.5. Übersicht über einen möglichen didaktischen Aufbau des Themas „Mineralogie“:

1. Sonnensystem
2. Aufbau der Erde (siehe 3.6.)
3. Plattentektonik: Konvektionszellen, Kontinentalverschiebung, Gebirgsbildung, Vulkanismus
4. Gesteine (Magmatite, Metamorphite, Sedimente/Sedimentgesteine)
5. Häufigkeit von Gesteinen in der Erdkruste (siehe 3.8.)
6. Häufigkeit von Mineralien in der Erdkruste (siehe 3.6.)
7. Systematik der Minerale (siehe 3.2.)
 - Das Reich der Mineralien (siehe 3.2.1.)
 - Unterteilung der Silikate (siehe 3.2.2.)
 - Inselsilikate (siehe 3.2.3.)
 - Die Elemente (siehe 3.2.4.)

Folgende Themen können danach in beliebiger Reihenfolge ausgewählt werden:

- Besondere Mineraleigenschaften und ihre Anwendung (siehe 3.3.)
- Diamanten (siehe 3.4.)
- Kristallsysteme (siehe 3.5.)
- Heilwirkung von Mineralen (siehe 3.7.)

6. Literaturverzeichnis

- BAHLBURG, Heinrich; BREITKREUZ, Christoph: Grundlagen der Geologie. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1998
- BECKER-TEXTOR, Ingeborg (Hrsg.): Kinder, Sonne, Mond und Sterne. Kosmische Erziehung. Herder. Freiburg, 2000
- BORCHARDT, Rüdiger; TUROWSKI, Siegfried: Symmetriellehre der Kristallographie. Modelle der 32 Kristallklassen zum Selbstbau. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. Oldenbourg, 1999
- ECKERT, Ela: Maria und Mario Montessoris Kosmische Erziehung. Vision und Konkretion. Julius Klinkhardt. Rieden, 2001
- ECKERT, Ela; WALDSCHMIDT, Ingeborg (Hg.): Kosmische Erzählungen in der Montessori-Pädagogik. LIT Verlag. Berlin, 2006
- EDITION METHUSALEM: Das Große Lexikon der Heilsteine, Düfte und Kräuter. Methusalem Verlag. Neu-Ulm. 3. Auflage, 1995
- EICHELBERGER, Harald: Handbuch zur Montessori-Didaktik. Studien-Verlag. Wien, 3. Auflage 1999
- EICHELBERGER, Harald (Hrsg.): Lebendige Reformpädagogik. Studien-Verlag. Innsbruck-Wien, 1997
- ESSER, Barbara; WILDE, Christiane: Montessori-Schulen. Zur Grundlage und pädagogischer Praxis. Rowohlt. Reinbek bei Hamburg, 2000
- FISGUS, Christel; KRAFT, Gertrud: Hilf mir, es selbst zu tun! Montessoripädagogik in der Regelschule. Auer. Donauwörth, 7. Auflage 2000
- HAMMERER, Franz: Maria Montessoris pädagogisches Konzept. Anfänge der Realisierung in Österreich. Verlag Jugend & Volk. Wien 1997
- HEILAND, Helmut: Maria Montessori. Rowohlt. Reinbek bei Hamburg, 1991
- HELLMICH, Achim; TEIGELER, Peter (Hrsg.): Montessori-, Freinet-, Waldorfpädagogik. Konzeption und Praxis. Beltz Verlag. Weinheim und Basel, 4. Auflage 1999
- HOCHLEITNER, Rupert: Mineralien. Die schönsten Mineralien und Kristalle. Bestimmen, kennenlernen, sammeln. Gräfe und Unzer Verlag. München, 1992

- HOCHLEITNER, Rupert; VON PHILIPSBORN, Hennig; WEINER, Karl Ludwig:
Minerale. Bestimmen nach äußeren Kennzeichen. E.
Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 3. Auflage
1996
- JAKOBER, Norbert: Mineralien und Edelsteine. Neuer Kaiser Verlag.
Klagenfurt, 1998
- KOSMOS: Natur-Quiz. Mineralien – Entdecken und Bestimmen. Kosmos Verlag.
Stuttgart, 2000
- KRIEGER, Claus Georg: Mut zur Freiarbeit. Praxis und Theorie für die
Sekundarstufe. Schneider Verlag. Hohengehren. 2. Auflage,
1998
- LIEBER, Werner: Mineralogie in Stichworten. Verlag Ferdinand Hirt. Kiel, 2.
Auflage, 1979
- LUDWIG, Harald (Hrsg.): Erziehen mit Maria Montessori. Ein
reformpädagogisches Konzept in der Praxis. Herder. Freiburg, 3.
Auflage, 2000
- MARESCH, Walter; MEDENBACH, Olaf: Gesteine. Mosaik Verlag. München,
1987
- MEDENBACH, Olaf und Maria: Mineralien. Erkennen und bestimmen.
Mosaik Verlag. Niederhausen, 2001
- MEISTERJAHN-KNEBEL, Gundula: Montessori-Pädagogik in der weiterführenden
Schule. Herder. Freiburg, 2003
- MONTESORI, Maria: Das kreative Kind. Der absorbierende Geist.
Herausgegeben und eingeteilt von Prof. Dr. Paul Oswald und
Prof. Dr. Günter Schulz-Bensch. Herder. Freiburg. 15. Auflage,
1972
- MONTESORI, Maria: Die Entdeckung des Kindes. Hrsg. v. P. Oswald, G.
Schulz-Benesch. Herder. Freiburg. 15. Auflage, 2001
- MONTESORI, Maria: Kinder sind anders. dtv. München. 18. Auflage, 2001
- MONTESORI, Maria: Kosmische Erziehung. (Die Stellung des Menschen im
Kosmos – Menschliche Potentialität und Erziehung – Von
der Kindheit zur Jugend) Herausgegeben und eingeleitet von
Paul Oswald und Günter Schulz-Benesch, Herder. Freiburg,
1988
- MONTESORI, Maria: Schule des Kindes. Montessori-Erziehung in der
Grundschule. Herausgegeben und eingeteilt von Prof. Dr.
Paul Oswald und Prof. Dr. Günter Schulz-Bensch. Herder.

- Freiburg. 6. Auflage, 1976
- MONTESORI, Maria: Werkbrief 4: Vortrag von Maria Montessori anlässlich der Eröffnung der Hall of Liberty (New York, 1985)
- MONTESORI, Maria: Spannungsfeld Kind-Gesellschaft-Welt. Herder. Freiburg, 1979
- NICKEL, Erwin: Grundwissen in Mineralogie. Teil 1: Grundkursus. Ott Verlag. Thun. 4. Auflage, 1992
- PAGEL-THEISEN, Verena: Diamanten-Fibel. Handbuch der Diamanten-Graduierung. Verlag Heide Schmalz. 9. Auflage, 2002
- READER'S DIGEST: Universal Lexikon. Bertelsmann Lexikon Verlag. Gütersloh/München, 2000
- RÖSLER, Hans Jürgen: Lehrbuch der Mineralogie. Spektrum Akademischer Verlag. 5. Auflage, 1991
- SCHRÖCKE, Helmut; WEINER, Karl-Ludwig: Mineralogie. Ein Lehrbuch auf systematischer Grundlage. Walter de Gruyter. Berlin. New York, 1981
- SCHUMANN, Walter: Mineralien aus aller Welt. blv. München. 4. Auflage, 2002
- STEENBERG, Ulrich: Montessori-Pädagogik im Kindergarten. Profile für Kitas und Kindergärten. Verlag Herder Freiburg im Breisgau. Freiburg, 2002
- STEENBERG, Ulrich: Kinder kennen ihren Weg. Ein Wegweiser zur Montessori-Pädagogik. Verlag Klemm & Oelschläger, Ulm und Kinders Verlag. Ulm. 5. Auflage, 2001
- STRÜBEL, Günter: Einführung in die Mineralogie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Darmstadt, 1986
- STRÜBEL, Günter: Mineralogie. Grundlagen und Methoden. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart. 2. Auflage, 1995
- VON OY, Clara Maria: Montessori-Material zur Förderung des Entwicklungsgestörten und des behinderten Kindes. Programm Ed. Schindele. Heidelberg, 3. Auflage 1996
- VOGEL, Detlev: Montessori-Erziehung – wie geht das? Herder. Freiburg, 2001
- WENINGER, Brigitta: Auf neuen Wegen lernen. Montessori-Pädagogik für Schüler ab 10 Jahren. Auer. Donauwörth. 1. Auflage, 1999

7. Anhang

„Schulliste“

GEOLAB Schülerbeihft

Anhang zu 3.2. Systematik der Mineralien*

Anhang zu 3.2.2. Unterteilung der Silikate*

Anhang zu 3.2.3. Inselsilikate*

Anhang zu 3.3. Besondere Mineraleigenschaften und ihre
Anwendung*

Anhang zu 3.4. Diamanten*

Anhang zu 3.5. Kristallsysteme*

2 Faltmodelle für Kristallsysteme

Spielplan

Zusammenfassung

Lebenslauf

Schulliste:

Volksschule Eslarngasse
Eslarngasse 23, 1030 Wien

Volksschule Prückelmayrgasse
Prückelmayrgasse 41-43, 1230 Wien

Schule Montessori-Verein Hütteldorf
Hüttelbergstr. 5, 1140 Wien

Montessori-Kindergruppe Baden
Elisabethstr. 23, 2500 Baden

PVS-Libo-Montessori-Schule
Barmhartstalweg 13, 2344 Maria Enzersdorf

BG und BRG Linzer Straße
Linzer Str. 146, 1140 Wien

BBA SOZPÄD und BAKIPÄD
Dr. Theodor-Körner-Str. 8, 3100 St. Pölten

BG und BRG 10
Ettenreichgasse 41-43, 1100 Wien

BRG Brigittenauer Gymnasium
Karajang. 14, 1200 Wien

BRG Franklinstr. 21
Franklinstr. 21, 1210 Wien

GEOLAB

Mein erstes Geologie-Labor[©]

ANLEITUNG:

Nimm nur die Mineralien oder Gesteine heraus, die du gerade bearbeiten sollst, einige werden im GEOLAB bleiben.

Sortiere alle Bestandteile des GEOLAB am Ende der Stunde wieder richtig ein. Beachte dazu die Vorlage im Deckel.

EXPERIMENT 1: WIE VERWITTERN DIE GESTEINE?

Dieses Experiment zeigt, wie chemische Vorgänge die Landoberfläche verändern. Schwache Säuren im Grundwasser können zum Beispiel Gestein lösen und zersetzen. In diesem Experiment können wir beobachten, wie ein Gestein – in unserem Fall Kalkstein – von Essig oder einer anderen schwachen Säure angegriffen wird.

Du hast in deinem GEOLAB ein weißes Filmdöschen mit schwarzem Deckel und ein schwarzes Filmdöschen mit schwarzem Deckel. Fülle aus dem schwarzen Döschen den Kalksplitt ca. 1/2 cm hoch in das weiße Döschen um. Gieße etwas Essig (1–2 cm) oder verdünnte Salzsäure dazu und beobachte was geschieht.

Danach stellst du das weiße Gefäß zur Seite und deckst es locker mit dem schwarzen Deckel ab. Du brauchst es erst wieder nach den anderen Versuchen. Das schwarze Döschen verschließt du gut und gibst es in das GEOLAB zurück.

1 Was kannst du beobachten, sobald die Säure über die Kalkstückchen geschüttet wird?

Die Blasen, die du siehst, sind Kohlendioxid, ein Gas, das entsteht, wenn die Säure mit dem Kalkstein reagiert.

EXPERIMENT 2: WIR LERNEN MINERALE KENNEN

Minerale sind einheitlich aufgebaut (aus Atomen oder Ionen), kommen häufig in Kristallform vor und sind die Bestandteile der Gesteine.

Gesteine bestehen aus Mineralen und können sehr einheitlich aussehen.

Das heißt, dass ein Mineral an jeder Stelle dieselbe chemische Zusammensetzung hat. Deshalb besitzt ein Mineral eine ganz regelmäßige innere Ordnung. Manchmal erkennt man diese an der Kristallform.

2 Fällt dir ein Mineral ein, dessen Kristalle man sehen kann?

Kristalle kann man sogar züchten. Züchte zu Hause Kristalle und bringe sie in den Unterricht mit. Dazu brauchst du eine gesättigte Lösung, z.B. Salzwasser. Gib in ein Glas heißes Wasser so viel Kochsalz, bis sich das Salz nicht mehr ganz auflöst. Binde einen Faden an ein Holzstäbchen und lege das Holzstäbchen so auf das Glas, dass der Faden in die Salzlösung hängt und fast bis an den Boden des Glases reicht. Wenn das Wasser verdunstet, werden sich an dem Faden wunderbare Kristalle festsetzen. Geduld, es dauert einige Zeit!

3 Welche Form haben deine Kristalle?

Steinsalz ist also ein Mineral, das Kristalle mit Flächen bildet. Viele Minerale lassen sich an ihrer Kristallform erkennen.

EXPERIMENT 3: WIR BESTIMMEN MINERALE

Es gibt etwa 4000 Minerale. 9 davon werden nun untersucht.

Dazu nimmst du die Minerale aus folgenden Fächern heraus und legst sie vor dir auf:

① ② ③ ④ ⑧ ⑪ ⑮ ⑲ ⑳ ㉔

Die Namen der Minerale sollst du selbst herausfinden, indem du die Stücke bestimmst.

Für die Untersuchungen brauchst du die Mineralbestimmungstafel.

Test 1: Farbe

Sortiere die Minerale zuerst nach ihrer Farbe oder Durchsichtigkeit. 5 Stücke sind hell oder durchsichtig, 4 sind undurchsichtig, eines davon ist goldfarbig. Lege die Minerale auf der Tafel an die richtige Stelle in der Spalte „Farbe“. Das goldfarbige Mineral kann auf dem Pfeil nach rechts geschoben werden – und du hast bereits das erste Mineral bestimmt.

4 Es hat noch einen anderen Namen: Katzensgold. Doch der Name ist irreführend. Warum?

Test 2: Magnetismus

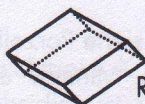
Eines der 3 grauglänzenden Minerale ist magnetisch. Das kannst du leicht mit dem Magnet herausfinden. Wieder führt dich ein Pfeil zum richtigen Namen des Minerals.

5 Aus diesem Mineral kann man Eisen gewinnen. Wie nennt man ein Gestein, aus dem man Metall gewinnen kann?

Die beiden anderen dunklen Minerale kommen vorläufig auf das Feld für den Dichtetest.

Test 3: Kristalle

Schau auf die hellen und durchsichtigen Minerale. Eines ist als Rhomboeder gewachsen – es sieht aus wie ein zusammengedrückter Würfel.



Rhomboeder

Wenn du dieses Mineral entlang des Pfeils nach rechts verschiebst, hast du schon wieder ein Mineral bestimmt.

Ein weiteres helles Mineral besteht aus dünnen Plättchen. Wenn du dieses nach rechts schiebst, findest du seinen Namen. Die anderen drei hellen Minerale müssen bis zum Härtetest warten.

Test 4: Dichte

Nimm in jede Hand eines der beiden dunklen Minerale, die du noch nicht bestimmt hast.

Eines davon ist im Vergleich zu seiner Größe deutlich schwerer. Daraus kannst du schließen: das schwerere Mineral hat die größere Dichte. Dieses schiebst du auf dem Pfeil ans rechte Ende der Tafel und du hast wieder ein Mineral bestimmt.

Sein Name verrät dir, welches Metall man daraus gewinnen kann.

Das weniger dichte Mineral (das leichtere) kannst du nun ebenfalls nach rechts schieben, um seinen Namen zu erfahren.

Jetzt hast du nur noch drei Minerale zu bestimmen. Machen wir noch zwei Untersuchungen.

Test 5: Härte

Nimm jedes der drei hellen Minerale und versuche damit Glas zu zerkratzen.

Nimm dazu ein altes Marmeladenglas. Wenn du mit anderen zusammen arbeitest, sollte es jeder von euch versuchen, damit ihr das richtige Gefühl dafür bekommt. Achtung: Einen richtigen Kratzer könnt ihr mit dem Fingernagel fühlen, es muss eine feine Rille im Glas entstehen!

Nur eines der drei hellen Minerale ist härter als Glas – und wieder hast du ein Mineral bestimmt.

Test 6: Geschmack

Eines der beiden verbleibenden Minerale schmeckt salzig. Tauche deinen Finger in Wasser, tupfe damit das Mineral ab und koste. Dann schiebe das salzige Mineral ans Ziel.

6 Wozu, glaubst du, wird dieses Mineral verwendet?

7 Kennst du Orte in Österreich, wo Salz abgebaut wird?

Jetzt kannst du das letzte Mineral ans Ziel schieben. Um ganz sicher zu gehen musst du es mit dem Fingernagel ritzen können. Es ist eines unserer weichsten Minerale.

Gratulation! Du hast neun Minerale selbst bestimmt.

EXPERIMENT 4: DIE EIGENSCHAFTEN DER MINERALE

Einige von den bestimmten Mineralen sollst du dir noch genauer anschauen.

Grafit

Nimm den Grafit und mache damit einen Strich auf Papier.

8 Wofür, glaubst du, wird Grafit verwendet?

Grafit fühlt sich ähnlich an wie Seife. Er wird auch als Schmiermittel verwendet.

Pyrit

Obwohl der Pyrit goldfarben ist, sieht sein Strich auf der unglasierten Porzellanoberfläche anders aus. Nimm die alte Sicherung zur Hand und mache einen Strich mit dem Pyrit darauf.

9 Welche Farbe hat der Strich?

Talk

Talk kann man leicht mit dem Fingernagel abkratzen. Ein wenig Pulver zwischen den Fingern zerrieben, wird dich an deine früheste Kindheit erinnern.

10 Weißt du wozu es verwendet wird?

Heller Glimmer

Dieses Mineral ist durchsichtig und hitzefest. Es wird zur Herstellung von Hochofenfenstern verwendet. Es ist sehr gut spaltbar, aber schaue es bitte nur an, versuche nicht, es zu spalten.

Kalkspat, Doppelspat

Zeichne auf ein Blatt Papier ein Kreuz.

Nimm nun den Calcitkristall und lege ihn über dein gezeichnetes Kreuz.

11 Was siehst du?

12 Was passiert mit dem Kreuz, wenn man den Kristall auf dem Papier dreht?

Hast du dir überlegt, wieso man zwei Kreuze sieht?

Hier die Erklärung:

Das Licht wird beim Durchgang durch einen Calcitkristall in zwei Strahlen geteilt, so dass das Kreuz für das Auge doppelt erscheint.

EXPERIMENT 5: WIR NEHMEN DREI MINERALE GENAUER UNTER DIE LUPE

Aus welchen der bereits besprochenen Minerale könnte Sand bestehen? Du findest ihn im weißen Filmdöschen mit dem weißen Deckel.

Nimm die Lupe zur Hand und betrachte die Körnchen.

13 Kannst du die Körnchen sehen? Sehen sie aus wie kleine Glassplitter oder sind sie rund? Aus welchen Mineralen könnte dieser Sand bestehen?

Jetzt gibt es nur noch ein Mineral, das du noch nicht untersucht hast. Du findest es im Fach 19. Es kann weiß, rosa, grau oder auch hellbraun sein.

**14 Welche Farbe hat dein-
es? Siehst du die schimmernden Kristallflächen?**

Das Mineral ist ein Feldspat.

Im Fach 7 findest du ein Mineral, das dunkel glitzert. Teste es auf Magnetismus.

15 Ist es magnetisch?

Nimm das unglasierte Porzellan in die Hand und versuche, mit dem Mineral einen Strich darauf zu machen.

16

Welche Farbe hat der Strich?

Das Mineral heißt Hämatit. Es ist ein wichtiges Eisen-
erz. Dieser Hämatit stammt aus Waldenstein in
Kärnten, einem der letzten Bergbaue in Österreich.

**EXPERIMENT 6:
GESTEINE**

Wie du schon erfahren hast, bestehen Minerale aus
Atomen oder Ionen (Seite 1!). Woraus, glaubst du,
bestehen Gesteine?

17

**Suche im GEOLAB ein Gestein, das aus Feldspat,
Quarz und dunklem Glimmer besteht!**

Schau dir den Stein mit der Lupe an.

18

**Woran kannst du jedes der drei Minerale
erkennen?**

Wenn eine Gesteinsschmelze tief im Erdinneren ganz
langsam auskühlt, können die Minerale auskristalli-
sieren. Der Granit, den du gerade untersucht hast, ist
auf diese Weise entstanden.

Ein anderes Gestein im GEOLAB hat etwa dieselbe
Zusammensetzung wie der Granit. Genauso wie der
Granit war auch dieses Gestein eine flüssige Schmel-
ze. Aber es ist nicht, wie der Granit, im Erdinneren
erstarrt, sondern durch einen Vulkan schnell an die
Oberfläche gelangt und hier rasch erkaltet. Und zwar
so rasch, dass die Minerale nicht auskristallisieren
konnten und ein schwarzes Glas entstanden ist.

19

**Suche im GEOLAB den schwarzen glasartigen Stein
mit scharfen Kanten!**

Er heißt Obsidian.

Obsidian wurde früher von den Menschen verwen-
det, um scharfe Klingen, Pfeilspitzen und Schaber
herzustellen. Daher eine Warnung: schneide dich
nicht in den Finger, Obsidian kann sehr scharf sein!

20

**Weißt du wie die Zeit genannt wird, in der die
Menschen Steinwerkzeuge verwendet haben?**

Granit hat große, gut sichtbare Kristalle, weil er
langsam abgekühlt ist. Obsidian ist zu Glas erstarrt,

weil er sehr rasch erkaltet ist.

Im GEOLAB ist noch ein anderes schwarzes Gestein.
Es ist nicht glänzend wie Obsidian, sondern matt. Es
ist ein weiteres vulkanisches Gestein, der Basalt.
Basalt enthält so feinkörnige Minerale, dass man sie
auch mit der Lupe nicht mehr sieht. Erst im Mikroskop
kann man sie erkennen. Dein Basalt stammt von
einem längst erloschenen Vulkan aus der Steiermark.

21

Kennst du den Namen eines Vulkans?

Im GEOLAB findest du ein helles Gestein, das viel
leichter ist als alle anderen. Suche dieses Leicht-
gewicht unter den Gesteinen im GEOLAB. Schau dir
diesen Stein mit der Lupe an und versuche zu klären,
warum er so leicht ist.

Fülle dein Glasgefäß $\frac{3}{4}$ voll mit Wasser.

22

**Was passiert, wenn man das leichte Gestein ins
Wasser legt?**

23

Was passiert, wenn es lange im Wasser treibt?

Dieses leichte Gestein heißt Bimsstein. Wie Obsidian,
bildet sich Bimsstein beim raschen Erkalten an der
Erdoberfläche. Auch Bimsstein ist daher ein vulkani-
sches Gestein. Die vielen kleinen Gasblasen bilden
sich, weil die Schmelze so rasch an die Oberfläche
gelangt, dass sie aufschäumt wie Schlagobers.

Bimsstein ist ein Rohstoff, der fein pulverisiert in
Poliermitteln, in Handwaschpaste für stark schmutzige
Hände oder in Leichtbeton enthalten ist. Vielleicht
hast du sogar einen Bimsstein zu Hause in deinem
Badezimmer. Hast du oder kennst du „stone-washed“
Jeans? Diese sind mit Bimsstein gewaschen.

**EXPERIMENT 7:
FOSSILIEN**

Das GEOLAB enthält drei Stücke mit Fossilien. Schau
sie dir genau an. Fossilien sind erhalten gebliebene
Reste von Tieren oder Pflanzen, die vor langer Zeit,
manche vor vielen Millionen Jahren, gelebt haben.

Eines der Fossilien sieht einer heutigen Schnecke ähn-
lich. Es ist auch eine Schnecke, allerdings aus einer
Zeit, in der das Wiener Becken von einem See erfüllt

war. Diese Schnecke ist also eine fossile Wasserschnecke. Ihr wissenschaftlicher Name ist *Melanopsis*. Die Schnecke stammt aus dem Miozän.

- 24 Suche in der geologischen Zeittabelle auf der letzten Seite das Alter des Miozäns. Wie alt ist dieses Fossil?**

Ein zweites Stück besteht aus Muschel- und Schnecken-schalen, die fest zu einem Stein zusammengepackt sind. Dieser Stein ist eine Brekzie (besteht aus vielen eckigen Teilen).

- 25 Schau dir das Stück mit der Lupe an und versuche, Muscheln und Schnecken zu erkennen!**

Das dritte Fossil ist ein Stück Braunkohle aus dem Miozän. In der Zeittabelle kannst du wieder das Alter erfahren. Die Kohle hat sich aus Pflanzen gebildet. Sie wurden unter Wasser, Sand und Schlamm begraben, dadurch ist das Holz nicht verfault, sondern zu Braunkohle geworden.

- 26 Sieh dir die Holzfasern unter der Lupe an! Weißt du, wozu Braunkohle verwendet werden kann?**

Die Kohle stammt aus dem mittlerweile aufgelassenen letzten österreichischen Braunkohle-Bergwerk von Köflach-Voitsberg in der Steiermark.

ZURÜCK ZUM EXPERIMENT 1: VERWITTERUNG

Nimm den Deckel von dem Gefäß mit dem Essig und den Kalksteinsplittern. Rühre mit einem Stäbchen um oder schüttle das Döschen mit fest geschlossenem Deckel und beobachte, was passiert.

- 27 Hat sich die Flüssigkeit (Essig, verdünnte Salzsäure) verändert? Oder das Gestein?**

Erklärung

Wenn wir Kalkstein mit einer Säure zusammenbringen, wird er langsam aufgelöst. Regenwasser ist ebenfalls eine schwache Säure, weil sich in den Regentropfen Kohlendioxid löst, das in der Luft enthal-

ten ist. Das Grundwasser sickert durch den Boden und löst Kalkstein im Untergrund auf. So entstehen unsere Höhlen in den Kalkbergen. Die gelösten Minerale geben dem Wasser seinen Geschmack.

Wenn du den Versuch beendet hast, leerst du unter fließendem Wasser die Säure in den Abfluss und schüttest die restlichen Kalksteinchen in einen Mistkübel. Das Döschen spülst du mit Wasser gut aus und verschließt es mit dem schwarzen Deckel.

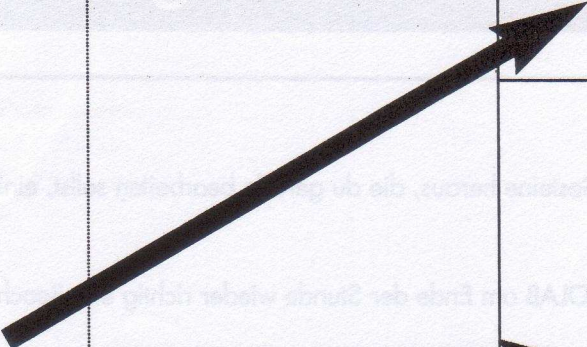


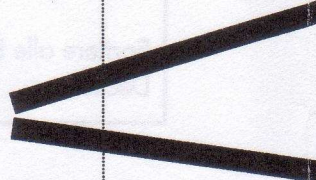



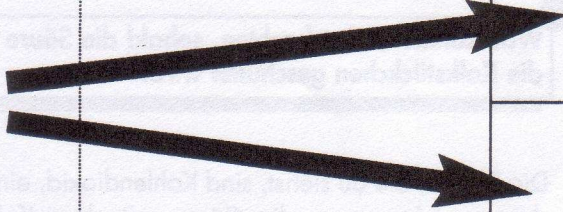
- 28 Kennst du eine Höhle in Österreich?**

Du hast sicher schon von hartem bzw. weichem Wasser gehört. Die Härte des Wassers entsteht durch darin gelöste Minerale.

Wenn Granit mit der Zeit verwittert, lösen sich auch Glimmer und sogar Feldspat im Regenwasser sehr langsam auf und bilden neue Minerale. Diese sind im Ton enthalten, aus dem unsere Ziegel gebrannt werden.

- 29 Was glaubst du, passiert mit dem Quarz, wenn Feldspat und Glimmer verwittern?**

Am Ende unseres Kurses in GEO-logischem Beobachten noch ein Hinweis: diese Vorgänge mit Wasser funktionieren natürlich nur in einem Land mit genügend Regen. Es gibt Zonen auf der Erde, wo jahrelang kein Tropfen Regen fällt. Aber auch dort verwittern die Gesteine und es gibt Sand. Gesteine verwittern nämlich ebenfalls durch den Einfluss von extremer Temperatur (heiß/kalt) und Wind. So entstehen z. B. Wüsten.

FARBE	MAGNETISMUS	KRISTALLE	DICH
hell oder durchsichtig		Rhomboeder 	
		anders gestaltet	
		dünne Plättchen	
goldfarben			
nicht durchsichtig	magnetisch		
			hohe D (schw)
	nicht magnetisch		geringe (leic)

TIMMUNGSTAFEL

DICHTE	HÄRTE	GESCHMACK	NAME
			KALKSPAT DOPPELSPAT
	härter als Glas		QUARZ
	weicher als Glas	salzig	STEINSALZ
		geschmacklos	TALK
			HELLGLIMMER
			PYRIT
			MAGNETIT
hohe Dichte (schwer)			BLEIGLANZ
niedrige Dichte (leicht)			GRAFIT

GEOLOGISCHE ZEITTABELLE

ÄRA	PERIODE	EPOCHE	ALTER IN MILLIONEN JAHREN
KÄNOZOIKUM	QUARTÄR	HOLOZÄN	0,012
		PLEISTOZÄN	1,8
	NEOGEN	PLIOZÄN	5,3
		MIOZÄN	24,0
	PALÄOGEN	OLIGOZÄN	34,0
		EOZÄN	55,0
		PALEOZÄN	65,0
MESOZOIKUM	KREIDE		142,0
	JURA		205,0
	TRIAS		250,0
PALÄOZOIKUM	PERM		290,0
	KARBON		354,0
	DEVON		417,0
	SILUR		443,0
	ORDOVIZIUM		495,0
	KAMBRIUM		545,0
PROTEROZOIKUM			2.500,0
ARCHAIKUM			4.600,0



Zu diesem Heft:
 nach: „Geology“ von Eric. L. Bandurski aus der Serie
 „Science Enrichment“
 © 1998 Hands-On Science, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA

Übersetzt und österreichischen Bedingungen angepasst durch:
 Dr. Herbert Summesberger,
 Österreichische Geologische Gesellschaft
 Dr. Vera M. F. Hammer,
 Österreichische Mineralogische Gesellschaft
 Mag. Ruth Meindl, BRG 16, Maroltingergasse
 Mag. Dr. Elisabeth Grünweis, GRG 19, Billrothgymnasium
 Mag. Gertrude Zulka-Schaller,
 NHM Wien, Museumspädagogik

© 2002 Österreichische Geologische Gesellschaft



Minerale sind homogene natürliche Festkörper der Erde, des Mondes und anderer Himmelskörper.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, sind Minerale anorganisch und kristallisiert.

Gediegene Elemente sind Minerale, die nur aus einem einzigen chemischen Element gebildet werden.

Darunter befinden sich Metalle (meist legiert), Halb- und Nichtmetalle.

Hierzu zählen etwa zwanzig Minerale (z.B. Kupfer, Silber, Gold, Eisen, Schwefel, Graphit, Diamant).

Sulfide, Arsenide und komplexe Sulfide (Sulfosalze) stellen den größten Teil der Erzminerale. Es handelt sich bei diesen Mineralen um Verbindungen von Metallen mit Elementen wie Schwefel, Arsen,...

Alle geben auf rauer Porzellanplatte einen diagnostisch verwertbaren Strich bei der Mineralbestimmung nach äußeren Kennzeichen. Die Unterteilung erfolgt nach Gruppen mit abnehmendem Metall-Nichtmetall-Verhältnis.

Bei den **Halogeniden** handelt es sich um Verbindungen der so genannten Halogene („Salzbildner“) mit Metallen. Die in der Natur am häufigsten vorkommenden Halogene sind Chlor und Fluor, während die Elemente Brom und Jod seltener anzutreffen sind.

Als **Oxide** betrachtet man jene Minerale, bei denen sich Sauerstoff an ein oder mehrere Metalle bindet.

Durch Unterschiede in ihrem Metall-Sauerstoff-Verhältnis $X:O$ zeichnen sich mehrere Verbindungstypen ab.

Hydroxide sind durch das Vorhandensein einer OH-Gruppe anstelle eines Sauerstoffatoms charakterisiert.

Karbonate besitzen einen inselartigen Anionenkomplex $[CO_3]^{2-}$.

Sie stellen den Hauptbestandteil der sedimentären Gesteine.

Die Karbonate werden in der Industrie vielfältig eingesetzt (Erzeugung von Baustoffen und feuerfesten Produkten; in der Keramikindustrie).

Sulfate sind durch ihren $[\text{SO}_4]$ -Komplex charakterisiert.

Ist S durch Cr, Mo oder W ersetzt, so liegen **Chromate**, **Molybdate** bzw. **Wolframate** vor.

Als Gesteinsbildner sind die Mineralien dieser Klasse nicht von Bedeutung - mit zwei gewichtigen Ausnahmen: Gips und Anhydrit.

Die Minerale der **Phosphate** weisen $[\text{PO}_4]$ -Gruppen, jene der **Arsenate** $[\text{AsO}_4]$ -Gruppen und **Vanadate** $[\text{VO}_4]$ -Gruppen auf.

Viele Vertreter dieser Klasse haben die gleiche allgemeine Formel, wobei Phosphor durch Arsen bzw. Vanadium ersetzt wird.

Der wichtigste Vertreter der Phosphate ist der Apatit, der in kleinen Mengen in so gut wie allen Magmatiten vorkommt.

Über 80% der Erdkruste bestehen aus **Silikaten**.

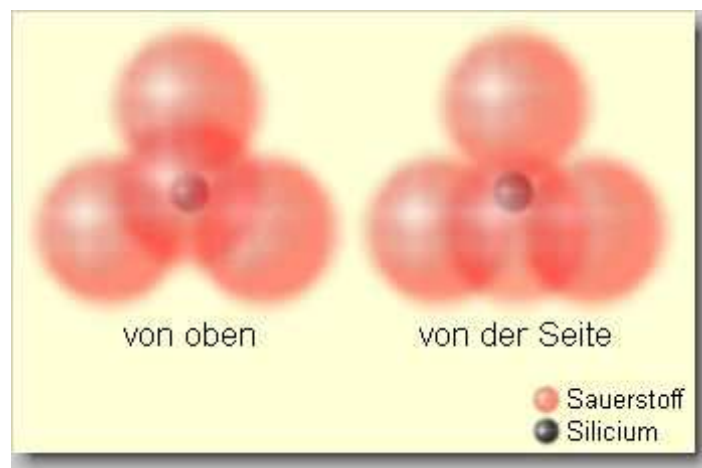
Die Grundbausteine aller Silikate sind $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder (ein Siliciumatom ist von vier Sauerstoffatomen umgeben). Siehe Rückseite! Je nachdem, wie diese Tetraeder angeordnet bzw. verknüpft sind, lassen sich die Silikate in sieben Unterklassen gliedern.

Die Klasse der **organischen Verbindungen** umfasst mineralische und organische Substanzen, welche von Organismen aus früheren geologischen Epochen stammen. Dass solche Substanzen bis in unsere Zeit erhalten geblieben sind, liegt entweder an ihren speziellen chemischen Eigenschaften (z.B. Bernstein), oder an der Tatsache, dass die organische Substanz im Lauf sehr langer Zeiträume nach und nach durch Minerale ersetzt worden ist (z.B. versteinertes Holz).

Anhang zu 3.2.2. Unterteilung der Silikate

Über 80% der Erdkruste bestehen aus **Silikaten**.

Die Grundbausteine aller Silikate sind $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder (ein Siliziumatom ist von vier Sauerstoffatomen umgeben). Siehe Rückseite! Je nachdem, wie diese Tetraeder angeordnet bzw. verknüpft sind, lassen sich die Silikate in folgende Unterklassen gliedern:



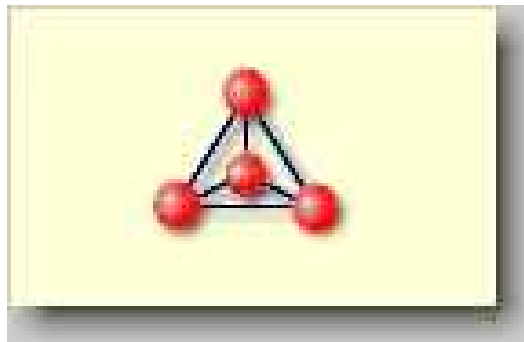
Inselsilikate

Die hier vorliegenden isolierten $[\text{SiO}_4]$ -Tetraeder existieren als unabhängige Einheiten (siehe Rückseite) und werden über weitere Kationen wie Fe^{2+} , Mg^{2+} oder Zr^{4+} verknüpft.

Bsp.: Olivin $(\text{Mg}, \text{Fe})_2 [\text{SiO}_4]$

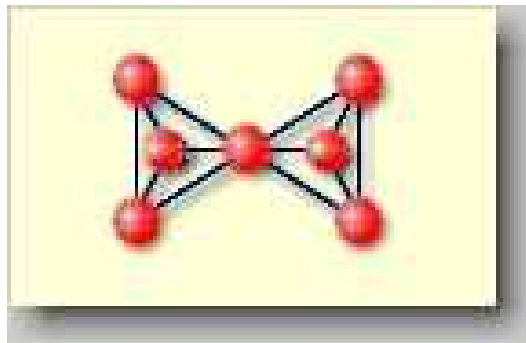
Zirkon $\text{Zr} [\text{SiO}_4]$

Granate



Gruppensilikate

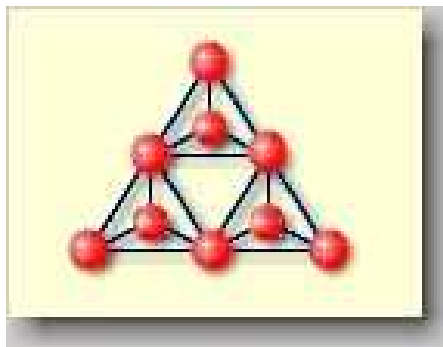
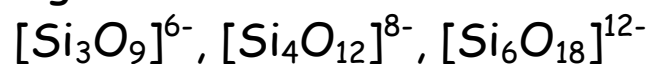
Je zwei SiO_4 -Komplexe sind über ein Sauerstoffatom zu Doppeltetraedern verbunden, wobei dieser so genannte Brückensauerstoff jedem SiO_4 -Tetraeder zur Hälfte angehört (siehe Rückseite). Das Si:O Verhältnis in Gruppensilikaten ist damit 2:7. Diese Baugruppe kommt weniger häufig vor. Bsp.: Epidot



Ringsilikate

In Ringsilikaten sind die SiO_4 -Tetraeder zu isolierten Dreier-, Vierer- und Sechseringen (siehe Rückseite) gruppiert. Jede Silikatgruppe teilt sich je zwei Sauerstoffionen mit zwei benachbarten Tetraedern.

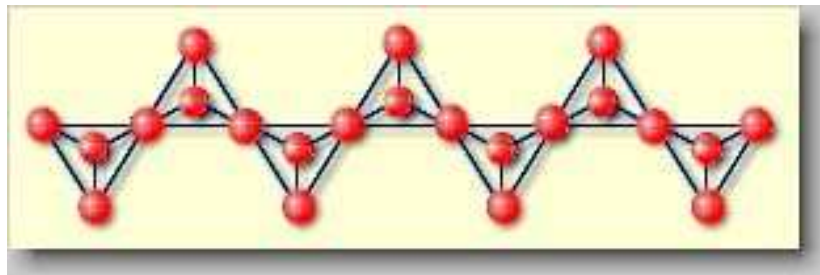
Daraus ergeben sich die folgenden Formeln für die Ringstrukturen:



Kettensilikate

Werden die $[\text{SiO}_4]^{4-}$ -Tetraeder zu unendlichen Ketten verbunden, erhält man letztlich Ketten mit der Formel $[\text{SiO}_3]^{2-}$ (siehe Rückseite).

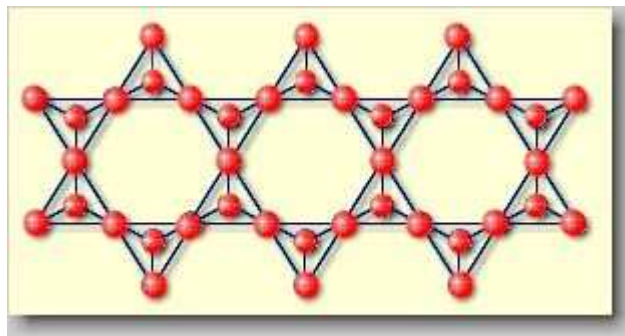
Bei der Pyroxen-Gruppe handelt es sich um einen der wichtigsten gesteinsbildenden Vertreter der Kettensilikate.



Bandsilikate

Bandsilikate bestehen aus Doppelketten, die durch parallele Anordnung von je 2 Tetraederketten und deren Verbindung über gemeinsame O-Ionen gebildet werden (siehe Rückseite).

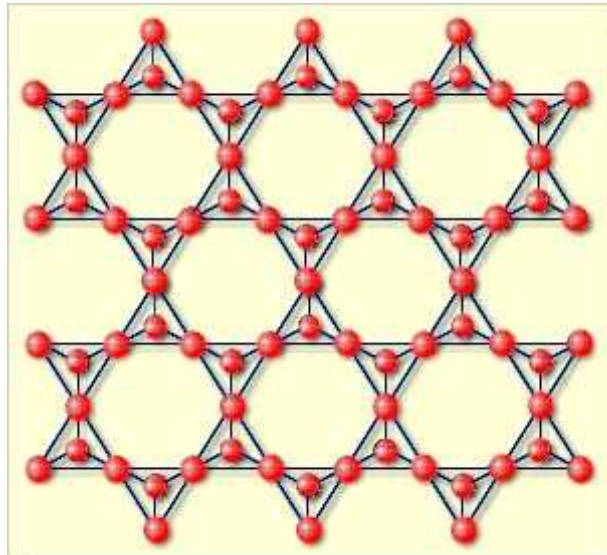
Die aus Doppelketten aufgebauten Bandsilikate werden auch als Amphibole bezeichnet (ein wichtiger Vertreter: Hornblende).



Schichtsilikate

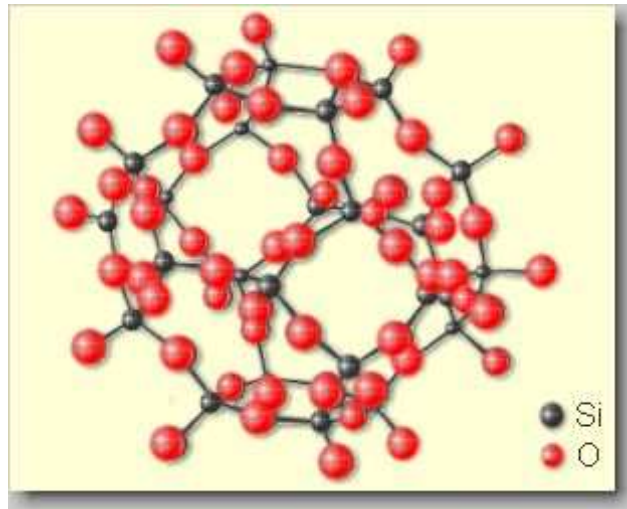
Diese Silikate besitzen zu Schichten vernetzte SiO_4 -Tetraeder. Dabei bilden die SiO_4 -Tetraeder vernetzte Sechseringe (siehe Rückseite) - zweidimensionale Tetraederschichten entstehen.

Jeweils drei von vier Sauerstoffen eines Tetraeders gehören gleichzeitig zwei benachbarten Tetraedern an. Es ergibt sich $\text{Si:O}=2:5$ oder $[\text{Si}_2\text{O}_5]^{2-}$.

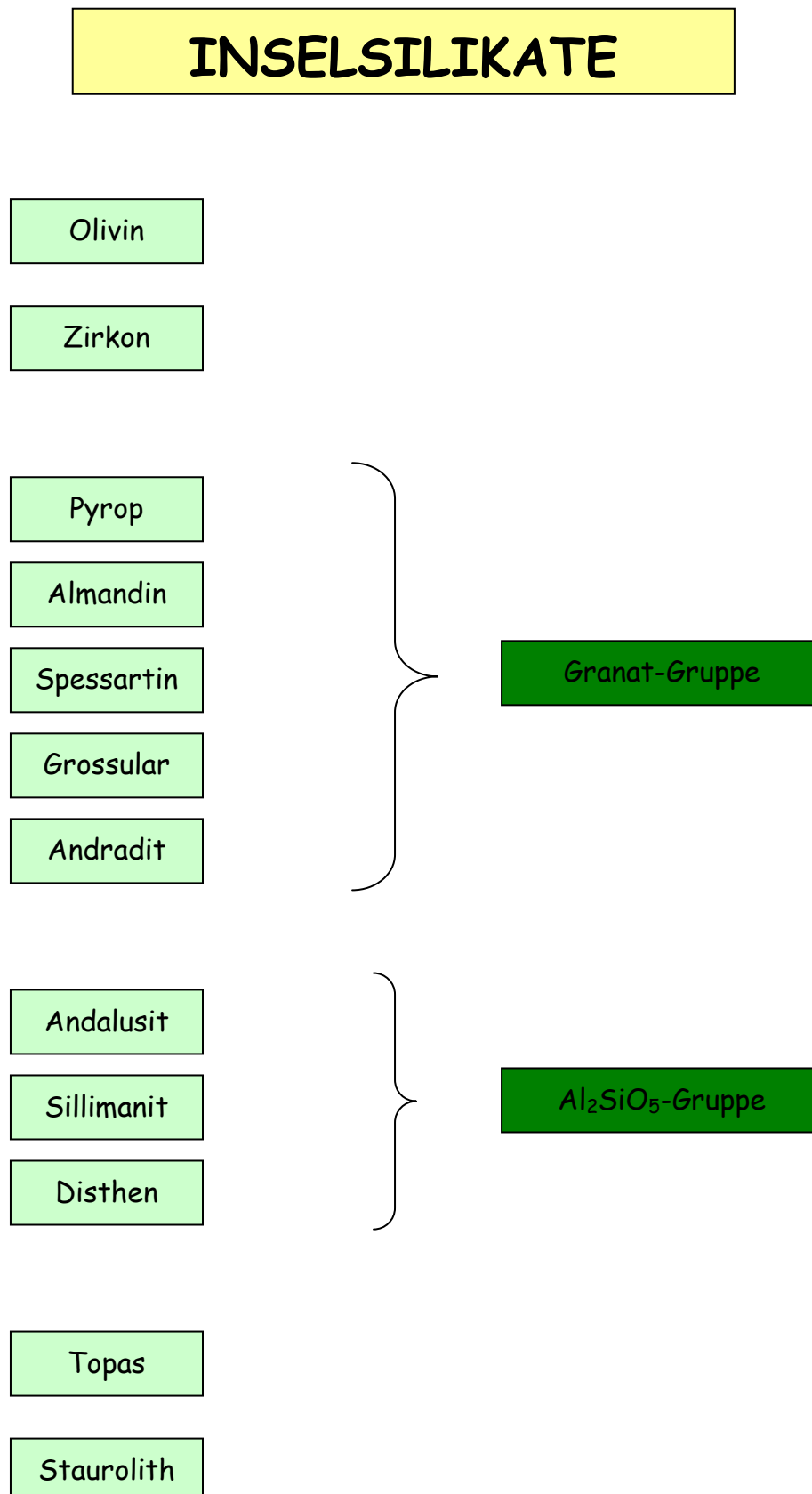


Gerüstsilikate

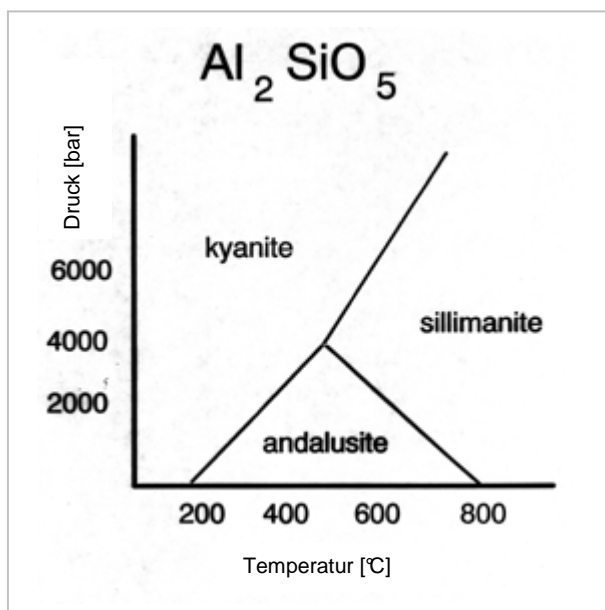
In diesen dreidimensionalen Silikatstrukturen sind die SiO_4 -Tetraeder über alle vier Ecken mit benachbarten Tetraedern verknüpft. Jedem Si sind damit nur 4 halbe O zugeordnet. Daraus ergibt sich für das dreidimensionale Gerüst die Formel SiO_2 . Gerüstsilikate sind nur möglich, wenn ein Teil des Si^{4+} durch Al^{3+} ersetzt ist.



Anhang zu 3.2.3. Inselsilikate



Granat-Gruppe

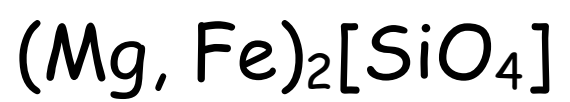


Al_2SiO_5 -Gruppe





Olivin

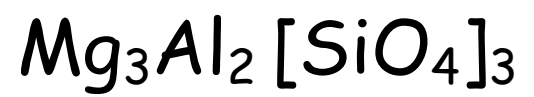


Zirkon

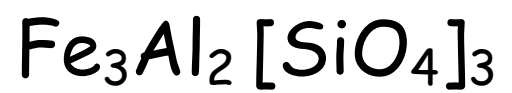




Pyrop

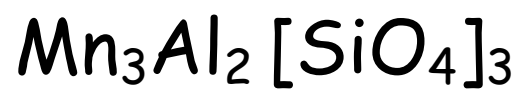


Almandin

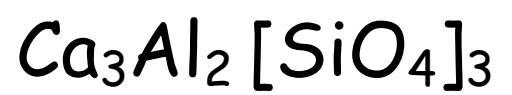




Spessartin

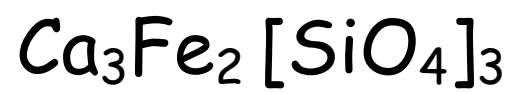


Grossular

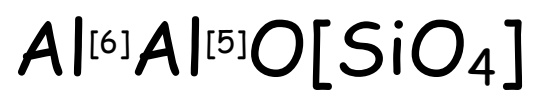




Andradit



Andalusit

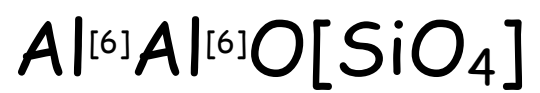




Sillimanit

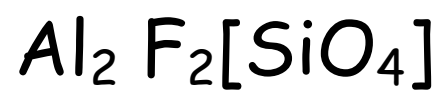


Disthen

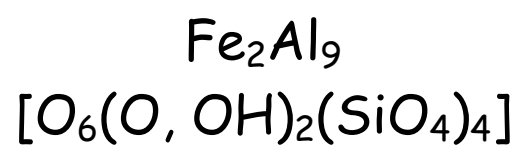




Topas



Staurolith



Diamant

Diamant ist die Hochdruck-modifikation des Kohlenstoffs.



Dieses Mineral ist mit Abstand der **härteste Stoff (Härte 10)**, den wir in der Natur kennen, und daher technisch von größter Bedeutung. Über 80% der Industriediamanten werden heute synthetisch hergestellt.

Die wertvollsten Steine sind völlig farblos, andere sehr häufig schwach getönt, gelblich, grau oder grünlich. Der charakteristisch hohe Glanz des Diamanten wird als Diamantglanz bezeichnet.



Schmucksteine



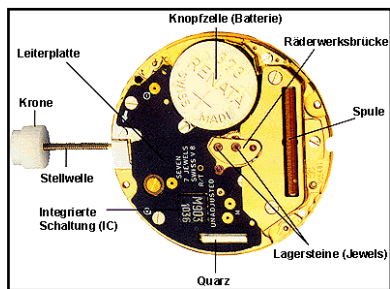
Diamantbohrer

SiO₂-Minerale

Zu diesen Mineralen zählen Quarz, Tridymit, Cristobalit und Coesit. Reine Quarzkristalle finden Verwendung in der optischen Industrie, als **Piezoquarze** zur Steuerung elektrischer Schwingungen (z.B. in der Quarzuhr) und in der Elektroakustik bei der Erzeugung von Ultraschall (als Wandler in Mikrofonen, Lautsprechern und Ultraschallgeräten), als Steuerquarze zur genauen Abstimmung der Frequenz von Rundfunkwellen etc.



Quarzuhr



Quarzuhrwerk

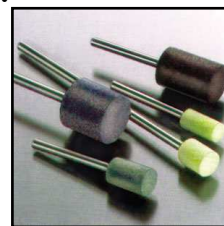
Korund



Unter Korund versteht man nicht nur Rubin und Saphir, sondern auch die andersfarbigen Korunde. Er ist mit einer Härte von 9 nach dem Diamant das **zweithärteste** natürlich vorkommende **Mineral**. Die massive Form des Korunds wird industriell wegen ihrer großen Härte als Schleifmittel eingesetzt oder auch zum Sandstrahlen benutzt, da normaler Sand die Lungenkrankheit Silikose hervorrufen kann.



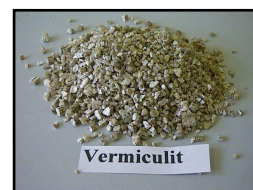
Schmucksteine



Korund- und gummigebundene
Schleifstifte

Vermiculit

Dieses Mineral besteht aus dünnsten aneinander gereihten Kristallplättchen, mit eingelagerten Wassermolekülen. Durch schockartiges Erhitzen auf 800 bis 1000 °C entweicht das Kristallwasser explosionsartig als Wasserdampf und treibt die einzelnen Schichten der Struktur auseinander. Durch dieses Verfahren dehnen sich die ursprünglich festen und flachen Kristalle zu langen wurmartigen Partikeln aus. Das Volumen vergrößert sich dabei auf das 20-fache. Wegen seines enorm **großen Aufsaugvermögens** wird Vermiculit als Bindemittel für aggressive Chemikalien und Lösungsmittel, im Transportwesen und Umweltschutz, verwendet. Auch bei Schall- und Wärmedämmung (guter Isolator) sowie im Brandschutz (feuerfest) findet es Anwendung.



Zeolith

Zeolithkristalle sind hochporös und von zahlreichen sub-mikroskopischen Kanälen durchzogen. Die Kanäle **enthalten Wasser, das bei höheren Temperaturen verdampft.** Bei schonendem Vorgehen lässt sich das Wasser austreiben, ohne dass sich die Kristallstruktur ändert.



Da in die Gitterhohlräume nur Atome oder Moleküle von ganz bestimmter Größe passen, eignen sich die Zeolithe als „Molekular-Siebe“ um z.B. verschiedene Edelgase voneinander zu trennen. Sie sind auch als Ionentauscher, in Waschmitteln und in Kleintierstreu wirksam.



Graphit

Graphit bzw. Grafit ist neben Diamant und Fulleren eine Modifikation des Kohlenstoffs und ein (allerdings selten) natürlich vorkommendes Mineral.



Graphit (**Härte 1**) wird vielfältig genutzt: im "Bleistift", in schwarzen Druckfarben, als Füllmittel in Reifen, als Schmierstoff, zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit, zur Stromeinspeisung und als Elektroden bei Lichtbogenlampen, als Schmelztiegel und zur Regelung von Atomreaktoren.



Anhang zu 3.4. Diamanten

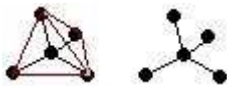
Diamant

(von griechisch *diaphainein*: durchscheinen und *adamantos*: das Unbezwingbare) ist neben Graphit und Fulleren eine der drei Modifikationen des Kohlenstoffs und mit einer Mohshärte von 10 das härteste Mineral.

Diamant ist bei Raumtemperatur metastabil, die Aktivierungsenergie für den Phasenübergang in die stabile Modifikation (Graphit) ist jedoch so hoch, dass eine Umwandlung in Graphit bei Raumtemperatur praktisch nicht stattfindet. Diamant besitzt ein kubisches Kristallsystem und ist in reinem Zustand transparent, oft aber durch Verunreinigungen in den verschiedensten Farben gefärbt.

Reiner Kohlenstoff: Diamant, Graphit und Fullerene

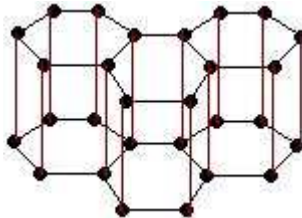
Diamant



In der Diamantstruktur ist die Grundstruktur ein C in der Mitte eines Tetraeders. Der Abstand ist zwischen allen C-Atomen gleich klein (starke Bindungskräfte) daher die grosse Härte.

Diamant ist extrem hart, spröde, farblos, brennbar, unter großem Aufwand synthetisch aus Graphit herstellbar. Verwendung zum Glasschneiden, als Schleif-, Polier- und Bohrmittel und als Edelstein.

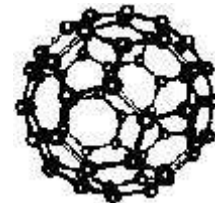
Graphit



Die Graphitstruktur ist eine Schichtstruktur, innerhalb der Schicht sind die Abstände klein (die Bindung stark), zwischen den Schichten sind die Abstände groß (schwache Bindungskräfte). Daher können die Schichten übereinander gleiten => geringe Härte. Die Elektronen zwischen den Schichten sind beweglich => elektrische Leitfähigkeit.

Graphit ist sehr weich, undurchsichtig, schwarz, leitet elektrischen Strom. Verwendung als Elektrodenmaterial, Schmiermittel, in Bleistiften.

Fullerene



Die "Buckyballs" wurden erst vor einigen Jahren entdeckt. Sie sind z. B. aus 60 C-Atomen aufgebaut. Momentan versucht man Anwendungen für diese Stoffe zu finden.

ENTSTEHUNG und LAGERSTÄTTEN von Diamanten

Man weiß heute, insbesondere auch aus den Erfahrungen bei der Herstellung von synthetischen Diamanten, dass der Diamant im Erdinneren unter sehr hohen Drucken von ca. 50.000 bar und Temperaturen von über 1000 Grad Celsius entstanden sein muss. Solche Bedingungen herrschen im Erdmantel in Tiefen von einigen hundert Kilometern in der Zone des so genannten "Oberen Erdmantels".



Primäre Lagerstätten

Der Diamant wird durch vulkanische Tätigkeit explosionsartig an die Erdoberfläche befördert. Das vorliegende vulkanische Gestein heißt Kimberlit und ist ein basisches, d.h. Si-armes aber Mg-Fe-reiches, Gestein.

Die durch die vulkanischen Eruptionen entstandenen Aufhäufungen (im Vulkankegel) werden durch die Erosion abgetragen, so dass letztlich eine Art abgeschnittener Schornstein aus Kimberlit zurückbleibt - dies nennt man eine "*pipe*". Wegen seiner bisweilen deutlich bläulichen Färbung heißt der Kimberlit auch "*blue ground*".

Verwittert dieser "*blue ground*" in den oberen Schichten der Pipe, so spricht man von "*yellow ground*" entsprechend der Farbtönung des Verwitterungsproduktes. Aus den oberen Schichten der "*pipe*" kann der Kimberlit im Tagebau oder aus größerer Tiefe über Stollenvortrieb abgebaut werden.

Sekundäre Lagerstätten

Die Erosion der vulkanischen Pipes durch Wasser, Wind, starke Temperaturschwankungen und andere Einwirkungen bewirkt eine Beförderung des diamanthaltigen Gesteins durch Bäche und Flüsse zu neuen Lagerstätten. Diese neuen, zweiten Lagerstätten nennt man **sekundär**.

Diese sekundären Lagerstätten können auch als grobkörnige Sedimente (ausgetrockneter Bach- oder Flusslauf) oder am Meeresboden auftreten wie z.B. in Namibia.

Beim Transport wird das begleitende Gestein zerkleinert oder ganz zerrieben, während der Diamant durch seine Härte vielerlei Beanspruchungen zu

widerstehen vermag. Insbesondere Kristalle ohne Beschädigungen überstehen die Beanspruchungen des Transports zu den sekundären Lagerstätten. Man spricht auch von " Seifen ". Oft findet man dort eine Anreicherung besonders großer und hochwertiger Rohdiamanten.

Der Anteil der Förderung, der für Schmuckdiamanten geeignet ist, ist bei den sekundären Lagerstätten merklich höher.

In Südafrika kommen etwa 80% der Diamanten aus primären, 20% aus sekundären Lagerstätten - in Namibia gibt es nur sekundäre Lagerstätten.

Um ein Carat Rohdiamanten aus einer primären Lagerstätte (pipe) zu gewinnen, sind durchschnittlich etwa 4 - 5 Tonnen Gestein zu fördern und zu bearbeiten (zerkleinern, sortieren, waschen). Die Ergiebigkeit ist aber von Mine zu Mine sehr stark unterschiedlich, was sowohl die Menge als auch den Wert der geförderten Diamanten betrifft.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick der Ergiebigkeit von 1 carat Rohdiamanten für einige Minen in Südafrika.

Kimberley	3,9 Tonnen
Wesselton	5,0 Tonnen
Finsch	1,1 Tonnen
Koffiefontein	10,0 Tonnen
Premier	3,3 Tonnen



Verwendung

Diamant hat eine sehr hohe Lichtbrechung und daher einen starken Glanz, weshalb er als Edelstein verschliffen werden kann. Erst durch die Erfindung moderner Schliffe im 20. Jahrhundert, durch die das *Feuer* eines Diamanten erst richtig zur Geltung kommt, wurde aber sein wahrer Wert offenbar. Es beruht auf zahllosen inneren Lichtreflexionen und Aufspaltung des weißen Lichtes in seine Farben, die durch den sorgfältigen Schliff der einzelnen Facetten hervorgerufen werden, welche in speziell gewählten Winkelverhältnissen zueinander stehen müssen. Eine besonders charakteristische Schliffform ist der Brillantschliff - derartig beschliffene Diamanten nennt man *Brillianten*, in früherer Zeit des Brillantschliffs hießen sie Altschliffdiamant. Nur ein Viertel aller Diamanten ist aber überhaupt als Schmuckstein geeignet.

Eine höhere wirtschaftliche Bedeutung haben Diamanten heute durch ihre industrielle Verwendung in der Produktion von Schneid- und Schleifwerkzeugen, wobei man sich ihre große Härte zunutze macht. Dünne Schichten aus diamantartigem Kohlenstoff dienen in großtechnischem Maßstab als Verschleißschutz.

Durch Zusatz von Bor können Diamanten elektrisch leitfähig gemacht werden und als Halbleiter oder sogar als Supraleiter fungieren.



Diamantbohrer



Schmucksteine



Augenoperationen werden mit Diamantklingen durchgeführt

Schmuckstein

Die Bewertung eines Diamanten als Schmuckstein erfolgt mit internationalen Graduierungsmerkmalen nach den weltweit bekannten „**4 C**“, die für folgende Kriterien gelten:

- 1) Carat = Gewicht
- 2) Colour = Farbe
- 3) Clarity = Reinheit
- 4) Cut = Schliff

CARAT (Gewicht)

Das Gewicht eines Diamanten (und vieler anderer Edelsteine) wird in Carat gemessen.

Ein Carat besteht aus 100 Punkten. So entspricht das Gewicht eines Diamanten von 75 Punkten $\frac{3}{4}$ oder 0,75 Carat. Ein Carat hat 0,2 Gramm (1ct = 0,2g).

Die Messeinheit Carat geht eigentlich auf die Samen des Johannisbrotbaumes zurück, gegen die Diamanten ursprünglich aufgewogen wurden. Dann wurde ein einheitliches System für die "härteste Währung der Welt" entwickelt, in dem ein Carat einem Fünftel Gramm (0,2 g) entspricht. Halbkaräter und Einkaräter sind die gängigsten Steine.

Die Bezeichnung "Karäter" bezieht sich nicht ausschließlich nur auf einen Diamanten von exakt 1,00 ct, sondern es werden im Diamantheandel bestimmte Gewichtsbereiche zusammengefasst und wie folgt beschrieben:

Einkaräter: 0,95-1,05 ct;

Dreiviertelkaräter: 0,72-0,76 ct;

Halbkaräter: 0,47-0,56;

Viertelkaräter: 0,23-0,26;














Kleinstdiamanten hingegen werden "Punkte" oder Melè (franz.: gemischt) genannt.

Carat (ct)	Rondiste Ø (mm)	Höhe (mm)
0,05	2,40	1,5
0,10	3,00	1,8
0,20	3,80	2,3
0,30	4,30	2,7
0,40	4,80	3,0
0,50	5,20	3,1
1,00	6,50	3,9

COLOUR (Farbe)

Die beste Farbe eines Diamanten ist die völlige Farblosigkeit. Bei einem absolut farblosen Diamanten durchdringt weißes Licht den Stein mühelos und tritt in den Regenbogenfarben wieder aus.

Farbgrade (Gelbreihe):

River+	hochfeines Weiß+	
River	hochfeines Weiß	
Top Wesselton+	feines Weiß+	
Top Wesselton	feines Weiß	
Wesselton	Weiß	
Top Crystal	leicht getöntes Weiß	
Crystal	getöntes Weiß	
Top Cape	getönt 1	
Cape	getönt 2	
Light Yellow	getönt 3	
Yellow	getönt 4	

Natürliche Farben

Die **Farbe** des Diamanten ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

Hierbei wird zwischen naturfarbenen und bestrahlten Diamanten unterschieden. Die Naturfarben erstrecken sich über ein breites Spektrum. Dieses reicht von der Gelbreihe über die braunen Farbtöne bis zu Schwarz.

Weitere interessante Farben sind Rosé, Rot, Grün und Blau, welche in verschiedenen Nuancen vorkommen. Die zuletzt genannten Farben sind sehr selten und erzielen daher einen hohen Wert.



Die meisten naturfarbenen Diamanten sind in der Gelb- und Braunreihe zu finden. Reine Gelb- und Brauntöne werden selten gefunden. Oft sind Farbanteile von grün, olivgrün, orange oder pink beigemischt. So entstehen unendlich viele Farbnuancen, welche nicht ganz einfach zu klassifizieren sind.

Im Handel werden die intensiv farbigen Diamanten als "Fantasiefarben", im internationalen Sprachgebrauch auch als "fancy colour" bezeichnet.

Natural Colour - Light yellowish brown / light brown



Natural Colour - Fancy yellowish brown



Natural Colour - Fancy orangy brown



Natural Colour - Fancy dark brown / fancy dark orangy brown



Fancy Diamonds

Fancy Diamonds (englisch *fancy* "schick"), auch kurz Fancys genannt, sind deutlich, intensiv farbige Diamanten. Sie sind seltener und viel wertvoller als weiße Diamanten, denn von 100.000 Diamanten ist durchschnittlich nur ein Fancy-Diamant dabei. Gelb- und Brauntöne, die mehr als 80 % aller farbigen Diamanten ausmachen, sind allerdings keine Fancys, sondern gehen auf Verunreinigungen zurück. Kanariengelb ist hingegen eine Fancy Farbe. Die erste große Fancy-Quelle wurde 1867 in Südafrika gefunden. Heute ist die Argyle Mine in Australien die wichtigste Fundstätte für Fancy Diamanten.



Man unterscheidet sieben Fancy-Farben, neben denen noch viele weitere Zwischenfarben wie z. B. Gold, Grau oder Gelbgrün existieren. Für die Färbung ist je ein anderer Stoff verantwortlich:

- **Kanariengelb:** Für die Gelbtöne ist Stickstoff verantwortlich. Je größer der Stickstoffgehalt, desto intensiver der Gelbton. Der berühmteste und wahrscheinlich größte gelbe Diamant ist der *Tiffany* von 128,5 Karat. Gelb ist nach weiß und zusammen mit braun die häufigste Farbe von Diamanten.
- **Braun:** Für die Brauntöne sind Defekte im Kristallgitter verantwortlich. Der größte braune geschliffene Diamant ist der *Earth Star* mit 111,6 Karat. Der größte je gefundene braune Diamant ist wahrscheinlich der *Lesotho* mit 601 Karat.
- **Blau:** Das Element Bor ist für die blaue Färbung von Diamanten verantwortlich. Der größte und berühmteste blaue Diamant ist der angeblich verfluchte *Hope* Diamant, welcher unbeschliffen 112,5 Karat wog und in geschliffenem Zustand heute 45,5 Karat wiegt. Blaue Diamanten sind sehr selten, doch häufiger als grün oder rot.
- **Grün:** Der bekannteste und vielleicht auch größte Diamant dieser Farbe ist der *Dresden*-Diamant mit einem Gewicht von 40,7 Karat (unbeschliffen 119,5 K.). Grüne Diamanten sind sehr selten.
- **Rot:** Vermutlich sind Kristalldefekte für diese Färbung verantwortlich. Der größte je gefundene rote Diamant ist der australische *Red Diamond* mit einem Rohgewicht von 35 Karat. Der größte geschliffene Diamant ist der ebenfalls australische *Red Shield* mit 5,11 Karat. Keine Farbe ist seltener als die Rottöne. 90% der roten Diamanten stammen von der *Argyle Mine* in Australien. Von den purpurnen Diamanten existieren nur zehn Exemplare, wovon der größte 3 Karat wiegt. Alle kamen ebenfalls aus der Argyle Mine. Rote Diamanten sind die teuersten aller Diamanten.
- **Pink oder Rosa:** Oft werden pinkfarbene Diamanten zu den roten Diamanten gezählt. Auch hier sind Kristalldefekte für die Farbe verantwortlich. Der größte Rohdiamant ist der *Daya-I-Nur* mit einem Gewicht von 285 Karat, der größte geschliffene Diamant der *Steinmetz Pink* mit 59,6 Karat. Von den 66 größten Diamanten ist nur einer rosa gefärbt.




Clarity (Reinheit)

Die meisten Diamanten haben sehr kleine natürliche Merkmale, die als Einschlüsse bezeichnet werden. Je weniger und je kleiner diese Einschlüsse sind, umso besser kann das Licht den Stein durchdringen.

Für den geübten Fachmann bei 10-facher Vergrößerung







Internat. Abkürzung	Internatinaler Begriff	Deutsche Entsprechung	Definition	.
IF	internally flawless	lupenrein	nichts zu erkennen	
VVS	very very small inclusions	sehr, sehr kleine innere Merkmale	schwer zu erkennen	
VS	very small inclusions	sehr kleine innere Merkmale	nicht allzu schwer zu erkennen	
SI	small inclusions	kleine innere Merkmale	leicht zu erkennen	

Für den geübten Fachmann mit bloßem Auge

P1	1st piqué	deutliche Einschlüsse	schwer zu erkennen	
P2	2nd piqué	große Einschlüsse	nicht allzu schwer zu erkennen	
P3	3rd piqué	grobe Einschlüsse	leicht zu erkennen	

CUT (Schliff)

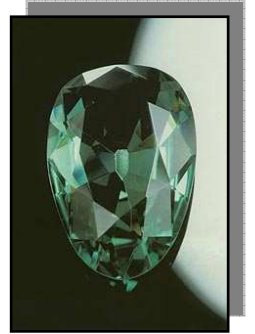
Er sollte nicht mit der Form verwechselt werden. Ein gut geschliffener Diamant, gleich welcher Form, reflektiert das einfallende Licht besser, er ist brillanter und hat mehr *Feuer*. Ein Brillant ist ein geschliffener Diamant im Brillantschliff mit mindestens 56 Facetten plus Tafel und Kalette (Spitze des Steines). Die gebräuchlichsten Formen sind nachfolgend bildhaft erläutert.

Full Cut / Brillant-Schliff	ein im Brillantschliff geschliffener Diamant	
Emerald-Cut / Smaragd-Schliff	ein als Achteck geschliffener Diamant	
Pear Shape / Tropfen	ein in Tropfen-Form geschliffener Diamant	
Marquise / Navette	ein in Navette-Form geschliffener Diamant	
Oval	ein in ovaler Form geschliffener Diamant	
Princess	ein Carrée im brillantierten Princess- Schliff	

Berühmte Diamanten

Dresden (41 ct)

stammt wahrscheinlich aus Indien, seine frühere Geschichte ist nicht bekannt, jedenfalls taucht er um 1700 im Besitz des Kurfürsten von Sachsen, August des Starken auf. Dieser grüne, tropfenförmige Stein wird heute im Grünen Gewölbe in Dresden aufbewahrt. Er ist der größte grüne Diamant der Welt.



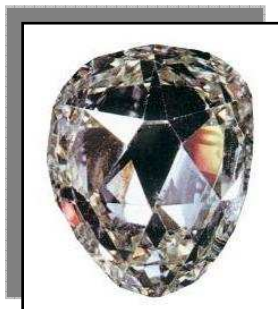
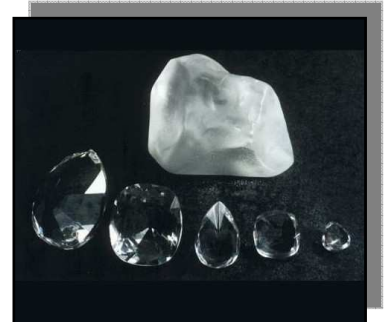
Hope (44,5 ct)

erschien 1830 auf dem Markt und wurde vom Bankier H. Th. Hope in London erworben. Obwohl seine Geschichte nicht genau bekannt ist, wird vermutet, dass er aus einem während der franz. Revolution gestohlenen Stein geschliffen wurde.

Dieser blaue Diamant wechselte noch einige Male seinen Besitzer. Heute ist er im Besitz des Smithsonian Institute in Washington. Dieser Diamant soll angeblich Unglück bringen.

Cullinan I. (530,20 ct)

Der Cullinan wurde aus dem größten je gefundenen Rohdiamanten der Welt (3106 ct) zusammen mit 104 anderen Steinen von der Fa. Asscher in Amsterdam 1908 geschliffen. Sein Name stammt vom Vorsitzenden einer Minengesellschaft. (Sir Th. Cullinan). Heute ist dieser Stein, auch als Stern von Afrika bekannt, im Besitz von König Edward VII von England. Auf dem Bild sieht man ein Glasmodell des Rohdiamanten und die fünf größten geschliffenen Teilstücke (darunter auch Cullinan I.)

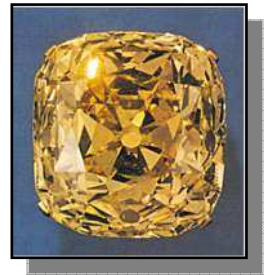


Sancy (55 ct)

wurde angeblich schon von Karl dem Kühnen um 1470 getragen. 1570 wurde er von Signeur de Sancy, einem franz. Gesandten in der Türkei erworben, seit 1906 befindet er sich im Besitz der Familie Astor in London.

Tiffany (128,51 ct)

wurde 1878 in der Kimberley-Mine in Südafrika mit einem Rohgewicht von 287,42 ct gefunden. Später erwarb ihn die Fa. Tiffany in New York.

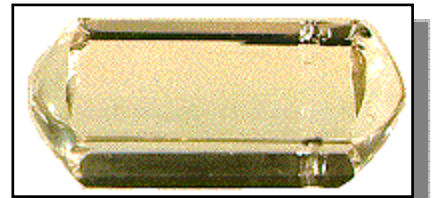
**Kohinoor (108,93 ct)**

war früher mit einem Gewicht von 186 ct im Besitz verschiedener indischer Fürsten und wurde 1739 vom Schah von Persien erworben, der ihn "Berg des Lichts" (Koh-i-noor) nannte. Später wurde er von der East Indian Company erworben, die ihn der Königin Mary von England 1850 zum Geschenk machte.

Dieser Stein befindet sich jetzt in der Krone der Königin Elisabeth im Tower.

Schah (88,70 ct)

stammt aus Indien, hat einige Spaltflächen und ist nur teilweise poliert. Auf dem Stein befinden sich drei Inschriften mit Herrschernamen. 1829 wurde er Zar Nikolaus I. geschenkt und befindet sich heute im Kreml/Moskau.

**Florentiner (137,27 ct.)**

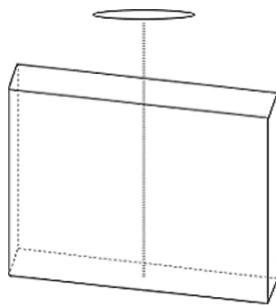
Seine Frühgeschichte ist sagenumwoben. 1657 befand er sich im Besitz der Familie Medici in Florenz, im 18. Jhd. in der Habsburger Krone, später taucht er als Brosche wieder auf, und ist seit dem 1. Weltkrieg verschwunden

Alle Kristalle sind mehr oder weniger **symmetrisch**.

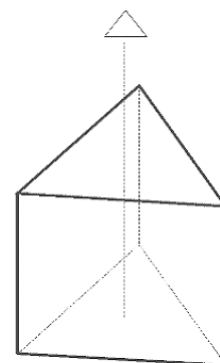
Symmetrisch bedeutet, dass man einen Körper durch Spiegeln oder Drehen in eine Stellung bringen kann, die genau so aussieht wie die Ausgangsstellung. Das nennt man **Symmetrieoperation**.

Die einfachste Symmetrieoperation ist die Drehung um 360° . Nimmt man nun einen Würfel und dreht ihn um 90° , so ist er in einer Stellung, wenn man die Punkte außer Acht lässt, die der Ausgangsstellung gleich sieht. Wenn man ihn in derselben Richtung weiterdreht bis zur tatsächlichen Ausgangsstellung, hat man diesen Effekt noch zweimal. Mit der Ausgangsstellung sind das dann 4 gleiche Stellungen, die alle 90° stattfinden. Daher nennt man das **vierzählige Drehung**.

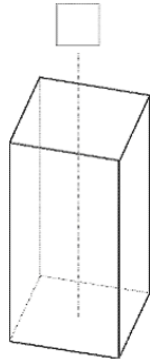
Zweizählige Drehungen haben den Effekt nach 180° , **dreizählige Drehungen** nach 120° und **sechszählige Drehungen** nach 60° .



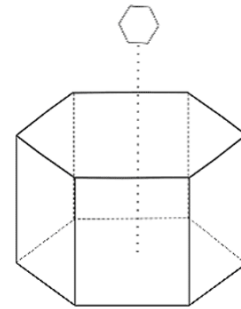
Zweizählige Drehachse



Dreizählige Drehachse

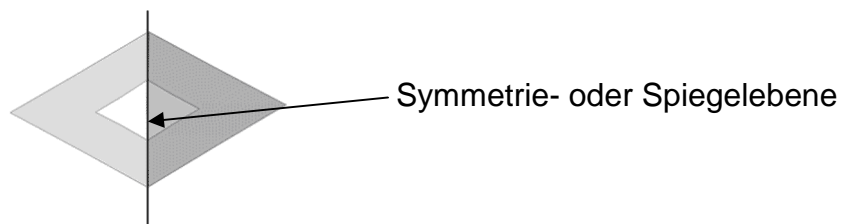


Vierzählige Drehachse

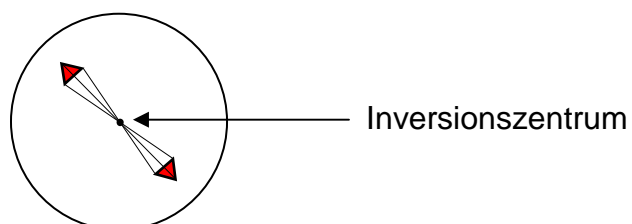


Sechszählige Drehachse

Die **Symmetrieebene** teilt den Kristall in zwei, spiegelbildlich gleiche Hälften.

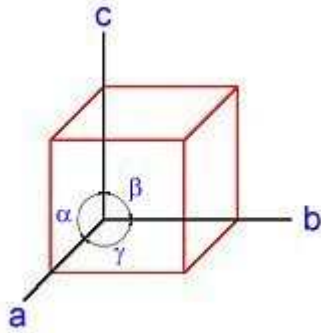


Beim Symmetriezentrum = **Inversionszentrum** wird jeder Punkt des Kristalls an einem gedachten Mittelpunkt gespiegelt.



Diese Symmetrieelemente können bei Kristallen einzeln oder gemeinsam auftreten. Es sind 32 Kombinationen der Symmetrieelemente möglich. Daraus ergeben sich 32 Kristallklassen, in die sämtliche Kristalle passen. Diese 32 Kristallklassen sind nun noch in 7 Kristallsysteme unterteilt. Die Kristalle eines Kristallsystems haben alle dieselben Achsenkreuze als Koordinatensystem. Da die Unterscheidung nach Kristallklassen den Fachleuten vorbehalten sein muss, ist für den Sammler die Unterscheidung nach den 7 Kristallsystemen völlig ausreichend.

Kubisches Kristallsystem

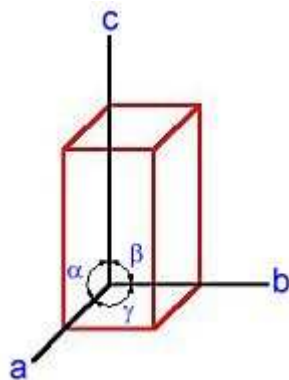


Elementarzelle: **Würfel**

Achsensystem: $a = b = c$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

Ein Kristall ist kubisch, wenn er u.a.
vier dreizählige Drehachsen
aufweist.

Tetragonales Kristallsystem

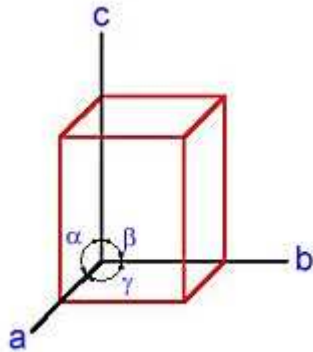


Elementarzelle: **Tetragonales Prisma**

Achsensystem: $a = b$; $c = \text{allg.}$
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

Ein Kristall ist teragonal, wenn er u.a.
eine einzige vierzählige Drehachse
aufweist.

Orthorhombisches Kristallsystem

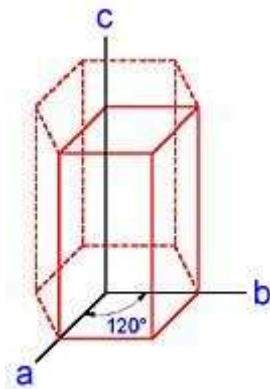


Elementarzelle: **Quader**

Achsensystem: **a, b, c = allg.**
 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

Ein Kristall ist orthorhombisch, wenn er **nur zweizählige Drehachsen** und/oder **Spiegelebenen** aufweist, die **senkrecht aufeinander** stehen.

Hexagonales Kristallsystem



Elementarzelle: **1/3 hexagonales Prisma**

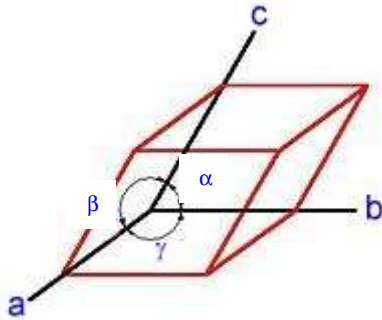
Achsensystem: **a = b; c = allg.**
 $\alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$

Ein Kristall ist hexagonal, wenn er u.a. eine sechszählige Drehachse aufweist.

Trigonales / rhomboedrisches Kristallsystem

Elementarzelle: **Rhomboeder**
bzw. wie **hexagonales K.**

Achsensystem: $a = b = c$
 $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$
bzw. wie **hexagonales K.**

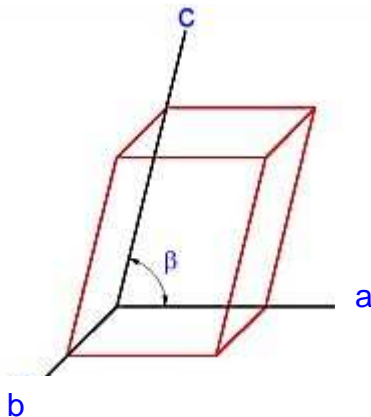


Ein Kristall ist trigonal, wenn er u.a.
eine **einzigste dreizählige**
Drehachsen aufweist.

Monoklines Kristallsystem

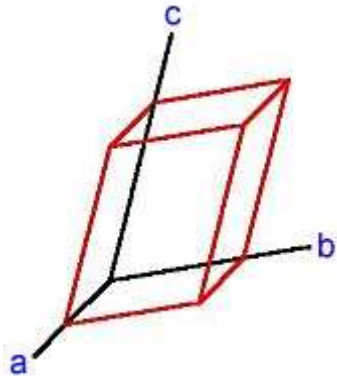
Elementarzelle: **Parallelepiped**

Achsensystem: $a, b, c = \text{allg.}$
 $\alpha = \gamma = 90^\circ; \beta = \text{allg.}$



Ein Kristall ist monoklin, wenn er nur
eine **zweizählige Drehachsen** und/oder
nur eine Symmetrieebene aufweist.

Triklines Kristallsystem



Elementarzelle: **Parallelepiped**

Achsensystem: **a, b, c = allg.**
 α, β, γ = allg.

Ein Kristall ist triklin, wenn er weder
Drehachsen noch Spiegelebenen
aufweist.

ROSENQUARZ

Geschichtliche Überlieferung:

Der Rosenquarz wird seit der Antike als Stein der Liebe und des Herzens verehrt. Die Griechen und die Römer glaubten, dass die Götter der Liebe, Amor und Eros, den Rosenquarz auf die Erde brachten, um den Menschen die Urkraft der Liebe und der Versöhnung zu schenken. Im Laufe der Geschichte wurde dem Rosenquarz häufig ein Stellenwert des Rubins eingeräumt. In den letzten Jahren haben auch die besonders heilenden Kräfte des Rosenquarzes für uns an Bedeutung gewonnen.



Heilwirkung auf den Körper:

Der Rosenquarz ist ein Stein, welcher recht vielseitige Heilwirkungen auf unseren Körper hat. Seine Schwerpunkte liegen jedoch in den Wirkungen auf das Herz, das Blut und den damit verbundenen Kreislauf. Er lindert Krankheiten, welche das Herz bedrohen. Er beugt Thrombosen und Herzinfarkt vor. Durch seine heilenden und regenerierenden Wirkungen auf das Blut bewirkt der Rosenquarz auch, dass unser Herz-Lungen-System und Herz-Kreislauf-System während der Blutzirkulation besser mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt wird. Des Weiteren hat dieses Mineral auch eine sehr schützende Wirkung auf die primären und sekundären Geschlechtsorgane. Der Rosenquarz verleiht mehr Vitalität und Fruchtbarkeit und harmonisiert die sexuellen Wünsche in der Partnerschaft. Durch eine Rosenquarz-Massage, in Verbindung mit Rosenquarz-Wasser, werden das Zellwachstum und die Regeneration der Haut beschleunigt. Eine gesunde, pickelfreie und jugendlich aussehende Haut wird durch regelmäßige Massage erreicht. Auch blaue Flecken und rheumatisch bedingte Schmerzen an Knochen und Gliedern lassen sich sehr intensiv durch das Massieren heilen. Unter dem Kopfkissen lindert der Stein Depressionen und Schlafstörungen. In Faustgröße ist der Rosenquarz ein optimaler Schutzstein vor elektromagnetischen Computerstrahlen, welcher daher als Schutzstein bei der Arbeit am Bildschirm verwendet werden sollte.

Heilwirkung auf die Psyche:

Der Rosenquarz fördert nicht nur unsere inneren Bedürfnisse zu Treue und Liebe, sondern er bestärkt auch unsere Sinne für Schönheit. Durch den Rosenquarz erfahren wir neuen Halt und das Loslassen nach einer enttäuschten Liebe. Er führt aber auch Menschen, welche sich in ihrer partnerschaftlichen Beziehung verfremden, auf einer neuen Ebene wieder zusammen. Wunden, die unserem Herzen durch Grobheiten von Mitmenschen zugefügt werden, werden mit Hilfe von Rosenquarzketten dadurch geheilt, dass wir erkennen, dass viele Äußerungen unserer Mitmenschen eigentlich gar nicht so gemeint sind, wie wir oft auffassen. Kleinkinder und Kinder im heranwachsenden Alter sollten zum Schutz ihrer zarten Seelen unbedingt Rosenquarz an ihrem Körper tragen.

Sternzeichen:

Stier 21. April bis 20. Mai

Chalcedon



Geschichtliche Überlieferung:

Schon im Altertum wurde der Chalcedon erwähnt, und aus seinen mehrfarbigen Lagen wurden die so begehrten Gemmen geschnitzt. Die Tibetaner verglichen den Stein mit der Schönheit einer Lotosblüte welche vor Schwäche, Unzufriedenheit und Schwermut bewahre. Chalcedon erhielt vermutlich durch die Griechen seinen Namen nach der Stadt „Chalkedon“ am Bosphorus. Hier liegen die ältesten erwähnten Fundstellen dieses Edelsteins.

Heilwirkung auf den Körper:

Der Chalcedon hilft gegen Fieber und eitrigen Wunden, löst Krampfadern und steuert durch seine Wirkung auf das Knochenmark die Bildung roter Blutkörperchen. Er lindert Leukämie. Besonders jedoch hilft der Chalcedon bei Rachen-, Hals- und Kehlkopferkrankungen. Er lindert Schmerzen nach Mandeloperationen und verhilft zu einer klaren, weichen und warmen Stimme. Am Hals getragen bewahrt er Kinder vor Sprachfehlern und Stottern. Salziges Chalcedon-Wasser oder Tee heilt sehr intensiv Heiserkeit, Kratzen im Hals, Kehlkopfschwellungen, starken trockenen Husten und Bronchialerkrankungen. In Verbindung mit Bergkristall ist der Chalcedon ein treuer Begleiter in den Wechseljahren. Chalcedon und Bergkristall gemeinsam in 0,3 Liter Wasser gelegt, morgens auf nüchternen Magen, ergibt ein Elixier, welches vor Unterleibserkrankungen, Arterienverkalkung und Lungenerkrankungen bewahrt. Gleichzeitig verleiht dieses eine weichere und gesündere Haut.

Heilwirkung auf die Psyche:

Unter dem Kopfkissen bewahrt uns der Chalcedon vor Alpträumen und Schlafstörungen. Besonders Kindern verhilft dieser zur Entwicklung ihrer eigenen Sprache und bewahrt diese vor Stottern. Sie spüren seine Kraft oftmals schon in der Hand. Wenden Sie Chalcedon niemals mit Azurit an, da es sich hierbei um zwei wirklich starke Steine handelt, welche gemeinsam sehr Besitz ergreifende Eigenschaften haben.

Sternzeichen:

Schütze 23. November bis 21. Dezember

Grüner Achat

Geschichtliche Überlieferung:

Achate gehören in ihren vielen phantastischen Formen und Farben seit Gedenken der Menschheit zu den begehrtesten Schmuck- und Heilsteinen. Durch den Fluss Achatos auf Sizilien (heute Dirillo), welcher angeblich die ersten Achatfunde hervorbrachte, erhielten die Achate ihren Namen. Achate gehören mit zu den ältesten Edel- und Heilsteinen und verdanken ihre Beliebtheit der großen Farbenvielfalt. Schon in der Antike wurden Achate zu Gefäßen und Amuletten verarbeitet. Die hohe Vollkommenheit der Achatschneidekunst im alten Griechenland brachte schöne Gemmen und andere Schmuck- und Ziergegenstände hervor, welche auch heute noch in den Museen in Athen und Paris zu bewundern sind. Nach den Griechen übernahmen die Römer die Achatschneidekunst. Diese lernten von asiatischen und afrikanischen Völkern an Technik und Geschick dazu und schnitten die traditionellen Skarabäen und die Glück bringenden Achat-Ringe, welche den höher gestellten Römern Macht und Reichtum bescherten sollten. Nach dem Verfall des Römischen Reiches wurde die hoch entwickelte Steinschneidekunst in Byzanz und Konstantinopel zur neuen Blüte gebracht. Dort wurde auch das Farbverstärken der Achate durch Brennen erfunden.



Heilwirkung auf den Körper:

Der grüne Achat eignet sich zum Auflegen bei Meniskusschäden und Kniegelenksentzündungen. Er wirkt sehr entkrampfend beim Beugen und Strecken des Beines und lindert auch Gelenksergüsse und drückende Schmerzen am Kniegelenk. Durch Unfälle hervorgerufene Knorpelverletzungen, Verstauchungen und Verrenkungen, auch in Verbindung mit Blutergüssen, lassen sich durch den grünen Achat sehr gut lindern und heilen. Die stärkste Eigenschaft des grünen Achatos liegt in der Aktivierung der Darmträgheit. Grün-Achat-Wasser oder Tee heilt Darmerkrankungen und Stuhlunregelmäßigkeiten. Sie helfen auch bei Verstopfung, Darmträgheit und Darmverschluss. Aber auch Hämorrhoiden, Ruhr, Furunkel in der Analgegend, Fisteln, Polypen, Prostataerkrankungen und Entzündungen am Enddarm lassen sich mit diesem Achat lindern und heilen.

Heilwirkung auf die Psyche:

Der Achat bewahrt seinen Träger vor Depressionen und negativen Einflüssen. Speziell blaue und grüne Achate bewahren den Träger vor allem Bösen. Aprikosen- und Streifenachate, aber auch mehrfarbige grüne, blaue, rote und Achate symbolisieren Glück und Reichtum und beschützen das Eigentum vor Dieben. Viele Überlieferungen bestätigen sogar, dass Männer durch das Tragen von Achaten mehr Aufmerksamkeit bei Frauen erwecken. Achate stärken die Willenskraft ihres Trägers und sensibilisieren rauere Menschen in den Umgangsformen mit ihren Mitmenschen. In der Wohnung aufgestellt ist der Achat ein dekoratives Schmuckstück, welcher gleichzeitig alles Böse fernhält. Achat – Ringe in all ihren Farben sind hübsche Schmuckstücke und gleichzeitig starke Schutz- und Glückssteine.

Sternzeichen:

Stier 21. April bis 20. Mai

Tigerauge



Geschichtliche Überlieferung:

Die Überlieferungen des Tigerauges reichen sehr weit in die Geschichte zurück. „So ehrten die Araber und die Griechen das Tigerauge als Stein, welcher seinen Träger lustig mache und ihm die Sinne schärfe. Er bewahre vor kriminellen Einflüssen, stärke Freundschaften und bewahre vor falschen Freunden.“ Als Schutz- und Heilstein erfreut sich Tigerauge auch heute noch zunehmender Beliebtheit.

Heilwirkung auf den Körper:

Tigerauge hat sehr heilende Eigenschaften auf den Kopf. Es heilt Migräne, starke Kopfschmerzen, und kräftigt das Kleinhirn, welches für die Koordination der Bewegungen unseres Körpers verantwortlich ist. Es kräftigt aber auch das Bewegungszentrum des vegetativen Nervensystems (Sonnengeflecht). Tigerauge hilft bei Geisteskrankheiten, wie z.B. Schizophrenie, Epilepsie und Paranoia. Krampfanfälle, Bewusstseinsverlust, Größenwahn und Verfolgungswahn können besonders gut mit Tigerauge geheilt werden. Aber auch Nervenerkrankungen, wie z.B. Nervenentzündungen und Nervenverkalkungen können durch Tigerauge ebenso wie Sehnenscheidenentzündungen gelindert und gut geheilt werden. Besonders starke Eigenschaften hat Tigerauge jedoch auch auf die Knochen und Gelenke. Es hilft bei Knochenverdickungen, welche schmerzhaft Veränderungen unseres Knochenbaus hervorrufen. Knochenerkrankungen, welche häufig bei Kindern beobachtet werden, Verbiegungen der Wirbelsäule und Schädigungen der Bandscheiben können ebenfalls durch Tigerauge gelindert werden. Tigerauge stabilisiert den Stoffwechsel und stärkt das größte Stoffwechselorgan, die Leber. Es heilt Leberzirrhose und Hepatitis. Asthmatische Zuckungen und durch Allergien hervorgerufene Verkrampfungen und Atemnot können durch Tigeraugeketten oder Anhänger gelindert und geheilt werden.

Heilwirkungen auf die Psyche:

Das Tigerauge verleiht mehr Sicherheit und ein natürliches Misstrauens im Umgang mit finanziellen Angelegenheiten. Es verleiht Kraft bei Kaufabschlüssen und fordert aber auch wenn nötig Bedenkzeit. Das „über den Tisch ziehen“ ist mit Menschen, welche Tigerauge als Schutzstein bei sich tragen, kaum mehr möglich. Tigerauge verleiht seinem Träger auch mehr familiäre Wärme, Geborgenheit und Ausgeglichenheit und steigert ganz besonders bei Kindern Aufnahmefähigkeit, Aufmerksamkeit und Lernbereitschaft. Materielles Imponiergehabe, welches häufig Menschen in einen moralischen Strudel treibt, kann mit Tigerauge wieder regeneriert werden. Hierunter fallen z.B., dass sich Menschen nur gut fühlen, wenn sie die teuerste Kleidung und andere Luxus-Marken-Produkte besitzen. Bei Prüfungen, schulischen Aufgaben oder Führerscheinprüfungen empfiehlt es sich, Tigerauge zur Aktivierung der Denkfähigkeit und als Konzentrationsstein bei sich zu tragen.

Sternezeichen:

Jungfrau 24. August bis 23. September

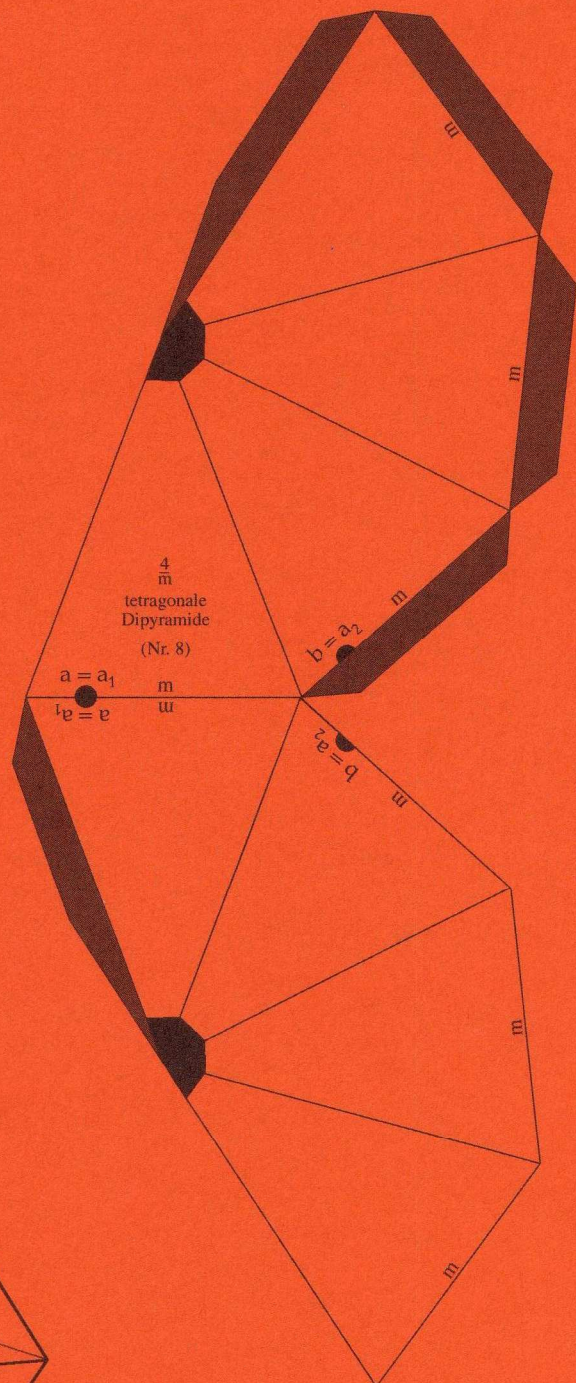


Modell Nr. 8

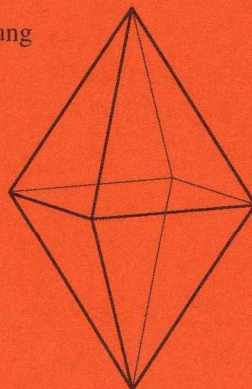
Kristallsystem: tetragonal

Kristallklasse: $\frac{4}{m}$

Form: tetragonale Dipyramide



Modellabbildung



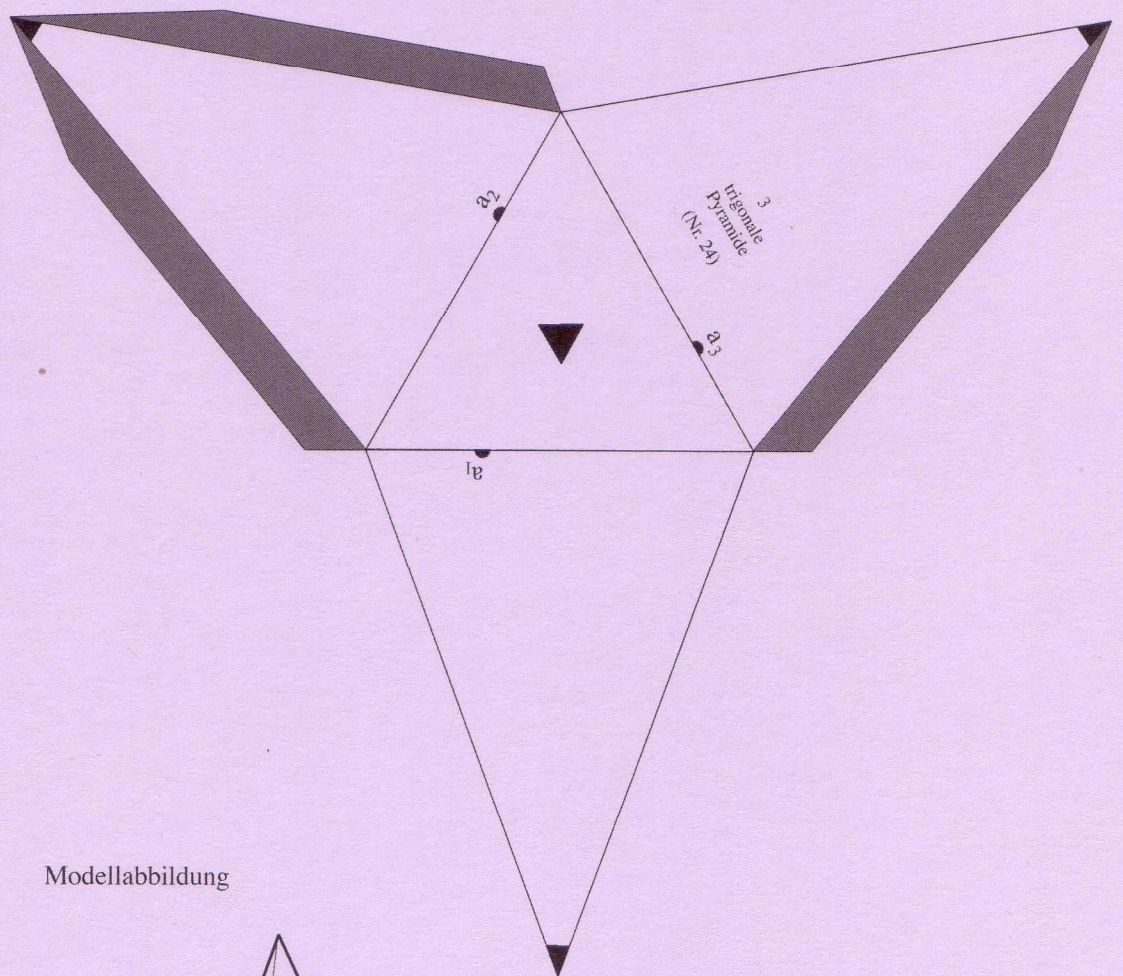


Modell Nr. 24

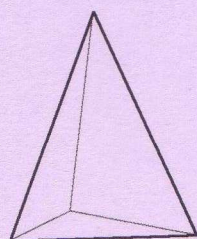
Kristallsystem: trigonal

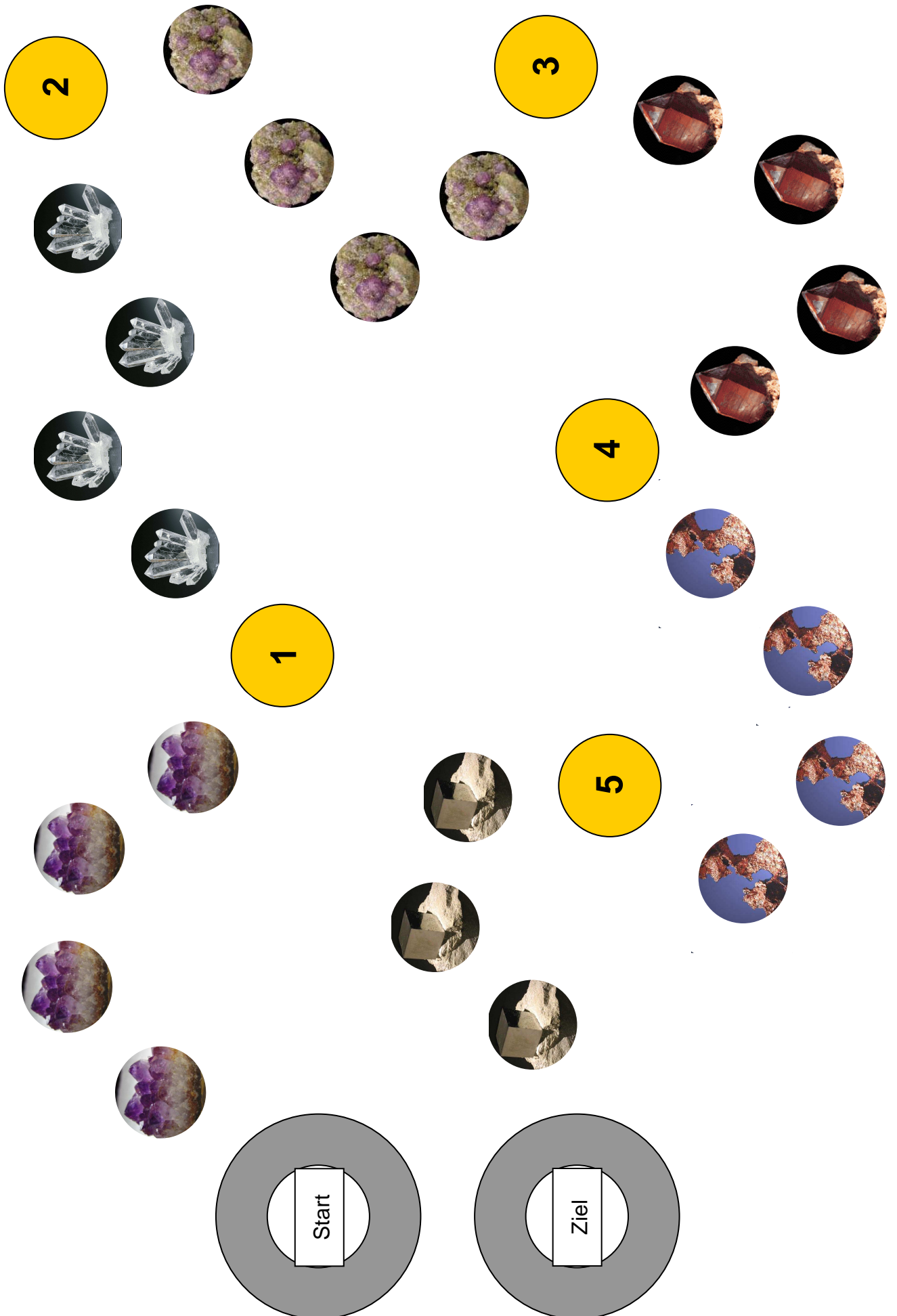
Kristallklasse: 3

Form: trigonale Pyramide
und Pedion



Modellabbildung





Zusammenfassung

Einer der wichtigsten Leitgedanken der Montessori-Pädagogik heißt: „Hilf mir es selbst zu tun!“. Maria Montessori will mit der von ihr entwickelten Pädagogik die kindliche Unabhängigkeit und die Selbständigkeit des Kindes durch Selbsttätigkeit erzielen.

Damit dieses Prinzip und die didaktischen Materialkriterien (v.a. der Aufbau der beschriebenen mineralogischen Montessori-Materialien) verstanden werden, erhält der Leser in dieser Arbeit zuerst einen groben Überblick über die Grundlagen der Montessori-Pädagogik.

In einem weiteren Kapitel wird diese alternative Pädagogik noch mit anderen Reformpädagogiken (Daltonplan, Freinet-Pädagogik, Jenaplan, Waldorf) verglichen, um nochmals auf die Besonderheit dieser Erziehungs- und Unterrichtsform hinzuweisen.

Der Schwerpunkt der Diplomarbeit basiert jedoch auf den gefundenen und selbstentwickelten mineralogischen Unterrichtsmaterialien, welche den montessorischen Materialprinzipien entsprechen.

Die kindliche Unabhängigkeit ist auch das Ziel dieser Materialien, welche anhand von Fotos und Kopiervorlagen vorgestellt werden. Weiteres gibt es eine klar strukturierte Darstellung der Materialien durch eine Beschreibung der Darbietung und der Fehlerkontrolle, Tipps für weiterführende Übungen und gegebenenfalls Anmerkungen zu dem jeweiligen Arbeitsmaterial.

Ergänzende, einfache Versuchsanleitungen zu den Mineralien sind am Ende angeführt.

In dieser Arbeit können sowohl Montessori-Pädagogen, als auch Lehrer, die Freiarbeitsphasen in ihren Regelunterricht einbauen wollen, geeignete Arbeitsmittel zu dem erdwissenschaftlichen Thema „Mineralien“ finden.

Lebenslauf

Persönliche Daten

.....

Name	Alice Vorstandlechner
Geburtsdatum	2. März 1975
Geburtsort	St. Pölten
Familienstand	verheiratet, 1 Kind

Ausbildungsweg und Schule

.....

1981 - 1985	Volksschule St. Pölten
1985 - 1994	Realgymnasium St. Pölten
1994	Beginn des Studiums Biologie (Zoologie)
1998	Wechsel des Studiums – Biologie und Erdwissenschaften (Lehramt)
2002 – 2004	Montessori-Diplomausbildung für das Alter 0 bis 12 Jahren (Schwerpunkt Schule) (Österreichische Gesellschaft für Montessori-Pädagogik)
2006 – 2007	Montessori-Diplomjahresausbildung (Neue Wege des Lernens) (Spielräume – Verein zur Förderung des ganzheitlichen Bewusst Seins)

Berufliche Tätigkeiten im pädagogischen Bereich

.....

Sommersemester 2003	Führungen im Botanischen Garten für Kinder im Alter von 3 bis 16 Jahren
2003 - 2005	Angestellt als pädagogische Lehrkraft in der Montessori-Kindergruppe in Baden