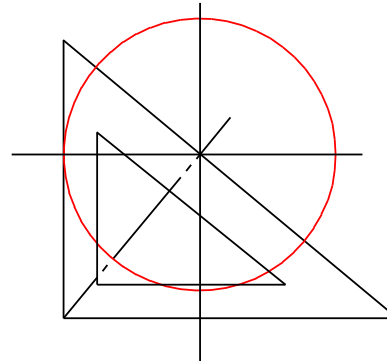


Lerninhalt: Konstruktionsverfahren

1. Regelmäßige Vielecke

Das Zeichnen von Vielecken (Polygone) gehört zu den geometrischen Grundkonstruktionen. Als das Technische Zeichnen und Konstruieren noch ausschließlich mit Lineal und Zirkel erfolgte, war das Halbieren von Strecken, das Errichten von Mittelsenkrechten, das Teilen von oder das Halbieren von Winkeln Alltagsarbeit des Zeichners und Konstrukteurs.

Auch im Computerzeitalter kann auf dieses Grundwissen nicht verzichtet werden. Auf eine vertiefte Behandlung der geometrischen Grundkonstruktionen muss an dieser Stelle allerdings verzichtet werden.



Da es sich hierbei um mathematische Gesetzmäßigkeiten handelt und nicht um Vereinbarungen zur technischen Konstruktion, spielen Normen keine Rolle.

Merke die Begriffe: Umkreis, Inkreis, Schlüsselweite (SW) und Eckmaß (e)

Bei einem regelmäßigen Sechseck gilt z.B.:

Umkreis d = Eckmaß e

Inkreis d = Schlüsselweite SW

Seitenkante a = Umkreis r

Als Vorarbeit für die Konstruktion von regelmäßigen Prismen werden manuell mit Lineal und Zirkel das gleichseitige Dreieck, das Viereck im Kreis sowie die Um- und Inkreiskonstruktion des Sechsecks geübt werden. Der richtige Gebrauch von dünnen und breiten Volllinien bzw. Mittellinien ist zu beachten.

Die Übungen des manuellen Zeichnens können im 2D-Bereich nachvollzogen werden. Zeitsparende verkürzende Verfahren wie Rotationsanordnungen oder Spiegelungsverfahren müssen besondere Beachtung finden.

Werden die prismatischen Grundkörper nicht als Regelkörper (Solids) eingesetzt sondern per Extrusion erzeugt, spielen die Grundkonstruktionen auch in 3D eine wichtige Rolle.

Aufgaben:

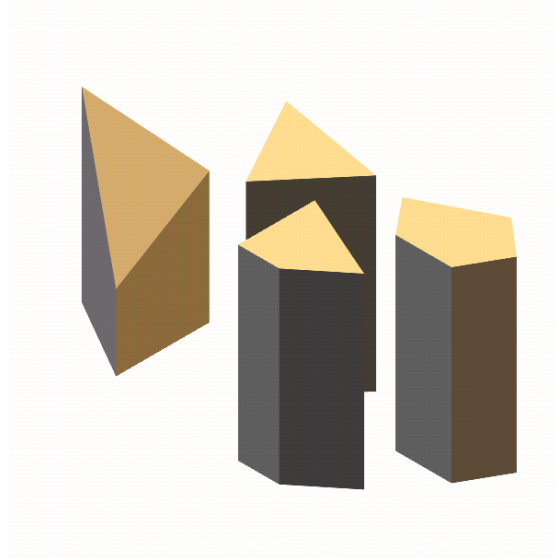
- Konstruiere ein gleichseitiges Dreieck mit $AB = r$ (Arbeitsblatt 243 – 01).
- Zeichne ein Viereck (Quadrat) mit Hilfe des Umkreises.
- Halbiere die Seiten des Quadrates und zeichne ein Achteck.
- Konstruiere ein regelmäßiges Sechseck mit Hilfe des Umkreises, indem der Halbmesser (r) sechsmal auf dem Kreis abgetragen wird.
- Zeichne das Sechseck ohne Zirkel mit Hilfe des 30° - Winkels.
- Verwende den 60° - Winkel und konstruiere ein regelmäßiges Sechseck durch Anlegen von Tangenten an den Inkreis.
- Führe die Zeichnungen in 2D-CAD aus.



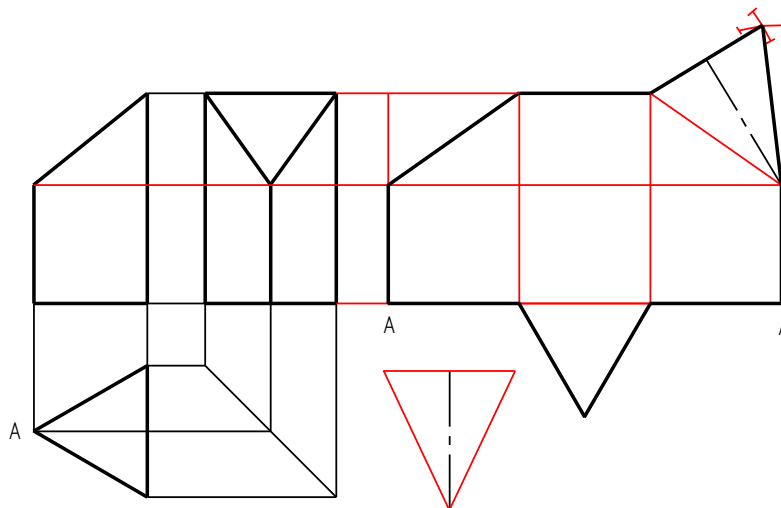
2. Prismenschnitte und Abwicklung

Prismen sind ebenflächig begrenzte Körper. Grund- und Deckflächen sind Vielecke (Polygone), die kongruent (deckungsgleich) sind. Die Seitenflächen sind Parallelogramme. Regelmäßige gerade Prismen haben ein regelmäßiges Vieleck als Grundfläche. Die Seitenflächen sind Rechtecke.

Ein schräg geschnittenes Dreikantprisma zeigt in keiner der drei Ansichten die schräge Fläche in wahrer Größe. Diese muss aus den wahren Längen und Breiten ermittelt werden. Schneidet man entlang einer Seitenkante auf und klappt die drei Seitenflächen, die Grundfläche und die wahre Größe der Deckfläche in die Zeichenebene erhält man die Abwicklung.



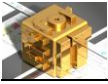
Das Ausbreiten der gesamten Oberfläche eines Körpers in die Zeichenebene heißt „abwickeln“. Die ebene Figur, die dabei entsteht, ist die „**Abwicklung**“ des Körpers. Die Umrisskanten werden als breite Volllinien, die innen liegenden Körperkanten als dünne Volllinien gezeichnet.



Die Konstruktion von Abwicklungen bleibt auch bei CAD-Einsatz zumindest im Schulbereich in der Regel dem manuellen Zeichnen überlassen. Versieht man die Außenkanten mit Klebekanten wird aus einer exakt erstellten Abwicklung schnell ein anschauliches Modell.

Aufgabe:

- Konstruiere Dreitafelbild und Abwicklung eines schräg geschnittenen Dreikantprismas, ergänze Klebekanten und baue ein Papiermodell.



3. Weitere Prismenschnitte

Das regelmäßige Sechskantprisma gehört zu den geometrischen Grundkörpern, die auch häufig in technischen Anwendungen zu finden sind. Das Sechskantprofil eines Schraubenkopfes ist das bekannteste Beispiel. Zur Konstruktion des regelmäßigen Sechsecks können verschiedene Maße und Angaben gemacht werden (siehe Arbeitsblatt E3-03). Die wichtigsten sind Eckmaß und Schlüsselweite, die sich berechnen lassen:

Schlüsselweite:

$$SW = 0.5 \cdot \sqrt{3} \cdot e = 0.866 \cdot e$$

Beispiel:

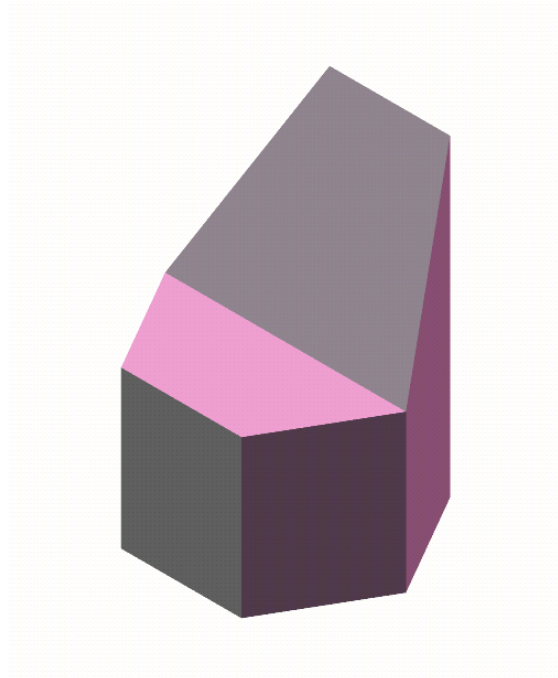
$$e = 27.7; SW = 0.866 \cdot 27.7 = 24 \text{ mm}$$

Eckmaß:

$$e = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot SW = 1.155 \cdot SW$$

Beispiel:

$$SW = 24; e = 1.155 \cdot 24 = 27.7 \text{ mm}$$



Schlüsselweitenmaße sind durch die Großbuchstaben SW gekennzeichnet und nach DIN 475 zu wählen. Schlüsselweiten und Eckmaße für Sechskantschrauben und –muttern sind der Tabelle nach DIN ISO 272 zu entnehmen.

Die manuelle Konstruktion eines regelmäßigen Sechskantprismas beginnt mit der Draufsicht, die mit Hilfe des In- oder Umkreises gezeichnet wird. Durch die Höhe h werden Vorder- und Seitenansicht bestimmt. Veränderungen werden anhand von markanten Punkten in die Ansichten übertragen. Dabei ist die Beschriftung der Kanten mit Großbuchstaben (A – F) sehr nützlich. Dies gilt in besonderer Weise beim Übertragen der Größen in Abwicklung und Raumbild. Die Konstruktion des Raumbildes beginnt mit der Grundfläche, die aus der Draufsicht übertragen wird.

Im Mittelpunkt der 2D-CAD-Konstruktion soll der Vergleich mit dem manuellen Zeichnen stehen. Dabei müssen verschiedene Lösungswege erörtert und verkürzende Verfahren genutzt werden (Methoden: drehen, spiegeln, anordnen etc.).

Das 3D-CAD-system bietet das Sechskantprisma entweder als Grundkörper (Solid) an oder ermöglicht die Erstellung durch Extrusion eines Sechsecks.

Aufgaben:

- Zeichne Dreitafelbild und Abwicklung eines schräg geschnittenen Sechskantprismas (Arbeitsblatt E3 - 03)
- Fertige ein Papiermodell
- Konstruiere die Aufgabe in 2D-CAD und 3D-CAD



4. Pyramidenschnitte

Ein Körper mit ebenen Seitenflächen von einem n -Eck zu einer Spitze heißt Pyramide. Steht die Spitze S senkrecht über dem Schwerpunkt der Grundfläche spricht man von einer geraden Pyramide.

Die Cheopspyramide zählt zu den sieben Weltwundern der Antike. In zwanzigjähriger Bauzeit um 2600 v.Chr. errichtet, ist sie die größte der insgesamt 90 altägyptischen Grabstätten der Pharaonen. Sie ist 146 m hoch und hat mit 230 m Seitenlänge ein Volumen von $2.500.000 \text{ m}^3$ und ein Gewicht von 5 Mio. Tonnen.

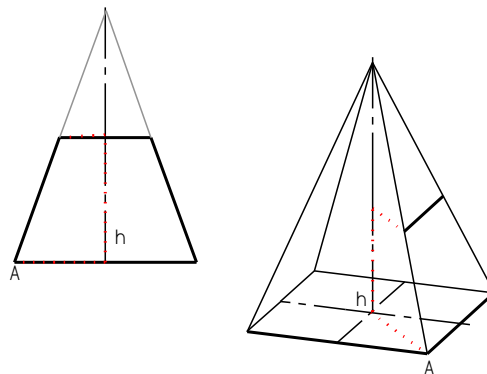


Foto: Ricardo Liberato (Wikipedia)

Eine gerade Pyramide mit quadratischer Grundfläche kann vereinfacht in einer Ansicht dargestellt werden. Der Seitenlänge wird dann ein Quadratzeichen vorangestellt (z.B. $\square 40$). Auch ein gerader Pyramidenstumpf mit quadratischer Grund- und Deckfläche kann auf diese Weise in einer Ansicht dargestellt sein.

Die Konstruktion des Raumbildes erfolgt über die Höhe und die Parallelen zu den Diagonalen der Grundfläche.

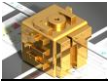
Zunächst werden je nach der zu zeichnenden Perspektive die Achsen in entsprechenden Winkeln angelegt. Die Pyramidenspitze liegt genau über dem Mittelpunkt. Die Pyramidenhöhe wird aus der Höhe des Grundkörpers übertragen. Die Veränderungen werden mit parallelen Schnitten erzeugt, von denen allerdings nur die zu den Punkten führenden Diagonalen eingezeichnet werden.



In 3D-Programmen steht in der Regel die Pyramide als Grundkörper zur Verfügung, der mit den üblichen Verfahren bearbeitet werden kann. 3D-Modellierer bieten dazu geführte Extrusionen von der Grundfläche zur Spitze an.

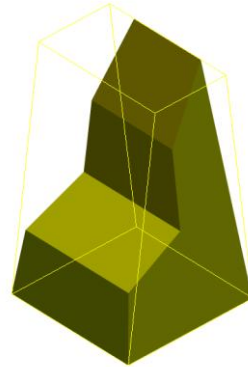
Aufgaben:

- Konstruiere Dreitafelbild und Raumbild (siehe Arbeitsblatt)
- Erzeuge die Aufgabe in 2D-CAD
- Skizziere die geschnittene Pyramide in verschiedenen Lagen
- Erzeuge sie in 3D-CAD
- Zeichne die Aufgabe, wenn die VA gleich bleibt aber die Draufsicht ein regelmäßiges Sechseck ist



5. Weitere Pyramidenschnitte

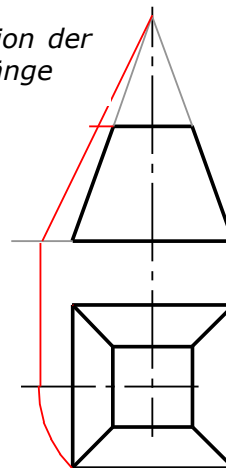
Schnitte an Dreikant-, Vierkant – oder Sechskantpyramiden kommen zwar in der Praxis nicht sehr häufig vor, bilden aber ideale Übungsaufgaben, wenn es um Erkennen und Konstruieren von wahren Längen und Größen geht. Das Bestimmen der wahren Länge von Strecken und der wahren Größe von Flächen, die zu keiner Projektionsebene parallel liegen erfolgt durch Drehen oder Umklappen. Dies fördert und fordert in besonderem Maße die räumliche Vorstellung.



Bei der Abwicklung von Pyramiden und abgestumpften Pyramiden wird zunächst die wahre Mantellänge ermittelt. Dazu ist je nach Lage eine Hilfskonstruktion nötig. Die Abwicklung der Pyramide ähnelt der eines Kegels.

Weder in der Vorderansicht noch in der Draufsicht liegen bei dieser Darstellung die zur Spitze laufenden Kanten parallel zu einer Projektionsebene. Sie erscheinen daher nicht in wahrer Länge. Eine Kante der Draufsicht wird daher so gedreht, dass sie in der Vorderansicht parallel zur Projektionsebene liegt und in wahrer Länge erscheint. Für die Abwicklung wird die Seitenkante mit der wahren Länge als Kreisbogen gezeichnet, auf den die Seiten der Grundfläche viermal übertragen wird.

Konstruktion der wahren Länge



Das Drehen und Klappen von Strecken und Flächen geschieht mit CAD-spezifischen Befehlen, die in allen Programmen enthalten sind.

In Grundkörper orientierten 3D-Programmen können Pyramiden und Pyramidenstümpfe durch Eingabe von Kantenanzahl und entsprechenden Maßen erzeugt werden. 3D-Volumenmodellierer führen etwas umständlicher über geführte Extrusionen oder Schnittfolgen zum Ziel.

Aufgaben:

- Konstruiere Dreitafelbild und Abwicklung der Pyramide (Arbeitsblatt E3-05).
- Erzeuge die Aufgabe in 3D und 2D.
- Führe die Schnitte an entsprechenden Pyramiden durch, wenn die Grundfläche ein gleichseitiges Dreieck und/oder ein gleichseitiges Sechseck ist.
- Fertige Kartonmodelle an.