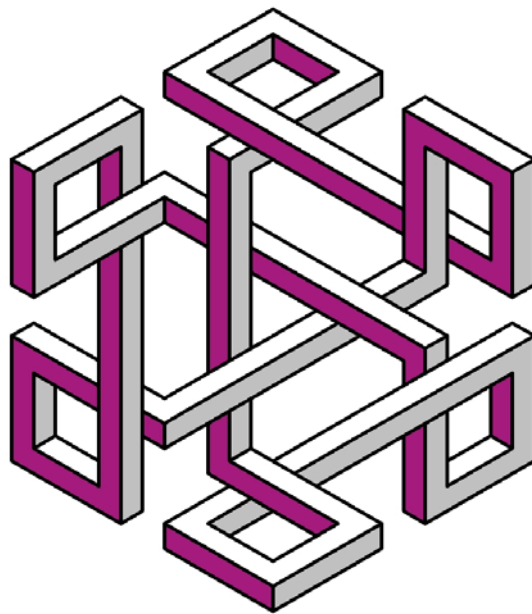


Die kompetenzorientierte Reifeprüfung

## Darstellende Geometrie



*Richtlinien und Beispiele für  
Themenpool und Prüfungsaufgaben*

Impressum:

Herausgeber und Verleger: Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur, 1010 Wien

Koordinatorin: Michaela Kraker  
Bischöfliches Gymnasium, Graz

Autorinnen und Autoren: Andreas Asperl, Markus Forstner, Dagmar Hochhauser, Manfred Husty, Michaela Kraker, Marlies Liebscher, Günter Maresch, Doris Miestinger, Otto Röschel, Elmar Wurm

Cover: Otto Röschel, TU Graz  
© BMUKK 10/2012

Die kompetenzorientierte mündliche  
Reifeprüfung im Unterrichtsgegenstand  
**Darstellende Geometrie**

*Empfehlende Richtlinien und Beispiele für  
Themenpool und Prüfungsaufgaben*

## Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkungen der Schulaufsicht .....	5
2. Zum Ablauf der mündlichen Reifeprüfung.....	6
3. Lehrplan für Darstellende Geometrie.....	9
4. Das Kompetenzmodell für Darstellende Geometrie.....	12
5. Themenpool für die mündliche Reifeprüfung.....	19
5.1 Allgemeine Bestimmungen.....	19
5.2 Kriterien für die Erstellung eines Themenpools.....	20
5.3 Vorschläge für Themenbereiche.....	21
6. Kompetenzorientierte Aufgabenstellungen.....	23
6.1 Kriterien für die Erstellung kompetenzorientierter Aufgaben.....	23
6.2 Erläuterungen zum Aufbau der Aufgaben.....	25
6.3 Vorwort zu den Aufgaben.....	26
6.4 Beispiele für kompetenzorientierte Aufgabenstellungen.....	26
7. Hinweis zu weiteren kompetenzorientierten Aufgabenstellungen.....	46

### Autorinnen und Autoren:

Michaela Kraker (Projektleitung)  
Andreas Asperl  
Markus Forstner  
Dagmar Hochhauser  
Manfred Husty  
Marlies Liebscher  
Günter Maresch  
Doris Miestinger  
Otto Röschel  
Elmar Wurm

# 1. Vorbemerkungen der Schulaufsicht

Marlies Liebscher

Der vorliegende Leitfaden zur Vorbereitung auf die mündliche Prüfung in Darstellender Geometrie im Rahmen der standardisierten kompetenzorientierten Reifeprüfung ab dem Sommertermin 2015 ist Bestandteil einer Serie, die das BMUKK in Auftrag gegeben hat.

Ziel dieser Handreichungen ist es, den Lehrerinnen und Lehrern Unterstützung bei der Vorbereitung ihrer Schülerinnen und Schüler auf die neue Form der Reifeprüfung zu bieten. Um diesen Effekt optimal zu erzielen, ist es sinnvoll, diesen Leitfaden gemeinsam mit dem allgemeinen Leitfaden des BMUKK zur mündlichen Reifeprüfung an AHS zu lesen ([www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung.xml](http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung.xml)).

Für die Erarbeitung eines Kompetenzmodells, die Erstellung von lernzielorientierten Themenbereichen und kompetenzorientierten Aufgabenstellungen wurde vom BMUKK eine Arbeitsgruppe unter der Leitung der Praktikerin und Fachdidaktikerin, Frau Michaela Kraker, eingerichtet. Das Kompetenzmodell und die Texte der Handreichung wurden von Andreas Asperl (BRG 4, Waltergasse, Wien), Manfred Husty (Universität Innsbruck), Michaela Kraker (Bischöfliches Gymnasium Graz), Günter Maresch (Pädagogische Hochschule Salzburg) und Otto Röschel (Technische Universität Graz) gemeinsam erstellt. Dieser Leitfaden wird insbesondere durch das darin enthaltene neu entwickelte Kompetenzmodell allen Ansprüchen einer zeitgemäßen Fachwissenschaft und Fachdidaktik gerecht.

Das große Anliegen aller Gruppenmitglieder, vor allem jener, die in der Schulpraxis stehen und zusätzlich als ARGE-Leiter/innen für die Fachgruppe Verantwortung tragen, war es, diesen Leitfaden strukturiert, gut lesbar und praxisfreundlich zu gestalten. Das von dieser Expertengruppe erarbeitete Kompetenzmodell bildet die theoretische Grundlage für die vorgeschlagenen Themenbereiche und Musteraufgaben. Im Abschnitt zu den Aufgabenstellungen werden die Kriterien für eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung vorgestellt. Anschließend erfolgt die konkrete Umsetzung dieser Kriterien für das Fach Darstellende Geometrie anhand ausgewählter Beispiele. Jede Aufgabenstellung weist drei Teilaufgaben auf und bildet die drei Dimensionen der Kompetenzorientierung in idealer Weise ab. Bei Teilfrage a) wird immer eine Reproduktionsleistung überprüft, bei Teilfrage b) eine Transferleistung, und Teilfrage c) zielt auf Reflexionskompetenz ab. Dadurch wird der intendierte Perspektivenwechsel von einer Inhaltsorientierung hin zu einer Handlungsorientierung sowie zu einer reflektierten Anwendung von Wissen hervorragend abgebildet. Wesentlich sind die Hinweise, dass das neue Prüfungsformat auch ein neues Beurteilungsschema braucht, das die Vorgaben der LBVO deutlicher als bisher abbildet.

Themenbereiche und Aufgabenstellungen sind als Orientierungshilfen gedacht, da lt. RPVO die Themenbereiche von der Fachgruppe der Schule zu beschließen sind. Die Aufgabenstellungen werden individuell von der jeweiligen Prüferin/vom jeweiligen Prüfer gestellt.

Dieser Leitfaden stellt eine Serviceleistung dar und ist als Empfehlung gedacht. Die Schulaufsicht Österreichs betrachtet ihn als Grundlage für die mündliche Reifeprüfung in DG.

## 2. Zum Ablauf der mündlichen Reifeprüfung

Der Ablauf der Reifeprüfung wird in der Reifeprüfungsverordnung geregelt. Nachstehend werden die Bedingungen für die Wahl der Prüfungsgebiete und der zeitliche Ablauf der Vorbereitungsarbeiten sowie der mündlichen Klausurprüfung angegeben. Einzelne Teile des Textes sind der Reifeprüfungsverordnung (RPVO) und dem Schulunterrichtsgesetz (SchUG) entnommen (Stand Juli 2012). Sie wurden nicht einzeln gekennzeichnet.

### Auswahl der Prüfungsgebiete

Die mündliche Reifeprüfung umfasst je nach gewählter Anzahl der drei oder vier schriftlichen Klausurarbeiten drei oder zwei mündliche Teilprüfungen aus unterschiedlichen Prüfungsgebieten. Die bisherige Zuordnung in Fächergruppen entfällt und wird durch folgende Regelung ersetzt: Die Kandidatinnen und Kandidaten müssen die gewählten Prüfungsfächer in der Oberstufe in ausreichendem Wochenstundenausmaß besucht haben. Im Fall von drei mündlichen Teilprüfungen müssen insgesamt mindestens 15 Wochenstunden erreicht und auch besucht worden sein. Bei zwei Teilprüfungen reduziert sich diese Zahl auf mindestens 10 Wochenstunden. Wahlpflichtgegenstände zur Vertiefung und Erweiterung besuchter Pflichtgegenstände können berücksichtigt werden, sofern sie von der Kandidatin oder dem Kandidaten besucht wurden.

Die Bekanntgabe der Prüfungsgebiete durch die Kandidatin oder den Kandidaten hat bis zum 15. Jänner der letzten Schulstufe zu erfolgen.

### Themenbereiche und Aufgaben

Die Aufgabenstellungen der mündlichen Prüfung sind sogenannten Themenbereichen zuzuordnen. Diese Themenbereiche werden bis spätestens Ende November der letzten Schulstufe für jede Abschlussklasse oder -gruppe von der Fachlehrerinnen- und Fachlehrerkonferenz an der betreffenden Schule beschlossen und den Schülerinnen und Schülern in geeigneter Weise nachweislich bekannt gegeben.

Die Anzahl der Themenbereiche orientiert sich am Stundenausmaß in der Oberstufe (Jahreswochenstunden mal drei). Sie ist aber auf 24 Themenbereiche beschränkt.

Jede Prüferin oder jeder Prüfer hat zu jedem Themenbereich zumindest eine kompetenzorientierte Aufgabenstellung auszuarbeiten. Wenn mehr als eine Kandidatin bzw. ein Kandidat das Prüfungsgebiet gewählt hat, sind mindestens zwei kompetenzorientierte Aufgabenstellungen pro Themenbereich zu erstellen.

Die Aufgabenstellungen haben kompetenzorientiert formuliert zu sein und können in voneinander unabhängige Aufgaben mit Anforderungen in den Bereichen Reproduktions- und Transferleistung sowie der Reflexion und Problemlösung gegliedert sein.

Die Abschnitte 5 und 6 dieser Handreichung widmen sich genaueren Ausführungen zur Erstellung der Themenpools und der zugehörigen Aufgabenstellungen.

### Vorbereitung in der unterrichtsfreien Zeit

In der unterrichtsfreien Zeit vor der mündlichen Reifeprüfung können Arbeitsgruppen zur Vorbereitung eingerichtet werden. Dafür stehen bis zu vier Unterrichtseinheiten pro Prüfungsgebiet zur Verfügung.

### **Auswahl des Themenbereichs und der Aufgabenstellung bei der mündlichen Reifeprüfung**

Nach Aufruf der Kandidatin oder des Kandidaten zieht sie oder er zwei Bereiche aus den vorbereiteten Themenbereichen. Dabei ist sicherzustellen, dass die Kandidatin oder der Kandidat nicht bereits vorher erkennen kann, welche Themenbereiche sie oder er wählt. Aus den beiden gezogenen Themenbereichen wählt anschließend die Kandidatin oder der Kandidat einen zur Prüfung aus.

Beide gezogenen Themenbereiche sind danach wieder in den Pool der Themenbereiche zurückzulegen. Bei jedem Ziehvorgang steht daher der gesamte Pool an Themenbereichen zur Verfügung.

Zum gewählten Themenbereich hat dann die Fachprüferin oder der Fachprüfer eine der vorbereiteten Aufgabenstellungen auszuwählen und der Kandidatin oder dem Kandidaten schriftlich vorzulegen.

### **Vorbereitungszeit bei der mündlichen Reifeprüfung aus Darstellender Geometrie**

Zur Vorbereitung auf die mündliche Teilprüfung aus Darstellender Geometrie sind mindestens 20 Minuten als Vorbereitungszeit zur Verfügung zu stellen. Ist der Aufwand zur Bearbeitung einer Aufgabenstellung groß, so ist eine längere Vorbereitungszeit als 20 Minuten möglich und empfehlenswert. Sind im Aufgabenpool auch solche Aufgabenstellungen enthalten, ist aufgrund der zufälligen Auswahl des Themenbereiches für alle Kandidatinnen und Kandidaten diese verlängerte Vorbereitungszeit vorzusehen.

### **Die mündliche Teilprüfung**

Die Prüfungsdauer für jede mündliche Teilprüfung darf zehn Minuten nicht unterschreiten und 20 Minuten nicht überschreiten. Für jede mündliche Teilprüfung ist nicht mehr Zeit zu verwenden als für die Gewinnung einer sicheren Beurteilung erforderlich ist. Das Prüfungsgespräch hat dialogisch und kompetenzorientiert zu erfolgen.

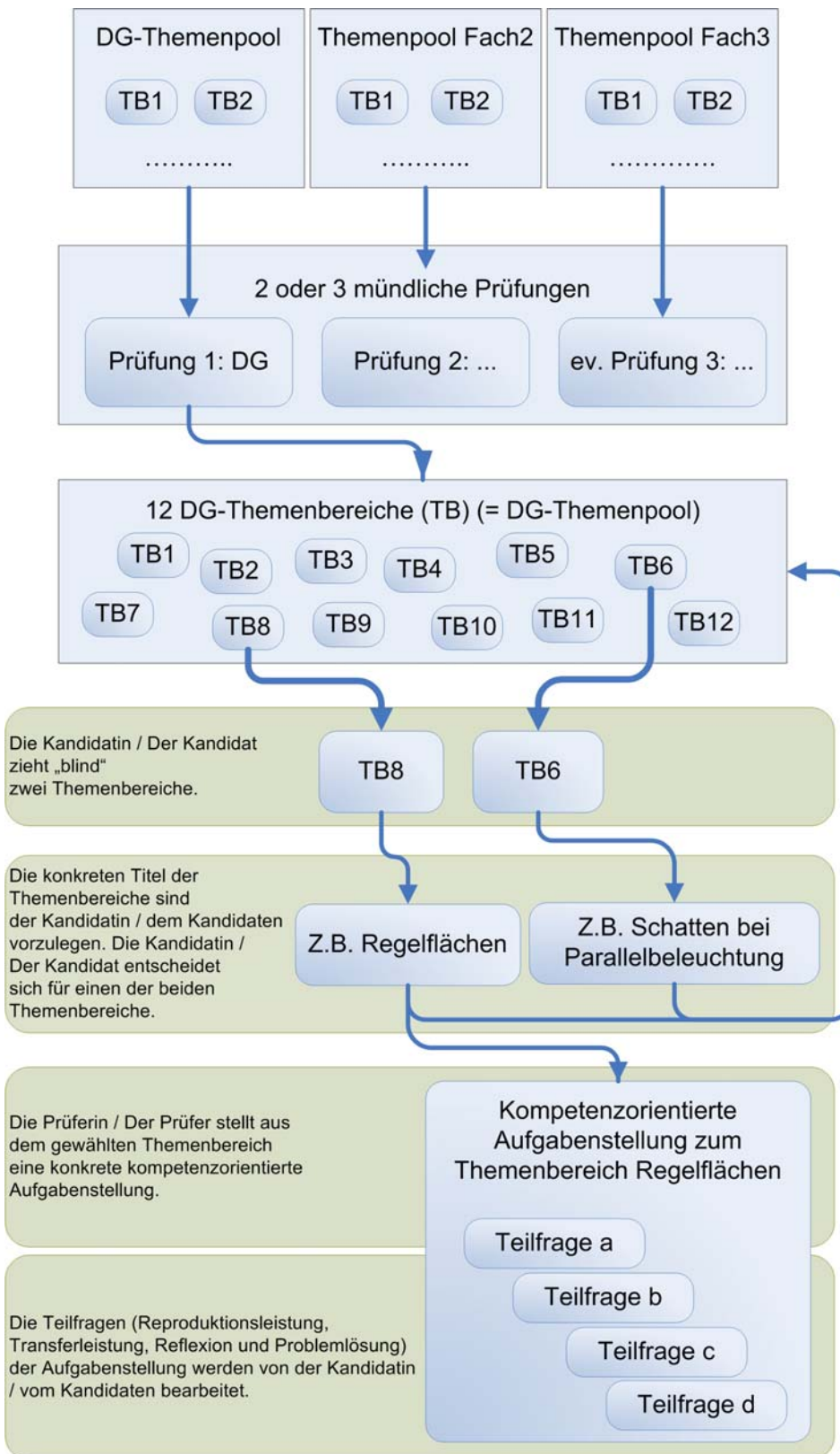
### **Beurteilung**

Die Zusammensetzung der Prüfungskommission ist im SchUG § 35 geregelt. Dort wird die Nominierung einer fachkundigen Beisitzerin oder eines fachkundigen Beisitzers durch die Schulleitung festgelegt. Wenn dafür im Fach Darstellende Geometrie keine fachkundige Lehrerin oder kein fachkundiger Lehrer zur Verfügung steht, hat die Schulbehörde erster Instanz diese Nominierung vorzunehmen.

Die Beurteilung der Leistung folgt den Regeln des § 38 SchUG auf Basis eines begründeten und einvernehmlichen Beurteilungsvorschlags durch Fachprüferin oder Fachprüfer und Beisitzerin oder Beisitzer.

Die folgende Grafik soll einen raschen Überblick über den Ablauf der mündlichen Reifeprüfung ermöglichen.

# Überblick über den Ablauf der mündlichen Reifeprüfung



Für die einzelnen Prüfungsgebiete der mündlichen Prüfung sind durch (Fach)lehrerkonferenzen Themenbereiche festzulegen und den Schülerinnen und Schülern bekannt zu geben.

Je nach Anzahl der Klausuren (4 oder 3) sind 2 bzw. 3 mündliche Prüfungen aus unterschiedlichen Prüfungsgebieten abzulegen. Die bisherige Zuordnung in Fächergruppen entfällt.

Pro Jahreswochenstunde in der Oberstufe sind mindestens drei, aber insgesamt maximal 24 Themenbereiche zu ermitteln. Bei einem 4-stündigen DG-Unterricht ergeben sich 12 DG-Themenbereiche.

**§ 37 Abs. 2 Z 4 SchUG:**  
 (2) Die Aufgabenstellungen sind wie folgt zu bestimmen: ...  
 4. für die einzelnen Prüfungsgebiete der mündlichen Prüfung sind durch (Fach)lehrerkonferenzen Themenbereiche zu erstellen. Der Prüfungskandidat hat zwei der Themenbereiche zu wählen, wobei zu gewährleisten ist, dass ihm nicht bekannt ist, welche Themenbereiche er gewählt hat. Diese beiden Themenbereiche sind dem Prüfungskandidaten sodann vorzulegen, der in weiterer Folge sich für einen dieser Bereiche zu entscheiden hat, aus dem ihm vom Prüfer oder von den Prüfern eine Aufgabenstellung vorzulegen ist.



### 3. Lehrplan für Darstellende Geometrie

Grundlage der Aufgabenstellung für die mündliche Reifeprüfung sind die methodischen und die fachdidaktischen Kompetenzen des Lehrplans, die in den Kapiteln „Bildungs- und Lehraufgabe“ sowie „Didaktische Grundsätze“ des Lehrplans festgehalten sind. Daher wird im Folgenden der Lehrplan für das Unterrichtsfach Darstellende Geometrie angegeben.

#### Bildungs- und Lehraufgabe:

Die Bedeutung der Darstellenden Geometrie in der allgemein bildenden höheren Schule beruht auf folgenden wesentlichen Aspekten:

- die Grundsätze der Geometrie sind die Basis für zeitlose, unveränderliche und in vielen Gebieten anwendbare Denkstrukturen und haben daher den Charakter einer Schlüsselqualifikation
- die Geometrie als Mittel zur eindeutigen Beschreibung von Raumsituationen ist das adäquate Instrument zur Analyse und Lösung räumlicher Probleme
- das händische Konstruieren einerseits und die Verwendung zeitgemäßer 3D-CAD-Software andererseits fördern das Erkennen bzw. die Kenntnis der geometrischen Zusammenhänge
- das Arbeiten mit virtuellen Objekten erfordert ein hohes Maß an räumlichem Vorstellungsvermögen

Die Schülerinnen und Schüler sollen durch den Einsatz klassischer konstruktiver Methoden und zeitgemäßer CAD-Technologien befähigt werden, folgende Ziele zu erreichen:

- Weiterentwicklung der Raumvorstellung und des konstruktiven Raumdenkens
- Erfassen, Analysieren und sprachlich angemessenes Beschreiben geometrischer Formen und Strukturen
- Erkennen der zur Festlegung eines Objekts notwendigen geometrischen Parameter
- Modellierung abstrakter und angewandter Objekte aus der Umwelt der Schülerinnen und Schüler
- Lösen räumlicher Aufgaben unter Verwendung adäquater geometrischer Methoden und geeignete Dokumentation der Ergebnisse
- Förderung der algorithmischen Denkfähigkeit durch die Beschäftigung mit raumgeometrischen Problemen
- Anfertigen von geometrisch richtigen Handskizzen räumlicher Objekte
- Lesen und Herstellen von Rissen räumlicher Gebilde
- Befähigung zum sinnvollen Einsatz geeigneter 3D-CAD-Software

Die Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, Querverbindungen zur Mathematik, zur Informatik, zu den Naturwissenschaften, zur Technik und zur bildenden Kunst zu erkennen und geometrische Grundkenntnisse auf naturwissenschaftliche und technische Problemstellungen anzuwenden.

Der Unterricht in Darstellender Geometrie bildet die Brücke zwischen den realen Objekten der Umwelt und den Modellen im virtuellen Raum. Der dazu notwendige Abstraktionsschritt fördert folgende Handlungskompetenzen:

- Sachkompetenz (Verstehen räumlicher Zusammenhänge; Lösen räumlicher Problemstellungen; Verwenden geometrischer Erkenntnisse als sprachunabhängiges Kommunikationsmittel usw.)
- Methodenkompetenz (Fähigkeit der Anwendung analytischer und konstruktiver Verfahren; Einsatz adäquater Methoden wie Freihandskizzen, Konstruktionszeichnungen und 3D-CAD-Software; Präsentation der Ergebnisse unter Verwendung geeigneter Medien usw.)
- Sozialkompetenz (Team-, Gruppen- und Partnerarbeit; Argumentieren und Begründen eigener Erkenntnisse usw.)
- Selbstkompetenz (Fähigkeit zum strukturierten Denken; Kreativität; Reflexionskompetenz usw.)

#### Beitrag zu den Aufgabenbereichen der Schule:

Die bereits im Lehrplan der Unterstufe definierten Beiträge im Gegenstand Geometrisches Zeichnen sind altersadäquat weiter zu entwickeln und zu vertiefen.

## Beiträge zu den Bildungsbereichen:

Sprache und Kommunikation:

Verbale Beschreibung geometrischer Objekte und Vorgänge; geometrische Erkenntnisse als Mittel der interkulturellen Verständigung; Präzision der Sprachverwendung

Mensch und Gesellschaft:

Vorbereitung auf die Berufswelt und weiterführende Ausbildung (zB Zertifizierungen); adäquater Einsatz zeitgemäßer Medien; Präsentation eigener Arbeiten (zB in virtuellen Galerien im Internet)

Natur und Technik:

Raumvorstellungs- und Intelligenztraining; Erfassen, Analysieren und Modellieren technischer Objekte; Lösen raumgeometrischer Probleme aus dem naturwissenschaftlichen und technischen Bereich; Orientierung in virtuellen 3D-Welten

Kreativität und Gestaltung:

Kreatives und individuelles Entwerfen geometrischer Objekte und Modelle sowie deren Präsentation auch mit modernen Medien

Gesundheit und Bewegung:

Förderung räumlicher Orientierungsfähigkeit; Übungen zur kinetischen Raumvorstellung

## Didaktische Grundsätze:

Ausgehend von bekannten räumlichen Objekten aus der Vorstellungswelt der Schülerinnen und Schüler sind geometrische Grundbegriffe zu erarbeiten. Damit wird der Schritt von der unmittelbaren Objektbetrachtung zur selbstständigen Raumvorstellung erleichtert.

Dreidimensionale Objekte sind hinsichtlich ihrer Formen, Strukturen und geometrischen Gesetzmäßigkeiten zu analysieren und durch die zur Festlegung notwendigen Parameter zu beschreiben. Dies bildet die Grundlage für die konstruktive Erfassung und die 3D-Modellierung von Raumobjekten.

Das räumliche Vorstellungsvermögen wird vor allem geschult, wenn die Lösungsstrategien anhand der räumlichen Gegebenheiten -nach Möglichkeit am Originalobjekt oder an einem Modell - entwickelt werden. Durch die Beschäftigung mit raumgeometrischen Aufgaben ist die algorithmische Denk- und Problemlösefähigkeit zu fördern. Zur Stützung der Raumanschauung sind axonometrische Risse und Handskizzen zu verwenden.

Freihandzeichnungen haben den gesamten Unterricht zu begleiten. Dabei ist auf das Einhalten der Proportionen und der geometrischen Abbildungsregeln zu achten. Das computerunterstützte Modellieren von Raumobjekten ist durch die Anfertigung geometrisch richtiger Handskizzen vorzubereiten.

Bei Konstruktionen in den Hauptrissen ist ein dazu paralleles Arbeiten in einem axonometrischen Bild anzustreben. Das Erarbeiten der Grundprinzipien räumlicher Konstruktionen ist in einfachster Aufstellung durchzuführen -die Umsetzung in aufwändigen Projekten ist mit Unterstützung geeigneter 3D-CAD-Software durchzuführen.

Bei der Lösung der Aufgaben und Beispiele ist auf eine ausgewogene Aufteilung klassisch-konstruktiver und computerunterstützter Methoden zu achten. Strukturiertes Dokumentieren der wesentlichen Arbeitsschritte unterstützt den Transfer von Informationen.

Durch die Verwendung von teilweise vorgefertigten Arbeitsblättern ist das Lösen umfangreicherer Aufgaben auf die wesentlichen konstruktiven Schritte zu fokussieren.

Aus den Naturwissenschaften und der Mathematik vertraute Begriffe sind auch im Unterricht der Darstellenden Geometrie zu verwenden. Mit Hilfe von Problemstellungen aus Technik, Architektur, Design und Kunst, die den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler entsprechen, ist geometrisches Wissen und Können zu entwickeln und zu festigen.

Zur Sicherung des Unterrichtsertrages bieten sich Einzel-, Team- und Gruppenarbeiten, Projektarbeiten und regelmäßige Hausübungen an. Der Zeitrahmen für Schularbeiten ist dem Abschnitt „Leistungsfeststellung“ des dritten Teiles zu entnehmen.

## Lehrstoff:

### 7. und 8. Klasse:

Die Schülerinnen und Schüler sollen Verständnis für Projektionen als Abbildungen entwickeln und Risse herstellen können

- Verstehen von Koordinatensystemen (zB kartesische Welt- und Benutzerkoordinatensysteme)
- Erkennen von Projektionen als Abbildungen
- Erarbeiten der Eigenschaften von Parallel- und Zentralprojektion
- Herstellen von Hauptrissen (Grund-, Auf-, Kreuzriss) und axonometrischen Rissen sowie von Zentralrissen im Durchsverfahren

Die Schülerinnen und Schüler sollen das Arbeiten mit 3D-CAD-Software lernen

- Modellieren von Objekten aus Grundkörpern durch:
  - Kongruenztransformationen
  - Skalierung
  - Boolesche Operationen (Vereinigung, Durchschnitt und Differenz)
  - Erzeugen besonderer Polyeder (zB Platonische Polyeder)

Die Schülerinnen und Schüler sollen grundlegende Konstruktionsprinzipien verstehen und mit deren Hilfe anwendungsorientierte Probleme der Raumgeometrie lösen können

- Bearbeiten von Lageaufgaben in anschaulichen Parallelrissen und deren Anwendung (zB Durchdringungen ebenflächig begrenzter Objekte, Schatten bei Parallelbeleuchtung)
- Einsetzen von zugeordneten Normalrissen zum Messen von Strecken und Winkeln, sowie zum Lösen von Schnittaufgaben
- Herstellen von Normalrissen von Kreisen
- Konstruieren ebener Kugelschnitte
- Verwenden des Seitenrisses als Konstruktionshilfe

Die Schülerinnen und Schüler sollen grundlegende Eigenschaften von Kurven erfassen

- Arbeiten mit Parameterdarstellungen von Kurven (zB Kreis, Ellipse, Schraublinie)
- Erarbeiten des Tangentenbegriffes
- Erzeugen von Freiformkurven (zB Bézierkurven) und Kennenlernen von deren Eigenschaften

Die Schülerinnen und Schüler sollen das Bearbeiten von Flächen mit Hilfe geeigneter Methoden erlernen

- Unterscheiden von Flächen- und Volumsmodellen (Solids)
- Erfassen der Begriffe Tangentialebene, Flächennormale und Umriss
- punkt- und tangentialweises Ermitteln der Schnittkurven von Flächen

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit 3D-CAD-Software fortgeschritten modellieren und konstruieren können

- Generieren von Flächen- und Volumsmodellen durch Rotation und Extrusion (zB Drehflächen, allgemeine Pyramiden-, Prismen-, Zylinder- und Kegelflächen sowie die zugehörigen Solids)
- Analysieren und Erzeugen von Schieb- und Regelflächen anhand ausgewählter Beispiele
- Kennenlernen der Grundbegriffe und Eigenschaften von Freiformflächen
- Lösen raumgeometrischer Problemstellungen anhand von Beispielen aus Technik, Architektur, Design, Kunst usw.

## 4. Das Kompetenzmodell für Darstellende Geometrie

Die neue „Standardisierte, kompetenzorientierte Reifeprüfung“ fokussiert sich - wie bereits im Namen erkennbar – auf Standardisierung und Kompetenzen.

Die Standardisierung zielt auf Vergleichbarkeit der Leistungen der Kandidatinnen und Kandidaten ab, während die Kompetenzorientierung auf die nachhaltig verfügbaren Fähigkeiten und Fertigkeiten Bezug nimmt.

Zur Analyse und Beurteilung der allgemein kognitiven und fachlichen Kompetenzen benötigt man als Bezugssystem ein Kompetenzmodell.

Das vorliegende Kompetenzmodell geht im Einklang mit den deutschsprachigen Ländern auf den Kompetenzbegriff von F. E. Weinert zurück.

Unter Kompetenzen versteht man nach Weinert

*die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können.*

[F. E. Weinert, 2001, Leistungsmessung in Schulen, Beltz Verlag, Weinheim u. Basel].

Schülerinnen und Schüler sollen dem folgend in der Lage sein, selbstständig vertraute und neue Aufgabenstellungen in verschiedenartigen Situationen erfolgreich bearbeiten beziehungsweise lösen zu können. Die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sollen nachhaltig zur Verfügung stehen.

Neben den fachspezifischen Kompetenzen sollen im Unterricht der Darstellenden Geometrie auch Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Teamfähigkeit gefördert werden.

Das vorliegende Kompetenzmodell für Darstellende Geometrie basiert auf dem Kompetenzmodell für Mathematik der Sekundarstufe II [Heugl, 2007, Bildungsstandards aus Mathematik für die Sekundarstufe II der AHS. Endbericht].

In der Geometrie beziehen sich geometrische Kompetenzen auf geometrische Handlungen, geometrische Inhalte und Komplexität der erforderlichen kognitiven Prozesse. Daher weist das vorliegende Kompetenzmodell drei Dimensionen auf, und zwar eine Handlungs-, eine Inhalts- und eine Komplexitätsdimension.

- Die **Handlungsdimension** weist die unterschiedlichen Tätigkeiten aus.
- Die **Inhaltsdimension** spiegelt den Lehrstoff des Lehrplans wider.
- Die **Komplexitätsdimension** beschreibt den Grad der Vernetzungen und das Ausmaß an nötigem Grund- und Reflexionswissen.

Zur genaueren Beschreibung der geometrischen Kompetenzdimensionen werden Teilbereiche ausgewiesen. Dabei werden „verwandte“ Handlungen zu vier Handlungsbereichen (H1 bis H4) und „verwandte“ Inhalte zu vier Inhaltsbereichen (I1 bis I4) zusammengefasst. Bei der Komplexitätsdimension werden drei verschiedene Komplexitätsbereiche (K1 bis K3) unterschieden.

Im Kompetenzmodell für Darstellende Geometrie können in den drei Dimensionen nachstehende Teilbereiche konkretisiert werden:

**Bereiche der Handlungsdimension:**

- H1: Analysieren, Modellbilden und Planen
- H2: Operieren
- H3: Interpretieren
- H4: Argumentieren und Begründen

**Bereiche der Inhaltsdimension:**

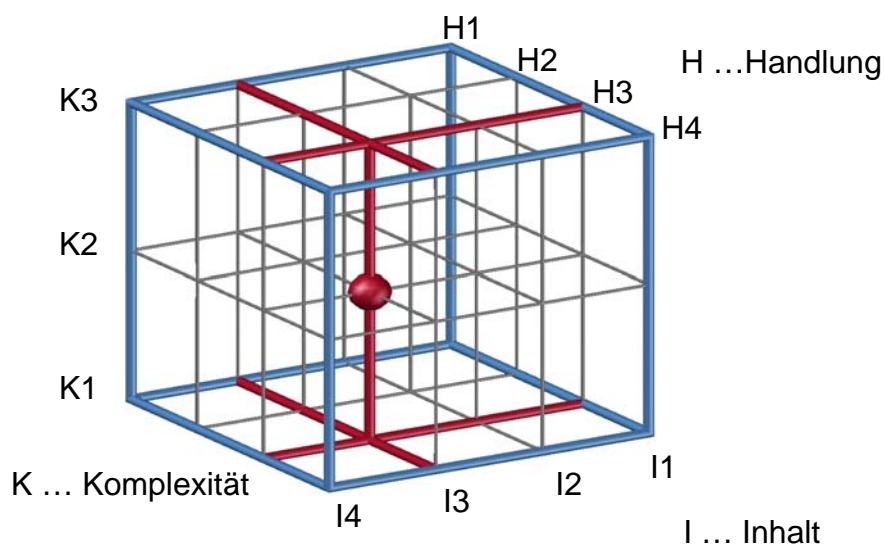
- I1: Geometrische Objekte und deren Eigenschaften
- I2: Relationen zwischen Objekten
- I3: Transformationen
- I4: Abbildungen und Risse

**Bereiche der Komplexitätsdimension:**

- K1: Einsetzen von Grundkenntnissen und -fertigkeiten
- K2: Herstellen von Verbindungen
- K3: Reflektieren, Einsetzen von Reflexionswissen

Die Planung kompetenzorientierter Unterrichtssequenzen und die Erstellung kompetenzorientierter Aufgaben sollen sich an diesem Kompetenzmodell orientieren. Dabei ist darauf zu achten, dass nicht nur geometrische Einzelkompetenzen sondern auch mehrere geometrische Kompetenzen gleichzeitig und vernetzt vorkommen.

In Hinblick auf die standardisierte kompetenzorientierte Reifeprüfung ist es wichtig, die nachhaltige Verfügbarkeit aller geometrischen Kompetenzen zu fördern. Daher ist es empfehlenswert, sämtliche Kompetenzbereiche kontinuierlich in die Unterrichtsarbeit einfließen zu lassen und die erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse in verschiedenartigen Situationen anzuwenden, regelmäßig zu festigen und zu vertiefen.



Eine fachspezifische Kompetenz wird in diesem Modell durch ein Tripel bestehend aus einem Handlungsbereich, einem Inhaltsbereich und einem Komplexitätsbereich

beschrieben. In einem dreidimensionalen Schaubild tritt die Kompetenz als Knoten in einem Gitter auf, das im Kompetenzquader visualisiert ist (z.B. H3, I3, K2).

Die Abbildung zeigt eine Kompetenz, die sich aus dem Handlungsbereich H3 (Interpretieren: z.B. „Deuten von Konstruktionsergebnissen im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung“), dem Inhaltsbereich I3 (Transformationen: z.B. „Spiegelungen“) und dem Komplexitätsbereich K2 (Herstellen von Verbindungen: z.B. „Kombinieren von Objekten, Relationen, Transformationen und Abbildungen“) zusammensetzt.

## Die Beschreibung der 3 Dimensionen

### Bereiche der Handlungsdimension

In der Darstellenden Geometrie spielen das Raumdenken und das algorithmische Denken eine herausragende Rolle. Dies findet seine Ausprägung in fast allen Handlungsbereichen.

Obwohl Denk- und Problemlöseprozesse nicht getrennt voneinander ablaufen, ist zur Beschreibung geometrischer Kompetenzen die Festlegung einzelner Ausprägungen nötig. Diese Ausprägungen sind bei allen Kompetenzbereichen exemplarisch aufgelistet und sollen eine Hilfestellung für die Zuordnung zu den Kompetenzbereichen bieten.

In der Handlungsdimension werden zentrale geometrische Tätigkeiten bzw. Tätigkeitsbereiche unterschieden und zu vier gleich bedeutsamen Handlungsbereichen zusammengefasst.

<p>H1 Analysieren, Modellbilden und Planen</p>	<p><b>Analysieren</b> meint das Erkennen der räumlichen Gesamtsituation und der geometrischen Zusammenhänge sowie die Zerlegung in Teilobjekte, das Erfassen von Relationen und Transformationen.</p> <p><b>Modellbilden</b> meint die Übertragung der aus der Analyse gewonnenen Erkenntnisse in eine idealisierte, vereinfachte, abstrahierte Repräsentationsform.</p> <p><b>Planen</b> meint das Auffinden und Auswählen von Strategien, die zur konkreten Erzeugung eines Modells bzw. der Lösung einer geometrischen Aufgabe führen.</p> <p>Dieser Handlungsbereich manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen und Erkennen geometrischer Objekte, Relationen und Transformationen</li> <li>• Identifizieren und Verstehen räumlicher Situationen und Zusammenhänge</li> <li>• Analysieren von Objekten der realen Umwelt und Erfassung ihres geometrischen Hintergrunds</li> <li>• Übersetzen von realen Situationen in geometrische Modelle</li> <li>• Modularisieren komplexer Aufgabenstellungen</li> <li>• Planen verschiedener Lösungsstrategien und Abwägung ihrer Problemadäquatheit</li> </ul>
------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequenzieren des gewählten Lösungswegs</li> <li>• Auswählen geeigneter Visualisierungsformen (z.B. Handskizze, reales oder virtuelles Modell, händische Konstruktionszeichnung, CAD-Konstruktion)</li> <li>• Auswählen eines geeigneten Abbildungsverfahrens</li> </ul>
H2 Operieren	<p><b>Operieren</b> meint nach erfolgter Planung die korrekte, sinnvolle und effiziente Durchführung von Konstruktionsabläufen mit geeigneten Medien und Visualisierungsformen (z.B. Handskizze, Konstruktionszeichnung, reale und virtuelle Modelle, CAD-Konstruktion). Operieren schließt die verständige und zweckmäßige Verwendung von 3D-CAD-Software mit ein.</p> <p>Dieser Handlungsbereich manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfertigen von geometrisch richtigen Freihandskizzen</li> <li>• Herstellen von Rissen</li> <li>• Übertragen eines gegebenen Sachverhalts in eine andere Darstellungsform und Wechseln zwischen den verschiedenen Darstellungsformen</li> <li>• Erzeugen und Bearbeiten von Objekten mit 3D-CAD-Software</li> <li>• Konstruieren in Parallelrissen</li> <li>• Konstruieren in Normalrissen</li> <li>• Beschreiben des Lösungsweges</li> <li>• Fortgeschrittenes und verständiges Umgehen mit 3D-CAD-Software</li> <li>• Präsentieren der Ergebnisse unter Verwendung geeigneter Medien</li> </ul>
H3 Interpretieren	<p><b>Interpretieren</b> meint die Erfassung und mentale Erzeugung dreidimensionaler Modelle aus unterschiedlichen Darstellungsformen.</p> <p>Dieser Handlungsbereich manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsetzen der Raumvorstellung</li> <li>• Aus Rissen die dazu gehörigen räumlichen Verhältnisse bzw. Proportionen denken (Raumdenken)</li> <li>• Erkennen räumlicher Zusammenhänge aus abstrakten geometrischen Darstellungen</li> <li>• Lesen und Deuten von Plänen und Angaben</li> <li>• Erkennen und Beschreiben von Zusammenhängen und Strukturen komplexer geometrischer Objekte</li> <li>• Deuten von Konstruktionsergebnissen im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung</li> </ul>
H4 Argumentieren und Begründen	<p><b>Argumentieren</b> meint das Anführen von geometrischen Überlegungen, die für oder gegen eine bestimmte Sichtweise/Entscheidung sprechen. Argumentieren erfordert eine korrekte und adäquate Verwendung der geometrischen</p>

	<p>Fachsprache.</p> <p><b>Begründen</b> meint die Angabe einer plausiblen Argumentation(skette), die zu bestimmten Schlussfolgerungen/Entscheidungen führt.</p> <p>Dieser Handlungsbereich manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden der Zeichnung als sprachunabhängiges Argumentations- und Kommunikationsmittel</li> <li>• Nennen von Argumenten, die für oder gegen die Verwendung eines bestimmten geometrischen Begriffs, eines Objektes, eines Modells, eines Abbildungsverfahrens, eines Konstruktionsprinzips oder eines bestimmten Lösungswegs sprechen</li> <li>• Angeben von Argumenten bzw. Argumentationsketten, die für oder gegen eine bestimmte Lösung oder Interpretation sprechen</li> <li>• Formulieren und Begründen von Vermutungen</li> </ul>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Bereiche der Inhaltsdimension

Die Auswahl der Inhalte folgt dem derzeit gültigen Lehrplan. Nach geometrischen Gesichtspunkten wurden diese Inhalte zu den folgenden vier Inhaltsbereichen zusammengefasst.

<p>I1 Geometrische Objekte und deren Eigenschaften</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koordinatensysteme <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kartesisch, polar</li> <li>○ Weltkoordinatensystem</li> <li>○ Benutzerkoordinatensysteme</li> </ul> </li> <li>• Lineare Grundelemente <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Punkt</li> <li>○ Gerade, Strecke</li> <li>○ Ebene, Polygone</li> </ul> </li> <li>• Kurven <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kreis, Kegelschnitte</li> <li>○ Freiformkurven</li> <li>○ Parameterdarstellungen</li> </ul> </li> <li>• Flächen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prismen, Pyramiden, Polyeder</li> <li>○ Kugel, Kegel, Zylinder</li> <li>○ Extrusionsflächen</li> <li>○ Drehflächen</li> <li>○ Schiebflächen</li> <li>○ Regelflächen</li> <li>○ Freiformflächen</li> </ul> </li> <li>• Volumsmodelle <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prismen, Pyramiden, Polyeder</li> <li>○ Kugel, Kegel, Zylinder</li> </ul> </li> </ul>
--------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Extrusionskörper</li> <li>○ Drehkörper</li> <li>○ Körper, die durch (oben genannte) Flächenteile begrenzt werden</li> <li>• Differentialgeometrische Eigenschaften <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tangente, Tangentialebene</li> <li>○ Flächennormale</li> </ul> </li> </ul>
I2 Relationen zwischen Objekten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnitte <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Schnitte linearer Grundelemente</li> <li>○ Durchdringung ebenflächig begrenzter Objekte</li> <li>○ Ebene Schnitte von Kugeln</li> <li>○ Ebene Schnitte von Zylinder und Kegel (Punkte und Tangenten)</li> <li>○ Durchdringung von gekrümmten Flächen</li> </ul> </li> <li>• Boolesche Operationen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vereinigung</li> <li>○ Differenz</li> <li>○ Durchschnitt</li> </ul> </li> <li>• Maßrelationen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Abstände</li> <li>○ Winkel</li> <li>○ Netze</li> </ul> </li> </ul>
I3 Transformationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiebung</li> <li>• Drehung</li> <li>• Spiegelung</li> <li>• Skalierung</li> </ul>
I4 Abbildungen und Risse	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektion und Riss</li> <li>• Parallelrisse <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Normalrisse</li> <li>○ Axonometrie</li> </ul> </li> <li>• Schatten in Parallelrissen</li> <li>• Zentralrisse</li> </ul>

### Bereiche der Komplexitätsdimension

Geometrische Fragestellungen unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der Handlung und des Inhalts, sondern auch hinsichtlich ihrer Komplexität.

Die Bearbeitung mancher Aufgabenstellungen erfordert die direkte Anwendung geometrischen Grundwissens, für andere Aufgaben ist zusätzlich eine Vernetzung mehrerer Inhalts- und Handlungsbereiche erforderlich. Wieder andere Fragestellungen benötigen den Einsatz von Reflexionswissen.

Dem folgend enthält das Modell drei Komplexitätsbereiche. Dabei ist zu beachten, dass die Komplexität einer Aufgabe nicht notwendigerweise mit der psychometrischen Schwierigkeit einer Aufgabe gekoppelt ist.

K1 Einsetzen von Grundkenntnissen und -fertigkeiten	<p><b>Einsetzen von Grundkenntnissen und -fertigkeiten</b> meint die Wiedergabe oder direkte Anwendung von grundlegenden geometrischen Begriffen, Objekten und Verfahren. In der Regel ist reproduktives geometrisches Wissen und Können oder die aus dem Kontext unmittelbar erkennbare direkte Anwendung von Kenntnissen bzw. Fertigkeiten erforderlich.</p>
K2 Herstellen von Verbindungen	<p>Das <b>Herstellen von Verbindungen</b> ist erforderlich, wenn der geometrische Sachverhalt vielschichtiger ist, so dass eine Kombination von mehreren Inhalts- und Handlungsbereichen zur Bearbeitung notwendig ist.</p> <p><b>Herstellen von Verbindungen</b> umfasst unter anderem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombinieren von Objekten, Relationen, Transformationen und Abbildungen</li> <li>• Kombinieren von Analyse und Modellbildung (Modellieren geometrischer Objekte nach einem Foto)</li> <li>• Kombinieren von Konstruktionen und Maßbestimmungen (aus konstruierten Objekten geometrische Größen bestimmen)</li> <li>• Anwenden von Analogieschlüssen</li> </ul>
K3 Reflektieren, Einsetzen von Reflexionswissen	<p><b>Reflektieren</b> meint das Nachdenken über geometrische Zusammenhänge, die aus dem dargelegten Sachverhalt nicht unmittelbar ablesbar sind.</p> <p><b>Reflexionswissen</b> ist ein durch entsprechende Nachdenkprozesse und daraus folgende Schlüsse entwickeltes Wissen.</p> <p><b>Reflektieren</b> umfasst unter anderem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachdenken über verschiedene geometrische Vorgangsweisen</li> <li>• Nachdenken über Vor- und Nachteile sowie Konsequenzen von Visualisierungsformen, Darstellungsmedien und geometrischen Modellen</li> <li>• Nachdenken über Interpretationen, Argumentationen oder Begründungen</li> </ul> <p><b>Reflexionswissen</b> in der Geometrie kann in vielfältiger Weise sichtbar werden z.B. durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begründen von Lösungswegen in der Dokumentation</li> <li>• Einsetzen „spezieller Aufstellung“ und geeigneter Visualisierungen für Interpretation und Argumentation</li> <li>• sachgerechtes Entscheiden über den Einsatz adäquater Zeichenmedien</li> <li>• Erkennen und eventuelles Korrigieren von numerischen und konstruktiven Ungenauigkeiten</li> <li>• Hinterfragen und Begründen von Entscheidungen</li> </ul>

## 5. Themenpool für die mündliche Reifeprüfung

### 5.1 Allgemeine Bestimmungen<sup>1</sup>

- **§ 37 Abs. 2 Z 4 SchUG:**

*(2) Die Aufgabenstellungen sind wie folgt zu bestimmen: ...*

*für die einzelnen Prüfungsgebiete der mündlichen Prüfung sind durch (Fach)Lehrerkonferenzen Themenbereiche zu erstellen. Der Prüfungskandidat hat zwei der Themenbereiche zu wählen, wobei zu gewährleisten ist, dass ihm nicht bekannt ist, welche Themenbereiche er gewählt hat. Diese beiden Themenbereiche sind dem Prüfungskandidaten sodann vorzulegen, der in weiterer Folge sich für einen dieser Bereiche zu entscheiden hat, aus dem ihm vom Prüfer oder von den Prüfern eine Aufgabenstellung vorzulegen ist.*

Alles Weitere gibt die Reifeprüfungsverordnung vor. Grundsätzlich orientiert sich die Anzahl der Themenbereiche am Stundenausmaß in der Oberstufe (Jahreswochenstunde mal drei), ist allerdings mit 24 Themen gedeckelt.

Die Verantwortung und Kompetenz für die Erstellung der Themenbereiche liegt bei den schulischen Fachkonferenzen, die darüber einen Beschluss fassen müssen.

Bei der Erstellung der Themenbereiche gelten folgende Grundsätze:

- Bis spätestens Ende November der letzten Schulstufe müssen für jede Abschlussklasse oder -gruppe die Themenbereiche von der Fachlehrerinnen- und Fachlehrerkonferenz beschlossen und – über die formelle Kundmachung hinaus – den Schülerinnen und Schülern in geeigneter Weise nachweislich bekannt gegeben werden.
- Die Themenbereiche für die Wahlpflichtgegenstände können von der jeweiligen Lehrkraft vorgeschlagen werden, bedürfen aber ebenfalls des Beschlusses der Fachlehrerinnen- und Fachlehrerkonferenz.
- Der von der Fachkonferenz erstellte (und beschlossene) „Themenpool“ hat verbindlichen Charakter.
- Grundsätzlich sollten die Themenbereiche auf alle Schulstufen aufgeteilt werden, es ist aber durchaus möglich, einen Themenbereich in unterschiedlichen Schulstufen zu behandeln.
- Die Themenbereiche haben sich an den verbindlichen Lehrplänen der Oberstufe zu orientieren, wobei alle lehrplanmäßigen Jahrgangsstufen zu berücksichtigen sind. Eine gleichmäßige Verteilung der Themenbereiche auf die einzelnen Schulstufen ist aber nicht notwendig.
- Ein Themenbereich muss jedenfalls eine erste Orientierung für die angehenden Kandidatinnen und Kandidaten ermöglichen, ohne bereits die konkrete Aufgabenstellung vorwegzunehmen.

---

<sup>1</sup> Das Kapitel 5.1 folgt dem Teil „Allgemeine Bestimmungen“ in „Mündliche Reifeprüfung“, Eine Handreichung zur 3. Säule, bm:ukk, Juni 2011 und ist den derzeit gültigen gesetzlichen Regelungen und den Erfordernissen des Faches Darstellende Geometrie angepasst.

- Die Fachkonferenzen können jährlich entscheiden, ob die Themenbereiche beibehalten oder einer Veränderung und Aktualisierung unterzogen werden.

## 5.2 Kriterien für die Erstellung eines Themenpools

Die in einem Themenpool zusammengefassten Themenbereiche orientieren sich am Lehrplan und dem Kompetenzmodell für Darstellende Geometrie. Bei der Erstellung sind auch die Bildungs- und Lehraufgaben und die allgemeinen Bildungsziele zu beachten. Die Festlegung der einzelnen lernzielorientierten Themenbereiche soll nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

- **Inhalt**

Bei der Auswahl von lehrplankonformen Inhalten sind alle lehrplanmäßigen Jahrgangsstufen zu berücksichtigen. Auch jahrgangsübergreifende Themenbereiche und inhaltliche Überschneidungen bei verschiedenen Themenbereichen sind möglich (z. B. kann der Inhalt „Differentialgeometrische Eigenschaften“ sowohl im Themenbereich „Eigenschaften von Kurven und Flächen“ als auch im Themenbereich „Durchdringung gekrümmter Objekte“ vorkommen).

- **Handlung**

Jeder Themenbereich muss so ausgewählt werden, dass bei der Bearbeitung der Aufgaben alle vier Handlungsbereiche des Kompetenzmodells abgedeckt werden können.

- **Vernetzung**

Themenbereiche können verschiedene Inhaltsbereiche miteinander verknüpfen (z.B.: Boolesche Operationen und Raumtransformationen).

- **Werkzeuge**

Der Lehrplan für das Fach Darstellende Geometrie fordert den Einsatz klassisch-konstruktiver und computerunterstützter Methoden in einem ausgewogenen Verhältnis. Dieses Verhältnis muss sich bei der Festlegung der Themenbereiche sowie der Auswahl einzelner Fragestellungen widerspiegeln. Trotzdem muss nicht jeder Themenbereich sowohl den Einsatz klassisch-konstruktiver als auch computerunterstützter Methoden erfordern.

Der folgende Themenpool ist als Anregung für die Diskussion in der Fachgruppe gedacht. Die tatsächliche Zusammenstellung der einzelnen Themenbereiche eines Themenpools erfolgt durch die Fachkonferenz an jeder einzelnen Schule.

### 5.3 Vorschläge für Themenbereiche

Die folgende Auflistung umfasst 15 Vorschläge für Themenbereiche.

Für das Fach Darstellende Geometrie mit 4 Jahreswochenstunden werden 12 Themenbereiche benötigt. Werden mehr Jahreswochenstunden unterrichtet, ist die Anzahl entsprechend zu erhöhen. Je nach Gewichtung im Unterricht können Themenbereiche weggelassen oder zu neuen Themenbereichen zusammengefasst bzw. erweitert werden. Natürlich können auch andere Themenbereiche neu erstellt werden.

Die Reihenfolge der folgenden Aufzählung orientiert sich im Wesentlichen an den Inhaltsbereichen des Kompetenzmodells und stellt keine Gewichtung der Themenbereiche dar.

- Eigenschaften von Kurven und Flächen (z.B. Parameterdarstellung von Kurven, differentialgeometrische Eigenschaften)
- Flächen und Körper, die durch Bewegung erzeugt werden
- Regelflächen
- Freiformkurven und -flächen
- Konstruktionen in zugeordneten Normalrissen (Kreisbilder, Lage- und Maßaufgaben)
- Angewandte raumgeometrische Probleme
- Ebene Schnitte und Durchdringung ebenflächig begrenzter Objekte
- Ebene Schnitte gekrümmter Objekte (Kugel, Zylinder, Kegel)
- Durchdringung gekrümmter Objekte
- Schatten bei Parallelbeleuchtung
- Boolesche Operationen und Raumtransformationen
- Freie Modellierung
- Erweiterter Einsatz computergestützter Methoden in der Geometrie
- Parallel- und Zentralrisse
- Platonische und Archimedische Polyeder

Exemplarisch wird für den Themenbereich „Regelflächen“ eine mögliche kompetenzorientierte Aufbereitung der Handlungsbereiche vorgestellt. Diese Auflistung erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

#### H1 Analysieren, Modellbilden und Planen

- Analysieren von Manifestationen von Regelflächen in der realen Umwelt
- Übersetzen einer realen Situation in ein vereinfachtes geometrisches Modell
- Planen einer konkreten Erzeugung eines Modells mit einer 3D-CAD-Software

## H2 Operieren

- Anfertigen einer geometrisch richtigen Freihandskizze eines Regelflächenmodells
- Herstellen und Bearbeiten von Regelflächen mit einer 3D-CAD-Software

## H3 Interpretieren

- Aus Rissen die zur Festlegung einer Regelfläche notwendigen Parameter erkennen
- Erkennen und Beschreiben des Zusammenhangs zwischen der Regelflächen- und Schiebflächenenerzeugung einer HP-Fläche

## H4 Argumentieren und Begründen

- Nennen von Argumenten, die für oder gegen die Erzeugung eines Modells eines einschaligen Drehhyperboloids durch Drehung eines Meridians oder einer Erzeugenden sprechen
- Über die Symmetrieeigenschaften einer HP-Fläche die Bedeutung des Scheitels begründen

Als mögliche Querverbindungen zu anderen Inhaltsbereichen bieten sich für den Themenbereich „Regelflächen“ folgende Verknüpfungen an:

- Kurven (z.B. Kegelschnitte)
- Differentialgeometrische Eigenschaften von Kurven und Flächen (z. B. Tangentialebene)
- Flächen und Körper, die durch Bewegung erzeugt werden (z. B. Drehflächen)

## 6. Kompetenzorientierte Aufgabenstellungen

Nach der Reifeprüfungsverordnung vom 30. Mai 2012 müssen die Aufgabenstellungen der mündlichen Reifeprüfung aus Darstellender Geometrie einen kompetenzorientierten Charakter aufweisen. In den folgenden Abschnitten werden die Kriterien zur Erstellung, der methodische Aufbau und exemplarische Beispiele für kompetenzorientierte Fragestellungen vorgestellt.

### 6.1 Kriterien für die Erstellung kompetenzorientierter Aufgaben

Kompetenzorientierung bedeutet, dass jede Aufgabenstellung die folgenden drei Anforderungsbereiche enthalten muss:

- a) eine Reproduktionsleistung,
- b) eine Transferleistung und
- c) eine Leistung im Bereich von Reflexion und Problemlösung.

Reproduktionsleistung	<p>Unter Reproduktionsleistung versteht man vor allem das Wiedergeben von geometrischen Grundkenntnissen und das rein reproduktive Nutzen von Arbeitstechniken.</p> <p>Reproduktionsleistung manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedergeben von Definitionen und gelerntem Fachwissen</li> <li>• Benennen und Beschreiben geometrischer Sachverhalte und Eigenschaften</li> <li>• Ausführen geometrischer Grundkonstruktionen</li> </ul>
Transferleistung	<p>Unter Transferleistung versteht man vor allem das selbstständige Anwenden und Vernetzen von geometrischen Grundkompetenzen.</p> <p>Transferleistung manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Analyse geometrischer Zusammenhänge und Raumsituationen</li> <li>• der Anwendung von bekannten Strategien zur Erzeugung geometrischer Modelle bzw. zur Lösung geometrischer Fragestellungen</li> <li>• der Durchführung von Konstruktionsabläufen mit geeigneten Medien und Visualisierungsformen.</li> </ul>
Leistung im Bereich von Reflexion und Problemlösung	<p>Unter Reflexionsleistung versteht man vor allem das Nachdenken über geometrische Zusammenhänge, die aus den dargelegten Sachverhalten nicht unmittelbar ablesbar sind.</p>

	<p>Reflexionsleistung manifestiert sich unter anderem in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfen und Bewerten unterschiedlicher Darstellungsformen und Konstruktionsabläufe</li> <li>• Argumentieren für oder gegen eine bestimmte Sichtweise/Entscheidung im Zusammenhang mit geometrischen Überlegungen</li> <li>• Hinterfragen und Begründen von Lösungswegen</li> <li>• Entwickeln von Konzepten für die Lösung geometrischer Problemstellungen</li> </ul>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



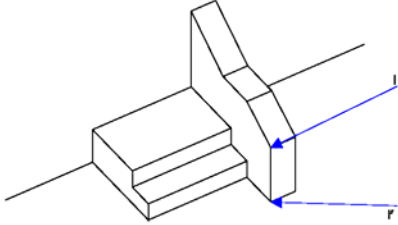
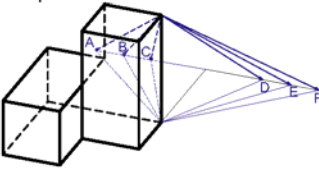






Bei der Erstellung der Aufgaben ist weiters zu beachten:

- Die Aufgabenstellung muss so gewählt werden, dass für die Beurteilung einer Aufgabe das Notenspektrum der fünfteiligen Notenskala, welche in der Leistungsbeurteilungsverordnung (LBVO) beschrieben ist, ausgeschöpft werden kann.
- Die Aufgabenstellung muss wesentliche Gesichtspunkte des Themenbereichs enthalten ohne jedoch den gesamten Themenbereich abzudecken.
- Der Umfang der Aufgabenstellung muss so gewählt werden, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat die Aufgabe in der Vorbereitungszeit bearbeiten kann. Dabei ist für das Fach Darstellende Geometrie eine längere Vorbereitungszeit als 20 Minuten möglich und empfehlenswert.
- Die Aufgabenstellung muss so gestellt sein, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der vorgegebenen Prüfungszeit (10 bis 20 Minuten) die unterschiedlichen Kompetenzen unter Beweis stellen kann.



## 6.2 Erläuterungen zum Aufbau der Aufgaben

Anhand einer ausgewählten Aufgabenstellung wird hier der Aufbau der in 6.4 angegebenen Beispiele erläutert.

Aufgabenstellung	Bemerkungen und Hinweise
<p style="text-align: center;">Themenbereich: Schatten bei Parallelbeleuchtung Eigen- und Schlagschatten</p> <p>a) Erkläre die Begriffe Eigen- und Schlagschatten eines Objekts bei Parallelbeleuchtung. Auf den Fotos sind verschiedene Objekte samt ihren Schatten bei Sonnenlicht zu sehen. Gib die Eigen- und Schlagschattenbereiche auf den Fotos an.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="font-size: small;">Quelle: D. Hochhauser      Quelle: commons.wikimedia.org, 2011-11-19, 11:11</p> <p>b) Konstruiere Eigen- und Schlagschatten des Objekts zur angegebenen Lichtrichtung I.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>c) Rechts siehst du den Schrägriss eines Objekts, das aus zwei Quadern besteht. Es steht auf der xy-Ebene. Außerdem sind sechs unterschiedliche Lichtrichtungen vorgegeben. Die Lichtpfeile beginnen alle im gleichen Objektpunkt. Sie enden in der xy-Ebene in den Punkten A, B, C, D, E und F.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Die unten abgebildeten Schlagschatten gehören zu den sechs angegebenen Lichtrichtungen. Die Bilder sind jedoch durcheinander geraten. Gib für jeden Schatten den Endpunkt des Lichtstrahls an und begründe deine Entscheidung.</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50%; margin: 2px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50%; margin: 2px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50%; margin: 2px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50%; margin: 2px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50%; margin: 2px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 50%; margin: 2px;">  </div> </div> <p style="font-size: x-small; text-align: center;">(Allen Abbildungen liegt die gleiche Projektionsrichtung zugrunde.)</p>	<p>Themenbereich</p> <p>Thema der kompetenzorientierten Aufgabe</p> <p>Formulierung von Fragen entsprechend den drei Anforderungsbereichen:</p> <p>a) Reproduktionsleistung</p> <p>b) Transferleistung</p> <p>c) Leistung im Bereich Reflexion und Problemlösung</p> <p>Bei der Formulierung der Aufgabenstellung ist darauf zu achten, dass die Fragen präzise und eindeutig formuliert sind, sodass der Kandidatin bzw. dem Kandidaten klar ist, auf welche Fragen sie bzw. er sich vorzubereiten hat.</p> <p>Es sind jedenfalls alle Leitfragen von der Kandidatin bzw. dem Kandidaten zu beantworten.</p> <p>Falls Fotos, Grafiken etc. verwendet werden, sind die Quellen anzugeben.</p>

### 6.3 Vorwort zu den Aufgaben

Der wesentliche Unterschied zu den bisherigen Aufgabenstellungen für die mündliche Reifeprüfung besteht darin, dass nun die Kompetenzorientierung klar ersichtlich werden muss. In den vorliegenden Beispielen werden daher die Reproduktionsleistung, die Transferleistung und die Leistung im Bereich Reflexion und Problemlösung jeweils getrennt abgefragt. Dabei kann es natürlich zu Überschneidungen kommen. Die hier vorgenommene Gliederung der Aufgaben stellt eine Möglichkeit, keinesfalls jedoch eine Verpflichtung für so eine Unterteilung dar.

Die Aufgabenstellungen wurden so gewählt, dass die für die Bearbeitung erforderliche Leistung eine Beurteilung in Hinblick auf die Notendefinition der Leistungsbeurteilungsverordnung ermöglicht. In vielen dieser Aufgaben wird die geforderte Leistung im Bereich Reflexion und Problemlösung für die Benotung mit der Note ‚Sehr gut‘ mit ausschlaggebend sein. Wir weisen darauf hin, dass die Aufgabenteile aus diesem Anforderungsbereich nur dann dem Bereich der Reflexion zuzuordnen sind, wenn sie nicht bereits im Unterricht in derselben Weise erarbeitet wurden.

Die Aufgaben wurden von verschiedenen Autorinnen und Autoren entworfen und weisen dementsprechend unterschiedliche Zugänge und Anspruchsniveaus auf. Sie spiegeln die große Vielfalt im Unterricht der Darstellenden Geometrie wider und sind als Resultat der jeweiligen Unterrichtssituation zu sehen.

Die folgenden Musterbeispiele sind als Anregungen und Diskussionsgrundlage für die Erstellung eigener Aufgaben zu sehen. Daher finden sich im Folgenden nur Beispiele zu sieben Themenbereichen, dafür aber je zwei unterschiedliche pro Themenbereich. Für die Bearbeitung der Aufgaben sind die technologischen Hilfsmittel heranzuziehen, die sich am besten dafür eignen.

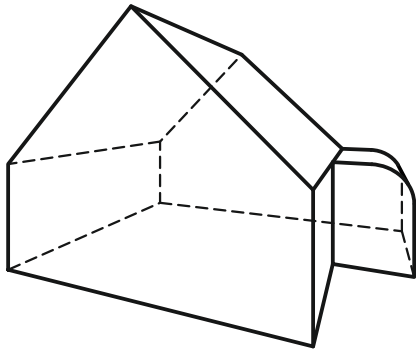
### 6.4 Beispiele für kompetenzorientierte Aufgabenstellungen

# Themenbereich: Parallel- und Zentralrisse

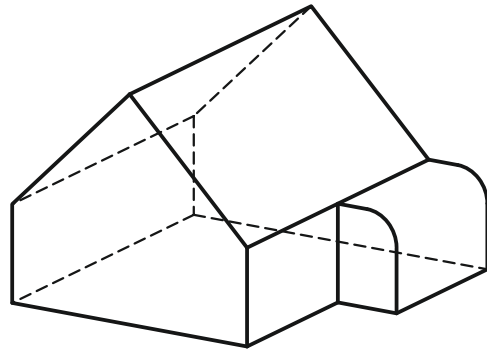
## Projektionen und Risse

---

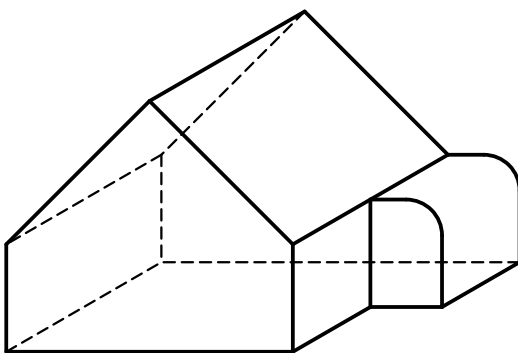
- a) Definiere die Begriffe Projektion und Riss. Beschreibe anhand von Freihandskizzen mindestens zwei Projektionsarten und ihre Eigenschaften. Erkläre die Begriffe Sehstrahl, Bildebene und Augpunkt.
- b) Gegeben sind Grund-, Auf- und Kreuzriss eines ebenflächig begrenzten Objekts, das einem Würfel eingeschrieben ist. Konstruiere auf dem Angabeblatt das axonometrische Bild und das perspektive Bild des Objekts, indem du das Objekt den vorgegebenen Würfelbildern einschreibst.
- c) Im Folgenden siehst du vier Ansichten eines Entwurfs für ein Gebäude. Gib an, um welche Abbildungsart es sich dabei handelt. Nenne Argumente, die für oder gegen die Verwendung der einzelnen Abbildungsarten sprechen.



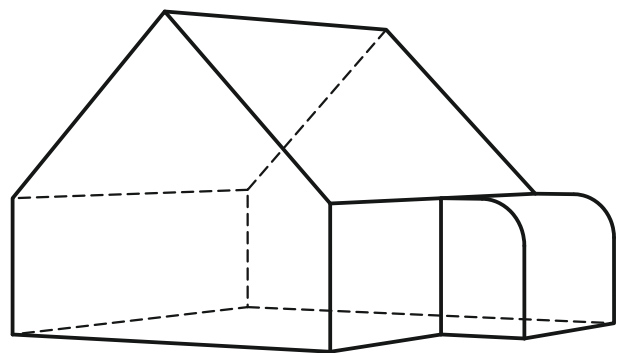
Ansicht 1



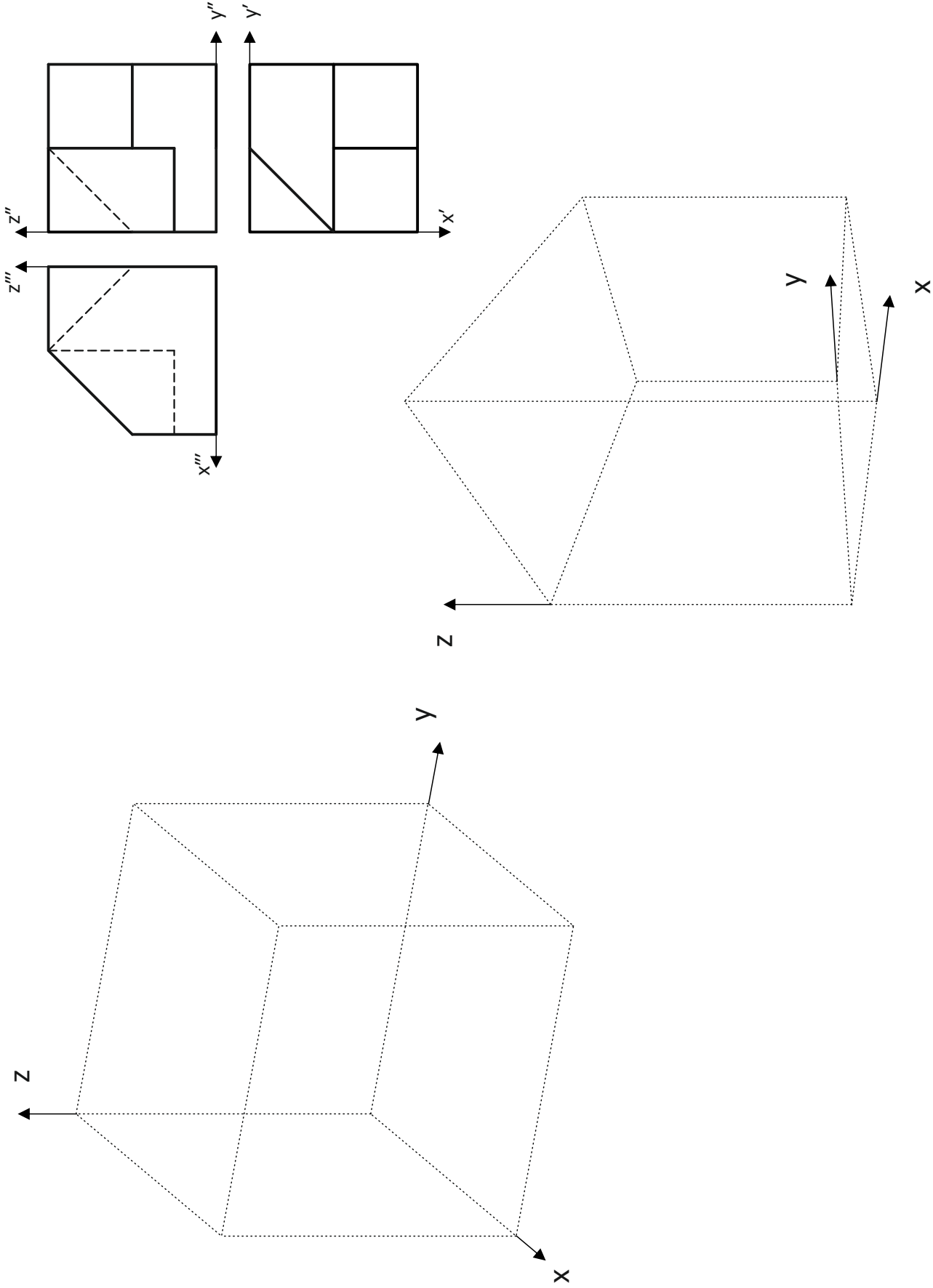
Ansicht 2



Ansicht 3



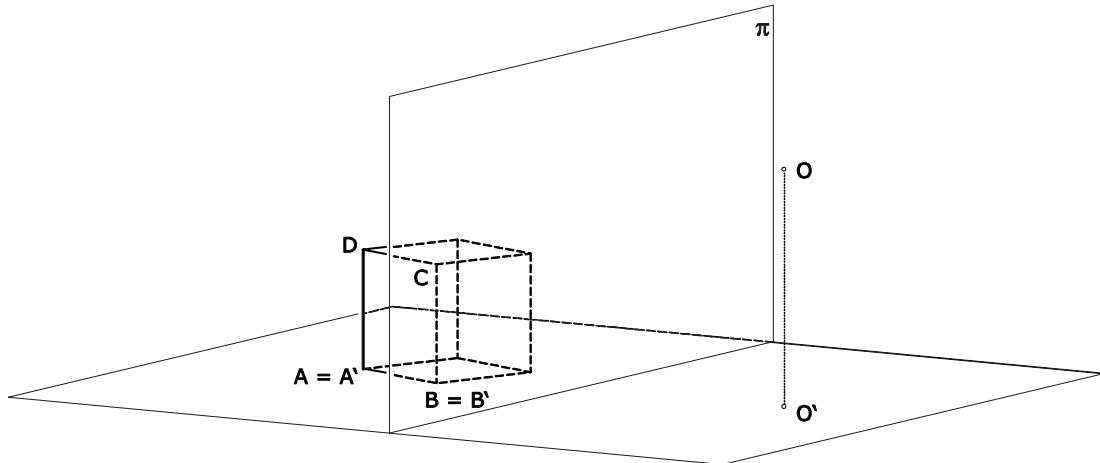
Ansicht 4



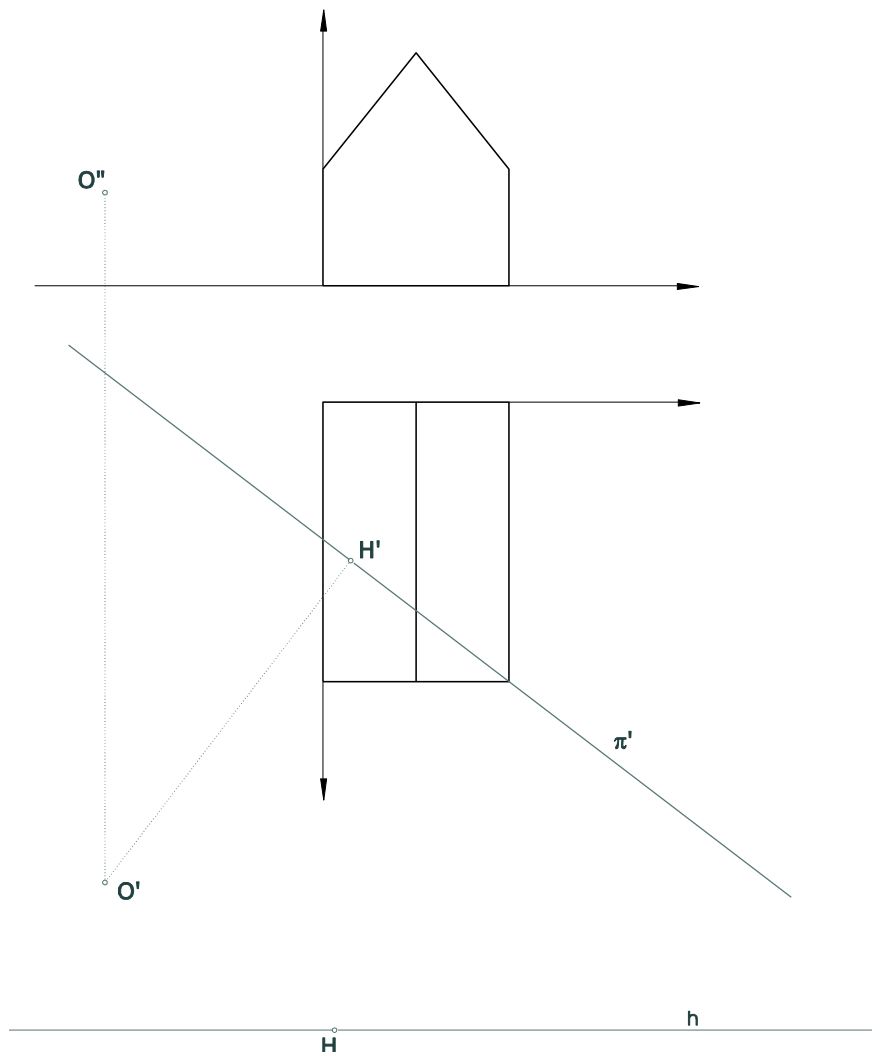
# Themenbereich: Parallel- und Zentralrisse

## Durchschnittsverfahren

- a) Erläutere anhand der Skizze den Abbildungsvorgang der Zentralprojektion. Verwende dazu die Eckpunkte A, B, C und D des auf der Grundrissebene stehenden Würfels. Erkläre insbesondere die Begriffe Augpunkt, Hauptpunkt, Distanz, Fluchtpunkt und Horizont.



- b) Ermittle von dem in Grund- und Aufriss gegebenen Haus einen Zentralriss. Verwende dabei das Durchschnittsverfahren.



c) Die folgenden Bilder stammen aus einer Zeit, in der die Künstler noch keine Kenntnis von den Gesetzen der Zentralprojektion hatten.

Gib an, welche Details der Bilder den geometrischen Gesetzen der Zentralprojektion entsprechen und welche nicht.



*„Begegnung Joachims und Annas an der Goldenen Pforte“*

Giotto di Bondone, um 1305

Quelle: commons.wikimedia.org, 2011-11-19, 11:42



*„Die Vertreibung Joachims aus dem Tempel“*

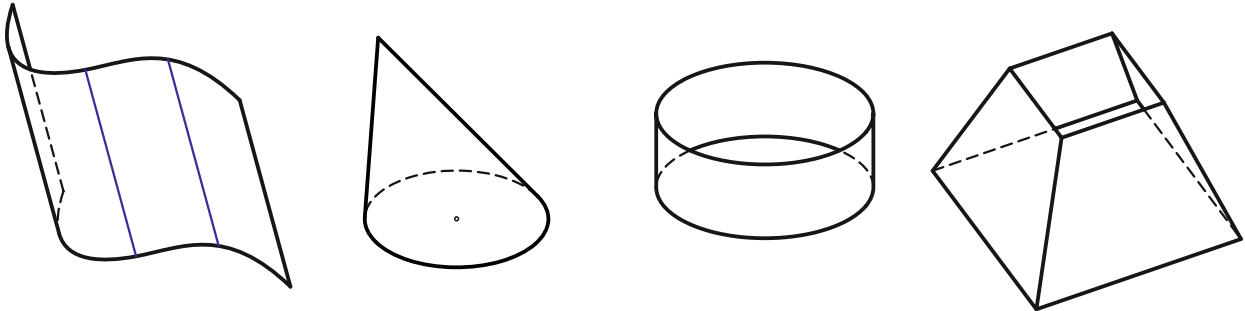
Giotto di Bondone, um 1305

Quelle: commons.wikimedia.org, 2011-11-19, 11:43

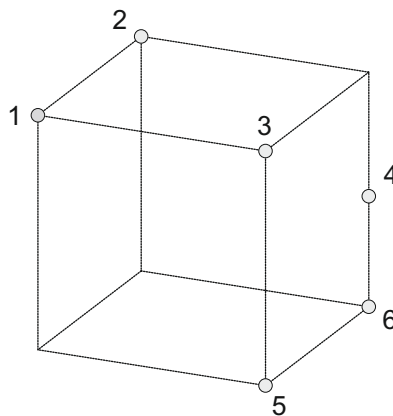
# Themenbereich: Flächen und Körper, die durch Bewegung erzeugt werden

## Extrusionsflächen

- a) Definiere die Begriffe Extrusions- und Rotationsfläche.  
Gib an, welche der abgebildeten Flächen zu den Dreh- und/oder Extrusionsflächen gezählt werden können, und beschreibe an Hand der Bilder mögliche Erzeugungen.



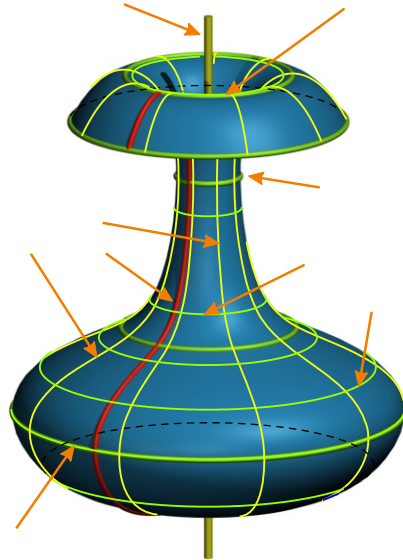
- b) Gegeben ist eine Bezierkurve mit dem Kontrollpolygon  $B_0(0/10/0)$ ,  $B_1(0/0/0)$ ,  $B_2(0/10/3)$ ,  $B_3(0/7/5)$ ,  $B_4(0/0/5)$ .  
Erzeuge mit dieser Kurve eine Zylinder-, eine Kegel- und eine Rotationsfläche mit einer CAD-Software.
- c) Die Punkte 1, 2, 3, 4, 5 und 6 liegen auf den Kanten eines Würfels. Beschreibe verschiedene Möglichkeiten für die Erzeugung einer Extrusionsfläche, welche die gegebenen Punkte 1 bis 6 enthält.  
Überlege, wie die Lage eines Punktes verändert werden müsste, damit die Verbindungsgeraden der Punkte 12, 34, und 56 Erzeugende einer Extrusionsfläche sind.



# Themenbereich: Flächen und Körper, die durch Bewegung erzeugt werden

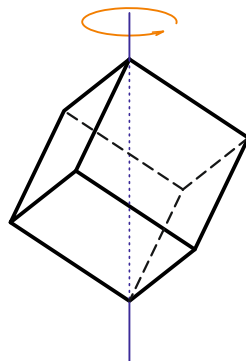
## Drehflächen

- a) Erkläre anhand der Figur die Entstehung einer Drehfläche und gib Beispiele spezieller Drehflächen an.  
Benenne weiters die in der Angabefigur durch Pfeile gekennzeichneten Elemente.

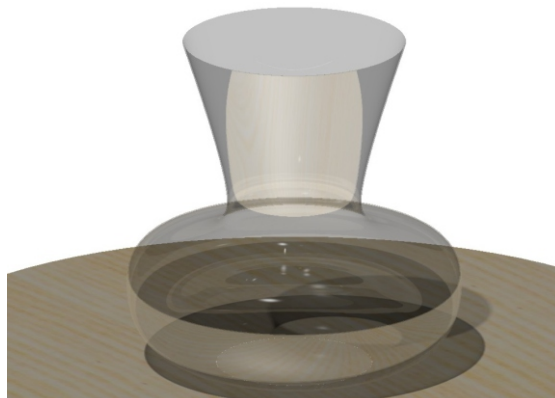


Quelle: ADI2-CD-ROM

- b) Ein Würfel rotiert um eine seiner Raumdiagonalen. Gib an, welche speziellen Drehflächen seine Seitenkanten dabei erzeugen, und konstruiere diese mit CAD-Software.



- c) Modellierte eine Vase, die der Vorlage entspricht. Die Höhe soll 30 cm betragen. An ihrer dünnsten Stelle soll die Vase einen Durchmesser von 12 cm und an der breitesten Stelle einen Durchmesser von 30 cm haben.



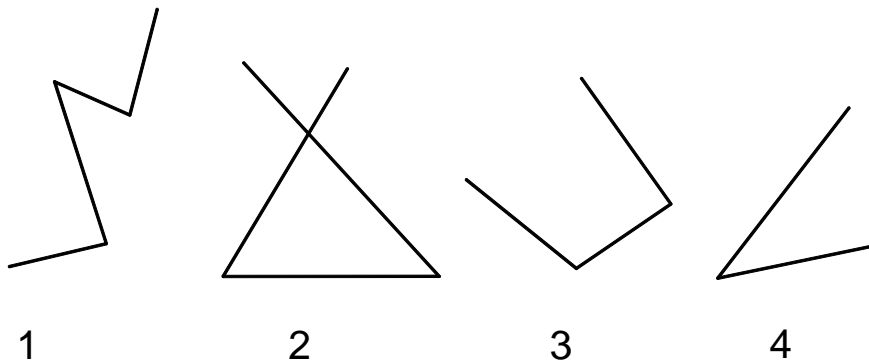
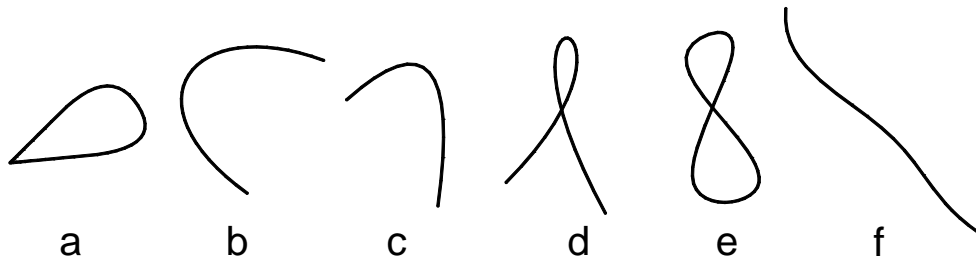


# Themenbereich: Freiformkurven und –flächen

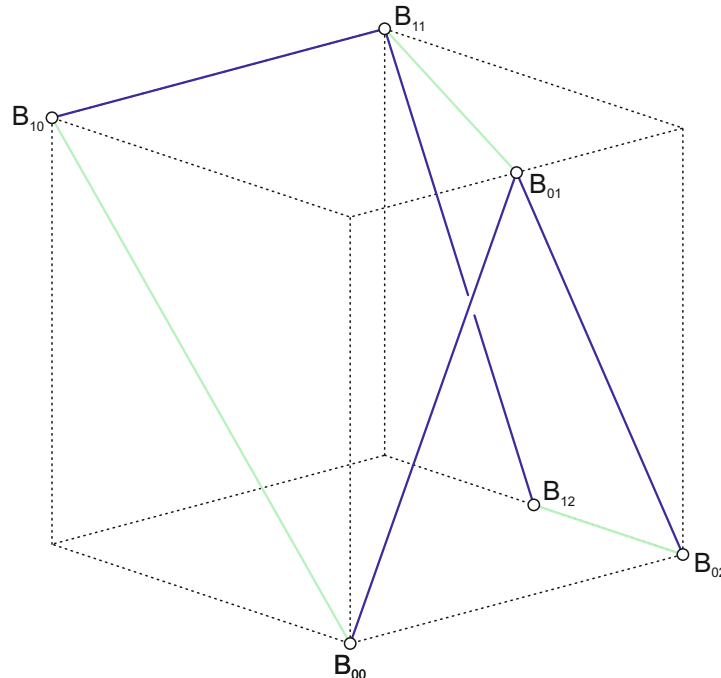
## Bezierkurven

---

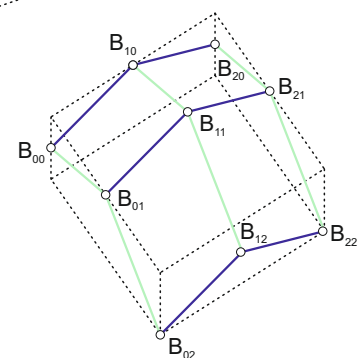
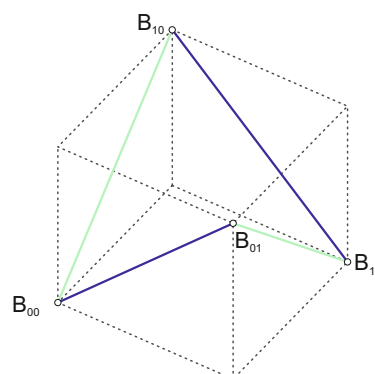
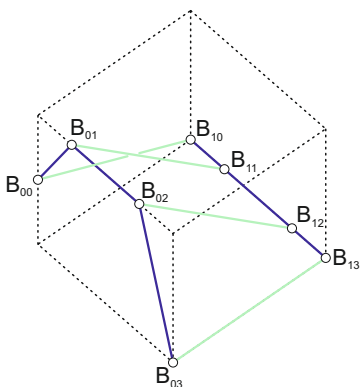
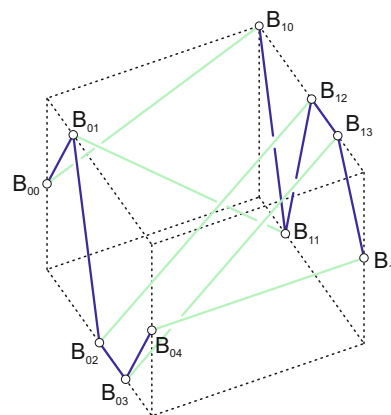
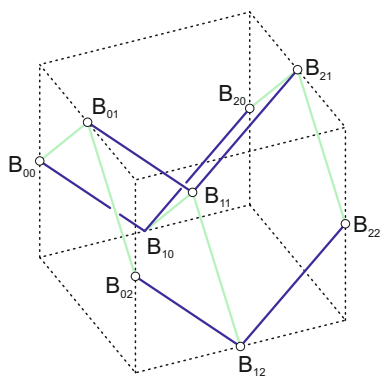
- a) Nenne die wichtigsten Eigenschaften von Bezierkurven und B-Splinekurven. Zeichne mit deiner CAD-Software ein Kontrollpolygon, das aus sieben Punkten besteht. Ermittle die dadurch festgelegte Bezierkurve sowie einige dazu gehörende B-Splinekurven.
- b) Eine Bezierkurve ist durch die Kontrollpunkte  $B_0(10|0|0)$ ,  $B_1(0|0|10)$ ,  $B_2(2|10|0)$  und  $B_3(10|7|0)$  festgelegt. Ermittle die Parameterdarstellung der Kurve.
- c) In der Abbildung sind einige Bezier- und B-Splinekurven dargestellt. Darunter findest du einige Kontrollpolygone. Sie sind leider durcheinander geraten. Überlege, welches Kontrollpolygon zu welcher Kurve gehören könnte und begründe deine Entscheidung. Für welche der Kurvenstücke ist kein Kontrollpolygon vorhanden?



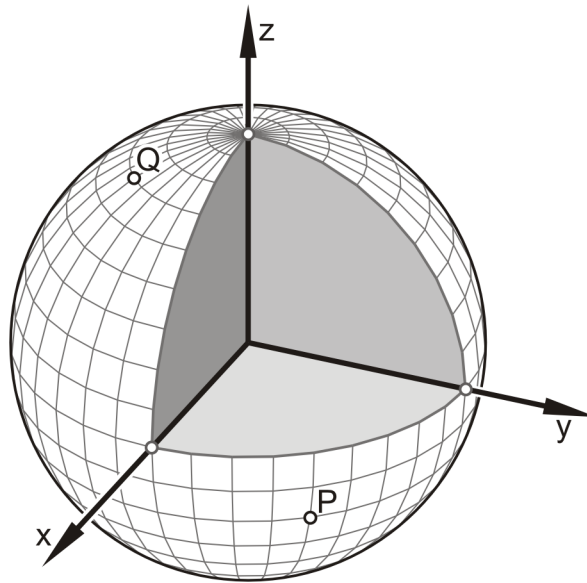
- a) Gegeben ist das Kontrollnetz einer Bezierfläche  $f(u,v)$ . Erkläre anhand einer Randkurve den Algorithmus von de Casteljau.



- b) Konstruiere die Parameterlinien zu den Parameterwerten  $u = 0,5$  und  $v = 0,5$  in der vorgegebenen Figur und erzeuge die durch die obigen Kontrollpunkte definierte Bezierfläche mit einer CAD-Software (Basiswürfel mit Kantenlänge 10).
- c) In den folgenden Abbildungen siehst du die Kontrollnetze verschiedener Bezierflächen. Überlege, ob diese Flächen auch anderen Flächenklassen angehören. Begründe deine Entscheidung.



- a) Erkläre anhand der Abbildung den Begriff der Kugelkoordinaten und visualisiere ihre spezielle Anwendung bei geografischen Koordinaten in der folgenden Abbildung. Gib die geografischen Koordinaten der Punkte P und Q an, wenn der Äquator in der xy-Ebene liegt und der Nullmeridian die x-Achse schneidet.



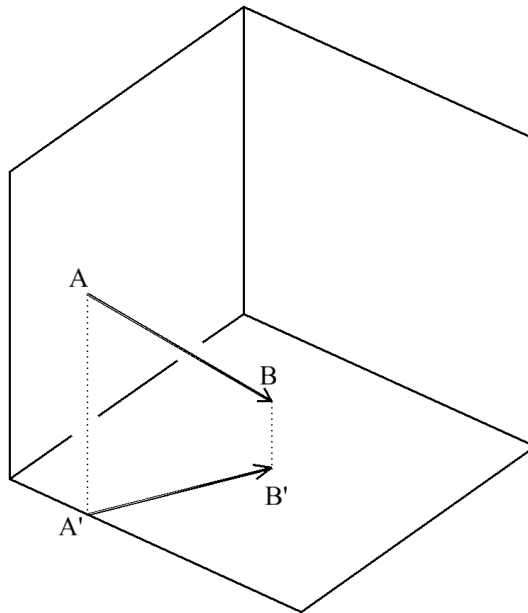
- b) Konstruiere die kürzeste Flugroute von Kiew ( $30.5^\circ$  ö.L.,  $50.5^\circ$  n.B.) nach Washington D.C. ( $77^\circ$  w.L.,  $38.9^\circ$  n.B.) mit Hilfe einer CAD-Software. Gib die geografischen Koordinaten des nördlichsten und des südlichsten Punktes sowie die Länge der Flugroute an (Erdradius = 6370 km).
- c) Beurteile die folgenden Behauptungen und erläutere gegebenenfalls die Lage der Orte auf der Erdkugel.

*Michaela behauptet, es gibt auf der Erdkugel Orte, deren kürzeste Verbindung auf der Erdoberfläche über den Nordpol führt.*

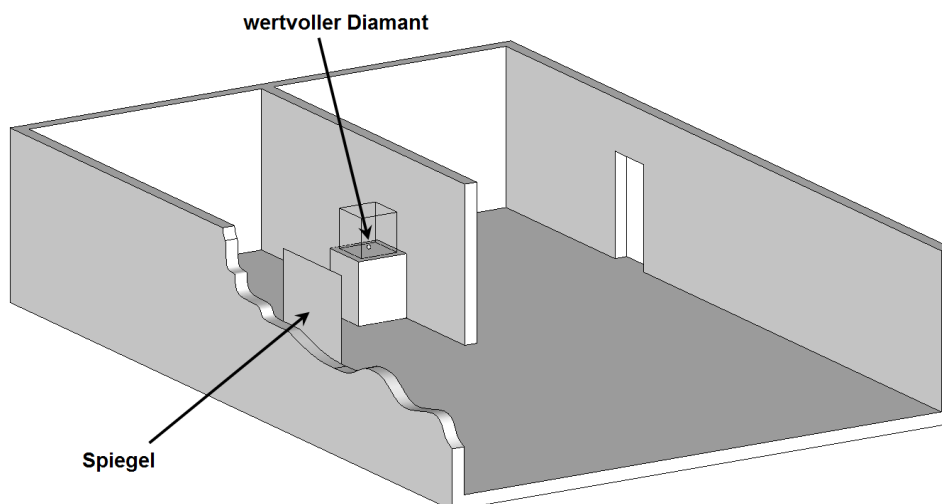
*Günter behauptet, es gibt auf der Erdkugel Orte, deren kürzeste Verbindung auf der Erdoberfläche entlang eines Breitenkreises verläuft.*

*Andreas behauptet, dass es Orte gibt, die durch zwei verschiedene kürzeste Routen verbunden werden können.*

- a) Erläutere mit Hilfe einer Freihandskizze die Reflexion eines Lichtstrahls an einer Ebene. Gib an, wie die geometrische Konstruktion mit dem Reflexionsgesetz zusammenhängt.
- b) In der folgenden Abbildung fällt ein Lichtstrahl AB in eine verspiegelte Raumecke aus drei paarweise normalen Ebenen. Zeichne den weiteren Verlauf des Lichtstrahls ein.



- c) In einem Museum ist ein rechteckiger Spiegel so angebracht, dass eine Aufsichtsperson damit ein wertvolles Ausstellungsobjekt vom angrenzenden Raum aus überwachen kann. Gib an, in welchem Bereich sich diese Person bewegen darf, sodass die Überwachung gewährleistet ist. Es genügt die Erstellung eines Lösungskonzepts.

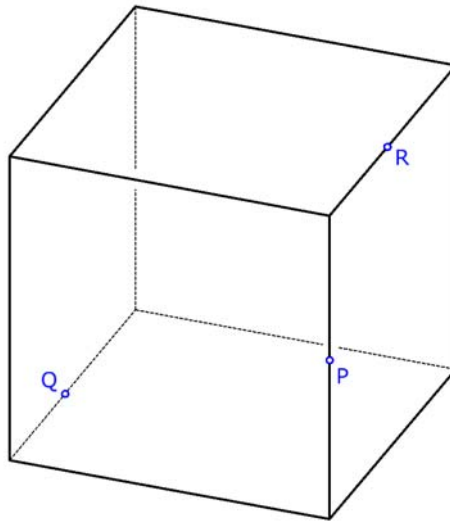


# Themenbereich: Ebene Schnitte und Durchdringung ebenflächig begrenzter Objekte

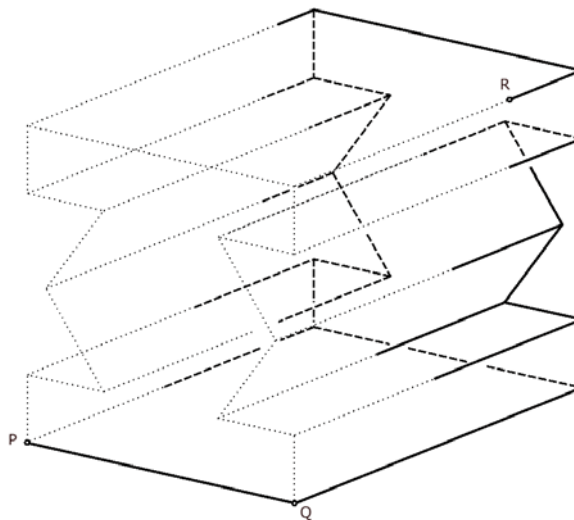
## Ebener Würfel- und Prismenschnitt

---

- a) Zersäge den Würfel mit der durch P, Q und R festgelegten Ebene und stelle den unterhalb der Ebene PQR liegenden Teil des Würfels dar. Beachte, dass die Punkte P, Q und R auf den Kanten des Würfels liegen.



- b) Konstruiere die Schnittfigur des unten abgebildeten Prismas mit der Ebene durch die Punkte P, Q und R und erkläre deine Konstruktion.

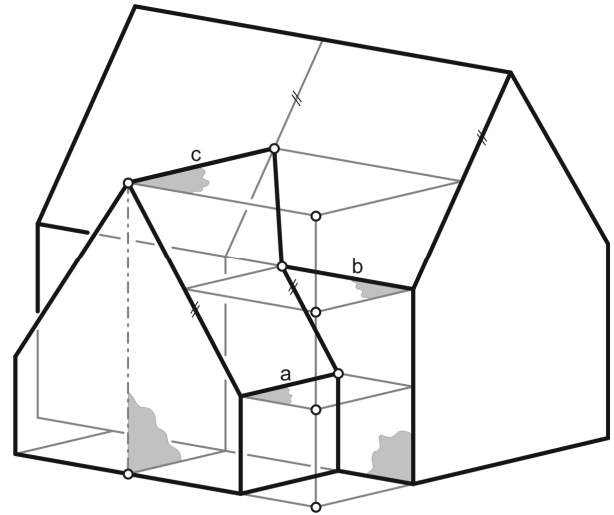


- c) Ein Quader mit rechteckiger Basis und Kanten, die zu den Koordinatenachsen parallel sind, soll mit einer zweitprojizierenden Ebene so geschnitten werden, dass ein Quadrat entsteht. Entwirf einen Lösungsweg, wie eine solche Ebene bestimmt werden kann, und erstelle dazu eine Skizze. Welche Bedingung muss der Quader erfüllen, damit diese Aufgabenstellung lösbar ist? Kann man diese Ebene so wählen, dass der Quader in zwei kongruente Teile zerlegt wird?

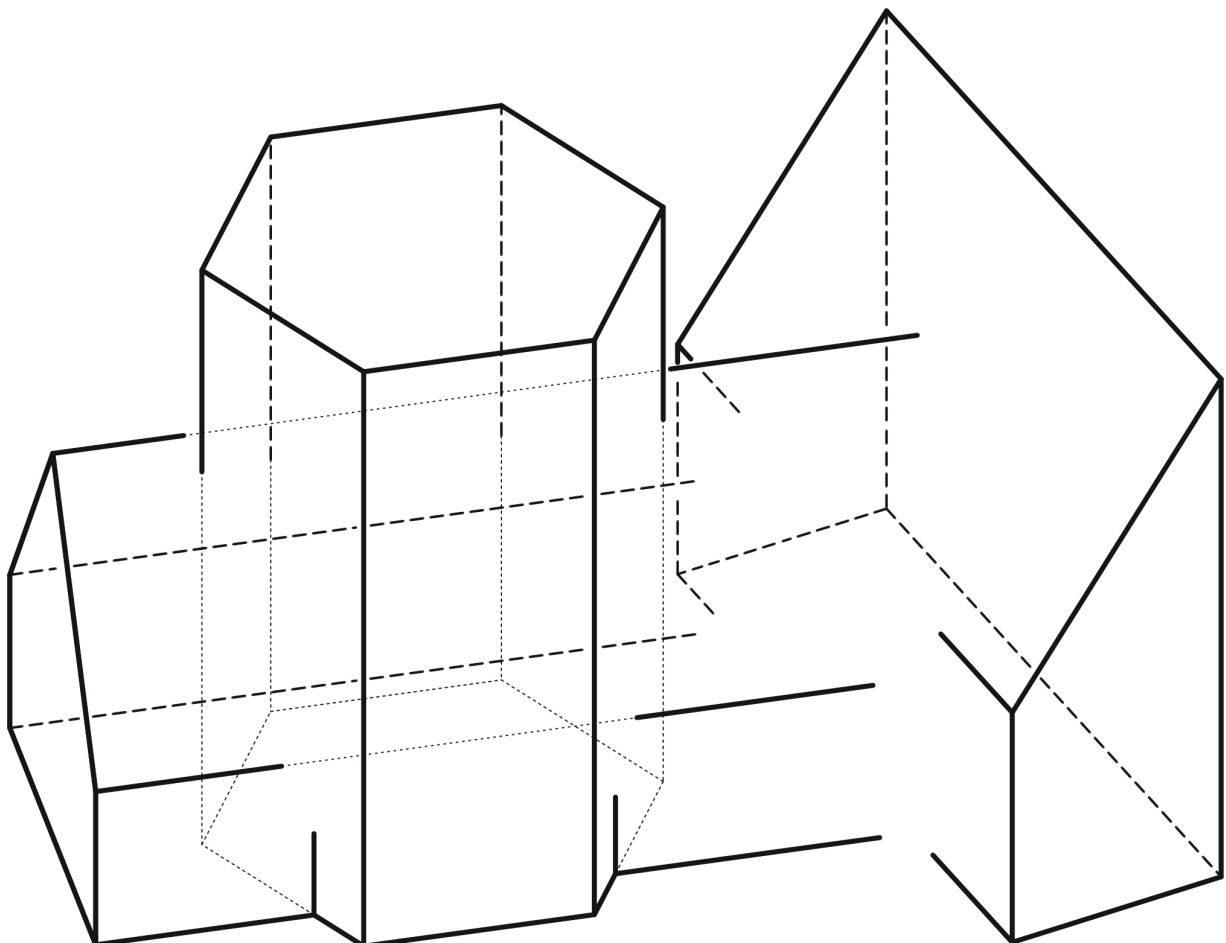
# Themenbereich: Ebene Schnitte und Durchdringung ebenflächig begrenzter Objekte

## Schnitt von Geraden und Ebenen

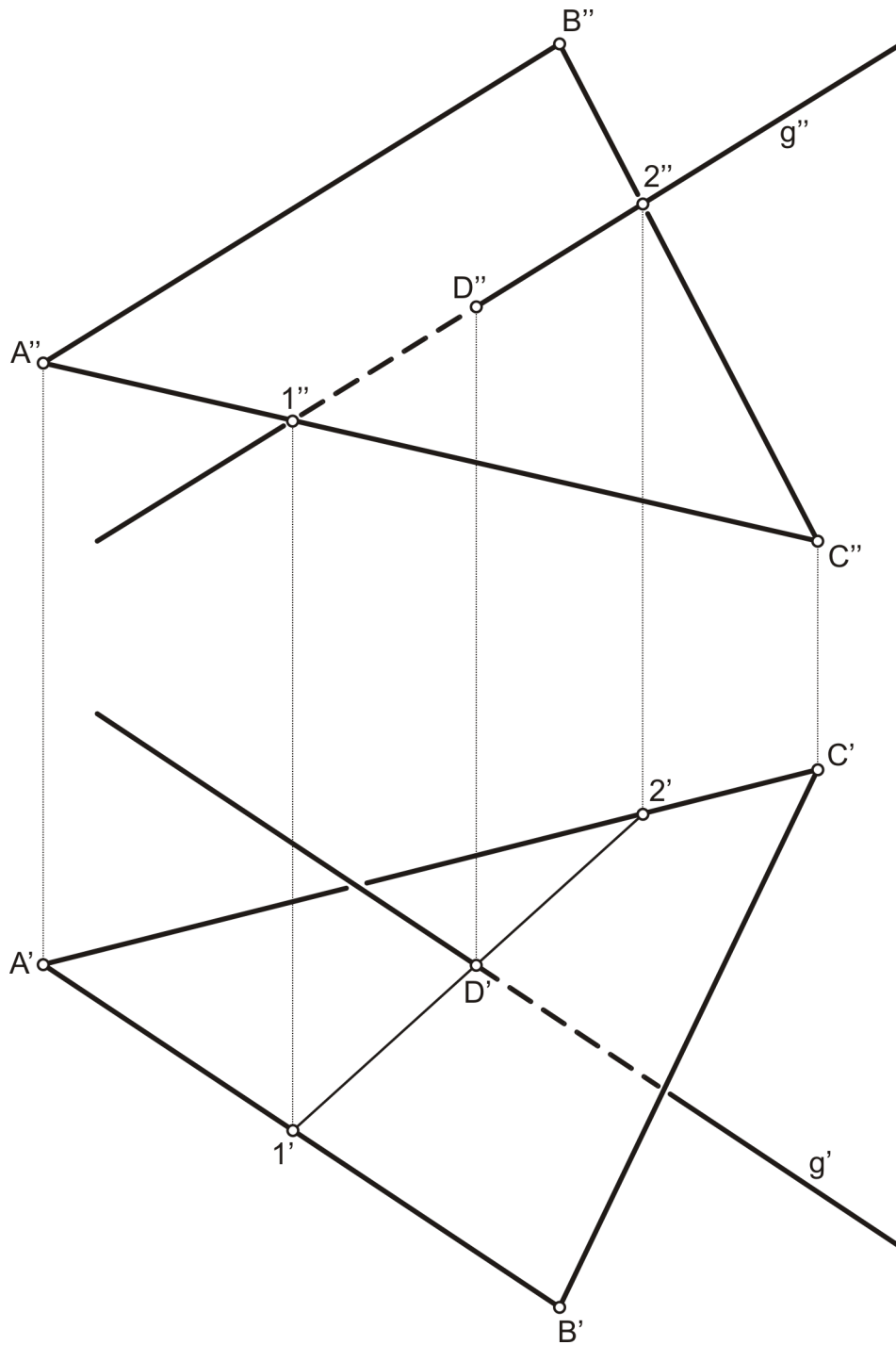
- a) Beschreibe anhand der nebenstehenden Figur das allgemeine Prinzip für die Konstruktion des Schnittpunktes einer Geraden mit einer Ebene.



- b) Konstruiere alle auftretenden Durchdringungen der drei Gebäudeteile.



- c) Die Gerade  $g$  soll mit dem Dreieck  $ABC$  geschnitten werden. Begründe, weshalb die in Grund- und Aufriss vorliegende Konstruktion fehlerhaft ist. Gib an, welche der möglichen Lagebeziehungen einer Geraden und einer Ebene hier vorliegt.

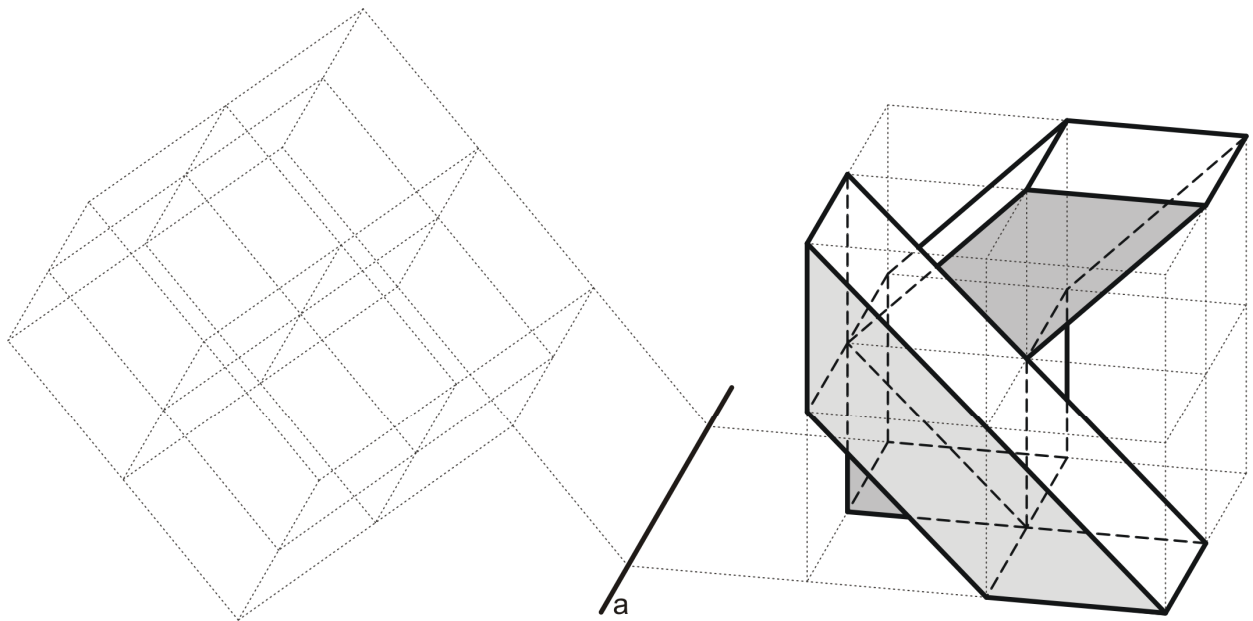


# Themenbereich: Boolesche Operationen und Raumtransformationen

## Raumtransformationen

---

- a) Welche Raumtransformationen gibt es und durch welche Bestimmungsstücke sind diese eindeutig festgelegt? Verwende für deine Zusammenfassung die unten abgebildete Skizze und erstelle selbst einfache Skizzen für die weiteren Transformationen.
- b) Drehe den abgebildeten Körper um die angegebene Achse a und stelle das Objekt unter Berücksichtigung der Sichtbarkeit dar.

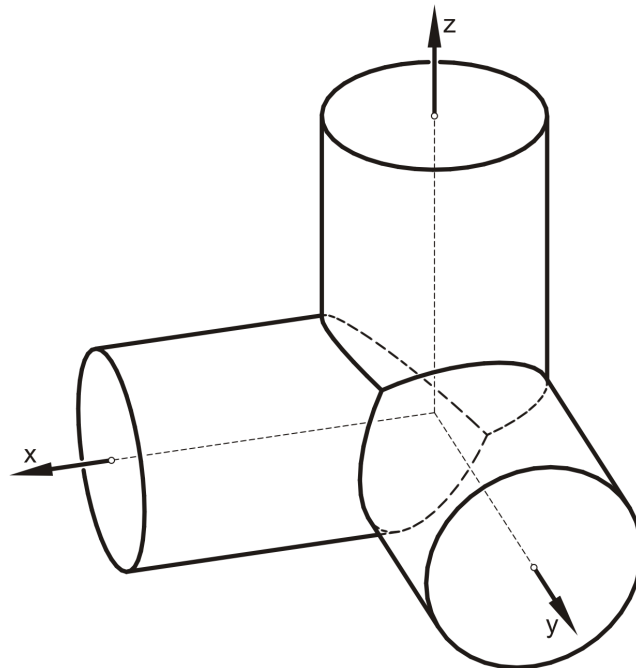




- c) Wird ein Objekt nacheinander an zwei verschiedenen, nicht parallelen Ebenen gespiegelt, so kann die Bewegung von der Ausgangslage in die Endlage auch durch eine einzige Drehung erreicht werden. Die Drehachse ist die Schnittgerade der beiden Spiegelebenen.

Analysiere das unten dargestellte Objekt und suche insbesondere die Symmetrieebenen. Bestimme die Drehachse und einen Drehwinkel, die es erlauben das Objekt in sich selbst überzuführen.

Beachte den oben angeführten Sachverhalt.



- a) Gegeben sind ein Quader und ein Drehzylinder, dessen Achse auf der Raumdiagonalen des Quaders liegt (vgl. Abbildung 1).

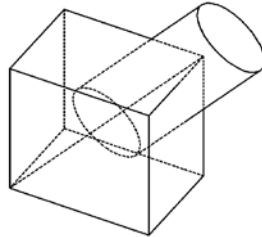


Abbildung 1

Benenne jene beiden Booleschen Operationen, die zu den in Abbildung 2 und 3 dargestellten Resultaten führen. Gib an, welche Booleschen Operationen hier nicht verwendet wurden. Visualisiere die Ergebnisse der nicht verwendeten Operationen mit deiner CAD-Software. Verwende die gleichen Ausgangskörper und beachte dabei die Proportionen sowie deren gegenseitige Lage.

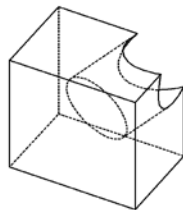


Abbildung 2

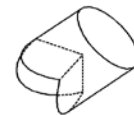
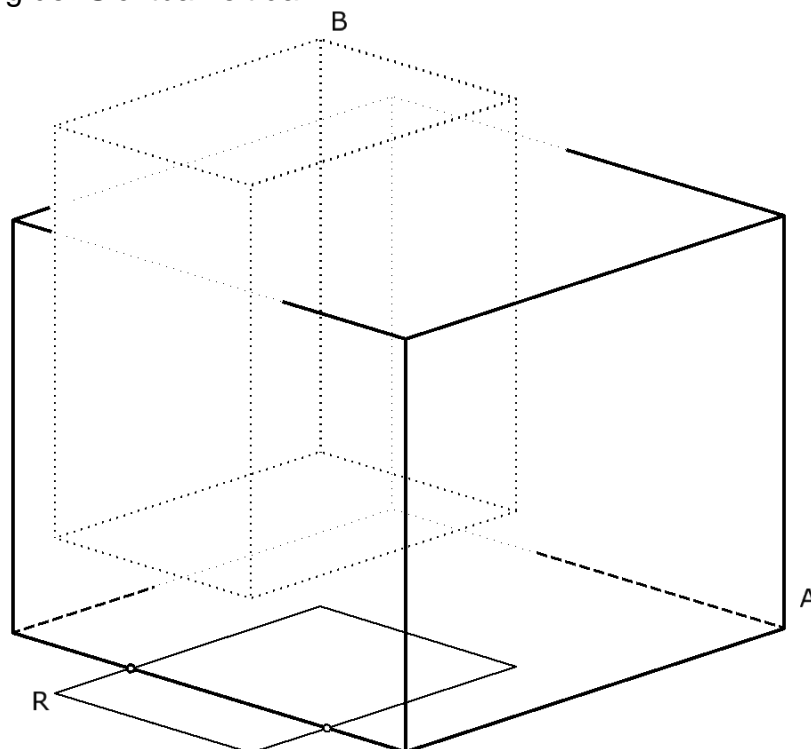
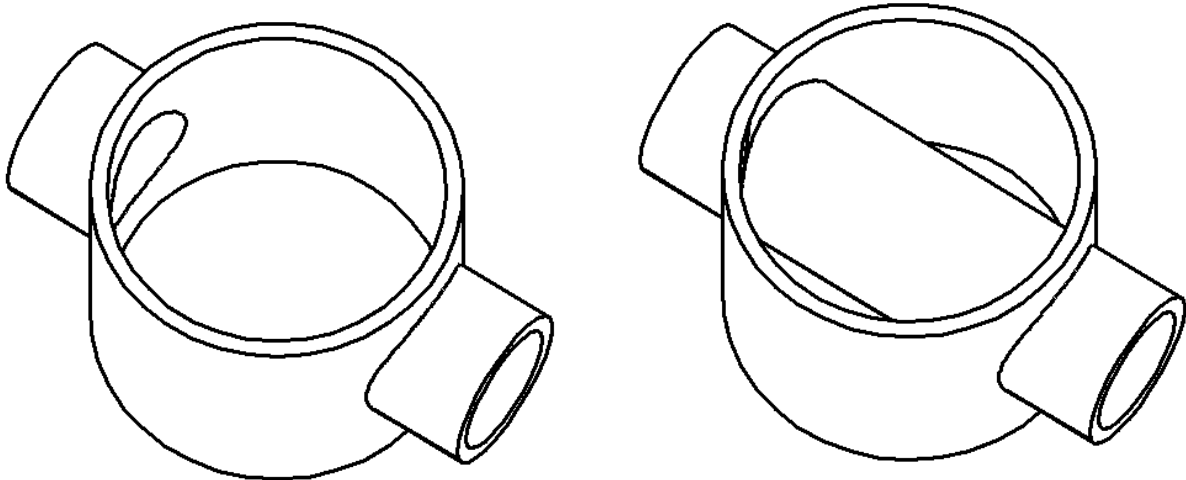


Abbildung 3

- b) Ein Quader A steht auf einer waagrechten Ebene. In dieser Ebene liegt weiters ein Rechteck R. Ein Quader B befindet sich genau oberhalb des Rechtecks R. Schneide den Quader B aus dem Quader A heraus und stelle den entstehenden Restkörper unter Beachtung der Sichtbarkeit dar.



- c) Otto möchte die unten links dargestellte Rohrkreuzung mit einer 3D-CAD-Software erzeugen. Nach einem ersten Modellierungsversuch erhält er das unten rechts abgebildete Objekt. Überprüfe die Funktionsweise von Ottos Rohrkreuzung und vergleiche sie mit jener der Vorgabe. Was hat Otto falsch gemacht?



Otto startet nochmals von vorne und modelliert das gewünschte Objekt unter Verwendung von nur drei Booleschen Operationen. Gib einen möglichen Modelliervorgang an.

Anmerkung: Der Kandidatin/dem Kandidaten steht für die Aufgabe ein virtuelles 3D-Modell (z.B. vrmf, 3d-pdf, ...) der beiden Rohrkreuzungen zur Verfügung.

# Themenbereich: Schatten bei Parallelbeleuchtung

## Eigen- und Schlagschatten

- a) Erkläre die Begriffe Eigen- und Schlagschatten eines Objekts bei Parallelbeleuchtung. Auf den Fotos sind verschiedene Objekte samt ihren Schatten bei Sonnenlicht zu sehen. Gib die Eigen- und Schlagschattenbereiche auf den Fotos an.

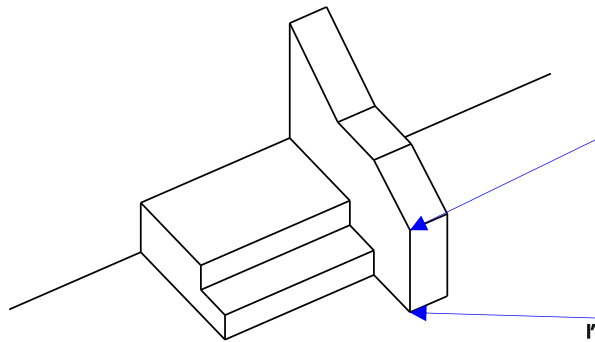


Quelle: D. Hochhauser

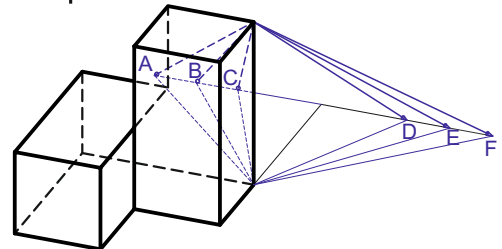


Quelle: commons.wikimedia.org, 2011-11-19, 11:11

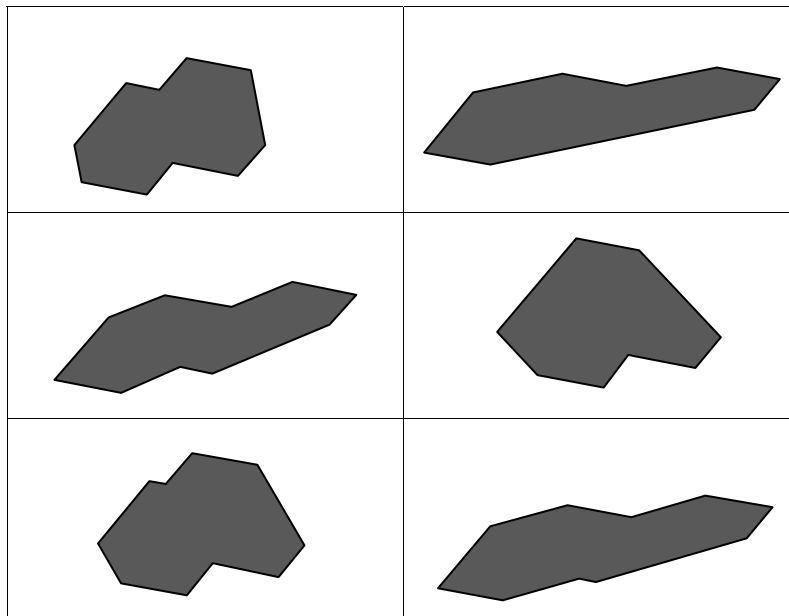
- b) Konstruiere Eigen- und Schlagschatten des Objekts zur angegebenen Lichtrichtung I.



- c) Rechts siehst du den Schrägriss eines Objekts, das aus zwei Quadern besteht. Es steht auf der  $xy$ -Ebene. Außerdem sind sechs unterschiedliche Lichtrichtungen vorgegeben. Die Lichtpfeile beginnen alle im gleichen Objektpunkt. Sie enden in der  $xy$ -Ebene in den Punkten A, B, C, D, E und F.



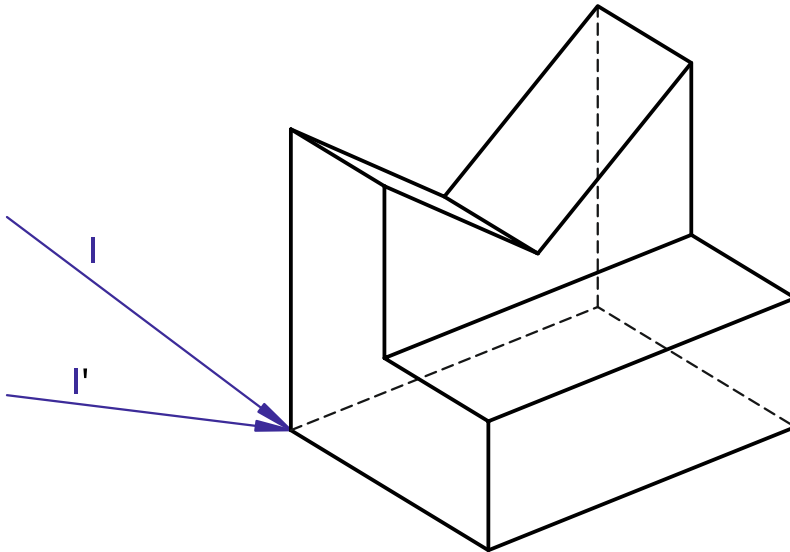
Die unten abgebildeten Schlagschatten gehören zu den sechs angegebenen Lichtrichtungen. Die Bilder sind jedoch durcheinander geraten. Gib für jeden Schatten den Endpunkt des Lichtstrahls an und begründe deine Entscheidung.



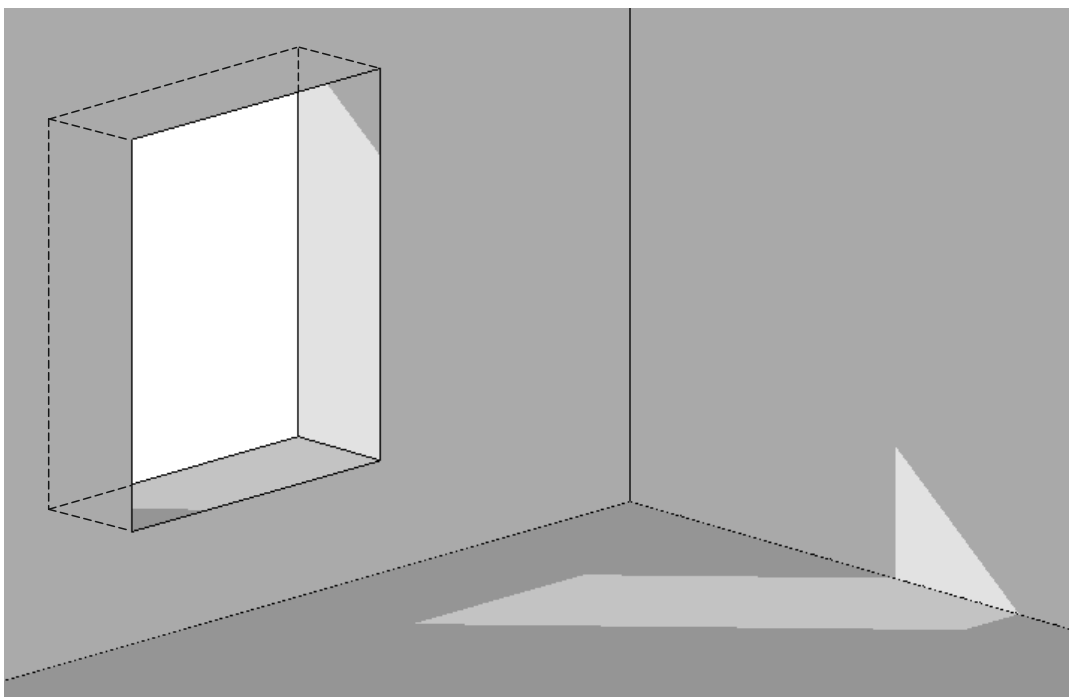
(Allen Abbildungen liegt die gleiche Projektionsrichtung zugrunde.)

## Themenbereich: Schatten bei Parallelbeleuchtung Eigen- und Schlagschatten

- a) Konstruiere Eigen- und Schlagschatten des Objekts zur angegebenen Lichtrichtung I.



- b) Erläutere anhand des Beispiels die wichtigsten Regeln zur konstruktiven Erfassung der Parallelbeleuchtung.
- c) Auf dem folgenden Bild siehst du eine Raumecke mit einem Fenster. Bei Sonnenlicht entstehen die im Bild dargestellten Schatten. Identifiziere die Schlagschatten der einzelnen Kanten des Fensters. Ermittle die Eigenschattengrenze des Fensters und skizziere sie im Bild.



## 7. Hinweis zu weiteren kompetenzorientierten Aufgabenstellungen

Weitere Aufgabenstellungen zur Unterstützung des kompetenzorientierten Unterrichts aus Darstellender Geometrie befinden sich auf der Website

[www.geometriekompetenzen.at](http://www.geometriekompetenzen.at)



