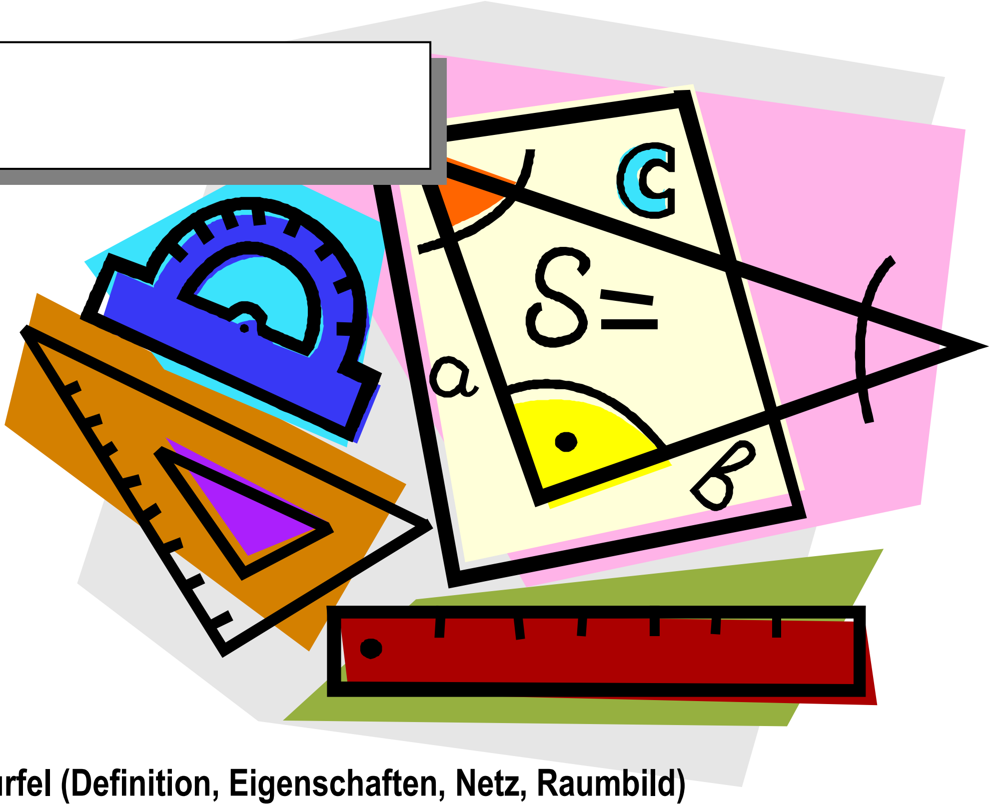
Geometrie-Dossier
Würfel und Quader

Name:



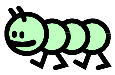
Inhalt:

- **Der Würfel (Definition, Eigenschaften, Netz, Raumbild)**
- **Der Quader (Definition, Eigenschaften, Netz, Raumbild)**
- **Berechnungen in Würfel und Quader (Oberfläche, Mantel und Volumen)**
- **Strecken und Flächen in wahrer Form und Grösse konstruieren**

Eine farbige Version findest du im Internet unter www.andiraez.ch/schule

Verwendung:

Dieses Geometriedossier orientiert sich am Unterricht und liefert eine Theorie-Zusammenfassung. Bei Konstruktionen sind natürlich viele Wege möglich, hier wurde als Musterlösung jeweils ein möglichst einfacher Weg gewählt.

einfache Aufgaben sind mit einem  *gekennzeichnet*

schwierigere Aufgaben sind mit einem  *gekennzeichnet.*

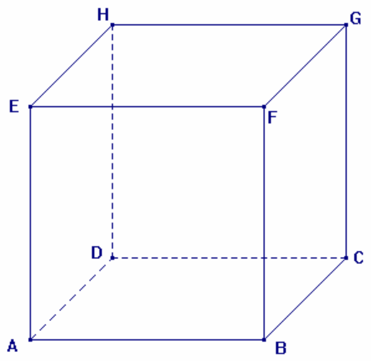
Die Aufgaben müssen in der Freizeit (oder in der Hausaufgabenstunde) gelöst werden. Sie können jederzeit zur Kontrolle abgegeben werden, die Lösungen können aber auch selbständig verglichen werden. Fragen dürfen natürlich auch immer gestellt werden.

Achtung: Konstruktionen unbedingt mit Zirkel, Massstab, gespitztem Bleistift durchführen. Feine Striche verwenden!

Beachten:	*Konstruktionen:*	*Lösungen rot (weitere Lösungen in ähnlichen Farben, orange, gelb, etc.)*
	Skizzen:	*Gegebenes GRÜN, Gesuchtes ROT. Rest Bleistift oder schwarzer Fineliner.*
	Sichtbarkeit:	*In Raumbildern alle nicht sichtbare Kanten gestrichelt darstellen.*

1. Der Würfel

1.1 Eigenschaften und Begriffe



<u>Der Würfel ist ein Raumkörper mit:</u>

8 Ecken Die Ecken sind Endpunkte von je 3 Kanten.

6 Flächen 6 deckungsgleiche (kongruente) Quadrate

12 Kanten gleichlange Strecken, immer 4 sind zueinander parallel)

Dieser Würfel wurde als Raumfigur **im Schrägbild dargestellt.**

1.2 Das Schrägbild als Darstellungsform von Raumfiguren

Das Schrägbild ist die am Besten geeignete Art, um Raumfiguren auf Papier darzustellen. Durch die „abgeschrägte" Form ihrer nach hinten verlaufenden Strecken entsteht ein räumlicher (perspektivischer) Effekt, so dass man sich die Form und Grösse der Figur gut vorstellen kann. Dennoch muss man beim Zeichnen von Schrägbildern auf einige Regeln achten:

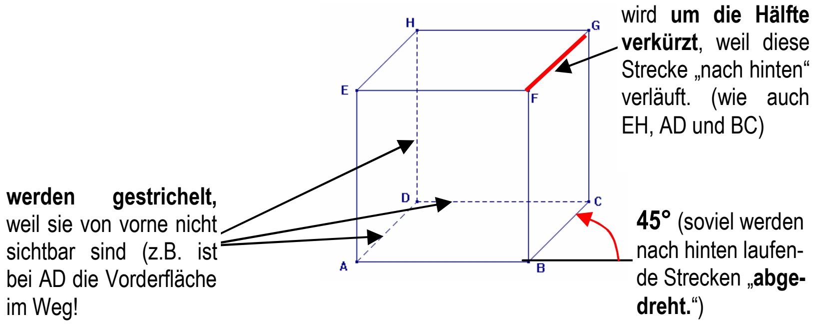
- Im Schrägbild werden die nach hinten verlaufenden Strecken in einem Winkel von 45° (manchmal 30°) gezeichnet und um die Hälfte verkürzt.
- Unsichtbare Kanten werden gestrichelt. (Dies bezeichnen wir als „Sichtbarkeit)"

Die **Kurzform** wird geschrieben als: *Körpername (45°, ½)*

Dies bezeichnet den **Typ** (Quader, Würfel, Prisma, …), den man im Schrägbild darstellen soll.

In der Klammer stehen „**Abdreh-Winkel**" (hier 45°) und **Verkürzung** (½) **für die nach hinten verlaufenden Strecken**.

<u>Am Beispiel des Würfels:</u>



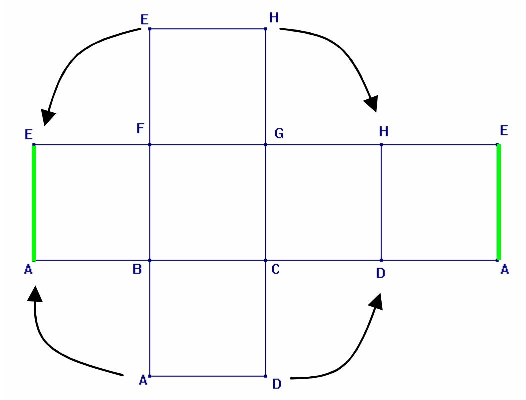
1.3 Das Netz des Würfels als Hilfsmittel:

Die meisten Menschen haben schon irgendwann in ihrem Leben einen Bastelbogen vor sich gesehen, vielleicht sogar aus einem solchen Bastelbogen eine Burg (für Schüler im Zürcher Oberland besonders beliebt ist die Kyburg). Und genau ein solcher „Bastelbogen des Raumkörpers" heisst in der Geometrie „Netz des Körpers".

Das **Netz** stellt die **Oberfläche** des Körpers **in „abgewickelter"** (oder eben „nicht gefalteter") **Form** dar. Die Oberfläche besteht also aus allen sichtbaren Flächen eines Körpers (Merksatz: Die Oberfläche eines Körpers ist all das, was farbig wird, wenn man den Körper in einen Farbkübel hineinlegt)

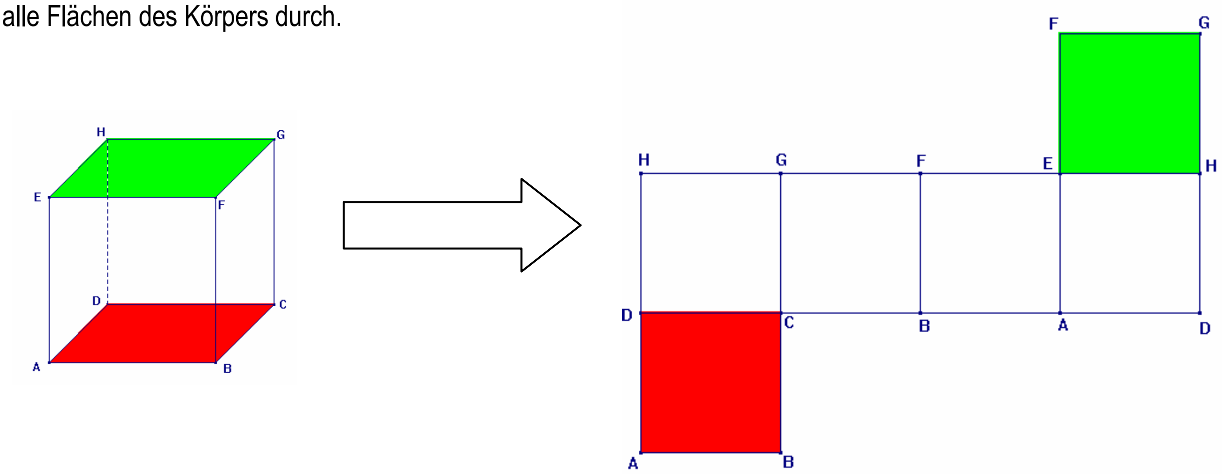
Wenn wir uns das Netz eines Würfels einmal genauer anschauen, dann können wir uns zum Beispiel die folgenden Möglichkeiten vorstellen (Du siehst vor dir also drei verschiedene Bastelbögen für den gleichen Würfel)

Das Netz wird entsprechend beschriftet, dass die Punkte eindeutig wieder dem Raumbild zugeordnet werden können. Dabei gibt es verschiedene Techniken, die anhand der drei verschiedenen Darstellungen gleich erklärt werden:



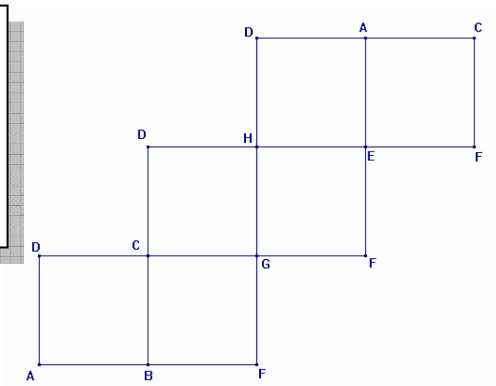
Beschriftungsvariante 1: „sich das Falten vorstellen“
Mit den Pfeilen ist das Auffalten angedeutet, damit man es beim Anschreiben der Punkte einfacher hat. die beiden Grünen Kanten werden dabei aufeinander fallen.

Beschriftungsvariante 2: „Flächen bestimmen und anschreiben / färben“
Man kann sich auch vorstellen, die Fläche aus dem Raumbild ins Netz zu übertragen. Das heisst, man muss herausfinden, welche Fläche des Netzes welcher Fläche im Raumbild entspricht. Sinnvollerweise beginnt man dabei mit der Grundfläche (Standfläche, hier rot) oder Deckfläche (oberste Fläche, hier grün). Sobald man die hat, kann man schauen, welche Eckpunkte zu dieser Fläche gehören und sie entsprechend beschriften. So arbeitet man sich durch alle Flächen des Körpers durch.



Beschriftungsvariante 3: „Kanten“
Man merkt sich die verschiedenen Kanten des Würfels: von A aus gibt es zum Beispiel die Kante AD, die Kante AB und AE. Entsprechend muss jede Kante einmal vorkommen. Mit etwas Geschick und einer Mischung zwischen den Varianten 1 und 2 kann man damit relativ schnell herausfinden, was wo hingehört..

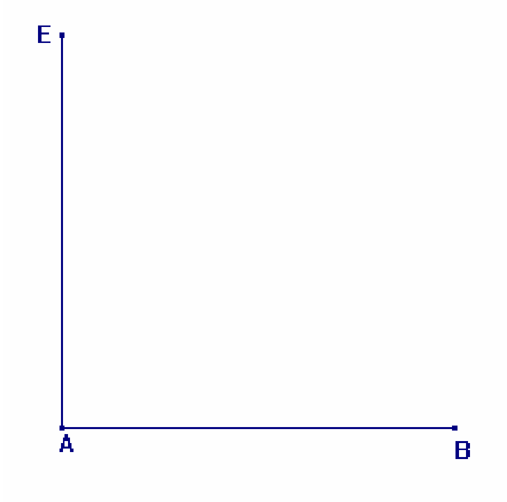
➔ **Für den gleichen Raumkörper gibt es verschiedene Netze** (Bastelbogen). Die **Beschriftung** dieser Netze ist auf verschiedene Arten möglich. Am Besten man überprüft die Netze mit allen drei Methoden (**Auffalten vorstellen, Flächen aus dem Raumbild dem Netz zuordnen, Kanten überprüfen**). So kann eigentlich nichts schief gehen.



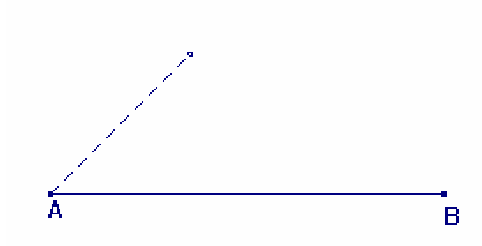
Aufgaben "Würfel":

1. Zeichne das angefangene Schrägbild (45°, ½) eines Würfels fertig.

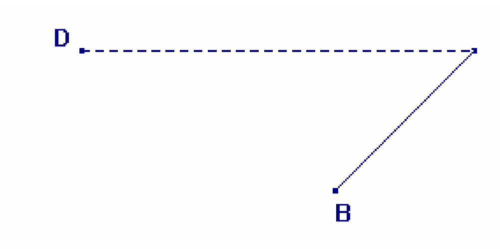
a)



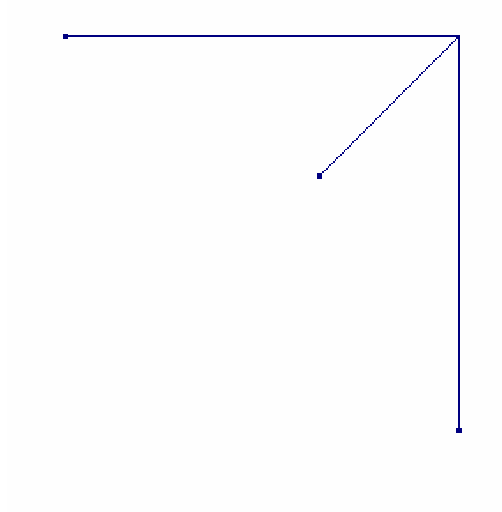
b)



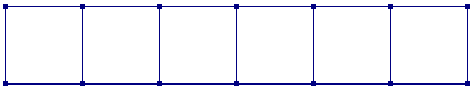
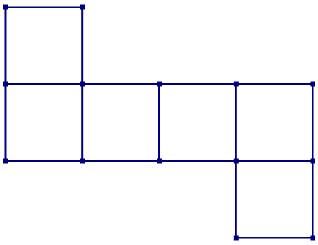
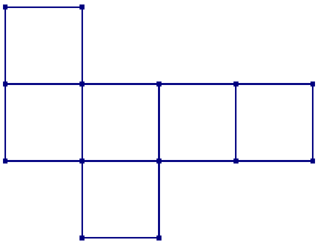
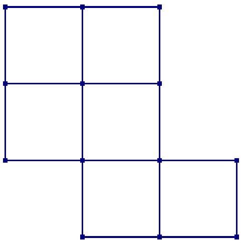
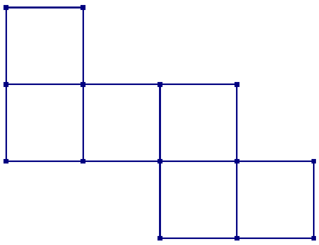
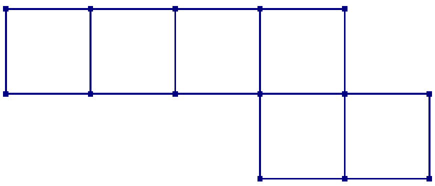
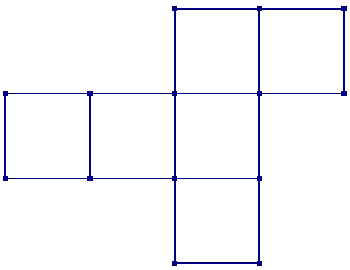
c)



d)

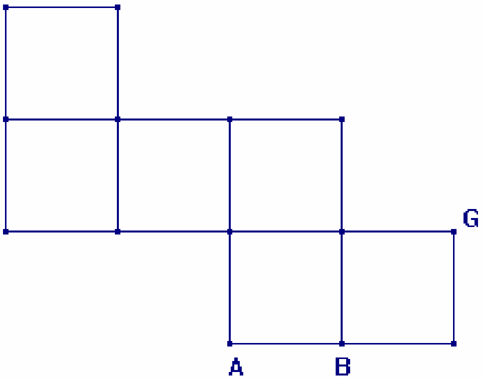


2. Welches Netz lässt sich zu einem Würfel zusammensetzen? Kreuze an und markiere die Grund- und Deckfläche jeweils farbig, wenn sich ein Würfel zusammensetzen lässt:

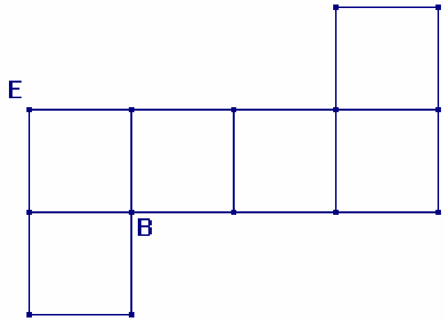
	Netz	*Würfelnetz*	*kein Würfelnetz*
a)		☐	☐
b)		☐	☐
c)		☐	☐
d)		☐	☐
e)		☐	☐
f)		☐	☐
g)		☐	☐

3. Beschrifte das Netz korrekt fertig und kennzeichne jeweils Grund – und Deckseite mit „G“ rsp. „D“.

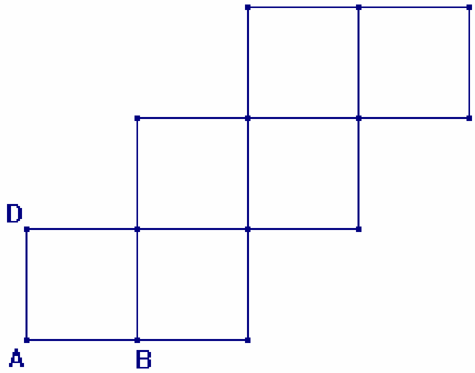
a)



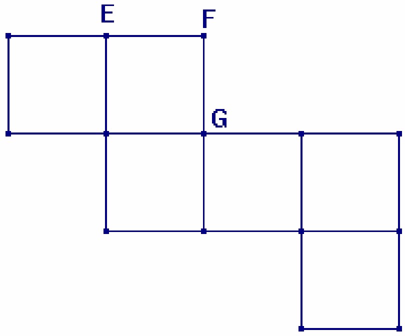
b)



c)

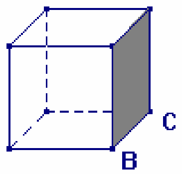


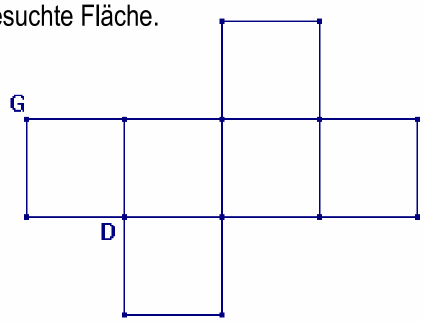
d)



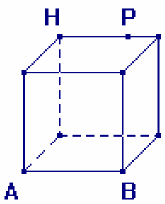
4. Beschrifte Raumbild und Netz korrekt, so dass die schraffierten Seitenflächen übereinstimmen.

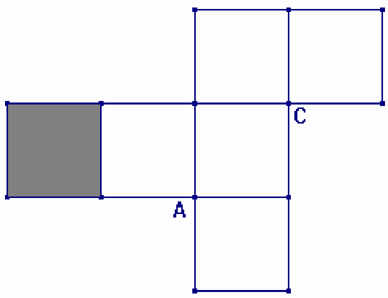
a) Beschrifte vollständig und schraffiere im Netz die gesuchte Fläche.





b) Übertrage den Punkt P ins Netz und schraffiere im Raumbild die gesuchte Fläche

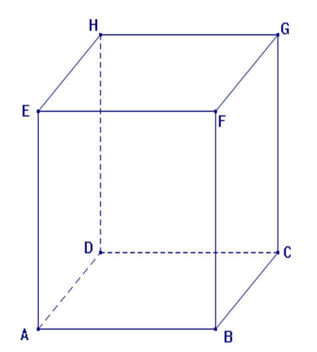




5. Ein bemalter Würfel wird in lauter gleich grosse Teilwürfelchen zersägt. Dabei entstehen verschiedene Würfel mit verschiedener Bemalung. Wie viele Würfelchen jeder Sorte (3 bemalte Seiten, 2 bemalte Seiten, 1 bemalte Seite, 0 bemalte Seiten) sind entstanden, wenn man genau 64 Teilwürfelchen erhalten hat? (Arbeite evt. mit einer Skizze)

2. Der Quader

2.1 Eigenschaften und Begriffe



Der Quader ist ein Raumkörper mit:

8 Ecken Die Ecken sind Endpunkte von je 3 Kanten.

6 Flächen 6 Rechtecke, von denen je 2 gegenüberliegende kongruent (deckungsgleich) und parallel zueinander sind.

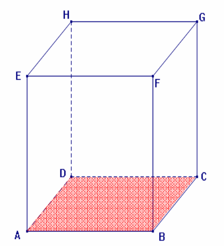
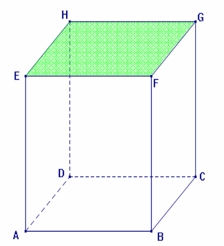
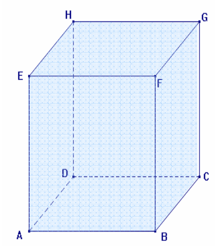
12 Kanten Strecken, von denen je 4 gleich lang und parallel zueinander sind.

Der Würfel ist also eigentlich auch ein Quader, allerdings einer mit speziellen Eigenschaften. Wir können also feststellen, dass der **Würfel ein Spezialfall eines Quaders** darstellt (Alle Seitenflächen sind quadratisch und gleich gross, alle Kanten sind gleich lang). Auch der Quader wird – wie alle Raumfiguren – im Schrägbild (45°, ½) dargestellt.

2.2 Die Flächen eines Raumkörpers am Beispiel des Quaders

Der Quader ist ein typischer Vertreter eines Raumkörpers. Bei allen Raumkörpern gelten die gleichen Bezeichnungen für verschiedene Flächen. Deshalb wollen wir die drei verschiedenen „Flächengruppen" anhand des Quaders benennen:

Die Standfläche heisst **„GRUNDFLÄCHE"**, die dazu parallele Fläche **„DECKFLÄCHE".** Die vier Seitenflächen bilden die „**MANTELFLÄCHE**" oder kurz **„MANTEL"**

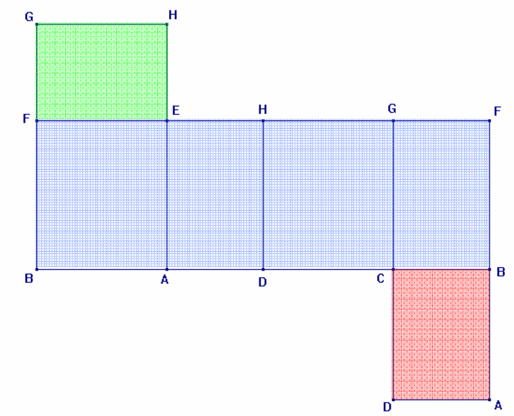
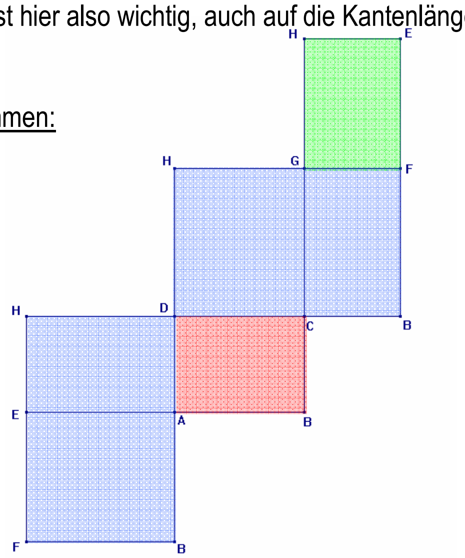
Grundfläche **Deckfläche** **Mantel (die 4 Seitenflächen zusammen)**

2.2 Das Netz des Quaders

Auch beim Quadernetz gibt es zahlreiche Möglichkeiten, dieses Netz darzustellen. Die Beschriftung des Quadernetzes läuft dabei genau gleich, wie beim Würfelnetz. Also über die drei Tricks: Flächen identifizieren, Kanten beachten, Auffalten vorstellen.

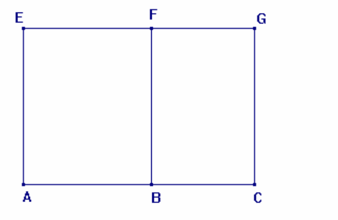
Speziell beim Quadernetz ist, dass nicht alle Kanten gleich lang sind. Es ist hier also wichtig, auch auf die Kantenlänge zu schauen.

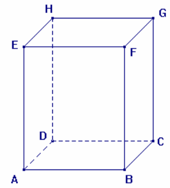
Beispiele für Quadernetze (Die Farbcodes für Flächen sind oben übernommen:

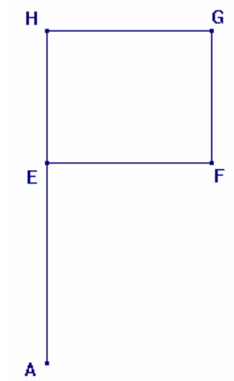
Aufgaben „Quader“:

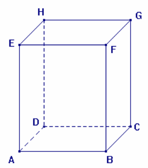
1. **Vervollständige die angefangenen Netze zum Netz eines Quaders (Orientiere dich am kleinen Raumbild):**
   a)





   b)

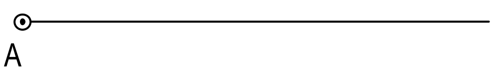


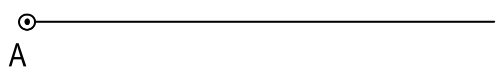


2. **Zeichne einen Quader im Schrägbild (45+, ½). Oorientiere dich am kleinen Raumbild. Die Kantenlängen sind :**

   a) AB = 5cm, BC = 4cm, AE = 3cm

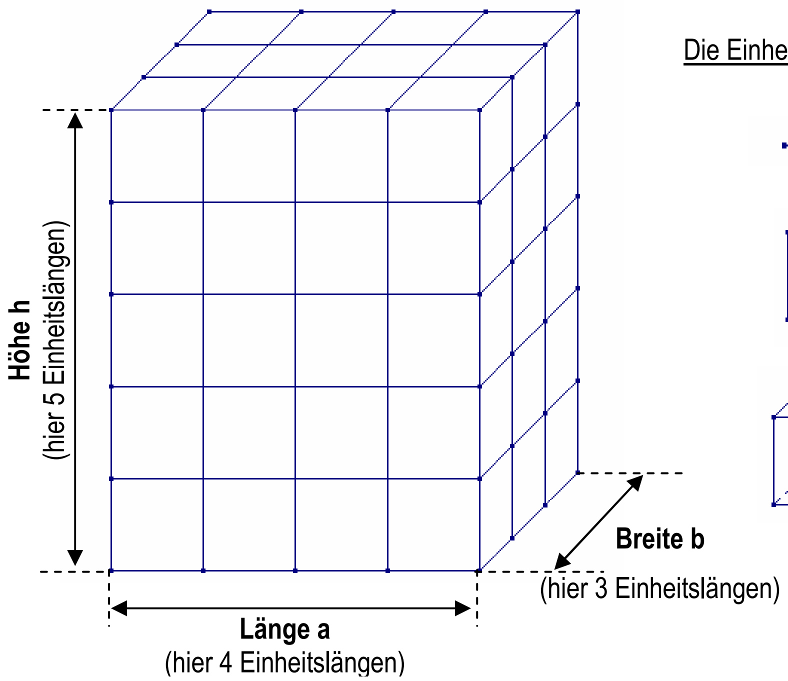
   b) AB = 3.5cm, BC = 6cm, AE = 4cm



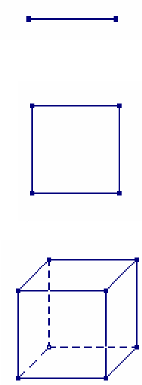


3. Die Berechnung von Oberfläche und Volumen eines Raumkörpers

3.1 Der Raumkörper wird in lauter gleich grosse Teilwürfelchen zerlegt



<u>Die Einheitswürfelchen haben folgende Dimension</u>:



Einheitslänge (z.B. 1 cm) (Strecke)

Einheitsfläche (z.B. 1 cm^2) (Fläche)

Einheitsvolumen (z.B. 1 cm^3) (Rauminhalt)

(Der Einfachheit halber ist dieser Raumkörper ohne die unsichtbaren Kanten gezeichnet)

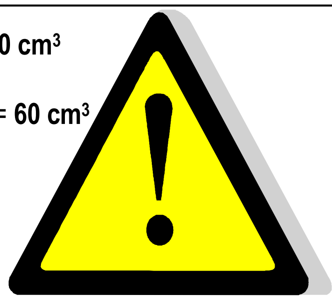
3.2 Das Volumen (V vom Begriff „<u>V</u>olumen“) / Rauminhalt eines Körpers

Ein Körper nimmt – wenn man ihn irgendwo hin stellt – einen Teil des Raumes ein. Dieser „Rauminhalt“ heisst Volumen des Körpers. **Das Volumen entspricht der Anzahl Einheitswürfelchen, die im Körper einhalten sind. Es berechnet sich durch Länge mal Breite mal Höhe des Körpers.**

In diesem Beispiel beträgt die Länge 4 (Einheitslängen, z.B. cm), die Breite 3 (Einheitslängen, z.B. cm) und die Höhe misst 5 (Einheitslängen, z.B. cm).

Das <u>**Volumen**</u> (V) ist also: **Länge • Breite • Höhe** = 4 • 3 • 5 = 12 • 5 = **60 cm³**

Volumen V = Grundfläche • Höhe = (4 • 3) • 5 = 12 • 5 = **60 cm³**



Im allgemeinen Quader (mit den Kantenlängen a, b, c)**:**

Volumen V = Länge • Breite • Höhe = a • b • h

Volumen V = Grundfläche • Höhe = (a • b) • h

Im Würfel (mit der Kantenlänge a, denn da sind ja alle „Dimensionen“ gleich gross, also Länge = Breite = Höhe)**:**

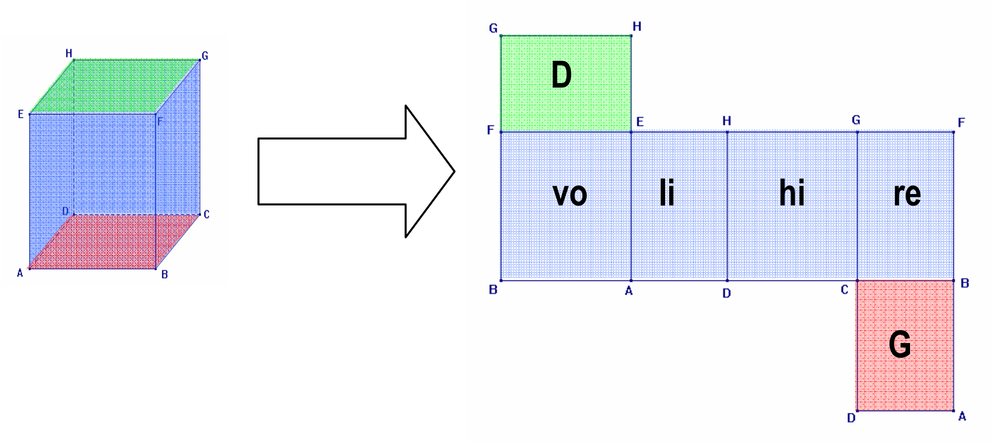
Volumen V = Länge • Breite • Höhe = a • a • a = a^3

Volumen V = Grundfläche • Höhe = (a^2) • a = a^3

Notizen / Fragen:

3.2 Die Oberfläche (S, vom Begriff „Surface“) des Körpers

Die Oberfläche S ist, wie bereits früher beschrieben, die Fläche, die der Bastelbogen (das Netz) des Körpers belegt. Die Oberfläche kann bemalt werden und sie wird nass, wenn man den Körper in Wasser eintaucht.



Im Quadernetz kann man jetzt einfach erkennen, dass sich die Oberfläche aus den sechs Flächen des Quaders zusammensetzt. Man kann also festhalten:

D + G + vo + hi + re + li

Oberfläche S = Deckfläche + Grundfläche + $\underbrace{\text{Seitenfläche}_{\text{vorne}} + \text{Seitenfläche}_{\text{hinten}} + \text{Seitenfläche}_{\text{rechts}} + \text{Seitenfläche}_{\text{links}}}$

D + G + vo hi re li

Oberfläche S = Deckfläche + Grundfläche + Mantelfläche

Die Mantelfläche kann man dabei aus dem Umfang der Grundfläche und der Höhe des Körpers berechnen.

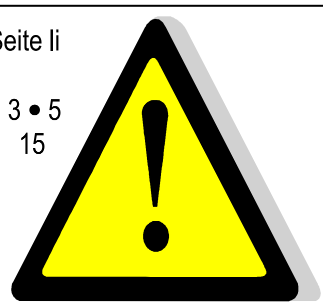
Mantelfläche M = Umfang der Grundfläche • Höhe

= 2(a + b) • h

In diesem Beispiel beträgt die Länge 4 (Einheitslängen, z.B. cm), die Breite 3 (Einheitslängen, z.B. cm) und die Höhe misst 5 (Einheitslängen, z.B. cm).

Die **<u>Oberfläche</u>** ist also: Deckfläche + Grundfläche + Seite vo + Seite hi + Seite re + Seite li

Oberfläche S = 4 • 3 + 4 • 3 + 4 • 5 + 4 • 5 + 3 • 5 + 3 • 5
= 12 + 12 + 20 + 20 + 15 + 15
= **94 cm²**



Im allgemeinen Quader (mit den Kantenlängen a, b, h)**:**

Oberfläche S = 2 • Grundfläche + $\underbrace{\text{2 • Seitenfläche(li/re) + 2• Seitenfläche (hi/vo)}}$

= 2 • Grundfläche + Mantelfläche

Oberfläche S = 2 • (a • b) + 2 • (b • h) + 2 • (a • h)
= 2 ab + (2a +2b) • h

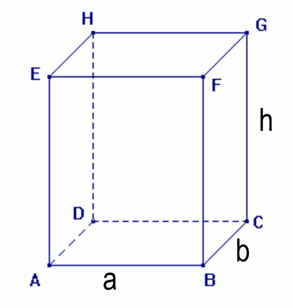
Im Würfel (mit der Kantenlänge a, denn da sind ja alle „Dimensionen“ gleich gross, also Länge = Breite = Höhe)**:**

Oberfläche S = 6 • a • a = 6 a²

Aufgaben Berechnungen in Quader und Würfel:

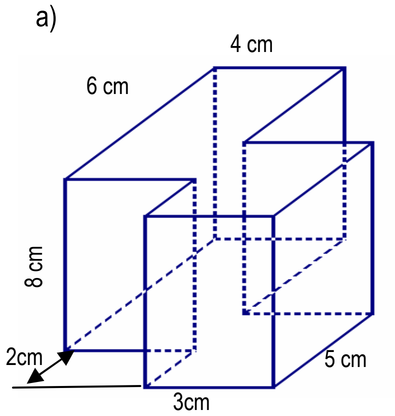
1. Bestimme die fehlenden Grössen eines Quaders (Betrachte den nebenstehenden Quader als Muster).

	Länge a	Breite b	Höhe h	Oberfläche	Volumen
a)	2 cm	4 cm	9 cm		
b)	5 cm	8 cm			100 cm^3
c)	3 cm		4 cm		72 cm^3
d)		4 cm	6 cm		60 cm^3
e)				150 cm^2 (Würfel)	
f)				216 cm^2 (Würfel)	

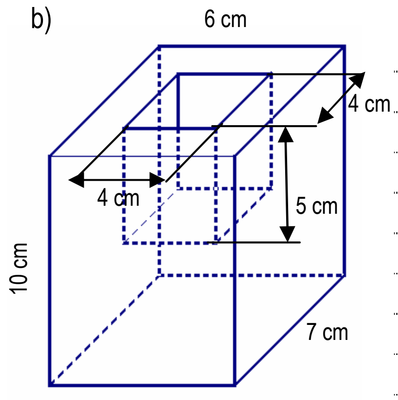


2. Berechne die Oberfläche und das Volumen der abgebildeten Restkörper:

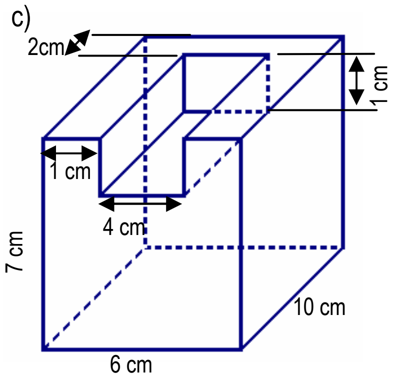
a)



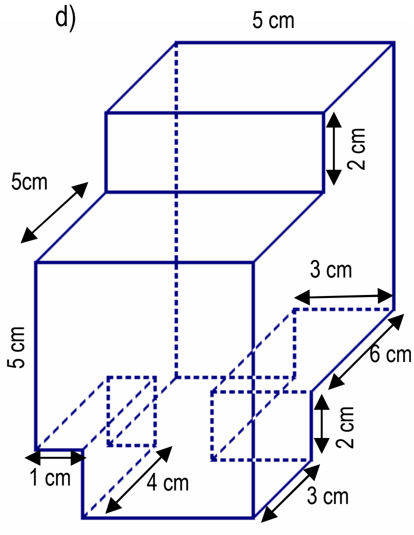
b)



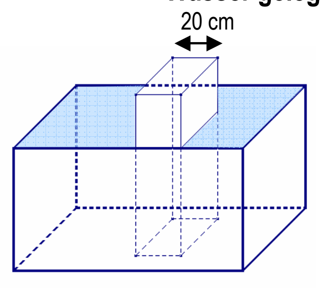
c)



d)



3. **Ein Quader (20cm lang, 75 cm hoch und 30cm breit ist) steht in einer vollen Wasserwanne (Höhe: 50cm, Länge: 100cm; Breite: 50cm).**
   a. **Wie stark sinkt der Wasserspiegel, wenn der Quader aus der Wanne entfernt wird?**
   b. **Wie stark steigt der Wasserspiegel (wie viel cm ist die Wanne zu tief), wenn der ganze Quader ins Wasser gelegt wird?**

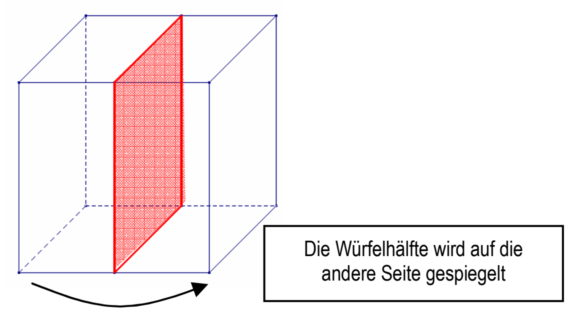


4. Strecken und Flächen in wahrer Grösse und Form

4.1 Die Symmetrieeigenschaften von Würfel und Quader

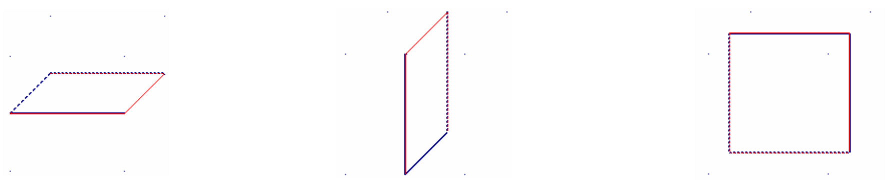
Aus dem Kapitel „Achsensymmetrie“ wissen wir, dass man Figuren an einer Gerade spiegeln kann und dass andere Figuren selber schon achsensymmetrisch sind. Wenn wir uns überlegen, nicht nur ebene Figuren zu spiegeln, sondern auch räumliche Figuren, dann können wir uns vorstellen, dass man eine Spiegelebene findet, die einen Würfel auf sich selber abbildet: So geht dies zum Beispiel mit der dargestellten Ebene:

Die beiden Würfelhälften sind spiegelbildlich ➔ Man verwendet im Raum „Spiegelebenen“, in der Ebene „Spiegelachsen“.

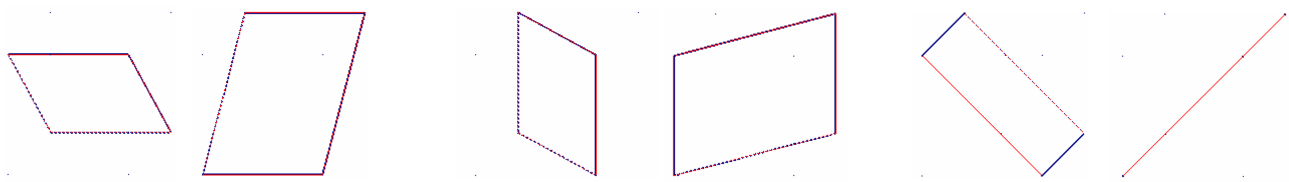


Natürlich gibt es auch andere möglichen Symmetrieebenen im Würfel. Insgesamt gibt es ganze 9 Spiegelebenen:

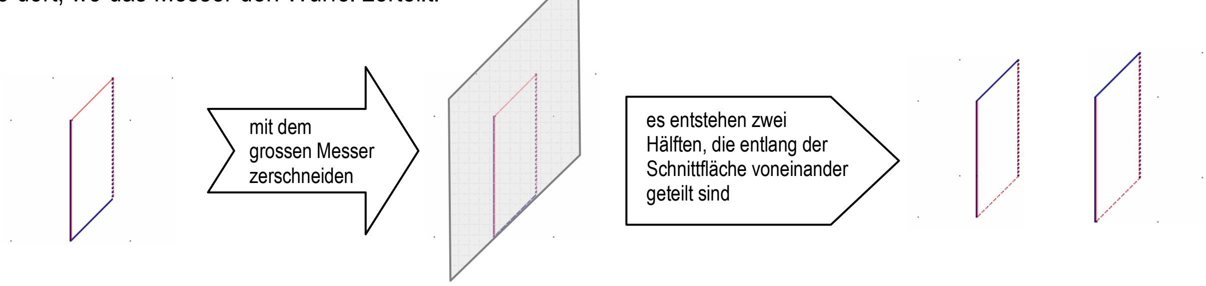
Gruppe „Halbieren des Würfels“



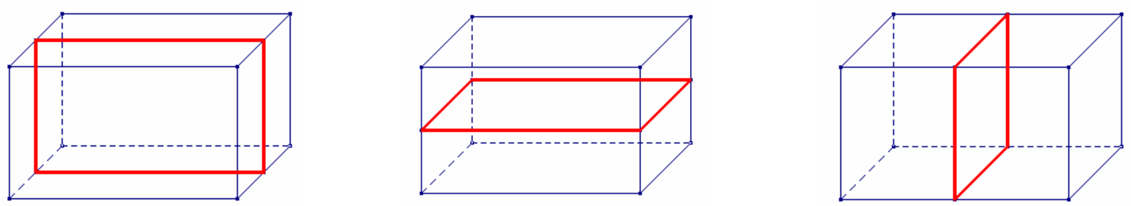
Gruppe „Diagonale Spiegelebenen“



Wenn wir uns den Würfel als Stahlgerüst vorstellen, wo nur gerade die Würfelkanten fest sind und der Rest „Luft“, dann können wir diese Spiegelebenen mit Hilfe eines Papieres oder Kartons in den Kartonwürfel hineinlegen. Eine andere Möglichkeit ist die, sich den Würfel als ein Stück Käse oder Butter vorzustellen. Mit dem grossen Käsemesser kann man dann den Würfel in zwei Teile zerschneiden. Und die eingezeichnete Ebene ist dann die „Schnittebene“ – also dort, wo das Messer den Würfel zerteilt.



Auch der Quader hat solche Symmetrieebenen, allerdings nicht ganz gleich viel, wie der Würfel, da die Diagonalen Schnittebenen nicht Symmetrieebenen sind:

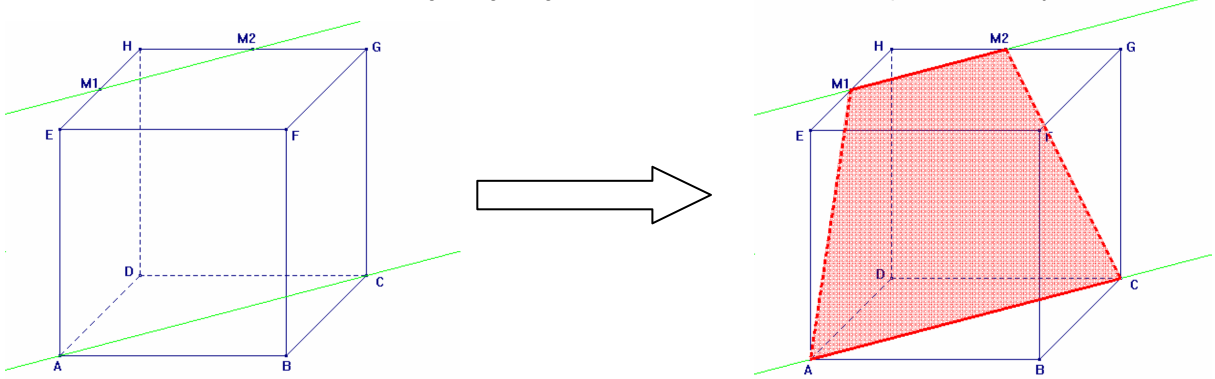


4.2 Schnittflächen in Würfel und Quader einzeichnen:

Die Grundidee der Schnittflächen ist – wie oben angetönt – das „Zerschneiden“ eines Körpers mit einem grossen Messer. Dies führt dazu, dass die entstehenden Schnittflächen ganz bestimmten Regeln folgen:

1. Es dürfen nur Punkte in der gleichen Fläche miteinander verbunden werden (➔ Schnittkanten auf dem Körper)
2. In parallelen Flächen sind die Schnittkanten parallel.
3. Man darf auch „über den Körper“ hinaus arbeiten und Kanten verlängern, um Schnittflächen zu finden.

Das Messer schneidet entlang der grün gezeichneten Linie. Auf dem Körper entstehen jetzt Schnittkanten:



Punkte in gleicher Fläche können verbunden werden:

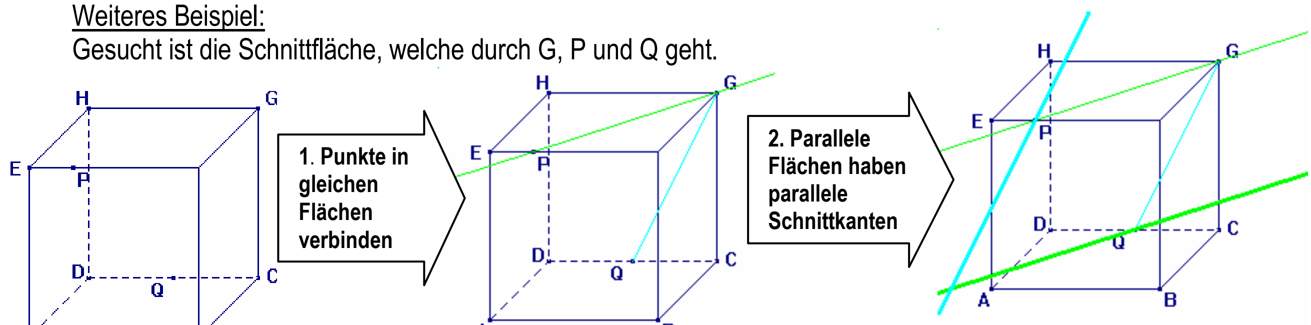
- AM1 (liegen in der linken Seitenfläche): Dort schneidet das Messer in den Körper hinein
- M1M2 (liegen in der Deckfläche): Dieser Kante entlang wird der Körper durchtrennt
- AC (liegen in der Grundfläche): Dieser Kante entlang wird der Körper durchtrennt
- M2C (liegen in der hinteren Fläche): Dort wird das Messer den Körper wieder verlassen.

In parallelen Flächen entstehen parallele Schnittkanten:

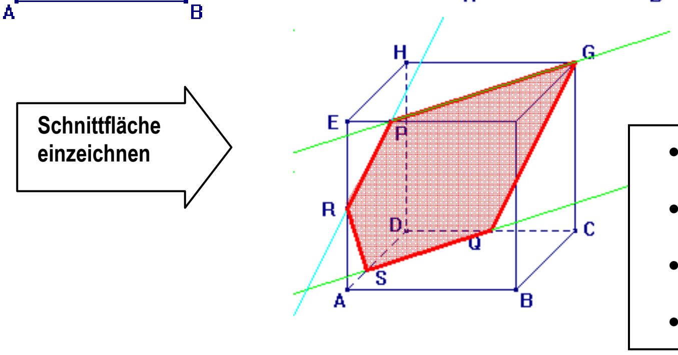
- M1M2 und AC parallel zueinander (weil das Messer nicht „verbiegbar“ ist)

Weiteres Beispiel:

Gesucht ist die Schnittfläche, welche durch G, P und Q geht.



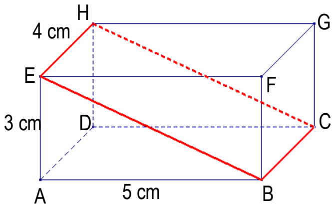
GP (Deckfläche) parallel durch Q (Grundfläche)
GQ (hintere Fläche) parallel durch P (vordere Fläche)



- *Auf der Kante AD entsteht der Punkt S, auf der Kante AE der Punkt R.*
- *Diese beiden dürfen verbunden werden, weil sie in der linken Seitenfläche liegen.*
- *SQ können verbunden werden, da sie in der Grundfläche liegen*
- *RP liegen in der vorderen Fläche.*

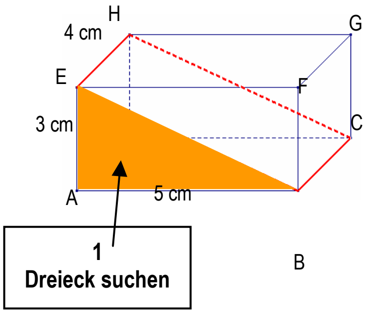
4.2 Konstruktion von Flächen in wahrer Form und Grösse

Wie wir alle mittlerweile wissen, sind Raumkörper im Schrägbild verzerrt dargestellt. Entsprechend können wir uns zwar die Form und Lage von Schnittflächen dank des Raumbildes vorstellen, doch die wahre Form dieser Schnittflächen können wir nicht erahnen. Entsprechend muss man diese wahre Form konstruieren. Dies geschieht mittels einer speziellen Konstruktion:

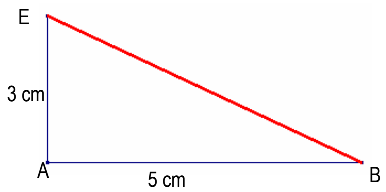


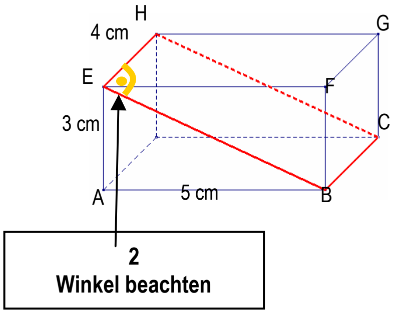
Die hier dargestellte Schnittfläche muss in Wahrheit ja ein Rechteck sein (weil ja der Winkel zwischen Vorderfläche des Quaders und der Deckfläche 90° beträgt).

Bei der Konstruktion dieser Schnittfläche in wahrer Form und Grösse ist es uns aber nicht erlaubt, irgendwelche nicht gegebenen Strecken zu verwenden. Wir müssen uns also an die Kantenlängen des Quaders halten und von dort aus alles konstruieren. *(Achtung: Die genauen Masse stimmen hier nicht)*

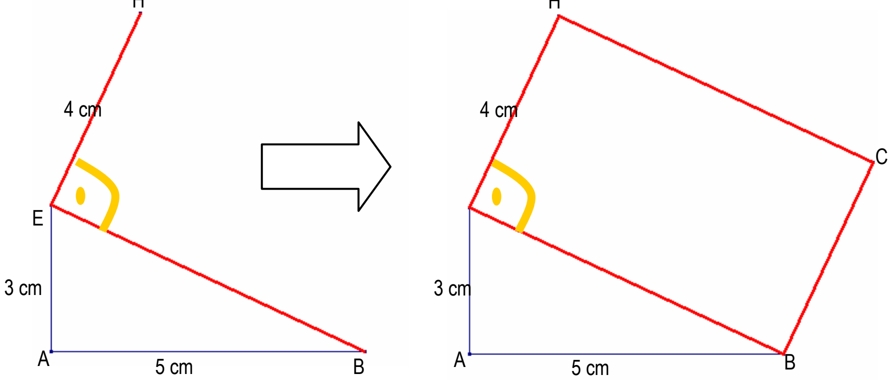


1. Versuchen wir, die Kantenlänge der Schnittfläche in einem Dreieck zu sehen, von dem wir zwei Seitenlängen kennen → Hier im rechtwinkligen Dreieck ABE. Dieses Dreieck lässt sich sehr einfach konstruieren und wir finden wir wahre Länge von EB als längste Seite im rechtwinkligen Dreieck.



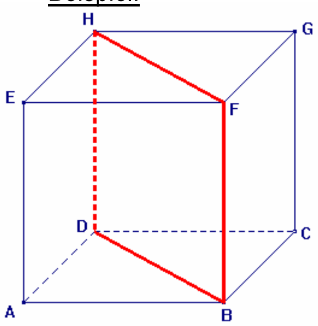


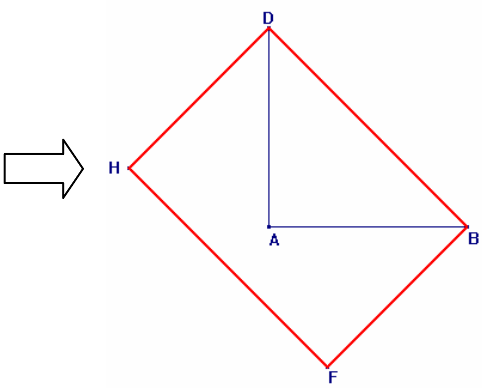
2. Der Winkel zwischen EB und EH ist 90°. Dies können wir in unserer Zeichnung verwenden um das Schnittrechteck EBCH fertig zu zeichnen. *(Ob man jetzt den 90°-Winkel nach oben oder unten von E aus abträgt, ist egal. Ich habe ihn hier nach oben abgetragen.)*



3. Auf diese Art gelingt es uns, jede Fläche aus dem Raumbild in ihrer wahren Form und Grösse zu zeichnen.

<u>Beispiel:</u>



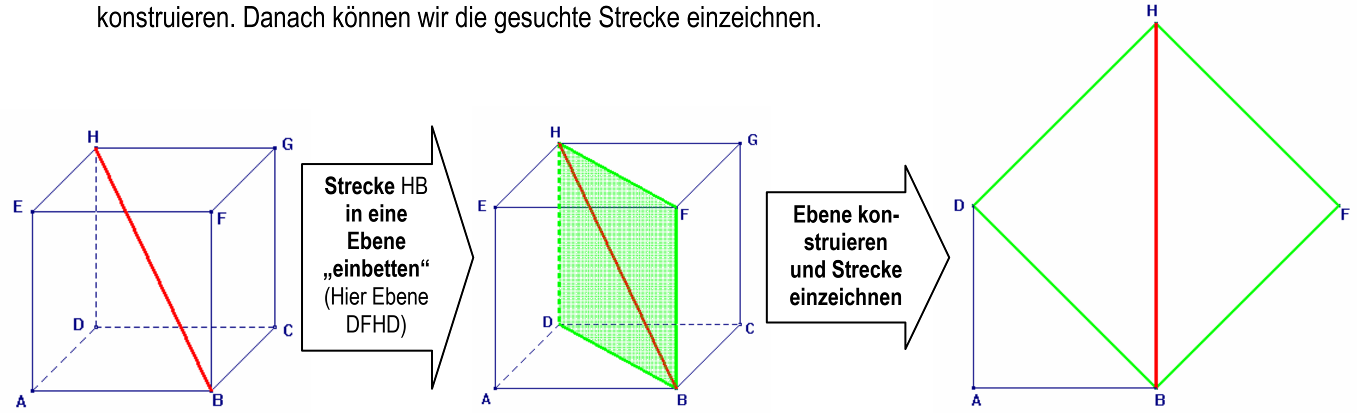


- Zuerst das Dreieck ABD (rechtwinklig)
- Danach den rechten Winkel zwischen BD und DH eintragen
- parallel verschieben
- fertig.

4.3 Konstruktion von Strecken in wahrer Form und Grösse

Für die Konstruktion von Strecken in wahrer Form und Grösse brauchen wir zuerst eine entsprechende Ebene, in welcher die Strecke liegt (→ oder anders ausgedrückt: Wenn wir eine Schnur durch einen Quader spannen (=Strecke) müssen wir eine Schnittebene finden (= Karton), in welcher diese Strecke liegt):

Für die Konstruktion von Strecken müssen wir sie zuerst in eine Ebene „einbetten“ und diese Ebene in wahrer Form konstruieren. Danach können wir die gesuchte Strecke einzeichnen.

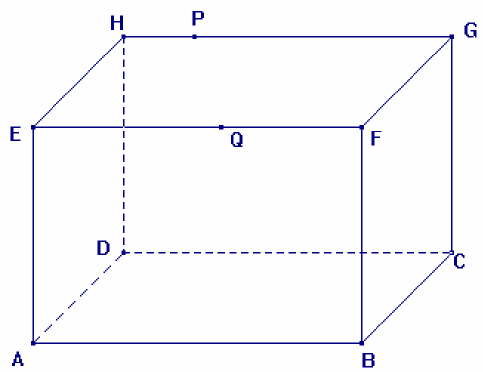


Fragen / Bemerkungen:

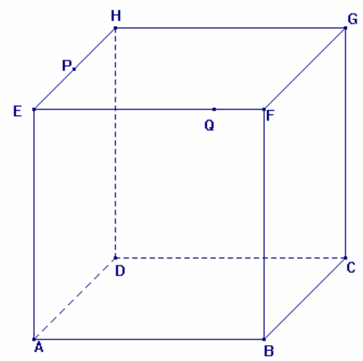
Aufgaben „Konstruktion in wahrer Form und Grösse“: *(Punkte M: Seitenmitten)*

1. Zeichne in den Raumbildern die Schnittflächen ein:

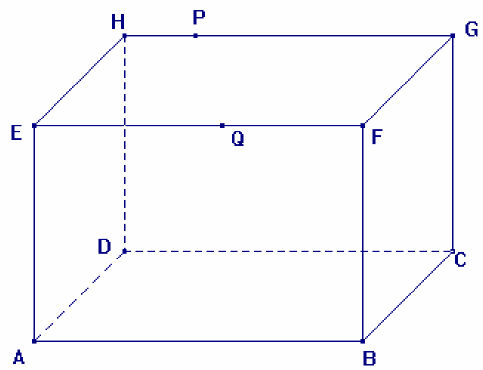
a) Die Schnittfläche geht durch P, Q und D



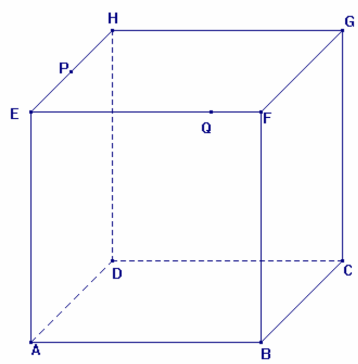
b) Die Schnittfläche geht durch P, Q und D



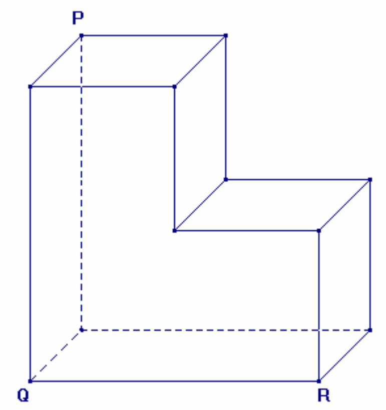
c) Die Schnittfläche geht durch P, Q und B



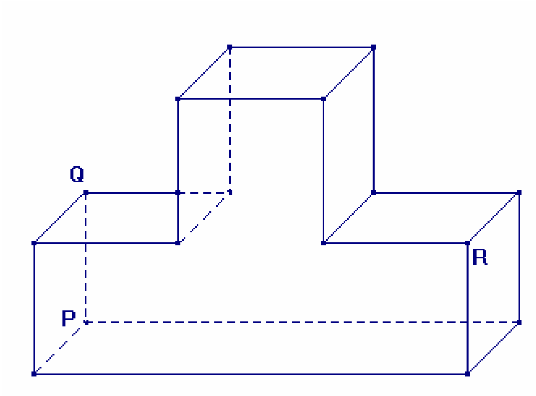
d) Die Schnittfläche geht durch P, Q und B



e) Die Schnittfläche geht durch P, Q und R

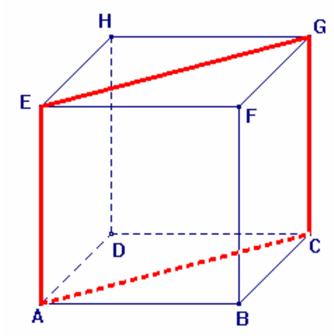


f) Die Schnittfläche geht durch P, Q und R

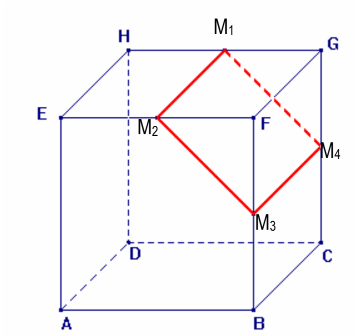


2. Konstruiere die Schnittfläche in wahrer Form und Grösse:

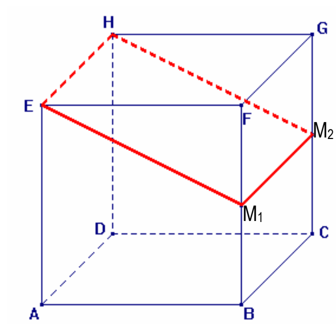
a) Würfel-Kantenlänge: 3 cm



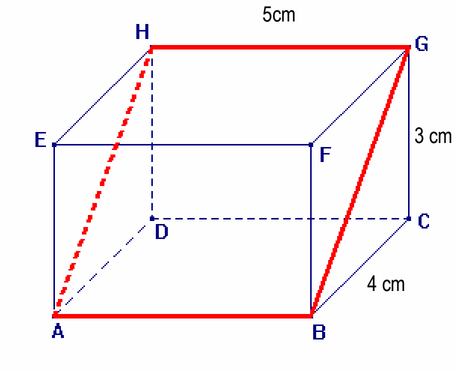
b) Würfel-Kantenlänge: 4cm



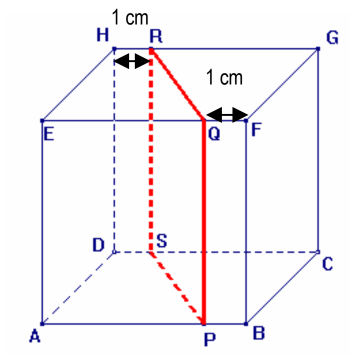
c) Würfel-Kantenlänge: 4cm



d) Quader mit Länge 5cm, Breite 4cm und Höhe 3cm

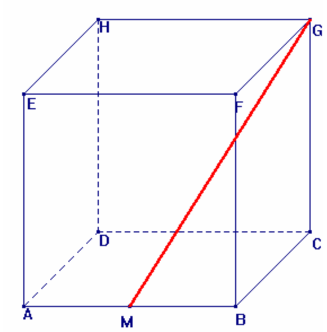


e) Würfel-Kantenlänge: 4cm

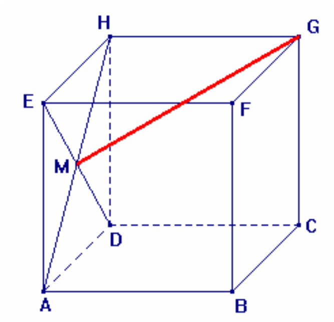


3. Zeichne im Raumbild eine geeignete Schnittebene ein, in welcher die gesuchte Strecke vollständig enthält. Konstruiere danach die gesuchte Strecke in wahrer Grösse:

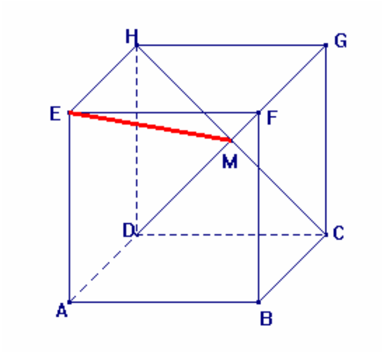
a) Würfel-Kantenlänge: 3 cm



b) Würfel-Kantenlänge: 4 cm



c) Würfel-Kantenlänge: 4 cm



d) Würfel-Kantenlänge: 3 cm