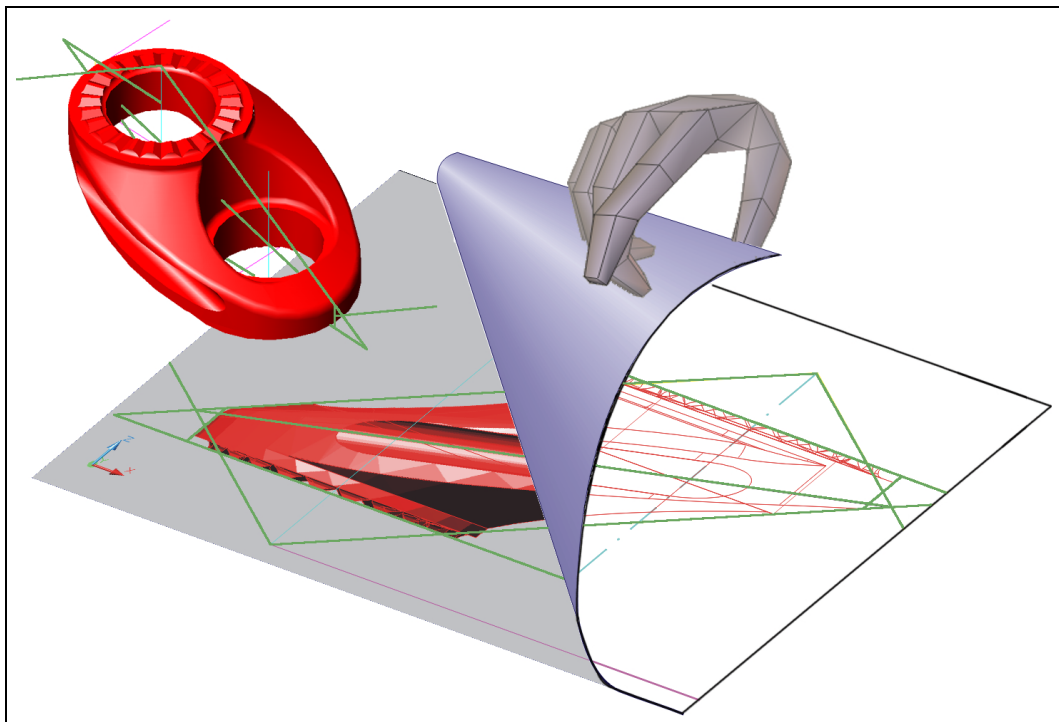


Von der Darstellenden Geometrie zur Angewandten Geometrie

Ein

LEITFADEN

zum Unterrichtsfach „Darstellende Geometrie“



Oktober 2000

DIFAG

Didaktisches Forum für Angewandte Geometrie

DAS ZUKUNFTSMINISTERIUM

bm:bwk

Leitfaden

Von der Darstellenden Geometrie zur Angewandten Geometrie

An den Anfang gestellt...

Diese Broschüre versteht sich als Angebot und will eine effiziente Unterstützung für die praktische Arbeit sein.

Im Gesamten ist sie deshalb möglichst übersichtlich und lesbar gestaltet.

Die einzelnen Punkte wurden durch Einrückungen und Hervorhebungen in ihrer Struktur betont.

Erläuterungen präsentieren sich kurz, manchmal in Schlagwortform, auf einen allzu formalen Stil wurde bewusst verzichtet.

Die Ausdrücke wie Schüler, Lehrer... sind immer geschlechtsneutral zu verstehen.

Als Autoren fungierte eine Expertengruppe, das "Didaktische Forum für Angewandte Geometrie". Sie finden alle namentlich im Vorwort angeführt.

Für das Autorenteam:
Peter Schüller

Erläuterung zur Titelgrafik

Das Titelbild soll grafisch den Wandel des Geometrieunterrichts verdeutlichen. Die traditionelle Strichzeichnung mit Zirkel und Dreieck wird kontinuierlich durch eine CAD-unterstützte Konstruktionstechnik beziehungsweise durch das Modellieren an einem virtuellen 3D-Objekt ersetzt. Das Generieren und Bearbeiten von praxisnahen Körpern eröffnet - ausgehend von fundierten geometrischen Kenntnissen - neue Wege bei der Lösung geometrischer Probleme.

Inhaltsverzeichnis

0	Vorwort	2
1	Standortbestimmung	6
2	Ausbildungsziel und Motivation	
	2.1 Didaktische Ziele	7
	2.2 Interpretation des Lehrplanes	8
	2.3 Motivation	9
3	Wege der Umsetzung	
	3.1 Methodische Möglichkeiten	10
	3.2 Leistungsbeurteilung	11
	3.3 Nahtstelle zur APS – AHS Unterstufe	12
	3.4 Nahtstelle Technische Universitäten	13
	3.5 Nahtstelle Fachhochschule	13
4	Geometrie und andere Gegenstände	
	4.1 Schnittstelle Konstruktionsübungen	13
	4.2 Schnittstellen zu anderen Gegenständen	14
5	Unterrichtsalltag	
	5.1 Unterrichtsformen	14
	5.2 Unterrichtsorganisation	15
	5.3 Hinweise für das Arbeiten mit 3D-CAD-Software	16
	5.4 Schulautonome Lösungen	17
6	Arbeitsmittel	
	6.1 Arbeitsmaterial	17
	6.2 Arbeitsunterlagen für den Schüler	18
	6.3 Software	18
7	Geometrie und die Wirtschaft	
	7.1 Anforderungen der Wirtschaft an die Geometrie	19
	7.2 Reaktionen der Wirtschaft	20
8	Medien für den modernen Geometrieunterricht	
	8.1 Software für den Geometrieunterricht	21
	8.2 Zeitschriften, Arbeitsmappen für den Geometrieunterricht	22
	8.3 Approbierte Lehrbücher für den Geometrieunterricht	22
	8.4 Bausätze für den Geometrieunterricht	22
9	Glossar neuer Begriffe in der Geometrie	23
10	Weitere Unterrichtsmodelle	
	10.1 DG in der höheren Abteilung für Elektrotechnik	27
	10.2 DG in der Fachschule für Bautechnik	28
11	HTL-Lehrpläne (typische Beispiele)	30
	ANHANG A – Lehrplan 99: APS der 10- bis 14-Jährigen	34
	ANHANG B - Auszug aus der Universitätsberechtigungsverordnung	37

(0) Vorwort

Moderner DG-Unterricht – eine Neuorientierung

„**Darstellende Geometrie**“ gehört mit Sicherheit zu jenen Unterrichtsgegenständen, die **durch** die Möglichkeiten der **modernen Technologien tief in ihren Wurzeln beeinflusst** wurden und werden. **Lehrziele** in der Geometrie, die über Jahrzehnte als „klassisch“ und „unabdingbar“ angesehen wurden, **haben plötzlich an Bedeutung verloren**. Das rein handwerkliche Zeichnen, früher ein nicht unwesentlicher Teil der Ausbildung, wird in gewissen Anteilen heute von modernen Technologien übernommen und wanderte zudem in verwandte Fachbereiche ab.

Es hat mancherorts doch einige Zeit gedauert, bis erkannt wurde, dass darin nicht eine Katastrophe für den Fachgegenstand zu erblicken war, sondern die **große Chance**, sich endlich auf seine **ureigentlichsten Ziele**, das Vermitteln von **geometrischem Verständnis** und das **Entwickeln eines ausgeprägten Raumvorstellungsvermögens** zu besinnen.

In diesem Wandel steckt eine **große Herausforderung** an die unterrichtenden LehrerInnen des Faches „Darstellende Geometrie“. Die neuen Technologien eröffnen nicht nur **neue Dimensionen** bei der Vermittlung der oben angesprochenen Lehrziele, sondern bringen zudem **auch völlig neue**, bis dato nicht realisierbare **Inhalte** (z.B. Bézierflächen) mit sich.

Darüber hinaus ermöglichen die neuen Technologien durch das Entlasten auf der operativen Seite **im Unterricht** das **Arbeiten an absolut praxisbezogenen Objekten**. Die „Darstellende“ Geometrie unterliegt somit in der Unterrichtspraxis einem klaren **Wandel zur realitätsnahen „Angewandten“ Geometrie**.

Das „Didaktische Forum für Angewandte Geometrie“ (DiFAG)

Um den oben angesprochenen Entwicklungen gerecht werden zu können, lud die pädagogische Abteilung des technisch-gewerblichen Schulwesens des (damals noch) Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten eine **Gruppe von engagierten Fachkräften, paritätisch über die Bundesländer verteilt**, zu einer Arbeitssitzung, um eine österreichweite Arbeitsgruppe für den Unterricht in Darstellender Geometrie ins Leben zu rufen.

Diese **Arbeitsgruppe**, die im **April 1999 erstmals** zusammentraf, entschied sich für den Namen „**Didaktisches Forum für angewandte Geometrie**“. Sie hat die **Aufgabe**, sich um **zeitgemäße didaktische Konzepte** eines modernen Geometrieunterrichts an technisch-gewerblichen Lehranstalten zu **bemühen und** diese auch effizient zu **publizieren**. So setzte sie es sich als **erstes Ziel** eine **Handreichung** herauszugeben, die den **Wandel des DG-Unterrichtes** darlegen und als **informative Hilfe** für einen modernen Geometrieunterricht jedem Lehrer zur Verfügung stehen sollte.

Die **Personen des Forums** sind (in alphabetische Reihenfolge):

Mag. Helmut AICHHOLZER
Mag. Dr. Andreas ASPERL
Mag. Werner GEMS
Mag. Lieselotte GRUBER
Reinhard LAMMINGER
Mag. Dr. Herbert LÖFFLER
Mag. Wilhelm QUARITSCH

HTBLuVA Bregenz
TU Wien / Inst. für Geometrie
HTL Saalfelden
HTBLA Klagenfurt Möss.
HTL Graz Ortweinschule
HTBLuVA Wien 3L
HTL Pinkafeld

Mag. Günter REDL	HTBLuVA Mödling
Mag. Irmgard REICH	HTL Wels
Mag. Klaus SCHEIBER	HTBLuVA Graz-Gösting
Prof. Johann SCHMIED	ÜHS der Pädak Stmk
Mag. Heinz SLEPCEVIC	HTBL Graz-Ortweinschule
OstR Mag. Andreas STEINWENDER	HTL Innsbruck

In diesem **Forum** sind nicht nur alle Bundesländer vertreten, sondern als **Schnittstellen zu den vorangehenden und nachfolgenden Ausbildungsbereichen** auch je ein **Vertreter** der **Universität** und des **Pflichtschulbereichs** (Pädagogische Akademie). Alle Experten haben sich in den letzten Jahren im fachlichen Umfeld über ihren schulischen Wirkungsbereich hinaus engagiert, was alleine die Zahl von fünf Leitern von Bundesländerarbeitsgemeinschaften zum Ausdruck bringen kann.

Zum vorliegenden Leitfaden

Der hier vorliegende Leitfaden ist das **Ergebnis einer** in mehreren Arbeitssitzungen **einhalbjährlichen Redaktionsarbeit** und **ausführlicher Diskussionen**, die **weit über** den Kreis der **Arbeitsgruppe hinaus** geführt wurden. Die Gruppe hat sich bemüht nach besten Wissen und Gewissen alle **wesentlichen Merkmale und Eckpfeiler eines zeitgemäßen Geometrieunterrichts** an einer technisch-gewerblichen Lehranstalt in dieser Broschüre zu verankern.

Trotzdem, oder gerade deshalb, versteht sich dieser **Leitfaden als dynamischer Prozess**. Das Autorenteam ist an jeder **Rückmeldung**, konstruktiven **Kritik** und **Anregung** interessiert, die Kontaktadressen sind der **Homepage der Arbeitsgruppe** unter

difag.asn-graz.ac.at

zu entnehmen. Eine dahingehende Neuauflage ist bei Bedarf in etwa zwei Jahren geplant.

Ziele des Leitfadens

Die **Ziele** des Leitfadens sind **vielfältig**.

Er möchte:

- den **Wandel** von einer „Darstellenden“ zu einer „Angewandten“ Geometrie **verdeutlichen**, die sich an den Bedürfnissen der Berufsausbildung orientiert,
- die **aktuelle Position** des Geometrieunterrichts im Ausbildungsfeld einer technisch-gewerblichen Lehranstalt **darlegen**,
- allen Interessierten als praxisnahe **Arbeitsunterlage und Orientierungshilfe** dienen,
- Unterstützung bei der **Interpretation des Lehrplanes** sein,
- eine möglichst große **Vielfalt an Ideen** verbreiten, um **anregende Impulse** zu setzen,
- die **Schnittstellen zu den anderen Gegenständen**, insbesondere dem Bereich CAD, darstellen,
- als **Argumentations- und Motivationshilfe** dienen,
- bewährte **didaktische** und **methodische Modelle** vorstellen,
- die **Unabdingbarkeit moderner Technologien und Arbeitsmittel** hervorheben
- und nicht zuletzt **Außenstehenden** in übersichtlicher Form einen fundierten **Einblick ermöglichen**.

Zum Stil des Leitfadens

Der Leitfaden will in erster Linie **informatives Nachschlagewerk** sein, soll gleichzeitig aber auch geeignet sein, gelesen zu werden. Deshalb wurde folgenden **Stilelementen** der Vorzug gegeben:

- **Übersichtlichkeit**

Der Leitfaden basiert auf einer durchdachten Struktur, die optisch möglichst auf dem ersten Blick auch erkennbar sein sollte. Aus diesen Grunde wurde hoher Bedacht auf Überschriften, Einrückungen und unterschiedliche Textformatierungen gelegt.

- **Angepasste Kürze**

Ausführlichere Textformulierungen und langatmige Beschreibungen wurden grundsätzlich vermieden. Das angestrebte Ziel war, wo immer es notwendig war, genauer zu erklären, sonst aber grundsätzlich sich an eine übersichtliche Kürze zu halten.

Die Zielgruppe(n)

Der vorliegende Leitfaden richtet sich **vorerst** an alle **LehrerInnen**, die den Gegenstand „Darstellende Geometrie“ unterrichten. In gleicher Weise sind aber auch alle **Lehrer anderer Fachbereiche** - zu denen Querverbindungen, in welcher Form auch immer, bestehen - angesprochen. Sie finden hier die Möglichkeit, sich über das Angebot und die Qualität des Faches DG ein Bild zu machen. In diesem Sinne richtet sich dieser Leitfaden auch an **alle Verantwortungsträger im Bereich unseres Ausbildungssystems**.

Ganz besonders soll der Leitfaden aber auch **Außenstehenden**, also Personen die über wenig oder gar kein Insiderwissen bezüglich der Ausbildung an einer technisch-gewerblichen Schule verfügen, einen Einblick ermöglichen und ein Grundverständnis vermitteln. Hier ist ganz besonders an die Zielgruppe der „Abnehmer“ unserer Absolventen in **Industrie und Gewerbe** gedacht.

Flankierende Maßnahmen

Die Publikation solch eines Leitfadens betrachtet der Arbeitskreis zwar als wichtigen ersten Impuls, er muss aber durch **weitere Maßnahmen** ergänzt werden. So sind in dem Konzept des Forums weitere Angebote vorgesehen, die interessierte LehrerInnen in Ihrer **Arbeit unterstützen** und ihnen eine **Diskussionsplattform für offene Themen** bieten sollen.

Die Homepage des DiFAG

Als erste Maßnahme hat das **DiFAG** eine **Homepage** eingerichtet, die unter der oben angeführten Adresse erreichbar ist. Dort finden sich **alle aktuellen Informationen** hinsichtlich der Aktivitäten des Forums sowie Neuigkeiten und Interessantes aus dem gesamten Themenbereich der angewandten Geometrie.

Das Netzwerk des DIFAG

Das Forum hat ein **österreichweites Informationsnetzwerk** (auf elektronischer Basis) an den technisch-gewerblichen Schulen aufgebaut, das die einzelnen LehrerInnen und/oder Schulstandorte nicht nur mit Information versorgen, sondern Ihnen auch die **Möglichkeit des Informationsrückflusses** einräumen soll. Jedes Bundesland hat im Forum einen „Bundeslandbetreuer“, der persönlich mit den einzelnen Schulstandorten bereits Kontakt aufgenommen hat. Alles Wissenswerte über dieses Netzwerk, insbesondere Namen und Adressen der Kontaktpersonen, können ebenfalls der Webseite entnommen werden.

Lehrerfortbildung

Eine wesentliche Aufgabe sieht das Forum auch in einem **aktuellen und möglichst umfangreichen Angebot an Fortbildungsseminaren**. So bietet das Forum in Zukunft **einmal jährlich ein bundesweites Seminar** an, das vorwiegend **von den Mitgliedern des Forums selbst getragen** wird und das jeweils auf **die aktuellsten Entwicklungen** im Bereich der Faches DG eingehen soll. Ebenso sieht die Gruppe aber auch ihre Aufgabe darin, **jede Aktivität** in Richtung Lehrerfortbildung zu **unterstützen**. Sie bietet somit ihre **Hilfe bei der Vorbereitung** insbesondere **lokaler Fortbildungsangebote**, etwa durch Vermittlung von Vortragenden oder durch Beratung, an.

Darüber hinaus wird das Forum sich bemühen, auf alle interessanten Veranstaltungen im Umfeld der konstruktiven Geometrie hinzuweisen. Die Informationen werden ebenfalls auf der Homepage zu finden sein.

Nachbestellungen

Als erster Verteilerschlüssel gingen **Exemplare** dieses Leitfadens **an alle Direktoren, Abteilungsstände und Lehrer des DG-Unterrichtes**. Nachbestellungen sind aber unter der nachstehenden Adresse jederzeit im Umfang eines echten Arbeitsbedarfs möglich:

Peter Schüller
BMBWK, Abteilung II/2b; Minoritenplatz 5, A-1014 Wien
Tel.: 01-53120-4465 Fax.: 01-53120-4130
Mail.: peter.schueller@bmbwk.gv.at

Zuletzt sei an dieser Stelle **allen Mitgliedern des DIFAG gedankt**. Sie haben in einer ein- einhalbjährigen, äußerst aufwendigen Arbeit nicht nur ihre **persönliche Erfahrung zur Verfügung gestellt**, sondern vor allem in selbstloser Weise ein **ungeheures Maß an persönlicher Freizeit** in dieses Projekt investiert. In diesem Sinne gilt der Dank auch ihren Familien.

Die **pädagogische Abteilung** der technisch-gewerblichen Lehranstalten des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur **hofft, dass** der vorliegende **Leitfaden** sich als **hilfreich und unterstützend** erweisen **und auch** entsprechend **angenommen** wird. Er will zur **Förderung eines zeitgemäßen Geometrieunterrichts, insbesondere hinsichtlich Qualität, Vielfalt, Einsatz moderner Technologien** sowie zu einer allgemeinen **Bewusstseinsbildung beitragen**. Letztlich sollte er so auch helfen, die **Freude am Unterricht und an der eigenen Leistung** weiter zu **erhöhen**.

Für die Abteilung II/2
Dr. Peter Schüller

(1) Standortbestimmung

Eine moderne angewandte Geometrie im Fächerkanon der höheren technischen und gewerblichen Schulen beruht auf folgenden wesentlichen Prinzipien:

- 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 technischer Gegenstände und Raumsituationen ist **das adäquate Instrument** zur Lösung räumlicher Probleme.
- Das Arbeiten mit virtuellen Objekten erfordert ein hohes Maß an räumlichem Vorstellungsvermögen. Die Ansicht, der Computer erzeuge fertige Bilder auf Knopfdruck („Das macht alles der Computer alleine“) ist leider noch immer ein weit verbreiteter Irrtum.
- Die Forderung der Wirtschaft nach der Behandlung komplexer Strukturen und Designformen (parametrisches Entwerfen) macht eine fundierte Grundausbildung in Geometrie unerlässlich.
- Es geht nicht mehr nur um die Fertigkeit beim händischen Zeichnen, sondern vielmehr um das Erkennen bzw. die Kenntnis der geometrischen Zusammenhänge.

Das Bild der Geometrie und in der Folge auch die Aufgaben und Ziele des Geometrieunterrichts haben sich in jüngster Zeit grundlegend gewandelt. Der Einsatz modernster Technologien und eine Verschiebung der Ansprüche der Industrie an die Absolventen stellen neue Anforderungen an den Geometrieunterricht dar:

- moderne pädagogische und methodische Ansätze
- geänderte Rahmenbedingungen in allen Ebenen der Ausbildung

Der vorliegende Leitfaden versucht, diese aktuellen, unbewältigten Themen aufzugreifen und versteht sich als Orientierungshilfe für neue Wege und Ziele.

Um den bestehenden Anpassungsbedarf aufzuzeigen, wird dieser Leitfaden mit einer Gegenüberstellung eingeleitet, die einen Versuch darstellt, die derzeitigen Ausbildungsziele und Zustände kritisch zu hinterfragen und Aspekte für eine zukünftige Geometrieausbildung aufzuzeigen.

IST	SOLL
Räumliches Vorstellungsvermögen	
Geometrische Denkweisen	
Kreativität der Konstruktion mit verschiedenen Techniken	
Ästhetik in der Geometrie – Freude am schönen Ergebnis	
Allgemein verständliche Darstellungen durch Strichzeichnung und Freihandskizze	Ergänzung durch erweiterte Möglichkeiten für allgemein verständliche Darstellungen (Rendering, Texturen, Shadowing und Animationen)
Geometrische Analyse mit Schwerpunktsetzung auf das Arbeiten mit Zirkel und Lineal	Geometrische Analyse mit Schwerpunktsetzung auf das Arbeiten mit 3D-Modellierung
Grundlegende Denkweisen: Lage- und Maßaufgaben, Abbildungsverfahren	Grundlegende Denkweisen: Raumtransformationen (z.B. Skalieren, Schieben, Drehen, ...), Boolesche Operationen, Parametrisches Konstruieren (Variantenkonstruktion)
Einfache Werkzeuge - fehlertolerant: Zirkel und Lineal	Komplexe Werkzeuge - fehlerkritisch: Boolesche Operationen, Objektfang etc.
Einzelarbeit	Partner- und Teamarbeit

Lehrerzentrierter Unterricht	Schülerzentrierter Unterricht (Interaktion mit Geometriesoftware)
Klassische Grundformen (Kegel, Zylinder, Würfel, Kugel, ...)	Erweiterung des geometrischen Formenschatzes (Freiformflächen, Splines, ...)
Das Ergebnis der klassischen Geometrie ist eine nicht änderbare Zeichnung.	Das Ergebnis ist ein virtuelles Modell eines komplexen Raumobjekts samt Dokumentation, das als Grundlage für weitere Operationen dienen kann. Möglichkeit zum Experimentieren
Schwellenängste der Lehrer	Akzeptanz der neuen Technologien und der damit verbundenen Möglichkeiten
Der DG-Lehrer als reiner Vermittler von allgemein bildenden Inhalten	Anerkennung der Kompetenz der Geometrielehrer durch die Wirtschaft am Beispiel Industrial Design (Freiformflächen)
Darstellung von geometrischen Objekten am Papier durch viele (exakte, planimetrische) Konstruktionen, z.B. RYZ	Darstellung am Computer, vorbereitet durch das Anfertigen von geometrisch richtigen aussagekräftigen Freihandskizzen
Aus Komplexitäts- und Zeitgründen stark vereinfachte Objekte und Raumsituationen	Der Praxis angepasste und aus dem Fachbereich entnommene Objekte und Raumsituationen

Den neuen Inhalten und Kompetenzen muss auch unter den in den letzten Jahren geänderten Rahmenbedingungen entsprechend breiter Raum geboten werden. Dies kann vor allem unter Ausnutzung der **Schulautonomie** durch **Erhöhung des Stundenausmaßes** und **Einführen von Teilern** sowie verstärkter Kooperation mit dem Konstruktionsunterricht erreicht werden.

Entscheidend für die Qualität des Unterrichts ist nach wie vor in erster Linie das persönliche Engagement des Lehrers sowie dessen Identifikation mit den neuen Zielen.

(2) Ausbildungsziel und Motivation

(2.1) Didaktische Ziele

Die didaktischen Ziele des Geometrieunterrichts können in Inhalte des Unterrichts und Kompetenzen, die die Schüler erwerben sollen, unterteilt werden:

Inhaltliche Ziele

- Weiterentwicklung der Raumvorstellung
- Erkennen und Beschreiben der Formen, Strukturen und geometrischen Gesetzmäßigkeiten von Objekten
- Angeben und Festlegen der notwendigen Parameter von Objekten
- Verständnis für die Beziehung und Lage von Objekten im Raum zueinander
- Kenntnisse über Projektionen und Risse
- Schulung des konstruktiven Raumdenkens

Kompetenzen

- Lesen, Erzeugen und Korrigieren von Rissen
- Verstehen und Beschreiben von Objekten
- Modellbildung – Zerlegung in Teilprobleme
- Grafische Grundfertigkeiten und Freihandskizzen
- Fachsprache, Verbalisierung

(2.2) Interpretation des Lehrplanes

Es sollten in allen Inhalten die Möglichkeiten der Einbindung von geeigneter einschlägiger Software genützt werden.

Folgende Abkürzungen werden in der Tabelle verwendet, wobei „einjähriges Modell“ die Lehrpläne mit nur einem Jahr aus Darstellender Geometrie bedeutet:

B ... Basisstoff

FE ... Fachspezifische Erweiterungen

Stoffgebiet		Kommentare
Räumliche Koordinatensysteme	B	Dieses grundlegende Kapitel muss der Schüler unbedingt beherrschen. Eine eindeutige (mathematische) Beschreibung für die Begriffe „Orientieren“, „Messen“ erweist sich als sehr hilfreich.
Abbildungsmethoden	B	Es ist zielführend, sich auf das Konstruktionsprinzip und die wesentlichen Eigenschaften der Abbildungsmethoden Axonometrie, Parallelriss, Normalriss und Perspektive zu beschränken.
Haupttrisse und axonometrische Bilder elementarer Körper	B	Die elementaren ebenflächigen und krummflächigen Körper (Würfel, Quader, Prisma, Pyramide, Zylinder, Kegel, Kugel, Torus) müssen in den Grundaufstellungen abgebildet und ihre notwendigen Angabeparameter erarbeitet werden. Es müssen typische Objekte des Fachbereichs in den technischen Rissen erkannt und hinsichtlich der enthaltenen geometrischen Grundkörper, ihrer gegenseitigen Lage im Raum und in Bezug auf Veränderungen (Vorbereitung für die Modellierung) analysiert werden.
Begriffe: Normale und Parallele, Projizierende Lage und Hauptlage	B	Das Erkennen und Verbalisieren der Raumlagen von geometrischen Grundelementen in Objekten und zu den Bildebenen muss während des gesamten Geometrieunterrichts geübt werden.
Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer ebenen Figur	B	Es sollen die wesentlichen Prinzipien Drehung, Festlegung eines neuen Koordinatensystems (Seitenriss) herausgearbeitet werden. Die Durchführung soll in Normalrissen bei (einfachen) „technischen“ Aufstellungen erfolgen.
Rechter Winkel im Raum	B	Im einjährigen Modell bietet es sich an, die Normallage (z.B. Ebenennormale) nur für projizierende Ebenen zu diskutieren.
Schnittpunkt Gerade-Ebene, Schnittgerade Ebene-Ebene	B	Es ist das Prinzip von Hilfsebenen heraus zu arbeiten und zu verwenden. Im einjährigen Modell sollte man sich auf wesentliche Anwendungen in einfachsten Aufstellungen beschränken.
Kreisdarstellung	B	Die Abbildung des Kreises bei Parallelprojektion könnte mit Rechnung (Abbildungsgleichungen) bewiesen werden. Es sollte genügen, sich auf die Darstellung des Kreises in projizierenden Ebenen zu beschränken.
Kugel, Drehflächen	B	Die Kugel könnte demonstrativ für die Erklärung der Begriffe Tangentialebene, Flächennormale und Tangentialkegel verwendet werden. Eine Klassifikation der Drehflächen bietet sich an.

Ebene Schnitte von Polyedern und Drehflächen	B	Dieser Abschnitt sollte nur in den Grundstellungen in Normalrissen und mit begleitenden anschaulichen Bildern behandelt werden. In diesen Bildern von Drehflächen könnten die geometrisch wesentlichen Punkte eingetragen und abschließend das Bild freihändig fertig gestellt werden.
Durchdringungen von Polyedern und krummflächig begrenzten Körpern	FE	Es ist sinnvoll, eine Behandlung in zugeordneten Normalrissen auf Grundstellungen der Objekte zu reduzieren, wobei das Prinzip von Hilfsebenen heraus zu arbeiten ist. Es wird dringend empfohlen, diese Beispiele in direkten Methoden in der Axonometrie und mit einschlägiger 3D-CAD-Software zu bearbeiten. In die Lösungsstrategie sollen „Kappen“ und die Booleschen Operationen eingebunden werden. Die Diskussion von Aufstellungsvarianten der Objekte soll den Schüler zu den Grundprinzipien der Variantenkonstruktion hinführen. Das Modellieren der typischen Objekte des Fachgebietes sollte als wesentliches Anliegen dieses Kapitels angesehen werden.
Tangenten der Schnittkurven, Umrisspunkte	FE	Das Prinzip steht im Vordergrund. Der Einsatz in den Beispielen sollte sich auf konstruktiv einfache Linienelemente der Durchdringungskurven beschränken.
Dachausmittlungen	FE	Die Schüler werden angehalten, aus einem Riss Rauminformationen zu erarbeiten.
Schattenbilder bei Parallelbeleuchtung	FE	Grundkenntnisse sind Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz von Beleuchtungstechniken.
Perspektive	FE	Auf Grund der Möglichkeiten einschlägiger Software wird es sinnvoll sein, sich auf das Grundprinzip zu beschränken. Es ist zielführend, in vorhandenen perspektiven Abbildungen kleine Teile richtig zu „ergänzen“ und grafisch zu gestalten (exakt oder freihändig). Es bieten sich auch einfache Schattenkonstruktionen an.
Kotierte Projektion	FE	Es sollen Geländeflächen analysiert und dargestellt werden. Konstruktiv genügt es, sich auf die Profilmethode zu beschränken.
Regelflächen, Schiebflächen, Schraubflächen, Freiformflächen	FE	Bei der Behandlung dieser Flächen wird dringend empfohlen, geeignete Software einzusetzen.

(2.3) Motivation

Ausbildungsziele können besser erreicht werden, wenn Schüler geeignet motiviert sind. Die folgenden Punkte sollten als Anregungen bei der Unterrichtsplanung beachtet werden:

- Lieber mehrere kleine Beispiele in einer Stunde als ein „riesiges“. Dazu sind Arbeitsblätter günstig, auf denen mit wenigen Konstruktionslinien die Beispiele gelöst werden können. Bei den vorgezeichneten Angaben ist die Problemstellung für den Schüler leichter ersichtlich. Es sind nur die konstruktiven Details zu ergänzen, die sofort anschauliche Ergebnisse liefern (Freude am Ergebnis).
- Beispiele und Aufgaben an die Praxis anlehnen - „Angewandte Geometrie“: Wir müssen den Schülern das Gefühl vermitteln, dass sie die erlernten Fähigkeiten in der täglichen Arbeit wirklich brauchen. Die Aufgaben sollen daher Objekte des Fachbereichs enthalten (z.B. ein Foto oder einen Ausschnitt einer technischen Zeichnung). In diesen Vorlagen soll das geometrische Problem erkannt und die für die Konstruktion notwendige Angabe erarbeitet werden.

- Die Vorbereitung der Lösung durch eine Freihandarbeit (auch in einer Vorlage) wird empfohlen.
- Einsatz moderner Medien:
Internet und virtuelle Welten animieren viele Schüler, sich mit dem dazu notwendigen geometrischen Grundwissen auseinander zu setzen, da insbesondere 3D-Darstellungen bei Spielprogrammen immer größere Bedeutung erhalten.
- 3D-Modellierungssoftware verhilft zu raschen und eindrucksvollen Ergebnissen. Wichtig wird hier auch die Präsentation der konstruierten Objekte mit Texturen und Beleuchtung sein. Parametrisierungen und Varianten sind mit zeitlich geringem Aufwand möglich.
- Um die Theorie zu festigen, sind Partner- und Gruppenarbeiten, aber auch Projekte (mit oder ohne Software) sehr geeignete Unterrichtsformen.
- Regelmäßige Ausstellungen von gelungenen Arbeiten oder Projekten in der eigenen Schule (Präsentationen am Tag der offenen Tür, Schaukasten) oder im Internet (virtuelle Welten) bieten sich an.
- Probleme sollen mit den Schülern gemeinsam gelöst werden. Dabei ist auf die Verbalisierung entsprechender Wert zu legen.

(3) Wege der Umsetzung

(3.1) Methodische Möglichkeiten

In der Anfangsphase des Geometrieunterrichts sollten Übungen zur Schulung der Raumvorstellung im Mittelpunkt stehen. Die grafischen Fertigkeiten sind hier eher noch zurück zu stellen.

Folgende Unterrichtsmodelle eignen sich für diese Phase:

- Arbeiten mit Modellen
- Ergänzen von anschaulichen Skizzen (Arbeitsblätter mit Raster)
- Analysieren von realen Objekten der Umwelt und Zerlegen derselben in geometrische Grundkörper
- Multiple-Choice-Arbeitsblätter (z.B. Zuordnen von Rissen)
- Einsatz von stereoskopischen (rot – grün) Bildern
- Nachbearbeiten von fertigen Bildern (Sichtbarkeit einzeichnen, Einfärben von Flächen)
- Raumtransformationen (Drehung, Schiebung, ...) in anschaulichen Bildern durchführen
- Explosionsdarstellungen
- Konstruktion von Ergänzungskörpern
- Räumliche Rekonstruktion eines durch Risse (oder Schnittdarstellung) festgelegten Objekts

Im Hinblick auf den Unterricht mit Software ist das konsequente Verwenden eines Koordinatensystems unerlässlich. Die rechtzeitige Einführung des Begriffs „Benutzerkoordinatensystem“ hat sich als zweckmäßig erwiesen.

Handskizzen sollten den gesamten Unterricht begleiten. Dabei ist auf das Einhalten der Proportionen und geometrischen Abbildungsregeln (z.B. Parallelentreue) zu achten.

Bei Konstruktionen in den Haupttrissen (Grund-, Auf- und Kreuzriss) bietet sich ein dazu paralleles Arbeiten in einem anschaulichen Bild (normale oder schiefe Axonometrie) an. Dies trifft besonders auf die Lage- und Schnittaufgaben zu. Eine Vorbereitung der Angabe in Form von Arbeitsblättern ist anzustreben, da das Zeichnen der Angabe sehr viel kostbare Unterrichtszeit beansprucht. Falls es die Umstände erlauben, können die Arbeitsblätter den Schülern auch in digitaler Form zur Verfügung gestellt werden (siehe Kapitel (8) - **Medien für den modernen Geometrieunterricht**).

In den exakten Handzeichnungen sind die im Fachbereich üblichen Genauigkeiten einzuhalten.

Bei komplexeren Arbeiten (z.B. mit Software) sollte zuerst der Konstruktionsweg dokumentiert werden (Pseudocode), erst dann erfolgt die Umsetzung und Fehlerkorrektur.

Weitere Anregungen sowie Beispiele für Partnerarbeiten, Gruppenarbeiten und Projekte befinden sich im Kapitel (5) - **Unterrichtsalltag**.

(3.2) Leistungsbeurteilung

Grundlage für den folgenden Abschnitt ist die Leistungsbeurteilungsverordnung, auf die sich alle Verweise beziehen.

Es hat sich bewährt, am Beginn des Unterrichts die Vorkenntnisse der Schüler mit Hilfe einer Informationsfeststellung zu erheben. Das Ergebnis dieser Informationsfeststellung darf jedoch nicht in die eigentliche Beurteilung eingebunden werden (§ 1, Abs.2). Defizite bei den Vorkenntnissen können auf diese Art frühzeitig erkannt und behoben werden (siehe auch Abschnitt (3.3) – **Nahtstelle zur APS - AHS Unterstufe**).

Aus Gründen der Transparenz erscheint es unerlässlich, die Schüler möglichst frühzeitig, also am Beginn des Unterrichts, über die Kriterien der Leistungsbeurteilung zu informieren („Pflichtenheft“). Das Einbinden möglichst vieler Einzelarbeiten führt zu einer umfassenderen Gesamtbeurteilung. Das Verwenden eines transparenten Punktesystems erleichtert das Gewichten und Differenzieren der einzelnen Arbeiten.

a) Beurteilungskriterien

Die nachfolgend angeführten Kriterien begründen sich aus den Lehr- und Bildungszielen des Geometrieunterrichts, wie sie im Abschnitt (2.1) - **Didaktische Ziele**, dargelegt sind:

- Das geometrische Verständnis ist ein sehr wichtiges Kriterium und sollte besonders beobachtet werden.
- Die Fähigkeit, geometrische Zusammenhänge zu verbalisieren (z.B. eigenständiges Beschreiben einer Konstruktion) ist ein wesentliches Bildungsziel des Geometrieunterrichts.
- Die Fähigkeiten im Bereich Problemanalyse - Strukturieren werden beim Modellieren von Objekten mittels 3D-CAD-Software gefordert.
- Bei der Beurteilung von Arbeiten mit Software sollte das Hauptaugenmerk auf die geometrischen Inhalte gelegt werden. Handling und Layout haben untergeordnete Bedeutung.
- Bei umfangreicheren Arbeiten (Projekten) ist auch genaues und strukturiertes Dokumentieren der Arbeit zu beurteilen.
- Bei Projekten und Gruppenarbeiten kann auch die Teamfähigkeit und der Anteil am Gesamtwerk bewertet werden.

b) Formale Aspekte

Für die Leistungsbeurteilung bieten sich folgende Wege und Möglichkeiten an:

- Laufende Beurteilung aller Arbeiten
- Projektarbeiten
- Gruppenarbeiten
- Beurteilung der Hausübungen (§4, Abs.1, b)
- Praktische und grafische Leistungsfeststellungen auch am Computer (§3, Abs. 2)
- Schularbeiten, wenn lehrplanmäßig vorgesehen
- Tests, wenn keine Schularbeiten vorgesehen sind
- Bei nur zwei lehrplanmäßigen Schularbeiten zusätzliche Tests möglich (§8, Abs. 13).

c) Tipps für das Arbeiten mit Software

Speziell beim Ausdrucken fertiger Bilder ergeben sich Probleme. Der Zeitrahmen für diese Tätigkeit ist entsprechend ausreichend anzusetzen und darf nicht in die Arbeitszeit eingerechnet werden.

Da insbesondere in einem Netzwerk aber auch bei Standalone-PC's die Gefahr des Kopierens fertiger Arbeiten (Dateien) problemlos möglich ist, hat es sich bewährt, die Schüler direkt am PC zu ihrer dort geleisteten Arbeit zu befragen. Die Vorbereitung am Papier (Skizzen und Pseudocode) ist auf jeden Fall in die Beurteilung einzubinden. Dabei sollte beachtet werden, dass der Schüler in der Lage ist, seinen Lösungsweg nachvollziehbar zu beschreiben und zu dokumentieren.

(3.3) Nahtstelle zur APS – AHS Unterstufe

Der pädagogischen Gestaltung des Schulübertritts kommt besondere Bedeutung zu. Für die Vorschulen ist eine Vorbereitung auf künftige Arbeits- und Organisationsformen sehr wichtig. Es erweist sich als sehr günstig, wenn Lehrer dieser Schulen mit weiterführenden Schulen Kontakte pflegen.

Als Basis für die nachfolgenden Überlegungen wurde bereits der neue „**Lehrplan 99**“ für die APS – AHS Unterstufe herangezogen. Es soll so ein besseres Verständnis für den Anfangs- bzw. Einführungsunterricht in die Gegenstände mit Konstruktionsanteilen geschaffen werden. Welche Voraussetzungen bringen APS-Abgänger mit, wenn sie GZ-Unterricht erhalten haben?

Veränderter Umgang mit **Wissen**, Veränderungen in der **Arbeitswelt** und in der **Lebenswirklichkeit** der Schüler und geänderte **Anforderungen an den öffentlichen Bereich** stellen den Hintergrund für den neuen Lehrplan dar.

Die **Fachkompetenz**, die **Soziale Kompetenz** und die **Selbstkompetenz** sind den Allgemeinen Bildungszielen gleichwertig zur Seite gestellt. Damit kommen die **dynamischen Fähigkeiten** oder **Schlüsselqualifikationen** stärker zum Vorschein. Durch die fünf **Bildungsbereiche** (siehe Anhang A - **Lehrplan 99**) ist es möglich, dass sich die einzelnen Fachlehrpläne auf allgemeine Ziele beziehen können. Die Unterscheidung von **Kern- und Erweiterungsbereich** in allen Unterrichtsgegenständen ist ein wichtiges Strukturelement.

Die **Lehrpläne** für die **Hauptschule** und die **AHS-Unterstufe** sind **weitestgehend gleichlautend**. Unterscheidungen finden sich nur

- in Bezug auf die Aufgabe der jeweiligen Schulart,
- hinsichtlich der Aussagen zu Leistungsdifferenzierungen und Förderunterricht,
- in den Einzelheiten der Stundentafeln.

Zum besseren Verständnis sind an dieser Stelle Hinweise, die die Stundentafel betreffen, erörtert.

Stundentafel - Standardlehrplan

Für den Pflichtgegenstand **Geometrisches Zeichnen** sind in der 3. Klasse APS (7. Schulstufe) 1 Wochenstunde und in der 4. Klasse APS (8. Schulstufe) 1,5 Wochenstunden vorgesehen (AHS 2 Wochenstunden). Die Summe von 2,5 (AHS 3) Wochenstunden lässt keine großen Erwartungen hinsichtlich der Vorkenntnisse zu.

Bei schulautonomen Abweichungen

Für den Pflichtgegenstand **Geometrisches Zeichnen** ist hier ein Stundenrahmen von 2 bis 5 Wochenstunden vorgesehen. Die Stundentafel zeigt keine feste Stundenzuordnung. Das Minimum von 2 Wochenstunden wird möglicherweise kaum den Kernstoff berücksichtigen können. Das Maximum von 5 Wochenstunden ermöglicht doch ein fundiertes GZ-Wissen.

Erwartungen betreffend Vorkenntnisse

Die folgenden Fähigkeiten und Kenntnisse sollten vorausgesetzt werden können:

- Einwandfreies und sicheres Beherrschen der planimetrischen Grundkonstruktionen
- Erstellen von Handskizzen räumlicher Objekte
- Kennen von Raumtransformationen (Schiebungen, Drehungen, ...)
- Räumliche Boolesche Operationen
- Klassischer Formenschatz der Geometrie (Kugel, Kegel, Zylinder, ...)
- Grundlagen der verschiedenen Abbildungsverfahren
- Räumliche Rekonstruktion eines durch Risse festgelegten Objekts

(3.4) Nahtstelle Technische Universitäten

Voraussetzung für das Studium an einer Technischen Universität ist der erfolgreiche Abschluss der Reifeprüfung einer höheren Schule oder eine Berufsreifeprüfung. Für eine Reihe technischer Studienrichtungen sind Zusatzprüfungen aus Darstellender Geometrie abzulegen. Für Absolventen höherer technischer Lehranstalten mit dem Fach Geometrie ist in den meisten Fällen die Ablegung dieser Zusatzprüfung nicht vorgesehen. Die gesetzlichen Grundlagen dazu befinden sich im (ANHANG B) – **Auszug aus der Universitätsberechtigungsverordnung**.

(3.5) Nahtstelle Fachhochschule

Grundsätzlich wird für das Studium an Fachhochschulen die Reifeprüfung einer AHS oder HTL vorausgesetzt. Für manche Fachhochschul-Studiengänge sind Vorkenntnisse aus DG erforderlich (z.B. Bauingenieurwesen-Baumanagement).

Für die Studienberechtigung ohne Reifeprüfung ist eine Zusatzprüfung aus Darstellender Geometrie vorgesehen. Diese Zusatzprüfung aus DG kann gemäß FHStG § 4(4), (5), (6) auch vor der Prüfungskommission der entsprechenden Fachhochschule abgelegt werden.

(4) Geometrie und andere Gegenstände

Der Unterricht in Angewandter Geometrie versteht sich als wertvoller und gleichwertiger Partner im Fächerkanon der jeweiligen Anwendungsbereiche. Es ist daher wichtig, die Querverbindungen zu den anderen Gegenständen zu betrachten. Der überwiegende Anteil dieser Querverbindungen bezieht sich naturgemäß auf den Bereich der Konstruktionsübungen.

(4.1) Schnittstelle Konstruktionsübungen

Die Querverbindungen zu den Konstruktionsübungen beziehen sich heute zum weit überwiegenden Teil auf die Schnittstelle zur Anwendersoftware.

Nachfolgend aufgelistete Punkte sind dabei besonders zu beachten:

- Es sollte nur geeignete Software eingesetzt werden, die sich an den lokalen Anforderungen orientiert.
- Die Software sollte den Schülern auch privat oder auf Übungs-PCs der Schule außerhalb der Unterrichtszeit zur Verfügung stehen (Kosten und Lizenzen siehe Kapitel (8) - **Medien für den modernen Geometrieunterricht**).
- Die Unterrichtsinhalte sollen auf eventuelle Vorkenntnisse bzw. Bedürfnisse der Konstruktionsübungen zeitlich und inhaltlich in den folgenden Punkten abgestimmt sein:
 - Umgang mit Koordinatensystemen, Rechte Hand Regel
 - Positionieren im Raum
 - Unterschied Draht-, Flächen-, Volumenmodelle
 - Hidden Line Problematik
 - Grundlagen parametrischer Volumenmodelle
 - Grundkörper (Definition)
 - profildefinierte Objekte (Rotation, Extrusion, Sweeping)
 - Generier- und Editierbefehle
 - Boolesche Operationen anwenden
 - Projektionen (dabei räumliche Vorstellung, ...)
 - Erzeugung anschaulicher Bilder (Kameraposition, Blickrichtung, ...)
 - Erwähnung fachspezifischer Flächen, NURBS-Flächen, Spline-Kurven

Der Einsatz von 3D-CAD-Software im Geometrieunterricht muss immer als Schwerpunkt die **räumliche Überlegung und Modellbildung** bzw. die **Umsetzung in 3D-Konstruktionen** haben. Eine **reine Handlungsschulung** der Software für Konstruktionsübungen kann **nicht Ziel des Geometrieunterrichts** sein.

Die **Installation der verwendeten Software** soll so vorbereitet sein, dass mit der Bearbeitung von **Geometrie Problemen** sofort begonnen werden kann (Grundeinstellungen, Vorlagezeichnungen, ...).

(4.2) Schnittstellen zu anderen Gegenständen (exemplarisch)

Kinematik

Ist als eigener Gegenstand nicht mehr in den Lehrplänen enthalten, die Grundlagen werden aber von einigen Fachgebieten benötigt und eingefordert. Gerade mit geeigneter Kinematik-Software ist es möglich anschauliche Demonstrationen anzufertigen (Projektarbeiten).

Mathematik

Mathematische Aufarbeitung der Spline-Kurven, stereometrische Aufgabenstellungen, technische Behandlung von räumlichen Maßaufgaben

Verkehrswegebau

Kubische Parabel, Klothoide, Parallelkurven

Geografie

Ellipse, Geoid, Kartenprojektionen und geografische Koordinatensysteme

Freihandzeichnen

Proportionsgerechte Freihandskizze

Beteiligung an Ingenieur- und Technikerprojekten

Einbringen der geometrischen Kompetenzen bei der Problemlösung

(5) Unterrichtsalltag

Im nachfolgenden Abschnitt wird näher auf Form und Organisation des Geometrieunterrichts eingegangen.

Schüler ohne GZ-Vorkenntnisse

Ein leider alltägliches Problem ist die Situation, dass in einem 1. Jahrgang faktisch immer Schüler **mit** und **ohne GZ-Vorkenntnissen** zu finden sind.

Für **Schüler ohne GZ-Vorkenntnisse** sollte möglichst ein **zusätzliches Unterrichtsangebot** (Förderunterricht, Teiler für Gruppen, Freigegegenstand, Aktuelles Fachgebiet) vorgesehen werden. Dabei werden die Wiederholung und Vertiefung der Grundkonstruktionen der ebenen Geometrie im Vordergrund stehen. Das Hauptaugenmerk wird dabei darauf zu legen sein, dass die größten Defizite abgebaut werden und die Schüler danach in der Lage sind, dem Unterricht zu folgen.

(5.1) Unterrichtsformen

- Die wahrscheinlich immer noch gebräuchlichste Form, der **klassische Frontalunterricht** an der Tafel mit Zirkel, Lineal und Kreide, sollte auf das notwendige Ausmaß reduziert werden.
Durch den Einsatz von **Arbeitsblättern** und **Overheadfolien** kann die Unterrichtseffizienz gesteigert werden. Arbeitsblätter bieten die Möglichkeit und den Vorteil, vom Schüler sofort selbständig Aufgaben ausführen zu lassen, die mit wenigen Konstruktionsschritten gelöst werden können. Man erreicht dadurch eine Steigerung der Motivation des Schülers und hat die Möglichkeit, einen ersten Schritt zur individuellen Differenzierung zu setzen.
- Der Einsatz von **Computern zur Demonstration** erweitert die Möglichkeiten von Arbeitsblättern und Overheadfolien und bietet in manchen Bereichen eine neue Dimension.
- Übungsphasen lassen sich ohne größeren Aufwand in Form von **Partnerarbeit** organisieren (z.B. Rissleseübungen: jeder Schüler zeichnet die Axonometrie eines Objekts; Grund-, Auf- und Kreuzriss werden dem Partner zur Rekonstruktion der Axonometrie gegeben).

- Einige Kapitel sollten als **Kleinprojekte** in Form von **Gruppenarbeit** zur Zusammenfassung bzw. als Wiederholung behandelt werden (z.B. Design eines mehrteiligen Werkstücks mittels CAD: die Gruppe einigt sich auf die notwendigen Schnittstellen und Größenverhältnisse. Anschließend erzeugt jeder einen Bauteil). Damit wird die Teamfähigkeit, eine wichtige Grundkompetenz, gefördert.
- **Autonomes Lernen:** Im zweijährigen Modell können im Rahmen des Erweiterungstoffes kleine Lernziele vorgegeben werden, die der Schüler oder eine Gruppe selbst erarbeitet. Der Schüler bestimmt den zeitlichen Ablauf selbst. Voraussetzung für ein positives Ergebnis sind Arbeitsblätter, Arbeitsanweisungen und Möglichkeiten zur Selbstkontrolle.
- **Fächerübergreifende Projekte:** Die Geometrie kann sich bei der Lösung räumlicher Problemstellungen in Projektarbeiten der jeweiligen Fachbereiche einbringen. So können etwa bei Maturaprojekten Geometrieinhalte integriert werden.

Beim **Arbeiten am PC** vermischen sich die oben genannten Unterrichtsformen. Die geringere Anzahl der Schüler und der Einsatz eines 3D-CAD-Programms erleichtern die **individuelle Differenzierung**. Der Schwierigkeitsgrad der Arbeitsblätter bzw. der Beispiele kann leicht auf das individuelle Niveau des Schülers (resultierend z.B. aus vorhandener GZ-Vorbildung, aus bereits gut ausgeprägter Raumschauung, aus gutem Handling am PC, ...) abgestimmt werden. Der Schüler kann dadurch leichter motiviert und individuell gefördert werden. Bewährt haben sich auch kleinere Projektarbeiten, bei welchen Schüler über einen längeren Zeitraum selbst entworfene 3D-Objekte modellieren und eine umfassende Dokumentation ausarbeiten. Erfreulich ist die Motivation und Begeisterung, mit der auch „schwache“ Schüler bei dieser Unterrichtsform mitarbeiten und von sich aus mehr leisten als vom Lehrer vorgegeben.

Die Wahl der Unterrichtsform ist wesentlich davon abhängig, ob den Schülern zu Hause und/oder in der Schule PC-Arbeitsplätze zur Verfügung stehen.

Hausübungen auf dem PC können nur gegeben werden, wenn jeder Schüler auch außerhalb des regulären Unterrichts an einem PC arbeiten kann.

(5.2) Unterrichtsorganisation

Einleitend einige typische Beispiele von Stundentafeln unterschiedlicher Fachrichtungen:

Stundenverteilung	1. Jahrgang (Jahreswochenstunden)	2. Jahrgang (Jahreswochenstunden)
Elektronik	2 (davon 1 Stunde mit EDV-Teiler)	0
Elektrotechnik	2 (davon 1 Stunde mit EDV-Teiler)	0
Maschineningenieurwesen	2	2
	in einem der beiden Jahrgänge 1 Stunde davon als Übungen geteilt	
Wirtschaftsingenieurwesen	3 (davon 1 Stunde mit EDV-Teiler)	0
Mechatronik	2	0
Bautechnik	2	3 (davon 1 Stunde mit EDV-Teiler)
Grafik	2	0
Kunst und Design	2	2

In vielen Lehrplänen sind wegen der CAD-Inhalte Übungsleiter für einzelne Stunden vorgesehen. Diesbezüglich haben sich, angepasst an die lokale Situation (Anzahl der PCs, Verfügbarkeit von Räumen, ...) zwei Unterrichtsmodelle besonders bewährt und weite Verbreitung gefunden:

- **Ganzjahresmodell**

Die Theoriestunden werden laut Lehrplan für die gesamte Klasse das ganze Schuljahr hindurch von **einem** Lehrer gehalten. **Derselbe Lehrer** unterrichtet den CAD-Teil für die halbe Klasse alle 2 Wochen 2 Stunden geblockt im EDV-Raum.

Vorteile:

Gute Abstimmung und eventuell Ergänzung der Inhalte vom Theorieunterricht mit dem CAD-Teil möglich. Bei diesem Modell ist nur ein EDV-Raum erforderlich.

Nachteil:

Eventuelle Schwierigkeiten bei der Stundenplanerstellung (Planung nur als Randstunden oder Koppelung mit einem gleich geteilten Gegenstand).

- **Semesterweise Blockung** von Theorieunterricht und CAD-Einsatz:

Im Wintersemester unterrichtet **ein Lehrer** die gesamte Klasse die doppelte Wochenstundenanzahl des Theorieanteils. Im Sommersemester wird der CAD-Teil von **zwei Lehrern** mit der doppelten Wochenstundenanzahl des CAD-Anteiles in jeweils der halben Klasse durchgeführt.

Vorteil:

Der Schüler bringt im 2. Semester bereits fundiertes theoretisches Wissen ein.

Nachteile:

Zwei gleichzeitig verfügbare CAD-Säle notwendig oder Splitten im Stundenplan erforderlich. Semesterweise Saalbelegung (d.h. größere Kapazität muss im 2. Semester gegeben sein!). Probleme können bei der Leistungsbeurteilung sowie bei der Abstimmung Theorieanteile - Übungsanteile auftreten.

Selbstverständlich gibt es daneben auch weitere individuelle Modelle, bedingt entweder durch einschränkende, lokale Rahmenbedingungen oder durch die Persönlichkeit des Lehrers. Ein solches Modell ist im Kapitel (10) - **Weitere Unterrichtsmodelle** vorgestellt.

(5.3) Hinweise für das Arbeiten mit 3D-CAD-Software

Im Normalfall wird man die Auswahl der verwendeten Software in einer entsprechenden schulinternen Arbeitsgruppe vornehmen. Dabei sind neben den Ausbildungszielen unter anderem auch folgende Fragen zu klären:

- Welche Software ist an der Schule bereits vorhanden und soll auch im Geometrieunterricht neben den fachtheoretischen Fächern verwendet werden?
- Welche soll speziell für den Geometrieunterricht angekauft werden bzw. ist vom Ministerium über Schullizenzen verfügbar?

Im Geometrieunterricht werden grundsätzlich zwei Gruppen von 3D-CAD-Programmen hinsichtlich ihrer Anforderungen an die EDV-Infrastruktur eingesetzt.

Die eine Gruppe kann auch in EDV-Sälen installiert werden, die andere Gruppe benötigt die erweiterten Ressourcen eines CAD-Saales. Einsatz und Installation ist mit dem jeweiligen Kustos abzustimmen.

Zum Arbeiten am PC

- Es ist notwendig, dass jeder Schüler über ein eigenes Arbeitsverzeichnis verfügt, in dem er seine Daten speichern und begonnene Aufgaben fortsetzen und abschließen kann. Die Aufgabenstellungen für die Schüler sollten nach Möglichkeit vom Lehrer im Netz zur Verfügung gestellt werden.
- Das Ausdrucken der Zeichnungen und eventueller zugehöriger Zeichnungsprotokolle muss in der Schule und sollte von jedem Arbeitsplatz aus möglich sein. Für die effektive Unterrichtsarbeit ist für den Lehrer ein Computer mit Projektionsmöglichkeit erforderlich.
- Arbeiten zwei Schüler an einem PC, sollte Folgendes beachtet werden:
 - Gleichverteilung der Arbeitszeit
 - Bewusste Teambildung und Steuerung (gleiche Leistung, Führungsstil, ...)
 - Gegenseitige Kontrolle: z.B. ein Schüler entwirft ein Protokoll, der zweite überprüft diese Arbeit bei der Eingabe am PC.

(5.4) Schulautonome Lösungen

Über die grundsätzliche Möglichkeit der zusätzlichen Einführung von Geometriestunden im Sinne der Grundidee der Schulautonomie hinausgehend seien nachfolgend einige Beispiele besonderer Lösungen angeführt, die sich bereits in der Praxis bewährt haben:

In allen Abteilungen:

eine Stunde mit einem EDV-Teiler

Elektronik bzw. Elektrotechnik:

1 Stunde zusätzlich von FTKL bzw. KU mit EDV-Teiler (z.B. für Einführung in spezielle 3D-CAD-Software)

Mechatronik:

Im 1. Jahrgang 3 Stunden DG (eine davon mit Übungen geteilt) oder im 1. Jahrgang 2 Stunden laut Lehrplan und im 2. Jahrgang zusätzlich 1 Stunde geteilt (geblockt)

Maschineningenieurwesen:

Teilung sowohl im 1. als auch im 2. Jahrgang für gezielten Software-Einsatz

Fachschule Bautechnik:

Da es im neuen Lehrplan keinen Gegenstand DG gibt, besteht die Möglichkeit, die Geometrieinhalte durch SGA-Beschluss in Fachzeichnungen zu verankern (im Pflichtgegenstand KU im 1. und 2. Jahrgang etwa 20%, im Freigegegenstand TZ im 1. Jahrgang etwa 25%). Den geblockten Anteil unterrichtet der DG-Lehrer.

Bei Fachschulen ohne DG:

DG als Freigegegenstand, damit die Übertrittsmöglichkeit in die Höhere Abteilung ohne Prüfung möglich ist (eventuell als Sammelunterricht)

(6) Arbeitsmittel

(6.1) Arbeitsmaterial

Die Qualität einer Zeichnung ist nicht nur von den geometrischen Kenntnissen und von den graphischen Fertigkeiten des Schülers abhängig, sondern auch von der Qualität der verwendeten Werkzeuge.

Um gute Zeichnungen zu erstellen, muss jeder darauf achten, dass sein Zeichenwerkzeug in bestem Zustand ist.

Das Erstellen von sauberen, geometrisch richtigen Handskizzen ist eine unverzichtbare Fertigkeit für Techniker. Auf solchen Handskizzen basieren größtenteils die mit Hilfe von 3D-CAD-Programmen angefertigten Zeichnungen, die natürlich einer geometrischen Kontrolle und Interpretation bedürfen. Durch die hervorragende Qualität der Drucker erübrigt sich das Erlernen der Techniken des Tuschezeichnens.

Damit es den Schülern möglich ist, geometrisch richtige Handskizzen zu erstellen, wird dringend empfohlen, auf das konventionelle exakte Konstruieren mit Bleistift, Zirkel und Lineal nicht ganz zu verzichten. Erst wenn die Gesetzmäßigkeiten beherrscht werden, ist es möglich, sie in einer Freihandskizze richtig anzuwenden. Ob dies die konsequente Verwendung einer Zeichenplatte als Arbeitsmittel erfordert, sollte fachspezifisch entschieden werden. Es ist aber sinnvoll darauf hinzuweisen, dass durch die sachgemäße Verwendung der Zeichenplatte die Konstruktionszeichnungen rascher und genauer erstellt werden können. Außerdem ist es oft nötig, die Schüler immer wieder darauf aufmerksam zu machen, dass das Arbeitsmaterial (Zirkel, Dreieck, Bleistifte etc.) in einwandfreiem Zustand sein muss.

(6.2) Arbeitsunterlagen für den Schüler

Um die Übertrittsproblematik zu mildern und den Unterricht leichter an die unterschiedlichen Vorkenntnisse anzupassen, ist es sinnvoll, den Schülern zu Beginn des ersten Schuljahres Unterlagen über die Konstruktion von einfachen ebenen geometrischen Figuren (Quadrat, gleichseitiges Dreieck, Sechseck, Fünfeck) und über die Geometrie von Körpern (Würfel, gerades Prisma und Pyramide) zur Verfügung zu stellen, auf die im folgenden Unterricht aufgebaut wird.

Während des Unterrichtsjahres erleichtern folgende Unterlagen den Schülern das Mitarbeiten und Verstehen:

- **Arbeitsblätter**, die Folgendes beinhalten sollten:
 - Die Aufgabenstellung wird sowohl in Worten als auch durch eine Skizze vorgegeben
 - Angabe der Konstruktionsschritte (geometrische Zusammenhänge), die zur Lösung der Aufgabe erforderlich sind
 - Fertige Zeichnung ohne Konstruktionslinien zur Selbstkontrolle
 - Bei neu zu erarbeitenden Aufgabenbereichen die durchgezeichnete Lösung des Problems
- **Aufgabensammlung mit Lösungen**, als Zusatzangebot für Schüler während der Stunde (individuelle Förderung) oder für Übungen zu Hause.
- **Modelle**
 - An der Schule vorhandene Modelle von fachspezifischen Objekten
 - Von den Schülern selbst erzeugte Modelle (Styropor, Schaumstoff, Holz, ...)
 - Modelle zur Demonstration geometrischer Zusammenhänge (reelle und virtuelle Modelle)
- Ein **Nachschlagwerk**, in dem leicht verständlich die Grundkonstruktionen erklärt werden und so dem Schüler die Möglichkeit geboten wird, Versäumtes aufzuholen. Ob jeder Schüler ein Nachschlagwerk hat, oder ob sich in der Schulbibliothek verschiedene befinden, ist Ermessenssache.

Hinweise auf verschiedene Arbeitsunterlagen befinden sich im Kapitel (8) - *Medien für den modernen Geometrieunterricht*.

(6.3) Software

Meist erfolgt der CAD-unterstützte Geometrieunterricht mit der an der Schule in fachspezifischen Gegenständen verwendeten Software, die aber unbedingt 3D-fähig sein sollte. Ist es möglich (oder notwendig), für den Geometrieunterricht eine eigene Software zu kaufen, so sollte die Auswahl nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Volle 3D-Fähigkeit
- Ausreichende Hardwareanforderungen
- Verfügbarkeit und Verwendung in anderen Gegenständen
- Kaufpreis
- Einfache und leicht erlernbare Handhabung
- Lizenzoptionen für Lehrer und Schüler
- Gibt es eine kostenlose Einschulung für Lehrer, Schüler?
- Gibt es zu diesem Programm bereits eine dokumentierte Beispielsammlung?
- Schnittstelle zu anderer an der Schule eingesetzter Software
- Abstimmung mit betroffenen Kollegen und Kustoden

Eine Aufstellung von bereits erprobter Software und deren Beschreibung befinden sich im Kapitel (8) - *Medien für den modernen Geometrieunterricht*.

(7) Geometrie und die Wirtschaft

(7.1) Anforderungen der Wirtschaft an die Geometrie

Allgemein wird von Firmenvertretern beklagt, dass bei neu aufgenommenen Technikern jeglicher Ausbildungsform zu wenig geometrische Grundkenntnisse vorhanden sind. Ebenso sind die neuen Technologien in Kurven- und Flächenformen zu wenig bekannt. Gemeint sind dabei insbesondere Kenntnisse über Splines, BÉZIER-Flächen, Offsetkurven und Offsetflächen, die zur Zeit oft nur sehr spärlich behandelt werden.

Die folgenden Punkte sind ein Ausschnitt der Anforderungen der Wirtschaft.

Anforderungen der Betriebe	Durch DG-Unterricht abdeckbar
Normalrisse und Schnitte	Ja
Kotierte Projektion	Ja
Schrägriss, Axonometrie	Ja
Verschneidungen von Körpern (ebenflächig und gekrümmt)	Ja
Kegelschnitte	Ja
Verebnungen, abwickelbare Flächen	Ja
Ebene Kurven, räumliche Kurven	Ja
Verzahnungen	Ja
Kinematik (Drehungen, ...)	Ja, aber nicht im Lehrplan
Perspektive	Ja
Splines, BÉZIER-Kurven, Parallelkurven, Offsetflächen	Ja, aber nicht im Lehrplan
Kubische Parabel, Klothoide	Ja, aber nicht im Lehrplan
Normen	Ja, aber nicht im Lehrplan
Bemaßungen: Informationsredundanz	Ja, aber nicht im Lehrplan
Geometrische Grundaufgaben und ihre Beschriftung	Ja
Nomenklatur, besonders englische Fachausdrücke	Ja, aber nicht im Lehrplan
Speicherung der CAD-Daten	Ja
Speicherökonomie	Ja, aber nicht im Lehrplan
Mikroverfilmung (evtl. Animationen) von CAD-Zeichnungen	Ja, aber nicht im Lehrplan
Beschriftungen, Maße, Linienstärken, Schraffur, Ansichten	Ja
Datentransfer: IGES-Schnittstellen	Ja, aber nicht im Lehrplan
Makros, Varianten-Produktsystematik, Normteile	Ja, aber nicht im Lehrplan
Referenzen (= Bedeutung von Informationen, die an Zeichnungselementen „hängen“)	Ja, aber nicht im Lehrplan
3D-Modellierung	Ja
NC-gesteuerte Maschinen kennen	Ja, aber nicht im Lehrplan
Bedeutung der Zeichnung als zentraler Informationsträger für die Fertigung	Ja, aber nicht im Lehrplan

(7.2) Reaktionen der Wirtschaft

Als Beispiele seien nachfolgende Aussagen zweier namhafter Firmen auf Anfragen nach der Bedeutung einer qualitativen Geometrieausbildung angeführt:

SGP – Verkehrstechnik

- Absolventen werden als Konstrukteure, auch mit Design-Aufgaben, eingesetzt.
- Räumliches Vorstellungsvermögen ist grundlegend, ebenso die Kenntnis perspektivischer Darstellungen.
- Die Eigenschaften von Durchdringungen sollen für die Kontrolle von Bildschirmergebnissen bekannt sein.
- In der Konstruktionsabteilung von SGP sind 70 % der Arbeitsplätze für Arbeit am Bildschirm eingerichtet; Kenntnisse von CAD sind ebenso erforderlich wie solche herkömmlicher Methoden.
- Werkzeuge für die Arbeit sind Anwendungen von Grundkonstruktionen, z.B. Abwicklungen, Kegelschnitte und Verzahnungen.
- Wichtig ist die Fähigkeit, Neues selbständig zu erarbeiten.
- Gewölbte Flächen sind nach Möglichkeit abwickelbar auszubilden oder durch ebene Flächenstücke zu ersetzen.
- Wesentlich ist das Erkennen der geometrischen Eigenschaften der verwendeten Flächen (berührende Übergänge).
- Notwendig sind auch Kenntnisse der Kinematik (z.B. Radaufhängung), Perspektive sowie der Schnittlinien verschiedener Wandteile.
- Erforderlich ist die Kommunikation zwischen Designer und Konstrukteur.

Waagner-Biró, Stahlbau

Dem Konstrukteur sollte Folgendes bewusst sein:

- Konventionelle Zeichnungen sind allgemein, auch juristisch, anerkannte und damit verbindliche Dokumente. Daher sollen die Konstruktionen nach den Prinzipien der Eindeutigkeit, der Widerspruchsfreiheit und der Vollständigkeit erstellt sein. Die Kosten eines Bauwerks werden ja entscheidend vom Konstrukteur beeinflusst. Daher soll jede Aufgabe nicht nur am Bildschirm, sondern auch „händisch“ beherrscht werden.
- Die Konstruktionen im Stahlbau sollen nicht nur die Ergebnisse, sondern auch Details in räumlicher Darstellung (axonometrisch oder perspektivisch) zeigen. Die Darstellungen sollen auch für den Laien verständlich gemacht werden (Solid models, Shadowing, ...).
- Erforderlich ist die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens und das Beherrschen verschiedener Darstellungsmöglichkeiten für komplizierte Sachverhalte in Form von Draht-, Flächen- und Volumsmodellen mit Schnitten in verschiedenen Rissen. Das Problembewusstsein der numerischen Genauigkeit im Hinblick auf schleifende Schnitte bzw. die Simulation von Kurven auf CAD soll geweckt werden. Ebenso sind das Verständnis über Approximation, Inter- und Extrapolation sowie das Auftreten möglicher Fehlerquellen bei Darstellungen, auch in Perspektive, wünschenswert.

(8) Medien für den modernen Geometrieunterricht

Die vorliegende Aufstellung bezieht sich auf den Zeitpunkt der Drucklegung im Herbst 2000.

Legende

G Generallizenz des BMBWK
(Gratisbezug über das Zentrum für Schulentwicklung, Kaufmannngasse 8, 9020 Klagenfurt)
W Windows-Version
D DOS-Version

(8.1) Software für den Geometrieunterricht

Software	Autor Verlag	Version	Anmerkungen
GAM (Generieren – Abbilden – Modellieren)	Podenstorfer	W	3D-CAD-Grundausbildung (Schullizenz verfügbar) Prof.Mag. Erwin Podenstorfer Berlinerring 54/6, 8047 Graz
Beispiele und Anregungen für den modernen Geometrieunterricht	ADI GZ/DG	W, G	Multimediale Beispielsammlung: Angabe – Didaktische Beschreibung – Lösung, Visualisierung
CABRI GÉOMÈTRE II	Texas Instruments	W, G	Elementargeometrie, Kinematik
EUKLID DynaGeo	Mechling	W	Elementargeometrie, Kinematik (Shareware) www.mechling.de
WinDOS-CAD	Schachner & Schlemmer	D, G	2D-Grundausbildung
CAD-2D CAD-3D	Stachel	D, G	CAD-Grundausbildung in 2D/3D
GZ-POWER-3D	Benedikt	D	Rissleseübungen mit Quaderteilen (Multiple Choice) Benedikt Gerhard Nachbauerstr.26, 6850 Dornbirn
WÜRFELNETZE I+II	Reinhard Hörst	D, G	RV-Übungen an Würfelnetzen Reinhard Hörst SHS, 1100 Wien, Wendstattg. 5/II
AutoCAD 2000 AutoCAD LT 2000	Autodesk	W	Professionelle CAD-Software (2D und 3D) diverse Händler (www.autodesk.de)
AutoCAD 2000 Mechanical Desktop Inventor	Autodesk	W	Professionelle CAD-Software diverse Händler (www.autodesk.de)
Pro Engineer	Parametric Technology Corporation	W	Professionelle CAD-Software (2D und 3D) (www.ptc.de)
Microstation	Bentley Systems	W	Professionelle CAD-Software (www.bentley.de)
ArchiCAD	GraphiSoft	W	Professionelle CAD-Software (www.graphisoft.com)

(8.2) Zeitschriften, Arbeitsmappen für den Geometrieunterricht

Zeitschriften, Arbeitsmappen	Autor Verlag	Anmerkungen
GZ Mappe 1,2,3	Brottrager, Krautwaschl	Musterbeispiele, Übungsblätter + Lösungen, Farbfolien HOL Karl Brottrager HS Berggasse, 8321 St.Margarethen
IBDG Informationsblätter für DG	ADG	Fachartikel, Beispielanregungen + Lösungen TU Innsbruck, Institut für Geometrie Technikerstr. 13, 6020 Innsbruck

(8.3) Approbierte Lehrbücher für den Geometrieunterricht

Approbierte Lehrbücher	Autor Verlag	Anmerkungen
DG 1 für HTL DG für Elektrotechniker	Lichtensteiner, Oldenbourg	Aktuelle Inhalte wie 3D-CAD fehlen.
DG I, II (E, BT/MI)	Müllner u.a., ÖBV&HPT	Aktuelle Inhalte wie 3D-CAD werden berücksichtigt.
Technisches Zeichnen für die Praxis (PTS)	Löffler u.a., ÖBV&HPT	Lehrerausgabe beinhaltet auch die Lösungen.

(8.4) Bausätze für den Geometrieunterricht

Bausätze	Autor Verlag	Anmerkungen
GEOSET 3D	Grünova	Kunststoffmodelle für ebene und räumliche Geometrie; Bausätze Lehrmittelverlag Höf 19, 5660 Taxenbach
Fischergeometric 1-4	Fischertechnik	Kunststoffmodelle für ebene und Raumgeometrie; Bausätze
CLIXI	CLIXI-Technik	Kunststoffteile zum Modellbau Florian Müller, Welsstr.43, 4501 Neuhofen/Kr.

Aktuelle Ergänzungen sind im Internet auf der Geometriehomepage
www.geometry.at
zu finden.

(9) Glossar neuer Begriffe in der Geometrie

Der Einsatz neuer Technologien in Verbindung mit Angewandter Geometrie brachte eine Fülle neuer Begriffe, die derzeit noch nicht als Allgemeingut anzusehen sind. Das nachfolgende Glossar bietet einen Überblick über die wichtigsten Begriffe.

Die bei den Definitionen angegebenen Internetadressen stellen einen zum Zeitpunkt der Drucklegung gültigen Quellenhinweis dar. Diesen Quellen sind in der Regel die Informationen auch entnommen. Sofern die Adressen noch Gültigkeit haben, können dort detailliertere Informationen bezogen werden.

Anaglyphen

Anaglyphenverfahren sind Verfahren zur stereoskopischen (räumlichen) Betrachtung zweier in Komplementärfarben (z.B. rot und grün) gehaltener, etwas seitlich verschoben übereinander gedruckter oder projizierter Bilder, die einen räumlichen Gegenstand von zwei benachbarten Standpunkten aus wiedergeben (Anaglyphenbilder). Bei Betrachtung dieser Bilder durch eine Farbfilterbrille, deren Gläser in den genau gleichen Komplementärfarben gefärbt sind (Anaglyphenbrille), erscheint der abgebildete Gegenstand räumlich.

<http://www.meyer.bifab.de/>

Animation (Virtual Reality)

Bezeichnung für Grafiken und Bilder, die mit Hilfe eines Computers erstellt und in Bewegung versetzt werden. Dazu werden der Hintergrund (z.B. Landschaft, Raum) und davor bewegte Objekte getrennt entworfen. Für Hintergrund und Objekte müssen die scheinbare Form, Oberflächenbeschaffenheit und Beleuchtung berücksichtigt werden. Fremderstellte Elemente, wie z.B. Videoaufnahmen, können eingebunden werden. Um die Illusion einer Bewegung zu erzeugen, muss dem Auge wie beim Fernsehen oder Kino eine Abfolge von Einzelbildern präsentiert werden. Animationen werden in der Unterhaltungsindustrie (Computerspiele, Trickfilme) eingesetzt, aber auch bei technischen Entwürfen und wissenschaftlichen Simulationen (Architektur, Medizin, Physik). Zur Verwirklichung einer professionellen Animation sind komplexe Berechnungen und sehr schnelle Rechner mit hohen Speicherkapazitäten nötig.

<http://www.glossar.de>

Approximation

Bei diesen Näherungsverfahren werden insbesondere numerisch relevante Eigenschaften linearer und nicht linearer Approximationsprobleme untersucht. Dies beginnt bei der stabilen Berechnung von Lösungen linearer diskreter Approximationsprobleme und reicht bis zur Behandlung komplexer nichtlinearer Approximationsprobleme z. B. die Approximation mit Exponentialsummen, → *Splines* und anderen nichtlinearen Approximationsfamilien, vorwiegend bezüglich der TSCHEBYSCHJEFF-Norm. Auch die Eigenschaften der Approximationsfamilien und grundlegende numerische Untersuchungen spielen eine wichtige Rolle.

<http://vieta.math.tu-cottbus.de/institut/nam/fs-app.html>

Benutzerkoordinatensystem

Benutzerdefiniertes Koordinatensystem, das die Ausrichtung der x-, y- und z-Achse im dreidimensionalen Raum bestimmt.

BÉZIER-Flächen

Eine doppelt gekrümmte Näherungsfläche, die durch ein Stützpunktraster definiert wird.

Boolesche Operation

Boolesche Operatoren wie "und", "oder" und "nicht" werden zur logischen Verknüpfung von Aussagen verwendet - z.B. bei der Dokumentensuche im Internet über Suchmaschinen. Boolesche Operationen werden auch im CAD- und Visualisierungs-Umfeld verwendet, um mit Hilfe von Vereinigungs-, Durchschnitts- und Abzugsverknüpfungen aus zwei Standardflächen (2D: Kreis, Rechteck, ...) bzw. Standardkörpern (3D: Kugel, Würfel, ...) neue Flächen bzw. Körper zu generieren.

http://www.glossar.de/glossar/z_bks.htm

Dynamische Geometrie

Darunter versteht man den Einsatz von Computerprogrammen, bei denen geometrische Situationen oder Konstruktionen beweglich gestaltet werden können. Dazu gehören zum Beispiel das Berechnen des Weges einer Billardkugel auf einem Billardtisch durch Berührung mehrerer Banden. Durch die → **Animationen**, die durch die Software erzeugt werden, wird ein Simulieren von Bewegungen unterstützt und es sind wirkende Kräfte besser erkennbar.

<http://www.ph-heidelberg.de/wp/mauve/dyngео/dyngео.htm>

<http://www.mechling.de>

Extrapolation

Extrapolationen nennt man Verfahren, die vorhandene Daten analysieren und daraus neue zusätzliche Daten berechnen, d.h. man schließt vom Verhalten z.B. einer Funktion in einem bestimmten Geltungsbereich auf das Verhalten außerhalb dieses Bereiches.

<http://scilab.de/extrapol.htm>

Extrusion

Vorgang, durch den ein dreidimensionaler Volumenkörper durch das Auseinanderziehen einer zweidimensionalen Fläche entlang eines linearen Pfades erstellt wird.

Siehe auch → **Sweeping**

Freiformfläche

Komplexe, meist mehrfach gekrümmte Fläche, die sich nicht durch einfache geometrische Grundformen wie Gerade, Kreis und Kegelschnitt mathematisch definieren lässt. Für die Konstruktion einer Freiformfläche wird die SOLL-Kontur im Allgemeinen durch eine technische Zeichnung oder als eine Datei in einem CAD-System beschrieben. Wenn die Geometrie einer realen Freiformfläche als IST-Kontur bestimmt wird, so erfolgt dies durch eine Stereo-Kamera oder durch eine Koordinatenmessmaschine. Dann ist die Fläche durch auf der Oberfläche liegende Punkte bestimmt. Für den Vergleich zweier Freiformflächen wird auch die SOLL-Kontur durch eine Stereokamera oder durch eine Koordinatenmessmaschine erfasst.

http://pc1-5.iw.uni-hannover.de/vergleich_freiform/index.html

<http://i33www.ira.uka.de/projekte.htm#P-Patche> (H. Prautzsch, G. Umlauf)

Hidden-Line-Problematik

Bei einer Verdeckte-Linien-Berechnung werden die „unsichtbaren Linien“ bzw. Liniensegmente erkannt und aus dem Bild entfernt. Das Resultat kann wieder eine CAD-fähige Zeichnung sein, die aus Vektoren besteht.

<http://www.glossar.de/glossar/index.htm>

IGES-Schnittstelle

Abkürzung für „Initial Graphics Exchange Specification“. In den USA unter Federführung des National Bureau of Standards entwickelte Schnittstelle, die auf die Übertragung von Geometriedaten zwischen verschiedenen CAD/CAM-Systemen hauptsächlich im Bereich der mechanischen Konstruktion ausgerichtet ist.

http://www.glossar.de/glossar/z_rendering.htm

Industrial Design

Die Unternehmensphilosophie definiert das Industrial Design als eine Produkt- und Arbeitsgestaltung unter funktionalen, ergonomischen und formal-ästhetischen Gesichtspunkten. Darüber hinaus steht die Entwicklung von → **virtuellen Prototypen** im Vordergrund, da das Industrial Design mitsamt angegliederten Disziplinen derzeit einen Strukturwandel erlebt.

http://www.virtualform.de/1_id/id_0.html

Informationsredundanz

Mehrfach vorhandene Informationen in einer Nachricht oder in einem Datenbestand.

Interpolation

Darunter versteht man die Einschaltung von Größen zwischen zwei Gliedern einer gesetzmäßigen Folge. Eine Interpolation stützt sich oft auf mathematische Tabellen.

Im Grafikbereich werden Verfahren zur Vergrößerung oder Verkleinerung von Bildern durch Hinzurechnen bzw. Eliminieren von Pixeln verwendet. Die Güte des Interpolationsverfahrens entscheidet über die resultierende Bildqualität.

In der Geometrie versteht man unter Interpolation das Einpassen von Kurven durch vorgegebene Datenpunkte (vgl. Kurvenlineal).

Kappen

Abschneiden oder Wegschneiden eines Teils eines Körpers (ebener Schnitt eines Körpers)
<http://www.iicm.edu/m10/ref.m10.K.8>

Makro

Folge von Befehlen und Vorgängen bzw. eine Kombination von Tasten- und Mausklicks, die festgehalten und gespeichert werden können. Wird ein Makro aufgerufen, werden die aufgezeichneten Vorgänge und Aktionen in der entsprechenden Reihenfolge automatisch wieder abgearbeitet. Makros sind besonders wirkungsvoll, wenn bestimmte Aktionen häufig durchgeführt werden müssen oder sich ständig wiederholen.

<http://www.glossar.de/glossar/index.htm>

Modellierung

Aus verschiedenen Grundkörpern wird durch Ähnlichkeitstransformationen und → **Boolesche Operationen** ein neues Objekt erzeugt.

Siehe auch → **Extrusion, Sweeping, Kappen**

NURBS-Flächen

Abkürzung von „Non-Uniform Rational B-Spline“. Exakte mathematische Methode zur Erfassung und Darstellung von Freiformkurven und → **Freiformflächen**, wobei diese durch die variablen Kreuzungspunkte eines Oberflächennetzes verlaufen.

<http://www.glossar.de/glossar/index.htm>

Offsetkurven und –flächen

Offsetkurven sind Parallelkurven, die durch „Abrücken“ von gegebenen Kurven entstehen, also Hüllkurven kongruenter Kreise.

Offsetflächen sind Parallelfächen, die durch „Abrücken“ von gegebenen Flächen entstehen, also Hüllflächen kongruenter Kugeln.

Parametrische Volumina

Variable Festlegung von Abmessungen eines virtuellen Raumobjekts in einem CAD-System. Bei der sogenannten „Parametrisierung“ werden z.B. Längen, Radien und Winkel als Variablen definiert, mit dem Zeichenobjekt verknüpft und gespeichert. Je nach Anwendungsfall erhält das 3D-Modell – abhängig von den zugehörigen konkreten Zahlenwerten - unterschiedliche Formen und Größen.

Pseudocode

Sprachliches Ausdrucksmittel für den Programmentwurf. Enthält üblicherweise Elemente der strukturierten Programmierung und natürlichsprachliche Beschreibungen.

<http://www.scope.gmd.de/vmodel/cgi/vmterms/Pseudocode>

Referenz

Zum Beispiel ein feststehender Messwert, der als Vergleichswert oder als Eichwert herangezogen werden kann.

Rendering

Im CAD- und Grafikbereich versteht man unter Rendering die optische Aufwertung eines dreidimensionalen CAD-Modells oder eines zweidimensionalen Pixelbildes mittels computerunterstützter Prozesse/Algorithmen. Dazu können beliebige Lichtquellen positioniert sowie Farben bzw. → **Texturen** und jede Menge Effekte zugeordnet werden.

http://www.glossar.de/glossar/z_rendering.htm

Shadowing

Schattierung von gekrümmten Flächen, damit diese realitätsnäher aussehen. Dazu werden die gekrümmten Flächen in kleine Dreiecke aufgeteilt. Die drei wichtigsten 3D-Shading-Methoden unterscheiden sich darin, wie genau die Farbverläufe innerhalb dieser Dreiecke dargestellt werden.

<http://www.glossar.de/glossar/index.htm>

Spline-Kurven

Unter einer Spline-Funktion versteht man eine stückweise auf Teilintervallen definierte Funktion, deren Teile an den Intervallgrenzen stetig oder sogar ein- bzw. mehrmals stetig differenzierbar aneinander stoßen (berührende Übergänge). Man unterscheidet A-, B- und C-Splines.

Spline-Kurven dienen z.B. dazu, weiche, gerundete Linien (CAD), Querschnitte von Objekten (→ **3D-Modellierung**) oder Bewegungspfade (→ **Animationen**) festzulegen.

Spline-Flächen erlauben, organisch runde Körper zu bilden. Sie schmiegen sich an Kontrollpunkte an, die im Raum platziert sind. Durch Verschieben dieser Kontrollpunkte werden die Splines geformt - ein äußerst effektives Verfahren, vergleicht man es mit der Bearbeitung von Hunderten von Polygonen, aus denen typischerweise 3D-Objekte bestehen. Von den diversen Typen an Spline-Kurven und -Flächen sind besonders die BÉZIER-Kurven bekannt.

http://eiunix.tuwien.ac.at/~ernst/eis/k1____010.htm

<http://www.glossar.de/glossar/index.htm>

Spline-Interpolation

Dient zur Berechnung von Freiformkurven aus wenigen Stützpunkten. Dabei werden Polynome dritten oder höheren Grades verkettet, die an ihren Übergängen ein verbindendes Übergangsverhalten aufweisen.

Sweeping

Siehe → **Extrusion**

Textur

Texturen sind Bilder/Muster von Oberflächenmaterialien wie Stein, Holz oder Glas, die von → **Renderingprogrammen** auf dreidimensionale CAD-Modelle aufgetragen werden. Eine Textur legt man über ein 3D-Drahtmodell, um es realistisch aussehen zu lassen. Berücksichtigt werden müssen bei einer solchen Berechnung zum Beispiel Lichtreflexionen, Schattierungen, Farbgebung und Oberflächenbeschaffenheit von Objekten.

<http://www.glossar.de/glossar/>

<http://www-cg-hci.informatik.uni-oldenburg.de/grafiti/flow11/page17.html>

Variantenkonstruktion

Siehe → **Parametrische Volumina**

Varianten - Produktsystematik

Anpassungsentwicklungen für Systeme und Anlagen als länderspezifische Zusätze.

Virtuell

Nur gedacht, scheinbar

Siehe → **Animation (Virtual Reality)**

(10) Weitere Unterrichtsmodelle

(10.1) DG in der höheren Abteilung für Elektrotechnik, HTL Saalfelden

Zusammenstellung: Mag. Werner Gems

Rahmenbedingungen

DG ist nur im ersten Jahrgang im Ausmaß von 2 Wochenstunden mit einem EDV-Teiler für 1 Wochenstunde verankert.

Der Jahrgang wird nur von einem Klassenlehrer unterrichtet.

Für den EDV-Einsatz steht nur 1 Saaleinheit mit 12 PCs zur Verfügung.

Legende:

- Gganze Klasse 36 SS
 I, II, III3 Gruppen je 12 SS für Einzelarbeit
 A, B2 Gruppen je 18 SS für Partnerarbeit
 F.....individuelle Förderung mit variabler Gruppe:
Zusatzübungen (Arbeitsblätter, Software)
- RVÜeinfachste 3D-Software
 GAM.....Generieren – Abbilden - Modellieren
 CABRI, EUKLID DynaGeoKinematik-Software

Wochenplanung: (im Schuljahr 1999/2000 erfolgreich erprobt)

	Wo.	Inhalt	1.UE	2.UE	3.UE	Software	Anmerkungen
1. Semester	1	Einführung, Abbildungsvorgang	G	G	F	RVÜ	RV-Training und Tests Begleitmaterial auf Papier
	2	Modelle, Koordinatensysteme	G	G	F		
	3	Genormte Axonometrie (ebene Objekte)	G	G	F		
	4	Genormte Axonometrie (krumme Objekte)	G	G	F		
	5	Haupttrisse (erzeugen)	G	G	F		
	6	Haupttrisse (lesen und interpretieren)	G	G	F		
	7	Haupttrisse mit Schnitten	G	G	F		
	8	Normalrisse; Lage-, Maß- und Schnittaufgaben: Länge, Winkel, Netz	G	G	G	GAM	+ Objekte + Bilder + Transformationen
	9	Lage-, Maß- und Schnittaufgaben: Prismenschnitt und Auswertung	G	G	G		
	10	Einführung in die 3D-CAD-Software	G	I	I		
	11	Lage-, Maß- und Schnittaufgaben: Haupt-, Fallgeraden und Ebenennormale	G	I	I		
	12	Lage-, Maß- und Schnittaufgaben: Geländestudien	G	II	II		
	13	Ellipse	G	II	II		
	14	Kreisbilder	G	III	III		
	15	Kreisbilder	G	III	III		
	16	Prüfungen; Vertiefung	G	G	F		
	17	Reserve	G	G	F		

	Wo.	Inhalt	1.UE	2.UE	3.UE	Software	Anmerkung
2.Semester	18	Drehflächen: Entstehung, Übersicht	G	G	F		
	19	ebene Schnitte von Drehflächen	G	A	A	GAM	+ Boolesche Operationen + Modellieren + Variantenkonstruktion + Parametrisierung <u>Abschlussprojekt</u> - Objekt der Praxis - Planung (Pseudocode) - Dokumentation - Präsentation
	20	ebene Schnitte von Drehflächen	G	A	A		
	21	ebene Schnitte von Drehflächen	G	A	A		
	23	ebene Schnitte von Drehflächen	G	A	A		
	24	Durchdringungen von Drehflächen	G	B	B		
	26	Durchdringungen von Drehflächen	G	B	B		
	27	Durchdringungen von Drehflächen	G	B	B		
	28	Durchdringungen von Drehflächen	G	B	B		
	29	Grundlagen der Kinematik	G	A	A	CABRI, EUKLID DynaGeo	+ Demos + Experimentieren
	30	Grundlagen der Kinematik	G	B	B		
	31	Prüfungen: Vertiefung	G	G	F		
32	Reserve	G	G	F			

(10.2) DG in der Fachschule für Bautechnik an der HTL Saalfelden, (unter Ausnutzung der Schulautonomie)

Zusammenstellung: Mag. Manfred Penz

Hintergrund

Ende der 80er-Jahre fiel in einer Lehrplanreform DG ohne ersichtlichen Grund aus dem Curriculum der Fachschulen.

Nach gemeinsamer Intervention der DG- und KU-Lehrer wurde ein Freigegegenstand DG mit 2 Wochenstunden in der 1.Klasse eingerichtet und somit sichergestellt, dass am Beginn der Techniker Ausbildung wesentliches geometrisches Grundlagenwissen vermittelt werden konnte.

Befriedigend war die Situation keinesfalls, sollten doch Freigegegenstände nicht Lehrplandefizite beheben, sondern den Wunsch nach Alternativangeboten erfüllen können.

Seit 1998 gibt es an der HTL Saalfelden die „Fachschule für Bautechnik mit Technikerprojekt“.

Wesentliches Anliegen ist die stärkere Bindung an die Praxis. Dies gelingt nicht nur durch die Anpassung der Inhalte für drei Jahre Schulausbildung, sondern auch durch den Abschluss mit einem Technikerprojekt, welches durch das jeweilige Team bereits in Kooperation mit einem Betrieb im gesamten 4. Ausbildungsjahr abgewickelt wird. Der umfassende Schlussbericht ersetzt die gewohnte Abschlussprüfung.

Um die Effizienz der Ausbildung in den 3 Jahren zu steigern, arbeiten ab dem 1. Unterrichtsjahr kleine Lehrerteams eng zusammen und überprüfen gemeinsam im Rhythmus von etwa 2 Monaten den Lernfortschritt ihrer Schüler.

So ist auch die Idee entstanden, DG nicht mehr als eigenes Fach zu führen, sondern in KU bzw. TZ zu integrieren. Den geblockten DG-Anteil unterrichtet ein DG-Lehrer.

Das laufende Modell sieht folgendermaßen aus:

1.Klasse

Unterrichtsstunden

Fach	UE	DG-Anteil in %	DG-Anteil in UE
KU (Pflichtggst.)	3	20	0,6
TZ (Freiggst.)	4	25	1

Im Detail:

Pflichtgegenstand KU

Teilung in 2 Gruppen

Gruppe 1: ab Mitte Oktober 7 Wochen zu je 3 UE

Gruppe 2: ab Mitte Jänner 7 Wochen zu je 3 UE

EDV-Anwendungen werden im Gegenstand Angewandte Informatik fertiggestellt und letztlich dokumentiert.

Freigegenstand TZ

Im SS 8 Wochen zu je 4 UE geblockt.

Inhalt:

- Konstruieren in Normalrissen (Austragen von Grat- und Kehlsparren)
- einfache Maßaufgaben: Winkelmessung (Schlitzzapfen)
- Freihandstudien für Dachaufbauten in Axonometrie (Binderausschnitt mit Klauenkopfband)
- Perspektive: Grundbegriffe und Freihandstudien an einfachen Holzmodellen

2.Klasse

Unterrichtsstunden

Fach	UE	DG-Anteil in %	DG-Anteil in UE
KU (Pflichtggst.)	3	20	0,6
TZ (Freiggst.)	4	0 *)	0 *)

Umsetzung in KU: Teilung in 2 Gruppen

Gruppe 1: ab Mitte Dezember 7 Wochen zu je 3 UE

Gruppe 2: ab Sommersemester 7 Wochen zu je 3 UE

Inhalt (mit begleitenden Freihandstudien):

- Dachkonstruktionen: Grat- und Schiftersparren mit Aufschiebling
- Austragungen von Kehl- und Ichsensparren bei unterschiedlicher Dachneigung
- Schattenbilder, teilweise auch in Perspektive
- Kotierte Projektion
- Optional: Ellipse; Normalrisse von Kreisen

*) ab WS 2000/2001 ist ein 25%iger Anteil gleich einer Wochenstunde:

Damit ist eine vertiefende Behandlung der oben angegebenen Themen möglich.

(11) HTL-Lehrpläne (typische Beispiele)

Dieser Abschnitt soll einen Überblick über die Verteilung der Lehrinhalte in signifikanten Lehrplänen bieten. Es werden dabei die wesentlichen Modelle exemplarisch dargestellt. Die Bildungs- und Lehraufgaben wurden aus Übersichtsgründen in dieser Zusammenstellung bewusst weggelassen, da sie in diesem Leitfaden bereits ausführlichst behandelt wurden.

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR BAUTECHNIK

Darstellende Geometrie	Mit einschlägigen Übungen in Angewandter Elektronischer Datenverarbeitung im Ausmaß einer Wochenstunde im II. Jahrgang
------------------------	--

Lehrstoff:

I. Jahrgang (2 Wochenstunden)	II. Jahrgang (3 Wochenstunden)
Räumliches Koordinatensystem. Abbildungsmethoden (Projektionsarten). Hauptrisse einfacher geometrischer und technischer Körper sowie Axonometrie zur Erfassung der Gestalt eines Objekts aus gegebenen Rissen. Konstruieren in zugeordneten Normalrissen: Strecke und Gerade, ebene Figur und Ebene in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage; Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer ebenen Figur; Projizierendmachen einer Geraden und einer Ebene; orthogonale Lage von Geraden und Ebenen; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte (Dachausmittlungen); Kreis in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage.	Normale Axonometrie ebenflächig begrenzter Objekte. Drehflächen: Grundbegriffe; ebene Schnitte (punkt- und tangentialweise); Durchdringungen. Regel-, Schieb- und Schraubflächen. Normalaxonometrische Darstellung mittels CAD. Perspektive: Durchschnittsverfahren; freie Perspektive, Anwendung auf eben- und krummflächig begrenzte Objekte; anschauliche Zentralrisse von Objekten mittels CAD. Kotierte Projektion: Gelände- und Böschungsflächen; Damm- und Einschnittsflächen an Hand praktischer Beispiele.

In jedem Jahrgang zwei Schularbeiten.

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR ELEKTROTECHNIK

Darstellende Geometrie	Mit einschlägigen Übungen in Angewandter Elektronischer Datenverarbeitung im Ausmaß von 1 Wochenstunde
------------------------	--

Lehrstoff:

I. Jahrgang (2 Wochenstunden)
Räumliches Koordinatensystem. Abbildungsmethoden (Projektionsarten). Hauptrisse einfacher geometrischer und technischer Körper sowie Axonometrie zur Übung im Erfassen der Gestalt eines Objekts aus gegebenen Rissen. Konstruieren in zugeordneten Normalrissen: Strecke und Gerade, ebene Figur und Ebene in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage; Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer ebenen Figur; Projizierendmachen einer Geraden und einer Ebene; orthogonale Lage von Geraden und Ebenen; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte; Kreis in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage. Normale Axonometrie ebenflächig begrenzter Objekte. 3D-Konstruktionen mit Hilfe von CAD: Grundbegriffe von Drehflächen; ebene Schnitte von Drehflächen; Durchdringungen.

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR MASCHINENINGENIEURWESEN

Darstellende Geometrie	Mit Übungen im Ausmaß von 1 Wochenstunde in einem der lehrplanmäßig vorgesehenen Jahrgänge
------------------------	--

Lehrstoff:

I. Jahrgang (2 Wochenstunden)	II. Jahrgang (2 Wochenstunden)
Räumliches Koordinatensystem. Abbildungsmethoden (Projektionsarten). Hauptrisse einfacher geometrischer und technischer Körper sowie Axonometrie zur Übung im Erfassen der Gestalt eines Objekts aus gegebenen Rissen. Konstruieren in zugeordneten Normalrissen: Strecke und Gerade, ebene Figur und Ebene in Hauptlage, in projizierender und allgemeiner Lage; Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer projizierenden Figur, Projizierendmachen einer Geraden und einer Ebene; orthogonale Lage einer Geraden und einer Ebene; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte mit projizierenden Ebenen.	Konstruieren in zugeordneten Normalrissen: Kreis in Hauptlage und in projizierender Lage. Normale Axonometrie eben- und krummflächig begrenzter Objekte. Drehflächen. Ebene Schnitte von Drehflächen. Durchdringungen. Schraubflächen. 3D-Konstruktionen und Demonstrationen.

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

Darstellende Geometrie

Mit Übungen im Ausmaß von einer Wochenstunde

Lehrstoff:

I. Jahrgang (3 Wochenstunden)

Räumliches Koordinatensystem.
 Abbildungsmethoden (Projektionsarten).
 Hauptrisse einfacher geometrischer und technischer Körper sowie Axonometrie zur Übung im Erfassen der Gestalt eines Objekts aus gegebenen Rissen.
 Konstruieren in zugeordneten Normalrissen:
 Strecke und Gerade, ebene Figur und Ebene in Hauptlage, in projizierender und allgemeiner Lage; Länge einer Strecke, Größe und Gestalt einer projizierenden Figur, Projizierendmachen einer Geraden und einer Ebene; orthogonale Lage einer Geraden und einer Ebene; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte mit projizierenden Ebenen; Kreis in Hauptlage und in projizierender Lage.
 Normale Axonometrie eben- und krummflächig begrenzter Objekte.
 Drehflächen. Ebene Schnitte von Drehflächen.
 Durchdringungen.
 3D-Konstruktionen.

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR KUNST, DESIGN UND MEDIEN

Angewandte Darstellende Geometrie

1-jähriges Modell für die Abteilung:
 Grafik und Kommunikationsdesign
2-jähriges Modell für die Abteilungen:
 Audiovisuelles Mediendesign
 Möbel-Raum-Design
 Produktdesign
 Keramik-Gestaltung
 Metall-Gestaltung
 Plastische Formgebung

Lehrstoff:

I. Jahrgang (2 Wochenstunden)

Räumliches Koordinatensystem.
 Abbildungsmethoden (Projektionsarten).
 Grundkörper und einfache zusammengesetzte Körper in den Hauptrissen und in Axonometrie.
 Wahre Länge einer Strecke, wahre Größe einer ebenen Figur in projizierender Lage.
 Schnitte von Geraden und Ebenen.
 Perspektive (Durchstoßmethode).

II. Jahrgang (2 Wochenstunden)

Wahre Größe einer ebenen Figur, orthogonale Lage von Geraden und Ebenen; Schnitte ebenflächig begrenzter Objekte in zugeordneten Normalrissen.
 Kreis in Haupt-, projizierender und allgemeiner Lage.
 Drehflächen:
 Grundbegriffe, ebene Schnitte und einfache Durchdringungen.
 Einführung in Regel- und Schraubflächen.
 Normale Axonometrie ebenflächig begrenzter Objekte.
 Perspektive:
 Durchschnittsverfahren; einfache Anwendung auf ebenflächig begrenzte Objekte, krummflächig begrenzte Objekte mittels Näherung; Erzeugen anschaulicher Zentralrisse von Objekten; freihändiges Bearbeiten bereits gezeichneter Perspektiven.

KOLLEG FÜR INNENRAUMGESTALTUNG UND HOLZTECHNIK

Schulautonomer Schwerpunkt Holztechnik

Konstruktionsübungen und Projekt (einschließlich Angewandter Darstellender Geometrie)

Lehrstoff:

1. und 2. Semester (jeweils 6 Wochenstunden)

Möbel- und Innenausbau:
 Normgerechte Werkzeichnung: Holzverbindungen, Planerstellung und Bemaßung einfacher Möbelbauarbeiten.
 Bautechnik:
 Normgerechte Erstellung von Bauplänen: Einreichplanung, Polier- und Detailplanung.

3. Semester (6 Wochenstunden)

Möbel- und Innenausbau:
 Pläne: Detail- und Fertigungszeichnungen von Bau-, Möbeltischler- und Innenausbauarbeiten.
 Bautechnik:
 Holzbau, Pläne (Werksatz, Details).
 Decken- und Dachkonstruktionen für ein Einfamilienhaus:
 Konstruktion, Bemessung.

4. Semester (6 Wochenstunden)

Bautechnik:
 Hallenbauwerke aus Holz: Vorentwurf, Einreichplanung, Konstruktion, Bemessung, Konstruktionspläne.
 Fächerübergreifende(s) Projekt(e) mittleren Umfanges.

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR BERUFSTÄTIGE FÜR BAUTECHNIK HÖHERE LEHRANSTALT FÜR BERUFSTÄTIGE - KOLLEG BAUTECHNIK

Angewandte Mathematik (einschließlich Angewandter Darstellender Geometrie)	Mit Übungen in Elektronischer Datenverarbeitung im Ausmaß einer Wochenstunde im 3. und 4. Semester (1. und 2. Kolleg-Semester)
---	--

Lehrstoff:

1. Semester (3 Wochenstunden) Algebra: Zahlenbereiche; Rechnen mit Variablen und Termen; Vektoren (Darstellung, Betrag, Addition, Subtraktion, Multiplikation mit einem Skalar); lineare Gleichungen, Formelumwandlungen, lineare Gleichungssysteme. Rein quadratische Gleichungen, imaginäre Zahlen. Numerisches Rechnen: Darstellung von Zahlen, Darstellungsfehler, Abschätzen von Ergebnissen. Funktionen: Lineare Funktion; Potenz- und Wurzelfunktion; Interpretieren von Tabellen; direkte und indirekte Proportionalität; Umkehrfunktion. Geometrie: Elemente der analytischen Geometrie (rechtwinkeliges Koordinatensystem, Punkt, Strecke, Gerade); Stereometrie; Schrägrisse ebenflächiger Körper; Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks.	2. Semester (3 Wochenstunden) Algebra: Allgemeine quadratische Gleichung, komplexe Zahlen; Exponentialgleichungen. Vektoren (Skalarprodukt, Orthogonalität, vektorielles Produkt). Funktionen: Quadratische Funktion; Exponential- und logarithmische Funktion; allgemeine Sinusfunktion, Sommensätze. Geometrie: Trigonometrie des schiefwinkligen Dreiecks. Darstellung einfacher Flächen und Körper in Auf-, Grund- und Kreuzriss.
3. Semester (5 Wochenstunden) Analysis: Zahlenfolgen; Differenzengleichungen; Wirtschaftsmathematik (Zins- und Zinseszinsrechnung). Grenzwert, Stetigkeit. Differentialrechnung (Differenzen- und Differentialquotient, Ableitungsregeln, Anwendungen der Differentialrechnung); Integralrechnung (bestimmtes und unbestimmtes Integral, Integration elementarer Funktionen, Anwendungen der Integralrechnung). Lineare Algebra und Geometrie: Matrizen (Operationen, Anwendungen), Determinanten. Geraden und Ebenen; Kegelschnitte in Hauptlage. Normal- und Zentralprojektion.	4. Semester (5 Wochenstunden) Analysis: Funktionenreihen. Funktionen in zwei unabhängigen Variablen, partielle Ableitung. Gewöhnliche Differentialgleichungen (einfache Differentialgleichungen 1. Ordnung, Schwingungsgleichung). Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik: Häufigkeitsverteilung; Kenngrößen; Wahrscheinlichkeit (Additions- und Multiplikationssatz). Diskrete und stetige Verteilungen, induktive Statistik (Parameterschätzung, Signifikanzprüfung). Statistische Qualitätssicherung. Anwendungen.

VORBEREITUNGSLEHRGANG FÜR BERUFSTÄTIGE FÜR MASCHINEN-BAU

Konstruktionsübungen und Darstellende Geometrie	Bei positiver Absolvierung des Freigegegenstandes "Darstellende Geometrie" im Rahmen des Vorbereitungslehrganges kann die Absolvierung der Lehrplankapitel "Darstellende Geometrie" im 1. und 2. Semester des Pflichtgegenstandes "Konstruktionsübungen und Darstellende Geometrie" entfallen.
---	--

Lehrstoff:

1. Semester (2 Wochenstunden) Elemente: Zeichengeräte, Zeichentechniken; Normen, Bemaßung, Beschriftung; Toleranzen und Passungen; Oberflächenzeichen. Darstellende Geometrie: Darstellen einfacher technischer Körper in den drei Hauptrissen, Seitenrisse. Werkzeichnungen: Einfache Normteile und Bauteile nach Vorlage und Modellaufnahme. Stücklisten. Handskizze.	2. Semester (2 Wochenstunden) Darstellende Geometrie: Darstellen einfacher technischer Körper in genormter Axonometrie. Verbindungselemente: Nicht lösbare Verbindungen; lösbare Verbindungen. Rohrleitungselemente: Rohrleitungssysteme, Absperr- und Regelorgane.
--	--

KOLLEG FÜR ANLAGENTECHNIK UND ENERGIEPLANUNG

Konstruktionsübungen und Angewandte Darstellende Geometrie

Lehrstoff:

1. Semester (4 Wochenstunden)	2. Semester (4 Wochenstunden)
<p>Elemente: Zeichengeräte, Zeichentechniken, Normen, Bemaßung und Beschriftung; Toleranzen und Passungen; Oberflächenzeichen. Angewandte Darstellende Geometrie: Skizzieren und Darstellen einfacher technischer Körper in den drei Haupttrissen und in genormter Axonometrie; Modellaufnahme, Bestandsaufnahme.</p>	<p>Werkzeichnungen: Einfache Normteile und Bauteile nach Vorlage oder Modellaufnahme. Stücklisten. Anfertigung einfacher Baupläne. Heizungstechnik und Lüftungstechnik: Ein Projekt für ein einfaches Objekt.</p>

HÖHERE LEHRANSTALT FÜR BERUFSTÄTIGE FÜR WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN HÖHERE LEHRANSTALT FÜR BERUFSTÄTIGE - KOLLEG WIRTSCHAFTSINGENIEURWESEN

Angewandte Mathematik (einschließlich Angewandter Darstellender Geometrie)

Mit Übungen (EDV-Teiler) im Ausmaß einer Wochenstunde im 3. und 4. Semester

Lehrstoff:

siehe Höhere Lehranstalt für Berufstätige für Bautechnik

Konstruktionsübungen und Darstellende Geometrie

Mit Übungen (Konstruktionsübungsteiler) im Ausmaß der vorgesehenen Wochenstunden

Lehrstoff:

1. Semester (2 Wochenstunden)	2. Semester (2 Wochenstunden)
<p>Konstruktion: Vertiefung der Vorkenntnisse (Normen, Bemaßung, Toleranzen und Passungen, Oberflächenzeichen), Werkzeichnungen einfacher technischer Körper unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen. Darstellende Geometrie: Räumliche Koordinatensysteme, dreidimensionales Erfassen einfacher technischer Körper aus gegebenen Rissen, modularer Aufbau von praxisgerechten Bauteilen mit Hilfe von primitiven Grundkörpern, Erzeugen von kombinierten Prismen- und Zylinderflächen.</p>	<p>Konstruktion: Einfache Zusammenstellungszeichnungen mit Stücklisten. Darstellende Geometrie: Stereometrische Aufgaben (möglichst mit Hilfe von 3D-CAD), einfache Schnitte und Durchdringungen mit Berücksichtigung ihrer praktischen Verwendbarkeit, Erzeugen von kombinierten Pyramiden- und Kegelflächen, Kugel und Torus in Verbindung mit Abrundungsaufgaben.</p>
<p>3. Semester (2 Wochenstunden)</p> <p>Konstruktion: Werkzeichnungen einfacher technischer Körper (Guss- und Schweißkonstruktionen) unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen, lösbare und nicht lösbare Verbindungen. CAD: Einführung in Hard- und Software, Anlegen von Zeichnungsblättern, Grundbegriffe, Anfertigung einfacher Werkzeichnungen.</p>	<p>4. Semester (2 Wochenstunden)</p> <p>Konstruktion: Elemente der drehenden Bewegung, Rohrleitungen und Armaturen. CAD: Erweiterung der CAD-Befehle, Verfeinerung der CAD-Technik an Hand von Detailzeichnungen.</p>
<p>5. Semester (2 Wochenstunden)</p> <p>Konstruktion: Zahnradgetriebe. CAD: Zusammenstellungszeichnungen.</p>	<p>6. Semester (2 Wochenstunden)</p> <p>Fertigungstechnik: Vorrichtungen, Entwurf einer Antriebseinheit auf der Basis modularer Baugruppen.</p>

1. Kolleg – Semester (4 Wochenstunden)	2. Kolleg - Semester (4 Wochenstunden)
<p>Konstruktion: Normen, Bemaßung, Toleranzen und Passungen, Oberflächenzeichen. Werkzeichnungen einfacher technischer Körper (Guss- und Schweißkonstruktionen), Stücklisten, Aufnahme von Modellen, Handskizzen. Lösbare und nicht lösbare Verbindungen. CAD: Einführung in Hard- und Software, Anlegen von Zeichnungsblättern, Grundbegriffe.</p>	<p>Konstruktion: Federelemente, lösbare und nicht lösbare Verbindungen, Elemente der drehenden Bewegung, Rohrleitungen und Armaturen. CAD: Erweiterung der CAD-Befehle, Verfeinerung der CAD-Technik an Hand von einfachen Konstruktionen und Detailzeichnungen.</p>
<p>3. Kolleg - Semester (2 Wochenstunden)</p> <p>s.o. 5. Semester</p>	<p>4. Kolleg - Semester (2 Wochenstunden)</p> <p>s.o. 6. Semester</p>

(ANHANG A) Lehrplan 99: APS der 10- bis 14-Jährigen

Allgemeine Bestimmungen

Sie beinhalten die Bereiche Leitvorstellungen, Bildungsbereiche, Didaktische Grundsätze, Planungsaufgaben und Schulautonomie.

Unsere Gesellschaft verändert sich ständig. Der Bildungs- und Erziehungsprozess erfolgt vor dem Hintergrund rascher Veränderungen in den Bereichen Kultur, Wissenschaft und Technik. Innovative Technologien dringen immer stärker in alle Lebensbereiche vor. Besonders Multimedia und Telekommunikation sind zu Bestimmungsfaktoren geworden. Die Schule muß auf diese Entwicklungen reagieren und die didaktischen Möglichkeiten der neuen Technologien im Unterricht nutzbar machen. Der Unterricht in den einzelnen Unterrichtsgegenständen konzentriert sich nicht nur auf fachspezifische Aspekte. Wichtig ist auch das fächerübergreifende und fächerverbindende Arbeiten. Diese Vernetzung soll den Schülern bei ihren zukünftigen Herausforderungen des täglichen Lebens helfen.

Die Ziele der Allgemeinbildung werden in den fünf Bildungsbereichen (Sprache und Kommunikation, Mensch und Gesellschaft, Natur und Technik, Kreativität und Gestaltung, Gesundheit und Bewegung) erörtert. Sie bilden einen Bezugsrahmen für den schulischen Bildungsprozess und bieten ebenso eine Grundlage für eine fächerübergreifende Zusammenarbeit.

Die Auswahl der Unterrichtsinhalte und Unterrichtsverfahren zur Erreichung der Lehrplanziele ist die Aufgabe der Lehrer. Lernsituationen sind zu gestalten, Lernprozesse zu unterstützen, vielfältige Zugangsmöglichkeiten zum Wissen sind zu eröffnen, Informationen sind anzubieten. Die dadurch geschaffenen Gelegenheiten führen dazu, Können zu entwickeln und zu erproben und daraus resultiert der Gewinn von Erlebnissen und Eindrücken. Die Planung und Durchführung des Unterrichts beinhaltet diese didaktischen Grundsätze.

Für alle Unterrichtsgegenstände gilt:

- Schüler haben viele unterschiedliche Fähigkeiten. Die Aufgabe der Schule besteht darin, alle Schüler zur bestmöglichen Entfaltung ihrer Leistungspotenziale zu führen. Die Hauptschule hat auf die gesamte Palette der Übertrittsmöglichkeiten am Ende der Hauptschule vorzubereiten. Auf die Durchlässigkeit zur AHS ist in jeder Klasse zu achten. Die Annahme, es gäbe homogene Niveaus, wird empirisch nicht bestätigt. Es ist daher sinnvoller, einen differenzierten/individualisierten Unterricht in allen Unterrichtsgegenständen anzustreben.
- Unterrichtsmaterialien und Lernaufgaben sollen u.a. auch auf Kriterien des Alltagsbezuges ausgewählt werden. Der Besuch außerschulischer Lernorte und Veranstaltungen stellen wesentliche Bereicherungen des Unterrichts dar. Den neuen Technologien kommt verstärkte Bedeutung zu.
- Die Beachtung und Berücksichtigung standortspezifischer Faktoren (regionale Bedingungen und Bedürfnisse) können für die Qualität des Unterrichts von wesentlicher Bedeutung sein. Daraus folgt, dass Spielraum für verantwortungsbewusste Planung vorzusehen und zu beachten ist.

Planungsvorgänge beziehen sich u.a. auf:

1. Kern- und Erweiterungsbereich

In allen Unterrichtsgegenständen wird zwischen einem Kern- und einem Erweiterungsbereich unterschieden. Für den Kernbereich werden zusätzlich im Abschnitt „Lehrstoff“ (im Anschluss) die unverzichtbaren Beiträge zur Erreichung des allgemeinen Bildungszieles benannt. Die Umsetzung der Kernanliegen ist als verbindliche Vorgabe/Aufgabe der Lehrer zu sehen. Dabei ist zu berücksichtigen, wie viel Zeit für den Kernbereich zur Verfügung steht.

Der Erweiterungsbereich ist am jeweiligen Standort zu planen. Er bietet die Möglichkeit Schwerpunkte zu setzen und auf die Situationen (z.B. regionale und lokale Gegebenheiten, Bedürfnisse, Interessen, Begabungen, materielle und personelle Ressourcen, autonome Schulschwerpunkte) am Standort einzugehen. Reduktion der Stundenanzahl durch schulautonome Maßnahmen gehen zu Lasten des Erweiterungsbereichs.

2. Fächerverbindender und fächerübergreifender Unterricht

Hier besteht die Möglichkeit, Fächergrenzen überschreitende Sinnzusammenhänge herzustellen. Der Fachunterricht bleibt bei dieser Anwendung in seiner Organisation bestehen. Im fächerübergreifenden Unterricht steht ein komplexes, meist lebens- oder gesellschaftsrelevantes Thema oder Vorhaben im Vordergrund. Dies kann durch integratives Zusammenwirken einzelner daran beteiligter Unterrichtsgegenstände, z.B. durch Projektunterricht, erreicht werden.

3. Gestaltung der Nahtstellen

Besondere Bedeutung kommt der Gestaltung von Schulein- und Schulaustritt zu. In Abschluss- und Austrittsphasen ist eine Vorbereitung auf zukünftige Arbeits- und Organisationsformen hilfreich und notwendig. Beim Abschluss der Hauptschule sollen die Schüler auf die Anforderungen von Schulen, die zur Hochschulreife und Studierfähigkeit führen, vorbereitet sein.

4. Schulautonomie

Der Lehrplan ermöglicht für schulautonome Schwerpunktsetzungen (z.B. naturkundlich-technische Schwerpunkte, Informatikschwerpunkte) Freiräume in einem vorgegebenen Rahmen.

Lehrplaninhalte für das Fach Geometrisches Zeichnen

Bildungs- und Lehraufgabe

In diesem Abschnitt wird das Selbstverständnis des Unterrichtsgegenstandes für den Kern- und Erweiterungsbereich dargestellt.

- Richtige Handhabung und Wartung fachspezifischer Werkzeuge, jeweils in Abstimmung mit der Aufgabenstellung;
- Informationsgewinn durch geeignete Ausfertigung grafischer Arbeiten;
- Erkennen von Strukturen und Eigenschaften geometrischer Objekte;
- Erkennen geometrischer Grundfiguren in größeren Zusammenhängen;
- Entwickeln von Objekten durch Transformieren und Modellieren;
- Anwenden geometrischer Grundkenntnisse auf naturwissenschaftliche und technische Problemstellungen;
- Erkennen und Verwenden der Geometrie als Sprache;
- Einsetzen von Handskizzen als Hilfsmittel bei der Entwurfsarbeit, aber auch als selbständige Darstellungsform;
- Anwendung geeigneter Abbildungsverfahren;
- Interpretation und Weiterentwicklung geometrischer Darstellungen;
- Anwendung geeigneter Unterrichtssoftware (2D- und 3D-Systeme).

Beiträge zu den Bildungsbereichen

- Sprache und Kommunikation:
Sprache als Kommunikationsmittel für das Beschreiben und Erklären geometrischer Objekte und Vorgänge, die Zeichnung als Sprache der Technik, Präzision im sprachlichen Ausdruck, Zeichnungen als Mittel interkultureller Verständigung.
- Mensch und Gesellschaft:
Vorbereitung auf die Berufswelt, die Vorteile von Gründlichkeit und Ordnung erkennen.
- Natur und Technik:
Erfassen, Strukturieren, Modellieren geometrischer Objekte; Erfassen und Diskutieren von Bewegungsvorgängen und Transformationen im Raum, Raumvorstellungs- und Intelligenztraining.
- Kreativität und Gestaltung:
Individuelles Gestalten von geometrischen Objekten und Modellen, kreatives Lösen von geometrischen Problemstellungen, einen angemessenen Anspruch an Sauberkeit und Genauigkeit graphischer Ausfertigungen entwickeln, Endausfertigung von Zeichnungen nach ästhetischen Gesichtspunkten.
- Gesundheit und Bewegung:
Entwicklung der Feinmotorik.

Didaktische Grundsätze

Der Unterricht soll auf die Selbsttätigkeit der Schüler ausgerichtet sein.

Aufgaben, die die Kreativität und selbstständige Gestaltungskraft der Schüler anregen, soll der Vorzug gegeben werden.

Die Freihandskizze ist als unverzichtbares Hilfsmittel bei der Entwurfsarbeit aber auch als selbständige Darstellungsform einzusetzen.

Beim Einsatz von CAD-Systemen ist auf das Vorhandensein geeigneter Arbeitsmittel zur Einzel- oder Partnerarbeit hin zu wirken. Sachgerechte und intelligente Nutzung ist dabei zu berücksichtigen.

Die Konstruktion auf dem Zeichenblatt (oder aber auch auf dem Computer) soll durch Modelle und andere Hilfsmittel, die der Entwicklung der Raumanschauung dienen bzw. die geometrischen Hintergründe deutlich machen, begleitet werden.

Bei der Behandlung von Raumobjekten sollen Aussagen über geometrische Inhalte und Beziehungen vorwiegend aus der jeweiligen Raumsituation entwickelt werden.

Bei der Abbildung von Raumobjekten soll stets exakt zwischen einer Betrachtung der Raumsituation und einer Beschreibung des Bildes unterschieden werden.

Größter Wert ist auf Genauigkeit und Sauberkeit zu legen. Der grafischen Gestaltung der Arbeit kommt, abgestimmt auf die jeweils verwendete Ausfertigungstechnik, besondere Bedeutung zu.

Auf Anwendung der Fachsprache ist zu achten.

Die Unterrichtsarbeit soll von den Schülern in geeigneter Form dokumentiert werden.

Lehrstoff

Kernbereich

3. Klasse (7. Schulstufe)

- Ebene Geometrie:
Erkennen von Grundelementen und Grundstrukturen. Anwendungen auf geometrische Inhalte. Eigenständiges Gestalten von Ornamenten und Mustern. Spielerisches Experimentieren.
Anwendung von 2D-Systemen.
- Axonometrische Darstellungen:
Kartesisches Koordinatensystem.
Spezielle axonometrische Darstellungen; Sichtbarkeitsüberlegungen.
Ebene Schnitte, einfache Verschneidungen.
Einführung in ein geeignetes 3D-System.
Modellierungsvorgänge, Beispiele aus Alltag, Architektur, Technik.
Erkennen räumlicher Zusammenhänge.
- Hauptrisse:
Grund-, Auf- und Kreuzriss. Herstellen und rekonstruierendes Lesen solcher Risse.

4. Klasse (8. Schulstufe)

- Mehrbilderverfahren:
Seitenrisse als Darstellungsmittel und Konstruktionshilfe: wahre Länge, wahre Gestalt, Werkzeichnungen, Bemaßung, Maßstab.
- Perspektive:
Grundeigenschaften und ihre Anwendung auf einfache Darstellungen.
- Ellipse:
Anschauliche Erzeugung, Eigenschaften, Anwendungen.
- Krumme Flächen:
Beispiele, Darstellungsskizzen, Betrachtung der Darstellung, Drehzylinder, Drehkegel, Kugel. Modellierungsvorgänge; Annäherung im Rahmen geeigneter 3D-Systeme.
- Kotierte Projektion:
Geländeflächen und ihre Eigenschaften.
- Bewegungen in der Ebene:
Kennenlernen einiger ebener kinematischer Vorgänge durch operative Beschreibung.
Bahnkurven.

Erweiterungsbereich

Die Inhalte des Erweiterungsbereichs werden unter Berücksichtigung der Bildungs- und Lehraufgabe sowie der Didaktischen Grundsätze an der Schule festgelegt.

(ANHANG B) Auszug aus der Universitätsberechtigungsverordnung - UBVO 1998

44. Verordnung des Bundesministers für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten über die mit den Reifeprüfungen der höheren Schulen verbundenen Berechtigungen zum Besuch der Universitäten.

BGBl. II Nr. 44/1998, zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 63/1999

(Hinweis: Ausschließliche Rechtsverbindlichkeit besitzt die im Bundesgesetzblatt der Republik Österreich kundgemachte Fassung)

Präambel / Promulgationsklausel

Auf Grund des § 41 Abs. 2, des § 69 Abs. 2, des § 83 Abs. 2, des § 98 Abs. 3, des § 106 Abs. 4, des § 114 Abs. 3, des § 122 Abs. 2 und des § 131d Abs. 4 des Schulorganisationsgesetzes, BGBl. Nr. 242/1962, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 20/1998, auf Grund des Art. II der 12. Schulorganisationsgesetz-Novelle, BGBl. Nr. 467/1990, in der Fassung des Bundesgesetzes BGBl. Nr. 323/1993, sowie auf Grund des § 13 Abs. 2 des Land- und forstwirtschaftlichen Bundesschulgesetzes, BGBl. Nr. 175/1966, zuletzt geändert durch das Bundesgesetz BGBl. I Nr. 23/1998, sowie auf Grund des § 1 des Bundesgesetzes über die Berufsreifeprüfung, BGBl. I Nr. 68/1997 in der Fassung des Bundesgesetzes BGBl. I Nr. 21/1998, wird im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Wissenschaft und Verkehr verordnet:

§ 1. Die erfolgreiche Ablegung einer Reifeprüfung einer höheren Schule oder einer Berufsreifeprüfung berechtigt zum Besuch von Universitäten und Hochschulen künstlerischer Richtung, für welche die Reifeprüfung Voraussetzung für die Zulassung zum Studium ist, wobei jedoch gemäß den §§ 2 bis 5 die erfolgreiche Ablegung von Zusatzprüfungen zur Reifeprüfung oder zur Berufsreifeprüfung erforderlich ist.

§ 2. (1) Vor der Zulassung zum Studium sind für folgende Studienrichtungen Zusatzprüfungen jedenfalls zur Berufsreifeprüfung oder zur Reifeprüfung der folgenden höheren Schulen abzulegen:

c) aus Darstellender Geometrie:

Höhere Schule	Studienrichtung
Höhere Schulen ohne Pflichtgegenstand Darstellende Geometrie	Lehramtsstudium im Unterrichtsfach Darstellende Geometrie

(4) Die Zusatzprüfung aus Darstellender Geometrie nach Abs. 1 lit. c entfällt, wenn der Schüler Darstellende Geometrie nach der 8. Schulstufe an einer höheren Schule im Ausmaß von mindestens vier Wochenstunden erfolgreich besucht hat.

§ 4. (1) Vor vollständiger Ablegung der ersten Diplomprüfung sind für folgende Studienrichtungen Zusatzprüfungen, jedenfalls zur Berufsreifeprüfung oder zur Reifeprüfung der folgenden höheren Schulen, abzulegen:

c) aus Darstellender Geometrie:

Höhere Schule	Studienrichtung
Allgemeinbildende höhere Schulen ohne Pflichtgegenstand Darstellende Geometrie	Bauingenieurwesen Wirtschaftsingenieurwesen-Bauwesen
Höhere Lehranstalt textilkaufmännischer Richtung	Architektur
Höhere Lehranstalt für Reproduktions- und Drucktechnik	Raumplanung und Raumordnung Maschinenbau
Höhere Lehranstalt für Tourismus (Höhere Lehranstalt für Fremdenverkehrsberufe)	Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau Verfahrenstechnik
Handelsakademie	Vermessungswesen
Höhere Lehranstalt für wirtschaftliche Berufe	Angewandte Geowissenschaften Bergwesen
Höhere land- und forstwirtschaftliche Lehranstalten (ausgenommen für Hüttenwesen Landtechnik und Forstwirtschaft)	Erdölwesen Gesteinshüttenwesen
Bildungsanstalt für Sozialpädagogik	Hüttenwesen
Bildungsanstalt für Kindergartenpädagogik	Industrieller Umweltschutz, Entsorgungstechnik und Recycling Kunststofftechnik Markscheidewesen Montanmaschinenwesen Petroleum Engineering Werkstoffwissenschaften Mechatronik

(4) Die Zusatzprüfung aus Darstellender Geometrie nach Abs. 1 lit. c entfällt, wenn der Schüler Darstellende Geometrie nach der 8. Schulstufe an einer höheren Schule im Ausmaß von mindestens vier Wochenstunden erfolgreich besucht hat.

§ 6. (1) Zusatzprüfungen nach den §§ 2 bis 5 sind gemäß § 41 oder § 42 des Schulunterrichtsgesetzes, BGBl. Nr. 472/1986, in der jeweils geltenden Fassung, abzulegen.

(2) Diese Zusatzprüfungen können auch in Form von Ergänzungsprüfungen an der Universität abgelegt werden, die nach Inhalt und Anforderungen den Zusatzprüfungen gemäß Abs. 1 entsprechen.

(3) Sofern gemäß § 3 Abs. 1 und § 4 Abs. 1 die Zusatzprüfung vor vollständiger Ablegung der ersten Diplomprüfung abzulegen ist, ist der Nachweis über die erfolgreiche Ablegung der Zusatzprüfung (bzw. einer Ergänzungsprüfung) vor Antritt zur letzten Teilprüfung der ersten Diplomprüfung zu erbringen.

Herausgegeben vom
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur
Abteilung II/2, Technisch-gewerbliche Schulen
Dr. Peter Schüller, Oktober 2000