

## Ideen für einen „alternativen“ Modellbau

### Kantenmodelle aus TRINKHALMEN

*Diese Art der Modellvorstellung bringt insbesondere raumvorstellungsschwachen Kindern besondere Einsichten, da man ja durch die Modelle durchblicken - sozusagen gleichzeitig die Rückseite sehen kann. Diese preiswerte Modellbauart eignet sich auf die beschriebene Art nur für Körper, deren Oberflächen aus Dreiecken bestehen.*

Eine Rolle Nähgummi und eine Packung dünner (Plastik-)Trinkhalme, das ist gesamte Materialbedarf für Kantenmodelle aller Körper, deren Oberfläche aus Dreiecken bestehen.

Die Halme werden in der richtigen Länge abgeschnitten, der Nähgummi wird dann immer durch je 3 Halme, die ein Dreieck bilden, geführt und dann straff verknotet.

Folgende Vorgangsweise ist empfehlenswert (siehe etwa auch [MÜLLER 1991]):

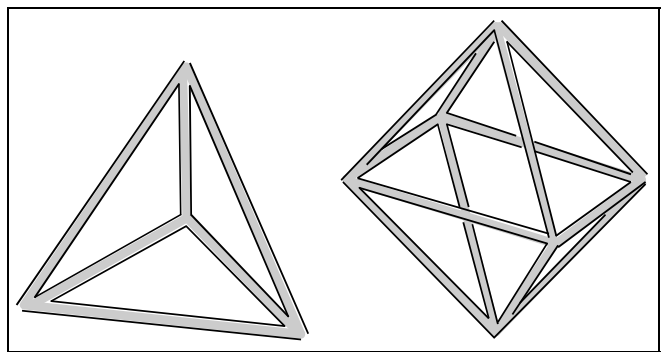
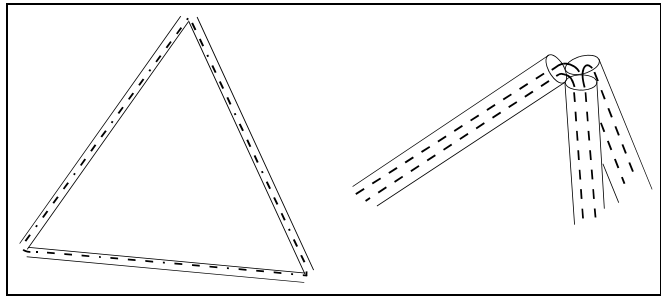
1. Übungsstück: Ein gleichseitiges Dreieck
  2. Übungsstück: Weiterbau zu einem regelmäßigen Tetraeder oder Oktaeder
- Hierbei ist im Hinblick auf spätere komplexere Modelle auf eine konsequente Bauweise durch die Schüler zu achten:

Jedes Dreieck soll für sich mit einem eigenen Nähgummistück verbunden sein. Jede Ecke soll so aussehen wie in der oberen Skizze rechts ersichtlich.

3. Übungsstück: Bau eines regelmäßigen Oktaeders oder gar eines Ikosaeders. Dieses eignet sich wiederum besonders für eine Gruppenarbeit samt Arbeitsteilung:

- Ablängen der Nähgummistücke,
- Ablängen der Trinkhalme
- Zusammenbau von Einzelteilen (Dreiecke, Eckenpyramiden)

4. Übungs(meister)stück: Nachbau eines sogenannten Gelenk-oktaeders, wie es im beigelegten Arbeitsblatt vorgeschlagen ist. Das Arbeitsblatt geben die Schüler nach dem Zusammenbau wieder ab (ev. durch Klarsichtfolie schützen). Die Längen hierfür können direkt aus der Vorlage durch Auflegen entnommen werden. Beim Zusammenknüpfen ist lediglich die Sichtbarkeit peinlich genau zu beachten, dann ist das Stabwerk beweglich. Es handelt sich um eines der sogenannten beweglichen **BRICARD-Oktaeder** (um 1900). Für die Schüler eine neue Sichtweise: Es gibt auch nicht regelmäßige Oktaeder! [WUNDERLICH 1965]



### Arbeitsblatt „Bau eines Gelenk-oktaeders“

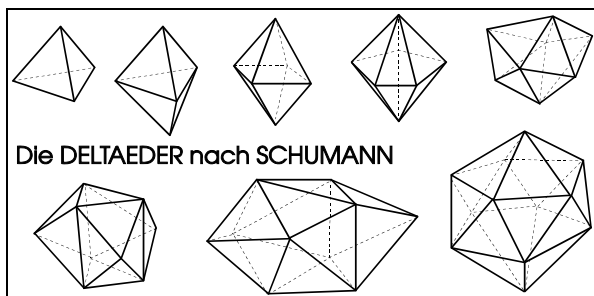
TIP für stabile Demonstrationsmodelle: Statt der Trinkhalme besorgt man im Elektrofachhandel EVILON-Isolierrohre (z.B.:VR 16 IEC grau) die entsprechend länger abgeschnitten (20 bis 25 cm) werden. Statt des Nähgummis muß man dann selbstverständlich einen stärkeren Gummi „Hosengummi“ verwenden.



## DELTAEDER-Modelle nach Schumann

Dieses „Baukastenspiel“ hat einen großen Vorteil: Die Teile können einfach und preiswert hergestellt werden. Die Herstellung eignet sich hervorragend für Gruppenarbeit. Mit den fertigen Teilen weiten die Schülern ihre Kenntnisse über geometrische Körper aus.

Heinz SCHUMANN hat ab 1989 ([SCHUMANN 1990], [SCHUMANN 1989]) leicht nachvollziehbare Unterrichtsexperimente mit einer Art von Pappmodellen gemacht. Aus Karton werden gleichseitige Dreiecke mit rhombenförmig ausgeschnittenen Ecken hergestellt (Kantenlänge mindestens 5 cm). SCHUMANN nennt die daraus zusammengebauten Körper "Deltaeder" - nach der Form des griechischen Delta [Δ]. In diesem Aufsatz wird der Name „Deltaeder“ sowohl für die einzelnen Bauteile als auch für die fertigen Körper verwendet. Selbstverständlich kann man auch Quadrate, Fünfecke u.a. unter Verwendung desselben Prinzips zu Körpern zusammenbauen.

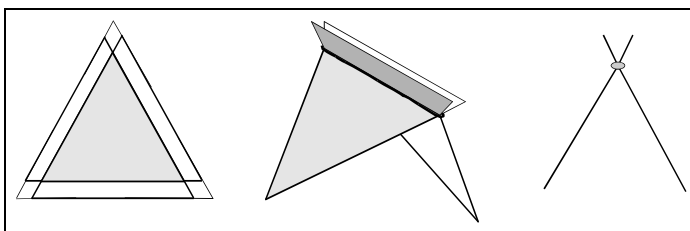


Die DELTAEDER nach SCHUMANN

### Bausequenz im Unterricht:

Die Herstellung stellt eine hervorragende Möglichkeit dar, den Schülern zu zeigen, wievielfach besser und schneller (als ein einzelner) eine Arbeitsgruppe eine Vielzahl von Objekten herstellen kann: Zunächst läßt man versuchsweise jeden Schüler ein oder zwei „Deltaeder“ konstruieren und ausschneiden. Dann wird der Arbeitsablauf analysiert: Aufzeichnen eines gleichseitigen Dreiecks - Konstruktion der Eckenausschnitte – Ritzen (besser: Rillen) der Teile entlang der Knickkanten - Ausschneiden der Eckenrhomben - Knicken der drei Kanten.

Um die Herstellung effektiver und genauer zu machen, spezialisiert sich jedes Mitglied einer Gruppe von 3 bis 5 Schülern auf einen oder zwei Arbeitsgänge. Eine Art Fließbandarbeit kann (vielleicht in einem fächerübergreifenden Unterricht mit Geographie und Wirtschaftskunde) einen realen Produktionsprozeß simulieren.



### Links:

DELTAEDER-Baustein

### Mitte:

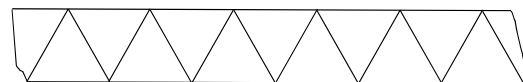
Mittels Gummiring längs einer Kante werden zwei Teile zusammengehalten

### Rechts:

Projizierende Ansicht einer Kante

Nachdem jede Gruppe an die 100 Bausteine gefertigt hat, beginnt der eigentliche Geometrieunterricht: Die einzelnen Bauteile werden längs der Laschen mit Gummiringen zusammengehalten. Körper mit Dreiecksbegrenzungsflächen können nun wie mit Teilen aus einem Baukasten zusammengesetzt werden. Die Haltelaschen befinden sich jeweils außen, was den fertigen Modellen einen eigenartigen Reiz gibt. Nach SCHUMANN gibt es nur acht konvexe Deltaeder, darunter befinden sich auch drei der PLATONischen Körper: Tetraeder, Oktaeder, Ikosaeder. Der Auftrag an jede Arbeitsgruppe lautet nach der Herstellung und nach dem Austeilen von ca. 135 Gummiringen je Gruppe: Jede Gruppe soll möglichst verschiedene Körper bauen. Da sich die Schüler in der Komplexität der Bauergebnisse meist zu übertreffen suchen, wird das Experiment nach dem Bau der ersten nicht konvexen Körper unterbrochen, um eine Definition dafür (etwa: „Keine einspringenden Kanten“) zu geben. Ab dann sollen nur noch konvexe Körper gebaut werden... Durch Ausschneiden anderer Vielecke (Fünfecke, Quadrate,...) mit ähnlichen Haltelaschen können selbstverständlich auch andere Körper gebaut werden.

Rationell können die Deltaederteile aus langen Pappsteifen (Breite etwa 8 cm) herausgeschnitten werden. (Nur 2 Schnitte für ein Dreieck erforderlich.)



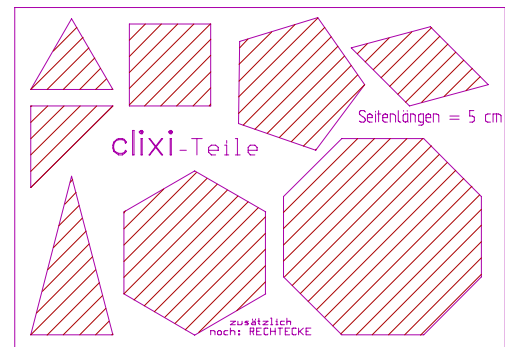
Um aus GZ-Blättern Deltaeder-Bauteile rationell herstellen zu können, sei auf die beigelegte Durchstechvorlage hingewiesen. Für jede Gruppe genügen 2 solcher Vorlagen.



## CLIXI und POLYDRON - Modellbautechnik

Diese Art von Modellbautechnik verwendet industriell gefertigte Bauteile. Dadurch kann man sofort in die Geometrie der Körper einsteigen ohne eine Bauphase wie bei den Deltaedern vorschleichen zu müssen.

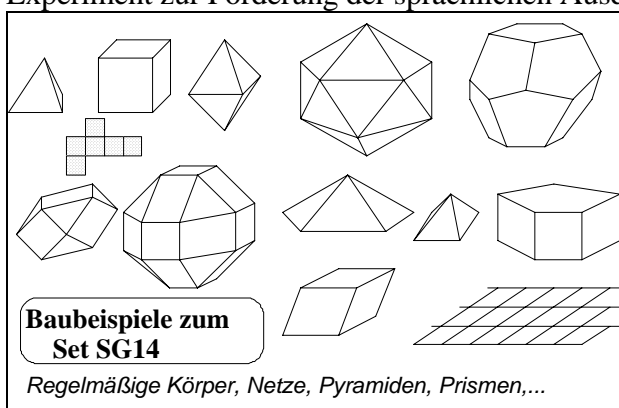
CLIXI bzw. POLYDRON sind Baukästen, die hauptsächlich ebene Vielecke) enthalten, die durch eine spezielle Randausführung miteinander beweglich verbunden werden können. Die Teile - da aus (leicht zu reinigendem) Kunststoff hergestellt - sind sehr robust und können daher auch ohne weiteres in der Klasse ausgeteilt werden, um spezielle Arbeitsaufträge zu erfüllen. (Vergleiche etwa das obige Deltaederexperiment auf Seite 2!) Folgende kompatible Teile stehen zur Verfügung: Dreiecke (3 Arten), Quadrate, Fünf-, Sechs- und Achtecke, Rechtecke, Rhomben.



Neben **Würfel**, **Quader**, **Prismen**, **Pyramiden** lassen sich alle **PLATONischen** und **ARCHIMEDischen Körper samt Sternformen** herstellen [MATHEMATIK LEHREN 1996].

Ähnlich zum vorhin beschriebenen Deltaeder-Experiment kann man auch ein CLIXI-Experiment oder POLYDRON-Experiment durchführen, bei dem die Schüler eine gewisse Anzahl von Bauteilen bekommen und dann verschiedene Körper bauen sollen. Danach könnte man zum Beispiel den EULERSchen Polyedersatz erläutern oder den Begriff „regelmäßiger Körper“ definieren usw.

CLIXI bzw. POLYDRON stellen somit ideale **Experimentierbaukästen** für Mathematik ab der ersten Klasse und Geometrisches Zeichnen (Darstellende Geometrie) dar. Die Abbildung links unten wurde einem Anleitungsheft von CLIXI entnommen, in dem sich auch folgendes interessante Experiment zur Förderung der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit der Schüler findet:



Die Schüler arbeiten paarweise. Ein Schüler baut - für den anderen nicht sichtbar - einen Körper aus einer vorher ausgemachten Anzahl und Art der Bauteile. Der zweite Schüler soll nun nur durch mündliche Anweisungen durch den ersten den Körper nachbauen...

Ideal sind auch die großen Quadrate von CLIXI (10 x 10 cm), da man damit die drei Bildebenen preiswert darstellen kann, die dann mit einem abwaschbaren OH-Stift beschrieben werden können, um Rissleseaufgaben zu lösen.

Als Beispiel sei lediglich ein Arbeitsblatt zur Demonstration des Einsatzes von CLIXI beigelegt: Die Kinder (1. Klasse HS/AHS) suchen durch Zusammenbau von CLIXI-Quadraten diejenigen Netze heraus, die tatsächlich einen Würfel ergeben. Dieses Verfahren habe ich mit gutem Erfolg in Verbindung mit dem Computerprogramm „Würfelnetze“ von Reinhard HÖRIST eingesetzt.

Vertrieb:

**CLIXI:** [http://www.lehrmittel-linke.de/Schulen/Clix-Lernspielzeug/Clix-Geometrische-Figuren:::3\\_352\\_356.html](http://www.lehrmittel-linke.de/Schulen/Clix-Lernspielzeug/Clix-Geometrische-Figuren:::3_352_356.html)

**POLYDRON:** <http://www.polydron.co.uk/>