



## MusterBildung

### «Kunst trifft Mathematik»

Transversale Lernbegleitung in offenen  
materialbasierten Unterrichtssettings im Zyklus 1









# Inhalt

Einleitung	4
1. Mathematik und Kunst	6
2. Materialbasierte Settings	10
Steine	12
Patternblocks	14
Seile	16
Holzwürfel	18
Stäbe	20
3. Lernbegleitung im transversalen Unterricht	20
4. Umsetzungsbeispiele	26
Beispiel Steine	27
Beispiel Patternblocks 1	30
Beispiel Patternblocks 2	33
Beispiel Seile	37
Beispiel Würfel	41
Beispiel Stäbe 1	44
Beispiel Stäbe 2	48
5. Weiterführende Ideen	52
Steine	54
Patternblocks	56
Seile	58
Würfel	60
Stäbe	62
Bezugsquellen	65



## Einleitung

Im Zyklus 1 ist der offene Umgang mit Materialien ein zentraler Bestandteil des Unterrichts, ermöglicht es doch vielfältige Lern- und Bildungsgelegenheiten.

Das in Zusammenarbeit der FHNW, der Stiftung Mercator und dem Bildungsraum Nordwestschweiz ermöglichte Projekt «MusterBildung – Kunst trifft Mathematik» zeigt exemplarisch an den Fachbereichen Bildnerisches Gestalten und Mathematik Möglichkeiten, wie Lehrpersonen Bildungs- und Lernprozesse anregen, begleiten und unterstützen können.

An fünf ausgewählten Materialien wird das fachliche Potential offener Settings sowie Ideen für die Begleitung und die Weiterarbeit mit den Ideen und Produkten der Kinder aufgezeigt.

Die Broschüre soll einen Einblick in das Projekt «MusterBildung – Kunst trifft Mathematik» und in ausgewählte Inhalte geben.

Die gesamten Unterlagen sowie das eigens für die Weiterbildung entwickelte Videotool finden Sie auf:

[www.kunsttrifftmathe.ch](http://www.kunsttrifftmathe.ch)



### Besonderheiten im Zyklus 1

Unterricht im Zyklus 1 – insbesondere in den ersten beiden Jahren – ist geprägt von Materialerfahrungen. Fachlichen Ideen und das Gewinnen von Erkenntnissen resultieren aus Erlebnissen mit konkreten Gegenständen.

Unterricht wird nicht primär von der Fachsystematik der korrespondierenden Wissenschaftsdisziplinen hergeleitet, sondern wird aus der kindlichen Lebenswelt, von den kindlichen Vorerfahrungen und Erkenntnismöglichkeiten heraus begründet und geplant. Zunehmend soll jedoch auch eine Hinführung zu fachlichen Denkweisen und Inhalten stattfinden. Dies stellt Lehrpersonen vor grosse Herausforderungen.

Die in dieser Broschüre vorgestellten Unterrichtsbeispiele zeigen Möglichkeiten auf, wie eine kindgerechte Gestaltung solcher Lehr- und Lernprozesse im Spannungsfeld zwischen Fachlichkeit und nicht fachlich konstituiertem Unterricht aussehen kann.

### Die Materialien

Ausgangspunkt der Unterrichtsbeispiele sind ganz unterschiedliche Materialien, nämlich Würfel, Seile, Steine, Stäbe und Pattern Blocks. Ihnen ist gemeinsam, dass sie zum (freien) Spielen, Experimentieren, Bauen und Gestalten einladen, zugleich aber ein grosses Potenzial für fachliches und fachbereichsverbindendes Lernen aufweisen. Für jedes Kindergartenbudget ist etwas dabei. Eine Stein Sammlung lässt sich auf einem Spaziergang mit der Klasse anlegen, Holzstäbe sind günstig zu erwerben, Seile und die Patternblocks werden von unterschiedlichen Verlagen angeboten, die Holzwürfel wurden speziell für Musterbildung entwickelt und sind daher etwas teurer in der Anschaffung.

### Transversale Settings

Muster bilden, Objekte ordnen, Symmetrien suchen, nach Plänen bauen u.v.m. sind Tätigkeiten, die Kinder zu mathematischen und bildnerisch-gestalterischen Erkundungen und Entdeckungen anregen.

Damit daraus auch echte Lerngelegenheiten für die Kinder entstehen, benötigt es eine Begleitung durch die Lehrperson. In der Broschüre finden sich konkrete Umsetzungsvorschläge und Beispiele für eine situative Lernbegleitung, welche sich an den Ideen und Produkten der Kinder orientiert und auf eine fachliche oder transversale Weiterarbeit zielt.

### Beiläufiges und systematisches Lernen

In exemplarischen Verläufen werden erprobte Umsetzungen von mehrteiligen Unterrichtssequenzen beschrieben, welche als Grundlage für den eigenen Unterricht dienen sollen. Ausgehend von offenen Sequenzen, wo die Kinder explorativ mit dem Material umgehen, entstehen Anschlussmöglichkeiten in den unterschiedlichen Fachbereichen und deren Verbindung. Dabei werden die Materialien je nach Lernziel angepasst und ermöglichen eine vertiefte Auseinandersetzung mit einzelnen Themen.







# 1 Mathematik und Kunst

## Einblick in die Besonderheiten zweier unterschiedlicher Fachbereiche

Was ist Mathematik? Was ist Kunst?

Was haben Mathematik und Kunst gemeinsam?

Im Folgenden wollen wir einen Einblick in die Besonderheiten der beiden Fachbereiche geben, die auf den ersten Blick unterschiedlicher nicht sein könnten.

Dennoch gibt es Gemeinsamkeiten und zudem ein grosses Potenzial für fachübergreifende Zugänge – auch und gerade auf Kindergarten- und Unterstufe.

### Was ist Mathematik?

*„Die Philosophie steht in diesem großen Buch geschrieben, dem Universum, das unserem Blick ständig offen liegt. Aber das Buch ist nicht zu verstehen, wenn man nicht zuvor die Sprache erlernt und sich mit den Buchstaben vertraut gemacht hat, in denen es geschrieben ist. Es ist in der Sprache der Mathematik geschrieben, und deren Buchstaben sind Kreise, Dreiecke und andere geometrische Figuren, ohne die es dem Menschen unmöglich ist, ein einziges Wort davon zu verstehen; ohne diese irrt man in einem dunklen Labyrinth herum.“*

(aus: Galileo Galilei, "Il Saggiatore", 1623)

Die Mathematik entstand im Umgang und der Beschäftigung der Menschen mit Anzahlen, mit Messen, mit Konstruieren. Die Menschen brauchten die Mathematik, um Alltagsprobleme zu lösen, Naturphänomene zu erklären und die Dimensionen Raum und Zeit näher beschreiben zu können. Schon früh beschäftigten sich die Menschen zugleich aber auch "zweckfrei" mit mathematischen Fragestellungen.

**Die Gegenstände der Mathematik** sind nicht reale Objekte der natürlichen bzw. der künstlichen Umwelt, sondern abstrakte Ideen bzw. gedankliche Konstrukte (Wittmann, 2003).

In unserer realen Welt gibt es kugelförmige Gegenstände – die Kugel als ideale geometrische Figur bildet sich allerdings nur in unseren Gedanken. Ebenso ist die Zahl Drei eine abstrakte Idee, die beim Anblick von drei Personen oder drei Gegenständen abgerufen wird. Um diese abstrakten Ideen zu beschreiben, wurden im Laufe der Zeit formale Systeme entwickelt – eine mathematische Symbolsprache.

Die Verständigung über mathematische Inhalte geschieht also über vereinbarte Symbole. Bezogen auf die mathematische Idee "Zahl" bestehen die zugehörigen symbolischen Zeichen – im westlichen Sprachraum – aus den Ziffern 0 bis 9.

Das mathematische Symbol selbst stellt noch keine Mathematik dar. Dazu ist es notwendig, die Symbole lesen zu können und das dahinterstehende abstrakte Konzept zu verstehen.

Häufig wird Mathematik beschrieben als eine Wissenschaft, die selbst geschaffene abstrakte Strukturen auf ihre Eigenschaften und Muster untersucht. Das Finden und Beschreiben von allgemeinen Gesetzmässigkeiten und Beziehungen betont vor allem die Strukturorientierung der Mathematik – die inner-mathematische Perspektive. Betrachtet man die Mathematik unter dem Aspekt der Anwendungsorientierung, dann dient sie vor allem dazu, die Welt zu erklären und einfache oder komplexe Probleme unserer belebten oder unbelebten Umwelt zu lösen.

### **Was ist «Kunst»?**

Zentraler Gegenstand des Fachbereiches Bildnerisches Gestalten oder des Kunstunterrichts ist nicht die Kunst im Allgemeinen, sondern die Bildende Kunst. Zu ihren klassischen Gattungen zählen die Malerei, die Bildhauerei, die Grafik (Zeichnung, Fotografie und Druckerzeugnisse), die Baukunst sowie das Kunsthandwerk.

Kunstwerke sind Träger von Informationen. Dies gilt selbst dann, wenn die Botschaften von Kunstwerken oft schwer verständlich sind. Sie sind Teil unserer kulturellen Gesellschaft. In ihnen werden Anschauungen und Ideen zum Ausdruck gebracht. Die Bildende Kunst tut dies durch ihr eigene Darstellungs- und Abbildungsmöglichkeiten, durch die Verwendung bildsprachlicher Mittel und die Nutzung von Gestaltungsgesetzen.

Kunst bietet die Möglichkeit, Distanz zur Wirklichkeit zu schaffen. In ihr lassen sich Gegenwelten entwerfen, sind Wunschbilder, Grenzüberschreitungen und Absurditäten möglich. Diese stehen trotz oder gerade wegen ihrer irrationalen Seiten in Beziehung zur realen Lebenswelt, denn sie verändern den Blick auf den Alltag und eröffnen Möglichkeiten zur Imagination und Vision.

Die Beweggründe, künstlerisch produktiv zu sein, sind vielzählig. Zentral ist oftmals die Möglichkeit, etwas artikulieren, darstellen, mitteilen, zeigen zu können. Kunst folgt keinen genormten Regeln. Ihre unterschiedlichen Erscheinungsformen erfordern offene und flexible Wahrnehmungsweisen und tolerante Einstellungen. Kunstumgang erfordert immer wieder aufs Neue die Suche nach Sinnhaftigkeit und erweist sich dadurch als Übungsfeld für divergentes Denken und sorgfältiges Urteilen.

## **Worin bestehen die Unterschiede zwischen Kunst und Mathematik?**

Auf den ersten Blick erscheinen Kunst und Mathematik sehr unterschiedlich. Während mathematische Begriffe auf (eindeutigen) Definitionen basieren, sind Kunstobjekte oft bewusst auf Uneindeutigkeit angelegt. Die Bedeutungsfindung beruht auf Interpretationsprozessen und kennt auch nicht zwingend ein verlässliches Mittel zur Überprüfung der Gültigkeit von „Lösungen“.

Betrachtet man Kunst und Mathematik allerdings genauer, stellt man viele Gemeinsamkeiten fest: Kunstwerke erreichen ihre Wirkung oft durch ihre formal-ästhetischen Eigenschaften. Aber auch die Mathematik als Wissenschaft von den Mustern und Strukturen hat neben dem abstrakt-formalen immer auch noch einen ästhetischen Aspekt. Dazu zählen ästhetische mathematische Aspekte in der Umwelt, aber auch der ästhetische Aspekt der Mathematik selbst – so werden mathematische Muster häufig als ästhetisch erlebt.

Sowohl Mathematik als auch Kunst nutzen zur Darstellung von Inhalten „Sprachen“, die sich von der menschlich gesprochenen und geschriebenen verbalen Sprache unterscheiden. Sie nutzen beide ‚ihre‘ Sprache zur Darstellung und Verdeutlichung von Inhalten. Beide Disziplinen haben einen sogenannten «zweifachen Wirkungsbereich». Die Beschäftigung mit Farben, Formen bzw. mit Zahlen und Raum usw. kann erstens als innerdisziplinär und zweckfrei verstanden werden und sie kann zweitens als alltagsbezogen und nutzbringend verstanden und betrieben werden.

## **Sich daraus ergebende Möglichkeiten der Kombination**

Eine Verbindung von Kunst und Mathematik ist auf unterschiedliche Arten möglich, so kommt es zur bildnerischen Darstellung wie auch zur Anwendung der Mathematik in der Kunst: Die Mathematik und ihre Gesetzmässigkeiten können also zum Gegenstand der Kunst werden, so dass „Muster über Mathematik“ entstehen. In der so genannten Konkreten Kunst bspw. gelangt die „Mathematik [. . .] durch kunsteigene, aber mathematikadäquate Strukturen ins Bild“ (Guderian, 1990, S. 273). Andererseits geht die Mathematik aber auch als Werkzeug der Künstler in die Kunst ein, z.B. durch Gestaltung von Kunstwerken nach vorgegebenen Zahlenverhältnissen/Proportionen, Einhaltung und Anwendung bestimmter Symmetrien oder Perspektiven in der Baukunst, Ornamentik und Malerei usw.

## **Literatur**

Devlin, K. (1998). *Muster der Mathematik*. Heidelberg

Brandstätter, U. (2009). *Bildende Kunst und Musik im Dialog ästhetische, zeichentheoretische und wahrnehmungspsychologische Überlegungen zu einem kunstspartenübergreifenden Konzept ästhetischer Bildung*. (2. unveränd. Aufl.). Augsburg.

Bruner, J.S. (1970). *Der Prozess der Erziehung*. Berlin  
Devlin, K. (2001). *Das Mathe-Gen*. Stuttgart

Dewey, J. (2006): *Kunst als Erfahrung*. (5. Aufl.). Frankfurt a.M.

Guderian, D. (1990). *Spurensuche: Mathematik und Kunst. Mathematisches von der prähistorischen Zeit bis zu den Frühkulturen*. In: Guderian D. (Hrsg.), *Mathematik in der Kunst der letzten dreißig Jahre. Von der magischen Zahl über das endlose Band zum Computerprogramm*. Paris. S. 263–273

Lehrplan 21 „Gestalten – Einleitende Kapitel“; von der D-EDK Plenarversammlung am 31.10.2014 zur Einführung in den Kantonen freigegebene Vorlage. Bereinigte Fassung vom 29.02.2016

Wittmann, E.Ch. (2003). *Was ist Mathematik und welche Bedeutung hat das wohlverstandene Fach für den Mathematikunterricht auch der Grundschule?* In: Baum, M. und Wielpütz, H.: *Mathematik in der Grundschule. Ein Arbeitsbuch*. Seelze. S. 18–46







## 2 Materialbasierte Settings

### Mathematisches, bildnerisches und transversales Potenzial der Materialien

Die Gemeinsamkeiten der im Projekt «Muster-Bildung» eingesetzten Materialien sind:  
Ein hoher Aufforderungscharakter und ein grosses Potenzial für das mathematische, bildnerische und transversale Lernen.

Im Folgenden sollen die fachlichen Potenziale aufgezeigt und kontrastiert werden. Dazu gehören auch fachspezifische Begrifflichkeiten und eine curriculare Einordnung.

Im Projekt "MusterBildung" wurde eine breite Palette an unterschiedlichen Ausgangsmaterialien eingesetzt: Neben bunten Seilen, Holzspiesen, Pattern Blocks und in Grautönen gefärbten Holzwürfeln, kam auch das Naturmaterial Steine zum Einsatz.



Einige Materialien sind bereits in vielen Bildungsstätten im Einsatz oder einfach und zudem kostengünstig erhältlich. Einzig die eingefärbten Würfel wurden eigens für das Projekt entwickelt und produziert. Sie sind – ähnlich wie die Pattern Blocks – eher kostspielig, bieten jedoch eine ausserordentlich grosse Chance für wertvolle Bildungsprozesse aus unterschiedlichen Fachperspektiven. Die Materialien weisen ganz unterschiedliche Eigenschaften auf. Gemeinsam ist ihnen, dass das explorierende Tun der Kinder sowohl für das mathematische Lernen als auch für gestalterische Tätigkeiten ein grosses Potenzial besitzt.

Die Holzspiesse besitzen die Eigenschaft der Linearität und sind streckenbildend, wogegen die Seile für Erfahrungen mit verformbaren Linien ideal sind. Die Steine – ein Naturmaterial – sind das einzige unstrukturierte Ausgangsmaterial. Die Einzelteile gleichen sich nur sehr bedingt und weisen eine eher unregelmässige Form auf. Dagegen sind die Pattern Blocks durch die immer gleiche Farbgebung, die jeweils einer ebenen geometrischen Form zugeordnet ist, ein hochstrukturiertes, flächiges Material. Die Würfel stehen für ein "räumliches" Material. Durch die besonderen Eigenschaften des Würfels – als ein Vertreter der fünf platonischen Körper mit lauter gleichen Seitenflächen – stellen sie zugleich ein besonders "regelmässiges" Material dar.

Alle Materialien zeichnen sich dadurch aus, dass sie einerseits eine gewisse Strukturiertheit aufweisen, andererseits aber auch flexibel in der Anwendung und – anders als beispielsweise ein Puzzle oder ein Bausatz – nicht in einem bestimmten Zustand "fertig" sind. Die Materialsets bestehen aus vielen Einzelteilen. Diese Einzelteile sind so beschaffen, dass alle oder viele davon aufgrund formaler Eigenschaften gleich oder ähnlich scheinen. Eine grosse Menge von Einzelteilen sowie optisch und haptisch ansprechende Qualitäten der Materialien erhöhen deren Aufforderungscharakter.

Aus mathematischer Perspektive sind hier insbesondere Ordnen, Klassifizieren, Vergleichen, Messen oder Musterlegen zu nennen. Die Materialien selbst "zeigen" allerdings noch nicht mathematische Ideen, diese können erst in der Vorstellung des Kindes entstehen. Entsprechend benötigt die handelnde Auseinandersetzung mit den Materialien eine darauf bezogene Denkhandlung, die möglichst durch die Lehrperson angeregt und unterstützt wird. So werden Eigenschaften der Objekte und ihre Beziehungen zueinander in Form von Mustern und Strukturen für Kinder erlebbar und für Lehrpersonen mathematisch interpretierbar. Abstrakte mathematische Ideen manifestieren sich im konkreten Material und können diskutiert und weitergedacht werden.

Bei bildnerisch-ästhetischen Tätigkeiten sind Wahrnehmungs- und Erkundungsprozesse von besonderer Bedeutung. Durch sie lassen sich optische und haptische Eigenschaften von Materialien erfahren. Sie schaffen Anreiz zur sinnlichen und bildnerischen Betätigung. Bei gestalterischen Auseinandersetzungen werden die Materialien zum Bildmittel. Sie eröffnen den Kindern Gelegenheiten, Bildideen zu suchen, zu finden und zu entwickeln. Im Gegensatz zu den herkömmlichen Mal- und Zeichenmitteln bieten die Materialien die Möglichkeit Ideen zu prüfen, zu ändern, zu optimieren oder zu verwerfen.

Für eine mathematische wie auch eine gestaltende Auseinandersetzung mit dem Material gilt, dass Kinder durch das zunächst fachindifferente Tätigsein Spuren – Vorgehensweisen, Produkte, verbalisierte Ideen, etc. – hinterlassen. Diese werden dann von der Lehrperson fachlich und/oder fachverbindend gedeutet und weitergeführt. Besonders gut lässt sich das Potenzial, bildnerische und mathematische Lernprozesse aufeinander zu beziehen, in materialbasierten Settings ausschöpfen.





## Steine

Das Material "Steine" ist eine Sammlung von Natursteinen in verschiedenen Formen, Farben und Grössen (zw. ca. 0,5 - 6 cm).

Die Oberflächen und Formen der Steine sind naturbelassen.

Das Sammeln des Materials lässt sich gut mit einem Auftrag an die ganze Klasse verbinden.



## Bildnerisches Potenzial

Steine lassen sich auf vielfältigste Art und Weise erkunden. Sie unterscheiden oder ähneln sich in Grösse, Form, Farbe, Gewicht, Zeichnung und evtl. auch in Maserung. Diese visuell und haptisch wahrnehmbaren Merkmale sind Anknüpfungspunkte für ästhetische Erfahrungen und für bildgestalterische Tätigkeiten.



Abb. 2.1.1 Bodenbelag im Aussenbereich

## Ähnlichkeit – sich gleichen

Da jeder Stein einzigartig ist und dennoch in bestimmten Merkmalen anderen Steinen ähnelt, lässt sich beim Vergleichen von Steinen nach Übereinstimmungen bzw. Unterschieden suchen (Abb. 2). Die Bestimmung von Zusammengehörigkeit oder von Differenz beruht auf Urteilen. Die Urteile sind nicht exakt, es besteht ein Ermessensspielraum. Wahrnehmungs- und Urteilsfähigkeit werden geschult. Wird über das Vergleichen und Zuordnen gesprochen, so können ästhetische Urteile bewusstgemacht werden. Folgende äussere Merkmale der Steine können in die Zuordnungen einbezogen werden: Gewicht, Grösse, Formmerkmale wie eckig, lang, kurz, kantig oder rund; Oberflächenmerkmale wie glatt, rau, porös, unifarbig oder gezeichnet; Farbmerkmale wie bunt, unbunt, einfarbig, mehrfarbig, hell oder dunkel.



Abb. 2.1.2 & 2.1.3 Steine, die ähnlich sind und doch nicht gleich / Klassen bilden



### Komposition

Steine spielen bei der Mosaiktechnik als Teilelemente in einer Komposition eine wesentliche Rolle. Dabei werden Farbe, Form und Grösse der Steine genutzt, um gegenständliche Darstellungen oder Muster zu bilden. Der Mosaikstein wird zum Farb- und Formelement und lässt sich durch entsprechende Anordnung als Punkt oder zur Linien- oder Flächenbildung nutzen.

Bei Installationen der "Land Art" erfolgt die Anordnung von Steinen anhand von bestimmten formalen Ordnungsprinzipien (Abb. 4). Die optisch reizvolle Wirkung wird oft dadurch erzielt, dass Elemente (Steine), die eine sehr eigenwillige und amorphe Form besitzen, im Verbund mit ähnlichen Objekten eine Einheit bilden. Dadurch entsteht ein Spiel zwischen Eigenheit und Gemeinsamkeit sowie zwischen Ungenauigkeit und Genauigkeit. Die Anordnung der Elemente oder das Gestalten mit Zwischenräumen folgt dabei meist einer oder mehreren formalen Gesetzmässigkeiten. Dabei können Reihungen, Wiederholungen oder Verläufe diese Gesetzmässigkeit bestimmen.

### Mathematisches Potenzial

Aus mathematischer bzw. mathematikdidaktischer Sicht liegt das Potenzial der Steine vor allem im Bereich der Anzahlerfassung und Mengendarstellung.

In der Mathematik werden Mengen als Zusammenfassungen von Elementen verstanden. Die Elemente einer Menge sind häufig Zahlen oder Punkte im Raum. Die dahinterstehende Idee ist jedoch auf beliebige Objekte anwendbar, z. B. auf eine Tüte mit Brötchen oder einen Bus mit Menschen. Für endliche Mengen ist die Mächtigkeit gleich der Anzahl der Elemente der Menge; man spricht auch von der Kardinalität.

Um die Mächtigkeit einer Menge von Steinen zu bestimmen, wird jedem Stein genau ein Zahlwort zugeordnet. Man spricht auch von der Eins-zu-Eins-Zuordnung. Um welche Objekte (Kinder, Stühle, etc.) es sich konkret handelt, spielt dabei keine Rolle.

Beim Zählen von Objekten werden aus den Objekten und den Zahlwörtern Paare gebildet, und zwar so viele, wie Objekte vorhanden sind. Das zuletzt genannte Zahlwort ist sowohl ordinal (Der wievielte Stein in der Reihe?) als auch kardinal (Wie viele Steine sind es?) zu deuten.

Neben dem zählenden Erfassen von Anzahlen gibt es auch nichtzählende Strategien. Dabei spielt die strukturierte Darstellung der Objekte eine wesentliche Rolle: Beispielsweise kann eine Verdopplungsstrategie genutzt werden, wenn zwei "Steinreihen" gleich lang sind und aus gleich grossen Steinen bestehen. Auf diese Art und Weise lässt sich auch die sogenannte (Quasi-)Simultanerfassung üben. Dabei wird den Kindern für eine kurze Zeit (ca. eine Sekunde) eine (strukturierte) Anzahl von Steinen präsentiert. Die Kinder sollen dann möglichst die Anzahl, ohne zu zählen, erfassen und benennen. Man geht davon aus, dass wir in der Lage sind, 4 bis 5 Elemente simultan zu erfassen.

Bei grösseren Anzahlen erfolgt die Erfassung quasi-simultan: durch das (unbewusste) Gruppieren von (strukturierten) Teilmengen, bilden wir aus mehreren Teilen das Ganze. Die Zahl 5 kann beispielsweise als  $2+3$ ,  $1+4$  oder  $2+2+1$  dargestellt werden. Dafür kann die unterschiedliche Färbung der Steine genutzt werden. Das Verständnis für solche Teile-Ganze-Beziehungen spielt auch bei der Entwicklung des Zahlbegriffs eine wichtige Rolle.

Weitere Einsatzmöglichkeiten: Die Steine haben unterschiedliche Formen, Farben, Grössen und Gewichte. Diese Eigenschaften erlauben es, sie nach unterschiedlichen Kriterien zu ordnen (Klassifikation). Wenn alle runden und alle eckigen Steine jeweils zu einer Gruppe zusammengefasst werden, so spricht man vom Klassifizieren (Abb. 3). Die Steine können aber auch in eine Reihenfolge gebracht werden, dann spricht man von Seriation (Abb. 6).

Mit Steinen lassen sich auch unterschiedliche Muster legen. Aufgrund der Unregelmässigkeit lassen sich keine präzisen Symmetrien herstellen. Es ist aber möglich, annähernd symmetrische Muster zu legen oder Muster anzufertigen, die bestimmten Regeln folgen: beispielsweise "abwechselnd zwei graue und zwei weisse Steine". Die Abweichungen "von der Regel" durch die natürliche Unregelmässigkeit der Steine können mit den Kindern durchaus thematisiert werden. Ein Muster kann auch entstehen, indem die Steine einer Regel entsprechend in einem Kreis oder einer Spirale angeordnet werden. In Abbildung 5 werden die Steine von der Mitte des Kreises nach aussen immer grösser.



Abb. 2.1.4 – 2.1.6 Installation «Land Art» / Muster legen / Reihenfolgen erzeugen



## Patternblocks

Das Material besteht aus fünf verschiedenen geometrischen Grundformen:

- gleichseitiges Dreieck (grün)
- Quadrat (orange)
- zwei verschiedene Rauten (blau, natur)
- symmetrisches Trapez (rot)
- gleichseitiges Sechseck (gelb)



Die Formen haben alle die gleiche Kantenlänge; nur beim roten symmetrischen Trapez weist die lange Grundlinie die doppelte Länge auf. Die Innenwinkel betragen bei der kleinen Raute 30° und 150°, bei der grossen Raute und beim gleichschenkligen Trapez 60° und 120°.

## Bildnerisches Potenzial

Die klaren geometrischen Formen der Patternblocks ermöglichen Auseinandersetzungen mit formal-ästhetischen Themen, die auch bei Kunstwerken eine Rolle spielen. So können Musterbildungen oder Symmetrien, aber auch die geometrischen Formen selbst zum Thema bildnerischer Tätigkeiten werden.

## Muster/Ornament

Muster spielen in der Kunst und im Kunsthandwerk oft als Ornament (lat. ornare = schmücken) eine Rolle, indem sie Flächen strukturieren, rhythmisieren und ordnen. In der Architektur schmücken sie Portale, gliedern Fensterscheiben, zieren Böden und Wände usw. (Abb. 1).

Das Herstellen von Mustern ist verfahrenstechnisch interessant, weil sich für das Wiederholen eines Motivs repetitive Techniken wie Stempeln, Prägen oder Collagieren nutzen lassen. Ornamente weisen oft ungegenständliche oder abstrakte, stark stilisierte Formen auf.

## Variationen als Entwurfsprinzip

Mit den Pattern Blocks können Anordnungen einfach und beliebig oft verändert werden. Dieser spielerische Umgang begünstigt das Erproben und Suchen nach neuen Kombinationen. Das Verändern, Umlegen und Neukombinieren fördert das Verständnis für Variationen.

## Symmetrien

Die Symmetrie spielt als kompositorisches Element in Architektur und auch Malerei eine wichtige Rolle. Gebäude können im Grundriss oder der Fassadengestaltung symmetrische Anordnungen aufweisen (Abb. 2). Insbesondere in der Renaissance galten Klarheit, Harmonie und Ausgewogenheit als Gestaltungsprinzipien, die durch die Symmetrie unterstrichen wurden.



Abb. 2.2.1 & 2.2.2 Muster als Bodenmosaik  
/ A. Palladio, "Villa La Rotonda"



### Geometrische Formen in der Kunst

In der Malerei stellt meist schon die Bildfläche eine geometrische Form dar. Die rechteckige Fläche definiert den Bildraum und gibt dadurch den kompositorischen Rahmen vor. Im Bild selbst sind geometrische Formen oft gestalterische Grundelemente und Teile eines Sujets. Je nach Malstil und künstlerischer Intention können geometrische Formen dezent gehalten oder betont werden.

### Geometrische Formen in der Kinderzeichnung

Die Formen der Pattern Blocks entsprechen geometrischen Grundelementen bzw. Flächenformen, die sich Kinder bei der Zeichenentwicklung selbst aneignen; dies sind u.a. das Rechteck, Dreieck und der Kreis. Aus diesen Formen fügt das Kind seine Bildwelten zusammen. Das additive Vorgehen und der Umgang mit geometrischen Grundelementen entsprechen somit in hohem Masse der Entwicklung der Kinderzeichnung. Die Flächenformen bilden nicht nur die Grundlage für weitere zeichnerische Tätigkeiten, sondern auch für die Schrift, welche selbst aus geometrischen Grundelementen entstanden ist.

### Mathematisches Potenzial

Aufgrund der Eigenschaften der Pattern Blocks lässt sich die blaue Raute aus zwei und das Trapez aus drei Dreiecken (oder einer blauen Raute und einem Dreieck) zusammensetzen. Entsprechend bestehen für das regelmässige Sechseck mehrere Zerlegungs- und Zusammensetzungsmöglichkeiten:

- 6 Dreiecke
- 2 Trapeze
- 1 Trapez, 1 blaue Raute, 1 Dreieck
- 1 Trapez, 3 Dreiecke
- 3 blaue Rauten
- 2 blaue Rauten, 2 Dreiecke
- 1 blaue Raute, 4 Dreiecke

In Tätigkeiten des Zusammensetzens und Zerlegens werden Teile-Ganze-Beziehungen erfahrbar: Verschiedene Teile können unter bestimmten Umständen zusammen ein Ganzes mit neuen Eigenschaften bilden, ohne dass die einzelnen Teile darin völlig verschwinden. So lassen sich mit den Pattern Blocks Muster und Bilder legen sowie Gebilde bauen, die grösser und bunter als jedes einzelne Teil sind – und trotzdem bleiben die einzelnen Formen als solche erkennbar. Im Kern geht es um die Erkenntnis, dass sich das Ganze aus unterschiedlichen Teilen zusammensetzen lässt. Das gilt für Formen genauso wie für Zahlen – so lässt sich die 8 aus  $4+4$ , aus  $5+3$  oder aus  $3+3+2$  zusammensetzen.

### Symmetrie

Die Idee der Symmetrie (als ein besonderes Muster) durchzieht unsere gesamte belebte wie unbelebte Umwelt: Symmetrische Objekte erleben wir als ästhetisch, harmonisch bis hin zu formvollendet. Symmetrie zeigt sich – grob gesagt – in der Wiederholung von Gleichartigem (griech. *symmetros* = gleichmässig). Offenbar ist unser Wahrnehmen von Erscheinungen unserer Umwelt stark geprägt von der Fähigkeit, sensorische Eindrücke in zu vergleichende Teile zu gliedern. Wahrnehmen ist Erkennen von gegliederten Gestalten, also von Mustern. Prototypisch und am augenfälligsten manifestiert sich Symmetrie in geometrischen Gestalten, und dabei insbesondere in der bilateralen Symmetrie ebener und räumlicher Gebilde. In ebenen Figuren ist neben der Achsensymmetrie vor allem die Drehsymmetrie zu erwähnen, wie sie z.B. in der Abbildungen 5 und 6 zum Tragen kommt. Symmetrische Gebilde, Lebewesen etc. erscheinen uns in der Umwelt allgegenwärtig. Die mathematische Idee der Symmetrie ist allerdings eine abstrakte, entsprechend sind natürliche wie auch künstliche Objekte immer nur annähernd symmetrisch. Es sind nur "Modelle" für Symmetrien: sie also solche zu begreifen, unterliegt immer einem (geistigen) Idealisierungsprozess.



Abb. 2.2.3 & 2.2.4 P. Klee, "Raumarchitektur mit der gelben Pyramide", 1915. Geometrische Formen sind Bestandteil des Sujets. / Ausschnitt aus einer Kinderzeichnung



Abb. 2.2.5 & 2.2.6 Muster mit Achsen und Drehsymmetrien



## Seile

Das Material besteht aus einer Vielzahl von Seilen. Diese haben verschiedene Längen (zwischen 60 und 200 cm) und Farben (z.B. Gelb, Grün, Dunkelblau, Rot, Violett, Hellblau, Orange, Rosa).

Es besteht keine Korrelation zwischen Seillänge und -farbe. Die Seile sind synthetisch und ca. 1 cm stark.



## Bildnerisches Potenzial

Das Seil kann optisch und haptisch als Linie wahrgenommen und bildnerisch entsprechend eingesetzt werden. Das Arbeiten mit freien Linien stellt beim Zeichnen und bei Druckgrafiken, aber auch in der Malerei und Bildhauerei ein wichtiges Element dar. Dabei spielen Länge, Form, Breite, Prägnanz, Farbe und Textur eine wichtige Rolle.



Abb. 2.3.1 H. Naegeli, *Gesprayte Figur*

## Freie Linie

Das Seil ist robust und doch gut verformbar. Es lässt Richtungswechsel, Kurven, Verknötungen, Ballungen und Überlagerungen zu. Abrupte Richtungswechsel mit spitzen Winkeln sind möglich, doch dazu muss das Seil in Form gedrückt werden. So wird aus dem Legen beinahe ein Modellieren.

## Von der Linie zur Kontur – zur Fläche

Durch das Auslegen einer Linie zu einer mehr oder weniger geschlossenen Form kann die Kontur eines Objekts entstehen (Abb.2). Die Länge der Linie steht im Verhältnis zur Innenfläche des Objekts.

Das Anbringen mehrerer Seile (Linien) nebeneinander ermöglicht das Gestalten von Flächen (Abb.3). Dabei sind unterschiedliche Techniken denkbar. Das Aufrollen, Ineinander- oder Nebeneinanderlegen führt zu jeweils anderen Formen und anderen Wirkungsweisen. Linienführung und Farbkombinationen bestimmen die Erscheinung.

## Die Mitte

Die Mitte von Linien, Flächen oder Bildern kann als kompositorisches Mittel genutzt werden. Die Beschaffenheit des Seils regt zu verschiedenen Formgebungen an, bei denen die Mitte thematisiert wird. Bei Spiralen, Kreisen, zentrischen Kreisen, aber auch bei geraden oder gebogenen Linien wird die Mitte eines Bildes bzw. eines Bildelements deutlich.

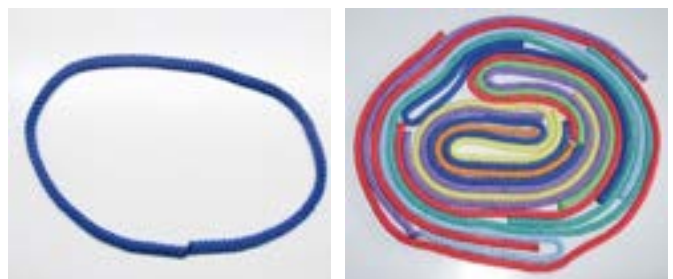


Abb. 2.3.2 & 2.3.3 die Linie wird zum Umriss einer Form  
/ Aus Linien wird eine Fläche



## Die Linie begreifen

Die Seile wirken durch ihre haptische Beschaffenheit, ihren runden Querschnitt und ihre plastische Qualität weich und organisch. Die Materialität des Seils ermöglicht es, dass eine Linie greifbar wird. Diese Plastizität des Materials lässt die Grenzen zwischen Zeichnung und Skulptur verwischen.

## Mathematisches Potenzial

Das Seil ermöglicht geometrische Grunderfahrungen, kann aber auch als «Messinstrument» eingesetzt werden.

### Geometrische Linie

Das Seil lässt sich als Modell einer geraden oder gebogenen Linie interpretieren. Als gerade Linie kann das Seil als eine Strecke aufgefasst werden – mit Anfangs- und Endpunkt. Legt man diese zusammen, findet man den Mittelpunkt der Strecke.

Die Seile können gedanklich auch für Geraden stehen –, also Linien, die unendlich gedacht sind. Zwei Geraden, die in einer Ebene liegen, können parallel zueinander verlaufen, dann haben sie keinen Schnittpunkt. Wenn sie sich schneiden, lassen sich die Winkel bestimmen, die sie bilden. Betragen diese 90°, dann stehen sie senkrecht aufeinander (Abb. 4).

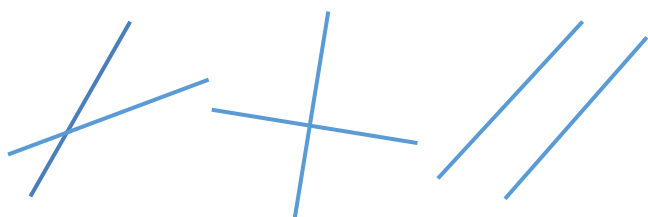


Abb. 2.3.4 sich schneidend / sich schneidend & senkrecht / parallel

Mit den Seilen lassen sich auch geometrische Formen erzeugen, indem man die Begrenzungslinien von ebenen Figuren, also die "Umriss" bzw. die Seiten der Figuren, legt. Für eckige Figuren kann neben der Knotenbildung auch der Einsatz von Hilfsmitteln sinnvoll sein – z.B. ein Stab oder, falls man im Freien arbeitet, ein grosser Nagel resp. ein Zelthering, mit dem man das Seil im Boden fixieren kann und dadurch eine "Ecke" erzeugt. Einfacher lassen sich runde Figuren legen – z.B. Kreise. Die Seile stellen dann die Kreislinie dar. Weitere Seile können als Radius oder Durchmesser dienen. Auch diese können miteinander verglichen werden. Die Seile lassen sich auch zur Konstruktion von Kreisen einsetzen, indem sie als Zirkel verwendet werden. Durch verschieden lange Seile entstehen Kreise mit unterschiedlichen Radien, welche auch ineinandergelegt werden können.

## Messen

Die unterschiedlich langen Seile eignen sich darüber hinaus zum Messen durch direkten oder indirekten Vergleich. Beim direkten Vergleich werden zwei oder mehrere Seile direkt nebeneinandergelegt und die Länge miteinander verglichen. Auch Gegenstände oder Menschen lassen sich durch direktes Aneinanderlegen oder Nebeneinanderstehen miteinander vergleichen. Wer oder was ist grösser?

Wenn man wissen möchte, welche Wand in einem fast quadratischen Zimmer länger ist, ist ein direktes Vergleichen nicht möglich. Dafür können Seile, Schritte etc. eingesetzt werden. "Das Zimmer ist so lang wie 12 Schritte oder 10 Seile". Bei diesem indirekten Vergleichen verwendet man willkürliche oder nicht standardisierte Einheiten. Das exakte Messen und das Umgehen mit den standardisierten Einheiten (z.B. Massstab) kommt erst in der Schule zum Tragen, aber Vorerfahrungen der Kinder mit Messgeräten und Masseinheiten können durchaus im ganzen ersten Zyklus aufgegriffen und zum Thema gemacht werden.

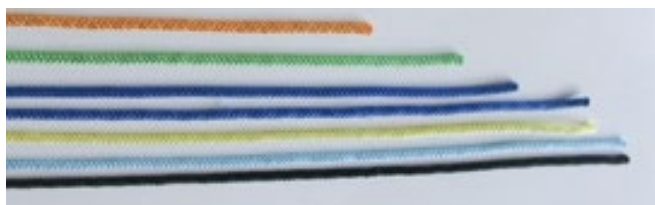


Abb. 2.3.5 Seriation

## Ordnen

Neben dem Messen eignen sich die Seile auch zum Ordnen, da sie unterschiedlich lang und gefärbt sind. Entsprechend lassen sich die Seile in bestimmte "Klassen" einteilen oder man kann eine Reihenfolge herstellen. Beim so genannten Klassifizieren ordnet man z.B. nach Farben und bildet die Klassen "rot", "gelb", "blau" usw. Eine andere Möglichkeit, die die Seile bieten, ist das Erzeugen einer sinnvollen Reihenfolge. Dann spricht man von Seriation. Die Seile können der Länge nach (auf- oder absteigend) geordnet werden (Abb. 5). Sind die Seile spiralförmig angeordnet, lassen sich die dabei entstandenen Kreisflächen durch Aufeinander- oder Nebeneinanderlegen vergleichen (Abb. 6). Einfacher ist der Längenvergleich durch das Bilden von Kreisen, die man ineinandergelegt kann (Abb. 7).



Abb. 2.3.6 & 2.3.7 Spiralen / Kreise



## Holzwürfel

Das Material besteht aus Holzwürfeln mit einer Kantenlänge von 3 cm. Neben schwarz und weiss sind drei abgestufte Grautöne vorhanden. Sie laden sowohl zum Gestalten in der Fläche wie auch im dreidimensionalen Raum ein.

Durch den Verzicht auf die Grundfarben eröffnet sich die Möglichkeit, sich weniger an der Umwelt zu orientieren und schematischer zu arbeiten.



## Bildnerisches Potenzial

In der Kunst zählen Formen und somit auch Quadrat und Würfel zu den gestalterischen Grundelementen. Sie werden aufgrund ihrer gleichmässigen Form oft für Bildgestaltungen verwendet, bei denen Regelmäßigkeiten sowie Ordnungsprinzipien angewandt und/oder durchbrochen werden.

### Der Würfel auf der Fläche

Bei flächigen Darstellungen wird die Dreidimensionalität des Würfels mittels der Raumillusion deutlich gemacht. Perspektivische Darstellungsmittel werden genutzt, um die Räumlichkeit des Würfels zu zeigen. Dabei können die Linienführung wie auch die Hell-Dunkel-Werte die Räumlichkeit unterstreichen (Abb. 1).

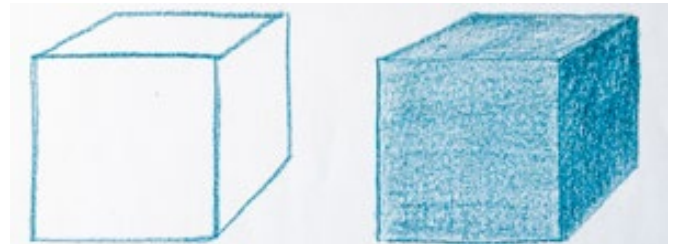


Abb. 2.4.1 "dreidimensionaler" Würfel zweidimensional dargestellt

### Das Quadrat im Bild

Bilder und Skulpturen können ihre Wirkung durch das Aneinanderfügen und Kombinieren von Quadraten oder Würfeln erhalten, aber auch durch deren Unterteilung in kleinere Flächen und Körper, die wiederum Quadrate oder Würfel sein können (Abb.2).

### Mosaik und Pixelbilder

Bei Mosaiken bilden oft kleine Quadrate die Elemente, aus denen ein Bild als Ganzes zusammengesetzt wird. Aus der Distanz betrachtet vermischen sich die Einzelteile zu einem Gesamteindruck.

Die kleinsten Einheiten digitaler Bilder sind Pixel. Davon abgeleitet entstand der Begriff der Pixeloptik und Pixelart. Es handelt sich um Bilder, die aus zahlreichen kleinen Quadraten bestehen. Meist soll das einzelne Farbquadrat sichtbar bleiben und so dem Bild den Anschein eines digitalen Bildes verleihen.

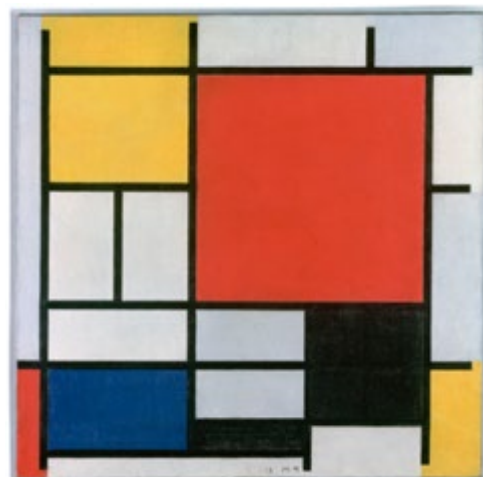


Abb. 2.4.2  
P. Mondrian,  
"Komposition  
in rot, gelb  
und blau",  
1921



### Bauen mit Würfeln – Perspektive und Blickwinkel

Der Würfel eignet sich als Bauelement. Durch seine gleichseitigen Flächen bietet er Anschluss in verschiedene Richtungen und hat einen stabilen Stand. Das Spiel mit gestalterischen Elementen kann daher in mehrere Richtungen verfolgt werden: in der Fläche, horizontal und vertikal und somit auch räumlich (Abb. 3).

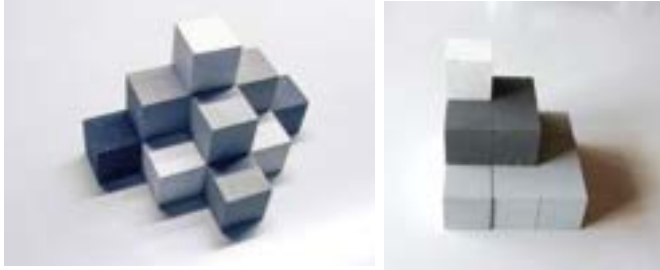


Abb. 2.4.3 & 2.4.4 Bauen mit Würfeln / Quadratzahlen

### Graustufen/Hell-Dunkel-Werte

Die fünf verschiedenen Tonabstufungen von schwarz bis weiss stellen ein weiteres Potenzial des Materials dar. Hell-Dunkel ist ein wichtiges Mittel bei der Bildgestaltung. Bilder ohne klare Hell-Dunkel-Kontraste ermüden das Auge. Licht- und Schattenstellen lenken den Blick und modellieren das Bild.

Die verschiedenen Graustufen entsprechen unterschiedlichen Helligkeitswerten. Dadurch lassen sich Kompositionen erzeugen, die einen Verlauf haben, wie auch Kompositionen, bei denen die Wirkung durch einen Kontrast erzeugt wird. Kontraste kommen durch Bildelemente zustande, die sich gegeneinander abgrenzen oder sich gegenüberstehen.

### Mathematisches Potenzial

Der Würfel ist einer von fünf platonischen Körpern und wird auch regelmässiger Hexaeder genannt. Er besteht aus sechs deckungsgleichen Quadraten als Begrenzungsflächen, zwölf gleich langen Kanten und acht Ecken, in denen jeweils drei Begrenzungsflächen zusammentreffen. Beim Würfel ist es egal, ob man von oben (Grundriss), von der Seite (Seitenriss) oder von vorne darauf schaut. Man "sieht" jeweils ein Quadrat.

Durch die fünf verschiedenen Farben ist es möglich, sie zu ordnen: Beim Klassifizieren bilden jeweils alle schwarzen, weissen und grauen Würfel eine "Klasse". Durch die Farbabstufung lässt sich auch eine Reihenfolge herstellen: Beim Ordnen dunkel nach hell oder hell nach dunkel, spricht man von Seriation.

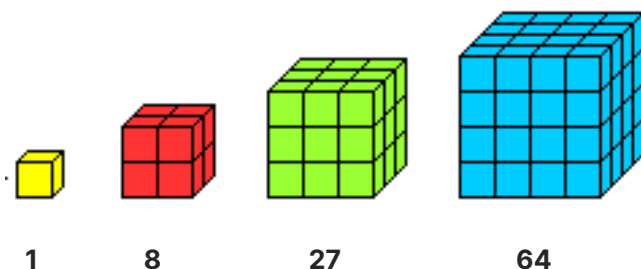


Abb. 2.4.5 Kubikzahlen

Mit den Würfeln lassen sich auf verschiedene Arten Muster legen. So können beispielsweise die Farbabstufungen der Würfel genutzt werden. In der Fläche können sowohl abgeschlossene (Abb. 7) oder sich wiederholende Muster (Abb. 9) erzeugt werden. Hier spielt die Dreidimensionalität des aus den Würfeln zusammengesetzten Körpers keine Rolle, für die Musterbetrachtung ist nur die Deckfläche (oder wenn das Gebilde in die Höhe gebaut ist, die Seitenfläche bzw. die "Vorderansicht") von Bedeutung. Ein Muster im Raum entsteht beispielsweise, wenn mit den Würfeln eine "Treppe" gebaut wird (Abb. 8). Diese lässt sich theoretisch unendlich fortsetzen – es ist kein sich wiederholendes, sondern ein wachsendes Muster.

Mit Würfeln lassen sich sogenannte "figurierte Zahlen" darstellen. Beispiele dafür sind die Quadrat-, Kubik- und Dreieckszahlen. Mit solchen Darstellungen lässt sich die Struktur einer Zahl hervorheben. Möchte man aus kleinen Würfeln grössere Würfel bauen, dann benötigt man für den nächstgrösseren Würfel acht (kleine) Würfel. Dieser hat die doppelte Seitenlänge, aber das 8-fache Volumen. Der Würfel mit der dreifachen Seitenlänge hat dann schon das 27-fache Volumen. Man benötigt also 27 (kleine) Würfel. So lässt sich die Folge der Kubikzahlen visualisieren (Abb. 5). Abbildung 4 illustriert den Beginn der Folge der Quadratzahlen: 1 weisser, 4 dunkelgraue, 9 hellgraue Würfel usw. Abbildung 6 zeigt die Folge der ungeraden Zahlen: 1, 3, 5 usw.



Abb. 2.4.6 – 2.4.9 ungerade Zahlen / abgeschlossenes Muster / wachsendes Muster / sich wiederholendes Muster



## Stäbe

Das Material "Stäbe" besteht aus ca. 20 cm langen, geraden Naturholzstäben mit kleinem Durchmesser.

Die im Detailhandel erhältlichen hölzernen (Schaschliks-)Spiesse bieten eine preisgünstige Möglichkeit zur Anschaffung des Materials. Auch Holzstäbe ohne Spitze sind einsetzbar. Die Ergänzung mit Knete, Gummiringen oder eingeweichten Kichererbsen ermöglicht eine Erweiterung in den dreidimensionalen Raum.



## Bildnerisches Potenzial

Der dünne Holzstab verkörpert in diesem Materialsetting die gerade Linie. Sie wird als solche bildgestalterisch eingesetzt. Ihre Farbe, Dicke und Länge sind vorgegeben. Gestalterische Tätigkeiten konzentrieren sich so auf die Anordnung (Lage und Richtung) sowie auf das Zusammenwirken mehrerer Linien. Dabei können gegenständliche und abstrakte Bildideen verfolgt werden.

## Objektdefinition/Umriss/Kontur

Mit geraden Linien können Formen dargestellt und Objekte definiert werden. Die Linie kann als Teilelement in einem Bild erscheinen, aber auch für einen bestimmten Gegenstand selbst stehen (z.B. Ast, Sonnenstrahl). Linien können die Umrissform einer Fläche, eines Körpers oder eines Raumes kennzeichnen. Durch den Hell-Dunkel-Kontrast zwischen Objekt und Hintergrund kann eine linienhafte Kontur (Umriss) erscheinen.



Abb. 2.5.1 & 2.5.2 gegenständliche Darstellungen mit Spiesen

## Flächen unterteilen / Flächen strukturieren

Linien werden benutzt, um Flächen zu unterteilen. Die Waagerechte und Senkrechte spielen dabei eine wichtige Rolle. Durch das Anordnen der Linien lassen sich Unterteilungen vornehmen und variieren: Es entstehen neue Formen, die zueinander in einer Beziehung stehen und Proportionen definieren.

Das Anbringen von Linien auf einer Fläche lässt Hell-Dunkel-Differenzierung, Schraffuren, Strukturen, Verdichtung und Streuung entstehen.

## Kompositionselement

Weil Linien den Blick des Betrachters lenken, sind sie ein wichtiges Mittel in der Bildgestaltung. Dadurch werden Informationen inhaltlich geordnet und Einzelelemente in einen Gesamtzusammenhang gestellt. Kompositionen und Perspektiven beziehen ihre Wirkung aus der Linienführung (gerade, geschwungen) und ihrer Position im Bildraum (senkrecht/instabil, waagrecht/ruhig, schräg/dynamisch).

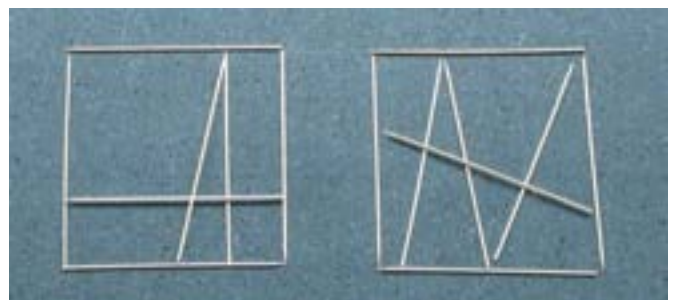


Abb. 2.5.3 Strukturierte Flächen



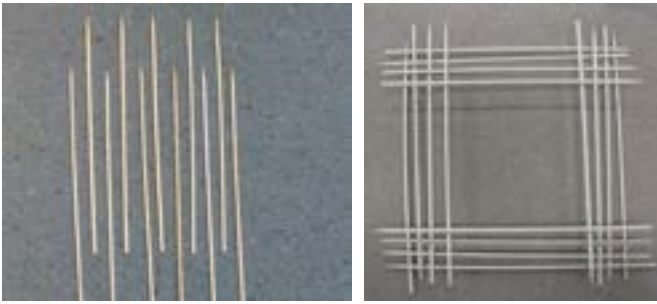


Abb. 2.5.4 &amp; 2.5.5 Musterbildungen

### Muster

Die Linie kann Element dekorativer, musterartiger Bilder sein. Dabei spielen Gestaltungsprinzipien wie Reihung, Wiederholung und Gleichmässigkeit eine wesentliche Rolle.

Die Lage der Linien, ihre Positionen zueinander, gleiche und unterschiedliche Längen sowie Nähe und Distanz können beispielsweise Prinzipien sein, um flächige oder bandartige Muster oder Ornamente zu erzeugen.

### Mathematisches Potenzial

Die Spiesse können vielfältig als Modelle geometrischer Objekte eingesetzt werden:

- eindimensional, als Strecke
- zweidimensional, um ebene Figuren darzustellen
- dreidimensional, um Körper zu erzeugen

Spiesse können als Repräsentanten für gerade Linien (Geraden, Halbgeraden, Strecken) betrachtet werden. Da eine Strecke jeweils einen Anfangspunkt und einen Endpunkt hat, ist ein Spieß am ehesten als Modell für eine Strecke zu sehen. Eine Halbgerade ist die unendliche Verlängerung des Spießes von einem Endpunkt aus, bei Geraden denkt man sich die unendliche Fortsetzung in beide Richtungen.

Die einheitliche Länge der Spiesse (ca. 20 cm) ermöglicht das indirekte Vergleichen von Längen. Statt einer Standardeinheit nutzt man immer das gleiche Messwerkzeug. Durch das Aneinanderlegen der Spiesse können unterschiedliche Längen gemessen und indirekt miteinander verglichen werden: "Der Tisch ist 4 Spiesse hoch, 6 Spiesse lang und 3 Spiesse breit..."

Aufgrund des dünnen Durchmessers der Spiesse besteht die Möglichkeit, sie zu zerkleinern (brechen, schneiden, sägen, etc.). Ausserdem lassen sie sich mittels Zusatzmaterial miteinander verbinden.

In der Fläche können verschiedene Drei- oder Vierecke sowie regelmässige n-Ecke gelegt werden. Bei welchen alle Seiten gleich lang und alle Innenwinkel gleich gross sind. Solche ebenen Figuren lassen sich wieder in weitere Figuren zerlegen.

Ein Quadrat kann in 4 kleine Quadrate (Abb. 6) oder in zwei unterschiedliche grosse Quadrate und 2 kongruente Rechtecke (Abb. 7) zerlegt werden. So werden geometrische Teile-Ganze-Beziehungen erfahrbar.

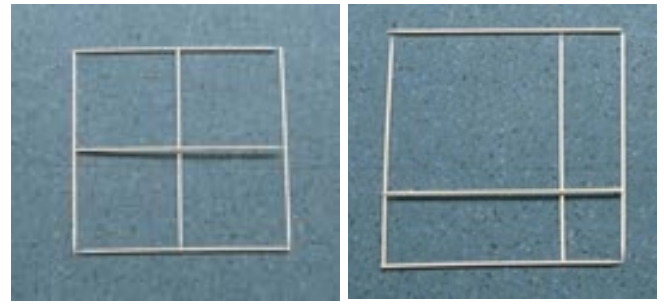


Abb. 2.5.6 &amp; 2.5.7 Zerlegung in gleiche / in verschiedene Formen

Aus Spiesen lassen sich mit zusätzlichen Materialien auch Kantenmodelle von geraden Körpern herstellen. Kantenmodelle repräsentieren die Kanten und Ecken der jeweiligen Figuren und Körper. Eine Fläche oder ein Volumen ist materiell nicht vorhanden. Entsprechend eignen sich solche Modelle, um den Fokus auf die Anzahl der Ecken und der Kanten eines Würfels, eines Quaders etc. zu richten. Dabei lassen sich einfache, aber auch sehr komplexe geometrische Körper herstellen (Abb. 8).



Abb. 2.5.8 Kantenmo-

Die Spiesse können auch benutzt werden, um Objekte zu umlegen. Auf diese Weise kann auf die Perspektive und die entstehenden Formen und Flächen eingegangen werden (Abb. 9 & 10). Mathematisch betrachtet handelt es sich hierbei um die Abbildung des Raumes auf die Ebene durch senkrechte Parallelprojektion.



Abb. 2.5.9 &amp; 2.5.10 ein liegender Stuhl wird mit Stäben umlegt



### 3 Lernbegleitung im transversalen Unterricht

Transversales Unterrichten ist gerade im Zyklus 1 von grosser Bedeutung – knüpft es doch an die Lebens- und Erfahrungswelt der Kinder an. Zugleich stellt es Lehrpersonen auch vor Herausforderungen, denn es erfordert eine professionelle Lernbegleitung durch die Lehrperson, um in offenen Situationen echte Lerngelegenheiten zu generieren und gelingende Bildungsprozesse zu ermöglichen.

#### 1. Transversaler Unterricht als Spezifikum des Zyklus 1

Im Zyklus 1 werden der Kindergarten sowie die ersten beiden Jahre der Primarschule – d.h. Stufen mit ganz unterschiedlichen pädagogischen Traditionen – zusammengeführt. Dies findet auch im Lehrplan 21 seinen Ausdruck. Er ist als Fachbereichslehrplan konzipiert, neu auch für den Kindergarten. Im Hinblick auf die Spezifika des Zyklus 1 wird im Lehrplan 21 jedoch auch hervorgehoben, dass im Zyklus 1 die Entwicklungsorientierung im Zentrum steht und der Unterricht insbesondere am Anfang zumeist fächerübergreifend stattfindet.

So herrscht weitgehende Einigkeit dahingehend, dass der Unterricht zu Beginn des Zyklus 1 weniger von der Systematik der Fachbereiche, sondern von den Vorerfahrungen und Erkenntnismöglichkeiten der Kinder her begründet und geplant wird. Der Unterricht ist daher in der Regel an lebensweltlich relevanten Themen orientiert oder geht von konkreten Aktivitäten (oftmals in materialbasierten Settings) der Kinder aus. (vgl. Künzli David & Aerni, 2015)





Im Rahmen solcher Unterrichtssettings wird ein fachliches Denken angebahnt, dass Kinder an fachliche Erkenntnisse und Erkenntnisweisen und damit an Fächer als bewährte kulturelle Formen der Welterschließung (Schorch, 2007) heranführt. Das Verhältnis zwischen lebensweltlich-fachindifferenten und fachlichen Herangehensweisen und wie diese fachbereichsverbindend aufeinander bezogen werden können, zählt somit zu einer wesentlichen Spezifik und auch zentralen Frage für den gesamten Zyklus 1, aber auch für den Kindergarten im Besonderen (Streit et al., 2014). Bei solchen Fachbereichsverbindungen ist es zentral, dass nicht nur eine additive Aneinanderreihung fachlicher Wissensbestände oder fachlicher Tätigkeiten stattfindet. Die Erkenntnisse sowie Denk- und Handlungsweisen der Fachbereiche sollen sich gegenseitig befruchten, indem bspw. die Aktivitäten in einem Fachbereich ein Verständnis für Konzepte im anderen Fachbereich ermöglichen und sich so ein Mehrwert ergibt.



Im Lehrplan 21 finden sich Ausführungen, die auf die Wichtigkeit des frei explorierenden Tätigseins der Kinder in vielfältigen Bereichen hinweisen. Unterrichtssettings, die ein solches Tätigsein und damit eher beiläufiges (inzidentelles) Lernen ermöglichen, können aus der Perspektive der Lehrperson als ergebnisoffen bezeichnet werden (vgl. Duncker, 2010). Im Lehrplan 21 wird jedoch auch betont, dass sich im Verlauf des 1. Zyklus das Denken und Lernen der Kinder verändert und die Kinder auch mit Inhalten, die von aussen an sie herangetragen werden, umgehen können und in der Lage sind, systematischer zu lernen. Damit werden ergebnisorientierte, systematisch angelegte Unterrichtssettings in den Blick genommen.



Für den Unterricht im Zyklus 1 eröffnen sich damit zwei Spannungsfelder: zum einen zwischen dem sogenannten ergebnisoffenem-inzidentellem sowie ergebnisorientiertem-systematischem und zum anderen zwischen fachindifferentem sowie fachlichem bzw. fachbereichsverbindendem Unterricht. Das transversale Unterrichten beschreibt die vielfältigen Bewegungen der Gestaltung von Unterricht zwischen diesen vier Polen (vgl. de Sterke et al., 2020) (Abb. 1).

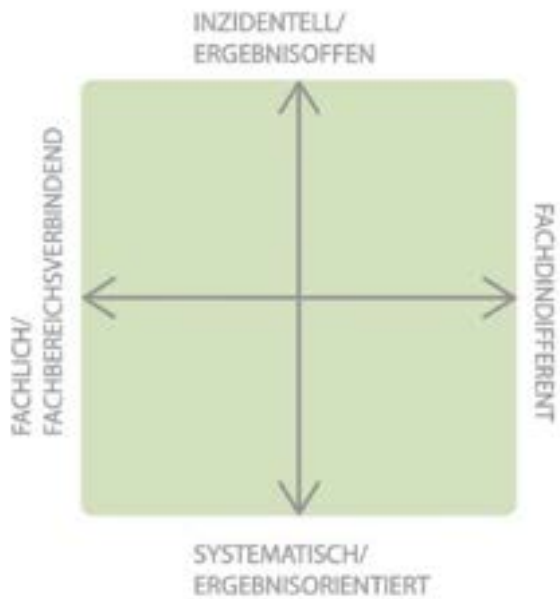


Abb. 3.1 Spannungsfelder der transversalen Unterrichtsausrichtung im Zyklus 1

Aus den verschiedenen Bewegungsmöglichkeiten kristallisieren sich zwei grundlegende Unterrichtsarrangements heraus, die sich gegenseitig durchdringen und ergänzen. Zum einen sind dies zielgerichtete Aufträge sowie systematisch geplante Unterrichtsumgebungen, die sich oftmals an einer übergeordneten Fragestellung orientieren. Zum anderen gehören dazu ergebnisoffene Arrangements, die zu frei explorierendem Tätigsein anregen und vielfältiges Potenzial für eine fachliche wie fachbereichsverbindende Vertiefung aufweisen. Diese Arrangements werden im Kindergarten oft Freispiel oder auch Eigenzeit (Schmid-Bürgi & Andreotti, 2021) genannt. In beiden Arrangements spielt die transversale Lernbegleitung eine wesentliche Rolle. Diese wird nachfolgend erläutert.

## 2. Die Bedeutung der transversalen Lernbegleitung

Eine professionelle Lernbegleitung durch die Lehrperson, welche die Kinder zu (weiterführenden) Denkschritten und Verbalisierung derselben anregt, wird als eine wesentliche Voraussetzung für gelingende Bildungsprozesse betrachtet. Voraussetzung einer professionellen Lernbegleitung in transversalen Settings im Zyklus 1 ist es, Aktivitäten und mögliche Lernprozesse der Kinder differenziert wahrzunehmen und einzuordnen. Gerade in den ergebnisoffenen Settings ist es zentral, dass die Lehrperson das Potenzial der zunächst fachindifferenten Aktivitäten der Kinder aus unterschiedlichen fachlichen Perspektiven beurteilt, sich im Verlaufe der Lernbegleitung zwischen verschiedenen Fachbereichen «hin und her» bewegt und Aktivitäten aus unterschiedlichen Fachbereichen so aufeinander bezieht, dass diese sich gegenseitig befruchten. Dazu benötigt es eine kognitiv aktivierende und inhaltlich ausgerichtete Begleitung der kindlichen Aktivitäten.

In der Praxis beschränkt sich die Unterstützung jedoch häufig auf disziplinarische, organisatorische oder enge inhaltliche Anweisungen (z.B. König, 2009; Streit, 2016). Am ehesten gelingt die Lernbegleitung innerhalb inhaltlich ausgerichteter Lernumgebungen und auf der Basis eines anregenden Materialangebotes (Hopf, 2012). Dabei wird insbesondere auch die Qualität der verbalen Interaktion hervorgehoben (z.B. Siraj-Blatchford, 2005), die sich z.B. durch offene Fragen mit Aufforderungscharakter zeigt (Hamre & Pianta, 2007). Interaktionen scheinen besonders dann förderlich zu sein, wenn Lehrpersonen Geduld darin zeigen, die Kinder ihre Lösungsschritte selbstständig vollziehen zu lassen und dann gezielt eingreifen, wenn sich eine produktive Gelegenheit bietet (Wulschleger & Stebler, 2016).





### 3. Ein Prozessmodell für die transversale Lernbegleitung in materialbasierten Settings

Für die transversale Lernbegleitung wurde ein Prozessmodell entwickelt, welches sich insbesondere für den Einsatz in materialbasierten Settings (siehe Kapitel 2) eignet (Streit, 2015)<sup>1</sup>: Es besteht aus den Phasen Anbieten, Beobachten, Stützen, Vorstellen und Anknüpfen und fokussiert auf das Handeln der Lehrpersonen solch offenen Unterrichtssettings (Abb. 2).

Die Phasen des Modells sind idealtypisch, vor allem zwischen den Phasen 2 und 3 kann ein mehrmaliger und fließender Wechsel stattfinden. Die Beobachtung durch die Lehrperson wird dabei als Voraussetzung für die individuelle Unterstützung des Kindes betrachtet.

Um Kindern in ergebnisoffenen Settings ein reichhaltiges Angebot machen zu können, muss die Lehrperson zunächst eine Analyse der Materialangebote aus der Perspektive unterschiedlicher Fachbereiche bzw. im Hinblick auf fachbereichsverbindende Elemente durchführen (Kapitel 2 und 4 in diesem Heft). Welche Lernerfahrungen kann das Kind am und mit dem Material machen? Zu welchen Erkenntnissen kann das Kind durch spezifische Aufgabenstellungen gelangen? Wie soll das Material angeboten werden, so dass die Erkenntnismöglichkeiten unterstützt werden? Basierend auf diesen Überlegungen wird das Material den Kindern zum freien Tätigsein angeboten.

Anschließend beobachtet die Lehrperson die Aktivitäten der Kinder. Transversales Unterrichten zeichnet sich in dieser Phase dadurch aus, dass die Lehrperson die Tätigkeiten der Kinder fachlich interpretiert, bzw. bereit ist, die (fachliche) Perspektive immer wieder zu wechseln. Auf ihre Beobachtungen abgestimmt leistet sie fachliche Unterstützung und setzt Impulse. Das Vorstellen der Ideen und Produkte gestattet eine Reflexion im Hinblick auf fachliches und transversales Potenzial sowie gezieltes Aufeinander beziehen der verschiedenen Fachperspektiven und ermöglicht vertiefte Bildungsprozesse, an die wiederum angeknüpft werden kann. Dabei steht die Lehrperson wiederum vor der Entscheidung, ob sie die darauffolgende Unterrichtssequenz fachlich (und wenn ja in welchem Fachbereich) oder transversal gestalten will. Entsprechend muss sie überlegen, ob sie das Material beibehält oder verändert und welche Aufgabe sie dazu anbieten möchte.

Im folgenden Kapitel illustrieren verschiedene Beispiele die eine praktische Umsetzung des Modells und zeigen, wie eine transversale Lernbegleitung in materialbasierten Settings aussehen kann.



<sup>1</sup> Dieses Modell (Streit, 2015), das für die mathematische Lernbegleitung entwickelt wurde, wurde im Hinblick auf seine Eignung für die transversale Lernbegleitung leicht adaptiert.

## Das 5-Phasen-Modell der transversalen Lernbegleitung in materialbasierten Settings

(Streit 2015)

// 5

### Phase 5: Anknüpfen

Die Ideen wie auch die Produkte der Kinder sind Anknüpfungspunkte für weitere gezieltere Fragen- und Aufgabenstellungen mit fachspezifischen oder fachbereichsverbindenden Zielsetzungen. Diese Phase erfolgt normalerweise in einer sich später anschließenden Lernsequenz. Mit dem Anknüpfen schließt sich der Kreislauf: Die Lehrperson knüpft an Produkte, Ideen, Erkenntnisse an und generiert daraus ein neues Angebot, welches Phase 1, also dem Anbieten, entspricht.



// 1

### Phase 1: Anbieten

Ein ausgewähltes Material wird den Kindern präsentiert und zum freien Tätigsein oder zur Auseinandersetzung im Rahmen einer offenen Aufgaben- bzw. Fragestellung zur Verfügung gestellt.



// 2

### Phase 2: Beobachten

Die Beobachtung der kindlichen Aktivitäten ermöglicht es, Kenntnisse über die unterschiedlichen Vorgehensweisen sowie Einblicke in Fähigkeiten und mögliche Denkweisen der Kinder zu gewinnen. Zugleich dient diese Phase dazu, das fachliche bzw. fachbereichsverbindende Potenzial der Aktivitäten und Produkte der Schülerinnen und Schüler zu erfassen und zu dokumentieren.



// 4

### Phase 4: Vorstellen

Gemeinsam werden die Ideen und Produkte der Kinder vorgestellt, besprochen und gegebenenfalls reflektiert. So erfahren die kindlichen Produkte einerseits eine Würdigung, andererseits können Ideen sichtbar gemacht werden, bzw. die Lehrperson kann – mit Blick auf Phase 5 – bereits auf bestimmte inhaltliche Aspekte fokussieren.



// 3

### Phase 3: „Stützen“

In dieser Phase steht die situative, individuelle Lernunterstützung durch die Lehrperson – ausgehend von ihren Beobachtungen – im Mittelpunkt. Dabei geht es, unter Berücksichtigung der momentanen Interessen und Bedürfnisse der Kinder, v.a. darum, bei den Kindern das Bewusstsein für das eigene Tun zu fördern und Ideen explizit zu machen. Entsprechende Impulse, Fragen und Hinweise dienen der kognitiven Aktivierung und können die Kinder in ihrem ästhetischen und manuellen Tätigsein unterstützen.



Fachliche Einordnung – U21

Fachlicher Gehalt der Situation/der Handlung/des Produkts erkennen. Eine fachdidaktische und/bzw. eine Einordnung in den Lehrplan21 vornehmen



Denkwege der Kinder

Welche Fragen & Interessen verfolgen die Kinder? Welchen Herausforderungen stellen Sie sich? Strategien/wechsel, Entscheidungen,...



## // FÜNF AUSGANGSMATERIALIEN



> Materialveränderungen: Materialänderung, Materialerweiterung, Materialverengung

Abb. 3.2 5-Phasen-Modell der transversalen Lernbegleitung

## Literatur

De Sterke, E., Künzli David, C. & Bertschy, F. (2020). Jenseits des Fachprinzips? – 'Umgang' und 'Wissen' als Horizont einer transversalen Perspektive auf Anfangsunterricht. *Zeitschrift für Inter- und transdisziplinäre Bildung itdb*, 2 (1), 140-158. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5083374>.

Duncker, L. (2010). Methodisch-systematisches Lernen im Kindergarten? Thesen zu einem schwierigen Balanceakt. In G.E. Schaefer, R. Staeger & K. Meiners (Hrsg.), *Kinderwelten - Bildungswelten. Unterwegs zur Frühpädagogik* Berlin. S. 26-37.

Hamre, B. & Pianta, R. (2007). Learning opportunities in preschool and early elementary classrooms. In R. Pianta, M. Cox & K. Snow (Eds.), *School Readiness and the Transition to Kindergarten in the Era of Accountability* (pp. 49–84). Baltimore.

Hopf, M. (2012). *Sustained Shared Thinking im frühen naturwissenschaftlich-technischen Lernen*. Münster.

König, A. (2009). Interaktionsprozesse zwischen ErzieherInnen und Kindern. Eine Videostudie aus dem Alltag des Kindergartens. Wiesbaden.

Künzli David, C. & Aerni, M. (2015). Praktische Arbeit - Einleitender Kommentar zur kindergartenspezifischen Konzeption von Spiel- und Lernumgebungen. In *Bildungsraum Nordwestschweiz* (Hrsg.), Orientierungspunkte Kindergarten. Solothurn. S. 29-51.

Schmid-Bürgi, K. & Andreotti, J. (2021). Die Eigenzeit – Grundangebote, Vertiefungsangebote und individuelle Vorhaben. *Zeitschrift 4 bis 8. Fachzeitschrift für Kindergarten und Unterstufe*, (4), S. 38–39.

Schorch, G. (2007). *Studienbuch Grundschulpädagogik*. Bad Heilbrunn.

Siraj-Blatchford, I. (2005). Quality Interactions in the Early Years. Vortrag auf der TACTYC Annual Conference in Cardiff. [http://www.tactyc.org.uk/pdfs/2005conf\\_siraj.pdf](http://www.tactyc.org.uk/pdfs/2005conf_siraj.pdf) [15.08.2015].

Streit, C. (2015). Frühe mathematische Lernprozesse in Kindergarten und in der Unterstufe begleiten – das Projekt „Für einen guten Mathestart“. In L. Amberg, T. Duetsch, E. Hildebrandt, C. Müller, F. Vogt & E. Wannack (Hrsg.), *Perspektiven und Potenziale in der Schuleingangsstufe*. Münster. S. 207-220.

Streit, C. (2016). Wie Lehrpersonen Kinder in materialbasierten Settings begleiten und mathematische Lernprozesse anregen. In S. Schuler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule*. Berlin. S. 161–174.

Streit, C., Künzli David, C. & Hildebrandt, E. (2014). Besonderheiten des Lernens und Lehrens auf der Bildungsstufe der 4- bis 8-Jährigen - Ein Diskussionsbeitrag. In E. Hildebrandt, M. Peschel & M. Weisshaupt (Hrsg.), *Lernen zwischen freiem und instruiertem Tätigsein*. Bad Heilbrunn. S. 17-31.

Wullschleger, A. & Stebler, R. (2016). Individuelle mathematikbezogene Lernunterstützung bei Regelspielen zur Förderung früher Mengen-Zahlen-Kompetenzen im Kindergarten. In S. Schuler, C. Streit & G. Wittmann (Hrsg.), *Perspektiven mathematischer Bildung im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule*. Wiesbaden. S. 175–190.





## 4 Umsetzungsbeispiele

### Ideen und Anregungen für den eigenen Unterricht

Lernbegleitung in transversalen Settings erfordert viel Aufmerksamkeit und Wissen. Daher sollen im Folgenden Beispiele vorgestellt werden, wie ein Unterrichtsverlauf aussehen kann, der Ideen von Kindern aufgreift und erweitert. Die Verläufe orientieren sich am Lernbegleitungsmodell (Abb. 1). Die 5-Phasen können mehrmals durchlaufen werden. Der Fokus liegt entweder auf dem Bildnerischen Gestalten, auf der Mathematik oder ist transversal einzuordnen. Mit Hilfe von Farbpunkten werden die Phasen jeweils dem entsprechenden Gehalt zugeordnet. Dabei sind auch Mischformen mit unterschiedlichen Ausprägungen möglich.

Die Farben stehen für:

- Bildnerisches Gestalten
- Mathematik
- Transversal

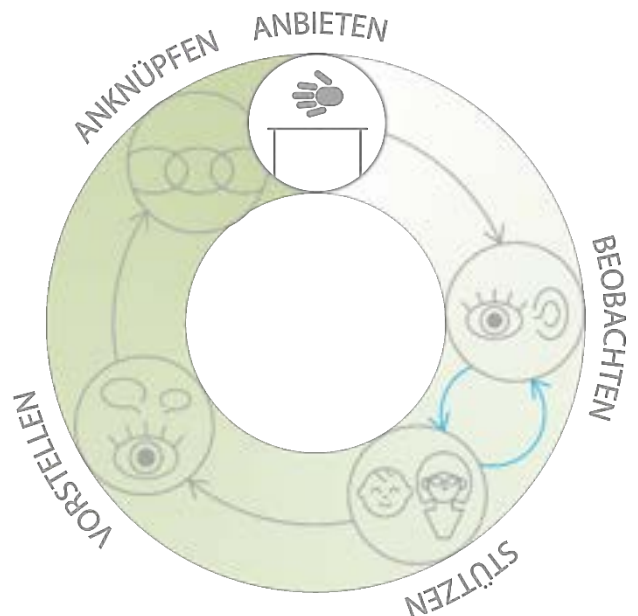


Abb. 4.0.1 Kreislauf 5-Phasen-Modell der Lernbegleitung

Die Verläufe dienen als Orientierung und Inspiration, wie Lerngelegenheiten, die aus den Ideen und Produkten der Kinder entstehen, erkannt und genutzt werden können, um den eigenen Unterricht zu gestalten.



## 1.1 Beispiel Steine

### ●●● Anbieten 1

Im Sitzkreis ist eine grosse Menge an Steinen unterschiedlicher Grössen, Formen, Farben und Gesteinsarten ausgebreitet (Abb. 1). Durch Fragen der Lehrperson und der Kinder werden Wahrnehmungstätigkeiten angeregt: "Wie fühlt sich dein Stein an? Welche Farben können wir finden? Gibt es gemusterte Steine? Wie riechen die Steine?"

### ●●● Beobachten und Stützen 1

Ein Kind hat angefangen, rötliche Steine aus dem Haufen herauszusuchen, ein anderes hat zwei entdeckt, die fast gleich aussehen und legt sie neben den Haufen. Die Lehrperson unterstützt diese Entdeckungen: "Schaut mal, Leon hat rote Steine herausgesucht. Ihr könnt ebenfalls Steine, die zusammenpassen, vom Haufen wegnehmen und daneben auslegen." Einige Kinder sind unentschlossen, andere beginnen, Steine herauszugreifen und auszu-legen. Nicht bei allen wird sogleich ersichtlich, mit welchen Absichten sie vorgehen. Einige scheinen Eigenschaften der vorangegangenen Wahrnehmungsphase aufzugreifen. Sie ordnen Steine ähnlicher Grösse, Farbe oder Form zu Gruppen.

Nach einer gewissen Zeit stellt die Lehrperson zusätzlich Becken mit Wasser bereit, darin können die Steine gewaschen werden. Überrascht und fasziniert nehmen die Kinder wahr, dass sich die Farbe der Steine im Wasser intensiviert und nach dem Trocknen wieder verblasst. Die Lehrperson zeigt ihnen, wie sie mit einem Lappen und etwas Öl ihre Steine säubern und polieren können. Farben, Strukturen und Adern werden deutlich. Einige Kinder schenken dem Angebot wenig Beachtung und ordnen weiter Steine. Andere beschäftigen sich intensiv mit dem Polieren, so dass die unterschiedlichen Merkmale der Steine deutlicher in Erscheinung treten.

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Am Ende der Sequenz zeigen sich die Kinder gegenseitig ihre Steine und erläutern, nach welchen Kriterien sie diese herausgesucht haben. Die Lehrperson bespricht mit den Kindern, was durch das Waschen und Polieren mit den Steinen passiert ist und ob sich dadurch auch ihre Ordnungskriterien verändert haben.

### ●●● Anknüpfen 1 und Anbieten

Am nächsten Tag erläutert die Lehrperson im Sitzkreis: "Heute wollen wir mit einem neuen Vorhaben beginnen, wir legen Sammlungen an." Einige haben sogleich Ideen, welche Steine sie sammeln möchten. Sie werden von der Lehrperson ermuntert, einen Stein auszusuchen, der in ihre Sammlung passen könnte. Die Sammlung soll zehn Steine umfassen und alle sollen gesäubert und poliert sein. Dies muss nicht sofort erfolgen, die Kinder können sich Zeit nehmen.

### ●●● Beobachten und Stützen 2

Bei vielen entwickelt sich erst im Laufe der folgenden Tage eine konkrete Idee für die Sammlung. Kinder, die kaum Steine sammeln, werden von der Lehrperson ermutigt, mehr zu sammeln. Kinder, die sehr viele Steine sammeln, sind gefordert, ihr Thema zu präzisieren und die Zahl zu reduzieren. Mehrere Kinder ergänzen den Steinfundus oder ihre Sammlung selbstständig durch weitere Steine von zuhause oder ihrem Schulweg.



Abb. 4.1.1 ganz unterschiedliche gewaschene Steine

## ●●● Beobachten und Stützen 2

Durch Impulse und Fragen regt die Lehrperson die Kinder dazu an, ihre Ordnungskriterien zu verbalisieren: "Wie passen eure Steine zusammen? Was ist euer Thema?" Drei Kinder können Auskunft geben: "Ich habe die flachen, weissen Steine gesammelt," meint eines. "Ich habe eine Pärchen-Sammlung. Es passen immer zwei zusammen, weil sie fast gleich aussehen" (Abb. 2). "Ich kann meine so nebeneinanderlegen, dass sie immer grösser werden" (Abb. 3).

Um die Konzentration auf die eigene Sammelidee weiter zu erhöhen, regt die Lehrperson die Kinder an, Steine zu tauschen: "Ihr könnt maximal zwei Steine mit anderen Kindern tauschen, wenn ihr denkt, dass andere Kinder Steine besitzen, die besser in eure Sammlung passen." Sie sollen dabei argumentieren, warum sie einen anderen Stein in ihrer Sammlung haben möchten. Die Lehrperson bittet die Kinder, ihre Steine auszulegen und den anderen ihr "Sammlungsthema" zu zeigen und zu erklären. Die Kinder bewahren ihre Steinsammlungen ansonsten in kleinen Pappschachteln auf.

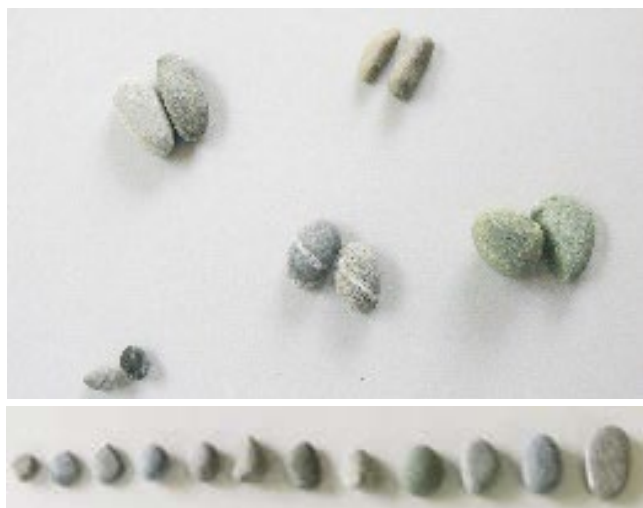


Abb. 4.1.2 & 4.1.3 Pärchen-Sammlung / Steinreihe

## ●●● Anknüpfen 2 und Anbieten

Einige Tage später greift die Lehrperson das Anordnen der zehn Steine auf: "Nun sollt ihr eure Sammlung ausstellen. Legt sie so hin, dass man eure Sammlungs-idee gut erkennen kann."

## ●●● Beobachten und Stützen 2

Auf ausgelegten Papieren entstehen Anordnungen. Bei einigen sind Prinzipien zu erkennen. Die Lehrperson beobachtet das Tun und initiiert immer wieder das Gespräch über die Eigenschaften und die jeweilige individuelle Auswahl der Steine. Sie weist später auf Anordnung mit Reihen hin. "Da sind die Steine schön nebeneinander", sagt ein Kind. "Es sind Reihen", meint ein anderes. "Welche Möglichkeiten gibt es denn, die Steine in Reihen anzuordnen?", fragt die Lehrperson, "findet ihr noch andere?" Die Kinder suchen nach weiteren Ordnungsmöglichkeiten.

Svenja und Timo haben in ihrer Sammlung immer zwei Steine, die ähnlich gross sind. Im Gespräch mit der Lehrperson entwickeln sie die Idee, dass man die Paare der Grösse nach ordnen kann: Das kleinste Paar in der obersten Reihe, das zweitkleinste Paar eine Reihe darunter usw. "Wie viele Reihen sind es jetzt?", fragt die Lehrperson. Die Steine von Benjamin haben alle eine weisse Ader im Gestein. Er ordnet die Steine so an, dass die weissen Adern eine durchgehende Linie von Stein zu Stein bilden.

Julias Sammlung besteht aus zehn sehr ähnlichen Steinen: Sie sind alle etwa gleich gross, weisen eine kreisrunde Form auf und haben eine ähnliche Färbung. Julia hat verschiedene Anordnungen ausprobiert und hat dann eine tolle Entdeckung gemacht, die sie der Lehrperson zugleich präsentiert: "Oben einen Stein, dann zwei, dann drei, dann vier!" (Abb. 4). Nachdem sie die Anordnung gezeigt hat, zögert sie und platziert einzelne Steine nochmals um: "So ist es noch besser, jetzt sieht es schöner aus". Später legt sie nochmals einige Steine um: "Jetzt ist der kleinste Stein oben und die vier grössten Steine sind unten" (Abb. 5).

Die Lehrperson bittet die Kinder, ihre Ideen zeichnerisch auf einem "Plan" festzuhalten. Dazu erhalten sie von der Lehrperson Papier in der Grösse der Unterlage, auf welcher die Anordnungen gelegt wurden.



Abb. 4.1.4 & 4.1.5 Julias Anordnungen



Abb. 4.1.6 & 4.1.7 "Zwei und zwei und zwei Steine" / "Drei Steine und drei Steine"



### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Bei der gegenseitigen Präsentation der Sammlungen wird einerseits reflektiert, wo die Sammlungsidee durch die Anordnung besonders gut sichtbar wird, aber auch in welchen Anordnungen besonders einfach zu erkennen ist, dass es genau zehn Steine sind. Den Aspekt der Anordnung vertieft die Lehrperson nochmal mit einer kleineren Anzahl von Steinen. Dazu wählt sie sechs Steine aus, wovon immer zwei sehr ähnlich sind: "Hier sehe ich sechs Steine, zwei und zwei und zwei" (Abb.6).

"Ich kann diese aber auch anders anordnen, z.B. kann ich dieses Zweierpäckchen zu einem anderen verschieben, dann habe ich vier und zwei. Oder ich verschiebe davon jeweils einen Stein zu den beiden anderen Päckchen, dann habe ich drei und drei Steine. Es bleiben aber immer sechs Steine." (Abb. 7)

Am nächsten Tag stehen Materialien und Werkzeuge zur Herstellung und Ausgestaltung einer Sammlungsschachtel zur Verfügung. Die Kinder ordnen ihre Sammlungen nochmals entsprechend den Plänen und gestalten Fächer oder Abgrenzungen, damit die Anordnung sichtbar wird. Die fertigen Schachteln werden ausgestellt. Während einer Woche dürfen die Eltern die Steinausstellung besuchen.

### Didaktische Anmerkungen

Das Wahrnehmen von Objekten und deren Eigenschaften stellt eine für die Ästhetische Bildung elementare Tätigkeit dar; dies auch ausserhalb jeglicher bildnerischen Absichten. Es ist eine leiblich-sinnliche Form der Weltaneignung. Im Hinblick auf das Bildnerische Gestalten ist das Wahrnehmen von Dingen, das Erkennen von Gemeinsamkeiten und das Bilden von Gruppierungen insbesondere bei kompositorischen Entscheidungen wichtig.

Das Ordnen gleicher Teile zu Gruppen ist auch bei mathematischen Denkprozessen zentral. Bei der sogenannten Klassifikation werden Elemente mit gleichen Eigenschaften zu Gruppen zusammengefasst. Klassenbildungen sind in der Mathematik sehr wichtig. So ermöglicht die Klassifikation beispielsweise, alle ebenen Figuren mit geraden Seiten und vier Ecken als Vierecke wahrzunehmen, auch wenn die Vierecke ganz unterschiedlich aussehen können. (Abb. 8)

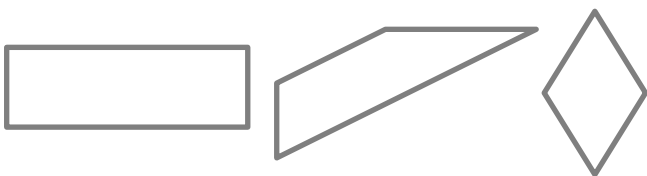


Abb. 4.1.8 Unterschiedliche Vierecke mit geraden Seiten

Bei den Aktivitäten mit den Steinen werden durch das Finden und Umsetzen eines Sammlungsthemas Prozesse initiiert, bei denen ästhetisch-sinnliche und analytische Tätigkeiten Hand in Hand gehen. Das Erkennen von Gemeinsamkeiten beruht auf Merkmalen, die nicht immer eindeutig sind. Ähnlichkeiten<sup>2</sup> zu bestimmen benötigt ein Abwägen und Entscheiden.

Bei diesem Vorhaben werden die Kinder für Eigenschaften von Objekten sensibilisiert, von denen keines gleich ist wie das andere, die aber dennoch Gemeinsamkeiten aufweisen. Das Erkennen von Feinheiten und Merkmalen, von Ähnlichkeiten und Differenzen ist ein ästhetischer Akt. Entgegen einer mathematischen Herangehensweise erfolgt das Ordnen und Gruppieren in dieser Aufgabe nicht anhand exakter Unterscheidungsmerkmale. Dennoch entstehen Sammlungen, deren Themen erkennbar sind und in denen mathematisch relevante Prinzipien, wie beispielsweise Seriation oder Klassifikation, deutlich werden. Durch die Präsentation bzw. die Anordnung der Steine werden diese Ordnungsprinzipien aufgegriffen und betont.

Bei der Materialverengung auf genau zehn Steine, die ähnlich sind, kommt zudem das Teile-Ganze-Prinzip zum Tragen. In den unterschiedlichen Anordnungen werden das Ganze (zehn Steine) und die Teile (z. B. Julius Anordnung: "Oben einen Stein, dann zwei, dann drei, dann vier!") sichtbar. Die Erkenntnis, dass Zahlen (das Ganze) durch das Zerlegen bzw. Zusammensetzen aus anderen Zahlen (Teile) entstehen, beginnt sich bereits im Kindergartenalter zu entwickeln. Sie wird als wesentliche Voraussetzung für ein umfassendes Verständnis von Zahlen sowie der Rechenoperationen angesehen. Das Teile-Ganze-Prinzip kann einerseits genutzt werden, um das Sammlungsprinzip deutlich zu machen: "Ich habe zehn Steine, davon fünf grosse und fünf kleine". Andererseits erfahren die Kinder aber auch die materialunabhängigen Eigenschaften von Mengen: Das Ganze bleibt gleich, auch wenn ich die Teile anders anordne bzw. die Teilmengen verändere, also z.B. von einer Teilmenge einen Stein zu einer anderen Teilmenge schiebe. Das Anwenden von Ordnungsprinzipien wie beispielsweise Reihen ermöglicht es, dass der Blick erneut für die ästhetischen Qualitäten der Steine geschärft wird. Innerhalb der selbstgewählten Prinzipien lassen sich nun wiederum verschiedene Anordnungsmöglichkeiten suchen, erproben, verwerfen und finden.

<sup>2</sup> Ähnlichkeit wird hier nicht in einem mathematischen Sinn verwendet. Die Tätigkeiten sind aber so angelegt, dass auf der späteren Schulstufe eine Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Bedeutungen des Begriffs eingegangen werden kann.



## 1.2 Beispiel Patternblocks 1

### ●●● Anbieten

Innerhalb freier Aktivitäten beschäftigen sich mehrere Kinder mit bunten geometrischen Figuren aus Holz. Dazu hat die Lehrperson das Material auf Tischen ausgelegt

### ●●● Beobachten und Stützen

Die "Pattern Blocks" regen zu unterschiedlichen Aktivitäten an. Während die Kinder mit dem Material tätig sind, beobachtet sie die Lehrperson.

An den Tischen wird rege diskutiert, nicht alle Kinder sind sich einig, was sie tun wollen. Es entstehen unterschiedliche Produkte, die immer wieder verändert, rückgebaut oder ganz neu erstellt werden. Tobias "baut" mit den verschiedensten Formen einen Roboter (Abb. 2), Tina erzeugt aus den Rauten sternförmige Rosetten (Abb. 1) und Lea legt verschiedene spiegelbildliche Figuren – alles symmetrische Objekte. Die Symmetrie fällt auch einzelnen Kindern auf: "Das ist ja umgekehrt genau das gleiche". Insgesamt ist die Vielfalt an symmetrischen Figuren und Mustern so gross, dass die Lehrperson beschliesst, das Thema Symmetrie aufzugreifen. Um von den Ideen der Kinder ausgehen zu können, fotografiert sie deren Produkte und gibt den Kindern den Auftrag, ihre gelegten Muster oder Bilder aufzuzeichnen.

Parallel dazu hat Julia in der Zwischenzeit einen Turm aus den gelben regelmässigen Sechsecken gebaut. Als sie keine mehr zur Verfügung hat, sucht sie nach Alternativen und entdeckt dabei, dass sie aus zwei roten symmetrischen Trapezen wieder ein deckungsgleiches regelmässiges Sechseck erzeugen kann. Das findet sie so interessant, dass sie ihre Entdeckung der Lehrperson mitteilt. Diese greift die Idee auf und fragt Julia, ob es noch weitere Plättchen gibt, aus denen sich ein Sechseck erzeugen lässt. Julia probiert und konstruiert; schliesslich präsentiert sie stolz ein Sechseck aus sechs grünen gleichseitigen Dreiecken.



Abb. 4.2.1 – 4.2.4 Tina legt eine Rosette / Tobias "Roboter" / Turm aus Sechsecken / Toms Turm

Die Idee des Turms wird von anderen Kindern übernommen. Tom möchte nun einen Turm bauen, der so gross ist wie er selbst (Abb. 4). Leider stürzt er immer wieder ein, bevor er die entsprechende Höhe erreicht. Die Lehrperson setzt einen kleinen Impuls: "Vielleicht könnt ihr auch eine Reihe mit Plättchen legen, die genauso lang ist wie Tom." Der Vorschlag findet Gehör und einige Zeit später liegen verschieden lange Reihen von Pattern Blocks da: eine so lang wie Tom, eine so lang wie Luisa usw.

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

In einer anschliessenden geführten Aktivität werden die gelegten Pattern Block-Reihen der Kinder vorgestellt, die unterschiedlichen Längen besprochen und die Problematik der Vergleichbarkeit erörtert, wenn man unterschiedliche Formen als Messeinheit verwendet. Luisa meint: "Von den grünen brauche ich mehr als von den roten, weil die viel kürzer sind."

Auch die Produkte der anderen Kinder werden vorgestellt und besprochen. Dabei fokussiert die Lehrperson, insbesondere auf die Gemeinsamkeit vieler Produkte, nämlich die Symmetrie.

### ●●● Anknüpfen

In den nächsten Tagen arbeiten alle Kinder innerhalb geführter Sequenzen am Thema Symmetrie. Der Einstieg erfolgt über die Kinderzeichnungen und Fotografien vom Vortag und über weitere Bilder und Gegenstände (wie bspw. Tasse, Apfel, Teddybär usw.), welche die Lehrperson mitgebracht hat. In der genauen Betrachtung oder indem mit einem Blatt Papier jeweils die Hälfte eines Gegenstandes oder Bildes abgedeckt wird, werden die Bezeichnungen der Kinder wie "spiegelverkehrt" und "das Gleiche auf der anderen Seite nochmal" aufgegriffen und schliesslich der Begriff "Symmetrie" eingeführt. Im weiteren Vorgehen untersuchen die Kinder in Gruppen unterschiedlichste Bilder auf (Achsen-) Symmetrien. Sie machen dabei die Erfahrung, dass die Verwendung eines Spiegels oder die Nutzung von Faltlinien hilfreich sein können.

### ●●● Anknüpfen 2

Durch gestalterische Aktivitäten wird das Thema zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgegriffen, indem symmetrische Bilder erzeugt werden. Die Lehrperson wählt dazu zwei Verfahren. Zuerst lässt sie die Kinder Klatschbilder herstellen. Bei dieser Technik entstehen symmetrische Bilder "fast von selbst". Die Ergebnisse reizen zu genauen Betrachtungen, denn nicht immer sind die beiden Bildhälften genau gleich. Feine Unterschiede zwischen den beiden Bildhälften werden entdeckt. Beim zweiten Verfahren bietet die Lehrperson den Kindern an, Bilder zu stempeln. Dazu hat sie Pattern Block-Elemente in Stempel umfunktioniert. Nun ist das Herstellen der Bilder anspruchsvoller, die Anordnung der Formelemente muss überlegt werden. Was gedruckt ist, bleibt bestehen. Im Gegensatz zum Legen der Pattern Blocks wird die einzelne Handlung beim Stempeln verbindlicher. Erst nachdem das Vorgehen verstanden und geübt worden ist, entstehen bei einigen Kindern anspruchsvollere Kompositionen. Einige erkennen, dass sie nun sowohl durch die Verwendung der Formen wie auch der Farbe die Möglichkeit haben, Symmetrien zu erzeugen.

### ●●● Vorstellen und Reflektieren und Anknüpfen 3

In der Betrachtung der kindlichen Werke stehen dann Fragen der ästhetischen Empfindung im Vordergrund. Ein Kind hat bewusst ein Element der Symmetriebrechung eingefügt. Dabei entsteht eine kontroverse Diskussion unter den Kindern: Ist das Bild jetzt noch symmetrisch oder nicht?

In den kommenden Tagen werden sogenannte "Symmetrie-Spaziergänge" durchgeführt. Die Kinder gehen dabei drinnen oder draussen umher und richten ihre Aufmerksamkeit auf symmetrische Dinge. Dies und die Möglichkeit, eigene symmetrische Bilder oder Gegenstände mitbringen zu können, erweitern den Blick auf Symmetrien in der künstlichen und belebten Umwelt und lassen die Kinder erfahren, dass Symmetrie ein wichtiges Prinzip ist.



Abb. 4.2.5 – 4.2.8 Klecksbild / Stempelbild aus Quadraten  
/ Scherenschnitt mit zwei Symmetriachsen  
/ Stempelbild aus Sechsecken



### Didaktische Anmerkungen

Die Pattern Blocks regen zu vielfältigem Tätigsein an, welches für das Lernen von Mathematik grosses Potenzial in ganz unterschiedlichen Fachaspekten aufweist. Die Lehrperson beobachtet zunächst das Tun der Kinder im Hinblick auf dessen fachliches Potenzial, bevor sie behutsam Impulse setzt und die Kinder unterstützt. Die Frage an Julia und die Aufforderung an Tom zielen auf das Teile-Ganzes-Verständnis bzw. auf erste Erfahrungen zum Messen (genauer: zum indirekten Vergleichen mit willkürlichen Einheiten). Die Impulse der Lehrperson regen zum Problemlösen an bzw. geben inhaltliche Hilfen im Problemlöseprozess. Die Aufforderung an die Kinder, ihre symmetrischen Produkte abzuzeichnen, ermöglicht im weiteren Verlauf das Aufgreifen der Ideen der Kinder. Ausgehend von konkreten Produkten, die im Freispiel entstanden sind, entscheidet die Lehrperson, das Thema Symmetrie aus verschiedenen Fachperspektiven vertieft zu behandeln. Dazu bereitet sie mehrere Sequenzen gezielt vor, gibt entsprechende Arbeitsaufträge und reflektiert die Ergebnisse mit den Kindern. Es handelt sich um ein Lernarrangement für die ganze Gruppe. Der Fokus liegt jetzt allerdings nicht mehr allein auf den mathematischen Aspekten, sondern nun kommen auch ästhetische und fachbereichsverbindende Aspekte am Beispiel des Themas Symmetrie zum Tragen. Dabei können die mathematischen Erkenntnisse zur Symmetrie den Kindern helfen, Symmetrien in der natürlichen und künstlichen Umwelt zu erkennen sowie als Gestaltungs- bzw. Konstruktionselement im ästhetischen Bereich zu verstehen und bewusst einzusetzen.

### Handlungsalternativen der Lehrperson im Hinblick auf die oben beschriebene Lernsituation

Um deutlich zu machen, dass die Tätigkeiten und Produkte der Kinder auf vielfältige Weise durch die Lehrperson aufgenommen und weitergeführt werden können, soll nachfolgend eine alternative Weiterentwicklung der obigen Unterrichtssequenz dargelegt werden. Ausgehend von den Sujets, welche die Kinder bei ihren Tätigkeiten mit den Pattern Blocks zeigen, könnte die Lehrperson das Thema Symmetrie auch so weiterentwickeln, dass vorwiegend ein bildnerisch-ästhetischer Zugang im Vordergrund steht und mathematische Aspekte eher implizit mitgelernt werden. Dazu kann sie während des freien Tätigseins mit den Pattern Blocks die Aufmerksamkeit der Kinder ebenfalls auf die Achsensymmetrie lenken und dann in einer nachfolgenden Sequenz bildnerische Techniken anbieten, die es auch ohne die regelmässigen Formen der Pattern Blocks ermöglichen, symmetrische Bilder zu erzeugen.

Zu Beginn werden einfache Verfahren wie Falt-Klatschbilder (Abb. 5) oder Scherenschnitte (Abb. 7) gezeigt und genutzt. Mit diesen Techniken kann das Entstehen

spiegelverkehrter Formen mit einer oder zwei Symmetrieachsen erfahren und erkundet werden. Um die Kinder zu weiteren gestalterischen Tätigkeiten anzuregen, bei denen bildnerische Entscheidungen bewusst getroffen werden müssen, bietet die Lehrperson später weitere bildnerische Verfahren an wie zum Beispiel das Anfertigen von Collagen oder das Verwenden der Stempel-drucktechnik. Bei diesen Verfahren wird die Aufmerksamkeit der Kinder auf die Komposition erhöht. Angeregt durch querformatige Papierstreifen, die teilweise von den Kindern zu ganzen Papierbahnen ergänzt werden, gestalten die Kinder Bilder, die sich von der Mitte aus nach links und rechts hin gespiegelt entwickeln.

Von den abstrakten Bildformen führt die Lehrperson die Aufmerksamkeit der Kinder später auf die Symmetrie in den Gegenständen. Die Suche nach symmetrischen "Dingen" führt die Kinder über die Frage, ob der Stuhl, der Teddybär, die Tasse tatsächlich diese zwei gespiegelten Seiten haben, hin zur Feststellung, dass es "darauf ankommt, von wo man schaut". Die Kinder streifen mit einem Spiegel durch die Räumlichkeiten und "untersuchen" die Dinge. Dabei entdecken sie, wie sich mit der Verschiebung des Spiegels die Aussage und Wirkung der gespiegelten Gegenstände verändert. Die Lehrperson ermuntert die Kinder, diese Feststellung mit Fotos zu dokumentieren. Mit einer Digitalkamera machen sie zu zweit oder zu dritt Fotos von den Objekten, bei denen die "Spiegelung" mal erkennbar, mal verdeckt ist. Die Fotos werden von den Kindern eingehend betrachtet und kritisch diskutiert. Was mit dem Fotoapparat möglich ist, gelingt vielleicht auch mit Zeichnungen – angeregt durch die Lehrperson, unternehmen einige Kinder den Versuch, Objekte aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu zeichnen, was sie zu einer für sie eher ungewohnten Form der Kinderzeichnung führt, weil sie nicht wie sonst auf narrative, sondern auf analytische Darstellung abzielt.

Diese Phase der wahrnehmenden und produktiven Herangehensweisen kann übergehen in die Bild- und Kunstrezeption, dies z.B. anhand von Porträts. Aufgrund der vorangegangenen Tätigkeiten und Auseinandersetzungen ist nun sogar die Frage möglich, ob die Mona Lisa symmetrisch ist (oder wäre).

Die ästhetischen Erkundungen sind wiederum wesentliche Grundlage für ein vertieftes Verstehen wichtiger Aspekte von Symmetrie aus mathematischer Sicht. Das Gespräch über die Wirkungen von Symmetrien bzw. der Symmetriebrechung auf eine betrachtende Person fokussiert darauf, welche Aspekte oder Fragen in Bezug auf Symmetrien aus einer mathematischen bzw. aus einer ästhetischen Perspektive relevant sind und macht implizit die Unterschiedlichkeit der fachspezifischen Zugänge deutlich.



### 1.3 Beispiel Patternblocks 2

#### ●●● Anbieten 1

Die Kinder kennen die Pattern Blocks bereits, sie waren schon mehrfach frei mit dem Material tätig und zeigten sich immer fasziniert von der Tatsache, dass sich die verschiedenen Formen ganz unterschiedlich zu farbigen Mustern zusammensetzen lassen.

Aus diesem Grund bietet die Lehrperson das Material mit folgendem Auftrag an: "Legt auf dem Tisch ein Muster ohne Lücken." Zusätzlich erläutert sie, dass das Muster flächig gelegt werden und der Tisch möglichst bedeckt sein soll.

#### ●●● Beobachten und Stützen 1

Während die Kinder mit dem Material tätig sind, werden sie von der Lehrperson beobachtet. An einem Tisch beginnen die Kinder, auch in die Höhe zu bauen (Abb. 1). Daraufhin lässt sich die Lehrperson den Auftrag nochmals von den Kindern erläutern.

An den Tischen wird rege gearbeitet. Es entstehen ganz unterschiedliche Produkte (z.B. Abb. 2), die verändert, rückgebaut oder auch ganz neu erstellt werden.

#### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Schliesslich bittet die Lehrperson die Kinder, sich gegenseitig die Produkte vorzustellen: "Welche Muster bedecken den Tisch vollständig? Wo gibt es Lücken?" Gemeinsam wird überlegt, welche Muster leicht und welche schwierig sind bzw. ob sich eine Regel finden lässt. Die Kinder finden heraus: Je weniger Formen verwendet werden, desto leichter ist es eine Regel zu finden.



Abb. 4.3.1 & 4.3.2 Bauen in die Höhe / lückenloses Muster

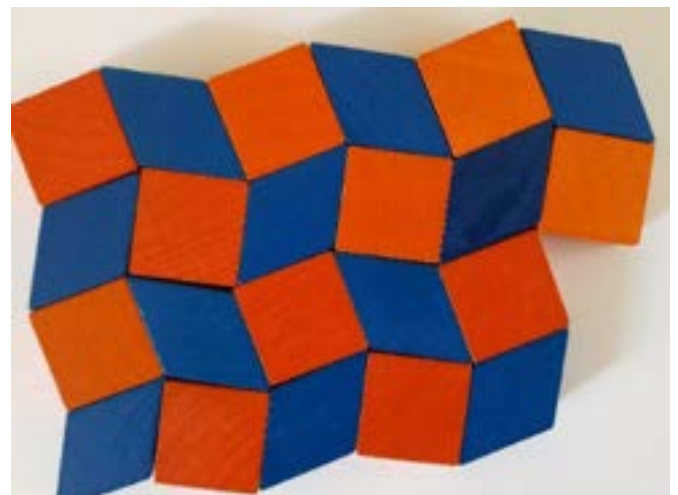


Abb. 4.3.3 & 4.3.4 Parkett aus Sechsecken  
/ Parkett aus roten und blauen Formen

### ●●● Anknüpfen 1

Die Lehrperson legt Fotos von unterschiedlichen Fussbodenbelägen aus. "Schaut mal, hier habe ich euch verschiedene Fussbodenbeläge mitgebracht. Das sind auch Muster." Ein Kind sagt: "Im Fussboden dürfen ja auch keine Löcher sein." Die Kinder ordnen die Bilder nach unterschiedlichen Kriterien: nach Material, nach Farbe, nach Formen. Dann sagt Lea: "Da sind es immer die gleichen Vierecke, aber da sind es grosse und kleine Vierecke."

Die Lehrperson greift die Ordnungs idee auf: Es gibt Fussbodenbeläge mit nur einer Figur und es gibt Beläge, die aus zwei Grundfiguren ("Parkettsteinen") bestehen.

### ●●● Anbieten 2

Aus dieser Feststellung generieren die Kinder gemeinsam mit der Lehrperson eine neue Idee, nämlich mit einer oder zwei Figuren einen eigenen Fussbodenbelag – ein "Parkett" – zu entwerfen. Die Kinder dürfen aus den Pattern Blocks Plättchen auswählen.<sup>3</sup> Dabei entwickeln sie ganz unterschiedliche Parkettierungsideen.

### ●●● Beobachten und Stützen 2

Marvin und Julian legen zunächst ein Parkett aus gelben Sechsecken (Abb. 3) und bedecken dabei fast den ganzen Tisch. Dann meint Marvin: "Jetzt machen wir es schwieriger: Wir nehmen jetzt die roten und die blauen" (Abb. 4).

In dieser Phase beobachtet die Lehrperson, unterstützt den Prozess immer wieder durch Nachfragen: "Könnt ihr mir eure Regel erklären?", durch Hinweise: "Schau mal, hier stimmt etwas nicht, findet ihr den Fehler?"

Siri und Anna fällt es schwer eine eigene Regel zu entwickeln, die sich fortsetzen lässt. Da setzt sich die Lehrperson an einen Tisch und beginnt ein eigenes Parkett zu legen. Siri greift die Idee der Lehrperson auf und legt das angefangene Parkett weiter. Schliesslich beteiligt sich auch Anna.

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

#### Anknüpfen 2

Nach weiteren 20 Minuten finden sich die Kinder zu einer Zwischenreflexion zusammen: "Wie kam das Muster zustande? Was ist die Ausgangsfigur? Wie wiederholt sich diese? Was ist die Regel?"

Spannend für die Kinder ist, dass es gar nicht so leicht ist, aus zwei verschiedenen Figuren eine Ausgangsfigur (Abb. 5) zu erzeugen, aus der dann durch wiederholtes Anlegen ein ganzes Parkett (Abb. 6) entsteht. In der folgenden Arbeitsphase entstehen weitere Parkette, die die Lehrperson fotografiert und später bespricht.

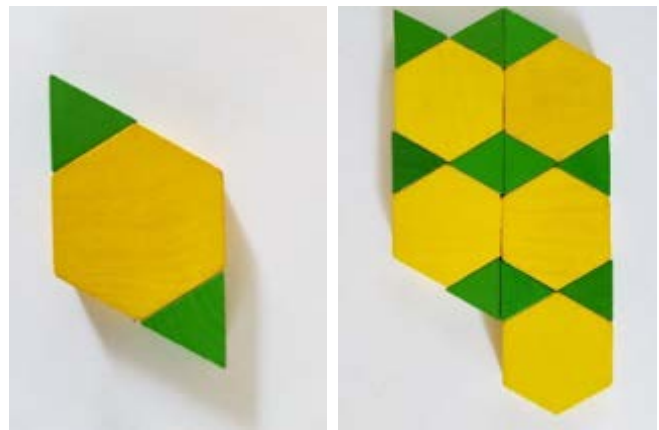


Abb. 4.3.5 & 4.3.6 Ausgangsfigur / Parkett

### ●●● Anbieten

Am nächsten Tag führt die Lehrperson mit den Kindern eine Bildbetrachtung durch. Dazu hat sie Bilder von M.C. Escher grossformatig ausgedruckt.<sup>4</sup>

"Ich habe nochmal Muster mitgebracht, auch ohne Lücken, aber keine Fotos von Fussböden, sondern Bilder eines Künstlers." Sie legt zwei Bilder in die Mitte des Sitzkreises und gibt den Kindern die Möglichkeit sich frei zu äussern. Die Kinder benennen und zeigen auf die verschiedenen Tiere.

"Auf dem ersten Bild sind Eidechsen, drei Stück." Sogleich fängt eine Diskussion an: "Da sind doch viel mehr..." – "Nein, ich meine drei unterschiedliche Farben", erläutert das erste Kind, "die drehen sich..." – "Und auf diesem Bild sind lauter Fische...", meint ein Kind zum zweiten Bild. "Und schwarze Pferde," fügt ein weiteres hinzu. "Wo?" – "Na, zwischen den Fischen..." Ein Kind zeigt zuerst in die eine Richtung und dann in die andere: "Die Fische schauen dahin und die Pferde dahin."

Als ein Kind feststellt, dass die Bilder auch Parkette sind – nämlich "Tierparkette" – greift die Lehrperson dies auf und fasst dabei die Äusserungen der Kinder zusammen. Anschliessend erzählt die Lehrperson von dem Künstler Escher und weist darauf hin, dass er viele seiner Bilder hergestellt hat, indem er aus einer Figur – z.B. einem Quadrat, einem Dreieck oder einem Sechseck (zeigt die entsprechenden Pattern Blocks) – Tiere oder andere Figuren erzeugt hat.

<sup>3</sup> Einzig die weissen Rauten stehen nicht mehr zur Verfügung, da sie sich aufgrund der Innenwinkel nicht zur Kombination mit anderen Figuren eignen.

<sup>4</sup> Aus urheberrechtlichen Gründen dürfen hier keine geeigneten Symmetriebildervon M.C. Escher gezeigt werden. Literaturempfehlung: Escher, M.C. (2020). Grafik und Zeichnungen, Taschen. Weitere Informationen zu Kunstwerken von Escher unter <https://mcescher.com/gallery/symmetry/#iLightbox> (20.7.2023).



"Ihr werdet nun selber versuchen, so zu arbeiten, wie Escher das gemacht hat. Dazu nehmen wir ein Quadrat und verändern es." Die Lehrperson präsentiert ein Quadrat aus Papier sowie eine veränderte Figur. "Wie mache ich aus dem Quadrat die neue Figur?" Gemeinsam wird das Vorgehen besprochen: Auf der einen Seite des Quadrats wird ein Rechteck ausgeschnitten, das auf der anderen Quadratseite angeklebt wird ("Knabbertechnik", Abb. 7). "Das sieht aus wie ein Pferd", meint Julian. "Nein, wie ein Hund", widerspricht Lili.

### ●●● Beobachten und Stützen 3

Auf den Tischen liegen bunte Quadrate sowie Schablonen bereit, mit denen die Kinder ihre Figur nun in vielfacher Ausführung herstellen. Alle arbeiten mit der gleichen Vorlage. Auf Packpapier leimen sie ihre Figuren zu einem Parkett zusammen. Anschliessend ergänzen sie ihre Figuren mit charakteristischen Merkmalen (bspw. Auge & Mund). Die Lehrperson unterstützt individuell und greift Ideen der Kinder auf. So entdeckt eine Gruppe, dass die Köpfe nicht immer in eine Richtung zeigen müssen (Abb. 8).

Die erstellten Parkette werden schliesslich aufgehängt und auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersucht: "Die Farben stimmen jetzt aber nicht mehr", meint Tabea. Die Lehrperson greift die Aussage auf und bespricht mit den Kindern, dass durch die Verwendung der Farben und das Einführen von weiteren Bildelementen in den meisten Produkten die Regelmässigkeit der Parkette aufgehoben wurde. Einzig die Gruppe von Leonie, Jan und Siri hat ein Parkett erstellt, dessen Regelmässigkeit auch bei der Farbwahl zum Tragen kommt.

In den nächsten Tagen wenden einige Kinder die "Knabbertechnik" im Freispiel weiter an. Die Lehrperson ermuntert sie, es einmal mit einer anderen Form zu versuchen, beispielsweise mit einer schräg abgeschnittenen Ecke. (Abb. 9)

Die entstandenen Collagen (Abb. 10) werden wiederum durch das Aufkleben weiterer Elemente verändert.

"Zuerst muss das Muster ohne Löcher stimmen – dann können wir das Bild verändern", erkennt Jan.

Dieses Vorgehen entwickelt sich zu einem Zweiphasen-Prinzip, das die Kinder nun für sich selbst zur Spiel- und Gestaltungsregel erklären. Als Einzel- und als Gruppenarbeiten entstehen weitere "Kachelbilder".

Als die Lehrperson feststellt, dass einige Kinder mit Eifer dieses Gestaltungsangebot aufgreifen, bietet sie ihnen weitere bildnerische Verfahren an, um die geklebten Muster zu verändern. Dazu gehört die Verwendung von Stempeln mit einfachen geometrischen Formen oder das Verändern der Collage mit Ölkreide, Filzstift oder Klebepunkten.

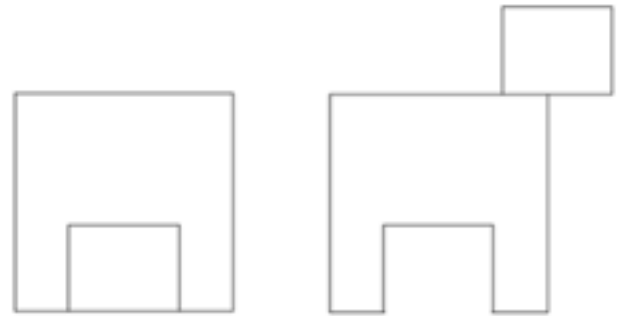


Abb. 4.3.7 Prinzip der Knabbertechnik



Abb. 4.3.8 Parkett als Collage

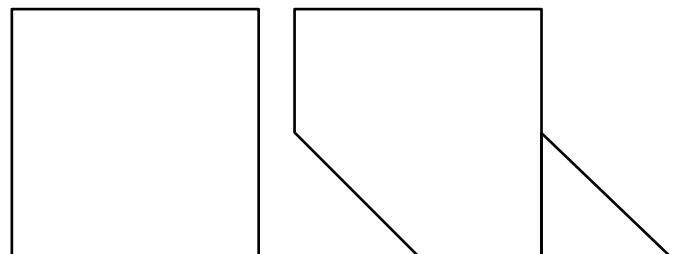


Abb. 4.3.9 Knabberfigur mit Dreieck



Abb. 4.3.10 a & b Parkett / Parkett mit Ergänzungen

## Didaktische Anmerkungen

In diesem Lernsetting legt die Lehrperson den Fokus auf die Musterbildung. Dabei geht es um eine bestimmte Art von Muster, nämlich um so genannte "Parkette", die zunächst mathematisch betrachtet werden: Eine Parkettierung, auch Kachelung oder Pflasterung genannt, ist eine lückenlose und überlappungsfreie Überdeckung der Ebene. Die Parkette, die uns im Alltag begegnen, sind sogenannte regelmässige oder periodische Parkette. Ein regelmässiges Parkett entsteht durch das wiederholte Verschieben einer Ausgangsfigur, die wiederum aus mehreren Parkettsteinen bestehen kann (Abb. 11). Solch eine lückenlose Parkettierung funktioniert allerdings nicht mit allen Figuren. Wenn die Figuren aneinandergelagt werden, muss die Summe der Winkel einen Vollwinkel, also  $360^\circ$  ergeben. Bei Dreiecken, Vierecken und regelmässigen Sechsecken ist das möglich, daher sind die Pattern Blocks zum Parkettieren geeignet. Dennoch erfahren die Kinder in dieser Sequenz schnell, dass es gar nicht so einfach ist, ein Muster ohne Lücken zu erzeugen: Je mehr unterschiedliche Figuren verwendet werden, desto schwieriger ist es, das Parkett nach einer bestimmten "Regel" zu legen bzw. die Ausgangsfigur eines Parketts zu bestimmen.

Parkettierungen begegnet man allerdings nicht nur in der Mathematik, sondern auch in der bildenden und angewandten Kunst (insbesondere in der Architektur, z.B. bei Bodengestaltungen). Betrachtungen von Alltagsbildern, die verschiedene Fussbodenbeläge zeigen, ermöglichen den Kindern, einen Bezug zu ihrer eigenen Umwelt herzustellen, indem sie überlegen, wie ihre eigenen Holzfussböden oder Fliesen im Badezimmer aussehen. Der Fokus der Kinder wird damit auf etwas Alltägliches und auf den ersten Blick ganz "Unspektakuläres" gelegt und sie werden aufgefordert, ihre Umgebung differenzierter wahrzunehmen und Fragen zu stellen. Möglich wäre an dieser Stelle auch eine Vertiefung dahingehend, dass die Kinder Bilder von eigenen Fussbodenbelägen mitbringen oder im Schulhaus gemeinsam nach solchen gesucht wird. Die Betrachtung von Eschers Werken fördert die Bildlesekompetenzen der Kinder. Die Bilder fordern den Betrachtenden dadurch, dass sie "lückenlos kommunizieren", d.h. jeder Zwischenraum hat für sich wiederum eine eigene Bildaussage und kann/soll gelesen werden. Die Figur-Grundwahrnehmung wird dadurch stark gefördert und thematisiert.

Die Umsetzung dieser grafischen Spielerei Eschers fusst auf dem mathematischen Prinzip des Parkettierens. Dieses Prinzip (Parkett mit geometrischen Figuren) bietet ihm Ausgangs-, Inspirationspunkt und Regelwerk, um seine Bildidee zu verwirklichen. Escher erweitert das rein mathematische Parkettieren durch bildhafte, narrative Ergänzungen und löst das Parkett in rein gegenständliche bzw. erzählende Bildelemente auf. Geometrische Figuren dienen als Ausgangslage für gegenständliche Umsetzungen, resp. gegenständliche Darstellungen beruhen im Kern auf geometrischen Formen. Dies zeigt sich in seinen Werken und bedingt diese auch.

Ausgehend von der Bildbetrachtung sollen die Kinder die von Escher angewandte "Knabbertechnik" (aus einem Parkettstein durch "Anknabbern" etwas wegnehmen und an einer anderen Stelle wieder anbringen") selbst erproben und dabei eigene Bilder gestalten.

Die in diesem Zusammenhang entstehenden Variationen machen den transversalen Gehalt dieser Sequenz deutlich. Die freie/unregelmässige Farbwahl/ Anwendung der Farben und die Verwendung weiterer Bildelemente brechen aus mathematischer Sicht das Prinzip der Regelmässigkeit – nur die Beibehaltung der Form trägt dazu bei, dass das Parkett als solches noch zu erkennen ist. Aus ästhetisch-bildnerischer Sicht ist es im Gegensatz interessant, das starre Prinzip zu durchbrechen, um formalen oder inhaltlichen Wirkungen mehr Gewicht zu verleihen. Dadurch können neue Bildaussagen entstehen, deren Wirkung auf dem Zusammenspiel von Gesetzmässigkeit und Freiheit beruht. Die Ausgangsfigur wird als Bildelement beibehalten, während die Farbwahl und das Anbringen weiterer Details dazu beitragen, inhaltliche und formale Ideen umzusetzen. In bildnerischen Prozessen können das Spielen und Explorieren innerhalb formaler Vorgaben sehr inspirierend sein und zu produktiven und differenzierten Tätigkeiten führen.

Wo liegen "mathematisch" betrachtet aber die Grenzen solcher Variationen? Das Ausschmücken der Steine ist nahezu unbegrenzt möglich. Bei der Wahl der Grundfigur und dem Verändern derselben müssen aber zwingend bestimmte Regeln beachtet werden, da sonst keine Möglichkeit der lückenlosen Bedeckung der mehr gegeben ist.

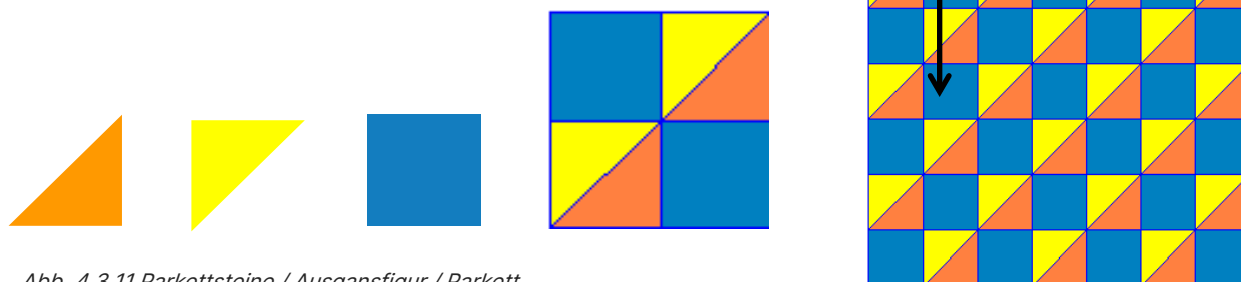


Abb. 4.3.11 Parkettsteine / Ausgangsfigur / Parkett



## 1.4 Beispiel Seile

### ●●● Anbieten

Eine grosse Anzahl Seile unterschiedlicher Länge und Farben steht den Kindern für freie Aktivitäten zur Verfügung. Nachdem einige Kinder mit den Seilen immer wieder bildhafte Anordnungen ausgelegt haben, intensiviert die Lehrperson diese Tätigkeit. Sie präsentiert eine grosse Anzahl farbiger Seile unterschiedlicher Länge. Im Sitzkreis wird kurz über das Material gesprochen: z.B. darüber, was man mit den Seilen alles machen kann und dass die Seile ganz unterschiedlich lang sind. Anschliessend bekommen immer vier Kinder einen grossen Haufen Seile, die sie gemeinsam oder allein auf dem Boden arrangieren sollen.

### ●●● Beobachten und Stützen

Während die Kinder mit dem Material tätig sind, beobachtet die Lehrperson ihre Aktivitäten und fotografiert die entstehenden Produkte. Diese sind vielfältig, mehrere Kinder ordnen die Seile nach Länge oder Farben, andere legen "Schneckenfamilien" (Abb. 1) oder kneten die Seile aneinander, um ein möglichst langes Seil zu erhalten. In einer Gruppe können sich die Kinder nicht einigen, nach welchen Kriterien die Seile geordnet werden sollen. Die Lehrperson fragt die Kinder, ob es möglich ist, verschiedene Vorschläge auszuprobieren. Schliesslich einigen sie sich darauf, erst "Schnecken" zu legen und diese der Grösse nach zu ordnen und dann die Seile nach bestimmten Farbfolgen und Länge der Seile aneinanderzureihen.



Abb. 4.4.1 Schneckenfamilie

### ●●● Beobachten und Stützen 2

In einer anderen Gruppe haben die Kinder die Seile nach Farben geordnet und diskutieren nun, ob es mehr blaue oder gelbe Seile gibt. Die Lehrperson fragt, wie man dies herausfinden könne. Johannes ruft: "Wir zählen, wie viele es sind." Florian schlägt vor, die blauen und die gelben Seile jeweils nebeneinander zu legen und Marie sagt: "Das sieht man doch, dass es mehr blaue Seile gibt, weil der Haufen grösser ist." Die Lehrperson fragt: "Wirklich?" Sie schiebt die blauen Seile zusammen. Nun sehen die beiden Haufen fast gleich aus. Florian beginnt, immer ein blaues und ein gelbes Seil zusammenzulegen, die anderen Kinder tun es ihm gleich. Es bleiben drei gelbe Seile übrig. "Es gibt mehr gelbe Seile", ruft Florian triumphierend. Marie schaut sich um und meint: "Da sind aber noch ganz viele blaue und gelbe Seile. Können wir die auch noch haben?" Florian: "Ja. Am besten alle Seile, dann können wir schauen, von welcher Farbe es am meisten Seile gibt." Die Lehrperson greift die Idee auf. Sie fotografiert die Produkte der anderen Kinder, damit diese nicht "verloren" gehen. Dann lässt sie Florian und Marie ihre Idee formulieren und bittet die Kinder, die Seile so zu verteilen, dass alle Seile einer Farbe zusammenliegen. "Nun legt mal die Seile so hin, dass wir sehen können, von welcher Farbe es am meisten Seile gibt."

### ●●● Anknüpfen 1 und Anbieten

Die Kinder diskutieren unterschiedliche Vorgehensweisen und einigen sich schliesslich darauf, alle Seile einer Farbe nebeneinander und die unterschiedlichen Farben untereinander zu legen. Einige Kinder beginnen zusätzlich, die Seile zu zählen und stellen fest, dass es von den roten Seilen am meisten und von den gelben am wenigsten gibt. Nun bittet die Lehrperson die Kinder, alle Seile wieder auf einen Haufen zu legen. Dann teilt sie die Kinder in vier Gruppen ein und fordert jede Gruppe auf, genau zehn Seile aus dem Haufen herauszunehmen. "Diese zehn Seile sollt ihr nun der Grösse nach ordnen. Beginnt mit dem kürzesten Seil. "



### ●●● Anknüpfen 2 und Anbieten

Nachdem alle Gruppen ihre Seile der Grösse nach geordnet haben (Abb. 2), bittet die Lehrperson alle die Augen zu schliessen. Immer ein Kind spielt den Fehlerteufel und baut an einem Arrangement einen "Fehler" ein. Dann meldet sich diejenige Gruppe, deren Seilarrangement geändert wurde, so dass die Reihenfolge nun nicht mehr "korrekt" ist. Immer ein Kind der Gruppe stellt die Reihenfolge wieder her.

Jetzt stellt die Lehrperson den Auftrag, dass jede Gruppe ihre Seile so hinlegt, dass die Reihenfolge nach der Länge nicht mehr so gut zu sehen ist. Die Kinder von Gruppe 2 zögern, sie wissen nicht genau, wie sie die Anordnungen verändern sollen. Die Lehrperson ermuntert die Kinder, die Seile "einfach anders hinzulegen". Marie beginnt nun, einzelne Seile schräg auszulegen, die anderen Kinder übernehmen das Vorgehen. Schliesslich bilden die Seile eine Art Gitter (Abb. 3). In Gruppe 1 setzt die Lehrperson einen stillen Impuls, indem sie zunächst die Seile auseinander schiebt, so dass Platz für Variationen entsteht. Dann legt sie ein Seil als Schlangenlinie, anschliessend nickt sie den Kindern aufmunternd zu und geht zu einer anderen Gruppe. Valentin setzt die Variation fort. Es entstehen Schlangen- und Zickzacklinien (Abb. 4).

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

In Gruppe 3 entwickelt sich die Idee, alle Seile so zu legen, dass sie "so lang sind, wie das kürzeste Seil" und Gruppe 4 legt ausschliesslich kreisförmige Gebilde, die in etwa den gleichen Durchmesser besitzen (Abb. 5).

### ●●● Anknüpfen 3 und Anbieten

Im anschliessenden Gespräch werden die unterschiedlichen Ideen verglichen. Dabei wird schnell deutlich, dass es in den neu entstandenen Darstellungen nicht mehr so einfach ist zu bestimmen, welches denn nun das kürzeste und welches das längste Seil ist. Die kreisförmigen Die Idee von Gruppe 3 am kommenden Tag wieder aufgegriffen. Diesmal stellt die Lehrperson aber nur noch zwei Längen von Seilen zur Verfügung: lange und kurze. In der Gruppe werden mehrere Kreise gelegt und anschliessend betrachtet bzw. verglichen (Abb. 6).

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Dabei wird deutlich, dass es nur zwei Gruppen gibt, eine mit kleinen und eine mit grossen Kreisen. Auf die Frage der Lehrperson, warum dies so sei, kommen unterschiedliche Antworten: "Weil wir sie so hingelegt haben", glaubt ein Kind. "Weil es Erwachsene und Kinder sind", ein anderes. "Weil die Seile nicht gleich lang sind." – "Stimmt das?", will die Lehrperson wissen. "Ja, aus den langen Seilen sind die grossen Kreise geworden", meint eines der Kinder und löst einen kleinen, dann einen grossen Kreis auf.



Abb. 4.4.2 Seile nach Länge geordnet

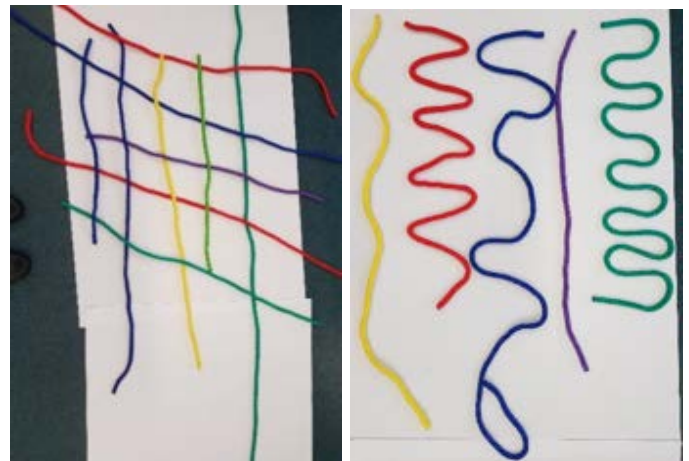


Abb. 4.4.3 & 4.4.4 Gitter / Schlangen- und Zickzacklinien



Abb. 4.4.5 Kreise mit gleichem Durchmesser



Abb. 4.4.6 Kreise mit unterschiedlichen Seillängen

### ●●● Anknüpfen 4 und Anbieten

Die Lehrperson legt am Boden grosse quadratische Papiere aus. "Diese Seile sind unser Zeichnungsmaterial. Wir machen damit Kreisbilder", erklärt sie. "Was denkt ihr, könnt ihr Bilder legen, auf denen es nur Kreise gibt?" Die Kinder setzen sich gruppenweise zu den Papieren. Einige beginnen mit ihrem Bild, andere besprechen sich noch. In einem Rundgang werden anschliessend die entstandenen Bilder betrachtet (Abb. 7). "Könnt ihr eurem Bild einen Titel geben?", fragt die Lehrperson. "Unseres heisst Kreise!", ruft eine Gruppe. "Unseres Blume!", eine andere. Weitere Titel werden genannt. Bei einigen Bildern lässt sich die Lehrperson den Zusammenhang zwischen Bild und Titel genauer erklären und lenkt die Aufmerksamkeit besonders auf formale Bildmerkmale. Sie greift Begriffe auf wie: klein, gross, nahe, weit, Mitte, innen, aussen, blau, rot, gelb usw. Sie lädt die Kinder zu einer weiteren Bildsequenz ein, bei der nun diese formalen Begriffe zum Titel werden sollen. Es sollen Kreisbilder zu Themen wie "nur rot" oder "ineinander" oder "sich berühren" oder "eine Mitte haben" oder "dick und dünn" entstehen.

### ●●● Beobachten und Stützen

Einige Kinder holen Seile, ohne sich abzusprechen. Andere sind unschlüssig, ob sie nun lange oder kurze Seile brauchen. Die Lehrperson beobachtet anfänglich. In einer Gruppe herrscht Uneinigkeit über die Umsetzung des Themas. Die Lehrperson fordert die Kinder auf, ihre Ideen zuerst auszutauschen und sich auf eine zu einigen.

### ●●● Anknüpfen 5 und Anbieten

Die entstandenen Bilder werden gemeinsam besichtigt und es wird diskutiert, ob die Bilder zu den Titeln passen. Die Lehrperson ermuntert die Kinder, Alternativen oder Änderungsvorschläge zu äussern. Im anschliessenden Freispiel haben die Kinder die Gelegenheit, ihre Alternativvorschläge zu realisieren.



Abb. 4.4.7 "Kreisbilder"

Am kommenden Tag stehen quadratische Zeichnungspapiere von ca. 20x20cm zur Verfügung. Jedes Kind soll eines der noch immer am Boden ausgebreiteten Seilbilder so genau wie möglich abzeichnen.

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Von den Zeichnungen (Abb. 8) stellt die Lehrperson Kopien her. Sie sind das Ausgangsmaterial für eine weitere bildnerische Sequenz. Mit zusätzlichen Zeichen- und Malmitteln werden die Kreisbilder ergänzt und verdichtet bzw. verändert. Die Titel der Bilder bleiben aber verbindlich. Jedes Kind wählt zu welchem Titel/Thema es ein Bild anfertigt. (Abb. 9 & 10) An der Wand entstehen Ausstellungen zu jedem Bildthema. Die Kinder beschreiben ihre Bilder mithilfe der zuvor erarbeiteten formalen Bildmerkmale.



Abb.4.4. 8 – 4.4.10 Serie abgezeichnete Kreisbilder / Serie "nur rot" / Serie "eine Mitte haben"

### Didaktische Anmerkungen

Aus dem vorerst vielfältigen Spiel mit den Seilen werden durch das Beobachten und Unterstützen der Lehrperson Tätigkeiten verstärkt, die das Handeln der Kinder auf das Wahrnehmen und Erkennen formaler Eigenschaften (Farbe, Länge, Anzahl) richtet. Durch das Ordnen der Seile in Gruppen (Klassifikation), das Erzeugen von Reihenfolgen (Seriation), das Bilden und Vergleichen von Mengen sowie das Spiel mit den Längen werden Zusammenhänge thematisiert, die für das mathematische Denken wesentlich sind. Beim Vergleichen von Mengen ("von welcher Farbe gibt es am meisten Seile?") zielt die Lehrperson nicht auf die (zählende) Anzahlbestimmung ab, sondern auf die Eins-zu-Eins-Zuordnung, welche als wichtige Vorläuferfertigkeit für das Zählen gilt. Dies ermöglicht den Kindern, ihre Frage zu beantworten, auch wenn sie noch keine Kardinalzahlvorstellung in grösseren Zahlenräumen aufgebaut haben.

Die Eins-zu-Eins-Zuordnung ist zudem eine wesentliche Voraussetzung für ästhetische Prozesse, da das Zuordnen zusammengehörender Bildelemente bedeutend ist für bildnerische Kompositionen.

Beim Spiel mit dem "Fehlerteufel" wird das Prinzip der Ordnung und die Bedeutung der Einhaltung der dahinterstehenden "Regel" (z.B. von klein nach gross) aus mathematischer Sicht betont. Aus gestalterischer Perspektive kann das Abweichen von einer Regel die optische Wirkung eines Ordnungs- bzw. Gestaltungsprinzips oft erst bewusst machen. Beispielsweise werden Elemente, die gemeinsame Merkmale aufweisen, also ähnlich sind, als zusammengehörend aufgefasst.

Der transversale Gehalt der Sequenz wird deutlich, als die Lehrperson nach dem Ordnen von zehn Seilen gleicher Farbe, aber unterschiedlicher Länge den Auftrag erteilt, die Anordnung der Seile zu variieren: Durch die veränderte Anordnung ist die Länge der Seile nicht mehr (auf den ersten Blick) ersichtlich. Die Kinder aus Gruppe 3 haben die Idee, dass die Anordnung der Seile alle die gleiche "Ausdehnung" haben sollen. Hier wird besonders deutlich, wie sich mathematikdidaktische und ästhetisch-bildnerische Betrachtungen unterscheiden können. In Bezug auf die sogenannte Invarianz der Länge ist die Erkenntnis zentral, dass die Länge eines Seils unabhängig von seiner Anordnung ist. Bei den gestalterischen Tätigkeiten steht durch das Variieren der Anordnung und Formen die bildhafte Wirkung im Zentrum. Das analysierende Ordnen gerät in den Hintergrund und die Veränderbarkeit der Seile, ihre bildnerische Funktion wird wichtig. Das Seil wird nun als Linie und somit als Gestaltungsmittel aufgefasst. Die Beziehung von Seillänge und Formgrösse wird für ästhetisch-bildnerische Tätigkeiten genutzt, wenn die Kinder für grosse Formen oder Flächen die längeren Seile benutzen. Im weiteren Verlauf wird die aus dem mathematischen Tätigsein heraus entstandene Erkenntnis der Kinder, dass die kurzen Seile kleine und die langen Seile grosse Kreise ergeben, genutzt, um formale Themen bildnerisch umzusetzen. Die unterschiedlichen Grössen und Farben der Kreise werden zu einem Gestaltungselement beim Erfinden von Bildern. Anstelle des analytischen Vergleichens der Seile treten nun Tätigkeiten des Darstellens und Explorierens in den Vordergrund. Die analytische Auseinandersetzung hat den Fokus der Kinder auf gewisse Eigenschaften gelegt und Feststellungen ermöglicht, die mit gestalterischen Strategien nun erprobt werden. So z. B. die Feststellung, dass lang und kurz bzw. klein und gross bestimmende Faktoren für die Gestaltung eines Bildes sein können. Die vorgegebenen Kreise und Bildtitel ermöglichen den Kindern, die gestalterischen Tätigkeiten auf formal ästhetische Themen und nicht auf Gegenständlichkeit zu richten. Zugleich werden damit wiederum bestimmte mathematische Erkenntnisse, nämlich sogenannte "topologische" Merkmale wie innen, aussen, offen, geschlossen, begrenzt, benachbart usw. für das gestalterische Tätigsein genutzt. Das Einhalten vorgegebener Formen wird auch am Schluss beibehalten, als die bildnerischen Mittel gewechselt und erweitert wird.





## 1.5 Beispiel Würfel

### ●●● Anbieten 1 Beobachten und Stützen

Die Lehrperson arrangiert die Würfel auf Tischen und führt zunächst ein kurzes Gespräch mit den Kindern über das Material. Die Kinder erkennen, dass es sich um Würfel handelt, die in unterschiedlichen Grautönen sowie in Schwarz und Weiss eingefärbt sind. Die Kinder dürfen anschliessend frei mit den Würfeln tätig werden/spielen. Die Lehrperson beobachtet die Kinder und greift interessante Handlungen und Aussagen der Kinder auf, erweitert diese, stellt Fragen und begleitet das spielerische Tätigsein (Abb. 1 - 4).

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

In der Abschlussrunde stellen die Kinder ihre Werke vor und erläutern, was und wie sie gebaut oder gelegt haben. Die Lehrperson unterscheidet zwischen (dreidimensionalen) Bauwerken und (zweidimensionalen) "Bildern". Sie bittet Tim, die Bauwerke zu fotografieren. Beim anschliessenden Betrachten der Fotos erkennen die Kinder, dass einige Bilder von oben, von der Seite oder "schräg" fotografiert sind.



Abb. 4.5.1 - 4.5.4 Aus dem Spiel heraus entstehen unterschiedliche Produkte

### ●●● Anknüpfen und Anbieten 1 Beobachten und Stützen

Am nächsten Tag stellt die Lehrperson den folgenden Auftrag: "Arbeitet zu zweit: Wählt zehn Würfel aus. Baut damit ein Bauwerk. Holt dann wieder zehn Würfel und baut etwas anderes." Später fordert die Lehrperson die Kinder auf, ihre Bauwerke von jeder Tischseite aus zu betrachten und zu entscheiden, welches ihnen am besten gefällt. Dieses soll fotografiert werden. Die Lehrperson unterstützt die Kinder dabei, sie hält ein grosses, dunkelblaues Blatt Papier hinter das Objekt. Das Objekt soll von allen vier Seiten auf Höhe der Tischplatte und auch von oben herab fotografiert werden (Abb. 5). Die Lehrperson hat die Fotos der letzten Sequenz ungeordnet ausgelegt. Sie fordert die Kinder auf, die Fotos so zu ordnen, dass jeweils jene Bilder, die zum gleichen Objekt gehören, zusammengelegt werden. Anschliessend erhält jedes Kinderpaar einen Satz Fotos und soll das Objekt mithilfe der Bilder wiederaufbauen.



Abb. 4.5.5 Fotografiertes Objekt



### ●●● Anknüpfen und Anbieten

Die Lehrperson beobachtet und begleitet die Kinder, z.B. indem sie fragt: "Von wo ist dieses Bild aufgenommen?", bzw. indem sie vorschlägt, die Bilder entsprechend der jeweiligen Ansichtsseite auszulegen.

### ●●● Beobachten und Stützen Vorstellen und Reflektieren

Zwei Kindergruppen sind sehr schnell fertig. Die Lehrperson schlägt vor, die Objekte abzubauen und daraufhin die Plätze zu tauschen. Am neuen Platz sollen sie das Objekt erneut anhand der Fotos wiederaufbauen.

Nachdem alle Bauwerke erstellt sind, können die Kinder umhergehen und die Fotografien mit den Objekten vergleichen. Anschliessend wird das Gespräch auf die Frage gelenkt, wie es möglich war, das Objekt wiederaufzubauen. Am nächsten Tag präsentiert die Lehrperson einen 3x3x3-Würfel – aus 27 kleinen Würfeln gebaut – sowie einige Ansichten des Würfels in entsprechenden Schwarz-Weiss-Grau-Darstellungen.

Sie orientiert sich dabei an Kunstwerken des Schweizer Künstlers Andrea Malär, dessen Motiv die Symbiose von Skulptur und Grafik ist (Abb. 6).



Abb. 4.5.6 A. Malär, Skulpturen und Grafiken

### ●●● Anknüpfen und Anbieten 3 Beobachten und Stützen

Der Würfel besteht aus 12 grauen, 12 schwarzen und 3 weissen kleinen Würfeln (Abb. 8). Die Farben sind beliebig angeordnet. Der Auftrag an die Kinder lautet: "Leider passt dieser Würfel gar nicht zu den Bildern. Versucht den Würfel so zu bauen, dass er mit den Bildern übereinstimmt." Die Bilder werden besprochen, die Lehrperson weist mit entsprechenden Impulsen darauf hin, was die Ansichten (von vorn und hinten bzw. rechts und links) gemeinsam haben.

In der Gruppe ordnen die Kinder mit Unterstützung der Lehrperson die Bilder entsprechend an und sie beginnen, den Würfel zu bauen. Die Lehrperson beobachtet die Aktivitäten und setzt Impulse, wenn das Würfelgebilde nicht mit den Ansichten übereinstimmt: "Schau nochmal die Vorderseite an. Halte das Bild neben den Würfel und überprüfe deine Anordnungen."

### ●●● Anknüpfen und Anbieten 4 Vorstellen und Reflektieren

In einer geführten Aktivität schauen sich die Kinder einige Zeit später die Werke von Malär an. Die Lehrperson ermuntert die Kinder, ihre Wahrnehmungen zu artikulieren. Einige Kinder assoziieren die abstrakten Formen mit Figuren, erkennen ein Schiff oder einen Stuhl, andere beziehen sich in ihren Äusserungen auf die Formen, wiederum andere auf die hellen und dunklen Farben. Einige Kinder entdecken den Zusammenhang zwischen Skulpturen und Grafiken, die sich aufeinander beziehen.

Ausgehend von der Kunstbetrachtung möchten einige Kinder auf Anregung der Lehrperson eigene Würfelskulpturen mit entsprechenden Bildern herstellen. Die Lehrperson reduziert die Farben der Würfel auf grau und schwarz und schlägt den Kindern vor, die Abbildungen der Seitenansichten mit Stempeln herzustellen.

Angeregt durch die Werke von Malär konzentrieren sich die Kinder nun sehr stark auf formale Aspekte. Tim, Moritz, Johanna und Marie sind sich uneinig, wie sie beginnen und ob sie jede Ansicht gemeinsam stempeln sollen. Die Lehrperson schlägt vor, dass immer zwei Kinder eine Ansicht gemeinsam stempeln. Johanna greift spontan nach einem Stempel und sagt zu Marie: "Ich mache die schwarzen und du die grauen."

Nach und nach entstehen in den Gruppen - mit entsprechender Impulsgebung durch die Lehrperson - unterschiedliche Würfelansichten (Abb. 9).

Die Lehrperson nimmt sich Zeit, um auf die Produkte der Kinder einzugehen. Durch die Variation von Anzahl und Anordnung der grauen und schwarzen Würfel ist die Wirkung der Ansichten sehr unterschiedlich. Eine Gruppe hat die Idee von Malär übernommen und für Ansichten von vorn und von hinten Komplementärbilder erzeugt (Abb. 10). Die Stempeltechnik stellt für einige Kinder eine neue und überaus interessante Bildtechnik dar, der sie sich intensiver widmen möchten. Sie verwenden die quadratischen Druckstempel bald nicht mehr für das Erstellen von Würfelansichten, sondern realisieren freiere Bildideen.

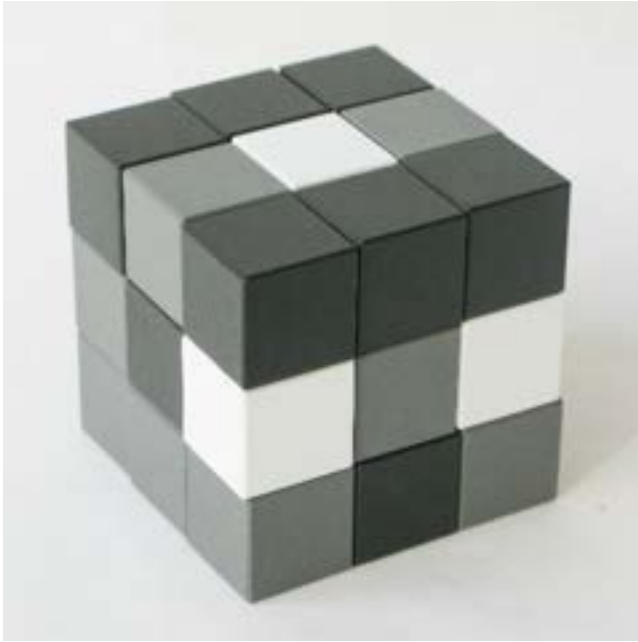


Abb. 4.5.7 Würfel aus 27 kleinen Würfeln



Abb. 4.5.8 Würfelansichten



Abb. 4.5.9 Komplementärbilder

### Didaktische Anmerkungen

Die Kinder machen konkrete Erfahrungen mit Perspektiven, indem sie Gegenstände von vorn, von der Seite und von oben fotografieren bzw. Gegenstände aus Holzwürfeln nach Grund-, Auf- und Seitenriss (nach-)bauen. Die Darstellungen geben Hinweise darauf, wie die verschiedenfarbigen Würfel positioniert werden müssen. Erst die Betrachtung aller Perspektiven gibt genügend Informationen, um das Objekt eindeutig zu erstellen.

Überprüfen lässt sich die Darstellung durch die Einnahme der jeweiligen Perspektive: Ich kann von oben, von vorn, von der Seite usw. auf den Würfel schauen. Wie sieht die Fläche von vorn, von oben, von der Seite aus? Damit werden zugleich formenbezogene Betrachtungen über den Würfel (Seitenflächen, Ecken, Kanten) angeregt und vertieft. Bei der Herstellung einer Seitenansicht eines dreidimensionalen Objekts wird die Beziehung zwischen Abbild und Objekt thematisiert. Das Abbild hat hier die Funktion eines Plans, also einer bildhaften Anleitung. Ob der Plan richtig gelesen wurde, lässt sich am gebauten Würfel überprüfen. Mathematische und ästhetische Betrachtungen ergänzen sich in diesem Zusammenhang sehr gut: Für den Aufbau der Raumvorstellung ist der Wechsel von zwei- und dreidimensionalen Darstellungen ausserordentlich wichtig, dies gilt für das mathematische Denken (Orientierung im Raum, Vorstellung von geometrischen Körpern usw.) sowie die Fähigkeit zur Wahrnehmung und Produktion von Bildern gleichermaßen. In der Mathematik geht es darum, in unterschiedlichen Darstellungen/Ansichten den gleichen geometrischen Körper zu sehen bzw. unterschiedliche Darstellungen und Perspektiven nutzen zu können, um einen dreidimensionalen Körper zweidimensional abzubilden. Dabei ist es entscheidend, möglichst exakt zu arbeiten, so dass wiederum die zweidimensionale Darstellung als "Bauplan" für den geometrischen Körper verwendet werden kann. Ein Plan wird also genutzt, um das Produkt wieder herstellen zu können. Durch die "Einfachheit" und zugleich "Exaktheit" des hier eingesetzten geometrischen Körpers – nämlich des Würfels – wird dieses Prozedere erleichtert.

Das Bewusstsein für den formal-ästhetischen Gehalt stärkt die Lehrperson zudem, indem sie mit den Kindern anhand von Fotos die Werke von Malär anschaut. Sie macht somit erfahrbar, dass sich Kunstschaffende für Formen und Formbeziehungen interessieren und diese zum Thema ihrer Kunst machen. Würfel und Quadrate sind bei Malär zwar auch Räume und Flächen, es sind aber auch Skulpturen und Grafiken. Bei einer eingehenden Betrachtung seiner Werke lässt sich nicht nur entdecken, dass sich die Grafiken auf die Skulpturen beziehen, sondern auch, dass Vorder- und Rückseiten der Skulpturen komplementär sind, dass also ein gestalterisches Konzept verfolgt wurde, das wiederum auf mathematische Ordnungen zurückzuführen ist.





## 1.6 Beispiel Stäbe 1

### ●●● Anbieten 1

Die Kinder haben schon mehrmals frei mit dem Material "Spiesse" gearbeitet. Dabei sind immer wieder sogenannte "Umrissbilder" (Abb. 1) entstanden. An diese Idee der Kinder knüpft die Lehrperson an und nutzt sie für eine geführte Sequenz.

Als Vorbereitung hat die Lehrperson mit Holzspiesen unterschiedlicher Länge zweimal einen Stuhl umrandet. Einmal erfolgte die Umrandung bei einem liegenden Stuhl, einmal bei einem stehenden. Die Stühle wurden entfernt, nun liegen nur noch die Spiesse auf dem Tuch.

### ●●● Beobachten und Stützen 1

Diese Ausgangssituation ist Anlass für ein Rätsel: Die Kinder äussern Vermutungen darüber, was hier zu sehen ist. Es wird rasch deutlich, dass sie die Beine, die Sitzfläche und die Rückenlehne und somit den Stuhl als solchen erkennen. Bei der Abbildung 3 wird das Zuschreiben schwieriger, die Formen ermöglichen dadurch aber auch vielfältige Interpretationen. Einige Kinder fabulieren, es seien kleine Häuser, andere vermuten, dass es sich um Bauklötze handelt. Die Frage der Lehrperson, ob dies auch ein Stuhl sein könnte, irritiert die Kinder. Einige verneinen dies, andere sind unsicher. Erst nachdem sie untersuchen, ob ein Stuhl in die Umrandungen passt und die Stuhlbeine tatsächlich in den Quadraten Platz finden, wird deutlich, dass es sich auch um den Stuhl handelt.

### ●●● Anknüpfen

Die Lehrperson stellt den Kindern Fragen dazu: "Was denkt ihr? Wie habe ich das gemacht? Wie sind die Bilder entstanden?" Nachdem das Vorgehen des Umrandens erkannt oder gezeigt wurde, stellt die Lehrperson Spiesse in unterschiedlichen Längen zur Verfügung und fordert die Kinder auf, ebenfalls Dinge zu suchen und "Umrissbilder" zu erstellen (Abb. 4). Es entstehen unterschiedliche "Umrissbilder" und es kommt zu Diskussionen darüber, ob die Spiesse geknickt werden dürfen, damit die Umrandung genau erfolgen kann.



Abb. 4.6.1 Umrissbilder

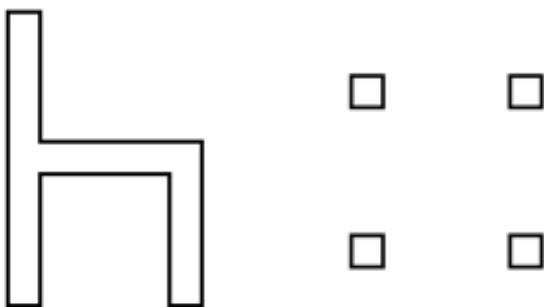


Abb. 4.6.2 & 4.6.3 Umriss eines liegenden Stuhls  
/ Umriss der vier Stuhlbeine



Abb. 4.6.4 Umrissbild einer Regenhose

### ●●● Beobachten und Stützen 2

Die entstandenen Bilder werden betrachtet und es werden Spielregeln festgelegt. Die Spiesse müssen ganz bleiben und den Gegenstand beim Umranden berühren. "Dann können wir nur grosse Sachen umranden", stellt eines der Kinder fest.



Abb. 4.6.5 Ein Bilderrätsel wird vorbereitet

### ●●● Anknüpfen 2 und Anbieten

Aus der gemeinsamen Aktivität wird am kommenden Tag ein Ritual initiiert, das einige Tage lang fortgesetzt wird: Jeweils zwei Kinder bereiten im Freispiel ein Umrandungs-Rätsel vor, das die Gruppe im Schlusskreis lösen muss (Abb. 5). Einige Kinder werden immer raffinierter in der Wahl interessanter Gegenstände. Manche Rätsel sind einfach, andere schwierig zu erraten. Als beim nächsten Mal ein kaum zu lösendes Rätsel vorliegt, wird eine neue Regel festgelegt: Wenn in einem Umriss der Gegenstand kaum zu erkennen ist oder er leicht mit anderen Gegenständen verwechselt werden kann, wird der Gegenstand auf eine andere Seite gelegt und nochmals umrandet, so dass zwei Umrissbilder entstehen. "Schwierige" Gegenständen müssen von zwei Seiten umrandet werden, wie beim Stuhl.



Abb. 4.6.6 Umrisszeichnung

### ●●● Beobachten und Stützen 2

Das Legematerial steht den Kindern im Freispiel zur Verfügung. Einige Kinder fahren mit den Umrandungstätigkeiten fort und finden immer wieder neue Objekte für Umrissbilder. Zwei Kinder versuchen, sich gegenseitig mit Spiesen zu umranden – Bilder von menschlichen Körpern entstehen. "Die Haare sind schwierig. Das geht fast nicht."

Als stillen Impuls legt die Lehrperson grosse Papierbögen, Filzstifte und verschiedene Gegenstände (Schere, Schachtel, Cremedose, Bauklötze, Bilderbuch, Teddy, Verpackung, quadratische Pyramide usw.) aus. Dann nimmt sie einen Gegenstand und umfährt diesen mit einem Stift (Abb. 6). Mehrere Kinder greifen die Idee sofort auf und erzeugen Umrissbilder mit Papier und Stift. Die Konturen werden feiner und präziser als bei den Spiesen. Zwei Kinder erstellen sogleich mehrere Konturen desselben Gegenstandes. "Es wird immer gleich!", meint ein Kind, nachdem es zum dritten Mal die Schere umrandet hat. "Nein, bei mir nicht", meint ein anderes, das einen Bauklotz zweimal umrandet hat.

Die Lehrperson greift die Situation auf: "Wie kann es sein, dass einige Umrissbilder immer gleich werden und andere nicht?" Ein paar Kinder konnten beobachten, dass manche ihren Gegenstand immer gleich auf das Papier legten und andere nicht. "Es kommt darauf an, wie man es hinlegt. Immer auf die gleiche Seite – dann wird es gleich. Immer wieder drehen – dann wird es anders." "Dann versucht doch mal, von eurem Gegenstand verschiedene Umrisse zu machen", ermuntert die Lehrperson. Nun entstehen neue Bilder. Nicht alle gelingen auf Anhieb. Die Lehrperson zeigt den Kindern, dass sie den Stift senkrecht halten oder dass sie sich gegenseitig behilflich sein müssen beim Festhalten der Gegenstände.

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Die Umrisse werden verglichen. Wo kann man den Gegenstand gut erkennen, wo nicht? (Abb. 7)



Abb. 4.6.7 Die Schere ist nicht immer gleich gut zu erkennen

### ●●● Anknüpfen 3

Ein Kind muss bald feststellen, dass bei seinem würfelförmigen Gegenstand immer die gleiche Form entsteht. Auch bei anderen Kindern sind Umrisse entstanden, die gleich oder ähnlich sind. Auf die Frage, warum das so ist, wissen einige Kinder eine Antwort: "Weil der Bauklotz gleiche Seiten hat."

Vanessa hat sich mit der Pyramide beschäftigt. Beim Erzeugen der Umrissbilder fällt ihr etwas Tolles auf, weshalb sie es sogleich der Lehrperson mitteilen muss. Sie erklärt, dass sie die Pyramide auf alle Seiten geklappt hat (Abb. 8).



Abb. 4.6.8  
Klappbilder der  
Pyramide

### ●●● Anbieten 4

Die Lehrperson fordert Vanessa auf, das Bild mit den Spiessen nachzulegen. Anschliessend gibt sie ihr Knetmasse und erteilt ihr den Auftrag, die Pyramide aus den Spiessen zusammenzubauen. Die Kinder am Tisch greifen die Idee auf und bauen ebenfalls Pyramiden aus den Holzspiesen. Gemeinsam mit den Kindern dieser Gruppe denkt die Lehrperson darüber nach, wie aus den Umrandsbildern Pyramiden entstanden sind und ob dies bei allen Gegenständen so gut geht.

### ●●● Anknüpfen 4

Am nächsten Tag gehen die Aktivitäten von den systematischen Untersuchungen der Umrissbilder in eine bildnerische Tätigkeit über, bei der die Erfahrungen zu den Ansichten genutzt werden. Wie sieht das "Bild" eines Menschen von vorn bzw. von der Seite aus? Was ist anders, wenn wir uns von vorn oder von der Seite sehen oder abbilden?

Die Lehrperson hat draussen ein weisses Tuch aufgespannt. Es ist so gross, dass die Sonne die Schatten der Kinder darauf werfen kann. Je nach Position können sich die Kinder von verschiedenen Seiten darstellen. Es entstehen lebensgrosse "Bildnisse". Auf Initiative der Lehrperson sollen sich die Kinder mit ihrem Lieblingsspielzeug darstellen. Die Kinder überlegen sich, wie sie sich zeigen wollen und wie sie es fertigbringen, dass auch ihr Lieblingsspielzeug mit auf dem Bild als Umriss zu erkennen ist (Abb. 9).

Einige Kinder finden es interessant, dass durch Schattenbilder Darstellungen entstehen, die nicht so gut erkennbar sind. Sie suchen bewusst nach Schattenbildern, welche die betrachtende Person täuschen (Abb. 10).



Abb. 4.6.9 & 4.6.10 Schattenbild mit Lieblingsspielzeug  
/ Schattenbild mit Täuschung



### Didaktische Anmerkungen

Die Tätigkeiten mit den Spiessen führen zu Beginn dazu, dass sich die Kinder mit dem Thema "Konturen" auseinandersetzen. Aus bildnerischer Sicht nehmen sie diese als Möglichkeit wahr, etwas abzubilden, sie also als Bildmittel zu nutzen. Aus mathematischer Sicht werden sie genutzt, um Flächen eines Körpers zu definieren und dadurch in weitergehenden Schritten den Zusammenhang zwischen Fläche und Körper zu erkennen. Dabei spielt die Form des Gegenstands eine wichtige Rolle: Bei geraden, nicht spitzen geometrischen Körpern (wie dem Würfel) entsprechen die Seitenflächen dem Auf-, Seiten- und Grundriss. Jedes Umrissbild zeigt ein Quadrat. Eine Schere dagegen ist als Umrissbild nur dann gut zu erkennen, wenn sie flach auf dem Boden liegt und nicht auf der Seite oder auf der Spitze stehend abgebildet wird. Bei den anfänglichen Tätigkeiten des Umrandens müssen die Kinder feststellen, dass sich nicht alle Körper ohne Weiteres so abbilden lassen, dass sie wiedererkennbar sind. Um wirksame Abbildungen zu erreichen, ist eine gewisse Prägnanz von Merkmalen erforderlich. Dies ist aus ästhetischer Sicht relevant, da sich Kinder in diesem Alter bei bildnerischen Darstellungen um Deutlichkeit und Prägnanz dargestellter Objekte bemühen. Das präzisere Umranden wird durch eine Änderung des Materialangebots ermöglicht. Durch das Nachzeichnen mit dem Stift lässt sich die Erfahrung machen, dass viele Dinge nicht von jeder Seite gleich aussehen, was aus Sicht der ästhetischen Bildung zur Erfahrung führt, dass die Erscheinung eines Gegenstands vom Betrachtungswinkel abhängt. Die Kinder gewinnen die Einsicht, dass Bilder nicht alles vermögen – sie zeigen immer nur einen Ausschnitt, einen Blickwinkel. Ein Bild ist nie die Realität. Dies wiederum ist in der Mathematik eine zentrale Erkenntnis: Jedes Modell, jedes Bild kann die abstrakte mathematische Idee immer nur annäherungsweise abbilden.

Es lässt sich aber auch die Erfahrung machen, dass es Dinge – insbesondere geometrische Körper – gibt, die mehrere gleiche Seiten haben. Aus mathematischer Sicht ist diese Erkenntnis interessant, weil sich dadurch der Zusammenhang zwischen mehreren gleichen Flächen und gleichmässigen Körpern erfahren lässt.

Aus diesen Erkenntnissen heraus lassen sich die Tätigkeiten anschliessend sowohl in die mathematische als auch in die bildnerische Richtung vertiefen.

Es entsteht eine Art Weggabelung.

Im Verlauf wird zuerst der mathematische, dann der bildnerische Weg beschrieben. So wird einerseits der Zusammenhang zwischen der Anordnung von Flächen und räumlichen Situationen thematisiert. Andererseits werden Bilder gestaltet, bei denen die Konturen/die Silhouetten als Gestaltungsmittel gewählt werden und die Lesbarkeit der Bilder von der Prägnanz der gewählten Ansicht abhängt.

Aus transversaler Sicht ist besonders interessant, dass und wie die bildnerischen Tätigkeiten mathematisch bedeutende Auseinandersetzungen bewirken: Vanessa entdeckt das "Netz" – also die aufgeklappte Oberfläche – der Pyramide. Was sich danach wieder zum bildnerischen Gestalten zurückführen lässt. Die Fächer werden nicht nur inhaltlich, sondern auch durch die Betätigungsformen verknüpft, indem das explorierende Darstellen der ästhetischen Bildung und das reflexive Entdecken mathematischer Gesetzmässigkeiten in ein Wechselspiel treten.

Die Schattenbilder der Körper von der Seite, wie es am Schluss des Verlaufs gezeigt wird, sind aus bildnerischer Sicht spannend, da Kinder in diesem Alter meist eine Frontalansicht wählen, weil sie dadurch für sie wesentliche Merkmale des Menschen (zwei Arme, zwei Beine, zwei Augen usw.) darstellen können. Die Schattenbilder helfen, diese Darstellungsformen zu durchbrechen. Sie fördern das Bewusstsein, dass es zwischen Wissen, Sehen und Darstellen – also zwischen Realität und Bild – eine Differenz gibt.



## 1.7 Beispiel Stäbe 2

### ●●● Anbieten 1

Seit einiger Zeit stehen den Kindern im freien Spiel Spiesse unterschiedlicher Länge zur Verfügung, die sie am Boden zu Bildern und Anordnungen auslegen. Dabei entstehen teils gegenständliche teils ungegenständliche Darstellungen (Abb. 1 & 2).

### ●●● Beobachten und Stützen 1

Die Lehrperson beobachtet, dass einige Kinder immer wieder Formen legen, bei denen abgegrenzte Flächen durch das Auslegen von Spiessen unterteilt und strukturiert werden. Sie greift diese Tätigkeit auf und zeigt den Kindern Werke eines Künstlers, bei denen die Verwendung der Linie als flächenteilendes Mittel bedeutsam ist.

### ●●● Anknüpfen und Anbieten 1

Auf den zwei Werken von Piet Mondrian ist die Bildfläche in jeweils anderer Art und Weise durch Linien strukturiert (Abb. 3 & 4). Die Lehrperson ermuntert die Kinder, die Bilder in Ruhe anzuschauen. Anschliessend betrachtet sie die Bilder mit der Gruppe.

### ●●● Beobachten und Stützen Vorstellen und Reflektieren

Sie bittet die Kinder, sich zu überlegen, wie der Künstler das Bild gemalt hat. Aus den Äusserungen greift sie vorerst vor allem Feststellungen auf, die sich auf die Linien beziehen. "Die Striche sind alle schwarz", meint Lina. "Ja, und alle gerade", ergänzt Tim. "Stimmt", meint die Lehrperson, "es hat keine Kurven und keine Kreise." Sie sucht mit den Kindern nach weiteren Gesetzmässigkeiten, die im Bild zu entdecken sind, bzw. versucht die Regeln, die der Maler befolgt haben könnte, zu finden. Dabei wird festgestellt, dass sich die Linien entweder von oben nach unten oder von der einen zur anderen Seite erstrecken. "Nein, das stimmt nicht ganz. Hier sind noch kurze Linien, die nicht bis zum Rand gehen", stellt eines der Kinder fest. Die Kinder entdecken zudem, dass durch die Linien Vierecke entstehen: Rechtecke und Quadrate. Wo hat es Rechtecke? Wo hat es Quadrate? Die Suche beginnt. Elisa fragt: "Was ist ein Quadrat?" Max meint: "Da sind alle Seiten gleich." Er fährt mit dem Finger den Seiten des Quadrats entlang. Einige Kinder machen es ihm nach. "Ein einziges Viereck ist blau", bemerkt Ben. "Ja", meint die Lehrperson, "da hat Herr Mondrian wohl die Spielregeln verletzt." "Hat er gemogelt?", fragt Lars. "Ich weiss nicht", sagt die Lehrperson, "warum könnte er das gemacht haben?" Einige Kinder vermuten, dass er nur blaue Farbe hatte, andere meinen, er sei vielleicht nicht fertig geworden. Die Idee, dass er die Regel verletzt hat, damit das Bild interessanter aussieht, teilen einige Kinder, andere nicht.

Die Lehrperson bittet die Kinder, nun das zweite Bild zu betrachten: "Was denkt ihr? Worauf hat der Maler geachtet? Gibt es in diesem Bild auch Spielregeln?" "Vielleicht hat er gesagt, jetzt brauche ich mal nur so helle Farben." – "Oder er hat gedacht, jetzt male ich nur Dreiecke und Vierecke." Die Lehrperson unterstützt die Betrachtung der Vierecke durch weitere Fragen. Die Kinder benennen Unterschiede zur Grösse, der Lage und der Farben der Formen.



Abb. 4.7.1 & 4.7.2 Gegenständliche Darstellung  
/ Ungegenständliche Darstellung

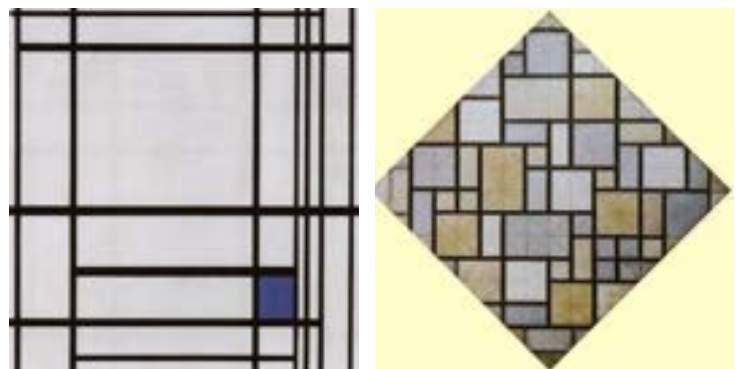


Abb. 4.7.3 & 4.7.4 Bild A Komposition mit Blau, 1937  
/ Bild B Raute: Helle Farbfächen mit grauen Linien, 1919

### ●●● Anknüpfen und Anbieten 2

Das Unterteilen von Flächen durch die Anwendung von ganz einfachen oder auch etwas komplizierteren Regeln greift die Lehrperson in einer nächsten Sequenz auf. Sie bietet ganze, halbe und geviertelte Spiesse an. Es sollen Bilder nach "Spielregeln" entstehen. Zuerst soll ein Quadrat aus vier ganzen Spiessen gelegt werden (Abb. 5).

"Das ist euer Bildrahmen. Mit weiteren Spiessen könnt ihr euer Bild legen. Überlegt euch, was eure Spielregeln sein sollen." Einige Kinder beginnen unverzüglich mit dem Auslegen, andere zögern. "Ich weiss schon, was meine Spielregel ist", meint Anouk, "aber die verrate ich nicht." "Das ist eine gute Idee", meint die Lehrperson, "ihr müsst die Regel noch nicht verraten, vielleicht können die anderen sie herausfinden."

### ●●● Beobachten und Stützen Vorstellen und Reflektieren

Beim anschliessenden gemeinsamen Betrachten der Bilder zeigt sich, dass einige Kinder sich sehr formale Regeln gegeben haben, während andere auch das Legen eines Sujets als Regel einschätzen: "Meine Spielregel ist, dass ich ein Haus lege." Um den Fokus auf formale Flächenunterteilungen zu richten, greift die Lehrperson geeignete Beispiele der Kinder auf (Abb. 6 - 8). Sie weist auf das Bild von Lena hin, die ihre quadratische Fläche in weitere Rechtecke unterteilt hat, oder auf das Bild von Memet, der alle Spiesse in die gleiche Richtung ausgelegt hat.

Im Bild von Sina entstehen neben den Vierecken auch Dreiecke und sogar ein Fünfeck. Im Gespräch erfragt die Lehrperson die Regel: "Alle von oben nach unten, einer zur Seite und ein Spiess schräg", sagt Sina.

Durch die vergleichende Betrachtung lassen sich auch andere Kinder inspirieren, ihre Bildflächen durch regelmässige Anordnungen der Spiesse zu unterteilen.

### ●●● Anknüpfen und Anbieten 3

Um die Idee des Unterteilens und Strukturierens von Flächen zu vertiefen und das Tun der Kinder von einer gegenständlichen Bildgestaltung zu lösen, bietet die Lehrperson an einem der kommenden Tage ein anderes Material an. Sie hat ein quadratisches Papier mehrfach gefaltet und wieder geöffnet. Ein Netzwerk von feinen geraden Linien durchzieht die Fläche. Die Kinder betrachten es und stellen Vermutungen an, wie die Linien entstanden sind. Dann werden sie animiert, ebenfalls quadratische Papiere zu falten. Die Lehrperson zeigt ihnen, worauf sie achten müssen, damit die Falten exakt werden.

Die Kinder falten nun selbst Papiere. Während einige einfach mal drauflos falten und sich von den zufälligen Ergebnissen überraschen lassen, probieren andere, ihre Papiere nach einer vorgefassten Idee zu falten. Beide Vorgehensweisen führen zu Produkten, die wiederum zu neuen Ideen anregen.

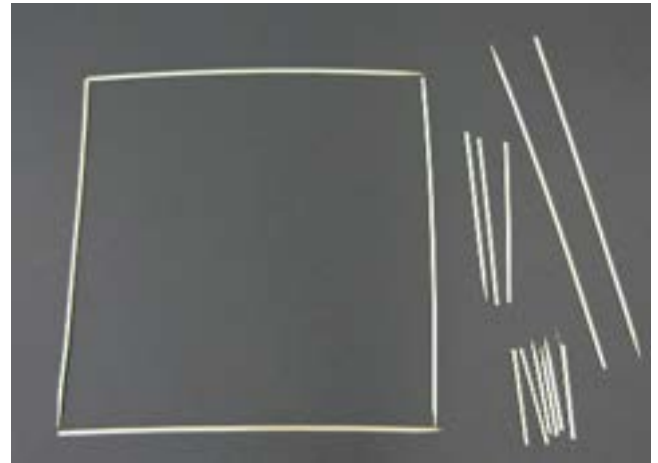


Abb. 4.7.5 Quadrat als Bilderrahmen



Abb. 4.7.6 – 4.7.8 Formale Bildideen



Abb. 4.7.9 Verschiedene Faltbilder



Abb. 4.7.10 Faltbilder mit und ohne Dreiecke



### ●●● Beobachten und Stützen

Die Lehrperson unterstützt situativ, indem sie mit den Kindern auf Flächen, Formen und Linien, die auf den gefalteten Papieren sichtbar werden, zu sprechen kommt. Gemeinsam werden die verschiedenen Arten des Faltens verglichen. Einige Kinder legen Kante auf Kante oder Ecke auf Ecke. "Ich falte meines gleich zweimal", erklärt Sofia. Gespannt öffnet sie das Papier und entdeckt, dass nun gleich mehrere Faltlinien und mehrere Rechtecke zu sehen sind.

Bald entstehen ganze Serien an Faltbildern (Abb. 9). Einige Papiere haben diagonale Faltlinien, andere nicht. Einige weisen mehrere gleiche Unterteilungen auf, bei anderen lassen sich keine zwei gleichen Flächen finden. Von nun an stehen auf einem Tisch vorbereitete Papiere zur Verfügung. Es hat Quadrate von 16cm und solche von 8cm Kantenlänge. Das Papier ist relativ dünn, damit es auch mehrfach gefaltet werden kann. Im "Faltatelier" gilt die Regel, dass die Papiere ganz bleiben müssen und nur durch Falten bearbeitet werden sollen. In der kommenden Zeit betätigen sich einige Kinder an dem Tisch, andere haben das Interesse an den Faltbildern verloren.



Abb. 4.7.11 a-c  
regelmässig gefal-  
tetes, unregelmäs-  
sig gefaltetes und  
zerknittertes Papier

### ●●● Vorstellen und Reflektieren

Nach ein paar Tagen bittet die Lehrperson die Kinder, ihre entstandenen Produkte im Kreis zu zeigen. Die Papiere werden ausgelegt und es zeigen sich ganz unterschiedliche Ergebnisse. Während bei einigen Papieren die Flächen nach erkennbaren Regeln unterteilt sind, zeigen sich auch Papiere mit Faltspuren, die recht unsystematisch und anscheinend eher zufällig entstanden sind. Die Lehrperson weist die Kinder auf solche Unterschiede hin. Es werden einzelne Erscheinungsformen der Faltlinien besprochen. Es gibt solche, die parallel zum Blattrand verlaufen, und einige, die senkrecht aufeinander stehen. Bei einigen werden Seitenmitten miteinander verbunden. Macharten werden ausgetauscht: Werden gegenüberliegende Seiten aufeinandergelegt, wird das Quadrat halbiert. Werden gegenüberliegende Ecken aufeinandergelegt, entstehen Diagonalen. "Könnt ihr die Papiere sortieren?", fragt die Lehrperson. Die Kinder wissen zuerst nicht genau, wie sie vorgehen sollen. "Ich suche diejenigen raus, die Dreiecke haben", meint Lars schliesslich und separiert einige Papiere (Abb. 10). Es entstehen zwei Gruppen: Eine enthält Papiere mit dreieckigen Flächen, die andere solche ohne Dreiecke. Nicht immer ist die Zuordnung einfach.

### ●●● Anknüpfen 4

Als die Lehrperson die Kinder an die "Bildspielregeln" bei Mondrian erinnert, hat Emma eine Idee: "Wir können Papiere 'mit Spielregeln' herausuchen." Sie deutet auf ein Papier, das eine sehr regelmässige Flächenunterteilung aufweist: "Hierhin kommen die Papiere mit und hierhin die ohne Spielregeln." (Abb. 11) Sie beginnt, die Papiere neu zu sortieren. Andere Kinder helfen ihr. Die Kinder sind sich nicht immer einig, ob in den Falten eine Regel zu erkennen ist.

Um die Sensibilisierung der Kinder für die Regelmässigkeit bzw. Unregelmässigkeit der Faltungen zu vertiefen und sowohl rezeptive wie auch produktive Aktivitäten anzuregen, gibt die Lehrperson den Anstoss, aus den bereits vorhandenen Papieren Collagen zu kleben. Aus jeder der beiden Gruppen soll eine Collage entstehen. Beim Aneinanderfügen gelten wiederum Spielregeln: Es sollen keine Lücken entstehen und die Papiere sollen sich nicht überdecken.

Sina hat ein zerknülltes Papierstück gefunden: "Was ist mit dem? Können wir das auch brauchen?" – "Nein, das passt nicht", sind sich ein paar Kinder einig, "das sind keine richtigen Falten." Sina beschliesst, dass sie damit eine eigene Collage beginnen will. In den kommenden Tagen werden die verschiedenen Collagen, die nun die "Genauen", die "Ungenauen" und die "Wilden" heissen, durch die Tätigkeiten im Faltatelier erweitert (Abb. 12 a & b).

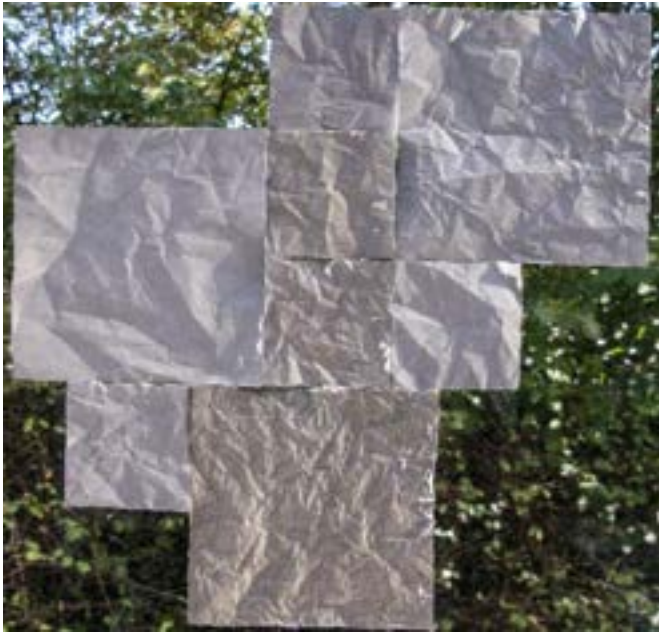


Abb. 4.7.12 a & b Collagen aus unterschiedlichen Papieren

### Didaktische Anmerkungen

Das Unterteilen von Flächen, das sich beim freien Tätigsein mit den Spiessen gezeigt hat, wird von der Lehrperson aufgegriffen. Es ist aus bildnerischer Sicht interessant, da in der Kunst die Strukturierung von Flächen durch Linien als kompositorisches Mittel genutzt wird. Dabei kann die Linie als Einzelelement in Erscheinung treten oder in Verbund mit anderen Bildelementen ihre Einzel- zugunsten einer Gesamtwirkung verlieren. Im Bildnerischen Gestalten stellt die Tätigkeit mit den Spiessen eine Möglichkeit dar, dass die Kinder die gerade Linie als Gestaltungselement erproben können. Dass nur Spiesse verwendet werden, bedeutet eine starke Eingrenzung der bildnerischen Mittel. So entsteht die Chance, dass sich Kinder von einer ihnen sonst vertrauten gegenständlichen Darstellungsweise lösen und sich auf ungegenständliche, formal-ästhetische Auseinandersetzungen einlassen. Bei der Unterteilung von Flächen durch gerade Linien führt sowohl ein regelmässiges wie auch ein unregelmässiges Anbringen der Linien zur Entstehung von Vielecken. Die Betrachtung von Produkten und Tätigkeiten aus mathematischer Sicht, die Festigung von Begriffen wie Rechteck oder Quadrat oder der Blick auf die Beziehungen von Formen kann die abstrakte Bildgestaltung unterstützen und dazu führen, dass geometrische Formen zu spannenden Bildsujets werden.

Beim explorierenden Tun können Flächengestaltungen entstehen, bei denen das Spiel mit den Spiessen zufällig, intuitiv erfolgt und das Auslegen der Spiesse keinen erkennbaren Regeln zu folgen scheint. Es können aber auch Flächengestaltungen entstehen, bei denen mehr oder weniger deutliche Gesetzmässigkeiten oder sogar klare Regeln erkennbar sind.

Dies ist aus Sicht des Bildnerischen Gestaltens aus zwei Gründen interessant. Einerseits ist die Anwendung formaler Regeln ein Mittel, das in der Bildenden Kunst oft angewandt wird (vgl. Mondrian). Andererseits werden bildnerische Spannungen oft erzeugt, indem mit Regeln / Regelwerken gebrochen wird.

Zudem wird in der Kunst ein Regelprinzip oft auch dann noch als solches erkannt, wenn es nicht mit absoluter Genauigkeit eingehalten wird. Es entsteht ein Deutungsspielraum darüber, ob in einem Bild Regeln zu erkennen sind. Abgesehen von der optischen Wirkung der beiden Vorgehensweisen kann dabei die Frage auftauchen, was aus Sicht der Kinder eine Regel ist.

Aus Sicht der Mathematik sind neben den Regeln zur Erzeugung der Flächen vor allem die aus den Regeln erzeugten Figuren interessant: So entstehen je nach Anordnung der Spiesse regelmässige und unregelmässige n-Ecke in unterschiedlicher Grösse und Anzahl. So erfahren die Kinder, dass das immer gleichbleibende (und sichtbare!) Ganze in sehr unterschiedliche Teile "zerlegt" werden kann. Ein Vorgang, der aber reversibel ist.

Im Gespräch über die entstandenen Teilflächen werden zudem vielfältige Begriffsbildungsprozesse angeregt, die z.T. auch schon Begriffshierarchien umfassen (z.B. ist ein Quadrat ein besonderes Rechteck und ein Rechteck ist ein besonderes Viereck usw.). Auch die Betrachtung der Faltlinien ist in Bezug auf die geometrische Begriffsbildung von grosser Bedeutung. Begriffe wie senkrecht oder parallel beispielsweise beschreiben nicht die Eigenschaft eines mathematischen Objektes, sondern stellen Relationen zwischen zwei Objekten dar. Eine Linie allein kann nicht als senkrecht bezeichnet werden, dazu benötigt es eine zweite Linie!



## 5 Weiterführende Ideen

### Anknüpfen an Ideen und Produkte der Kinder, Materialangebot verändern und erweitern

Die Ideen wie auch die Produkte der Kinder sind Anknüpfungspunkte für weitere gezieltere Fragen- und Aufgabenstellungen mit fachspezifischen oder fachbereichsverbindenden Zielsetzungen. Diese Phase erfolgt normalerweise in einer sich später anschließenden Lernsequenz. Im Anknüpfen schliesst sich der Kreislauf:

Die Lehrperson knüpft an Produkte, Ideen, Erkenntnisse an und generiert daraus ein neues Angebot, welches Phase 1, also dem Anbieten entspricht.

Zur effektiven Lernbegleitung gehört auch das Aufgreifen und Festigen der von den Kindern entdeckten Inhalte. Dabei übernimmt die Lehrperson eine aktivere Rolle und steuert mit dem Materialangebot und den zugehörigen Aufträgen die Richtung, in welche ein Thema weiter behandelt wird. Dabei ist es wichtig, dass die Kinder ihre eigenen Ideen in der Weiterarbeit wiedererkennen und ihr Wissen so erweitern und vertiefen können. Es bietet sich an eine Variation der Lernmaterialien vorzunehmen, welche entweder fachspezifisch in der Mathematik, dem Bildnerischen Gestalten oder transversal zu verorten sind. Wie offen oder wie eng die Arbeitsaufträge formuliert sind, hängt dabei von den Zielen der Lernsequenz ab. Produkte oder Fotos davon können dabei den Einstieg erleichtern und helfen das zuvor Entdeckte wieder ins Bewusstsein zu rufen, um gemeinsam darauf aufzubauen.



### Weiterarbeit gestalten

Die Einsatzmöglichkeiten der Materialien, die in "MusterBildung" aufgearbeitet sind, lassen sich mit wenig Aufwand variieren: Durch Materialveränderungen können angestossene Prozesse spannend weitergeführt und neue Lernprozesse initiiert werden. Durch Variation im und am Material eröffnet sich oftmals neues fachliches Potenzial. Es wird zwischen drei Arten der Materialveränderung unterschieden:

#### - *Materialverengung*

Das Ausgangsmaterial wird so eingeschränkt, dass sich ein neues/verändertes Potenzial ergibt. Bei den Seilen können z.B. Längen oder Farben aussortiert werden. Bei den Steinen können Klassifizierungen weiter aufgeteilt werden, indem z.B. alle weissen Steine noch nach weiteren Kriterien wie Grösse oder Form aufgeteilt werden.

#### - *Materialerweiterung*

Zum Ausgangsmaterial wird etwas dazugegeben oder es wird so erweitert, dass eine Variation entsteht. So können bei den Würfeln einzelne Seiten neu eingefärbt oder Würfel in weiteren Farben hinzugefügt werden.

#### - *Materialveränderung*

Das Ausgangsmaterial wird durch ein anderes ersetzt. Dabei ist ein klarer Zusammenhang aber weiterhin erkennbar. So lassen sich z.B. Stempel aus den Patternblocks herstellen, damit so Bilder und Formen in unterschiedlichen Farben gestempelt werden können.





## Steine

Die Steine bieten die Möglichkeit Themen wie Form und Farbe, Ordnungen, Muster und Mengen(-vergleiche) aufzugreifen und zu vertiefen.

Dabei kann das Material verengt werden, indem z.B. nur noch besonders flache Steine genutzt werden. Eine Erweiterung können zusätzliche Gegenstände wie Gefässe sein.

Als Material Veränderung bieten sich weitere Naturmaterialien an. So können Blüten oder Tannzapfen gesucht werden.



Weitere Ideen und Impressionen finden sich auf  
[www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien](http://www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien)

## Formen und Farben

Was macht einen Stein rund? Wenn er keine Kanten hat? Wenn er aussieht wie eine Kugel? Oder möglichst flach und kreisförmig? (Abb. 1) Die Steine ermöglichen einen Austausch über unsere Vorstellungen von Formen. Zuerst können die Formen haptisch erkundet werden., in einem zweiten Schritt können die Kinder versuchen die Steine abzuzeichnen. Dabei spielen auch die Farben eine Rolle (Abb. 2). Wie viele und welche Farben können die Kinder erkennen? Oft hilft es die Erkenntnisse vor dem Zeichnen zu verbalisieren.

## Ordnen

Die unterschiedlichen Formen, Grössen und Farben fordern zum Ordnen der Steine an. Dies spielt sowohl im Bildnerischen Gestalten wie auch in der Mathematik eine grosse Rolle. Dabei kann die Lehrperson bereits eine erste Auswahl vornehmen oder die Kinder können selbst (mit oder ohne Kriterienvorgabe) eine Gruppe aus Steinen bilden. Dabei sollen die Kriterien immer benannt werden. Diese Gruppe besteht aus runden / grossen / spitzen / hellen Steinen. Nun kann die Auswahl ein weiteres Mal geordnet werden. Findet ihr Paare von Steinen, die möglichst ähnlich sind? Ordnet die Steine der Grösse nach oder von hell nach dunkel. Im Anschluss werden die Anordnungen besprochen (Abb. 3 & 5 - 7).



Abb. 5.1.1 sind die Steine rund oder nicht?



Abb. 5.1.2 Stein mit mehreren Farben



Abb. 5.1.3 & 5.1.4 Steine nach Farben sortiert  
/ Steinpaare

### Anzahlen

Wenn die Steine strukturiert angeordnet werden, können die Kinder Mengen "auf einen Blick" erfassen und vergleichen. Rückfragen zu den Aussagen ermöglichen es herauszufinden, welches Verständnis die Kinder bereits von (An-)Zahlen haben. Wenn die Kinder Steinpaare gebildet haben lassen sich daraus auch Erfahrungen zum Halbieren und Verdoppeln machen, in dem z.B. von fünf Paaren jeweils ein Stein weggenommen und über die Veränderung der Menge gesprochen wird (Abb. 4). Um (nicht-zählende) Strategien zum Vergleichen von grösseren Mengen zu üben können zwei Steinhaufen gelegt werden. Diese sollten etwa dasselbe Volumen haben, aber einmal aus wenigen grösseren Steinen und einmal aus vielen kleinen Steinen bestehen. Nun sollen die Kinder herausfinden, wo mehr Steine liegen und wie sie das erkennen können. Dabei soll, die Menge der Steine, dem Lernstand der Kinder angepasst werden.

### Muster und Bilder legen

Die Kinder sollen nach Vorgaben unterschiedliche Bilder oder Muster legen. Dabei eignet sich ein Kreis als Ausgangsform, welcher nach unterschiedlichen Regeln gefüllt werden kann. Mögliche Aufträge sind «innen gross- aussen klein» oder eine eigene Regel, welche sie danach erläutern sollen.

Auch können Steinbilder gemeinsam erstellt werden, indem zum Beispiel ein erstes Kind ein Muster legt, welches dann weitergeführt werden soll.



Abb. 5.1.5 – 5.1.7 Wie soll die Reihenfolge sein?  
/ Nach Grösse? / Nach Zeichnung



Abb. 5.1.8 & 5.1.9 Steinbilder/ Kreis aus Steinen

### Materialveränderungen

Für eine Verengung bietet sich an mit den bereits geordneten Steinen weiterzuarbeiten. So können z.B. nur weisse oder nur kleine Steine zur Verfügung gestellt werden, welche sich dann weiter Ordnen lassen. Mit zusätzlichen Gefässen oder Spielfiguren lässt sich das Material erweitern (Abb. 10 & 11). Daraus entstehen neue Ideen und Nutzungsmöglichkeiten für die Steine. Die Figuren geben eine Referenzgrösse für die Steine und laden zum Gestalten und Bauen mit ihnen ein.

Als Materialänderung bieten sich künstliche Materialien wie Wendeplättchen oder Knöpfe an. Falls das Anlegen einer Sammlung wiederholt werden soll, bieten sich Blätter oder Tannenzapfen als Materialalternative an, welche wiederum neue Farben, Formen und Sortiermöglichkeiten ermöglichen (Abb. 12).



Abb. 5.1.10 & 5.1.11 Erweiterungen: Spielfiguren / Gefässe



Abb. 5.1.12 Materialveränderungen Naturmaterialien





## Patternblocks

Die Ideen und Produkte, die im Freien Spiel entstehen, bieten unterschiedliche Anknüpfungsmöglichkeiten. So kann dieselbe Ausgangsform aus verschiedenen Patternblocks gebildet werden oder mit Papierfiguren neue Farben dazu kommen. Auch das Thema Symmetrie kann aufgegriffen und in weitere Bereiche ausgeweitet werden. Auch Muster mit Vorgaben, wie keine Lücken, nur gelbe und grüne Patternblocks etc. bieten sich an. Aus der Geometrie bietet sich das Erforschen von Teile-Ganze Beziehungen an.



Weitere Ideen und Impressionen finden sich auf  
[www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien](http://www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien)

## Varianten

Indem die Kinder aufgefordert werden mehrere Varianten von Rosetten oder Sechsecken mit ähnlicher Grösse zu legen ermöglichen sich Gespräche über deren Eigenschaften. (Abb. 1) Sind sie ähnlich? Welche gehören zusammen? Welche nicht? Warum? Die Patternblocks lassen sich mit wenig Aufwand in Stempel verwandeln oder aus buntem Papier ausschneiden. So können die gleichen Muster mit unterschiedlichen Farben gestempelt oder gelegt werden. Es können auch helle und dunkle Töne derselben Farbe genutzt werden. So entstehen mehrere Varianten einer festgelegten Ausgangsform, was einen Austausch über ästhetische Merkmale ermöglicht. Welche Kombinationen gefallen besonders gut? Welche Wirkung haben Farbverläufe im Stempelbild? (Abb. 2 - 5)

## Symmetrien

Symmetrien können sowohl in gegenständlichen Darstellungen wie «Haus», «Blume» oder «Mensch», als auch in ungegenständlichen Mustern erkannt werden. Bei der Arbeit mit Patternblocks-Stempeln können Figuren entstehen, wo zwar die Formen, nicht aber die Farben symmetrisch sind (Abb. 6 - 8). Dabei eignen sich gewisse Objekte und Perspektiven besser als andere. Ein Hundekopf von vorne lässt sich symmetrisch darstellen, eine Ansicht von der Seite hingegen nicht. Die Kinder können auch eigenen Zeichnungen dazu nehmen und Symmetrien darin suchen (Abb. 9). Wie stellen sie Menschen oder Häuser dar? Sind diese meist symmetrisch? Was passiert, wenn wir sie von einer anderen Seite abzeichnen? Die Kinder können auch versuchen symmetrische Gegenstände im Klassenzimmer zu finden oder die Lehrperson legt solche aus. Welche davon sind symmetrisch? Welche von jeder Seite? Welche nur aus einer bestimmten Perspektive?



Abb. 5.2.1 & 5.2.2 Varianten mit unterschiedlichen Formen / Farben

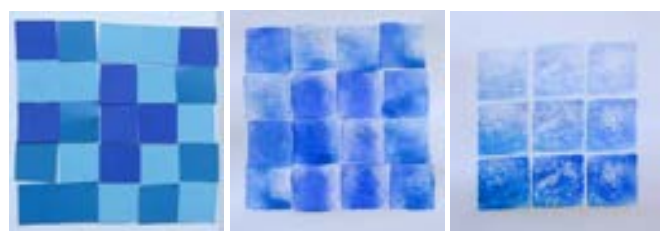


Abb. 5.2.3 – 5.2.5 Quadrate in Blautönen mit Papier oder Stempeln

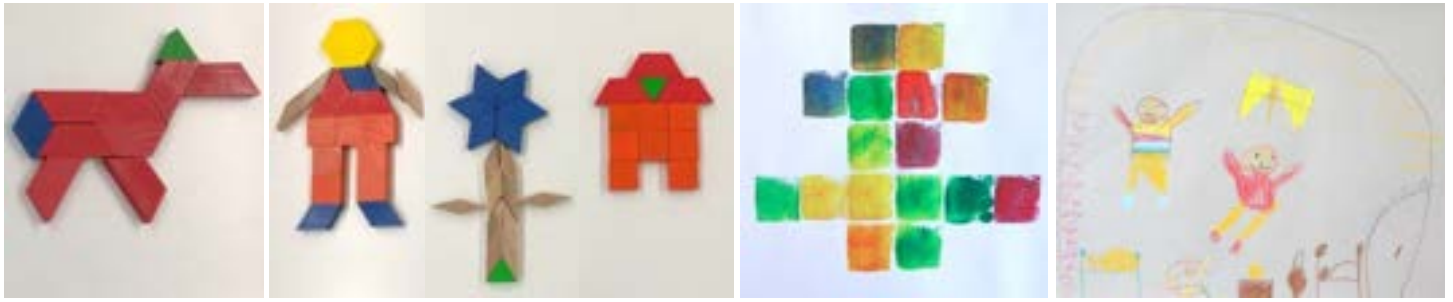


Abb. 5.2.6 – 5.2.9 symmetrische und nichtsymmetrische Figuren / Stempelbild mit Form-, aber ohne Farbsymmetrie / Kinderzeichnung

### Muster

Wenn die Kinder ein Muster gelegt haben, sollen sie versuchen es abzuzeichnen (Abb. 11). Im Anschluss können andere Kinder versuchen, das Muster anhand des Bildes zu reproduzieren. Auch Regeln für die Gestaltung von Mustern können eingebracht werden: es darf keine Lücken haben, es sind nur bestimmte Teile erlaubt, eine vorgegebene Fläche muss möglichst genau gefüllt werden. Mit Bildkarten oder einem angefangenen Muster können die Kinder dazu angeregt werden ein Muster nachzubilden oder nach den Vorgaben zu ergänzen. Durch Zugabe eines Spiegels können die Kinder überprüfen ob ihre lückenlosen Muster, Parkette oder Bandornamente Symmetrien aufweisen.

### Geometrische Teile-Ganze Beziehungen

Wie in Kapitel 4 gezeigt, eignen sich die gelben Sechsecke gut für erste Überlegungen zu Teile-Ganze-Beziehungen. Aus welchen Formen lässt sich die Form noch legen? (Abb. 10)

Aber auch komplexere Formen aus mehreren Patternblocks können als Auslegefiguren zum Einsatz kommen. Dabei kann es z.B. Einschränkungen geben, wie es dürfen nur Zwei Formen gebraucht werden, um den Rahmen zu füllen. Die Kinder bekommen so einen Eindruck davon, dass sich dieselbe Figur in unterschiedliche Teile zerlegen lässt.

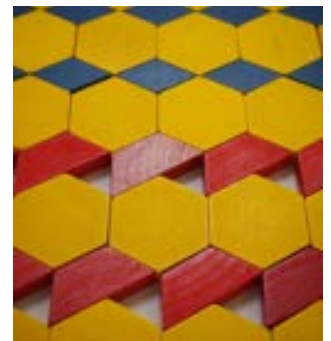
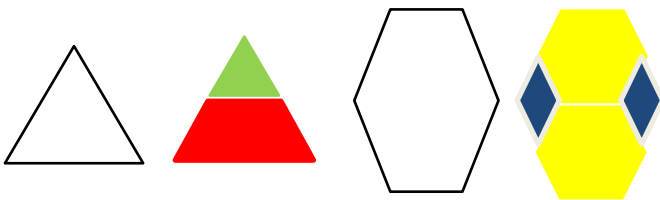


Abb. 5.2.10 – 5.2.12 Zeichnung eines Musters / Auslegeformen und Musterlösungen / Materialeinschränkung auf drei Formen



Abb. 5.2.13 – 5.2.15 Materialerweiterung Malerклеbeband / Materialveränderung Papier / Selbstgemachte Stempel mit Lappen

### Materialänderungen

Als Verengung bietet es sich an nur noch einen Teil der Formen zur Verfügung zu stellen (Abb. 12). Welchen Einfluss hat das beim Legen von Mustern oder Bildern? Was lässt sich mit den Formen noch darstellen? Wo bleiben Lücken, die sich nicht füllen lassen? Neben der Zugabe von Spiegeln bietet sich auch das Einteilen von Flächen mit Malerклеbeband an. Die Kinder sollen nun versuchen ein Muster zu legen welche diese Linien als Symmetrieachsen aufweist (Abb. 13).

Für die Materialänderung bietet es sich an die Formen aus farbigem Papier auszuschneiden (Abb.14). So können neue Farbkombinationen entstehen. Während die Formen auch grösser oder kleiner sein können, ist es wichtig, dass die Innenwinkel und Seitenlängen weiterhin aufeinander abgestimmt sind, da ansonsten nicht dieselben Muster entstehen können. Um die Patternblocks in Stempel umzuwandeln werden jeweils zwei gleiche Formen zusammengeklebt, damit sie sich gut greifen lassen. Anschliessend kann auf einer Seite ein Moosgummi angebracht werden, welcher als Stempelfläche dient. Als Farbe können Stempelfarben oder Acrylfarben verwendet werden. Besonders praktisch ist es, wenn entweder ein Stempel pro Form und Farbe zur Verfügung steht oder wenn ein kleines, leicht feuchtes Stück von einem Lappen für die Reinigung bereit liegt (Abb. 15).



### Seile

Werden die Seile als Linien wahrgenommen eignen sie sich, um Bilder und Formen zu legen, dabei können Ideen aus den Produkten der Kinder aufgegriffen werden, welche z.B. auf Kreise oder Geraden Bezug nehmen. Seile eignen sich aber auch zum Messen und Vergleichen von Längen. Was passiert, wenn nur noch eine Länge oder Farbe zur Verfügung steht?

Auch ein Wechsel zu Drähten, Schnüren oder grossen Flächen und Stiften ist möglich, um ein anderes Erleben der Themen zu ermöglichen.



Weitere Ideen und Impressionen finden sich auf  
[www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien](http://www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien)

### Mitte

Die Kinder legen mit einem, mit zwei oder mit mehreren Seilen ein Bild, bei dem eine Mitte sichtbar wird. Die Bilder werden einander vorgestellt. Wer kann die Mitte in den Bildern erkennen? Bei welchen Bildern ist die Mitte gut erkennbar, bei welchen weniger? Ist die Mitte ein Punkt oder eine Linie? Haben alle Bilder eine Mitte? (Abb. 1)

### Kreise und geschwungene Linien

Je nach Angebot lassen sich unterschiedliche Kreisdarstellungen erzeugen. Bei unterschiedlichen Längen können Kreise ineinander gelegt werden, um die Grössen zu vergleichen (Abb. 2). Statt Kreisumrisse können auch Spiralen gelegt werden, hier sind ebenfalls Längenunterschiede erkennbar. Die Kinder können sich dabei über die Regeln der Kreise austauschen.

Ausgehend vom linienförmigen Seil kann die Auseinandersetzung mit linearen Formen mit anderen Materialien angeregt werden. So zum Beispiel mit Stift und Papier. Das kinästhetische Wahrnehmen der Formen kann unterstützt werden, wenn auf einem grossformatigen Papierbogen die Formen Kreis, Oval oder Acht gezeichnet werden, welche aus einer Linie bestehen. Wenn mit Drähten gearbeitet wird, können Formen auch stabiler geformt und verändert werden. Schnüre ermöglichen einen kleineren Massstab und lassen sich als Druckvorlagen nutzen (Abb. 3).



Abb. 5.3.1 & 5.3.2 Motive mit einem Seil / Motiv mit zwei Seilen

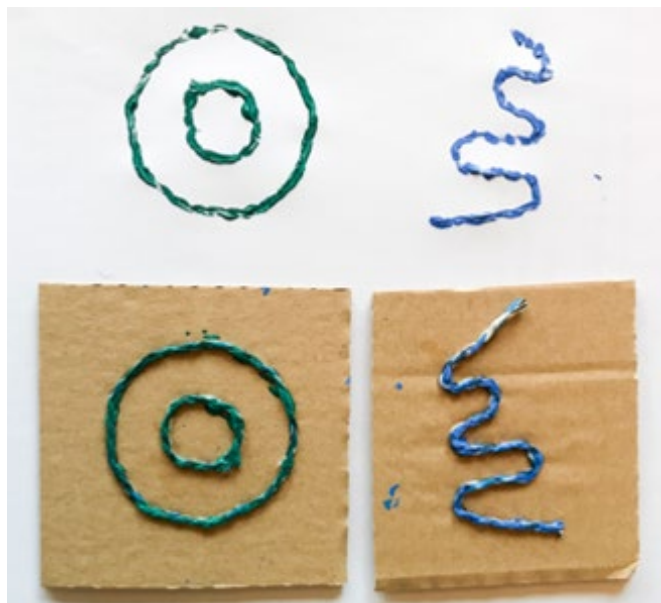


Abb. 5.3.3 Schnur auf Karton als Druckvorlage



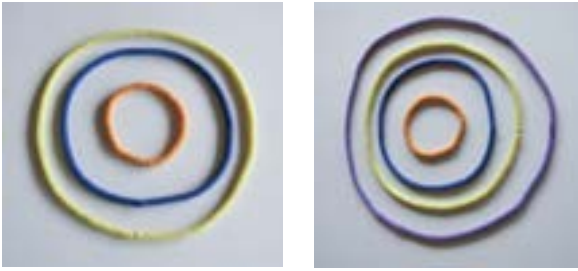


Abb. 5.3.4 &amp; 5.3.5 Längen von Seilen vergleichen

### Ordnen und Messen

Seile in unterschiedlichen Längen lassen sich ordnen. Was finden die Kinder für Möglichkeiten die Längen zu vergleichen? (Abb. 4 - 6) Sind dazu Spiralen, Kreise oder Geraden am besten geeignet? Es kann auch nach Farbe oder innerhalb der Farben nochmals nach Länge geordnet werden. Die Kinder können sich andere Klassifikationen oder Seriationen überlegen, nach welchen sie die Seile auslegen können.

Beim Messen können entweder zwei Seile miteinander verglichen oder ein Seil als nichtstandardisierte Masseinheit genutzt werden. Wie viele Seile lang ist der Tisch, das Zimmer, eines der Kinder? Ist das Zimmer länger oder breiter? Es können auch Seile zusammengeknotet werden.

### Linien und Formen

Bei Linien lässt sich erkunden, wie sie zueinander liegen. Schneiden sie sich, ist eine senkrecht zur anderen oder verlaufen sie parallel? Was passiert, wenn zwei Seile nicht parallel liegen, aber sich nicht schneiden? Die Kinder können durch Verlängern (in der Vorstellung oder mit Seilen) den Punkt bestimmen, wo sie sich treffen.

Kreise lassen sich sehr leicht herstellen, wie sieht es mit drei-, Vier-, Fünf- oder Sechsecken aus? Es können dazu gleichlange oder unterschiedliche Seile zur Verfügung gestellt werden. Wie mache ich aus zwei gleichlangen Seilen ein Quadrat? Wie aus einem? Ecken können entweder aus Berührungspunkten, gebogenen Seilen oder Knoten bestehen. Dabei können die Kinder ausprobieren, was sich am besten eignet.



Abb. 5.3.4 &amp; 5.3.5 Längen von Seilen vergleichen

### Materialänderungen

Eine Verengung lässt entweder durch Reduktion der Farbe oder Längen umsetzen. Die Kinder können auch selbstständig eine Auswahl treffen, welche Seile sie weiterhin nutzen. Als Erweiterung bieten sich Knotenseile an (Abb. 7), diese haben Ösen in gleichmässigen Abständen und eignen sich besonders gut für das Legen von regelmässigen Vielecken oder das Messen von Gegenständen welche kürzer sind als ein ganzes Seil. Veränderungen können entweder auf die Grösse bezogen sein, wie bei den Schnüren oder aber auf die Formeigenschaften, wie bei Draht oder feingliedrigen Ketten. Auch eignen sich Stift und Papier, um Linien aufzugreifen. Was kann mit nur einer Linie dargestellt werden? Kann ich das Bild aus Draht/Schnur/Seil nachbilden? Wie lassen sich Längen bei gezeichneten Linien vergleichen? Wie zeichne ich zwei Linien, die möglichst parallel zueinander liegen?



Abb. 5.3.7 Knotenseil



Abb. 5.3.8-5.3.10 Materialverengung nach Farbe / Linienbilder auf grossem Papier / Materialveränderung Draht



## Würfel

Die Abstufung von Weiss zu Schwarz ermöglicht das Erkunden von Kontrasten und Farbverläufen. Die Kinder legen beim Erproben oft verschiedene Darstellungen in der Fläche. Hier kann aufgegriffen werden, wie gut ein Motiv erkannt werden kann je nach Farbwahl und welche Muster besonders «schön» sind. Beim Bauen in die Höhe können Themen wie Perspektive oder bauen nach Plan aufgegriffen werden. Durch Zugabe oder Wegnehmen von Farben entstehen neue Ideen. Auch ein Wechsel zu Stempeln oder Plättchen ist möglich, um neue Entdeckungen zu ermöglichen.



Weitere Ideen und Impressionen finden sich auf  
[www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien](http://www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien)

## Kontraste

Die Kinder legen eine Fläche, die auf der einen Seite hell, auf der anderen dunkel sein soll. Wie können die Farbübergänge weicher gemacht werden?

Das gleiche Muster aus 3x3 Würfeln wird mit unterschiedlichen Farben gelegt. Wo die Form am besten sichtbar wird? (Abb. 1 – 3)

Werden Stempel und Farben dazu genommen, lässt sich die Diskussion ausweiten: «Welches Blau ist dunkler?»

Auch ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Farben ist möglich. Ist Rot oder Blau heller? (Abb. 7)

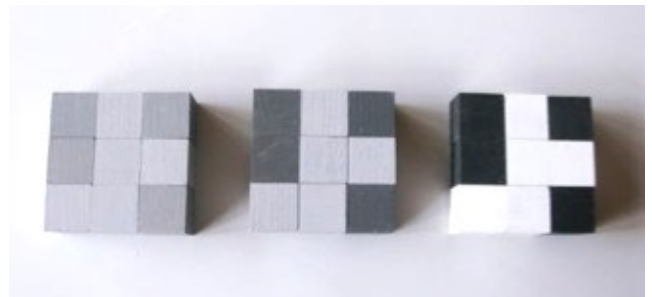
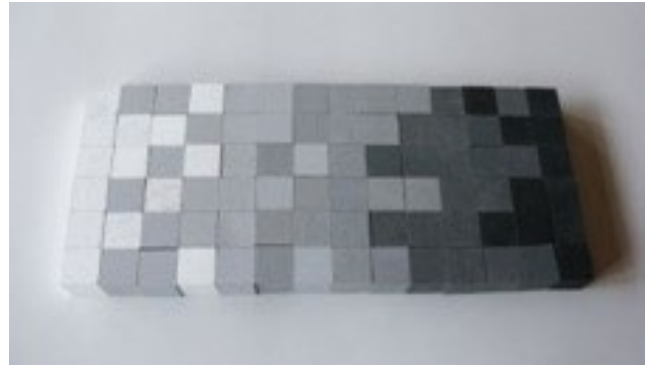
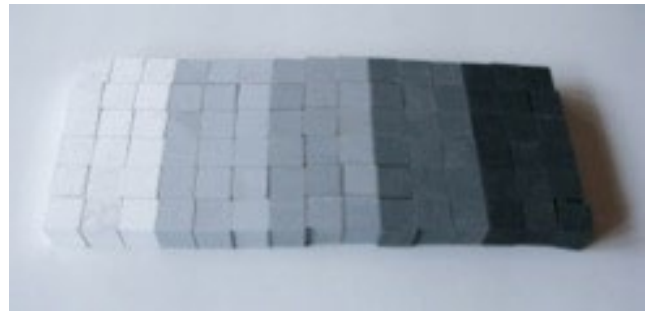


Abb. 5.4.1 – 5.4.3 Kontraste: von hell nach dunkel / weiche Übergänge / gleiches Muster in verschiedenen Farbkombinationen

## Muster

Muster können gegenständlich sein oder nicht. Die Kinder können ein Motiv (z.B. Haus) legen. Dabei spielen ebenfalls Kontraste eine Rolle sowie das Abstrahieren in ein Mosaik aus Quadraten. Bei nicht gegenständlichen Mustern können Kriterien gesucht werden, wann ein Muster «schön» wirkt. Finde ich eine symmetrische Anordnung der Farben schöner als eine unstrukturierte? Warum? Die Kinder können versuchen ein angefangenes Muster eines anderen Kindes fortzuführen. Neben Mustern in der Fläche laden die Würfel auch dazu ein in die Höhe zu bauen. Kannst du einen Würfel bauen, der auf jeder Seite ein anderes Muster hat?



Abb. 5.4.4 Aufsichten einer Figur abzeichnen

### Perspektive

Die Kinder können eine Figur aus vier bis sechs Würfeln mit derselben Farbe bauen und sollen diese von verschiedenen Seiten betrachten. Was ändert sich, wenn ich von oben, hinten rechts schaue? Die Kinder sollen die Figuren aus unterschiedlichen Perspektiven abzeichnen (Abb. 4), Erkennen sie welche Ansicht gezeichnet wurde? Können andere Kinder mithilfe der Bilder die Figur nachbauen? Die Kinder erkunden dabei wie viele Seitenansichten nötig sind und wie sie herausfinden, welche Ansicht zu welcher Perspektive gehört. Alternativ lässt sich eine Aufsicht mit der Anzahl Würfel erstellen, nach welcher eine Figur gebaut werden kann (Abb. 5).

### Körper aus Würfeln

Aus Würfeln entstehen oft Pyramiden und Treppen. Dabei können verschiedene Regelmässigkeiten entdeckt werden. Die Grundfläche der Pyramide wird meist als Quadrat gelegt. Können die Kinder ohne ausprobieren herausfinden, wie viele Würfel sie für die oberen Stufen brauchen? Auch wenn alle Würfel gebraucht werden, damit die Pyramide steht, sind nicht alle sichtbar. Die Kinder sollen herausfinden, wie viele das sind. Auch verschiedene Treppen sind möglich: von einer oder zwei Seiten begehbar, ganz schmal oder mehrere Würfel breit, nach Farbe sortiert oder bunt gemischt... Auch hier können die Kinder versuchen herauszufinden, wie viele Würfel für eine zusätzliche Stufe, eine breitere Treppe oder eine zweite Seite benötigt werden, ohne zu zählen.



Abb. 5.4.6 bunte Quadrate aus (Fenster-)Folie



Abb. 5.4.5 Bauplan für eine Figur

3	2	1
2	2	1
1	1	1

### Materialänderungen

Eine Materialverengung findet statt, wenn nur noch eine oder ein Teil der Farben zur Verfügung steht, wobei hier entweder ein möglichst kleiner/grosser Kontrast vorgegeben werden kann oder die Kinder selbst wählen dürfen, welche Farbe(n) sie weiter nutzen wollen. Erweitern lassen sich die Würfel mit naturholzfarbenen oder bunten Würfeln mit derselben Kantenlänge (Abb. 8). So lassen sich Muster und gegenständliche Bilder in grösserer Vielfalt realisieren.

Als Veränderung bieten sich Augen- oder Holzwürfel in anderen Grössen an. Auch quadratische Stempel ermöglichen es, Muster und Mosaiken in weiteren Farben darzustellen und Kontraste sowie Farbnuancen zu erkunden (Abb. 7). Post-It Zettel oder (Fenster-)Folienquadrate bieten weitere Möglichkeiten in der Fläche zu arbeiten und lassen Überlappungen und somit neue Formen und Farbverläufe zu (Abb. 6).

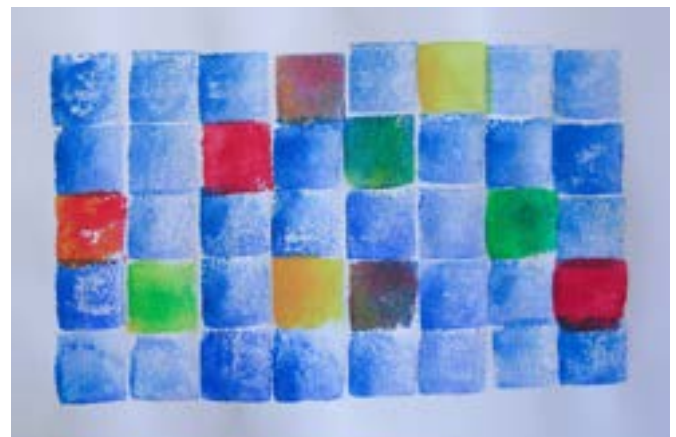


Abb. 5.4.7 gestempeltes Mosaik



Abb. 5.4.8 Naturholz- und bunte Würfel





## Stäbe

Bei den Stäben bieten sich Vertiefungen zu den Themen Linie, Umriss oder Messen an. Das Material kann mit Gummibändern, Knete oder eingeweichten Kichererbsen so erweitert werden, dass es auch räumliches Gestalten ermöglicht. Die Stäbe lassen sich auch in kleinere Stücke zerteilen oder können durch grössere Stäbe ersetzt werden (z.B. grosses Mikado).



Weitere Ideen und Impressionen finden sich auf  
[www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien](http://www.kunsttrifftmathe.ch/lernmaterialien)

## Linie

Im bildnerischen Gestalten lässt sich die Linie aufgreifen und anhand von Bildern thematisieren, in welchen Linien eine zentrale Rolle spielen. Es bieten sich z.B. Werke von Piet Mondrian an, um mit Kindern über ihre Eindrücke zu sprechen. «Wo sind Linien zu sehen?» oder «Wie sind die Linien geformt?» können hier Leitfragen sein. Auch wie die Linien gemacht wurden, lässt sich thematisieren. Gemeinsam mit den Kindern können auch selbst möglichst gerade Linien gezeichnet werden: mit und ohne Hilfsmittel, auf Papier oder mit Kreide auf dem Pausenplatz. Wer schafft die längste, wer die geradeste Linie? In der Mathematik lassen sich Begriffe wie Gerade, Linie und Strecke thematisieren. Da die Stäbe am ehesten eine Strecke mit Anfang und Ende darstellen, lassen sie sich mit anderen Strecken vergleichen und in Relation setzen. Es lassen sich Gegenstände messen und z.B. Vergleiche von Länge, Breite und Höhe eines Tisches machen.

## Umrisse

Das Thema Umrisse lässt sich sowohl gestalterisch wie auch mathematisch erkunden. So bietet sich an die Kinder Umrisse legen zu lassen und dann zu schauen, welche Bilder sie erkennen und welche Formen einfach oder schwierig darzustellen sind. So können z.B. runde Gegenstände schlechter abgebildet werden und durch das Umranden mit Stäben wird nur immer eine Ansicht (von oben, unten, einer Seite etc.) abgebildet. Von Umrissen kann die Verbindung zu Flächen hergestellt werden. Im Bildnerischen Gestalten können diese weiter gegliedert werden (Abb. 1) oder es kann eine bestimmte Anzahl Stäbe vorgegeben werden, um z.B. eine bestimmte Form zu legen. Durch Anpassen der Menge an Stäben eröffnet sich eine Diskussion über die Veränderung der Form, bei mehr oder weniger Stäben. In der Mathematik lassen sich mit gleichlangen Stäben regelmässige n-Ecke legen. Dabei entdecken die Kinder, dass die Formen dann nicht verzerrt erscheinen, wenn die Innenwinkel immer dieselben sind. Auch hier bietet sich eine Gliederung an: Wie kann ein grosses Quadrat oder Dreieck in kleine unterteilt werden? (Abb. 2)



Abb. 5.5.7 lange Stäbe



Abb. 5.5.1 gegliederte Flächen

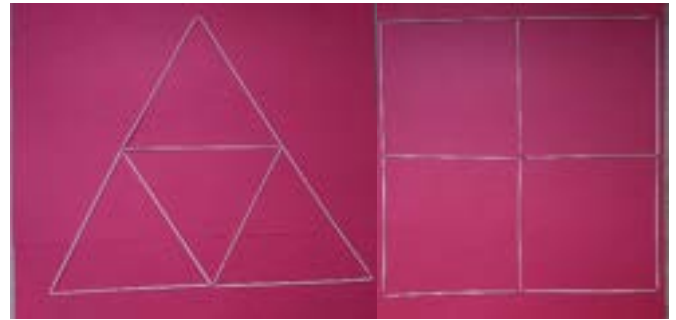


Abb. 5.5.2 Dreiecke im Dreieck, Quadrate im Quadrat

### Von der Fläche in den Raum

Durch Aufschichten und Stapeln lassen sich die Stäbe nicht nur als Fläche, sondern auch als dreidimensionale Gebilde erkunden. Mit zusätzlichem Verbindungsmaterial lassen sich Kantenmodelle herstellen, welche geometrische oder gegenständliche Körper bauen. So kann z.B. eine Stadt aus Würfeln und Pyramiden entstehen (Abb. 3).

### Materialänderungen

Die Stäbe können durch Cuisenaire Stäbe (Abb. 4 & 5) ersetzen. Diese eignen sich für Längenvergleiche, aber fordern wegen der unterschiedlichen Farben auch zum Gestalten von Bildern oder Skulpturen ein. Mit ihnen lässt sich auch einfacher in die Höhe bauen. Es können, wie bei den Patternblocks, Parkette oder Bandornamente entstehen. Die unterschiedlichen Längen lassen auch runde Umrisse besser konstruieren ein Vergleich zwischen den Materialien bietet sich hier an.

Auch Kantenmodelle (Abb. 6), welche meist aus Stäben und Kugeln als Verbindungen bestehen, können als neues Material weitere Erkenntnisse im Raum ermöglichen. Je nach Größe können so auch «Gebäude» entstehen, in welchen sich die Kinder bewegen und ihre Stabilität erkunden können.

(Mikado-)Stäbe mit einer Länge von ca. 1m eignen sich für die Arbeit auf dem Pausenplatz (Abb. 7). Damit lassen sich Themen wie Abbildungen in unterschiedlichen Massstäben aufgreifen. Es lässt sich auch diskutieren, was passiert, wenn man Figuren nachbaut, welche zuvor mit den kleinen Stäben gelegt wurden.



Abb. 5.5.3 Stadt aus geometrischen Körpern

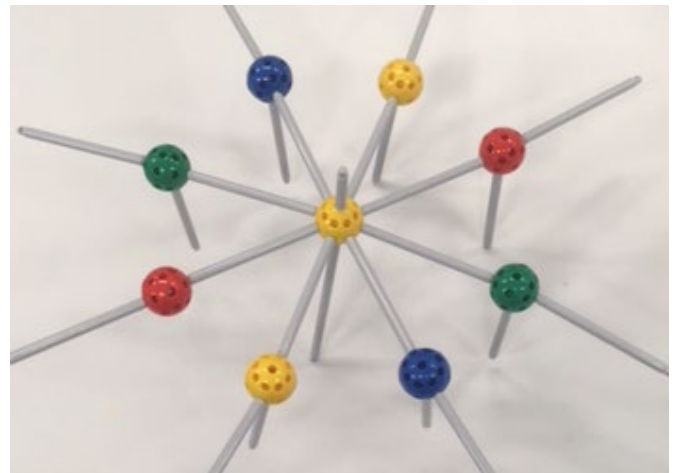


Abb. 5.5.6 Materialveränderung Kantenmodell



Abb. 5.5.4 &amp; 5.5.5 Kinder Produkte aus Cuisenaire Stäben



## Quellenverweise

Sämtliche Bilder ohne Verweis stammen aus dem Bildarchiv der PH FHNW oder den beiden Projekten «Kunst trifft Mathematik» sowie «Förderung professioneller Wahrnehmung und Lernbegleitung in kindergartenspezifischen Settings». Diese Fotos sind Eigentum der PH FHNW.

### Bildquellen übrige Fotos:

Titelbild und Umschlag vorne:

*Janine Andreotti, PH FHNW*

#### Kapitel 2:

2.1.1 [https://www.flickr.com/photos/sabine\\_kracht/7597121850/](https://www.flickr.com/photos/sabine_kracht/7597121850/)

2.1.4 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Small\\_White\\_Pebble\\_Circles\\_Long\\_Tate\\_Modern\\_T07160.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Small_White_Pebble_Circles_Long_Tate_Modern_T07160.jpg)

2.1.6 *Christine Streit, PH FHNW*

2.2.1 <https://pxhere.com/de/photo/1284819>

2.2.2 [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Villa\\_Rotonda\\_side\(2\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Villa_Rotonda_side(2).jpg) / gemeinfrei

2.2.3 [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Paul\\_Klee,\\_Raumarchitektur\\_mit\\_der\\_gelben\\_Pyramide\\_-\\_kalt\\_-\\_warm,\\_1915.JPG](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Paul_Klee,_Raumarchitektur_mit_der_gelben_Pyramide_-_kalt_-_warm,_1915.JPG) / gemeinfrei

Abb. 14: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/46/Popowa3.jpg>

2.2.4 <https://pixabay.com/de/photos/haus-wasserfarben-kinderzeichnung-75450/>

2.2.5 *Christine Streit, PH FHNW*

2.2.6 *Christine Streit, PH FHNW*

2.3.1 [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zürich\\_Kunst-haus\\_Graffiti.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zürich_Kunst-haus_Graffiti.jpg) / gemeinfrei

2.4.1 *Barbara Wyss, PH FHNW*

2.4.2 Abb. 11: [https://de.wikipedia.org/wiki/Piet\\_Mondrian#/media/File:Piet\\_Mondriaan,\\_1921\\_-\\_Compositie\\_en\\_rouge,\\_jaune,\\_bleu\\_et\\_noir.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Piet_Mondrian#/media/File:Piet_Mondriaan,_1921_-_Compositie_en_rouge,_jaune,_bleu_et_noir.jpg)

2.4.5 <http://www.mathematische-basteleien.de/kubikzahlen.htm>

2.5.1 – 2.5.7 *Barbara Wyss, PH FHNW*

2.5.8 *Christine Streit, PH FHNW*

#### Kapitel 3:

3.1 *Corinne Erdös für KuMa*

3.2 *Corinne Erdös für KuMa*

#### Kapitel 4:

4.0.1 *Corinne Erdös für KuMa*

4.2.1 *Christine Streit, PH FHNW*

4.2.5 – 4.3.8 *Barbara Wyss, PH FHNW*

4.3.1 – 4.3.6 *Christine Streit, PH FHNW*

4.5.6 *Zur Verfügung gestellt mit freundlicher Genehmigung von Andrea Malär*

4.7.3 <https://www.piet-mondrian.eu/wp-content/uploads/2022/05/composition-12-with-blue-1937-42-mondrian-605x620-1.jpg>

4.7.4 [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Compositie\\_met\\_raster\\_5\\_-\\_ruit,\\_compositie\\_met\\_kleuren,\\_Piet\\_Mondriaan,\\_1919\\_01.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Compositie_met_raster_5_-_ruit,_compositie_met_kleuren,_Piet_Mondriaan,_1919_01.jpg)

#### Kapitel 5:

5.2.1 – 5.2.9 *Barbara Wyss, PH FHNW*

5.2.10 *Christine Streit, PH FHNW*

5.2.11 *Christine Streit, PH FHNW*

5.3.1 – 5.3.5 *Barbara Wyss, PH FHNW*

5.3.6 *Christine Streit, PH FHNW*

5.3.7 <https://www.edumero.de/prod/43256/>

5.3.8 *Christoph Hasenfratz*

5.4.1 – 5.4.4 *Barbara Wyss, PH FHNW*

5.4.5 *Christine Streit, PH FHNW*

5.4.7 *Barbara Wyss, PH FHNW*

5.6.1 *Barbara Wyss, PH FHNW*

5.6.3 *Christine Streit, PH FHNW*

5.6.7 *Christoph Hasenfratz*



## 2 Bezugsquellen

### Holzwürfel in 5 Farbnancen

Empfohlene Menge 1 Set à 250 Würfel



*Stiftung Weizenkorn  
Bestellung per Mail an:  
[verkauf@weizenkorn.ch](mailto:verkauf@weizenkorn.ch)*

### Patternblocks Holz 10mm

Empfohlene Menge 500 Stück / 2 Sets



*Betzold Lernmedien GmbH  
[https://www.betzold.ch/prod/A\\_2273/](https://www.betzold.ch/prod/A_2273/)*

### Bunte Seile in verschiedenen Längen

Empfohlene Menge 4kg / 2 Sets



*Betzold Lernmedien GmbH  
[https://www.betzold.ch/prod/E\\_33551/](https://www.betzold.ch/prod/E_33551/)*



Fachhochschule Nordwestschweiz  
Pädagogische Hochschule

