



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Computereinsatz im Raumgeometrieunterricht in der  
Sekundarstufe 1“

verfasst von / submitted by

Johannes Kail

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2018 / Vienna, 2018

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 190 406 884

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium, UF Mathematik UniStG,  
UF Informatik und Informatikmanagement UniStG

Betreut von / Supervisor:

Privatdoz. Mag. Dr. Bernhard Krön



# Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Horn, am 4.4.2018



(Johannes Kail)

## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| 1. Einleitung.....  | 1  |
| 2.1 Gründe für den Raumgeometrieunterricht in der Sekundarstufe 1 ..... | 2  |
| 2.1.1 Leitideen .....   | 2  |
| 2.1.2 Rolle im Fächerkanon .....  | 4  |
| 2.2 Raumgeometrieunterricht in Österreich.....                          | 6  |
| 2.2.1 Kompetenzorientierter Raumgeometrieunterricht.....                | 6  |
| 2.2.2 Ergebnisse der GZ-Umfrage vom Januar 2018.....                    | 8  |
| 3. Mediendidaktische Grundlagen .....                                   | 12 |
| 3.1 Begriffsklärung .....   | 12 |
| 3.1.1 Gegenstandsbereich und zentrale Begriffe der Mediendidaktik ..... | 12 |
| 3.1.2 Wissenschaftliche Positionierung der Mediendidaktik.....          | 16 |
| 3.2 Mediendidaktische Ansätze.....                                      | 17 |
| 3.2.1 Behavioristisch orientierte Ansätze .....                         | 18 |
| 3.2.2 Kognitivistisch orientierte Ansätze.....                          | 19 |
| 3.2.3 Konstruktivistisch orientierte Ansätze.....                       | 21 |
| 3.2.4 Pragmatisch orientierter Ansatz .....                             | 22 |
| 3.3 Medien im Unterricht .....  | 23 |
| 3.3.1 Medienfunktionen.....   | 23 |
| 3.3.2 Planung von medienunterstütztem Unterricht .....                  | 25 |
| 3.3.3 Unterrichtsmethoden.....  | 26 |
| 4. CAD-Programme im Raumgeometrieunterricht.....                        | 31 |
| 4.1 Computer-Aided-Design für die Schule .....                          | 31 |
| 4.1.1 Objekte.....  | 32 |
| 4.1.2 Positionierung der Objekte .....                                  | 35 |

|  |    |
|--|----|
| 4.2 SketchUp.....  | 37 |
| 4.3 GAM.....   | 43 |
| 4.4 Cabri 3D.....  | 46 |
| 4.5 Verwendung von CAD-Programmen in Österreich.....       | 49 |
| 5. Unterrichtskonzepte.....                                | 52 |
| 5.1 Einführung in das Arbeiten mit CAD-Software (GAM)..... | 52 |
| 5.2 Perspektive (SketchUp).....                            | 62 |
| 5.3 Dynamische Geometrie und Animation (Cabri 3D).....     | 69 |
| 6. Fazit.....  | 77 |
| Literaturverzeichnis.....                                  | 79 |
| Abbildungsverzeichnis.....                                 | 82 |
| Anhang.....  | 86 |

# 1. Einleitung

*„Der Einsatz digitaler Medien lohnt sich nur, wenn ihr didaktischer – und eben nicht nur technischer! – Mehrwert in den unterschiedlichen Bildungssituationen auch wirklich ausgenutzt wird. Voraussetzung dafür ist, dass didaktisches Handeln ganz bewusst und gezielt erfolgt.“*

(Vogel and Wippermann, 2005, p. 43)

Der Einsatz des Computers im Raumgeometrieunterricht ist verpflichtend und sinnvoll, stellt aber viele Lehrerinnen und Lehrer vor große Probleme. Einerseits stehen sie vor der Entscheidung, zwischen unzähligen verschiedenen Konstruktionsprogrammen wählen zu müssen, andererseits ist vielen Lehrpersonen unklar, welchen Stellenwert der Computer im Unterricht einnehmen soll und durch welche Unterrichtsmethoden der Mehrwert der digitalen Medien am besten genutzt werden kann.

Die vorliegende Arbeit soll diese und andere Fragen beantworten, indem zunächst theoretische Grundlagen der Fachdidaktik der Raumgeometrie und der Medienpädagogik erarbeitet werden. Danach werden die CAD-Programme SketchUp, GAM und Cabri 3D beschrieben, sowie ihre Stärken und Schwächen im Einsatz in der Sekundarstufe 1 analysiert. Abschließend wird durch drei Unterrichtsplanungen aufbauend auf den theoretischen Erkenntnissen der vorhergehenden Kapitel beispielhaft gezeigt, wie Lehrpersonen den Computer sinnvoll in den Raumgeometrieunterricht integrieren können.

## 2. Raumgeometrieunterricht in Österreich

Um sinnvollen, mediengestützten Raumgeometrieunterricht planen und durchführen zu können, ist eine intensive Auseinandersetzung mit den Stärken und Schwächen dieses Faches notwendig nötig. Deswegen wird in diesem Kapitel zunächst die Rolle des Faches Raumgeometrie in der österreichischen Allgemeinbildung erläutert, bevor der Raumgeometrieunterricht durch aktuelle Statistiken analysiert wird.

### 2.1 Gründe für den Raumgeometrieunterricht in der Sekundarstufe 1

Die Stundenkürzungen und die Integration des Faches Raumgeometrie in den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe 1, durch die die Stundentafeln vieler AHS-Unterstufen und Neuer Mittelschulen in den letzten Jahren verändert wurden, werfen zwangsläufig die Frage nach der Sinnhaftigkeit des Raumgeometrieunterrichts auf. Deswegen werden im Folgenden einige Aspekte erläutert, die den Raumgeometrieunterricht als Teil eines allgemeinbildenden Fächerkanons begründen.

#### 2.1.1 Leitideen

Die Leitideen des Raumgeometrieunterrichts sind Gedanken, durch die den Schülerinnen und Schülern auf unterschiedlichen kognitiven Niveaus die universelle Bedeutung der Geometrie verständlich gemacht werden kann. Es sind Ideen, die sich im Laufe der Zeit als den Erkenntnisfortschritt in der Gesellschaft begünstigende Faktoren etabliert haben.

#### Idee der Rekonstruktion des Raums aus ebenen Bildern

Eine wesentliche Idee der Geometrie ist es, zweidimensionale Darstellungen zu verwenden, um räumliche Vorstellungen zu beschreiben und zu kommunizieren. Das „Lesen“ zweidimensionaler Bilder (also der Informationsgewinn durch sie) stellt eine im Alltag – etwa bei der Verwendung von Stadtplänen oder Bauanleitungen – wichtige, sprachunabhängige Kompetenz dar. In der Schule kann diese Idee beispielsweise durch das klassische Risslesen vermittelt werden.

### Idee der Projektion

Diese Idee umfasst das Ableiten zweidimensionaler Darstellungen von dreidimensionalen Objekten. Zu diesem Gegenstück zur Rekonstruktion des Raums lassen sich Anwendungen wie das Zeichnen von Plänen finden. In der Schule können die Schülerinnen und Schüler – wie in Kapitel 5.2 beschrieben – durch die Parallel- und Zentralprojektionen diesem Aspekt der Geometrie näherkommen.

### Idee der Koordinatisierung

Die Idee der Koordinatisierung ermöglicht eine mathematische Beschreibung des Umfelds. Jedem Punkt und jedem Objekt im Raum können Zahlen zugeordnet werden, durch die sie eindeutig erkennbar und beschreibbar sind. Im Unterricht wird diese Idee durch das Lesen von dreidimensionalen Koordinaten aus einer zweidimensionalen Abbildung und beim Konstruieren von Raumobjekten unterstützt. Schülerinnen und Schüler können die Koordinatisierung außerhalb der Schule einerseits im Umgang mit CAD-Programmen und weniger abstrahiert in Technologien wie Navigationsgeräte wiederfinden.

### Idee der Abstraktion

Bei Konstruktionen im Raumgeometrieunterricht werden reale komplexe Objekte auf einfache Grundkörper zurückgeführt, womit die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler zur Abstraktion gefördert wird. Der dabei entstehende geometrisch-abstrakte Formenschatz ist eine Verbindung zwischen realen Objekten und deren mathematischen Darstellungen oder Annäherungen, ein Prinzip, das etwa in der Computertomografie verwendet wird, um den komplexen menschlichen Körper zu modellieren.

### Idee der Dynamik

Die Idee der Dynamik beinhaltet einerseits die Bewegung von Objekten (und wie durch Transformationen neue Objekte entstehen) und andererseits die Bewegung des Standpunkts, durch die der Betrachter neue Informationen über die Objekte erhalten kann. Diese Aspekte bilden gemeinsam mit den Booleschen Operationen den Grundstein von CAD-Programmen. Durch diese Idee wird die Raumintelligenz der Schülerinnen und Schüler gefördert. Ein Unterrichtsvorschlag zu dynamischer Geometrie ist in Kapitel 5.3 zu finden.

Diese Leitideen sind insbesondere für den Unterricht in der Neuen Mittelschule geeignet. Gerade durch ihre Unabhängigkeit von den kognitiven Niveaus der Lernenden kann die Raumgeometrie in Schulen, in denen auf der Heterogenität der Schülerinnen und Schüler aufgebaut wird und Differenzierung ein wichtiger Bestandteil guten Unterrichts ist, besonders fruchten.

(vgl. Müller, 2015, pp. 97–105; Müller et al., 2011, pp. 20–24)

### 2.1.2 Rolle im Fächerkanon

Geometrie ist im österreichischen Fächerkanon neben Mathematik und Informatik eine der drei Formalwissenschaften. Zu den anderen Fächerbündeln zählen Naturwissenschaften und Technik, Human- und Sozialwissenschaften sowie Künste und Geisteswissenschaften. (vgl. Müller, 2010, p. 21 f.)

Die Formalwissenschaften leisten in ihrer Funktion als Entscheidungshilfen, Kommunikationsmittel und Erkenntnismittel einen wichtigen Beitrag zur Allgemeinbildung und zur Weiterentwicklung der Gesellschaft. Im Folgenden wird kurz erläutert, wie diese Beiträge durch die Raumgeometrie abgedeckt werden.

#### Reflektierte Entscheidungsfähigkeit

Bilder und Abbildungen spielen eine große Rolle im Entscheidungsprozess. Durch Bilder kann eine Vielzahl von Informationen über ein Produkt oder andere Entscheidungshilfen schnell und unkompliziert kommuniziert werden. Diese Informationen bilden im Idealfall die Basis rationaler Entscheidungen.

Ein klassischer Entscheidungsprozess beginnt mit dem Entstehen einer Zielvorstellung, worauf das Erheben entscheidungsrelevanter Daten folgt. Eine raumgeometrische Anwendung könnte hier beispielsweise das Ausmessen eines Zimmers sein. Anschließend werden die erhobenen Daten aufbereitet (etwa durch das Erstellen eines Grundrisses) und darauf basierend Meinungen gebildet. Gerade in dieser Phase der Meinungsbildung ist ein fundiertes raumgeometrisches Wissen für eine reflektierte Entscheidung essentiell. Abbildungen können durch die Wahl der Projektionsrichtung bei Parallelprojektionen sowie durch Distanz und Augenhöhe in der Perspektive sehr unterschiedliche Eindrücke bei den Betrachtern auslösen. Auf diese Art kann manipulativ in die Meinungsbildung und infolgedessen auf die Entscheidungsfindung Einfluss genommen werden. Die Entscheidungsfähigkeit kann

im Raumgeometrieunterricht durch anwendungsorientierte, alltagsnahe Aufgaben geschult werden.

(vgl. Müller, 2011a, pp. 7–10)

### Kommunikation

Schon in den Lehrplänen der NMS und AHS-Unterstufe wird Sprache und Kommunikation als wesentlicher Beitrag zu einem der 5 Bildungsbereiche, durch die die Ziele der Allgemeinbildung an österreichischen Schulen beschrieben werden, erwähnt:

*„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 der interkulturellen Verständigung.“*  
(BMUKK, 2012, p. 69, 2000, p. 1)

Kommunikation als Informationsübermittlung von einem Sender über ein Medium zu einem Empfänger bedient sich in mehreren Bereichen der Symbolsprache der Raumgeometrie. Einerseits kann mittels der Symbolik der Raumgeometrie sprachübergreifend und interkulturell unter Fachleuten kommuniziert werden. Auf der Ebene der Sekundarstufe 1 fallen die gezeichneten Objekte wie Strecken oder Projektionen sowie die Konstruktionen über CAD-Programme in diese Symbolsprache. Andererseits lässt sich die Raumgeometrie aber auch als Kommunikationsmedium zwischen Experten und Laien verwenden, wenn Experten komplexe Informationen kompakt in einer für Laien verständlichen Darstellung oder Konstruktion verpacken. Zuletzt finden wir Begriffe der Raumgeometrie, etwa Modellierung oder Projektion, auch in der alltäglichen Kommunikation.

(vgl. Müller, 2011b, pp. 14–16)

### Erkenntnisgewinn

Die Lehrpläne der NMS und AHS-Unterstufe sehen in der Weiterentwicklung der Raumintelligenz durch den Raumgeometrieunterricht einen wichtigen Beitrag zu den Aufgabenbereichen der Schule:

*„Der Unterricht in Geometrischem Zeichnen verknüpft die Vorstellung von den Erscheinungen der Welt in uns und das Verständnis für Raum und Figur. Diese Grunderfahrungen tragen zur Erkenntnis bei, dass Phänomene existieren, die*

*unabhängig von der augenblicklichen Befindlichkeit des Menschen sind. Die oder der Einzelne gewinnt Gestaltungsfreiheit und kann sein technisches Grundwissen in den Dienst der Gemeinschaft stellen.“ (BMUKK, 2012, p. 63, 2000, p. 1)*

Sowohl die Raumintelligenz als auch die im Raumgeometrieunterricht geförderten Problemlöse- und Kommunikationsfertigkeiten sind wichtige Voraussetzungen für den Erkenntnisgewinn des Einzelnen und der Gemeinschaft. Als Beispiele seien an dieser Stelle die Berufsgruppen der Piloten, Architekten, Maschinenbauer usw. genannt, die ohne eine besonders ausgeprägte Verknüpfung der eigenen mentalen Modelle zum real existierenden Raum ihre Aufgaben nicht erfüllen könnten.

(vgl. Müller, 2011b, p. 17)

## 2.2 Raumgeometrieunterricht in Österreich

Als nächstes soll der aktuelle Stand des Raumgeometrieunterrichts erläutert werden. Dazu wird die Rolle der Kompetenzen in diesem Fach beschrieben und anschließend eine aktuelle Umfrage zu den schulautonomen Unterschieden der Raumgeometrie analysiert.

### 2.2.1 Kompetenzorientierter Raumgeometrieunterricht

Im österreichischen Schulsystem spielt der Kompetenzbegriff eine tragende Rolle. Kompetenzen sind Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Bewältigung komplexer Problemstellungen, die der Lernende in verschiedensten Anwendungssituationen reflektiert benutzen können soll. (vgl. Beer et al., 2011, p. 9)

Für das Unterrichtsfach Geometrisches Zeichnen erstellte die Arbeitsgruppe „Kompetenzen und Standards im GZ-Unterricht“ ein an das Kompetenzmodell des Mathematikunterrichts angelehntes Modell für den GZ-Unterricht, das für jede Art des Raumgeometrieunterrichts verwendet werden kann. Geometrische Kompetenzen sind nach diesem Modell geometrische Fähigkeiten, die einerseits einer Tätigkeit in einem Handlungsbereich (H1, H2, H3, H4), andererseits Begriffen eines Inhaltsbereichs (I1, I2, I3, I4) zugeordnet werden können. Jede einzelne Kompetenz ist somit ein Paar (z.B. (H2, I3)) aus einem Handlungs- und Inhaltsbereich.

## Handlungsbereiche

Der Handlungsbereich H1 Analysieren und Modellbilden umfasst das Erkennen von Objekten und ihrer Lage im Raum sowie das Übertragen dieser Erkenntnisse in eine geometrisch idealisierte Form. Dazu zählt auch das Erfassen von Beziehungen mehrerer Objekte. Mit dem Handlungsbereich H2 Darstellen und Operieren wird das Modellieren und Konstruieren von Objekten (auch mit CAD-Programmen) und die Präsentation der Arbeitsergebnisse behandelt. Das Lesen geometrischer Darstellungen und Herstellen von Verbindungen zu Realsituationen wird durch den Handlungsbereich H3 Interpretieren und Deuten abgedeckt. Dazu zählt unter anderem das Risslesen und das Verstehen von Texten und analytischen Angaben. Der letzte Handlungsbereich H4 Argumentieren und Begründen beinhaltet das Finden und Reflektieren verschiedener Gründe, die für und gegen eine bestimmte geometrische Ansicht, Darstellung oder Entscheidung sprechen. Für deren Artikulation ist eine korrekte Verwendung der geometrischen Fachsprache grundlegend.

## Inhaltsbereiche

Die inhaltlichen Dimensionen der Kompetenzen lassen sich aus dem Lehrplan des Faches Geometrisches Zeichnen ableiten und werden in die vier Bereiche I1 Geometrische Objekte und deren Eigenschaften, I2 Transformationen, Relationen zwischen Objekten, I3 Projektionen und Risse sowie I4 CAD-Systeme gegliedert.

(vgl. Mick et al., n.d., pp. 4–8)

Zur Übersicht ist in Abbildung 1 ein leerer Kompetenzraster abgebildet, in den Aufgaben des Raumgeometrieunterrichts eingeordnet werden können. Dabei ist zu beachten, dass zum erfolgreichen Bearbeiten einer Fragestellung Kompetenzen mehrerer Handlungs- und Inhaltsdimensionen benötigt werden können.

|                  |   | Handlungsdimension                    |                                   |                                    |                                      |
|------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
|                  |   | H1<br>Analysieren und<br>Modellbilden | H2<br>Darstellen und<br>Operieren | H3<br>Interpretieren und<br>Deuten | H4<br>Argumentieren und<br>Begründen |
| Inhaltsdimension | I1<br>Geometrische<br>Objekte und deren<br>Eigenschaften      |                                       |                                   |                                    |                                      |
|                  | I2<br>Transformationen<br>und Relationen<br>zwischen Objekten |                                       |                                   |                                    |                                      |
|                  | I3<br>Projektionen und<br>Risse                               |                                       |                                   |                                    |                                      |
|                  | I4<br>CAD-Systeme   |                                       |                                   |                                    |                                      |

Abbildung 1 Kompetenzraster Raumgeometrie

## 2.2.2 Ergebnisse der GZ-Umfrage vom Januar 2018

Um die Entwicklung des Raumgeometrieunterrichts in Österreich zu beobachten und Wünsche der Lehrer und Lehrerinnen zu erkennen, werden seit 2012 regelmäßig für den Raumgeometrieunterricht interessante Daten über einen Fragebogen erhoben und in den Informationsblättern der Geometrie veröffentlicht. In Zusammenarbeit mit Prof. Mag. Dr. Thomas Müller von der Kirchlich Pädagogischen Hochschule Wien/Krems wurde im Januar 2018 ein aktualisierter Fragebogen (siehe Anhang) über das DGZ-Netz, einem monatlichen Nachrichtendienst mit Neuigkeiten aus dem Bereich der Raumgeometrielehre, an Lehrer und Lehrerinnen in Österreich versandt.

Bis zur Beendigung der Umfrage am 19.1.2018 sind 257 verwertbare Datensätze eingelangt, die zur freien Verfügung und Veröffentlichung in dieser Arbeit bereitgestellt wurden. Davon stammen 151 von NMS Lehrerinnen und Lehrern, 99 wurden von Lehrpersonen an AHS ausgefüllt und 7 von anderen. Die Ergebnisse der Umfrage in Bezug auf CAD-Software-Verwendung im Raumgeometrieunterricht sind in Kapitel 4.5 zusammengefasst.

### Formen des Raumgeometrieunterrichts

Aufgrund des „NMS-Umsetzungspaketes“ (vgl. BMUKK/BMBF, 2012a, p. 2) gibt es in Neuen Mittelschulen nur noch bei der Schwerpunktsetzung auf Naturwissenschaft und Mathematik verpflichtend Geometrisches Zeichnen-Unterricht in der 8. Schulstufe. Um das dadurch entstehende Defizit in der Förderung der Raumintelligenz auszugleichen, müssen die Grundzüge des Gegenstandes Geometrisches Zeichnen in den Mathematikunterricht integriert werden, sofern es keinen eigenständigen GZ-Unterricht gibt. Zudem kann das Fach Geometrisches Zeichnen schulautonom im Umfang von 2-8 Wochenstunden von der 5. bis zur 8. Schulstufe geführt werden. Dabei verwenden die Schulen verschiedene Fächerbezeichnungen wie zum Beispiel Raumgeometrie oder CAD. (vgl. BMUKK/BMBF, 2012b, pp. 17–21, 52)

Bei der Umfrage gaben 223 Personen an, dass es in ihrer Schule einen eigenständigen Raumgeometrieunterricht gäbe. Diese Zahl ist naturgemäß hoch, da der Fragebogen nur von Geometrielehrerinnen und -lehrern ausgefüllt wurde. Zusätzlich wurde nach dem Ausmaß der Wochenstunden des Raumgeometrieunterrichts in der 6. bis 8. Schulstufe gefragt, wobei auch Mehrfachantworten möglich waren. (Abb. 2)

| Schulstufe    | 6 | 7    | 7   | 7     | 8    | 8    | 8     |
|---------------|---|------|-----|-------|------|------|-------|
| Wochenstunden |   | 1 WS | 2WS | >2 WS | 1 WS | 2 WS | >2 WS |
| NMS           | 0 | 80   | 13  | 0     | 85   | 10   | 1     |
| AHS           | 2 | 17   | 45  | 0     | 18   | 52   | 1     |
| Andere        | 1 | 1    | 1   | 0     | 0    | 1    | 1     |
| Gesamt        | 3 | 98   | 59  | 0     | 103  | 63   | 3     |

Abbildung 2 Verteilung Raumgeometrieunterricht

## Schulbuchverwendung

Die Geometrielehrerinnen und -lehrer wurden weiters gefragt, welches Schulbuch sie im Raumgeometrieunterricht verwenden. Zur Auswahl standen (keine Mehrfachauswahl möglich):

- Geometrische Bilder (Felzmann, 2011)
- GZ Handbuch (Asperl, 2005)
- Genial! Geometrisches Zeichnen 3-4 (Felber et al., 2017)
- Raumgeometrie pur (Asperl et al., 2015)
- Genial! Mathematik Geometrisches Zeichnen (Iby, 2014)
- Anderes Buch
- Kein Buch

Betrachtet man die Verteilung in Abbildung 3, ist besonders auffällig, dass mehr als die Hälfte der Lehrpersonen angab, kein Schulbuch zu verwenden.

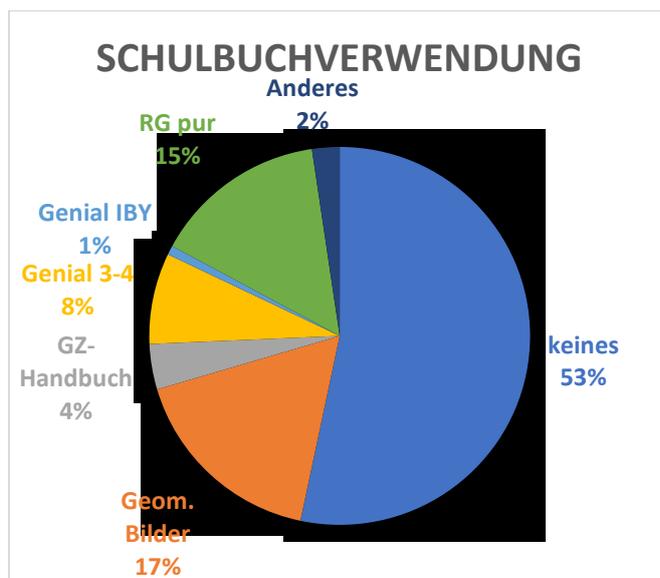


Abbildung 3 Schulbuchverwendung

Vergleicht man die Verwendung der Bücher im AHS- und NMS-Bereich, fällt vor allem auf, dass das Lehrbuch Raumgeometrie Pur vor allem in AHS-Unterstufen verwendet wird (32%), in Neuen Mittelschulen jedoch kaum (3%).

## Fortbildungswünsche

Zuletzt konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung ihre Wünsche nach Fortbildungen im Raumgeometriebereich beschreiben. Von den 257

Lehrerinnen und Lehrern gaben etwa 86% eine freiwillige Antwort auf diese Frage. Um die äußerst unterschiedlichen Antworten besser darzustellen, wurden sehr ähnliche Wünsche in kleine Kategorien zusammengefasst. Das Ergebnis ist in Abbildung 4 zu sehen. Je größer die Abbildungen in der Wortwolke dargestellt sind, desto öfter wurde der dementsprechende Fortbildungswunsch geäußert. Die größten Fortbildungswünsche liegen laut dieser Umfrage klar im Bereich der CAD-Programme, wobei auch auffallend viele Lehrerinnen und Lehrer Fortbildungen erwarten, die Klarheit in der Vermittlung von Raumvorstellung erzeugen.



Abbildung 4 Wortwolke zu den Fortbildungswünschen

## 3. Mediendidaktische Grundlagen

Der Einsatz von Medien im pädagogischen Kontext ist so alt wie die Pädagogik selbst. Die neuen, digitalen Medien entwickeln sich aber in einer Geschwindigkeit weiter, die viele Lehrpersonen vor große Schwierigkeiten stellt. Die folgende Auseinandersetzung mit den Grundzügen der Mediendidaktik soll den Lesern und Leserinnen helfen, neue Medien zu verstehen und infolgedessen sinnvoll im Unterricht einsetzen zu können.

### 3.1 Begriffsklärung

Im Folgenden werden die Grundzüge des Begriffs der Mediendidaktik erläutert. Dazu wird zunächst geklärt, womit sich die Mediendidaktik beschäftigt und welche Begriffe dabei eine tragende Rolle spielen, bevor das Verhältnis der Mediendidaktik zu anderen, verwandten Disziplinen geklärt wird.

#### 3.1.1 Gegenstandsbereich und zentrale Begriffe der Mediendidaktik

Die Wissenschaft der Mediendidaktik beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen mit Medien. Ihr Ziel ist es zu erforschen, wie durch sinnvolles Konzipieren und Einsetzen unterschiedlicher Medien und Medienangebote pädagogische Ziele erreicht werden können und wie die dahinführenden Lehr- und Lernprozesse durch Medieneinsatz verbessert werden können. Die verschiedenen Definitionsversuche der Disziplin unterscheiden sich beispielsweise darin, wo sie die Grenzen des Gegenstands setzen. (vgl. Süss et al., 2013, p. 150) So beschreibt etwa die folgende Definition von De Witt und Czerwionka eine Mediendidaktik, die sich mit dem gezielten Medieneinsatz in formalen Bildungssituationen – wie etwa dem Raumgeometrieunterricht – beschäftigt:

*„Die Mediendidaktik befasst sich mit den Funktionen, der Auswahl, dem Einsatz (einschließlich seiner Bedingungen und Bewertung), der Entwicklung, Herstellung und Gestaltung sowie den Wirkungen von Medien in Lehr- und Lernprozessen. Das Ziel der Mediendidaktik ist die Optimierung von Lernprozessen mithilfe von Medien.“*  
(Witt and Czerwionka, 2007, p. 32)

Auf der anderen Seite ist durch Kron und Sofos eine wesentlich weiter gefasste Definition gegeben, die den formalen Kontext des Lehrens und Lernens zwar in den Vordergrund stellt, die informellen Bildungskontexte (z.B. Lernen durch

Computerspiele) aber auch erwähnt und sie als Teilgebiet der Mediendidaktik anerkennt:

*„1. Gegenstandsfeld der Mediendidaktik ist die Lebenswelt, insofern dort Lehr- und Lernprozesse ablaufen. Als Teilbereich dieser Lebenswelt sehen wir das organisierte Lehren und Lernen an, insbesondere in Unterricht und Schule.*

*2. Ausgangspunkt didaktischer Arbeit mit Neuen Medien sind die Inhalte, die in Lehrplänen formuliert sind oder die in der Alltagswelt aktuell sind.*

*3. Dabei sind die Personen und ihre individuellen, sozialen und entwicklungsgemäßen Bedingungen ebenso hinzuzuziehen wie die sich daraus ergebenden medien-anthropologischen und -ethischen Fragestellungen.*

*4. Nicht zuletzt spielen die Organisationen in ihren funktionalen oder intentionalen Formen eine grundlegende Rolle.*

*5. Die Technik wird in diesem Zusammenhang als eine Bedingung angesehen, die die Arbeit mit Neuen Medien zwar ermöglicht, aber nicht definiert oder bestimmt. Sie ist eine Bedingung der Möglichkeit für Lehren und Lernen unter anderen Bedingungen, die oben als grundlegende Maßgaben definiert worden sind.“* (Kron and Sofos, 2003, p. 51f.)

Kron und Sofos sprechen bei ihrer Definition von neuen Medien, also digitalen Medien und dem Internet. Dieser Aspekt der Mediendidaktik ist gerade im Raumgeometrieunterricht durch die Raumvorstellung der Schülerinnen und Schüler unterstützende Anwendungsprogramme gut umsetzbar.

Anhand dieser zwei Beispiele ist zu erkennen, dass für ein Verständnis der Mediendidaktik eine getrennte Auseinandersetzung mit den Begriffen Medien und Didaktik von Nöten ist.

Der Begriff des Mediums lässt sich in diesem Zusammenhang mit Kommunikationsmittel gleichsetzen und meint demnach alle Dinge, Instrumente und Ausdrucksformen, die zur zwischenmenschlichen Vermittlung beitragen. Die Vielfaltigkeit von Medien stieg in den letzten Jahrhunderten stetig an. Beispielsweise veränderten die Verbreitung von Büchern durch die Erfindung des Buchdrucks im 15. Jahrhundert und zuletzt die Erfindung des Internets den Medienbegriff maßgeblich. (vgl. Dilger, 2017)

Dementsprechend ist auch der Begriff der Neuen Medien ein sich wandelnder. Spricht man in der heutigen Forschung von Neuen Medien, dann meint man Datenverwendung in digitaler Form. Dazu zählen unter anderem E-Mail, Lernprogramme, CD-ROMs oder das World Wide Web, doch im engeren Sinne sind inzwischen oft nur Dienste gemeint, die im Zusammenhang mit dem Internet stehen.

Die „alten“ Medien spielen aber weiterhin eine große Rolle. Texte, Bilder und Audiosequenzen sind ein Teil der Neuen Medien, neu ist lediglich ihre Präsentation und Verknüpfung. Im Internet werden oft verschiedene Arten von Medien parallel präsentiert, was als Multimedialität bezeichnet wird. Durch diese Art der Präsentation werden beim Rezipienten mehrere Sinne gleichzeitig beansprucht und somit verschiedene Arten von Lerntypen gleichermaßen angesprochen. Außerdem zeigen die Neuen Medien einen hohen Grad an Interaktivität. Die Benutzerinnen und Benutzer greifen zunehmend in das Geschehen ein und die Medien können auf ihr Handeln reagieren. Das führt zu einer komplexen, individuellen Informationsverarbeitung.

Die Didaktik auf der anderen Seite ist die „Kunst zu lehren“. Zentrale Fragen der Didaktik sind unter anderem wie und mit welchen Mitteln Wissen am besten vermittelt werden kann, wie die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden sinnvoll gestaltet werden kann, welche anderen Faktoren den Lehr-Lern-Prozess beeinflussen und wie sich unterschiedliche Unterrichtsmethoden auf die Wissensvermittlung auswirken.

Aus diesen zentralen Begriffen ergeben sich die folgenden Aufgaben der Mediendidaktik:

- Untersuchen traditioneller didaktischer Konzepte auf ihre Gültigkeit in Verbindung mit Neuen Medien und ihre Anpassung und Weiterentwicklung
- Untersuchen der Mediennutzung zur Ableitung von didaktischen Erkenntnissen (z.B. welche Arten des Lehrens und Lernens mit welchen Medien synergieren)

(vgl. Witt and Czerwionka, 2007, pp. 15–18)

Ein weiterer zentraler Begriff der Medienpädagogik und somit auch der Mediendidaktik als deren Teilbereich (siehe Kapitel 3.12) ist die Medienkompetenz. Unter Kompetenzen versteht man kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten zur

Problemlösung sowie die Motivation, diese auch in konkreten Situationen sinnvoll und verantwortungsvoll zu nützen. (vgl. Lettmayr and Uhl, 2013, p. 13)

Medienkompetenzen sind dementsprechend Problemlösefertigkeiten im Umgang mit und unter Verwendung von Medien. Medienkompetenzen lassen sich in vier Dimensionen gliedern, die jeder Mensch entwickelt haben sollte:

1. Medienkritik: Medienkritik umfasst die Fähigkeiten, problematische gesellschaftliche Prozesse zu analysieren, das eigene Handeln anhand dieser Analyse zu reflektieren und dabei ethische und sozial verantwortungsvolle Schlüsse zu ziehen.
2. Medienkunde: Mit Medienkunde ist das Wissen über das gegenwärtige Mediensystem gemeint. Man unterscheidet dabei die informative Dimension, die klassisches Wissen über Medien beinhaltet (z.B. Wissen über die Funktionsweise des Internets), und die instrumentell-qualifikatorische Dimension, die den korrekten Umgang mit Medien umfasst (z.B. Verwendung von Computer-Algebra-Systemen).
3. Mediennutzung: Mediennutzung bezieht sich zum einen auf den rezeptiven Aspekt des Anwendens von Medien, etwa zur Informationsgewinnung oder zur Unterhaltung. Zum anderen umfasst sie den kreativen Aspekt des Anbietens von Medien und vor allem die Nutzung von interaktiven Medien, bei denen der Medienrezipient gleichzeitig mit anderen Nutzern in Interaktion steht (etwa bei Social-Media-Plattformen).
4. Mediengestaltung: Die Mediengestaltung ist die Kompetenz zur Verbreiterung des Medienangebots. Auch die Mediengestaltung lässt sich in zwei Teilbereiche gliedern. Der innovative Teil beschäftigt sich mit der Weiterentwicklung und Veränderung im Rahmen eines Mediensystems, während der kreative Teil bedeutet, über die Grenzen der Kommunikationsroutinen hinausgehen zu können.

(vgl. Sander et al., 2008, p. 93f)

Obwohl die Mediendidaktik nicht als Ziel hat mediales Wissen zu erweitern, sondern den allgemeinen Kompetenzerwerb durch Medien zu unterstützen, tritt ein Medienkompetenzerwerb, besonders bezüglich der Mediennutzung, als positiver Nebeneffekt bei jeder pädagogischen Anwendung von Medien auf.

### 3.1.2 Wissenschaftliche Positionierung der Mediendidaktik

Über die wissenschaftliche Einordnung der Mediendidaktik in andere Disziplinen der Pädagogik herrscht in wissenschaftlichen Kreisen weniger Einigkeit als man auf den ersten Blick vermuten könnte.

Die erste Möglichkeit der Positionierung sieht die Mediendidaktik neben der Medienerziehung, der Medienkunde und der Medienforschung als Teilaspekt der Medienpädagogik. Der Medienpädagogik selbst wird wiederum die Erziehungswissenschaft als Basis zugesprochen. Der Medienforscher Ludwig Issing, auf den die oben genannte Unterteilung der Medienpädagogik zurückzuführen ist, sah zwar keinerlei Vorrangstellung der Erziehungswissenschaft neben anderen Bezugsdisziplinen der Medienpädagogik, wie der Kommunikations- und Medienwissenschaft, doch diese Ansicht konnte sich nicht durchsetzen. Ein gewisses Maß an Interdisziplinarität ist jedoch mit Blick auf den wachsenden Stellenwert der Medien in allen Lebensbereichen unverzichtbar.

(vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 33f.)

Issing definierte die Medienpädagogik 1987 auf eine bis heute zu weiten Teilen gültige Art „als übergeordnete Bezeichnung für alle pädagogisch orientierten Beschäftigungen mit Medien und Theorie und Praxis“ (Issing and Baacke, 1988, p. 87).

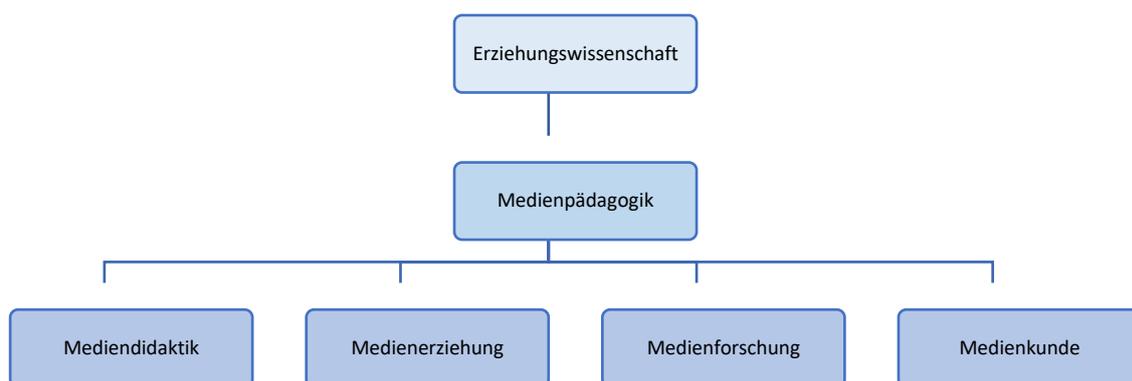


Abbildung 5: Mediendidaktik als Medienpädagogische Disziplin

Das Ziel der Teildisziplin Medienerziehung ist es „zu einem bewußten, reflektierten, kritischen, d. h. sozial erwünschten Umgang mit Medien zu erziehen“ (Issing and Baacke, 1988, p. 25), also ein Erwerb der in Kapitel 3.1.1 erwähnten medienkritischen Kompetenzen. Die Medienkunde soll zu einem Wissen über Medien führen (siehe Kapitel 3.1.1: Medienkunde) und die Medienforschung beschäftigt sich mit der Aufnahme medialer Inhalte. Alle vier Teildisziplinen sind in Bezug auf ihre Funktionen, Inhalte, Ziele und Handlungsfelder eng verknüpft und sollten deshalb niemals bei Betrachtung einer einzelnen Disziplin außer Acht gelassen werden. (vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 35f.)

Eine zweite oft verwendete Positionierung der Mediendidaktik sieht sie als Teilbereich der Allgemeinen Didaktik, die von Kron und Sofos als „Wissenschaft und Praxis vom organisierten Lehren und Lernen“ beschrieben wird. Da Medien eine immense Bedeutung für die allgemeine Didaktik haben, wird die Mediendidaktik oft als ihre Teildisziplin verstanden. Die Mediendidaktik unterscheidet sich nach dieser Sichtweise aber darin von der allgemeinen Didaktik, dass einerseits ein größeres Augenmerk auf Kosten und Nutzen sowie Effektivität und Effizienz gelegt werden muss und andererseits die Konzeption des Unterrichts noch stärker als die Durchführung auf dessen Qualität einwirkt. (vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 37f.)

Dass die Mediendidaktik im heutigen Diskurs häufiger der Medienpädagogik als der allgemeinen Didaktik untergeordnet wird, liegt laut Kron und Sofos lediglich an der rasanten Entwicklung der Medienpädagogik, die mit einer großen Anzahl neuer Professuren verbunden war. (vgl. Kron and Sofos, 2003, p. 47)

## 3.2 Mediendidaktische Ansätze

Ein grundlegendes Verständnis des Lernprozesses hat einen wichtigen Einfluss auf den sinnvollen Einsatz von Medien in Lernsituationen. Die individuellen Annahmen, die sowohl Lernende als auch Lehrende über Wissensaneignung haben, beeinflussen die Gestaltung und die Wirksamkeit von Lernangeboten maßgeblich. (vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 53) Die verschiedenen mediendidaktischen Ansätze entwickelten sich parallel und zeitgleich zu den klassischen lerntheoretischen Positionen des Behaviorismus, des Kognitivismus und des Konstruktivismus. Sie stimmen jedoch nicht immer mit allen Grundannahmen dieser Lerntheorien überein und sollten daher eher als an ihnen orientiert verstanden

werden und nicht als direkt von ihnen abgeleitet. (vgl. Kerres, 2013, p. 112; Witt and Czerwionka, 2007, p. 53)

### 3.2.1 Behavioristisch orientierte Ansätze

Der Behaviorismus ist die älteste der oben genannten Lerntheorien und geht von einer sehr passiven Vorstellung des Lernens aus. Anstatt sich über innerpsychische Vorgänge Gedanken zu machen, wird das Gehirn in behavioristischen Ansätzen als Blackbox gesehen, in die niemand hineinsehen kann. Deswegen werden die Bedingungen und Möglichkeiten für nachhaltige und beobachtbare Verhaltensänderungen untersucht. (vgl. Petko, 2014, p. 26)

Skinner prägte die behavioristische Lerntheorie durch seinen Ansatz der operanten Konditionierung oder des Verstärkungslernens.(vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 54) Laut dieser Annahme erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für das erneute Auftreten eines Verhaltens, das in Folge eines äußeren Einflusses ausgelöst wurde, wenn die Reaktion der Umwelt auf ebendieses Verhalten von der Person als positiv aufgefasst wird. Dies wird auch Verstärkung oder Bekräftigung des Verhaltens genannt. Eine negative Reaktion der Umwelt auf das Verhalten wird von der handelnden Person als Bestrafung gesehen und führt zu einer kurzfristigen Reduktion der Verhaltensweise, nach einiger Zeit kann das Verhalten jedoch wieder auftauchen. Die dritte Möglichkeit besteht darin, dass auf das Verhalten keine Reaktion durch die Umwelt gezeigt wird. In diesem Fall wird die gezeigte Verhaltensweise mit der Zeit unwahrscheinlicher und letztendlich nicht aufrechterhalten, was man als Löschung bezeichnet. (vgl. Kerres, 2013, p. 112f.)

Schon in den 1960er Jahren war Skinner der Ansicht, dass der alltägliche Unterricht durch Lehrprogramme objektiver und wiederholbarer gestaltet werden könne. Er entwickelte das Modell der programmierten Instruktion, nach dem im schulischen Unterricht komplexe Lerninhalte in kleine Einheiten unterteilt und unmittelbar auf die richtige Reaktion der Lernenden eine verstärkende Reaktion gegeben werden sollte. (vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 54f.)

Die mediendidaktische Folge auf Skinners Überlegungen entstand bereits in den 1950er Jahren mit den mechanischen „teaching machines“, bei denen den Lernenden erst ein gewisser Lerninhalt angezeigt wurde und sie dann mit Knopfdruck Single-Choice-Fragen beantworten konnten. (vgl. Petko, 2014, p. 27)

Obwohl diese Art der Lehrmaschinen aufgrund der technischen Limitationen der Zeit überwogen, lehnte Skinner diese ab, da sich bei offenen Fragen mit Freitexteingabe falsche Antworten weniger einprägen würden.

Die Vorteile, die durch eine Anwendung behavioristischer Ansätze in der Mediendidaktik entstehen sollten, scheinen auf der Hand zu liegen. Eine Bekräftigung kann durch den Computereinsatz jederzeit unmittelbar gegeben werden, die Maschine hat kein Problem damit, Fehler zu ignorieren und die Lerninhalte können vom Lernenden in beliebigen Zeitabschnitten aufgenommen werden. Es konnte jedoch keine der theoretischen Annahmen mit Forschungsergebnissen belegt werden. (vgl. Kerres, 2013, p. 115f.)

Heute werden behavioristische Ansätze in der Mediendidaktik nur noch in sehr überschaubarem Ausmaß verwendet, etwa beim Vokabeltraining oder in Österreich bei der Vorbereitung zur theoretischen Führerscheinprüfung. (vgl. Petko, 2014, p. 27)

### 3.2.2 Kognitivistisch orientierte Ansätze

Der Kognitivismus entstand als direkte Reaktion auf die widersprüchlichen Untersuchungsergebnisse, nach denen Skinners behavioristische Theorien stark hinterfragt wurden. Der Lernende wird zwar weiterhin als passiver Wissensempfänger verstanden, Verhaltensveränderung wurde nun aber nicht mehr mit Lernen gleichgesetzt, sondern lediglich als Konsequenz von Lernprozessen gesehen. (vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 56 f.)

Lernen wird im Kognitivismus als Informationsverarbeitung und -speicherung verstanden und es folgt somit die Notwendigkeit, die Blackbox des Behaviorismus zu öffnen und das menschliche Denken genauer zu analysieren, um so erklären zu können, wie komplexe Inhalte und Fähigkeiten angeeignet werden. (vgl. Kerres, 2013, p. 119)

Der Kognitivismus beschäftigt sich insbesondere mit der Frage, wie mit der begrenzten Informationsverarbeitungskapazität des Menschen – nach Baddeley können wir nicht mehr als neun Informationseinheiten verarbeiten – umgegangen werden kann, um möglichst sinnvoll wichtige Informationen herauszufiltern und im Gedächtnis zu speichern. Die Cognitive Load Theory besagt, dass zwischen drei Arten von kognitiver Beanspruchung beim Lernen unterschieden werden kann.

Während die intrinsische kognitive Belastung, die durch die Schwierigkeit des Lerninhalts entsteht, stark vom Lernenden und seinem Vorwissen abhängig ist, kann die extrinsische kognitive Belastung, die durch ablenkende Faktoren beim Lernen entsteht, mit durchdachter Organisation des Lernmaterials minimiert werden. Die dann noch freie Kapazität kann für lernrelevante kognitive Belastung verwendet werden, die neue kognitive Strukturen aufbaut. (vgl. Petko, 2014, pp. 28–30)

Für die Entwicklung und Anwendung moderner Lernsoftware lassen sich aus den konstruktivistischen Überlegungen die folgenden Anforderungen ableiten, um die extrinsische kognitive Belastung zu verringern:

- Ein strukturierter, gut organisierter Aufbau des Lerninhalts, etwa durch Sitemaps (hierarchische Darstellung aller Einzeldokumente), hilft den Lernenden einen Überblick zu behalten.
- Neue Lerninhalte sollen verknüpft mit anderen relevanten Begriffen präsentiert werden, um vernetztes, anwendungsorientiertes Wissen zu schaffen.
- Die Kombination ikonischer und symbolischer Inhalte (Bild und Text) führen zu einem besseren Lernergebnis.
- Die Komplexität des Lerninhalts sollte Denkvorgänge knapp über dem aktuellen Wissensstand der Lernenden verlangen, um sie nicht zu überfordern, aber gleichzeitig noch herausfordernd und motivierend zu sein.

Um die richtige Komplexität der Lerninhalte beizubehalten, ist es für interaktive Lernprogramme notwendig, den Wissensstand der Lernenden stets zu überprüfen und das Dargebotene dementsprechend anzupassen. Durch den Fortschritt der Computertechnologie entstanden in den 1980er Jahren die sogenannten Intelligenten Tutoriellen Systeme (ITS), die die Fehler der Benutzerinnen und Benutzer analysierten und eine maßgeschneiderte Lernumgebung erstellen sollten. Die Grenzen solcher Systeme wurden aber schnell durch die Herausforderung ersichtlich, aus dem Verhalten und aus den Fehlern der Lernenden Rückschlüsse auf die fehlenden Kompetenzen zu ziehen, die zu ebendiesen Fehlern geführt hatten. Auch die darauffolgende Adaption des Lernangebots erwies sich als schwierig und technisch aufwendig.

Die passiv-rezeptive Rolle der Lernenden und die systematische Aufbereitung des Inhalts wurden bald hinterfragt, da sie verminderte Initiative und träges,

realitätsfernes Wissen zur Folge haben können. (vgl. Kerres, 2013, pp. 120–122; Witt and Czerwionka, 2007, pp. 57–59)

### 3.2.3 Konstruktivistisch orientierte Ansätze

Bei konstruktivistisch orientierten Ansätzen wird Lernen nicht mehr als Gedächtnisleistung angesehen und Wissen nicht als der Abruf der bisherigen Erfahrungen. Lernen ist hier ein individueller und kreativer Prozess, jeder Mensch bildet sich aufgrund seiner bisherigen Erfahrungen eine subjektive Weltanschauung, die ständig bestätigt oder angepasst wird. Wissen ist also nicht objektiv und kann somit auch nicht von einer Person auf die andere übertragen werden.

Lernen wird im Konstruktivismus als Zusammenspiel von Assimilation und Akkommodation verstanden. Neue Erfahrungen werden demnach entweder in die bestehenden Wissensstrukturen eingeordnet und bestätigen diese (Assimilation), oder es entsteht bei dem Versuch des Einordnens ein Widerspruch zu bestehenden Vorstellungen. In diesem Fall müssen die kognitiven Strukturen entweder durch neue Begriffe erweitert werden, oder bestehendes Wissen hinterfragt und überdacht werden (Akkommodation). (vgl. Petko, 2014, p. 32f.)

Wenn Lernen ein individueller Konstruktionsprozess ist, der von außen nicht beeinflussbar ist, muss auch die Rolle der Lehrperson hinterfragt werden. Der Lehrende kann in konstruktivistischen Ansätzen nicht mehr Wissen übermitteln, sondern nur mehr ideale Lernsituationen schaffen, in denen sich die Lernenden selbstgesteuert mit dem Lerngegenstand auseinandersetzen können.

Weil diese nachrangige Position der Lehrperson aber in der Praxis zu Desorientierung und Überforderung der Schülerinnen und Schüler führen kann, wurde mit dem situierten Lernen ein Ansatz entwickelt, der die instruktiven Elemente des Kognitivismus mit dem konstruktivistischen Gedanken verbindet. Hierbei wird durch eine starke Ähnlichkeit von Lern- und Anwendungssituationen der Erwerb von tragem Wissen verhindert. Lernsituationen können auf diese Art nur gestaltet werden, wenn sie neben der Anwendungsorientierung der Inhalte auch das Lernen und Arbeiten in Gruppen sowie die verstärkte Benutzung von Hilfsmitteln wie etwa dem Computer oder dem Internet erlauben und herausfordern. (vgl. Kerres, 2013, pp. 122–126; Witt and Czerwionka, 2007, pp. 60–62)

Ein konstruktivistisches Betrachten des Lernens wirft aber auch einige Probleme auf:

- Eine sinnvolle Umsetzung der konstruktivistischen Prinzipien ist mit einem hohen Entwicklungs- und Zeitaufwand verbunden, der für einzelne Lehrpersonen meist nicht leistbar ist.
- Der hohe Grad an Selbststeuerung der Lernenden könnte zu einem Schereneffekt zwischen leistungsstarken und -schwachen Schülerinnen und Schülern führen.
- Ein tatsächliches Angleichen von Lern- und Anwendungssituation ist in der Institution der Schule nicht möglich, Lernen wird dort immer einen künstlichen Charakter haben.
- Die positiven Effekte des situierten Lernens sind empirisch nicht ausreichend belegt.

(vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 69 f.)

### 3.2.4 Pragmatisch orientierter Ansatz

Der pragmatisch orientierte Ansatz stellt die Allgemeingültigkeit jedes einzelnen der oben genannten Ansätze in Frage. Er betrachtet die behavioristischen, kognitivistischen und konstruktivistischen Ansätze als Werkzeuge, die in den jeweiligen Anwendungssituationen unterschiedliche Beiträge für die Problemlösung liefern können. (vgl. Witt and Czerwionka, 2007, p. 71)

Die oben genannten Positionen unterscheiden sich stark in ihrer Sicht auf die Rollen der Umwelt, der innerpsychischen Prozesse und der situativen Einbettung. Während diese Positionen in ihrer Entstehung und Begründung als einander wechselseitig eher ausschließend zu sehen sind – der Kognitivismus entstand aus der Kritik am Behaviorismus und der Konstruktivismus versuchte wiederum, an den Kritikpunkten am Kognitivismus anzusetzen – werden sie im Pragmatismus als einander ergänzend gesehen. Dadurch soll das Denken in Relationen gefördert und Reduktionismen vermieden werden, denn nur so könne man der Komplexität sozialer Phänomene und Situationen Herr werden.

Im Pragmatismus werden alle Erkenntnisse als vorläufig gesehen. Es gibt in diesem Sinne keine „wahre“ oder „falsche“ Theorie, lediglich solche, die mehr oder weniger gut zum Lösen bestimmter Probleme geeignete sind. Die didaktischen

Entscheidungen in einzelnen Unterrichtssituationen können demnach nicht allgemein getroffen werden, sondern sind von den übergeordneten Lernzielen abhängig zu machen.

(vgl. Kerres, 2013, pp. 128–131)

### 3.3 Medien im Unterricht

Nach der theoretischen Auseinandersetzung mit der Wissenschaft der Mediendidaktik soll im folgenden Abschnitt erläutert werden, wie Lehrpersonen konkret Medien in ihrem Unterricht verwenden können, welche Funktionen die Medien übernehmen und worauf bei der Planung medienunterstützten Unterrichts zu achten ist.

#### 3.3.1 Medienfunktionen

Einzelne Medien können im Unterricht eine Vielzahl verschiedener Funktionen einnehmen. Ein Medium kann dabei mehrere Funktionen gleichzeitig übernehmen. Zu den wichtigsten Medienfunktionen, insbesondere in Bezug auf digitale Medien, zählen:

##### Aktivierung

Digitale Medien können gezielt eingesetzt werden, um die Aufmerksamkeit und das Interesse der Schülerinnen und Schüler für den Gegenstand des Lernens zu wecken. Das kann sowohl durch den Medieninhalt (etwa den Inhalt eines YouTube-Videos) als auch durch das Medium selbst erreicht werden. So hat zum Beispiel der Computereinsatz, solange er nicht zu häufig passiert, oft eine aktivierende Wirkung, da er eine Abwechslung zum Regelunterricht darstellt.

##### Informationsvermittlung

Eine weitere Funktion des Medieneinsatzes liegt darin, Informationen über den Unterrichtsgegenstand zu vermitteln. Inhalte können mit Hilfe digitaler Medien einerseits anhand selbstständiger Erarbeitung durch die Schülerinnen und Schüler (z.B. Internetrecherche) und andererseits mittels direkte Präsentation der Inhalte erlernt werden.

### Elementarisierung

Durch digitale Darstellung können Lernobjekte gezielt auf die für die vorgesehenen Lernziele zentralen Elemente reduziert werden. So kann etwa der Fokus bei mathematischen Anwendungsaufgaben zu funktionalen Abhängigkeiten durch eine graphische, digitale Darstellung auf ein bestimmtes Teilintervall des Definitionsbereichs gelenkt werden.

### Lernen von Arbeits- und Denktechniken

Wenn Schülerinnen und Schüler die Medienarbeit ihrer Lehrpersonen beobachten, können sie die Techniken und Denkweisen nachvollziehen und schlussendlich selbst erlernen.

### Gedächtnisstützende Funktion

Durch ihren nichtflüchtigen Charakter kann man auf digitale Medien bei richtigem Speichern auch außerhalb der Unterrichtssequenzen, in denen sie dargeboten werden, zugreifen. Informationen, die im weiteren Verlauf des Unterrichts wieder vergessen wurden, können dann leicht wiederaufgefrischt werden.

### Rückmeldung vermitteln

Medieneinsatz kann den Lernenden Auskunft über ihre eigenen Lernfortschritte geben. Sie können dann besser erkennen, welche Aspekte des Unterrichtsinhalts noch weiterer Arbeit bedürfen und was sie schon verstehen oder können. Gerade durch digitale Medien kann diese Rückmeldung zeitgleich und individuell passieren. Arbeiten Schülerinnen und Schüler etwa mit bestimmten Lernprogrammen, erhalten sie oft nach jedem Arbeitsschritt eine Bestätigung ihrer Lösung oder eine Vermerkung des Fehlers.

### Diagnostische Funktion

Lehrpersonen können digitale Medien verwenden, um die Stärken, Schwächen und Neigungen der Lernenden zu erkennen. Digitale Lernprogramme können auch von den Lehrerinnen und Lehrern zur Rückmeldung an die Schülerinnen und Schüler verwendet werden.

(vgl. Martial and Ladenthin, 2005, pp. 47–56)

### 3.3.2 Planung von medienunterstütztem Unterricht

Beim Planen von Unterrichtseinheiten, in denen Medieneinsatz eine Rolle spielen soll, kann vom Rahmenmodell der Didaktik (siehe Abbildung 6) ausgegangen werden, das bereits Anfang der 1960er Jahre von Paul Heimann entwickelt wurde. Heimann unterschied in seinem Modell zwischen Bedingungs- und Entscheidungsfaktoren der Planung und der Analyse von Unterricht. Bedingungs-faktoren auf der einen Seite sind all jene Gegebenheiten einer Lernsituation, auf die die Planenden keinen Einfluss haben. Dazu zählen etwa die individuellen Voraussetzungen der Lernenden oder die soziokulturellen Rahmenbedingungen. Durch die Entscheidungsfaktoren auf der anderen Seite kann die Lehrperson nach Betrachtung der Bedingungs-faktoren die erreichten Lernergebnisse beeinflussen.



Abbildung 6 Heimanns Rahmenmodell der Didaktik

Heimann zählte Lehrinhalte, Lehrziele, Methoden und Medien zu den Entscheidungsfaktoren. Seine Unterscheidung zwischen Medien und Methoden zeigt sich bis heute als sinnvoll. Denn beispielsweise den Einsatz von Computerprogrammen im Unterricht schon als Methode zu sehen, erweist sich als nicht ausreichend, da ein Medieneinsatz methodisch auf viele verschiedene Arten passieren kann. Die Entscheidungen im Feld der Medien können aber dennoch großen Einfluss auf die Entscheidungen im Feld der Methoden haben. Heimann spricht von einer Interdependenz didaktischer Entscheidungen – die Entscheidungen in den verschiedenen Feldern stehen in wechselseitiger Abhängigkeit.

Wilhelm Peterßen erweiterte das Rahmenmodell Heimanns um die Entscheidungskomponente der Lernorganisation. In modernem Unterricht können Fragen der zeitlich-räumlichen und sozialen Gestaltung des Lernangebots – auch durch die Einführung des Internets – vielfältiger beantwortet werden als noch vor 50 Jahren. Gerade bei mediengestützten Lernangeboten werden diese Fragen relevant, da durch moderne Technologien neue Kommunikationsmöglichkeiten entstanden sind.

(vgl. Kerres, 2013, pp. 194–197)

Eine Vorschrift zur Gewichtung der verschiedenen interdependenten Faktoren ist durch Heimanns Theorie nicht gegeben. Sie ist von der Lehrperson auf die jeweiligen Erfordernisse (Bedingungsfaktoren) anzupassen. Heimann sieht darin die didaktische Freiheit der Lehrerinnen und Lehrer. (vgl. Kron et al., 2014, p. 91)

### 3.3.3 Unterrichtsmethoden

In der Alltagspsychologie gibt es die weit verbreitete Vorstellung, dass Lehren eine direkte Informationsübertragung aus den Köpfen der Lehrenden über ein Medium in die Köpfe der Lernenden ist. Diese Idee greift jedoch zu kurz, wenn ein aktives, tiefgreifendes Lernen durch mediale Angebote angeregt werden soll. Das liegt vor allem daran, dass sich die Qualität von Informationen bei der Übertragung auf und von Medien stark verändern kann. Expertenwissen ist weit umfassender als die schriftliche Wiedergabe dieses Wissens und die Lernenden müssen die in Medien dargebotenen Informationen erst in ihr eigenes Weltverständnis integrieren.

Um einen Qualitätsverlust in diesen Übergängen zu verhindern und Lernprozesse anzuregen, müssen Lerninhalte gezielt methodisch aufbereitet werden. Mit Hilfe dieser Methoden kann die Lehrperson ein Lernangebot formen, anhand dessen sich die Lernenden (zumindest nach der konstruktivistischen Lerntheorie) das Wissen in einem aktiven Lernprozess aneignen (siehe Abbildung 7).

(vgl. Kerres, 2013, pp. 299–301)



Abbildung 7 Methodische Aufbereitung von Lerninhalten

Hilbert Meyer definiert Unterrichtsmethoden folgendermaßen:

*„Unterrichtsmethoden sind die Formen und Verfahren, in und mit denen sich Lehrer und Schüler die sie umgebende natürliche und gesellschaftliche Wirklichkeit unter institutioneilen [sic] Rahmenbedingungen aneignen.“*

Er betont in dieser Definition eine aktive Stellung der Lernenden, vermeidet die klassische Sicht auf die Lehrpersonen als Wissensvermittler und -vermittlerinnen sowie auf die Lernenden als Wissensempfänger und -empfängerinnen. Besonders hervorgehoben wird dabei der institutionelle Rahmen des schulischen Lernens. Diese Definition eignet sich daher besonders gut, wenn eine konstruktivistische Idee des Lernens und eine starke Interdependenz didaktischer Entscheidungen (siehe Kapitel 3.3.2) vorausgesetzt werden, was sich in Bezug auf medienunterstützten Unterricht oft als sinnvoll herausstellt. (vgl. Meyer, 2017, p. 34f.)

Im Folgenden werden vier Ansätze der didaktischen Aufbereitung beschrieben, die besonders im Zusammenhang mit digitalen Medien von Bedeutung sind: expositorische, explorative, problemorientierte und kooperative Methoden.

### Expositorische Methoden

Expositorische oder darbietende Methoden sind Methoden, in der die Präsentation der Lerninhalte durch die Lehrperson direkt oder indirekt über Text, Audio oder Video den höchsten Stellenwert einnimmt. Dadurch entsteht ein hoher Grad an Steuerung der Schülerinnen und Schüler. Methoden wie Frontalunterricht, Lehrer\_innenvortrag und Unterrichtsgespräch, allesamt expositorische Methoden, machen traditionell den größten Anteil der im Unterricht verwendeten Methoden aus. Neue Untersuchungen weisen aber darauf hin, dass diese Methoden immer mehr in den Hintergrund treten und Schülerinnen und Schüler einer größeren Methodenvielfalt ausgesetzt werden. Das liegt auch daran, dass expositorische Methoden aufgrund ihrer Lehrer\_innenzentrierung in der pädagogischen Diskussion sehr umstritten sind.

Ein Beispiel für expositorische Methodik im Unterricht ist das Konzept der direkten Instruktion. Bei der direkten Instruktion wird der Unterricht mit einer kurzen Wiederholung gestartet, durch die das Vorwissen der Lernenden aktiviert wird. Danach wechseln sich Präsentationen durch die Lehrperson regelmäßig mit aktiven Phasen der Lernenden ab, in denen der Lehrer oder die Lehrerin Rückmeldung gibt. Dieser Ansatz weist viele Merkmale der programmierten Instruktion (siehe Kapitel 3.2.1) auf und wird daher oft als behavioristisch bezeichnet. Obwohl viele behavioristische Ansätze bereits als überholt gelten, ist die direkte Instruktion durchaus zeitgemäß, was durch die Ergebnisse moderner empirischer Forschung belegt wird. (vgl. Kerres, 2013, p. 305 f.)

## Explorative Methoden

Um explorative oder entdeckende Methoden handelt es sich, wenn die Lerninhalte nicht wie bei den expositorischen Methoden sequentiell, sondern offen angeboten werden. Die Lernenden wählen dabei ihren eigenen Pfad durch das Lernangebot und können sich dabei je nach Interesse und Motivation in verschiedene Richtungen bewegen. Dieser aktive, selbstbestimmte Ansatz führt oft zu einem hohen Grad an intrinsischer Motivation seitens der Lernenden und wird vielfach als weniger einförmig und mühsam erlebt als expositorische Methoden. Exploratives Lernen wird seinem Potential jedoch im Unterricht häufig weder auf qualitativer, noch auf quantitativer Ebene gerecht. Das liegt einerseits daran, dass die oben erwähnte Vorstellung der direkten Informationsübertragung in den Köpfen der Lernenden und der Lehrenden oft vorherrscht und dadurch der Erfolg der explorativen Methoden infrage gestellt wird. Andererseits fehlt vielen Schülerinnen und Schülern die Fähigkeit zum selbstgesteuerten Lernen, da sie Schwierigkeiten haben, einen Überblick über ihren eigenen Lernfortschritt zu bewahren.

Das Prinzip der explorativen Methoden erweist sich gerade im Zusammenhang mit modernen digitalen Medien als sinnvoll. So kann etwa in den Simulationen und virtuellen Welten von Computerspielen spielerisch und mit hoher intrinsischer Motivation gelernt werden. Auch der Hypertext-Ansatz, der dem World-Wide-Web zugrunde liegt und bei dem verschiedene Informationselemente stark verknüpft angeboten werden, entspricht genau dem explorativen Ansatz.

(vgl. Kerres, 2013, pp. 318–326)

## Problembasierte Methoden

Eine Schwäche des klassischen expositorischen und explorativen Unterrichts liegt darin, dass das vermittelte Wissen zumeist träge und anwendungsfern ist. Bei problembasierten Methoden sollen durch eine Auseinandersetzung mit Problemen der Anwendungssituation komplexere, anwendungsorientierte Kompetenzen erworben werden. Ein Problem liegt in der Denkpsychologie dann vor, wenn der Anfangs- und der erwünschte Zielzustand bekannt sind, das Ziel aber nicht mit bereits bekannten Routinen erreicht werden kann. Die meisten Anwendungsaufgaben in Mathematikbüchern fallen beispielsweise nicht in diese Kategorie, da sie mit zuvor gelernten Problemlösefertigkeiten gelöst werden können.

Problembasierte Methoden zeichnen sich durch die folgenden typischen Elemente aus: Den Lernenden wird ein Auftrag und eine grobe Struktur des Weges zum gewünschten Ergebnis vorgelegt, woraufhin sie das Problem analysieren und ihr Vorgehen planen. Alleine und in Gruppen analysieren sie das vorhandene Material und recherchieren noch fehlende Informationen selbstständig. Nachdem eine Problemlösung erreicht wurde, wird diese präsentiert und anschließend reflektiert. Diese Art von Unterricht weist ein hohes Maß an Schüler\_innenzentrierung auf und führt zu mehr Spaß am Lernen und Lehren. Sie ist jedoch schlecht geeignet, um rein deklaratives Wissen zu vermitteln.

(vgl. Kerres, 2013, pp. 341–344)

### Kooperative Methoden

Viele Unterrichtsmethoden, vor allem aus dem problembasierten Bereich, haben einen kooperativen Aspekt oder können um diesen erweitert werden. Kooperatives Lernen hat eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber anderen Methoden. Schülerinnen und Schüler lernen dabei neben dem eigentlichen Unterrichtsinhalt auch noch unter anderem, ihre eigene Meinung zu formulieren, zu hinterfragen und gegebenenfalls anzupassen, anderen zuzuhören, andere Meinungen zu analysieren und zu akzeptieren. Sie sollen durch Kooperation erleben, dass es sinnvoll ist, das eigene Wissen an andere weiterzugeben und im Gegenzug von deren Wissen zu profitieren.

Trotz dieser positiven Nebeneffekte des kooperativen Lernens gibt es mehrere Gründe, warum der Unterricht in Teams nicht immer reibungslos funktioniert. Zum Beispiel fehlt es den Schülerinnen und Schülern häufig an Motivation zur Kooperation. Das liegt vor allem daran, dass in unserem stark prüfungsorientierten Unterricht letztendlich das Wissen des Einzelnen und nicht der Gruppe bewertet wird. Es fällt den Lernenden dadurch schwerer, den Mehrwert der Kooperation zu erkennen. Auch die Lehrpersonen sind oft skeptisch gegenüber kooperativem Lernen. Die Meinung, dass Gruppenarbeiten im Allgemeinen zeitaufwändig und vorbereitungsintensiv sind und zu disziplinären Schwierigkeiten während des Unterrichts führen können, ist weit verbreitet. Empirische Forschungsergebnisse zeigen aber deutlich, dass kooperatives Arbeiten unter den richtigen Bedingungen zu höherer Produktivität, sowie besserem psychischen Wohlbefinden und Selbstwertgefühl führen kann. (vgl. Kerres, 2013, pp. 372–277)

Es ist nicht immer einfach, eine passende didaktische Methode für die geplanten Lernziele zu finden. Die Kenntnis einer Vielzahl didaktischer Methoden gepaart mit der Fähigkeit, diese abhängig von der Lehr- und Lernsituation auszuwählen, ist eine der Grundlagen professionellen pädagogischen Handelns. Um dieses Ziel zu erreichen, ist es für Lehrpersonen essentiell, den eigenen Unterricht stets zu reflektieren und an neue Gegebenheiten anzupassen.

(vgl. Kerres, 2013, pp. 382–384)

## 4. CAD-Programme im Raumgeometrieunterricht

Es gibt eine Vielzahl an Möglichkeiten, den Raumgeometrieunterricht mit digitalen Medien zu unterstützen. Alleine die Auswahl des passenden Konstruktionsprogrammes ist bei der großen Zahl der Angebote schwierig und unübersichtlich. Deshalb wird im folgenden Kapitel zunächst erläutert, warum und auf welche Arten im Raumgeometrieunterricht Computerprogramme eingesetzt werden können, bevor drei verschiedene Programme vorgestellt werden. Das Kapitel wird durch einen Überblick über aktuelle Statistiken zum Computereinsatz im österreichischen Raumgeometrieunterricht abgeschlossen.

### 4.1 Computer-Aided-Design für die Schule

Der Einsatz von Medien im Raumgeometrieunterricht ist einerseits durch den Lehrplan der Neuen Mittelschule (vgl. BMUKK, 2012, p. 65) und der AHS-Unterstufe (vgl. BMUKK, 2000, p. 1f.) verpflichtend (siehe Kapitel 2), und andererseits durch mediendidaktische Erkenntnisse gut begründet (siehe Kapitel 3.3). In den Schulen Österreichs werden zur Visualisierung und Konstruktion geometrischer Darstellungen vor allem die 3D-CAD Systeme SketchUp, GAM-Light und CAD-3D verwendet. (vgl. Müller, 2016, p. 7)

CAD-Programme oder Computer-Aided-Design-Programme sind Computeranwendungen, durch die geometriebezogene Aufgaben gelöst werden können, d.h. digitale Objektbeschreibungen erstellt, manipuliert und betrachtet werden können. (vgl. Pahl, 1990, p. 5)

Die in Österreich verwendeten CAD-Programme folgen allesamt ähnlichen Prinzipien. Verschiedene geometrische Objekte können mithilfe von variablen Eingaben (z.B. Radius einer Kugel) in die Programmumgebung (meist ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem) eingefügt werden, durch geometrische Transformationen im Raum verschoben, gedreht, gespiegelt und gestreckt oder gestaucht werden oder mit anderen Objekten interagieren. Auf diese Grundideen wird nun im Folgenden eingegangen, wobei die anwendungsspezifischen Unterschiede von SketchUp (Kapitel 4.2), GAM-Light (Kapitel 4.3) und Cabri 3D (Kapitel 4.4), einem in Österreich eher unbekanntem dynamischen CAD-Programm, erst später erläutert werden.

#### 4.1.1 Objekte

Geometrische Objekte gehören zur Grundausstattung aller CAD-Programme. Die Programme zeigen jedoch große Unterschiede im Umfang der verwendbaren Objekte. In den meisten Objektbibliotheken von 3D-CAD Programmen sind sowohl 2D-Objekte wie Strecken, Polygone, Kreis- und Ellipsensegmente als auch 3D-Objekte wie Zylinder, Kegel, Prismen und Tori vorhanden. Die gewünschten Objekte können an einer beliebigen Stelle im Koordinatensystem erstellt werden. Das Generieren der Objekte, die eine Position im Raum, Maße und eine Ausrichtung benötigen, kann dabei einerseits durch Mausklicks geschehen, wobei eine genaue Skalierung dabei schwierig zu erreichen ist, und andererseits durch Eingabe der Daten, die das Objekt eindeutig bestimmen (zum Beispiel Mittelpunkt und Radius eines Kreises).

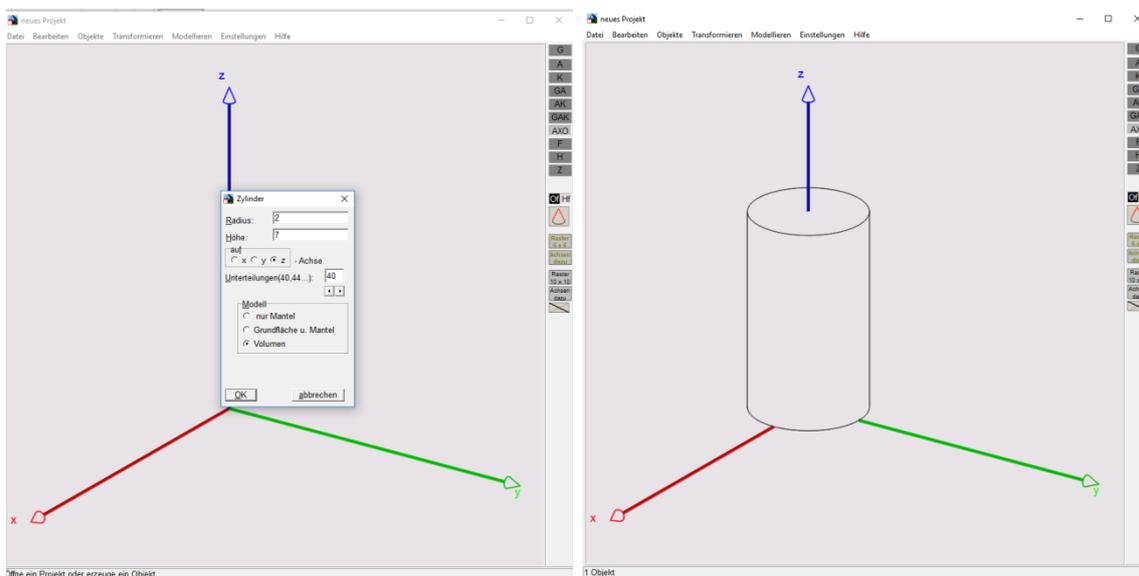


Abbildung 8 Erzeugen eines Zylinders in GAM-Light

Bei der intensiven Verwendung von 3D-CAD Programmen wird der Benutzer jedoch zwangsläufig auf Probleme stoßen, die mit der Standardobjektbibliothek des Programms nicht lösbar sind. So lässt sich die Objektbibliothek mit grundlegenden geometrischen Kenntnissen erweitern, indem Standardobjekte rotiert werden (Rotationskörper), der Ebene enthoben werden (Extrusionskörper) oder miteinander in Beziehung gesetzt werden (Interaktion).

(vgl. Wiltsche, 2003, p. 14)

Rotationskörper sind geometrische Objekte, deren Oberfläche eine Rotationsfläche ist. Eine Rotations- oder Drehfläche entsteht durch die Drehung einer ebenen Kurve an einer Rotationsachse, die in derselben Ebene wie die Kurve liegt. (vgl. Keßler, 2011, p. 1) So lässt sich beispielsweise ein Zylindermantel durch die Rotation einer zur Rotationsachse parallelen Strecke oder ein Torus durch die Rotation eines Kreises erzeugen. Aber auch weniger regelmäßige Objekte, etwa eine Vase, lassen sich auf diese Weise erstellen. (vgl. "123 Sketchup! » Rotationskörper - Modellieren in 3D," 2017)

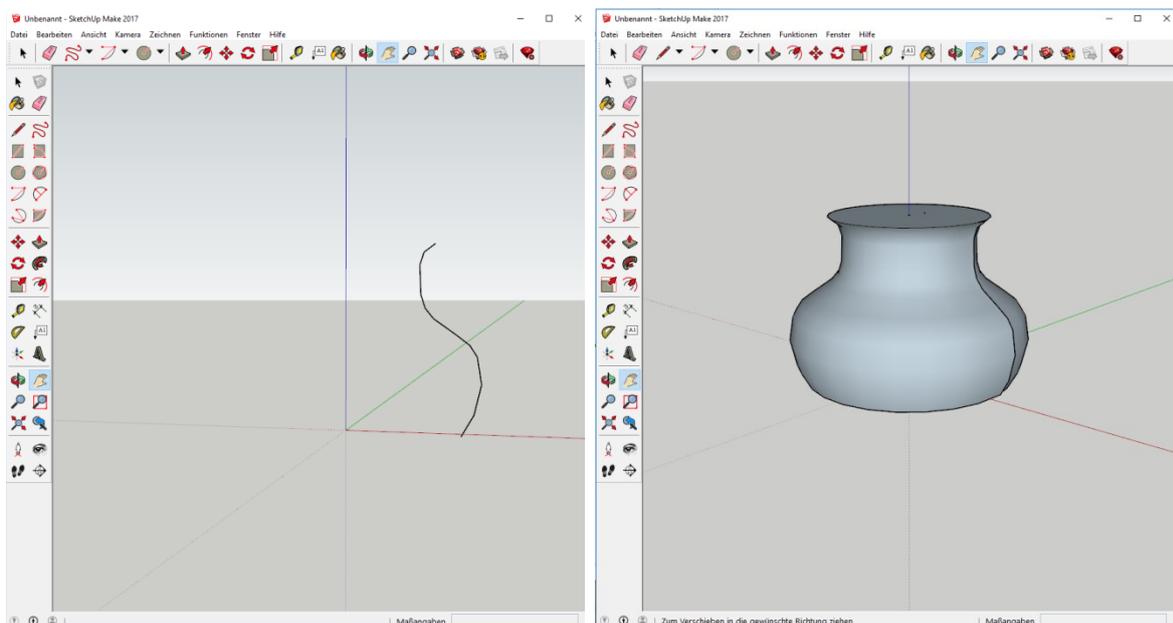


Abbildung 9 Rotation einer Kurve in SketchUp

Extrusionskörper entstehen aus ebenen geschlossenen Kurven oder Polygonen, indem sie entlang einer Trägergerade, die meist normal zur Trägerebene der Kurve steht, kontinuierlich verschoben werden. Die entstehenden Extrusionskörper sind allgemeine Zylinder. Wird die Trägergerade normal zur Trägerebene gewählt, handelt es sich um einen senkrechten Zylinder. (vgl. Wiltsche, 2003, p. 14)

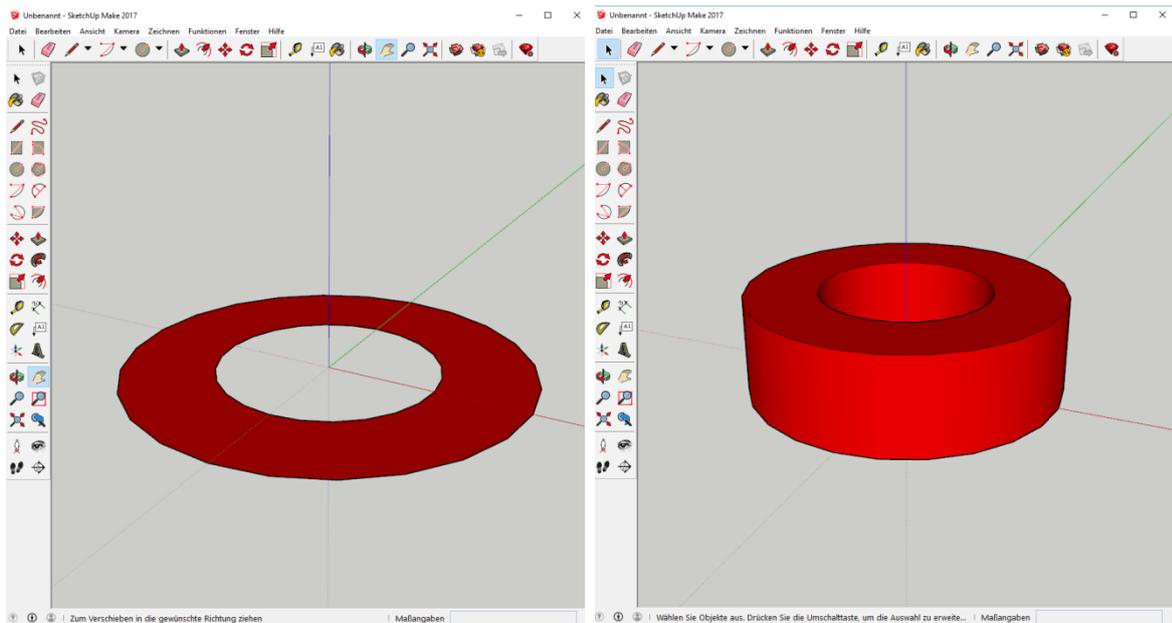


Abbildung 10 Extrusion eines Rings in SketchUp

Durch die Booleschen Operatoren von Volumsobjekten können zwei bestehende Objekte (A und B) in Beziehung gesetzt werden und gemeinsam als neues Objekt (C) gesehen werden. Bei dem Durchschnitt wird der Volumsbereich, den beide Objekte gemein haben, als neues Objekt aufgefasst ( $C = A \cap B$ ). Die Vereinigung zweier Objekte lässt ein Objekt entstehen, das den Bereich umfasst, der in einem der beiden Objekte, oder auch in beiden, liegt ( $C = A \cup B$ ). Die Differenz zweier Objekte ist jener Bereich, der nur von einem Objekt, nicht aber von dem anderen bedeckt wird ( $C = A \setminus B$ ). (vgl. Wiltsche, 2003, p. 13)

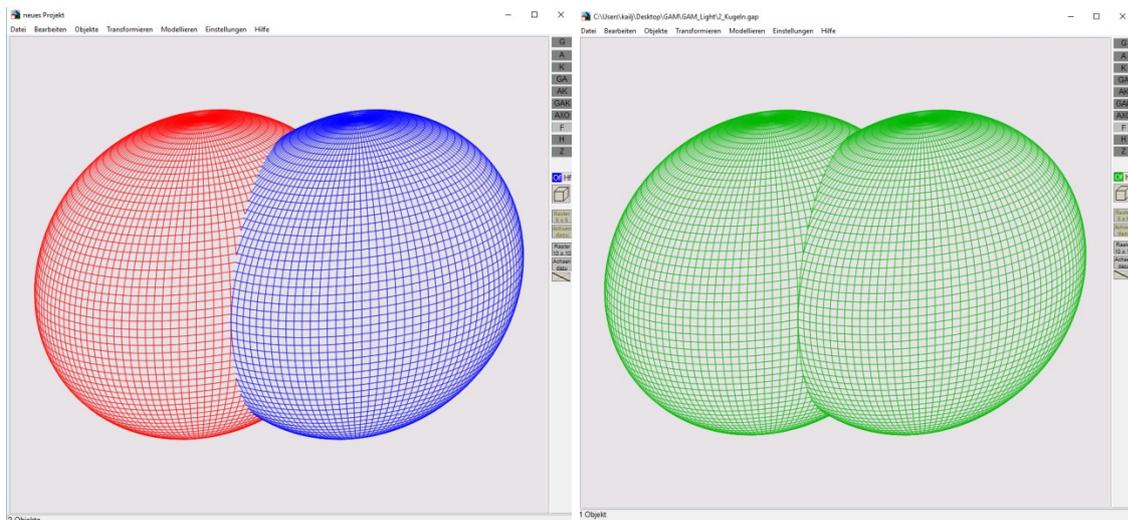


Abbildung 11 Boolesche Operationen in GAM Light    Abbildung 12 Vereinigung in GAM Light

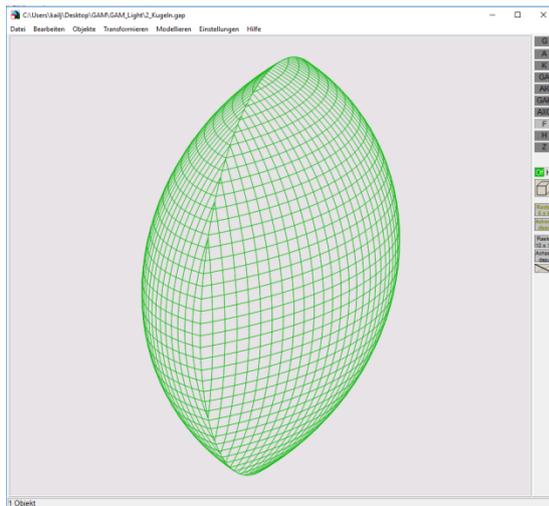


Abbildung 13 Durchschnitt in GAM Light

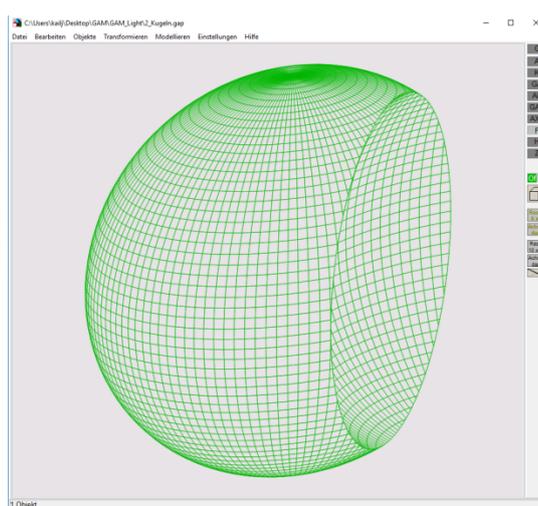


Abbildung 14 Differenz in GAM Light

#### 4.1.2 Positionierung der Objekte

Nachdem ein Objekt erstellt wurde, wird es nicht immer automatisch an der richtigen Stelle im kartesischen Koordinatensystem der CAD-Software eingefügt. Um es durch den Raum zu transportieren, sind die Kongruenztransformationen Schiebung, Rotation und Spiegelung hilfreich. (vgl. Wiltsche, 2003, p. 15)

Kongruenztransformationen sind Bewegungen im Raum, bei denen die Winkel und Längen des bewegten Objektes gleich bleiben. (vgl. Glaeser, 2014, p. 76)

Wird ein Objekt an einer Ebene gespiegelt, so wirkt die Ebene als Symmetrieebene der ursprünglichen und der entstehenden Oberflächenpunkte des Objektes. Die Symmetrieebene  $\varepsilon$  zweier Punkte  $P$  und  $P'$  enthält den Streckenmittelpunkt der Strecke  $[PP']$  und steht zudem normal auf der Gerade  $PP'$ . Bei der Spiegelung wird jedem Oberflächenpunkt  $P_i$  des Objektes ein Punkt  $P_i'$  zugeordnet, sodass die Ebene  $\varepsilon$  die Symmetrieebene aller Punktepaare  $P_i$  und  $P_i'$  ist. (vgl. Brauner, 1986, p. 24 f.)

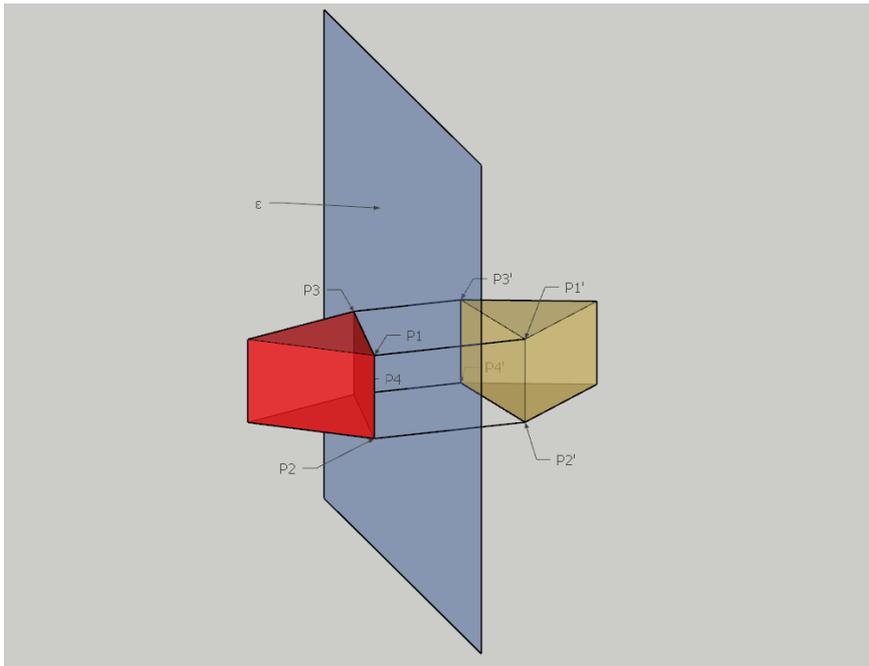


Abbildung 15 Spiegelung eines Objektes an einer Ebene

Reiht man zwei Spiegelungen aneinander, wobei die Symmetrieebenen  $\varepsilon_1$  und  $\varepsilon_2$  parallel sind, erhält man eine Schiebung. Die Schiebestecken  $\overline{P_i P_i''}$  sind bei einer so definierten Schiebung für alle Oberflächenpunkte  $P_i$  des geschobenen Objektes gleich lang und parallel, deshalb ist eine Schiebung auch durch den Schiebevektor  $\vec{p} = \overline{P_i P_i''}$ , eindeutig definiert. (vgl. Brauner, 1986, p. 25)

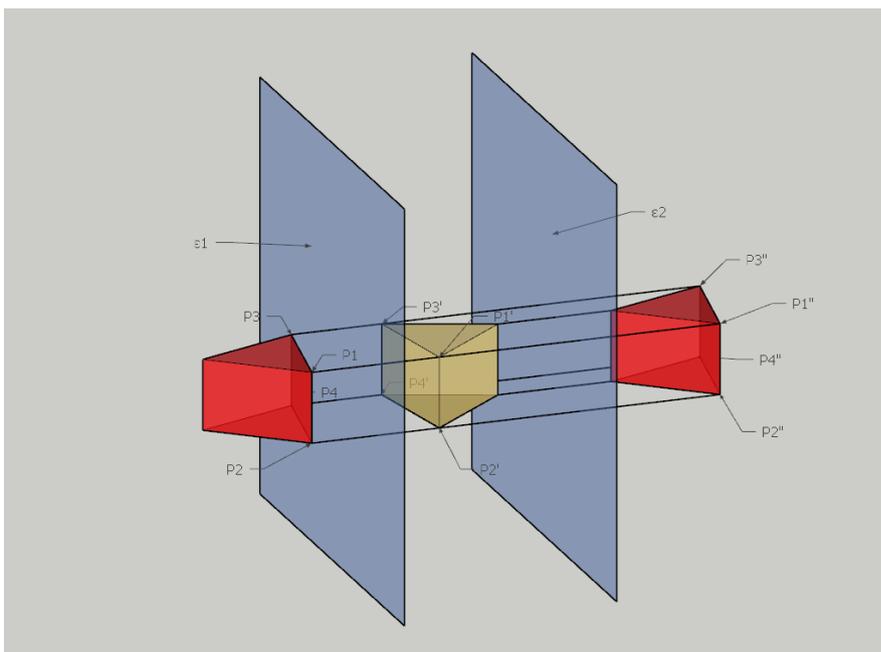


Abbildung 16 Schiebung als Spiegelung an zwei parallelen Ebenen

Die Drehung eines Objektes um die Drehachse  $a$  kann als Zusammensetzung zweier Spiegelungen an Ebenen, die sich in der Drehachse  $a$  schneiden, aufgefasst werden. Soll eine Drehung um einen beliebigen Winkel  $\gamma$  vollzogen werden, so müssen sich die zwei Symmetrieebenen mit dem Winkel  $\frac{\gamma}{2}$  schneiden. (vgl. Brauner, 1986, p. 25)

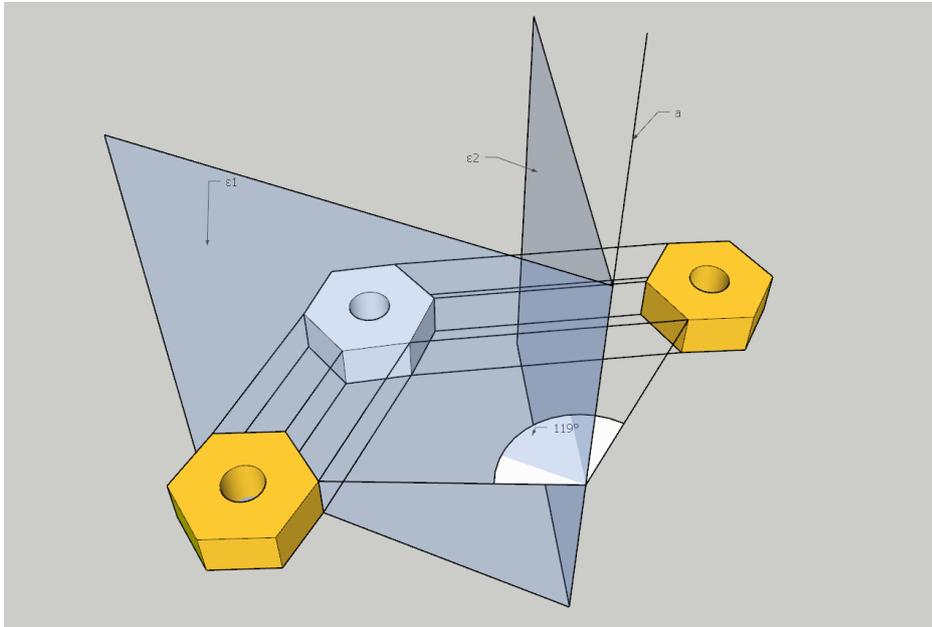


Abbildung 17 Drehung um  $119^\circ$  als Verbindung zweier Spiegelungen

Im Normalfall ist dieses geometrische Fachwissen zu den Kongruenztransformationen bei der Bedienung der verschiedenen CAD-Programme nicht erforderlich, da die Deklaration der Drehachse und Eingabe des Drehwinkels bei der Drehung, die Deklaration der Spiegelebene bei der Spiegelung oder die Eingabe des Schiebevektors bei der Schiebung meist ausreichend sind, um die Transformationen durchzuführen.

## 4.2 SketchUp



Abbildung 18 SketchUp Logo

Das Programm SketchUp wurde im Jahr 2000 von der Software Firma @Last Software veröffentlicht und hatte zu diesem Zeitpunkt noch Spezialisten aus dem Architekturbereich als Zielgruppe, die auf der Suche nach einem simplen und intuitiven 3D-Modellierungsprogramm waren. (vgl. "DigitalCAD Community Choice Award Winners," 2000)

Google erkannte die simple Funktionsweise von SketchUp und sah in dem Programm die Möglichkeit, die Darstellung von Gebäuden in Google Earth realistischer und detaillierter zu gestalten. Die davor verwendete Methode der simplen Extrusion der Umrissse der Gebäude stellte sich als unrealistisch heraus, da sich alle dadurch entstandenen Gebäude stark ähnelten.

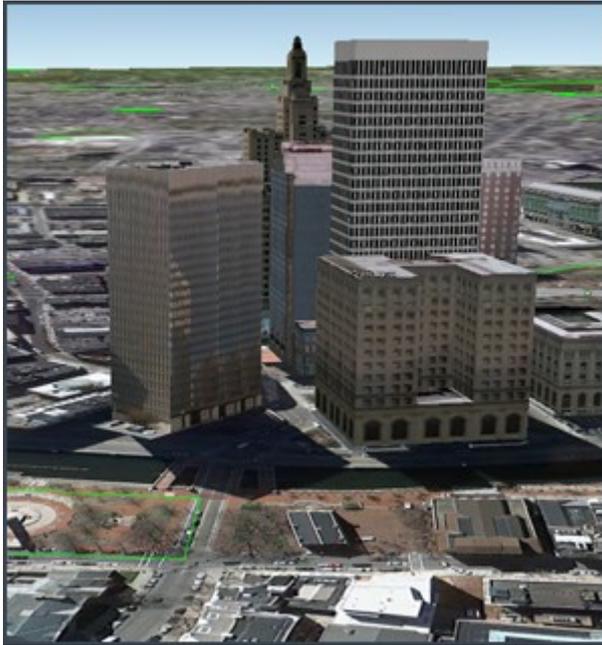


Abbildung 19 Google Earth Gebäude 2005

So wurde zunächst in einer Kollaboration von Google und @Last Software ein Plugin für SketchUp entwickelt, mit dem die Benutzerinnen und Benutzer des zu diesem Zeitpunkt kostenpflichtigen Programms – damals kostete es 495\$ (vgl. Martin, 2006) – ihre 3D Modelle in Google Earth integrieren konnten. Nach einer kurzen Testphase wurde SketchUp von Google gekauft und in der leicht eingeschränkten Version SketchUp-Make gratis veröffentlicht. Auf diese Art konnten die einzelnen Gebäude in Städten von der SketchUp-Community für Google modelliert werden und es war möglich, ein wesentlich realistischeres und vielfältigeres Bild der Städte darzustellen.

Google erkannte aber auch die Probleme des Community-basierten Ansatzes. Die Gebäudedarstellungen zeigten große Unterschiede in der Qualität und Detailliertheit, viele Gebäude wurden nicht modelliert und die Platzierung der Gebäude in Google Earth war oft nicht genau. Deswegen stieg Google 2012 von der Community-basierten Methode auf Photogrammetrie um. Bei dieser Methode werden mehrere Bilder eines Gebäudes aus unterschiedlichen Perspektiven automatisch analysiert und daraus ein genaues 3D-Modell erstellt.

(vgl. "Why Google Doesn't NEED Sketchup Anymore," 2012)



*Abbildung 20 Google Earth Gebäude erstellt mit SketchUp*

Es folgte der Verkauf von SketchUp an Trimble im selben Jahr, wobei eine Kooperation der zwei Firmen für einen nahtlosen Übergang sorgte und SketchUp bis heute gratis zur Verfügung steht. (vgl. "Trimble News Release," 2012)

SketchUp-Make ist wie oben bereits erwähnt ursprünglich für den Architekturbereich konzipiert und beinhaltet demnach Funktionen und Möglichkeiten, die das Niveau des klassischen Raumgeometrieunterrichts in der Sekundarstufe 1 klar überschreiten. Das Interface ist aber dennoch übersichtlich, da es mit selbsterklärenden Symbolen arbeitet und intuitiv aufgebaut ist. So ist etwa das Symbol zum Einfärben von Flächen ein Farbeimer oder das Symbol zum Zeichnen von Linien ein Bleistift. Die Menüzeile erinnert stark an Programme des Microsoft-Office Pakets, das an den meisten österreichischen Schulen verwendet wird (vgl. Alton-Scheidl and Radzieowski, 2015, p. 1f.), wodurch die Schülerinnen und Schüler beim Umgang mit dem Programm auf schon vorhandenes Wissen zurückgreifen können.

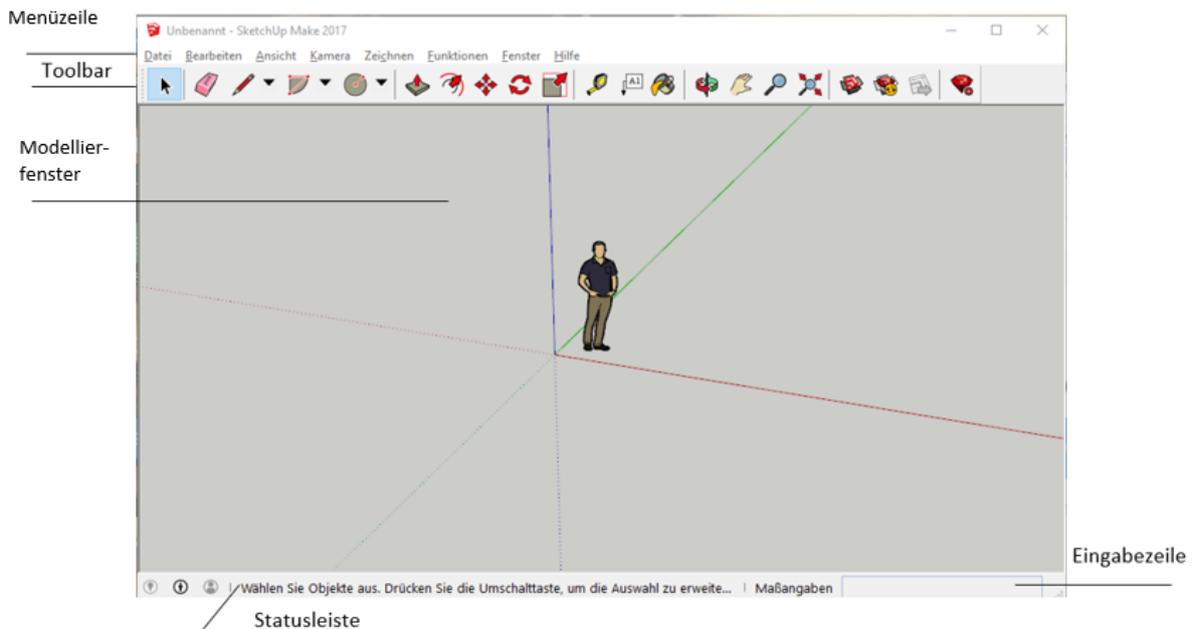


Abbildung 21 SketchUp 2017 Interface

In SketchUp 2017 wird zumeist direkt im Modellierfenster gearbeitet, indem dort mit der Maus Objekte ausgewählt und mit Hilfe der Tools in der Toolbar Aktionen wie „Verschieben“, „Drehen“ (=Rotieren um eine Achse) oder „Drücken/Ziehen“ (=Extrusion) an den Objekten vorgenommen werden. Auch das Erstellen und Platzieren von Objekten kann direkt im Modellierfenster passieren. (vgl. Chopra, 2007, p. 16)

Soll in SketchUp genau gearbeitet werden, was für den Raumgeometrieunterricht essentiell ist, ist es wichtig, beim Erstellen und Verändern der Objekte die Kenngrößen, etwa den Drehwinkeln bei der Rotation, den Schiebevektor beim

Verschieben (z.B.  $\langle 1,2,3 \rangle$  für die Verschiebung um den Vektor  $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$ ) (vgl. “123

Sketchup! » Verschieben - Modellieren in 3D,” 2018) oder den Radius beim Erstellen eines Kreises in der Eingabezeile einzugeben, da alleine durch Mausebewegung im Modellierfenster Ungenauigkeiten entstehen können. (vgl. Google Inc., 2017, p. 47)

Das Arbeiten im Modellierfenster wird durch eine besondere Funktion von SketchUp wesentlich erleichtert. Die integrierte Ableitungsfunktion des Programms analysiert die erstellten Objekte und leitet besondere Punkte, Linien und Ebenen ab, auf die der Benutzer beim Arbeiten mit der Maus aufmerksam gemacht wird. Mit dieser Programmfunktion kann auch alleine mit der Maus genau gearbeitet werden.

Zu den besonderen Punkten, die durch die Ableitungsfunktion vorgeschlagen werden, zählen die End- und Mittelpunkte von Strecken und Flächen und die Schnittpunkte mehrerer Objekte.

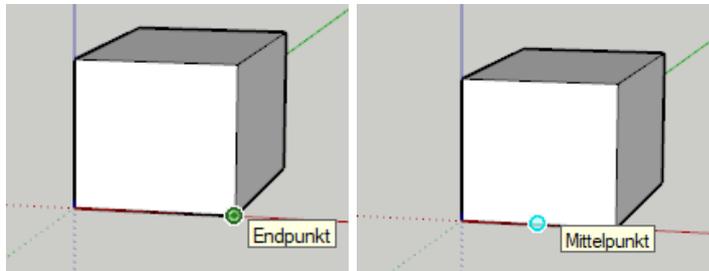


Abbildung 22 End- und Mittelpunkt einer Strecke

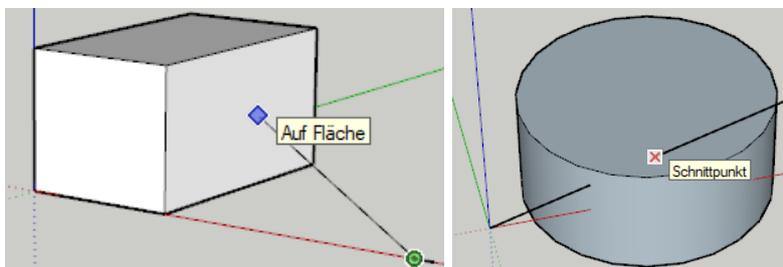


Abbildung 23 Schnittpunkt mit einer Fläche und zweier Objekte

Durch die lineare Ableitung kann entlang bestehender Kanten oder Achsen konstruiert werden. Der Mauszeiger rastet dabei an der Kante ein und kann leicht entlang der Linie bewegt werden. Dieses Einrasten kann auch parallel oder normal zu bestehenden Kanten geschehen.

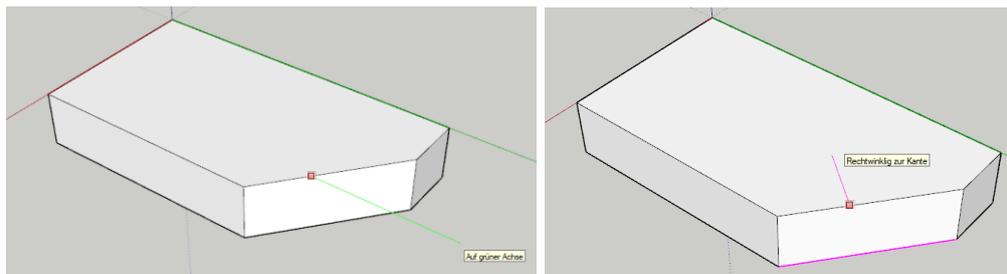


Abbildung 24 Einrasten entlang einer Achse und normal auf eine Kante

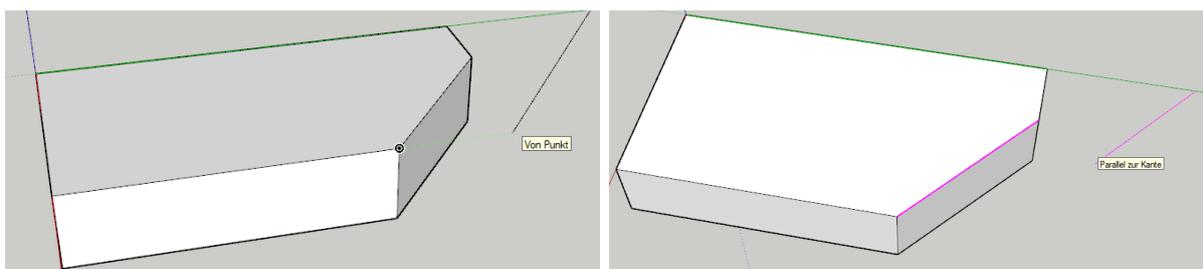


Abbildung 25 Einrasten entlang und parallel zu einer bestehenden Kante

Beim Erstellen von Formen wie Kreisen oder Vielecken wird der Benutzer oder die Benutzerin dadurch unterstützt, dass das Programm erkennt, was durch die derzeitige Ansicht und die Achsen als Boden gesehen werden kann und die Formen in diese Ebene zeichnet. Die Achsen und der Nullpunkt können auch mittels „Rechtsklick→Verschieben“ in neue Positionen gebracht werden.

(vgl. Google Inc., 2017, pp. 80–84)

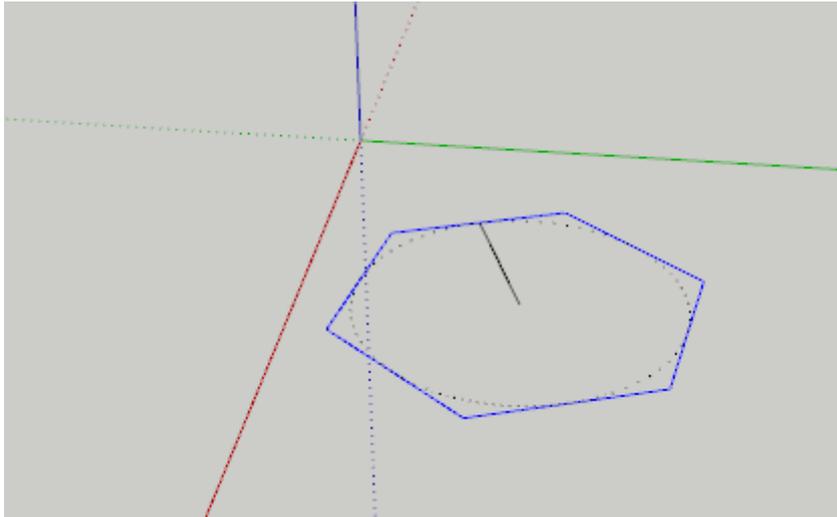


Abbildung 26 Ein Sechseck wird automatisch in der x-y-Ebene platziert

Die Lehrpläne des Unterrichtsfachs Geometrisches Zeichnen in der Neuen Mittelschule (vgl. BMUKK, 2012, p. 64 f.) und der Unterstufe des Gymnasiums (vgl. BMUKK, 2000, p. 2) beinhalten die Aufgabe, sich in der 3. Klasse mit Grundrissen und in der 4. Klasse mit Perspektiven zu beschäftigen. Die Grundrisse von Konstruktionen können in SketchUp über „Kamera→Standardansichten“ betrachtet werden, wobei zuvor „Kamera→Parallele“ Projektion aktiviert werden muss. Die Funktionsweisen verschiedener Perspektiven können zudem mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden (siehe Kapitel 5) und durch die Kamerafunktionen des Programms (Rotierfunktion, Handfunktion, Zoomen) kann das 3D-Objekt direkt aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. (vgl. „123 Sketchup! » Grundriss - Modellieren in 3D“, 2018)

Die Objektbibliothek von SketchUp umfasst nur 2D-Objekte wie Vielecke und Kreise, sollen 3D-Objekte erstellt werden, muss auf andere Funktionen des Programms zurückgegriffen werden. Durch das oben erwähnte „Drücken/Ziehen“ Tool können Prismen erstellt werden und mit dem Tool „Folge mir“ können Flächen entlang eines Pfades extrudiert werden. Auf diese Art können auch Rotationskörper wie Kugeln

oder Rotationsellipsoide erstellt werden. (vgl. Chopra, 2007, p. 156; Google Inc., 2017, p. 66)

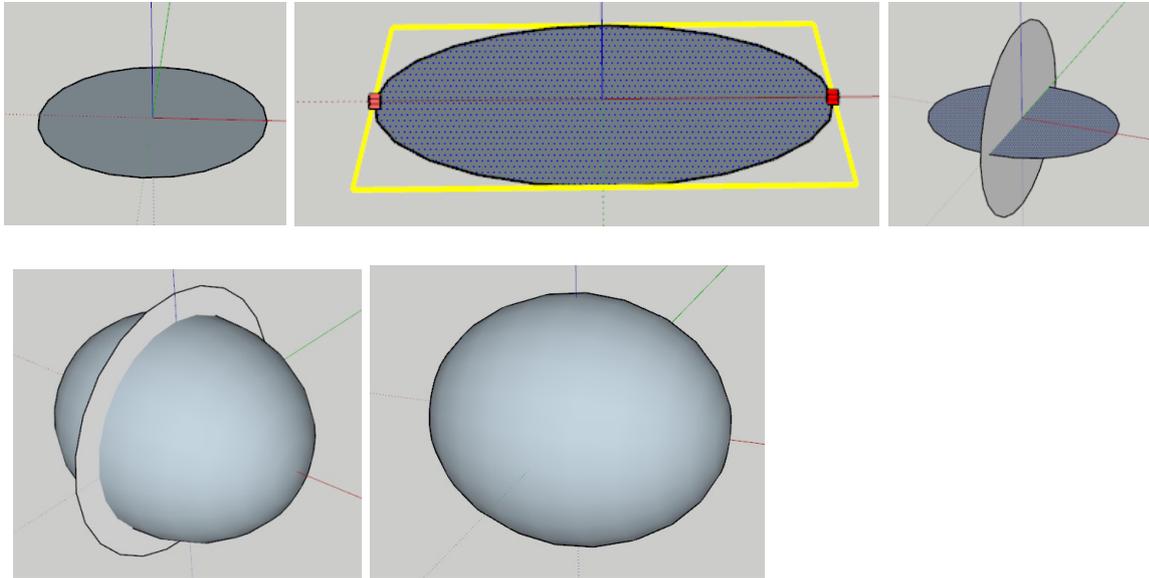


Abbildung 27 Erstellung eines Rotationsellipsoids in 5 Schritten

Um den Einstieg in SketchUp für Schülerinnen und Schüler und für Lehrpersonen zu erleichtern, werden auf dem offiziellen SktechUp YouTube-Kanal (<https://www.youtube.com/user/SketchUpVideo>) zahlreiche Lernvideos angeboten, die jedoch allesamt englischsprachig sind. Wegen der Größe der SketchUp-Community lassen sich aber auch viele inoffizielle deutschsprachige YouTube-Tutorials zu SketchUp finden.

### 4.3 GAM

GAM ist ein von Mag. Erwin Podenstorfer speziell für die Unterrichtsfächer Geometrisches Zeichnen und Darstellende Geometrie entwickeltes CAD-Programm. GAM steht für „Generieren Abbilden Modellieren“ und ist das in Österreich beliebteste Computerprogramm zur Unterstützung des Raumgeometrieunterrichts (siehe 4.5).

Da die Zielgruppe des Programms speziell Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 und 2 sind, kann es nicht als professionelle CAD-Software gesehen werden, dennoch können die Anwender und Anwenderinnen durch das Programm die Arbeitsweise professioneller Programme kennenlernen.

Weitere Ziele der Anwendung von GAM sind das Fördern und Fordern räumlichen Vorstellungsvermögens und des konstruktiven Raumdenkens sowie das Erlernen des Umganges mit Koordinatensystemen und Objekten im Raum. Dennoch ist das Programm mit einer Programmgröße von 1,2 MB klein und überschaubar. Es ist sogar möglich, das Programm ohne Installation auszuführen. Zudem war es dem Entwickler des Programms ein Anliegen, alle in der Geometrie üblichen Basiskonstruktionsvorgänge als Werkzeuge anzubieten, da man diese unmöglich alle als einzelne Menüpunkte darstellen kann. Deshalb sind die Basiskonstruktionsvorgänge unter „Bearbeiten→Konstruieren“ gesammelt zu finden. (siehe Anhang, E-Mail Erwin Podenstorfer) (vgl. Podenstorfer, 2017)

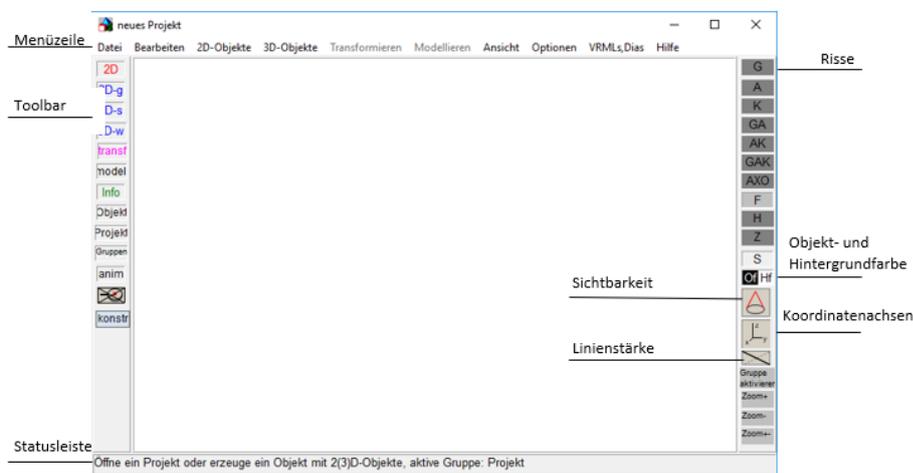


Abbildung 28 Interface GAM

Eine Besonderheit an GAM ist der intuitive und übersichtliche Umgang mit den Haupttrissen. Die Schülerinnen und Schüler können per Mausklick einzelne oder sogar mehrere Haupttrisse gleichzeitig betrachten (siehe Abbildung 29). Dadurch kann die Fähigkeit zum Lesen und Verstehen solcher Risse, die in den Lehrplänen gefordert wird (vgl. BMUKK, 2012, p. 64; 2000, p. 2), gefördert werden. (vgl. Podenstorfer, 2017)

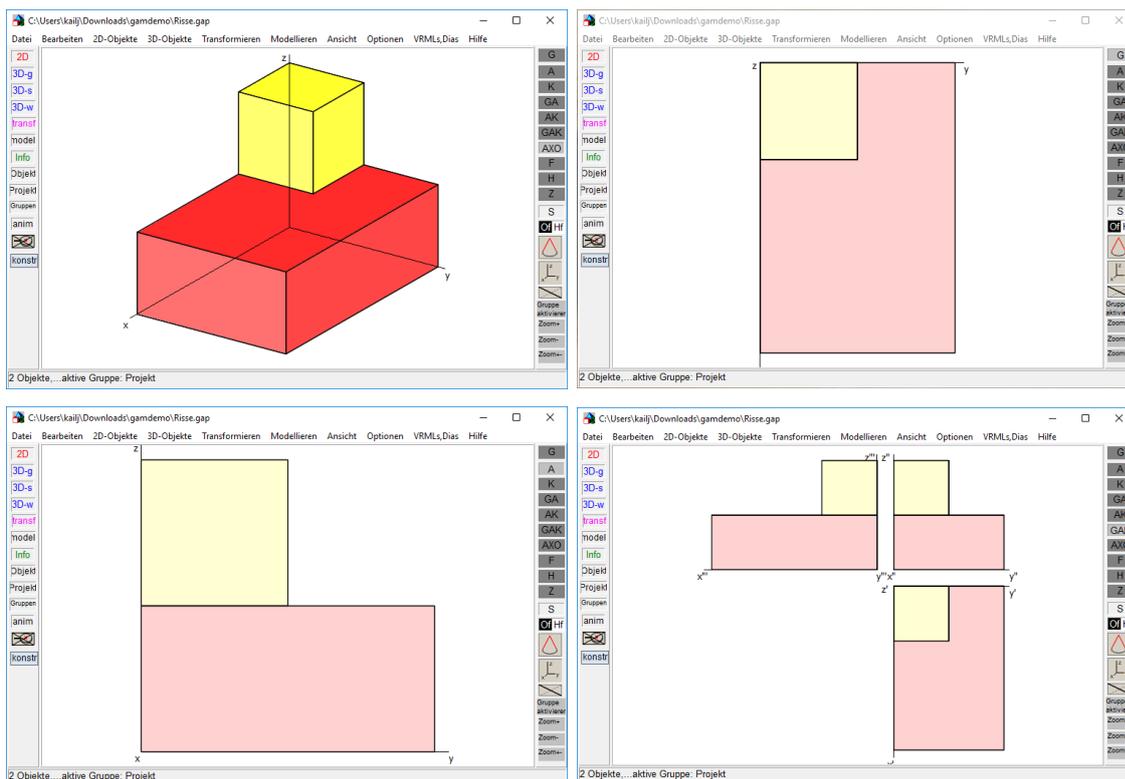


Abbildung 29 Risse in GAM

In GAM ist es zudem möglich, einzelne modellierte Objekte als Bausteine zu speichern und später in Projekte einzufügen. Auf diese Art können Schülerinnen und Schülern vorgefertigte Objekte zur weiteren Bearbeitung bereitgestellt werden. Für einen vertiefenden Unterricht bietet GAM auch die Möglichkeit, Variantenkonstruktionen und einfache Animationen zu erstellen. Bei Variantenkonstruktionen werden Objekte anhand vorher definierter Variablen erstellt und können danach durch Anpassen der Variablen verändert werden. Die Möglichkeit der Animation umfasst Transformationen wie Schiebungen und Drehungen. (vgl. Podenstorfer, 2017)

GAM verfügt über eine umfassende Objektbibliothek, um alle Probleme der Fächer Darstellende Geometrie und Geometrisch Zeichnen abzudecken. Auf Wunsch der Autoren des Schulbuchs Raumgeometrie Pur wurde eine stark reduzierte Version des Programms namens GAM-Light entwickelt, um speziell die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe 1 zu erfüllen. Bei GAM-Light wurde unter anderem auf Animationen, Variantenkonstruktionen und die Basiskonstruktionsvorgänge verzichtet und auf eine schlankere Objektbibliothek gesetzt, um ein wesentlich übersichtlicheres und einsteigerfreundlicheres Programm zu schaffen. (siehe Anhang, vgl. E-Mail Erwin Podenstorfer)

## 4.4 Cabri 3D

Das CAD-Programm Cabri 3D wurde an der französischen Joseph Fourier Universität in Grenoble durch die CABRILOG-Company entwickelt und 2004 veröffentlicht. Das Programm wurde speziell für den Raumgeometrieunterricht in der Sekundarstufe 1 und Sekundarstufe 2 gestaltet. (vgl. Müller, 2005, p. 11 f.)

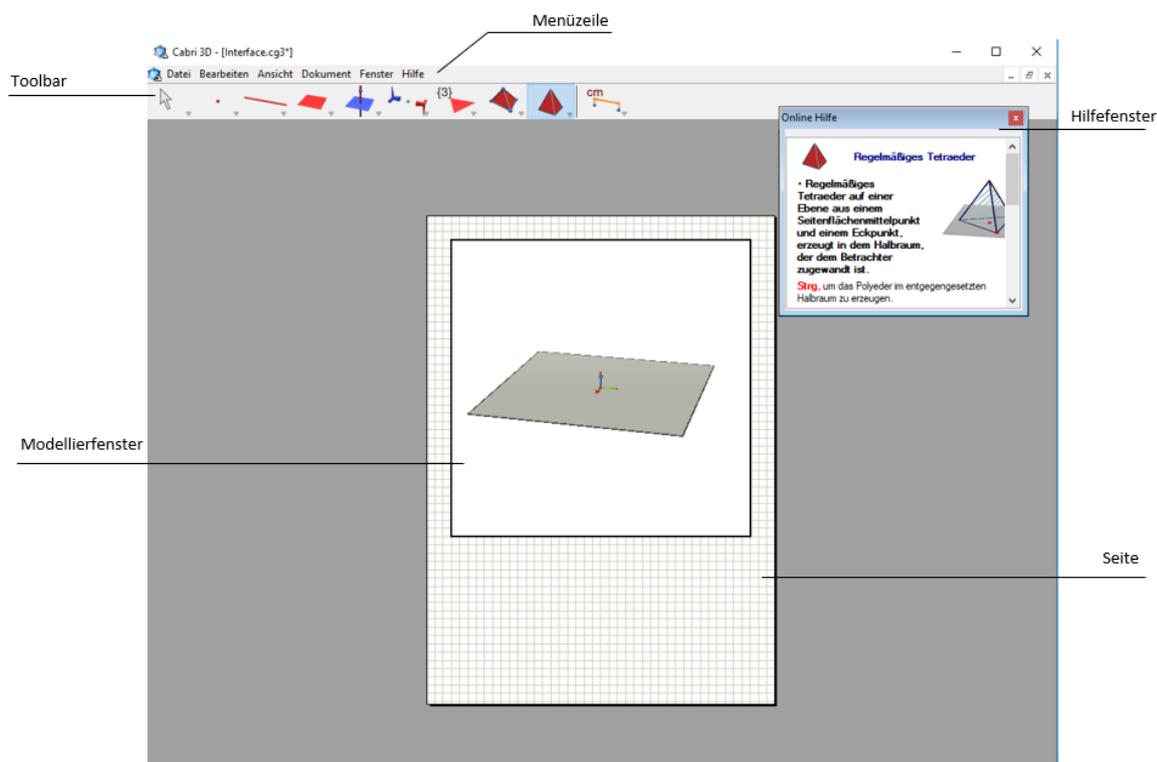


Abbildung 30 Interface Cabri 3D

Cabri 3D ist auf den dynamischen Aspekt der Geometrie spezialisiert. Dynamische Geometriesoftware – wie unter anderem Cabri 3D – bietet eine Computerumgebung, in der die geometrischen Beziehungen von Objekten erkundet werden können.

Neben den Konstruktionsmöglichkeiten von anderen, statischen Programmen bietet sie vor allem die Möglichkeit, geometrische Transformationen durchzuführen, ohne dabei die geometrischen Eigenschaften, die sich durch die Konstruktion ergeben, zu zerstören. (vgl. Güven and Temel, 2008, p. 101)

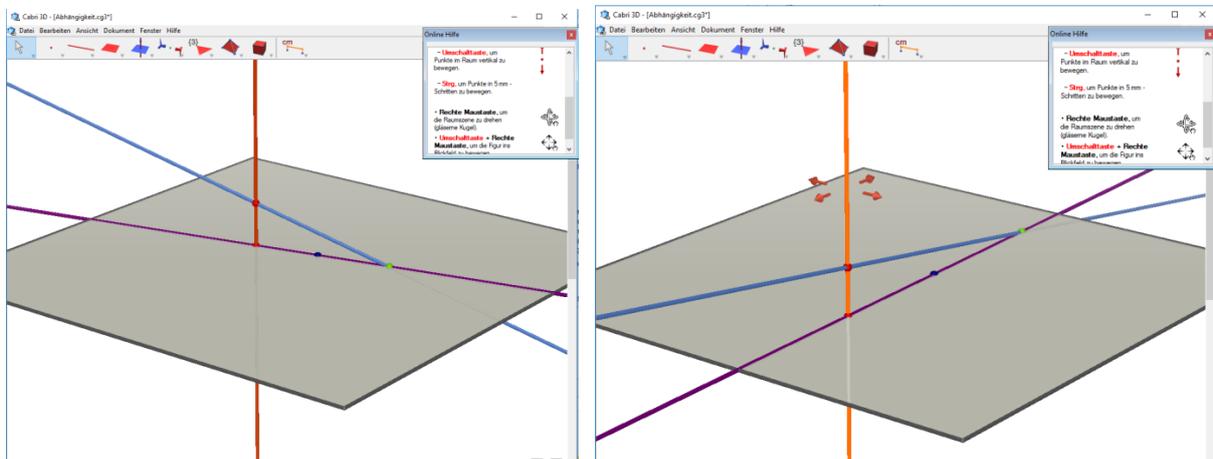


Abbildung 31 Abhängigkeit geometrischer Objekte in Cabri 3D

Für Abbildung 31 wurde beispielsweise die violette Gerade in Abhängigkeit zur roten Gerade und zum fixierten blauen Punkt erstellt. Die blaue Gerade ist wiederum abhängig von der roten und der violetten Gerade. Wird die zur Ebene lotrechte Gerade verschoben, so wird auch der grüne Punkt verschoben, wobei das Verhältnis der Strecke vom roten zum blauen Punkt auf der violetten Gerade und der Strecke zwischen dem blauen und dem grünen Punkt erhalten bleibt. Auf diese Art können Schülerinnen und Schüler durch Probieren dynamische Veränderungen erforschen.

Die Arbeitsweise in Cabri 3D ist stark dadurch geprägt, dass in einem Projekt auf einer oder mehreren Seiten verschiedene Ansichten derselben Konstruktion gezeigt werden können. Wird eine Veränderung in der Konstruktion vorgenommen, so ist diese in allen Ansichten zu sehen. (vgl. de Cotret and de Cotret, 2007, pp. 63–65) So können Schülerinnen und Schüler die in den Lehrplänen erwähnten Fähigkeiten im Umgang mit Perspektive und dem Erkennen räumlicher Zusammenhänge erwerben. (vgl. BMUKK, 2012, p. 64 f.; 2000, p. 2) Auch die Möglichkeit Textfelder in die Seiten einzufügen kann im Unterricht sinnvoll genutzt werden, etwa um Konstruktionsanweisungen, Überschriften oder Erklärungen zum Projekt hinzuzufügen.

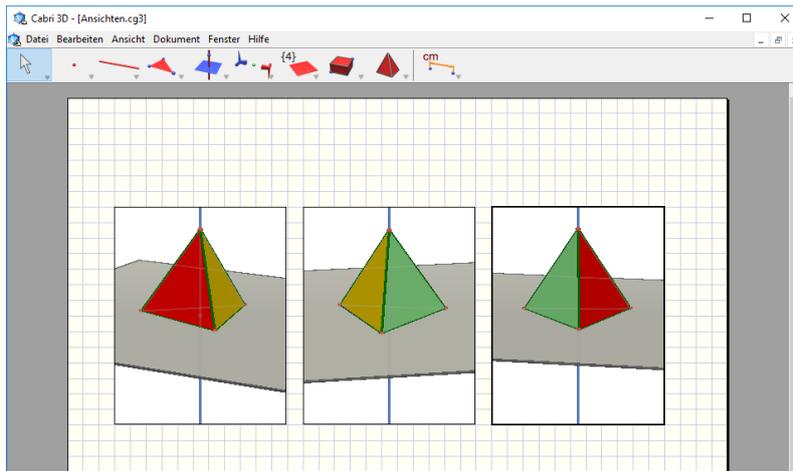


Abbildung 32 Drei Ansichten der selben Konstruktion in Cabri 3D

Eine Besonderheit an Cabri 3D ist die Möglichkeit, kleine Animationen zu erstellen, wodurch die im Lehrplan erwähnte Fähigkeit zum „Erfassen und Diskutieren von Bewegungsvorgängen und Transformationen im Raum“ (BMUKK, 2012, p. 63) besonders geschult werden kann. (vgl. de Cotret and de Cotret, 2007, pp. 45–47)

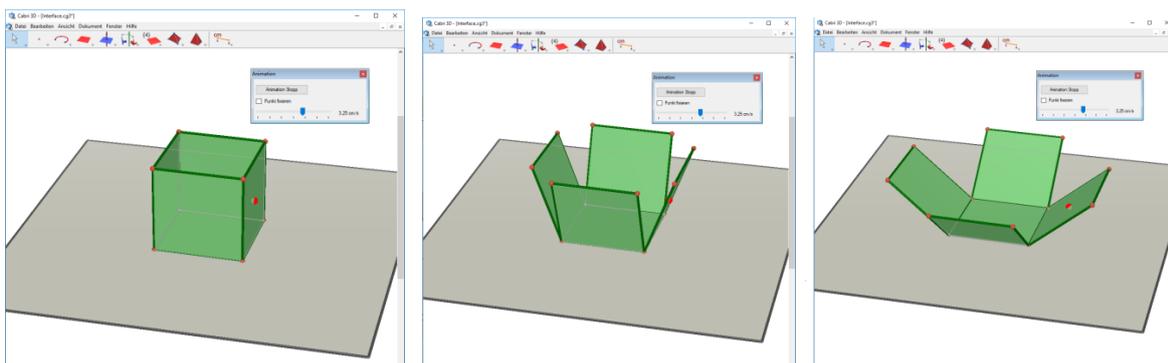


Abbildung 33 Animation Calibri 3D

Der Einsatz von Cabri 3D für den Unterricht bietet durch den dynamischen Ansatz eine große Auswahl an Methoden zur Lösung geometrischer Probleme. Die Schülerinnen und Schüler lernen zudem auf eine sehr problemorientierte, kreative Art eigenständig mit Problemen umzugehen, wodurch neben der Medienkompetenz auch die Selbstkompetenz der Lernenden geschult wird. (vgl. Müller, 2005, p. 12f.) Aktuelle Forschungsergebnisse zeigen das große Potenzial dynamischer Geometriesoftware für den Unterricht in der Sekundarstufe 1. Schülerinnen und Schüler profitieren von dynamischer Geometriesoftware besonders im Verständnis geometrischer Transformationen (vgl. Güven, 2012, pp. 378–380) und in der Fähigkeit, mathematische Erklärungen zu finden. (vgl. Jones, 2001, p. 56 f.)

Der Einstieg in Cabri 3D wird Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern durch eine Einführung (vgl. "Introduction to Cabri 3D," n.d.) und Tutorial-Videos (vgl. "Cabri 3D Training Videos," n.d.) auf der Homepage sowie ein ausführliches Benutzer\_innen-Handbuch vereinfacht. Jedoch sind diese im Allgemeinen für den Unterricht in Österreich eher ungeeignet, da es dazu nur englischsprachige Versionen gibt. Ein großes Problem beim Einsatz des Programms im Raumgeometrieunterricht entsteht dadurch, dass die Booleschen Operationen Differenz, Vereinigung und Durchschnitt nicht unterstützt werden.

## 4.5 Verwendung von CAD-Programmen in Österreich

Die in Kapitel 2.2.2 erwähnten Umfragen, die in den Informationsblättern der Geometrie publiziert werden, geben einen Überblick über die Entwicklung der Softwareverwendung im Raumgeometrieunterricht in Österreich. Auf dem Fragebogen (siehe Anhang) ist seit 2012 eine Frage über den Einsatz von unterstützender Software im Unterricht zu finden, bei der auch Mehrfachantworten möglich sind. (vgl. Müller, 2016, p. 7)

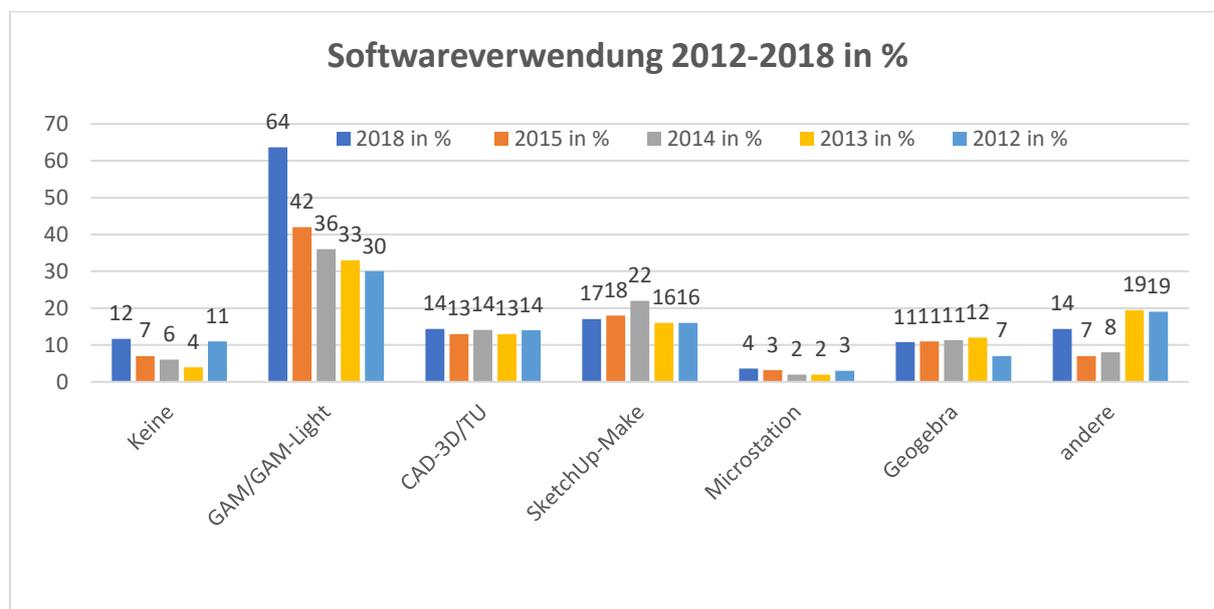


Abbildung 34 Softwareverwendung 2012-2018

Anhand der in Abbildung 34 dargestellten Daten ist erkennbar, dass die meistverwendeten Programme im österreichischen Raumgeometrieunterricht in den letzten Jahren stets GAM/GAM-Light, CAD-3D/TU, SketchUp und Geogebra waren. GAM/GAM-Light bestätigt 2018 durch die deutliche Steigerung in den letzten drei Jahren seine klar dominante Rolle in Österreich. Der Anteil der Lehrerinnen und

Lehrer, die im Unterricht auf Software verzichten, blieb im untersuchten Zeitraum relativ konstant und ist in den letzten zwei Jahren sogar etwas angestiegen, obwohl der Einsatz von CAD-Software im Lehrplan verbindlich vorgesehen ist. Diese Schwankung könnte aber auch auf den geringen Stichprobenumfang zurückzuführen sein.

Der Einsatz des von der Technischen Universität Wien entwickelten Programms CAD-3D blieb seit 2012 konstant, obwohl das Programm von modernen Betriebssystemen nicht mehr unterstützt wird. (vgl. Stachel, 2009)

Die Statistik zeigt auch die häufige Verwendung des Programms Geogebra. Dieses wurde 2001 an der Universität Salzburg im Zuge einer Diplomarbeit entwickelt und 2006 bereits von 79% der 202 in einer Umfrage zur Dissertation des Programmautors befragten Lehrerinnen und Lehrern zumindest gelegentlich im Mathematikunterricht verwendet. (vgl. Hohenwarter, 2006, pp. 233, 237) Durch Geogebra werden Anwendungsmöglichkeiten in den Bereichen der Algebra, Stochastik, Geometrie und Tabellenkalkulation in Verbindung gesetzt. (vgl. International GeoGebra Institute, 2018) Dementsprechend kann im Raumgeometrieunterricht kaum das ganze Potential des Programms ausgeschöpft werden. Gerade wenn die Schülerinnen und Schüler aber schon durch den Mathematikunterricht mit dem Programm vertraut sind, kann es auch sinnvoll im Raumgeometrieunterricht eingesetzt werden.

Durch die Umfrageergebnisse bietet sich ein wertfreier Vergleich des AHS- und NMS-Unterrichts an, der in Abbildung 35 dargestellt ist. Während GAM/GAM-Light in beiden Schultypen eine gleichermaßen dominierende Vorrangstellung einnimmt, wird Geogebra im AHS-Bereich deutlich häufiger als in Neuen Mittelschulen eingesetzt. Bemerkenswert ist außerdem, dass in den AHS von etwa 8% der befragten Lehrerinnen und Lehrern auf das professionelle Design-Programm MicroStation zurückgegriffen wird (ein Anteil, der seit 2012 konstant ist), während das Programm an den NMS nicht eingesetzt wird. Der „Nicht-Einsatz“ von Software ist wie schon zuletzt 2015 (vgl. Müller, 2016) in den Neuen Mittelschulen auch momentan höher als in den allgemeinbildenden höheren Schulen.

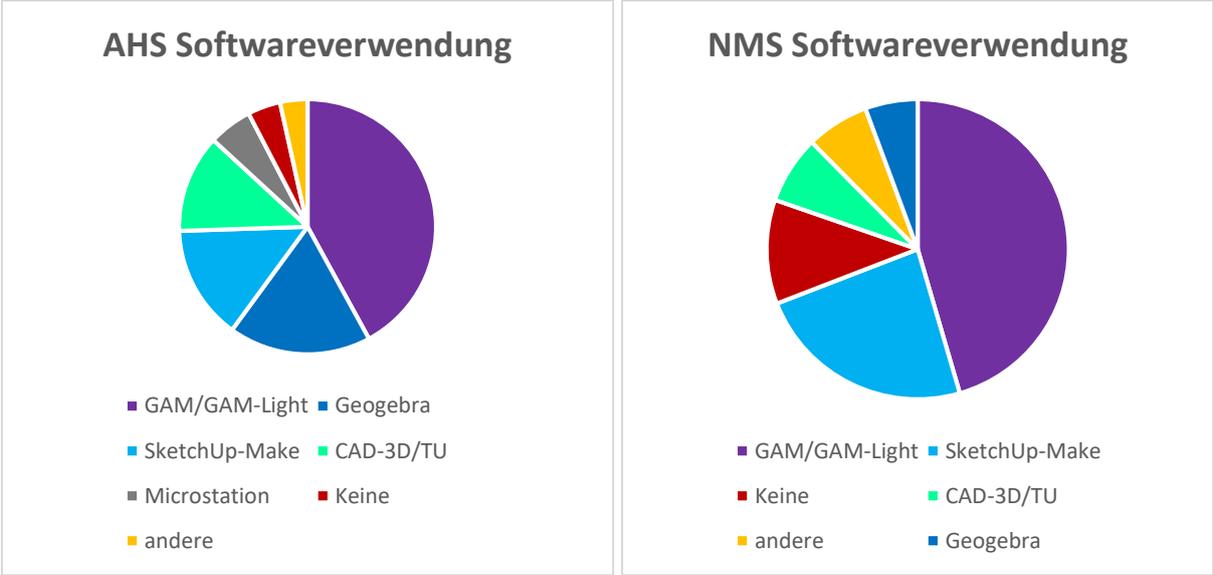


Abbildung 35 Softwareverwendung an AHS und NMS

## 5. Unterrichtskonzepte

Aufbauend auf den Erkenntnissen der vorhergehenden Kapitel sollen nun anhand von drei Unterrichtsplanungen in unterschiedlicher Komplexität Beispiele zum sinnvollen Einsatz von CAD-Software im Raumgeometrieunterricht gegeben werden.

### 5.1 Einführung in das Arbeiten mit CAD-Software (GAM)

Das vorliegende Unterrichtsmaterial soll einen Einstieg in das Arbeiten mit CAD-Software im Raumgeometrieunterricht in der Sekundarstufe 1 bieten. In vier Unterrichtseinheiten, bevorzugt als zwei Doppelstunden geführt, sollen die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Programm GAM erlernen und befähigt werden, einfache Konstruktionen von Alltagsgegenständen zu erstellen. Ob dieses Unterrichtsmaterial in der 3. oder 4. Klasse zum Einsatz kommt, hängt von den schulautonomen Entscheidungen bezüglich des Raumgeometrieunterrichts ab (siehe Kapitel 2).

Bei der Durchführung des Unterrichts ist zu beachten, dass die Schülerinnen und Schüler in den meisten Variationen der Sekundarstufe 1, ausgenommen AHS und NMS mit Informatikschwerpunkt (vgl. BMUKK, 2012, p. 15; 2004, p. 10), keinen verpflichtenden Informatikunterricht besuchen und ihnen dementsprechend noch wichtige Medienkompetenzen fehlen könnten. Deswegen ist es für die Lehrperson wichtig, das Frustrationslevel der Schülerinnen und Schüler durch Geduld und zahlreiche Hilfestellungen möglichst niedrig zu halten.

#### 1. Doppelstunde

| <b>Zeit-schiene</b> | <b>Inhalt</b>                     | <b>Methoden/<br/>Medien/<br/>Materialien</b> | <b>Sozialformen</b>              | <b>Ergebnis</b>   |
|---------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|---|
| 10 min              | Einstieg und Motivation           | Abbildung 36 und 37 oder ähnliche Bilder     | Lehrer_in-Schüler_innen-Gespräch | Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Wichtigkeit von CAD-Programmen und sind motiviert, den Umgang mit diesen zu erlernen. |
| 30 min              | Einführung in die Grundfunktionen | Computer, GAM, Projektor                     | Lehrer_innen-Vortrag             | Die Schülerinnen und Schüler können Objekte in GAM erstellen, drehen,   |

|        |  |  |               |   |
|--------|--|--|---------------|---|
|        | von GAM                                  |  |               | verschieben, kopieren und färben.   |
| 30 min | Bearbeiten des Arbeitsblattes „Torbogen“ | Arbeitsblatt „Torbogen“, Computer, GAM   | Partnerarbeit | Die Schülerinnen und Schüler sind geübt im Umgang mit GAM.                        |
| 30 min | Erstellen einer Anleitung                | Computer, GAM, Textverarbeitungsprogramm | Einzelarbeit  | Die Schülerinnen und Schüler haben das Erlernete reflektiert und zusammengefasst. |

### Einstieg und Motivation

In den ersten 10 Minuten der Doppelstunde versucht die Lehrperson, mit einem durch aktuelle Bilder begleiteten (wie etwa Abbildung 36 oder Abbildung 37) Lehrer\_in-Schüler\_innen-Gespräch das Interesse der Schülerinnen und Schüler an CAD Programmen zu wecken. Die Schülerinnen und Schüler können in dieser Zeit auch Fragen stellen, die von der Lehrperson ausführlich beantwortet werden sollen.

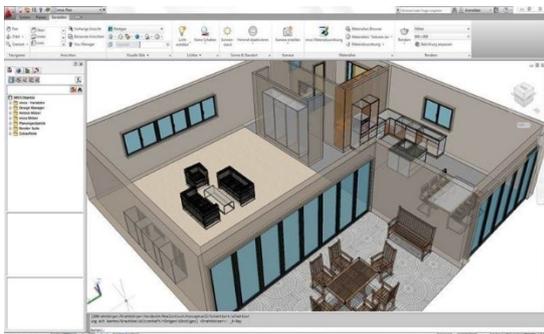


Abbildung 36 Konstruktion Wohnfläche

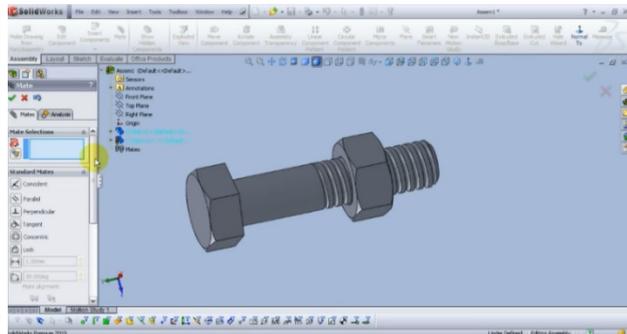


Abbildung 37 Konstruktion Schraube und Mutter

### Einführung in die Grundfunktionen von GAM

In diesem Unterrichtsabschnitt zeigt die Lehrperson den Schülerinnen und Schülern einige Grundfunktionen von GAM via Projektor, wobei die Lernenden gleichzeitig dieselben Konstruktionsschritte am eigenen Computer durchführen. Es werden 4 Objekte in einem Projekt erzeugt und durch die Transformationen Drehen und Verschieben richtig positioniert. Die Objekte werden auch gefärbt und kopiert, zudem werden die Rissansichten in GAM erklärt. Es ist bei der Durchführung darauf zu achten, dass alle Schülerinnen und Schüler die Arbeitsschritte durchführen. Das Ergebnis ist eine Konstruktion vergleichbar mit Abbildung 38.



## Arbeitsblatt „Torbogen“

Konstruiert in Partnerarbeit einen Torbogen nach dieser Vorlage und arbeitet dabei an zwei Computern!

Die Höhe der roten Pyramiden beträgt 1m und die Höhe der grünen Pyramide beträgt 2m.

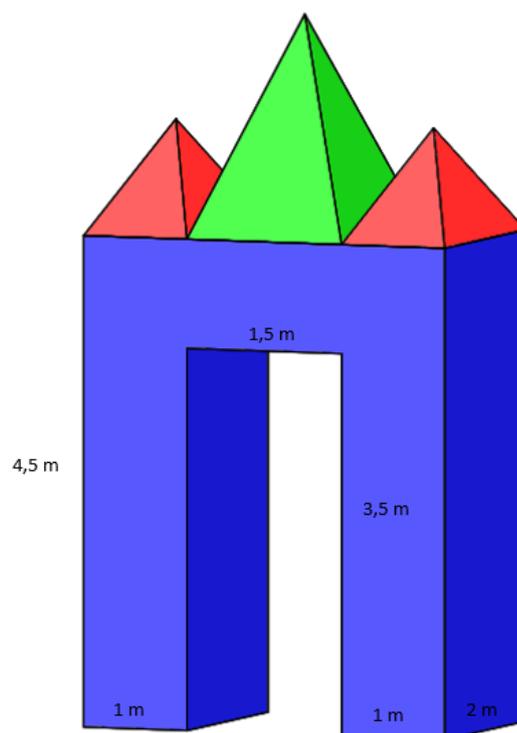


Abbildung 39 Torbogen

Speichert die GAM Datei als „Torbogen\_<Klasse>\_<Nachname>\_<Vorname>.gam“ ab.

Jeder Schüler und jede Schülerin muss eine Datei abgeben!

**Zusatzaufgabe:** Verbindet gleichfarbige Objekte mit „Modellieren→Vereinigung“

# Anleitung zu den Grundfunktionen von GAM (Beispielabgabe)

## Einfügen von Objekten

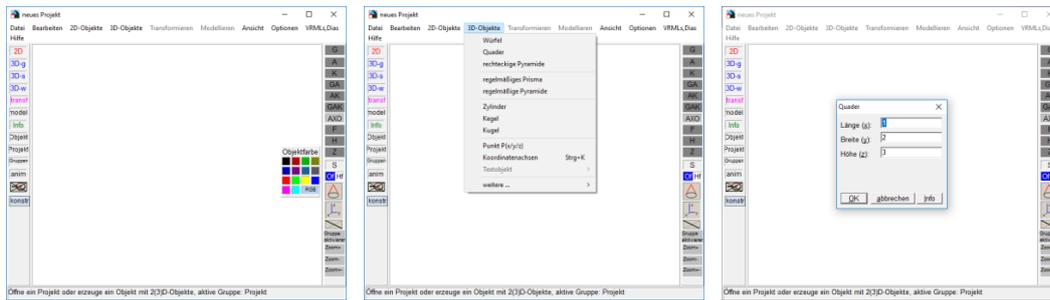


Abbildung 40 Objektfarbe wählen → Objekt wählen wählen

→ gewünschte Abmessungen

## Drehen von Objekten

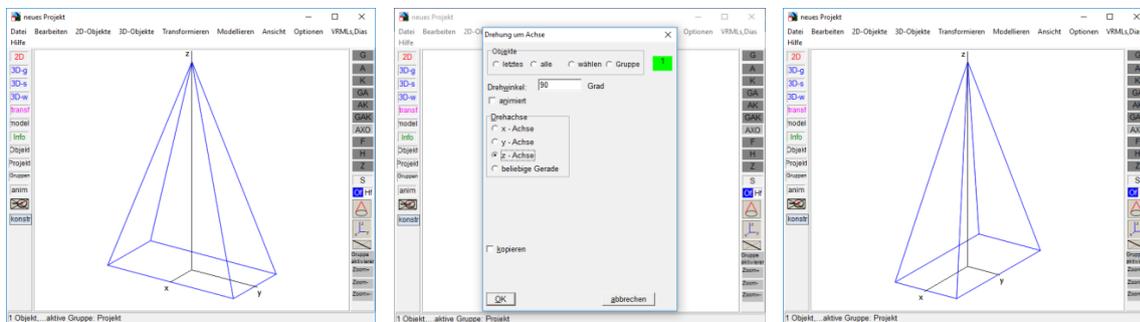


Abbildung 41 Transformieren → Drehen → Achse und Drehwinkel eingeben

## Verschieben und Kopieren von Objekten

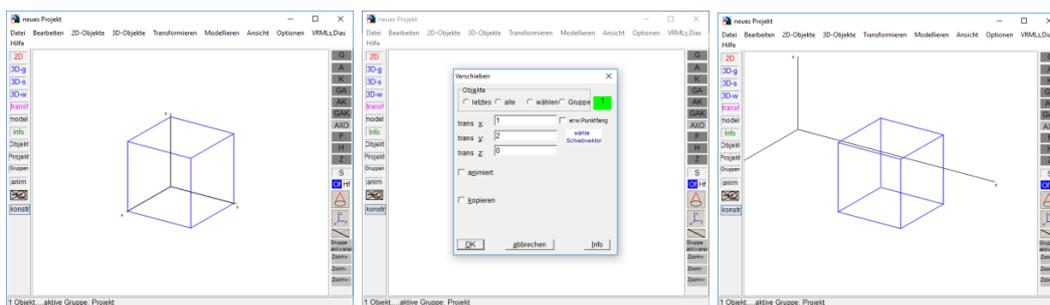


Abbildung 42 Transformieren --> Verschieben --> Schiebvektor eingeben (kopieren ankreuzen --> altes Objekt bleibt)

## Rissansichten

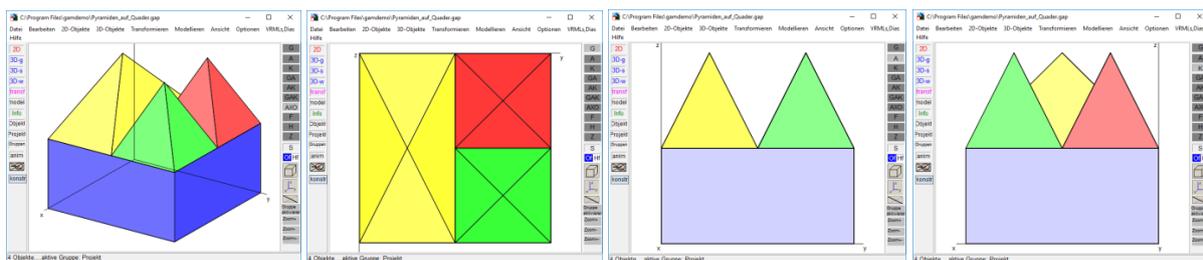


Abbildung 43 Rissansichten: Grundriss

Aufriss

Kreuzriss

## 2. Doppelstunde

| <b>Zeitschiene</b> | <b>Inhalt</b>                                      | <b>Methoden/<br/>Medien/<br/>Materialien</b>                  | <b>Sozialformen</b>                               | <b>Ergebnis</b>   |
|--------------------|--|---|---|---|
| 15 min             | Besprechen der Abgaben                             | Abgaben der Schülerinnen und Schüler (Torbogen und Anleitung) | Kurzpräsentation einiger Schülerinnen und Schüler | Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre Hausübung aus der letzten Stunde und können diese Zeit als Stundeneinstieg nutzen. |
| 20 min             | Erklärung der Booleschen Operationen in GAM        | Computer, GAM, Projektor                                      | Lehrer_innen-Vortrag                              | Die Schülerinnen und Schüler können die Differenz, Vereinigung und Durchschnitt zweier Objekte in GAM erzeugen.                   |
| 65 min             | Bearbeiten des Arbeitsblattes „Stiftebox“          | Arbeitsblatt „Stiftebox“, Computer, GAM                       | Einzelarbeit                                      | Die Schülerinnen und Schüler sind geübt im Umgang mit GAM.  |
| Zusatz             | Bearbeiten des Arbeitsblattes „Alltagsgegenstände“ | Computer, GAM, Textverarbeitungsprogramm                      | Einzelarbeit                                      | Die Schülerinnen und Schüler können Alltagsgegenstände in GAM modellieren.  |

### Besprechen der Abgaben

Zu Beginn der Stunde können sich Schülerinnen und Schüler freiwillig melden, um ihre Torbögen und Anleitungen aus der Hausübung der letzten Stunde zu präsentieren. Auf Fehler und Ungenauigkeiten wird zwar eingegangen, jedoch haben diese, solange die Hausübung überlegt erledigt wurde, keinen Einfluss auf die Beurteilung. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch diese Reflexion der Aufgaben ihr Vorwissen reaktivieren, um anschließend konzentriert arbeiten zu können.

## Erklärung der Booleschen Operationen in GAM

Anhand einer Beispielkonstruktion in GAM (siehe Abbildung 44) zeigt die Lehrperson den Schülerinnen und Schülern die Bedeutung der Funktionen „Differenz“, „Vereinigung“ und „Durchschnitt“ in geometrischen Konstruktionen. Die Lernenden sollen die Konstruktion ebenso durchführen, wobei die Lehrperson wie schon in der vorhergehenden Unterrichtseinheit darauf achten sollte, dass alle Schülerinnen und Schüler die einzelnen Schritte erledigt und verstanden haben.

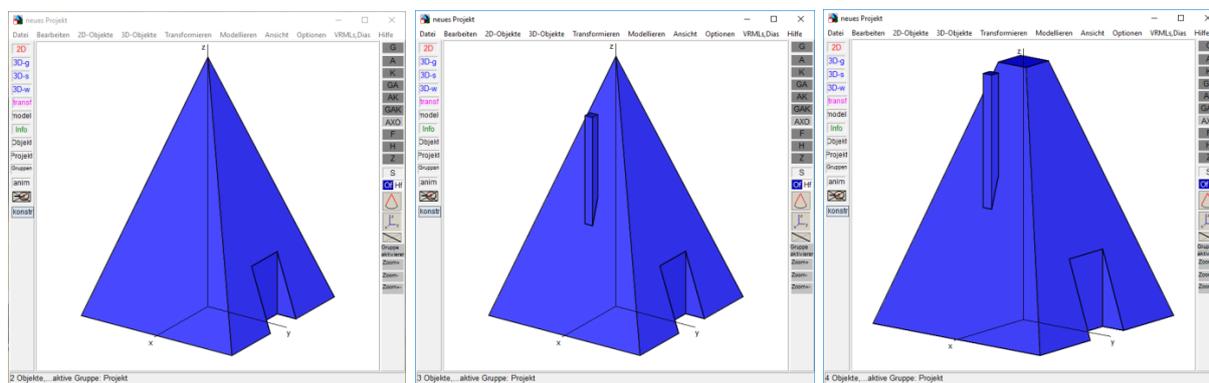


Abbildung 44 Differenz, Vereinigung, Durchschnitt – Pyramide

## Bearbeiten des Arbeitsblattes „Stiftebox“

Zu Beginn dieses Unterrichtsabschnitts sollte den Lernenden mitgeteilt werden, dass die sorgfältige Durchführung der folgenden Konstruktion zu einem wesentlichen Teil in die Notengebung einfließt (das tatsächliche Ausmaß ist der durchführenden Lehrperson überlassen). Nach dem Austeilen der Arbeitsblätter haben die Schülerinnen und Schüler bis zum Ende der Doppelstunde und falls notwendig auch noch zu Hause bis zur nächsten Unterrichtsstunde Zeit, die Stiftebox zu konstruieren.

Beim Bewerten der Abgaben ist besonders darauf zu achten, dass die Maßangaben eingehalten wurden und dass die hohlen Stifteboxen auch einen Boden mit der richtigen Stärke haben.

## Bearbeiten des Arbeitsblattes „Alltagsgegenstände“

Den Schülerinnen und Schülern, die das Arbeitsblatt „Stiftebox“ schneller als in den eingeplanten 65 Minuten erledigen, wird mit dem Arbeitsblatt „Alltagsgegenstände“ eine zusätzliche Herausforderung angeboten, die sie in der Schule und zu Hause erledigen können, um ihre Mitarbeitsnote zu verbessern.

Die Lernenden sollen dabei ihrer Kreativität freien Lauf lassen und ihnen bekannte Alltagsgegenstände originalgetreu modellieren. Da einige Schülerinnen und Schüler Schwierigkeiten haben könnten, eigene Ideen umzusetzen, werden auf dem Arbeitsblatt einige Beispielkonstruktionen dargestellt.

## Arbeitsblatt „Stiftebox“

Erstelle eine Stiftebox mit den folgenden Eigenschaften:

- Die Bodenplatte hat eine Höhe von 0,5cm und ist 16cm breit und lang.
- Die vier 0,5cm starken Boxen haben einen ebenso starken Boden.
- Die kleinste Box hat eine Höhe von 6cm, die anderen sind jeweils um 3cm höher als die nächstkleinere. Alle Boxen sind jeweils 7cm breit und lang.

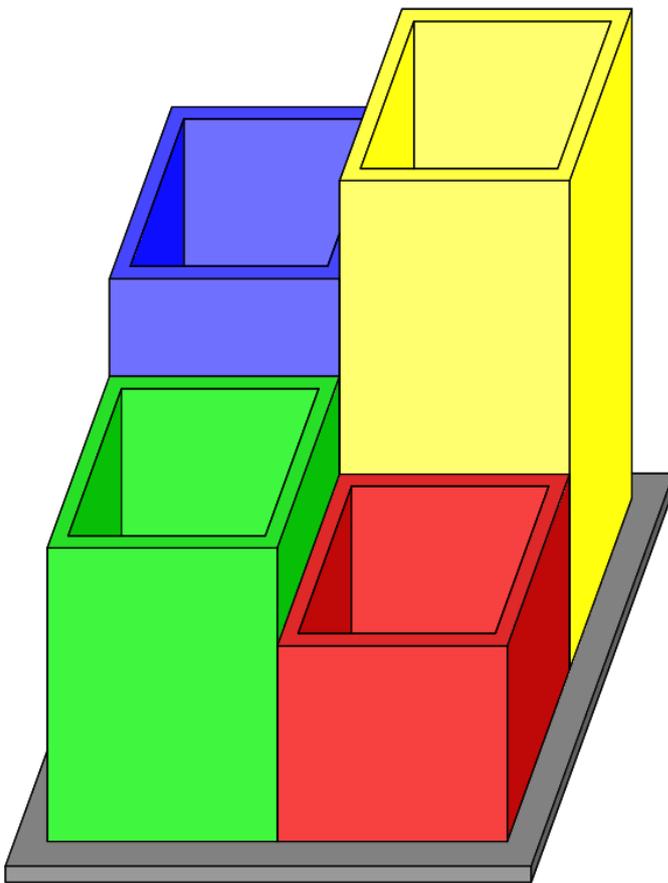


Abbildung 45 Stiftebox

Deine Abgabe soll Folgendes beinhalten:

- Die fertige GAM Datei mit dem Namen „Stiftebox\_<Klasse>\_<Nachname>\_<Vorname>.gam“
- Eine PDF Datei, die Grundriss, Aufriss, Kreuzriss sowie Frontalriss deiner Konstruktion enthält

## Arbeitsblatt „Alltagsgegenstände“

Konstruiere einige Alltagsgegenstände in GAM, hier sind einige Beispiele (du kannst dir aber auch selbst etwas einfallen lassen)!



*Abbildung 46 Stuhl*



*Abbildung 47 Weinglas*



*Abbildung 48 Hantel*



*Abbildung 49 Topf*

Achte darauf, möglichst realitätsnahe Proportionen und Größen zu wählen. Gib die fertige Datei als „Alltag\_<Klasse>\_<Nachname>\_<Vorname>.gam“ ab.

## 5.2 Perspektive (SketchUp)

Durch die folgenden Unterrichtsmaterialien soll Schülerinnen und Schülern ein Überblick über Perspektiven gegeben werden. Zunächst lernen sie dabei über die geometrische Bedeutung von Perspektiven, bevor Zentralperspektive und Fischaugenperspektive mithilfe von SketchUp nachgestellt werden. Abgeschlossen wird der Themenblock mit einer Aufgabe in Form einer umfassenden SketchUp Konstruktion, für die die Lernenden bis zu zwei Wochen Zeit haben.

Aufgrund der für die Konstruktionen benötigten Genauigkeit und Geduld sowie ihrer etwas höheren Komplexität, ist dieses Material für Lernende gedacht, die schon Erfahrung mit SketchUp und CAD allgemein haben. Außerdem wird von einem Vorwissen zu Parallelprojektionen ausgegangen. Ein direkter Lehrplanbezug ist einerseits durch den Einsatz von CAD-Software und andererseits durch die Einführung in Perspektive gegeben (vgl. BMUKK, 2012, pp. 63–65; 2000, p. 2f.).

### 1. Doppelstunde

| <b>Zeit-schiene</b> | <b>Inhalt</b>   | <b>Methoden/<br/>Medien/<br/>Materialien</b>          | <b>Sozialformen</b>                      | <b>Ergebnis</b>   |
|---------------------|---|---|--|---|
| 25 min              | Einführung,<br>Motivation und<br>Theorie                  | Bilder zur<br>Parallel- und<br>Zentral-<br>projektion | Lehrer_in-<br>Schüler_innen-<br>Gespräch | Die Schülerinnen können<br>Parallel- und<br>Zentralprojektionen<br>unterscheiden und<br>verstehen die Grundzüge<br>von Zentralprojektionen. |
| 35 min              | Gemeinsames<br>Konstruieren<br>einer<br>Zentralprojektion | Computer,<br>SketchUp,<br>Projektor                   | Lehrer_innen-<br>Vortrag                 | Die Schülerinnen und<br>Schüler können eine<br>Zentralprojektion mit<br>CAD-Software<br>nachstellen.  |
| 35 min              | Erweitern der<br>Konstruktion                             | Computer,<br>SketchUp                                 | Einzelarbeit                             | Die Schülerinnen und<br>Schüler vertiefen ihr<br>Verständnis von<br>Perspektive.  |
| 5 min               | Vorbesprechung<br>der Hausübung                           |   | Lehrer_in-<br>Schüler_innen-<br>Gespräch | Die Lernenden wissen,<br>was bis zur nächsten<br>Einheit zu tun ist.  |

## Einführung, Motivation und Theorie

Zunächst wird das Vorwissen der Lernenden zu Parallelprojektionen reaktiviert. Dabei wird daran erinnert, dass bei einer Parallelprojektion dreidimensionale Raumobjekte auf eine zweidimensionale Bildebene projiziert werden, wobei die Parallelität von Geraden erhalten bleibt. Auch die Begriffe Haupttrisse, Normalprojektion, Grundriss, Aufriss und Kreuzriss werden wiederholt. Anhand eines Bildes wie Abb. 50 können die Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellungen des Sachverhalts bestätigen oder anpassen.

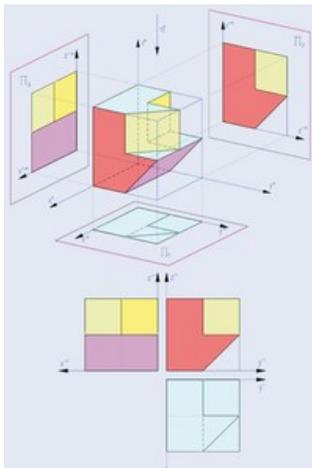


Abbildung 50 Haupttrisse

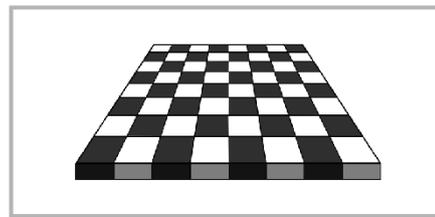


Abbildung 51 Schachbrett

Danach sehen die Lernenden eine zweidimensionale Darstellung eines Schachbrettes (etwa Abb. 51) und sollen erkennen, dass die Parallelität der Kanten nicht zwingend bestehen bleibt. Daraufhin wird der Begriff der Zentralprojektion eingeführt und entweder anhand eines Bildes (z.B. Abb. 59) oder einer Tafelskizze werden die Begriffe Fluchtpunkt, Augpunkt, Bildebene und Sehstrahl erklärt.

## Gemeinsames Konstruieren einer Zentralprojektion

Gemeinsam mit den Lernenden wird eine Zentralprojektion mit einem Objekt in SketchUp nachgestellt. Dabei wird zunächst der Augpunkt konstruiert und danach die Bildebene, bevor ein Quader eingefügt wird, wobei eine Fläche des Quaders parallel zur Bildebene ist. Danach werden die Ecken des Quaders mit dem Augpunkt verbunden und die entstehenden Schnittpunkte der Sehstrahlen und der Bildebene verbunden (dies kann am schnellsten durch Auswahl der Bildebene, anschließend „Rechtsklick“ → „Flächen Verschneiden“ → „Mit Modell“ durchgeführt werden). Schlussendlich werden die Sehstrahlen wieder gelöscht. Die Lehrperson sollte dabei

darauf achten, dass das Tempo der Konstruktion an die Lernenden angepasst werden muss.

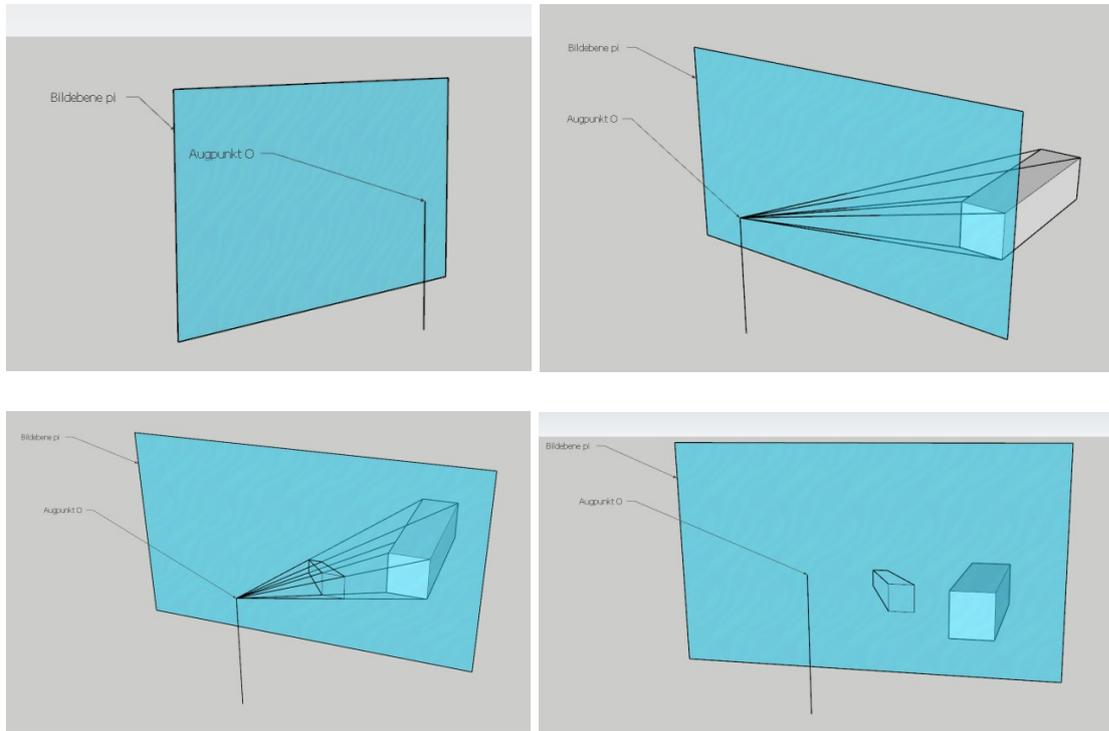


Abbildung 52 Konstruktion einer Zentralprojektion mit SketchUp

### Erweitern der Konstruktion

Bis zum Ende der Doppelstunde haben die Lernenden jetzt Zeit, zuerst den Fluchtpunkt der zur Bildebene normalen Parallelen des Quaders auf der Bildebene einzuzeichnen und danach einen zweiten Quader zu erstellen, auf der Bildebene abzubilden und den Fluchtpunkt zu erstellen. Die Lernenden sollen so erkennen, dass alle Parallelen denselben Fluchtpunkt haben. Abschließend werden die Konstruktionen abgespeichert, damit sie in der folgenden Einheit weiterverwendet werden können.

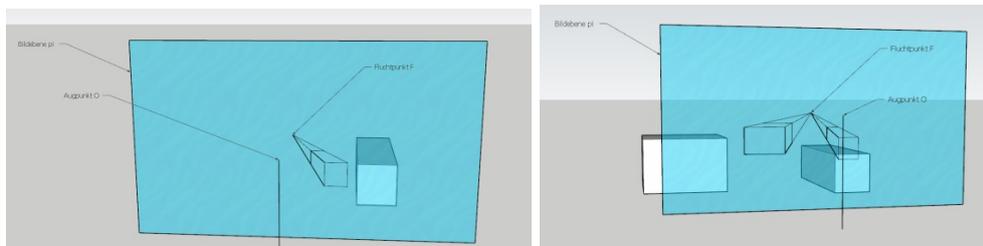


Abbildung 53 Fluchtpunkt in SketchUp

## Vorbesprechung der Hausübung

Am Ende der Doppelstunde wird den Lernenden erklärt, dass sie bis zur nächsten Stunde einen weiteren Quader zu ihrem SketchUp Projekt hinzufügen sollen, dessen Höhe 0,2m, Breite und Länge 0,3m betragen, sowie seine Fluchtpunkte einzeichnen sollen. Keine Fläche dieses Quaders soll parallel zur Bildebene sein und er soll näher zur Bildebene als die restlichen Quader platziert werden.

## 2. Doppelstunde

| <b>Zeitschiene</b> | <b>Inhalt</b>                          | <b>Methoden/<br/>Medien/<br/>Materialien</b>             | <b>Sozialformen</b>                | <b>Ergebnis</b>  |
|--------------------|--|--|------------------------------------|--|
| 10 min             | Besprechung der Hausübung              | Hausübungen der Schülerinnen und Schüler, Beispiellösung | Lehrer_in-Schüler_innen-Gespräch   | Die Schülerinnen und Schüler reflektieren ihre Hausübung.  |
| 40 min             | Vogelperspektive und Froschperspektive | Computer, SketchUp, Projektor                            | Lehrer_innen-Vortrag, Einzelarbeit | Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis von Perspektive.  |
| 10 min             | Einführung Fischaugenspektive          | Computer, Projektor                                      | Lehrer_innen-Vortrag               | Die Schülerinnen und Schüler lernen die Fischaugenspektive kennen.   |
| 40 min             | Konstruktion Fischaugenspektive        | Computer, SketchUp, Projektblatt „Perspektive“           | Einzelarbeit                       | Die Schülerinnen und Schüler sind geübt im Umgang mit SketchUp und verstehen die geometrische Idee der Fischaugenspektive. |

## Besprechung der Hausübung

Den Lernenden wird eine Beispiellösung der Hausübung präsentiert (siehe Abb. 54). Danach werden Fragen zur Hausübung beantwortet und Schwierigkeiten besprochen. Es wird auch darauf eingegangen, dass die drei Fluchtpunkte in einer Geraden liegen.

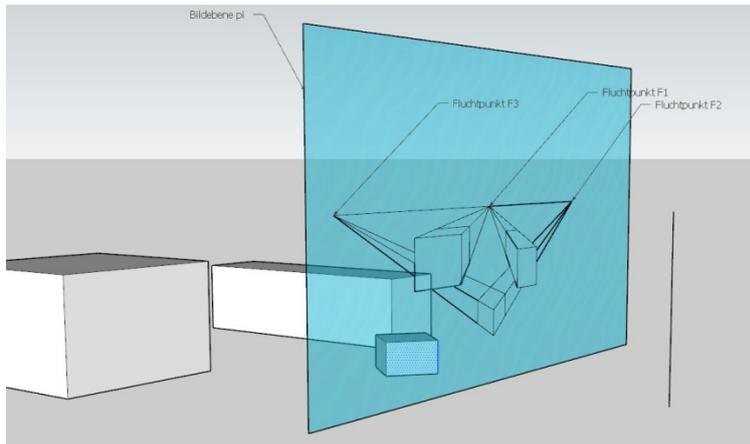


Abbildung 54 Beispiellösung der Hausübung

## Vogelperspektive und Froschperspektive

Den Schülerinnen und Schülern wird anhand einer Abbildung ähnlich zu Abb. 55 der Unterschied zwischen Vogel- und Froschperspektive erklärt. Anschließend fügen sie einen weiteren Quader zu ihrem Projekt hinzu, der über dem Augpunkt liegt (also aus der Froschperspektive betrachtet wird).

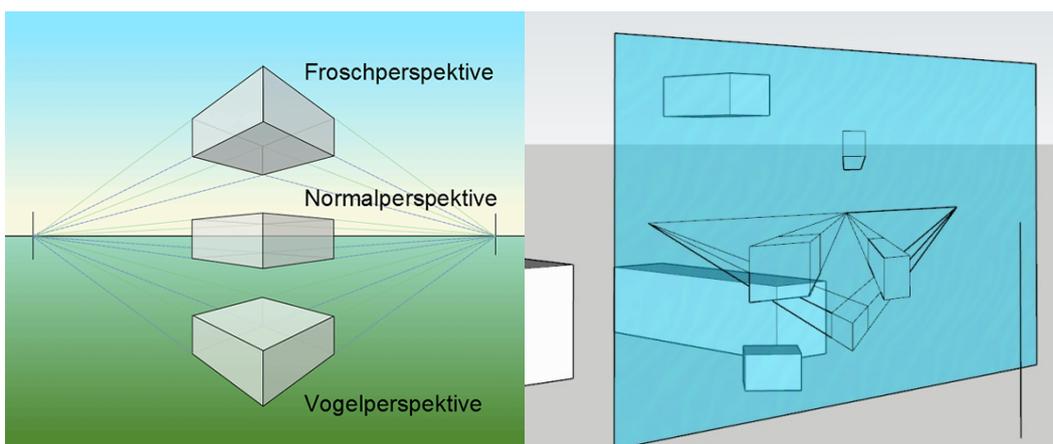


Abbildung 55 Frosch- und Vogelperspektive

Abbildung 56 Vogelperspektive SketchUp

## Einführung Fischaugenperspektive

Nachdem darauf hingewiesen wird, dass die Bildebene bei der Zentralprojektion auf eine ebene Fläche ein Objekt nur dann auffassen kann, wenn die Sehstrahlen die

Fläche schneiden, wird die Idee der Fischaugenperspektive mit Bildern wie Abb. 57 und 60 eingeführt. Durch die Bildfläche in Form einer Halbkugelfläche werden alle Objekte, die vor dem Augpunkt liegen, abgebildet. (vgl. Baumbach, 2009, p. 25)



Abbildung 57 Fischaugenperspektive 1

### Konstruktion Fischaugenperspektive

Zu Beginn dieses Abschnittes wird das Projektblatt „Perspektive“ ausgeteilt. Auf diesem sind alle Aufgaben der abschließenden Abgabe aufgelistet, wobei die meisten davon schon in den Unterrichtsstunden oder als Hausübung erledigt wurden. Die Zeit bis zum Ende der Stunde können die Lernenden nutzen, um Fragen über die Aufgaben zu stellen und an ihrem Projekt weiterzuarbeiten. Das gemeinsame Konstruieren der Halbkugel kann abhängig von den SketchUp Kenntnissen der Schülerinnen und Schüler notwendig sein.

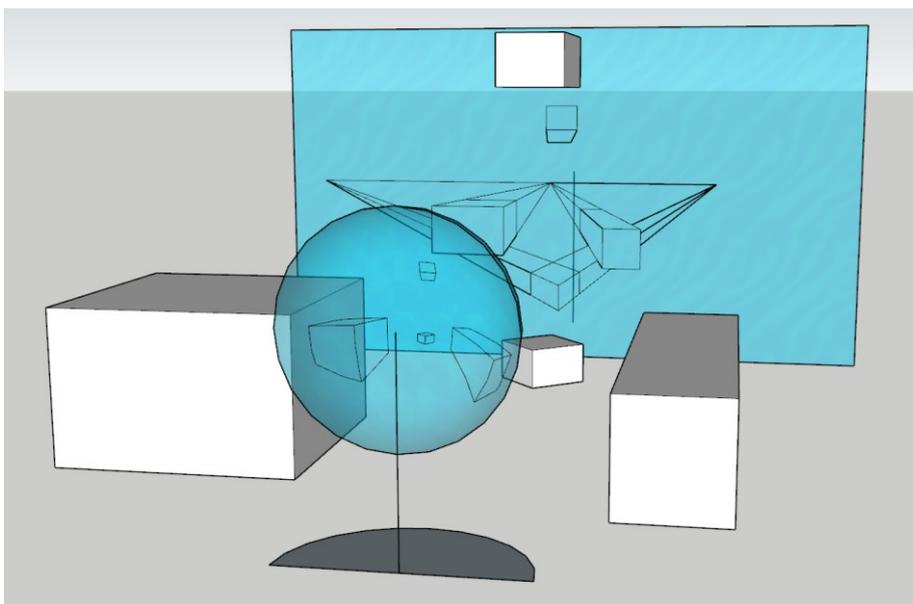


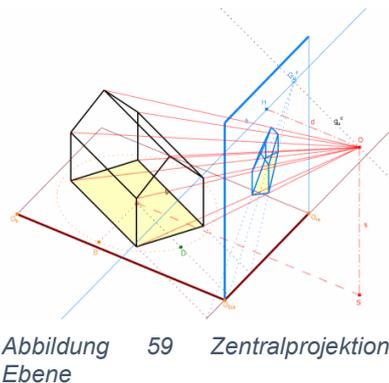
Abbildung 58 Beispielabgabe Projekt

## Projektblatt „Perspektive“

Erstelle ein SketchUp Projekt mit dem Namen  
„Perspektive\_<Klasse>\_<Nachname>\_<Vorname>.skp“.

Deine Abgabe soll Folgendes enthalten:

- ➔ Mindestens 3 Quader, die nicht alle gleich ausgerichtet sind
- ➔ Mindestens 1 Quader, der über den Blickpunkten der Konstruktionen schwebt
- ➔ Eine Konstruktion einer Zentralprojektion der Quader auf eine ebene Fläche (inklusive Fluchtpunkte)
- ➔ Eine Konstruktion einer Zentralprojektion der Quader auf eine Halbkugel (Fischaugenperspektive)



Zusatzaufgabe:

- ➔ Erstelle eine quadratische Pyramide und andere Polyeder und bau sie in deine Projektionen ein.
- ➔ Erstelle einen Quader weit abseits der anderen Quader, jedoch immer noch zwischen den zwei Projektionen. Warum kannst du diesen Quader auf der Halbkugel abbilden, jedoch nicht auf der ebenen Fläche?

### 5.3 Dynamische Geometrie und Animation (Cabri 3D)

Die folgenden Vorbereitungen zu zwei Doppelstunden über dynamische Geometrie und Animation sollen Lehrerinnen und Lehrern als Inspiration dienen, Cabri 3D in Schulen einzusetzen, um das Verständnis der Lernenden von Bewegungsvorgängen und Transformationen zu vertiefen. Nachdem das Interesse der Schülerinnen und Schüler durch eine Einführung in Animationstechniken geweckt wird, lernen sie den Umgang mit dem Programm und erstellen im Laufe des Themenblocks mehrere kleine Animationen.

Vorwissen der Lernenden zu Cabri 3D ist zwar vorteilhaft, jedoch nicht notwendig. Die Schülerinnen und Schüler sollten jedoch vor diesem Themenblock bereits mit CAD-Programmen vertraut sein. Der Lehrplanbezug ist durch den Einsatz eines 3D-Systems und das Vertiefen des Transformationsbegriffs durch Animationen gegeben (vgl. BMUKK, 2012, pp. 63–65; 2000, p. 1f.).

#### Erste Doppelstunde

| <b>Zeit-schiene</b> | <b>Inhalt</b>                                      | <b>Methoden/<br/>Medien/<br/>Materialien</b>   | <b>Sozialformen</b>              | <b>Ergebnis</b>   |
|---------------------|--|--|----------------------------------|---|
| 25 min              | Einführung in die Animation                        | Präsentation und Videos zu Animationsstilen  | Lehrer_in-Schüler_innen-Gespräch | Die Schülerinnen und Schüler sind motiviert, sich mit dynamischer Geometrie und Animation zu beschäftigen.              |
| 40 min              | Gemeinsames Konstruieren einer Würfelnetzanimation | Computer, Cabri 3D, Projektor  | Lehrer_innen-Vortrag             | Die Schülerinnen und Schüler verstehen die Grundzüge der Animation in Cabri 3D.   |
| 35 min              | Gruppenarbeit                                      | Computer, Cabri 3D, Arbeitsblätter „Claudes Begrüßung“, „Claude schaukelt“ und „Eingangstür“ | Gruppenarbeit                    | Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Transformationsverständnis und die Kompetenzen im Umgang mit CAD-Programmen. |

## Einführung in die Animation

Die ersten 25 Minuten werden dafür verwendet, Motivation und Interesse bei den Schülerinnen und Schülern aufzubauen. Dazu erläutert die Lehrperson die historische Entwicklung und die Grundprinzipien der klassischen Animation, Stop Motion Animation sowie von 2D- und 3D-Computeranimation. Wichtig ist es hierbei, das Gespräch mit visuellem Unterstützungsmaterial zu beleben (etwa mit Abb. 61, 62 oder 63 sowie passenden Videosequenzen). Ein Teil dieses Abschnitts sollte auch dafür verwendet werden, das Vorwissen der Lernenden zu aktivieren und mit dem neu Erlernten zu verknüpfen, indem die Schülerinnen und Schüler ihnen bekannte Animationsfilme sammeln und den Animationsarten zuordnen.

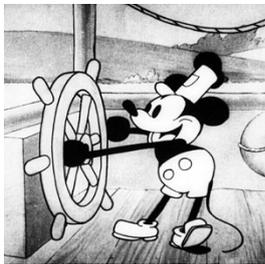


Abbildung 61 Mickey Mouse

Abbildung 62 Wallace and Gromit

Abbildung 63 Toy Story

## Gemeinsames Konstruieren einer Würfelnetzanimation

In diesem Unterrichtsabschnitt wird den Schülerinnen und Schülern eine kurze Einführung in Cabri 3D gegeben, wobei sie lernen, wie Flächen erstellt und transformiert werden und welche Auswirkung die Animation eines einzelnen Punktes auf die von ihm abhängigen Objekte hat. Wenn die Lernenden hierbei zum ersten Mal mit Cabri 3D in Berührung kommen, ist es besonders wichtig darauf zu achten, dass das Tempo der Konstruktion für alle Schülerinnen und Schüler passend ist. Es ist empfehlenswert, die Textboxfunktion für die Verschriftlichung der einzelnen Schritte zu verwenden. Eine Konstruktionsanleitung für das Würfelnetz ist unter <https://www.chartwellyorke.com/cabri3d/introtocabri3d.htm> zu finden (vgl. Mackrell, 2005).

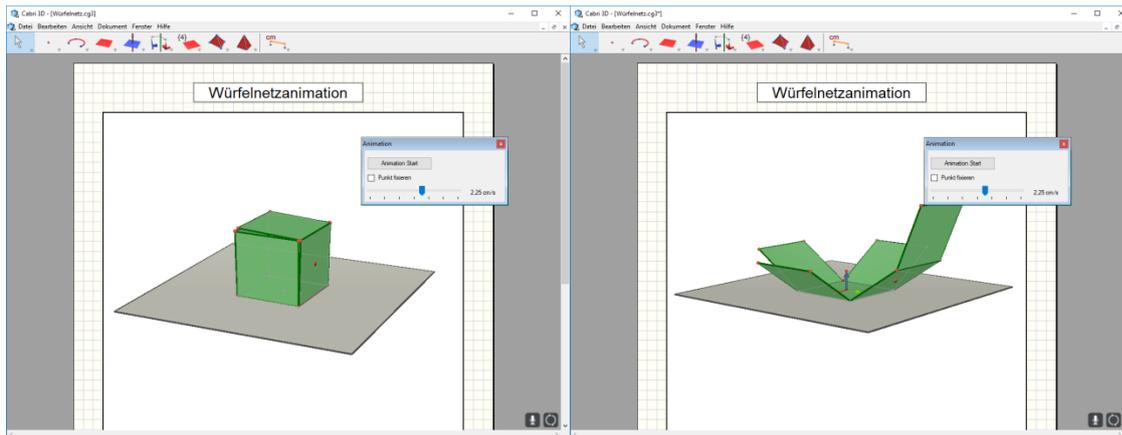


Abbildung 64 Würfelnetz

## Gruppenarbeit

Zu Beginn dieses Unterrichtsabschnitts wird die Klasse in Gruppen zu je 4 Personen eingeteilt. Der noch ungewohnte Umgang mit dem CAD-Programm und die Komplexität der Konstruktionen erfordern eine Arbeit in Kleingruppen, bei der jedes Gruppenmitglied durch Probieren und Recherche zur Findung von Lösungsschritten beitragen kann. Danach werden den Gruppen die zwei Arbeitsblätter „Claude Begrüßung“, „Claude schaukelt“ und „Eingangstür“ präsentiert. Jede Gruppe kann selbst auswählen, in welcher Reihenfolge sie die Arbeitsblätter bearbeitet.

Die Schülerinnen und Schüler haben bis zum Ende der ersten Doppelstunde und danach den Großteil der zweiten Doppelstunde Zeit, um die drei Konstruktionen zu erstellen. Die Zusatzaufgaben auf den einzelnen Arbeitsblättern sollen erst dann begonnen werden, wenn alle drei Grundkonstruktionen abgeschlossen wurden. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten dabei auf mindestens zwei Computern pro Gruppe. Auf Grund des hohen Frustrationspotentials beim Umgang mit neuer Software ist es wichtig, dass die Lehrperson den Gruppen Fragen beantwortet und wenn notwendig, kleine Denkanstöße erteilt. Zur Umsetzung ist ein hohes Maß an Kreativität und geometrisch logischem Denken von Nöten, weswegen kleine Fehler bei den Abgaben akzeptiert und nicht zu streng bewertet werden.

| <b>Zeit-schiene</b> | <b>Inhalt</b>                     | <b>Methoden/<br/>Medien/<br/>Materialien</b>   | <b>Sozialformen</b>              | <b>Ergebnis</b>   |
|---------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|---|
| 5 min               | Wiederholung der Aufgabenstellung |  | Lehrer_in-Schüler_innen-Gespräch | Die Schülerinnen und Schüler finden sich wieder in den Gruppen zusammen und beginnen zu arbeiten.                       |
| 75 min              | Gruppenarbeit                     | Computer, Cabri 3D, Arbeitsblätter „Claudes Begrüßung“, „Claudes Zuhause“ und „Claude schaukelt“ | Gruppenarbeit                    | Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Transformationsverständnis und die Kompetenzen im Umgang mit CAD-Programmen. |
| 20 min              | Ergebnispräsentation              | Computer, Cabri 3D, Projektor  | Präsentation                     | Die Schülerinnen und Schüler reflektieren die Erledigung des Arbeitsauftrags.   |

### Wiederholung der Aufgabenstellung

Die Schülerinnen und Schüler finden sich wieder in den Gruppen der letzten Einheit zusammen und die Lehrperson erinnert an die zentralen Aspekte der Aufgabenstellung.

### Gruppenarbeit

Die Gruppenarbeitszeit verläuft wie in der letzten Einheit, wobei die Schülerinnen und Schüler zwischendurch darüber informiert werden, wie viel Zeit ihnen noch bleibt, um die drei Konstruktionen zu vollenden.

### Ergebnispräsentation

Abschließend wird jede Gruppe dazu aufgefordert, eine ihrer Konstruktionen zu präsentieren. Die Gruppen sollen dabei darauf eingehen, bei welchen Schritten sie die größten Probleme hatten und wie sie diese überwunden haben. Die Schülerinnen und Schüler haben dafür fünf Minuten Vorbereitungszeit.

Musterabgabe

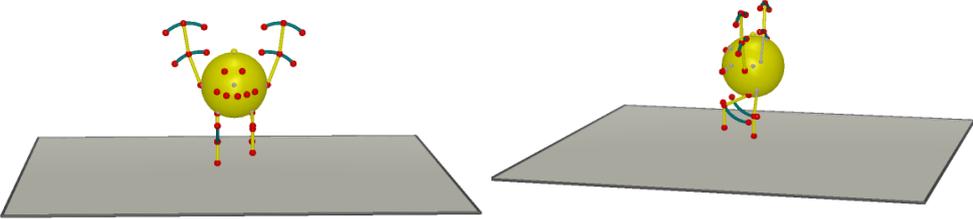


Abbildung 65 Claudes Begrüßung

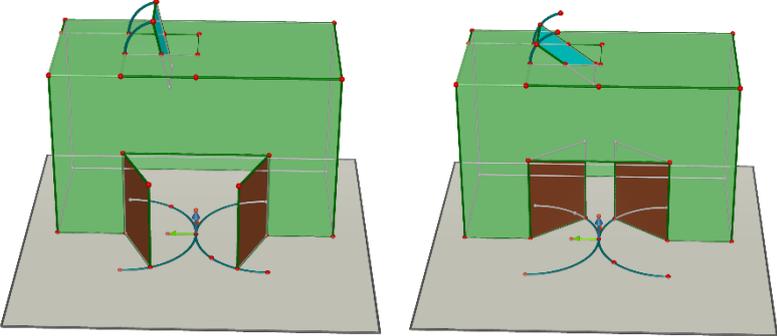


Abbildung 66 Claudes Zuhause

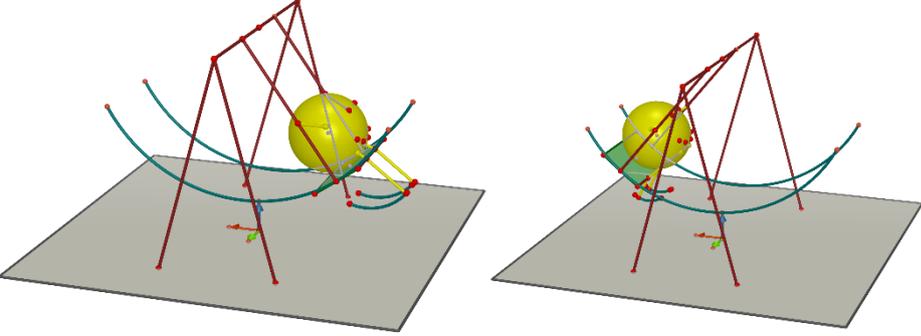


Abbildung 67 Claude schaukelt

## Arbeitsblatt „Claudes Begrüßung“

Das ist Claude, er/sie ist das Maskottchen von Cabri 3D:

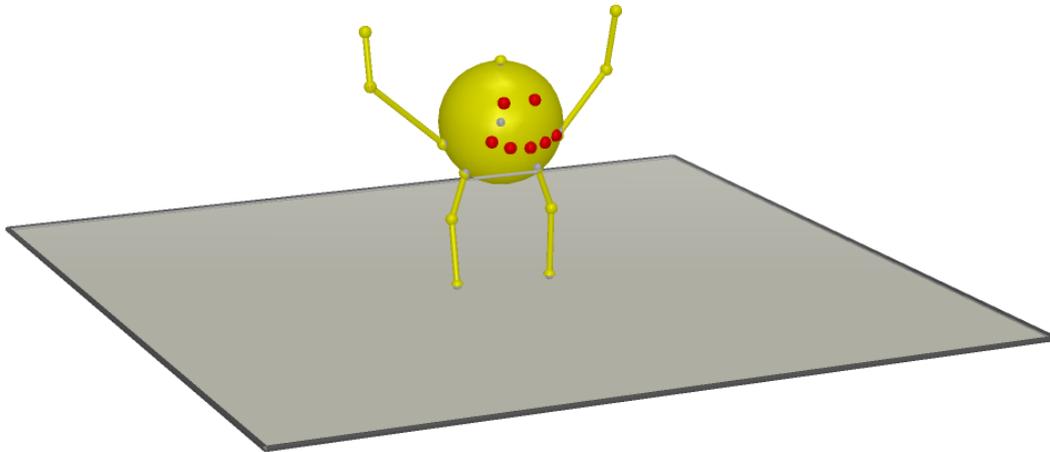


Abbildung 68 Claude

➔ Erstellt Claude in Cabri 3D und sorgt dafür, dass er/sie mit beiden Händen winkt!

Tipp: Erstellt Kreise, entlang derer sich Claudes Ellenbogen und Hände bewegen.

➔ Schreibt die Namen aller Gruppenmitglieder in ein Textfeld und speichert die Datei unter

“Caudes\_Begrueessung\_<Nachname1>\_<Nachname2>\_  
<Nachname3>\_<Nachname4>.cg3“

Zusatzaufgabe:

➔ Sorgt dafür, dass Claudes Füße in Bewegung kommen und er/sie am Stand zu gehen beginnt!

## Arbeitsblatt „Claudes Zuhause“

Claude möchte, dass seine/ihre Eingangstüre eine echte Saloontüre ist, die nach innen und außen schwingt.

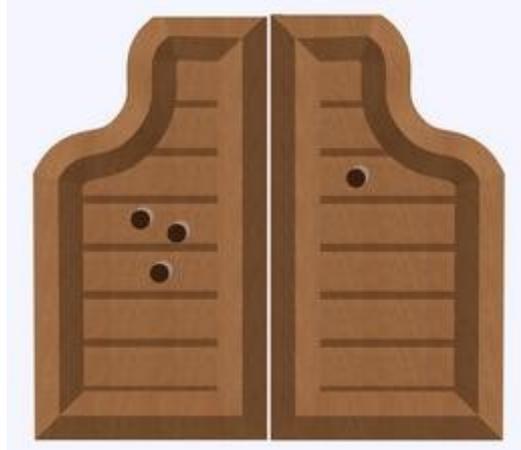


Abbildung 69 Saloontüre

- ➔ Erstellt eine Saloontüre in Cabri 3D, die in einem geeigneten Winkel auf und zu schwingt!  
Tipp: Erstellt zuerst den Türrahmen und die Kreissektoren, entlang denen die Türen schwingen.
- ➔ Schreibt die Namen aller Gruppenmitglieder in ein Textfeld und speichert die Datei unter:  
“Caudes\_Zuhause\_<Nachname1>\_<Nachname2>\_  
<Nachname3>\_<Nachname4>.cg3“

Zusatzaufgabe:

- ➔ Konstruiert auf einer Ebene ein Dachflächenfenster, das sich in der Animation öffnet und schließt!

## Arbeitsblatt „Claude schaukelt“

Hin und wieder muss auch Claude entspannen und das macht er/sie am liebsten in seiner/ihrer Schaukel.



Abbildung 70 Schaukel

- ➔ Erstellt eine Schaukel, die in einem angemessenen Winkel nach vorne und hinten schaukelt!
- ➔ Schreibt die Namen aller Gruppenmitglieder in ein Textfeld und speichert die Datei unter:  
“Caudes\_schaukelt\_<Nachname1>\_<Nachname2>\_  
<Nachname3>\_<Nachname4>.cg3“

Zusatzaufgabe:

- ➔ Fügt einen/eine auf der Schaukel sitzenden/sitzende Claude hinzu, deren/dessen Füße beim Schaukeln mitschwingen!

## 6. Fazit

Es war das zentrale Ziel dieser Diplomarbeit zu erarbeiten, welche Vorteile durch den Computereinsatz im Unterricht – und speziell im Raumgeometrieunterricht – entstehen und wie sinnvoller, medienunterstützter Unterricht geplant und durchgeführt werden kann.

Im ersten Kapitel wird zunächst ein Überblick über den österreichischen Raumgeometrieunterricht geschaffen. Der klassische Geometrisches-Zeichnen-Unterricht weicht in der Sekundarstufe 1 in den letzten Jahren einer Integration der Raumgeometrie in den Mathematikunterricht, nur mehr in NMS mit naturwissenschaftlich-mathematischer Schwerpunktsetzung wird Geometrisches Zeichnen verpflichtend als eigenes Fach geführt. Die Lehrerinnen und Lehrer dieses Faches sehen sich als besonders überfordert im Bereich des Computereinsatzes im Raumgeometrieunterricht, wie ihr Wunsch nach passenden Fortbildungsveranstaltungen zeigt. Im zweiten Kapitel dieser Arbeit wird erarbeitet, warum ebendieser Computereinsatz eine wichtige Rolle im Lehr-Lern-Prozess spielen kann. Dazu werden erst die Grundzüge der Mediendidaktik geklärt und danach aufbauend darauf eine Verbindung zu den klassischen, pädagogischen Modellen des Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus geschaffen. Gerade im mediendidaktischen Zusammenhang ist jedoch eine pragmatische Sichtweise zu bevorzugen, in der alle drei der oben genannten Theorien als gültige Werkzeuge gesehen werden. Medien haben im Unterricht eine Vielzahl von Funktionen, die weit über die direkte Informationsvermittlung hinausgehen. Besonders bei der Verwendung kooperativer Methoden zeigen Medien jedoch erst ihre wahren Stärken als Bindeglied zwischen mehreren Lernenden.

In welcher Form der Raumgeometrieunterricht in der Sekundarstufe 1 auch durchgeführt wird, die Beschäftigung mit CAD-Programmen ist gesetzlich verpflichtend. Die meistverwendeten Programme sind laut einer aktuellen Umfrage GAM, SketchUp und CAD-3D, letzteres ist jedoch veraltet und wird von modernen Betriebssystemen nicht unterstützt. Das österreichische Programm GAM wurde speziell für den Raumgeometrieunterricht an der Schule entwickelt und seine Stärken liegen daher in einer einfachen, übersichtlichen Bedienung. Das internationale Programm SketchUp zeichnet sich im Vergleich zu GAM durch einen größeren Funktionsumfang aus, der auf Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe 1 jedoch

zunächst überfordernd wirken kann. SketchUp ist jedoch ein guter Übergang von rein didaktischer zu professioneller CAD-Software und bereitet die Lernenden besser auf die Verwendung von CAD-Programmen in der Arbeitswelt vor als GAM. Das dynamische CAD-Programm Cabri 3D ist in Österreich kaum in Verwendung. Durch dieses Programm können Schülerinnen und Schüler ausgezeichnet über Transformationen, Bewegungsvorgänge und Animationen lernen. Cabri 3D zeigt jedoch große Mängel in anderen Bereichen wie etwa den Booleschen Operationen und ist deshalb als sinnvolle Ergänzung der anderen Programme, nicht aber als zentrales CAD-Programm des Raumgeometrieunterrichts zu sehen.

In den Unterrichtsplanungen des letzten Kapitels wird anhand praktischer Beispiele versucht die Erkenntnisse der vorhergehenden Kapitel im Bezug auf die Gestaltung computerunterstützten Raumgeometrieunterrichts umzusetzen. Mit dem Programm GAM wird gezeigt, wie den Schülerinnen und Schülern die Funktionsweise eines CAD-Programms erstmals nähergebracht werden kann. Die zwei weiteren Planungen mit SketchUp und Cabri 3D sind wesentlich komplexer und verlangen von den Lernenden einen hohen Grad an Selbständigkeit und Genauigkeit.

## Literaturverzeichnis

- 123 Sketchup! » Grundriss - Modellieren in 3D [WWW Document], 2018. URL [http://www.sketchup.kunstbrowser.de/?page\\_id=311](http://www.sketchup.kunstbrowser.de/?page_id=311) (accessed 1.7.18).
- 123 Sketchup! » Rotationskörper - Modellieren in 3D [WWW Document], 2017. URL [http://www.sketchup.kunstbrowser.de/?page\\_id=743](http://www.sketchup.kunstbrowser.de/?page_id=743) (accessed 12.10.17).
- 123 Sketchup! » Verschieben - Modellieren in 3D [WWW Document], 2018. URL [http://www.sketchup.kunstbrowser.de/?page\\_id=116](http://www.sketchup.kunstbrowser.de/?page_id=116) (accessed 1.7.18).
- Alton-Scheidl, R., Radzieowski, U., 2015. Die Dominanz von Microsoft im Bildungssektor in Österreich und Alternativen [WWW Document]. URL <http://roland.alton.at/sites/default/files/documents/ALTONuDay2015v2.pdf> (accessed 7.1.18).
- Asperl, A., 2005. GZ Handbuch. Oldenbourg, Wien.
- Asperl, A., Gems, W., Wischounig, M., 2015. Raumgeometrie pur: inklusive 3D-CAD-Software GAM-Light von Erwin Podenstorfer: 4. VERITAS, Linz.
- Baumbach, R., 2009. Implementierung einer netzwerkfähigen und interaktiven stereoskopischen Visualisierungsumgebung. Technische Universität Berlin, Berlin.
- Beer, R., Benischek, I., Brock, R., Habringer, G., Herland, G., Mürwald-Scheifinger, E., Scherf, S., Staud, H., Weber, W., Werbowsky, I., Zöchlinger, B., 2011. Kompetenzorientierter Unterricht in Theorie und Praxis: Information für Lehrer/innen, Standards. Leykam, Graz.
- BMUKK, 2012. Lehrplan der Neuen Mittelschule [WWW Document]. URL <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40181121/NOR40181121.pdf> (accessed 5.12.17).
- BMUKK, 2004. Lehrplan AHS [online] [WWW Document]. URL [https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/11668\\_11668.pdf?61ebzh](https://bildung.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/lp/11668_11668.pdf?61ebzh) (accessed 5.12.17).
- BMUKK, 2000. Lehrplan AHS Geometrisches Zeichnen [online] [WWW Document]. URL [https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs10\\_785.pdf?61ebzn](https://www.bmb.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs10_785.pdf?61ebzn) (accessed 5.12.17).
- BMUKK/BMBF, 2012a. BGBl. II Nr. 185/2012.
- BMUKK/BMBF, 2012b. BGBl. II Nr. 185/2012 Anlage 1.
- Brauner, H., 1986. Lehrbuch der konstruktiven Geometrie. Springer, Wien.
- Cabri 3D Training Videos [WWW Document], n.d. URL <https://www.chartwellyorke.com/cabri3d/training/trainingvideos.html> (accessed 3.28.18).
- Chopra, A., 2007. Google SketchUp For Dummies. John Wiley & Sons.
- de Cotret, S., de Cotret, P.R., 2007. User Manuel Cabri 3D V2.
- DigitalCAD Community Choice Award Winners [WWW Document], 2000. URL [http://www.digitalcad.com/Htm/Articles/2000/11\\_00b/digicad.htm](http://www.digitalcad.com/Htm/Articles/2000/11_00b/digicad.htm) (accessed 1.4.18).
- Dilger, P., 2017. Neue Medien | Das Spezial auf wissen.de [WWW Document]. URL <http://www.wissen.de/neue-medien> (accessed 11.1.17).
- Felber, G., Harrer, C., Lemberger, M., Rajceková, M., Schmidt, A., 2017. Genial! GZ. SchülerInnenbuch, Genial! GZ. Lemberger, Wien.
- Felzmann, R., 2011. Geometrische Bilder. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch, Wien.
- Glaeser, G., 2014. Geometrie und ihre Anwendungen in Kunst, Natur und Technik. Springer-Verlag, Wien.

- Google Inc., 2017. Benutzerhandbuch Google SketchUp.
- Güven, B., 2012. Using dynamic geometry software to improve eight grade students' understanding of transformation geometry. *Australas. J. Educ. Technol.* 28(2).
- Güven, B., Temel, K., 2008. The effect of dynamic geometry software on student mathematics teachers' spatial visualization skills. *TOJET Turk. Online J. Educ. Technol.* 7.
- Hohenwarter, M., 2006. *GeoGebra-didaktische Materialien und Anwendungen für den Mathematikunterricht*. Paris-Lodron-Universität Salzburg, Salzburg.
- Iby, G., 2014. *Genial! Mathematik 3-4 - Geometrisches Zeichnen*. Lemberger, Wien.
- International GeoGebra Institute, 2018. About - GeoGebra [WWW Document]. URL <https://www.geogebra.org/about> (accessed 2.5.18).
- Introduction to Cabri 3D [WWW Document], n.d. URL <https://www.chartwellyorke.com/cabri3d/introtocabri3d.htm> (accessed 3.28.18).
- Issing, L.J., Baacke, D. (Eds.), 1988. *Medienpädagogik im Informationszeitalter*, 2. durchges. Aufl. ed. Dt. Studien Verl, Weinheim.
- Jones, K., 2001. Learning Geometrical Concepts using Dynamic Geometry Software, in: *Mathematics Education Research: A Catalyst Ofr Change*. Auckland: University of Auckland, pp. 50–58.
- Kerres, M., 2013. *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote*, 4. überarbeitete und aktualisierte Auflage. ed. Oldenbourg Verlag, München.
- Keßler, E., 2011. *Drehflächen und Regelflächen* [WWW Document]. URL <http://www.math.uni-leipzig.de/~rademacher/Vortrag6.pdf> (accessed 10.12.17).
- Kron, F.W., Jürgens, E., Standop, J., 2014. *Grundwissen Didaktik: mit 17 Tabellen*, 6. überarb. Aufl. ed, UTB Pädagogik. Reinhardt, München.
- Kron, F.W., Sofos, A., 2003. *Mediendidaktik neue Medien in Lehr- und Lernprozessen; mit 6 Tabellen*. Reinhardt, München; Basel.
- Lettmayr, C., Uhl, R., 2013. *Unterrichtstechnologie Medien zur Unterstützung des Unterrichts*. Trauner Verlag, Linz.
- Mackrell, K., 2005. An Introduction to Cabri 3D v1.1 [WWW Document]. URL <https://www.chartwellyorke.com/cabri3d/introtocabri3d.htm> (accessed 3.17.18).
- Martial, I. von, Ladenthin, V., 2005. *Medien im Unterricht: Grundlagen und Praxis der Mediendidaktik*, 2. korrigierte und überarbeitete Auflage. ed. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler.
- Martin, J., 2006. A new home for @Last Software [WWW Document]. Off. Google Blog. URL <https://googleblog.blogspot.com/2006/03/new-home-for-last-software.html> (accessed 1.4.18).
- Meyer, H., 2017. *Unterrichtsmethoden. 1: Theorieband*, 17. Auflage. ed. Cornelsen, Frankfurt am Main.
- Mick, S., Eibl, S., Gabl, J., Hochhauser, D., Ranger, S., Schmied, J., n.d. *Arbeitsunterlagen zu einem kompetenzorientierten Unterricht aus Geometrischem Zeichnen* [WWW Document]. URL [http://www.geometriekompetenzen.at/gz/pdf/Handreichung\\_GZ\\_Kompetenzen.pdf](http://www.geometriekompetenzen.at/gz/pdf/Handreichung_GZ_Kompetenzen.pdf) (accessed 3.27.18).
- Müller, T., 2016. Ergebnisse der GZ-Umfrage vom September 2015. *IBDG - Informationsblätter Geom.* Jg. 35, 6–8.

- Müller, T., 2015. Geometrie zwischen Grundbegriffen und Grundvorstellungen: Jubiläumsband des Arbeitskreises Geometrie in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. Springer Spektrum, Wiesbaden.
- Müller, T., 2011a. Der Raumgeometrieunterricht und seine Rolle im Fächerkanon - Teil 2: Reflektierte Entscheidungsfähigkeit. IBDG - Informationsblätter Geom. Jg. 30, 7–11.
- Müller, T., 2011b. Der Raumgeometrieunterricht und seine Rolle im Fächerkanon - Teil 3: Kommunikation und Erkenntnisgewinn. IBDG - Informationsblätter Geom. Jg. 30, 14–24.
- Müller, T., 2010. Der Raumgeometrieunterricht und seine Rolle im Fächerkanon, Teil 1. IBDG - Informationsblätter Geom. Jg. 29, 21–22.
- Müller, T., 2005. Verstärkt konstruieren - neben dem Modellieren! Geometrieunterricht mit einem dynamischen 3D-Programm - Möglichkeiten und Impulse. IBDG - Informationsblätter Geom. Jg. 24, 11–16.
- Müller, T., Blümel, M., Vilsecker, K., 2011. Leitideen des Raumgeometrieunterrichtes - Über fundamentale Ideen unseres Raumgeometrieunterrichtes. IBDG - Informationsblätter Geom. Jg. 30, 20–24.
- Pahl, G., 1990. Konstruieren mit 3D-CAD-Systemen Grundlagen, Arbeitstechnik, Anwendungen. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- Petko, D., 2014. Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien, Bildungswissen Lehramt. Beltz, Weinheim.
- Podenstorfer, E., 2017. GamInfo.
- Sander, U., Gross, F. von, Hugger, K.-U. (Eds.), 2008. Handbuch Medienpädagogik, 1. Auflage. ed. VS, Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Stachel, H., 2009. DGGS - CAD-3D für Windows [WWW Document]. URL <http://www.geometrie.tuwien.ac.at/software/cad3dwin/> (accessed 2.5.18).
- Süss, D., Lampert, C., Trueltzsch-Wijnen, C.W., 2013. Medienpädagogik: ein Studienbuch zur Einführung, 2., überarb. und aktualisierte Aufl. ed, Studienbücher zur Kommunikations- und Medienwissenschaft Lehrbuch. Springer VS, Wiesbaden.
- Trimble News Release [WWW Document], 2012. URL <https://www.trimble.com/news/release.aspx?id=042612a> (accessed 1.4.18).
- Vogel, R., Wippermann, S., 2005. Transferstrategien im Projekt VIB – Didaktische Design Pattern zur Dokumentation der Projektergebnisse, in: Bescherer, C. (Ed.), Einfluss Der Neuen Medien Auf Die Fachdidaktiken. Baltmannsweiler, pp. 39–60.
- Why Google Doesn't NEED Sketchup Anymore [WWW Document], 2012. . MasterSketchup.com. URL <https://mastersketchup.com/why-google-doesnt-need-sketchup-anymore/> (accessed 1.4.18).
- Wiltsche, A., 2003. Die Kunst 3D-CAD-Programmieren zu lernen. IBDG - Informationsblätter Geom. Jg. 21, 12–21.
- Witt, C. de, Czerwionka, T., 2007. Mediendidaktik, Studentexte für Erwachsenenbildung. Bertelsmann, Bielefeld.
- Word Cloud Generator [WWW Document], n.d. URL <https://www.jasondavies.com/wordcloud/> (accessed 3.28.18).

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Kompetenzraster Raumgeometrie: (Mick et al., n.d., p. 38)

Abbildung 2 Verteilung Raumgeometrieunterricht: Erstellt mit Microsoft Excel 2016

Abbildung 3 Schulbuchverwendung: Erstellt mit Microsoft Excel 2016

Abbildung 4 Wortwolke zu den Fortbildungswünschen: Erstellt mit Word Cloud Generator ("Word Cloud Generator," n.d.)

Abbildung 5: Mediendidaktik als Medienpädagogische Disziplin: Erstellt mit Microsoft Word 2016

Abbildung 6 Heimanns Rahmenmodell der Didaktik: Erstellt mit Microsoft Word 2016

Abbildung 7 Methodische Aufbereitung von Lerninhalten Erstellt mit Microsoft Word 2016

Abbildung 8 Erzeugen eines Zylinders in GAM-Light: Erstellt mit GAM-Light

Abbildung 9 Rotation einer Kurve in SketchUp: Erstellt mit SketchUp

Abbildung 10 Extrusion eines Rings in SketchUp: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 11 Boolesche Operationen in GAM Light   Abbildung: Erstellt mit GAM-Light

Abbildung 12 Vereinigung in GAM Light: Erstellt mit GAM-Light

Abbildung 13 Durchschnitt in GAM Light: Erstellt mit GAM-Light

Abbildung 14 Differenz in GAM Light: Erstellt mit GAM-Light

Abbildung 15 Spiegelung eines Objektes an einer Ebene: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 16 Schiebung als Spiegelung an zwei parallelen Ebenen: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 17 Drehung um  $119^\circ$  als Verbindung zweier Spiegelungen: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 18 SketchUp Logo: <https://store.sketchup.com/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 19 Google Earth Gebäude 2005: <https://mastersketchup.com/why-google-doesnt-need-sketchup-anymore/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 20 Google Earth Gebäude erstellt mit SketchUp:

<https://mastersketchup.com/why-google-doesnt-need-sketchup-anymore/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 21 SketchUp 2017 Interface: Erstellt mit SkechUp-Make

Abbildung 22 End- und Mittelpunkt einer Strecke: Erstellt mit SkechUp-Make

Abbildung 23 Schnittpunkt mit einer Fläche und zweier Objekte: Erstellt mit SkechUp 2017

Abbildung 24 Einrasten entlang einer Achse und normal auf eine Kante: Erstellt mit SkechUp 2017

Abbildung 25 Einrasten entlang und parallel zu einer bestehenden Kante: Erstellt mit SkechUp 2017

Abbildung 26 Ein Sechseck wird automatisch in der x-y-Ebene platziert: Erstellt mit SkechUp 2017

Abbildung 27 Erstellung eines Rotationsellipsoids in 5 Schritten: Erstellt mit SkechUp 2017

Abbildung 28 Interface GAM: Erstellt mit GAM

Abbildung 29 Risse in GAM: Erstellt mit GAM

Abbildung 30 Interface Cabri 3D: Erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 31 Abhängigkeit geometrischer Objekte in Cabri 3D: Erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 32 Drei Ansichten der selben Konstruktion in Cabri 3D: Erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 33 Animation Calibri 3D: Erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 34 Softwareverwendung 2012-2018: Erstellt mit Microsoft Excel 2016

Abbildung 35 Softwareverwendung an AHS und NMS: Erstellt mit Microsoft Excel 2016

Abbildung 36 Konstruktion Wohnfläche: <http://www.imos3d.co.nz/gallery/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 37 Konstruktion Schraube und Mutter: <https://www.scan2cad.com/cad/top-20-cad-models-part-2/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 38 Pyramiden auf einem Quader in GAM: Erstellt mit GAM

Abbildung 39 Torbogen: Erstellt mit GAM (vgl. Felzmann, R., Weidinger, W., Blümel, M., Tittler, L., 2004. Geometrische Bilder: wahrnehmen, skizzieren, konstruieren; Arbeitsbuch für die 3. und 4 Klasse der Hauptschulen und der allgemeinbildenden höheren Schulen, 1. Auflage. öbv & hpt, Wien, S. 35)

Abbildung 40 Objektfarbe wählen→Objekt wählen→gewünschte Abmessungen wählen: Erstellt mit GAM

Abbildung 41 Transformieren → Drehen → Achse und Drehwinkel eingeben: Erstellt mit GAM

Abbildung 42 Transformieren → Verschieben → Schiebevektor eingeben (kopieren ankreuzen → altes Objekt bleibt) : Erstellt mit GAM

Abbildung 43 Rissansichten: Grundriss Aufriss Kreuzriss: Erstellt mit GAM

Abbildung 44 Differenz, Vereinigung, Durchschnitt – Pyramide: Erstellt mit GAM

Abbildung 45 Stiftebox: Erstellt mit GAM (vgl. Felzmann, R., Weidinger, W., Blümel, M., Tittler, L., 2004. Geometrische Bilder: wahrnehmen, skizzieren, konstruieren; Arbeitsbuch für die 3. und 4 Klasse der Hauptschulen und der allgemeinbildenden höheren Schulen, 1. Auflage. öbv & hpt, Wien, S. 40)

Abbildung 46 Stuhl: <http://www.ikea.com/at/de/catalog/products/00211088/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 47 Weinglas: <https://www.connox.de/kategorien/kochen/trink-und-weinglaeser/schott-zwiesel-pure-weinglas.html>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 48 Hantel: <https://www.sportthieme.ch/Fitnessger%C3%A4te/Hanteln/Kurzhandeln/art=1465509>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 49 Topf: <http://www.vonderpalette.de/Haus-Garten/Haus/Kuechenbedarf/Toepfe/Bratentopf-Kochtopf-Topf-Edelstahl-Gastroqualitaet-induktionsgeeignet-36x17cm.html>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 50 Hauptrisse: <https://www.schule.at/portale/raumgeometrie-gz-dg-cad/medien-und-nuggets/learning-nuggets/detail/haupttrisse-lesen-und-interpretieren.html?cHash=0a0d574dc48862cc921f372cd1930298&type=345>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 51 Schachbrett: <http://www.technisches-zeichnen.net/technisches-zeichnen/grundkurs-01/zentralprojektion.php>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 52 Konstruktion einer Zentralprojektion mit SketchUp: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 53 Fluchtpunkt in SketchUp: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 54 Beispiellösung der Hausübung: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 55 Frosch- und Vogelperspektive: <http://zeichnen-lernen.markus-agerer.de/zeichnen-lernen2/perspektive-arten.php>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 56 Vogelperspektive SketchUp: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 57 Fischaugenperspektive 1: <https://www.news.at/a/bilder-07-03-2013/china>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 58 Beispielabgabe Projekt: Erstellt mit SketchUp 2017

Abbildung 59 Zentralprojektion Ebene: <http://www.tilp-wn.de/mphif/affgeo.htm>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 60 Fischaugenperspektive 2:

[http://www.langebilder.de/technik\\_objektive.php](http://www.langebilder.de/technik_objektive.php), zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 61 Mickey Mouse: <https://d23.com/disney-history/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 62 Wallace and Gromit:

<http://animationandperspective.weebly.com/claymation-vs-puppet-animation.html>,  
zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 63 Toy Story: <http://variety.com/2015/film/news/toy-story-20th-anniversary-pixar-1201626673/>, zuletzt aufgerufen am 28.3.2018

Abbildung 64 Würfelnetz: erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 65 Claudes Begrüßung: erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 66 Claudes Zuhause: erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 67 Claude schaukelt: erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 68 Claude: erstellt mit Cabri 3Dv2

Abbildung 69 Saloontüre: [https://juergens-](https://juergens-workshops.de/board/showthread.php?11668-Einschussl%F6cher)

[workshops.de/board/showthread.php?11668-Einschussl%F6cher](https://juergens-workshops.de/board/showthread.php?11668-Einschussl%F6cher), zuletzt aufgerufen  
am 28.3.2018

Abbildung 70 Schaukel: <https://www.gratis-malvorlagen.de/kinder/schaukel/>, zuletzt  
aufgerufen am 28.3.2018

# Anhang

## Umfragebogen

lime.muel.at/index.php/survey/index/action/previewgroup/sid/845951/gid/40

Suchen

**Schulart**  
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

AHS  ASO  NMS  Andere

**Schulort oder Schulkenzahl (falls bekannt)**

**Gibt es in diesem Schuljahr an Ihrer Schule in der (6.,) 7. oder 8. Schulstufe einen eigenständigen Raumgeometrieunterricht (Geometrisches Zeichnen, ACG, Geometrie und CAD oder wie immer es schulaunom heißt)?**  
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

ja  nein

**Bitte wählen Sie einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.**

Ja in der 6. Schulstufe  Ja in der 8. Schulstufe (1 Wochenstunde)  
 JA in der 7. Schulstufe (1 Wochenstunde)  JA in der 8. Schulstufe (2 Wochenstunden)  
 JA in der 7. Schulstufe (2 Wochenstunden)  JA in der 8. Schulstufe (mehr als 2 Wochenstunden)  
 JA in der 7. Schulstufe (mehr als 2 Wochenstunden)

**Wir verwenden im Raumgeometrieunterricht (eigenständig oder integriert) folgende Software**  
Bitte wählen Sie einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

Wir verwenden keine Computer.  Google Sketchup  
 GAM  Welche andere Software   
 CAD-3D (TU-Wien)

**Schulbuch**  
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Geometrische Bilder (Blümel/Müller/Vilsecker) ÖBV Osterr Bundesverlag  
 GZ-Handbuch (Asperl/Gems/Wischounig) Veritas-Verlag  
 Genial! Geometrisches Zeichnen 3-4 (Lemberger, Rajcekova, ...) Lemberger-Verlag  
 Raumgeometrie pur (Asperl/Gems/Wischounig) Veritas-Verlag  
 Genial! Mathematik Geometrisches Zeichnen (IBY) Lemberger-Verlag  
 Anderes Buch  
 Kein Buch

**Zu welchen Inhalten besteht der Wunsch nach Fortbildung im Bereich der Raumgeometrie?**

## E-Mail Mag. Erwin Podenstorfer

28.3.2018

Gmail - Informationen zu GAM



Johannes Kail <kail.johannes@gmail.com>

### Informationen zu GAM

Erwin Podenstorfer <e.podenstorfer@gam3d.at>  
An: Johannes Kail <kail.johannes@gmail.com>

21. Januar 2018 um 22:36

Sehr geehrter Herr Kail,

GAM-Light ist eine nach Wunsch der Autoren von Raumgeometrie Pur (Andreas Asperl, Werner Gems, Michael Wischoung) stark reduzierte Version von GAM. Im Schulbuch Raumgeometrie Pur, Schulbuchnummer 175.159, Veritas Verlag, können Sie sich schnell, den Einsatz von GAM als Unterstützung des GZ-Unterrichtes per Computer betreffend, informieren.

Anliegen und Zielsetzungen, den Einsatz von GAM in den Fächern Darstellende Geometrie, Mathematik betreffend, können Sie auf der Startseite von [www.gam3d.at](http://www.gam3d.at) nachlesen.

Ein Schwerpunkt von GAM ist, dass in GAM alle in der Geometrie üblichen Basiskonstruktionsvorgänge als Menüpunkte vorhanden sind (Menüpunkt *Bearbeiten – konstruieren*). Beim Programmieren von GAM war ich der Meinung, dass ein CAD-Programm nicht für alle geometr. Problemstellungen einen Menüpunkt zur Lösung haben kann. Deshalb habe ich eben die Basiskonstruktionsvorgänge als Werkzeuge zur Verfügung gestellt. Damit kann man viele raumgeom. Probleme lösen, was für die Förderung der Raumvorstellung und für das konstruktive Raumdenken nützlich ist,

Diese Werkzeuge stehen in GAM-Light nicht zur Verfügung.

In GAM stehen noch viele Objekte zur Verfügung, deren Angebot für den GZ-Unterricht vielleicht nicht wichtig ist.

### Grundkörper

werden in ein Koordinatensystem Ihrer Wahl (WKS, BKS-Benutzerkoordinatensystem) eingebettet.  
GAM kann beliebig viele BKS verwalten.

PUNKT(x/y/z)  
STRECKE  
QUADRAT  
RECHTECK  
KREIS  
SEGMENT  
SEKTOR  
PARABEL  
ELLIPSE  
HYPERBEL  
Regelm. VIELECK  
POLYGON (SPLINE)  
PARALLELKURVE  
EVOLVENTE  
RAUMKURVE  $x(t), y(t), z(t)$

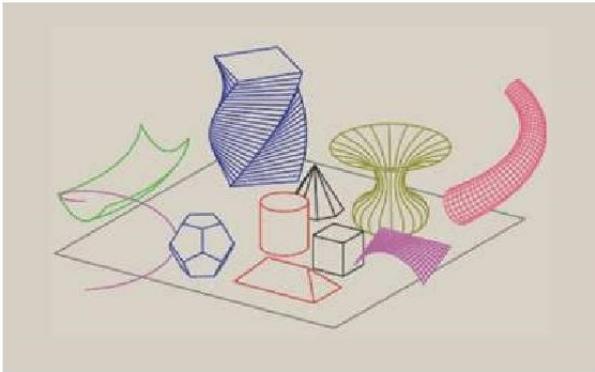
WÜRFEL  
QUADER  
Quadr. PYRAMIDE  
Recht. PYRAMIDE  
Reg. PRISMA  
Reg. PYRAMIDE  
ZYLINDER  
KEGEL  
KUGEL  
TORUS  
DREHFLÄCHEN  
FLÄCHEN  $z=f(x, y)$   
FLÄCHEN  $x=x(u, v), \dots$   
ZYLINDERFLÄCHEN  
KEGELFLÄCHEN

SCHIEBFLÄCHEN  
SCHRAUBFLÄCHEN  
PROFILFLÄCHEN  
KONOIDE  
HP - Flächen  
TORSE  
VERBINDUNGSTORSE  
FREIFORMFLÄCHE  
PARALLELFLÄCHE  
SATTELDACH  
WALMDACH  
KEIL  
TETRAEDER  
OKTAEDER  
DODEKAEDER  
IKOSAEDER

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=1daf3fadfa&jsver=3x5b3WjYt2A.de.&view=pt&msg=1611aa6ade69d0ca&q=podenstorfer&qs=true&search=query&sim>

28.3.2018

Gmail - Informationen zu GAM



Zu sehen [www.gam3d.at](http://www.gam3d.at), Informationen – Grundkörper

Ich hoffe, ich habe Sie ein wenig unterstützen können.

Ich nehme an, es stehen Ihnen die beiden Programme zur Verfügung, wenn nicht, kann ich Ihnen die Programme für Ihre Diplomarbeit zur Verfügung stellen.

Mit besten Grüßen!

Erwin Podenstorfer

Mag. Erwin Podenstorfer

[Berlinerring 54/6](#)

8047 Graz

0676-7421274

[Erwin.Podenstorfer@chello.at](mailto:Erwin.Podenstorfer@chello.at)

[www.gam3d.at](http://www.gam3d.at)

---

**Von:** Johannes Kail [<mailto:kail.johannes@gmail.com>]

**Gesendet:** Samstag, 20. Jänner 2018 11:24

**An:** [e.podenstorfer@gam3d.at](mailto:e.podenstorfer@gam3d.at)

**Betreff:** Informationen zu GAM

[Zitierter Text ausgeblendet]