# Konzeption der Übungen zur Darstellenden Geometrie im Studiengang Architektur an der RWTH Aachen

Claus Pütz (Institut für Geometrie und Praktische Mathematik, RWTH Aachen)

### **Abstrakt**

Zur Vermittlung der Darstellenden Geometrie als Pflichtfach für Architekten steht an der RWTH Aachen mit zwei Wochenstunden über zwei Semester ein extrem geringes Lehrdeputat zur Verfügung. An dem Kurs nehmen jährlich ca. 250 Studierende teil. Um trotz der ungünstigen Rahmenbedingungen von der Fakultät für Mathematik für den Studiengang Architektur einen qualifizierten Beitrag liefern zu können, der von den Studierenden auch angenommen wird, wurde ein sehr ausdifferenziertes und vielseitiges Lehrkonzept entwickelt, das hier vorgestellt wird. Das Rückgrat des didaktischen und methodischen Ansatzes bildet dabei der systematische Übungsablauf.

### 1 Ziele der Darstellenden Geometrie in der Ausbildung zum Architekten

Die eigentliche Hauptaufgabe der Darstellenden Geometrie (DG) innerhalb der Architektenausbildung liegt aus meiner Sicht in der Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens. Zum Erreichen dieses Ziels ist eine hohe Motivation erforderlich, die aufrecht erhalten und gesteigert werden kann, wenn z.B. Inhalte [1] und Aufgaben mit einem offensichtlichen Architekturbezug verwendet werden.

Ein weiteres Ziel ist der Umgang mit Zeichnungen; dieser lässt sich didaktisch am günstigsten durch das Zeichnen mit der Hand erlernen. Mit dem Durchlaufen des folgenden Übungskanons baut sich die erforderliche Kompetenz innerhalb weniger Wochen auf.

Einen weiteren Schwerpunkt lege ich auf den bewußten Umgang mit den Abbildungsarten, da Architekten stets die für ihre Zwecke angemessene und günstigste Darstellungsart auswählen können sollten; dabei spielen ferner jeweils die Wahlmöglichkeiten der Parameter eine wichtige Rolle [2].

Die Anwendung von Computer Aided Design (CAD) schon zu Beginn des Studiums ist eine sinnvolle Ergänzung, kann aber aus didaktischer Sicht die klassische Darstellende Geometrie nicht ersetzen.

### 2 Das Konzept der Übungen für Architekten

Die theoretischen Grundlagen zu den Übungen werden jeweils in der Vorlesung gelegt. Der inhaltliche Aufbau der Vorlesung wird so weit wie möglich mit der systematischen Übungsabfolge abgestimmt. Um die Integration der DG in den Studiengang Architektur zu erleichtern, werden in den Übungen auf Architektur bezogene Inhalte bearbeitet. Wo möglich werden Beispiele aktueller Architektur, die auf das für die DG wesentliche reduziert wurden, als Übungsgrundlage genutzt.

Die Vorstellung der Übung erfolgt wie bei Vorlesungen im Hörsaal, indem jeweils 90 Minuten vorgetragen und auf Overhead-Folien farbig vorgezeichnet und von den Studierenden mitgezeichnet wird. Als Grundlage dient ein den Studierenden zur Verfügung stehendes Übungsheft mit ca. 90 Seiten, das ausführliche Aufgabentexte und für jede Übung mehrere Hilfsblätter enthält. Im Unterschied zur Vorlesung werden in der Übungsvorstellung die vorbereiteten Bausteine auf eine komplexe Aufgabenstellung angewendet, also eingebettet in größere Zusammenhänge wiederholt. Diese Wiederholung geschieht durch deutliche Bezugnahme auf die Vorlesung, ohne allerdings deren Inhalte zu wiederholen.

Es werden neun Übungen herausgegeben, die alle von den Studenten mit Erfolg zu bearbeiten sind; dabei handelt es sich um fünf Hausübungen und vier Anwesenheitsübungen:

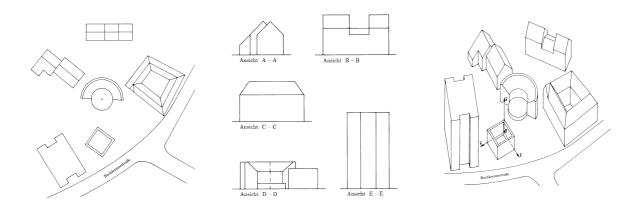
Die Hausübungen werden von den Studierenden selbstständig bearbeitet, wobei jeder Student innerhalb vorgegebener Rahmenbedingungen einen eigenen Entwurf entwickeln und durcharbeiten soll. Hierdurch stößt jeder Studierende auf individuelle Probleme, sodass sich die Lösung der Aufgaben der mechanischen Anwendung von Konstruktionsrezepten entzieht. Als Ausgleich sind die vorgeführten Beispiele in der Regel aufwändiger als die zu von den Studierenden zu bearbeitenden, um sie möglichst vielseitig auf ihre Aufgabe vorzubereiten. Die Hausübungen sind jeweils innerhalb von zehn Tagen nach der Vorstellung auf mehreren Transparenten DIN A2 mit Bleistift zu bearbeiten.

Die Anwesenheitsübungen werden auf vorbereiteten DIN A4 Blättern innerhalb von 90 Minuten bearbeitet; es werden verschiedene Versionen verteilt um sicherzustellen, dass jeder seine Aufgabe selbstständig löst. Erst eine sichere Beherrschung der Aufgaben macht es möglich, die relativ aufwändigen Anwesenheitsübungen in dem gesteckten engen Zeitrahmen zu bearbeiten.

## 3 Inhaltlicher Aufbau der Übungsabfolge

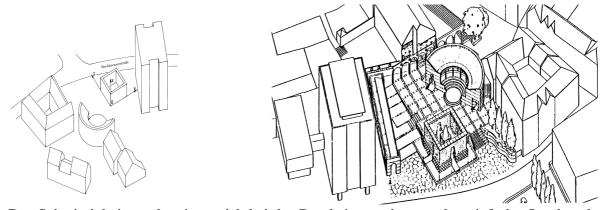
Die Übungsabfolge beginnt mit Axonometrien, also mit Abbildungsarten, die der Anschauung leicht zugänglich sind. Da die Zweitafelprojektion zwar als Grundlage dient, aber in ihrer Abstraktion sehr anspruchsvoll ist, wird sie vorbereitend zunächst nur so kurz wie möglich gestreift, um schon in der zweiten Woche mit der ersten umfangreichen Übung beginnen zu können.

#### 3.1 Hausübung zum Thema Vielflache in der Grundrissaxonometrie



Thema der ersten Übung ist als einfachste Abbildungsart die Grundrissaxonometrie. Es ist eine städtebauliche Situation durch einen eigenen Entwurf (vier Quader und einen Zylinder) zu ergänzen. Die Studierenden erstellen zunächst Grundriss und Aufriss. Das Koordinatensystem wird zwanglos eingeführt. Zylinder mit horizontalem Leitkreis werden als Sonderfall mit einbezogen.

Basierend auf den Rissen wird eine Grundrissaxonometrie entwickelt. Besonders wichtig ist dabei für Architekten die freie Wahl der Blickrichtung; der Lerneffekt wird gesteigert, wenn zwei Studierende zusammenarbeiten und jeder eine eigene Axonometrie aus unterschiedlicher Blickrichtung konstruiert.



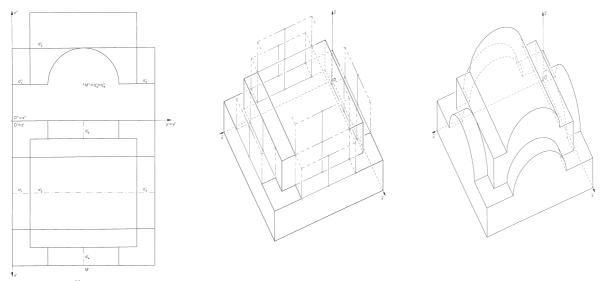
Der Schwierigkeitsgrad steigert sich bei der Bearbeitung, da zunächst einfache Quader, dann Häuser mit Satteldach und Walmdach und schließlich zusammengesetzte Baukörper abgebildet werden. Zur Abbildung der Kreiszylinder sind ihre Umrissmantellinien zu ermitteln; auch die Berührpunkte dieser zum Bild der Zylinderachse parallelen Tangenten an die Kreise sind zu konstruieren, um das Nachziehen der sichtbaren Linien ohne Knicke zu ermöglichen.

Da es sich für viele Studierende um deren erste Zeichnung überhaupt handelt, liegt die besondere Schwierigkeit im Erlernen des sauberen und präzisen Umgangs mit Transparenten, Bleistiften und Geodreiecken. Dabei erweist sich vor allem das Zeichnen von Parallelen auf großen Blättern als die eigentliche Herausforderung. Dadurch, dass einzelne, voneinander unabhängige Baukörper abzubilden sind, entsteht ein hoher Übungseffekt, ohne dass sich dabei Fehler gleich auf die ganze Zeichnung auswirken.

Gleichzeitig wird das räumliche Denken geschult, ohne allerdings dabei zu überfordern. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass einige Studierende bei dieser scheinbar leichten Aufgabe große Probleme haben und viel Energie aufwenden müssen, um sich die nötigen Fähigkeiten und manuellen Fertigkeiten zu erarbeiten.

Die bei dieser Übung leicht erzeugte räumliche Wirkung spricht die noch unerfahrenen Architekturstudierenden an und motiviert sie. Um den Lerneffekt zu steigern, sollte die exakte DG-Lösung weiterbearbeitet werden: Sie kann als Grundlage für eine freihändige Überarbeitung oder weitere Ausarbeitung des Entwurfes genutzt werden, die im Fach Freihandzeichnen anerkannt wird.

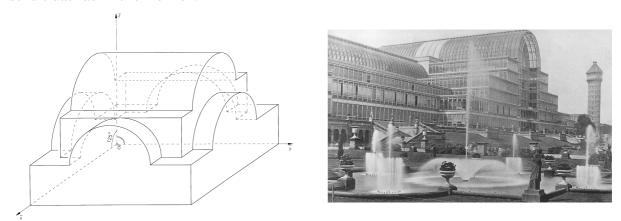
# 3.2 Hausübung zum Thema Kreise und verdeckte Kanten in der Grundrissaxonometrie



In der 2. Übung ist wieder eine Grundrissaxonometrie, allerdings mit deutlich gehobenem Anspruch, zu konstruieren: Es ist das Bild eines komplexen Gebäudes mit sichtbaren und verdeckten Kanten zu ermitteln; das zu entwerfende Gebäude ist aus mehreren Vielflachen und zwei Zylindern mit vertikalen Leitkreisen zusammengesetzt.

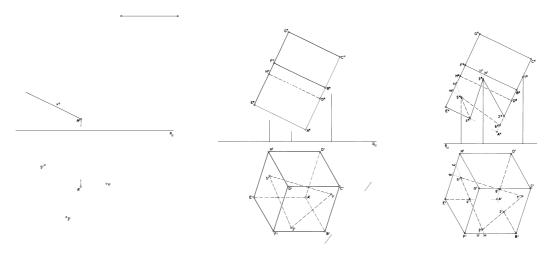
Nachdem die manuelle Fertigkeit des Zeichnens bereits durch die erste Übung wesentlich verbessert wurde, können die Anforderungen nun durch Ellipsenkonstruktionen gesteigert werden. Basierend auf konjugierten Durchmessern werden die Hauptachsen und die Scheitelkrümmungskreise der auftretenden Ellipsen ermittelt; die Umrissmantellinien der Zylinder und ihre Berührpunkte mit den Ellipsen sind mit einer Näherungskonstruktion zu bestimmen. Da alle diese Konstruktionen nur bei genauem Arbeiten zu befriedigenden Ergebnissen führen, wird allen Studierenden deutlich, dass präzises Zeichnen für erfolgreiche Konstruktionen unerlässlich ist. Mangelhafte Zeichnungen werden vom Studierenden selbst erkannt und schon vor der ersten Testatvorlage freiwillig neu bearbeitet.

Die Komplexität der Aufgabe erfordert systematisches Denken und Arbeiten. Durch die Verschachtelung verschiedener räumlicher Elemente stellt das Stricheln von verdeckten Kanten trotz der Anschaulichkeit der Grundrissaxonometrie erhebliche Anforderungen an die räumliche Vorstellungskraft. Das Absetzen der Linien in scheinbaren Schnittpunkten (auch der gestrichelten Linien untereinander) erhöht die räumliche Wirkung der Zeichnung und schult das räumliche Denken.



Bei Gruppenarbeit kann der Lerneffekt erhöht werden, da vom zweiten Studierenden eine Aufrissaxonometrie des Gebäudes anzufertigen ist. Während bei der Aufrissaxonometrie die Verzerrung des Grundrisses mit Hilfe der Affinität relativ aufwendig ist, wird aber ihr Vorteil in der Konstruktion gegenüber der Grundrissaxonometrie deutlich, wenn die Bilder der Abschlusskreise der Zylinder bei geschickter Anordnung wiederum Kreise sind.

### 3.3 Hausübung zum Thema Vielflache in der Zweitafelprojektion

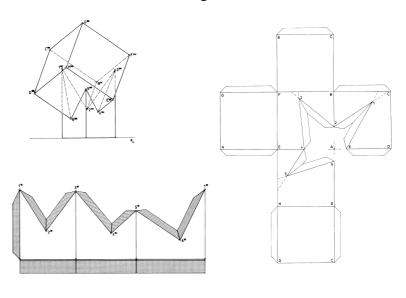


Nachdem die Zweitafelprojektion bisher nur an einfachsten Beispielen verwendet wurde, werden nun in der Vorlesung die Grundaufgaben systematisch durchgearbeitet. In der 3. Übung ist aus Ebenen ein komplexes Gebäude zu entwickeln, z.B. ein Baumhaus bestehend

aus einem auf eine Ecke gestellten Quader, der mit einem vierseitigen Prisma (oder einer Pyramide) zu verschneiden ist.

Zunächst ist ein Quader mit ganzzahliger Kantenlänge in allgemeiner Lage in Grundriss und Aufriss festzulegen, wobei die Beherrschung der Phänomene Frontlinie, Höhenlinie, Normale und das Antragen wahrer Längen erforderlich ist. Die Lösung der Verschneidung wird durch wiederholte Bearbeitung der Grundaufgabe "Bestimmung des Durchstosspunktes einer Gerade mit einer Ebene" ermittelt. Das Einzeichnen der Schnittfigur und das Nachziehen der Lösung unter Klärung der Sichtbarkeit mittels durchgezogener und gestrichelter Linien führt erfahrungsgemäß viele Studierende an die Grenzen ihrer Vorstellungskraft.





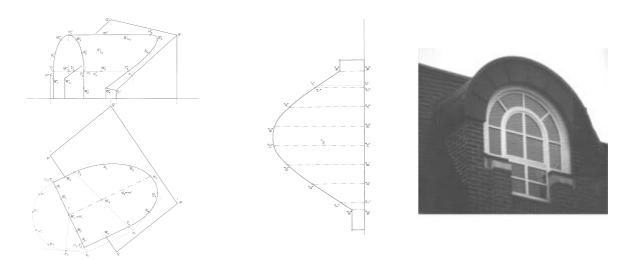
In einem weiteren Schritt ist ein Seitenriss allgemeiner Lage des Gebäudes zu zeichnen, wodurch das Gebäude plastischer erscheint und den Studierenden so der Umgang mit unterschiedlichen Rissen und ihren Wirkungen verdeutlicht wird. Ferner sind die wahren Größen der auftretenden Facetten des Prismas und des Quaders inklusive der Schnittfigur zu ermitteln. Der Lerneffekt wird deutlich gesteigert, wenn basierend auf den abstrakten Konstruktionszeichnungen in Gruppenarbeit das Modell des Entwurfes anzufertigen ist.

Nach den ersten beiden Übungen können die Studierenden exakt zeichnen und sind somit vorbereitet auf die anspruchsvolleren Konstruktionen der Zweitafelprojektion. Die eigentliche Schwierigkeit dieser Übung ist das räumliche Verstehen, Denken und Konstruieren. Am Modell kann dann die Raumvorstellung des Einzelnen ideal gestützt und überprüft werden.

# 3.4 Anwesenheitsübung zum Thema Kreiszylinder in der Zweitafelprojektion

Nachdem Zylinder in den ersten beiden Übungen nur beiläufig eingeführt wurden, werden sie nun systematisch behandelt. In der 4. Übung ist der ebene Schnitt eines geraden Kreiszylinders mit horizontaler Achse in Grundriss und Aufriss zu ermitteln. Das architektonische Beispiel ist eine zylindrische Dachgaube; die Dachebene (Schnittebene) wird

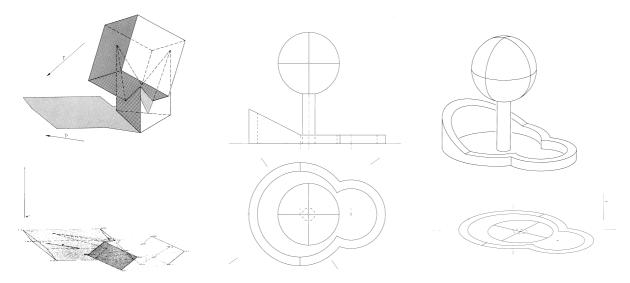
in allgemeiner Lage durch ihre Begrenzungen angegeben, wobei keine Höhenlinien oder Falllinien verwendet werden.



Bei dieser Übung werden die Ellipsenkonstruktionen wieder aufgenommen und die Tangentialebenenmethode eingeführt. Ferner sind die wahre Gestalt und Größe der Schnittellipse zu bestimmen und der Zylindermantel abzuwickeln.

Da das Lernziel mit weniger Aufwand erreicht werden kann, wird diese Übung als Anwesenheitsübung durchgeführt. Durch diese Übungsform liegt der Schwerpunkt nun neben dem räumlichen Verständnis vor allen auf zügigem Konstruieren, welches nur durch sichere Beherrschung der Übungsinhalte möglich ist.

# 3.5 Anwesenheitsübung zum Thema Vielflache und Zylinder in der orthogonalen Axonometrie



Die orthogonale Axonometrie ist wegen der größeren Freiheit bei der Wahl der Blickrichtung gegenüber der Grundrissaxonometrie für Architekten besonders wichtig.

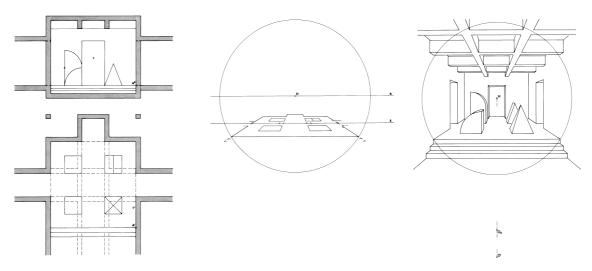
Ihre Konstruktion erfolgt mit Hilfe des Aufbauverfahrens über dem gestauchten Grundriss [3]. Da diese Axonometrie im wesentlichen durch Übertragen von bereits erlernten

Kenntnissen und Methoden ermittelt werden kann, reicht zur Übung die Form der Anwesenheitsübung.

Im ersten Teil der 5. Übung ist eine orthogonale Axonometrie der Entwurfes der Übung 3 zu ermitteln; dadurch, dass verdeckte Kanten zu stricheln sind, werden erfahrungsgemäß eventuell noch vorliegende Schwierigkeiten beim räumlichen Vorstellungsvermögen aufgedeckt.

Im zweiten Teil sind mehrere Zylinder und eine Kugel abzubilden; dabei sind vor allem die Ellipsenkonstruktionen zu wiederholen.

#### 3.6 Hausübung zum Thema Vielflache in der Frontperspektive



Nachdem zu Beginn des zweiten Semesters in der Vorlesung die Grundlagen der allgemeinen Perspektive auf eine vertikale Bildebene behandelt werden, wird das Prinzip der Perspektive zunächst am für Architekten wichtigen Sonderfall der Frontperspektive ausführlich geübt. In der 6. Übung ist ein Innenraum mit Kassettendecke abzubilden, von dem aus drei Gänge zu benachbarten Räumen führen. Im Raum befinden sich fünf Skulpturen und ein Kreiszylinder spezieller Lage.

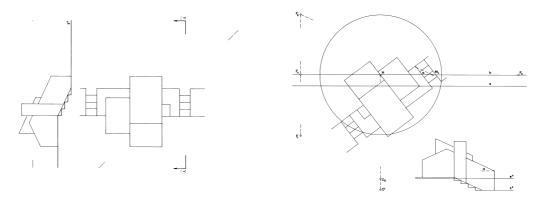
Besonders wichtig sind für Architekten gerade bei Perspektiven die Wahlmöglichkeiten bezüglich der Blickrichtung (Zentrale oder seitliche Lage des Hauptsehstrahls, Augenhöhe, Lage des Auges, Bildgröße). Da dem Architekten stets das Überprüfen der Proportionen seines Entwurfes wichtig ist, muss er Verzerrungen durch die Abbildung einschätzen können. Bei der Frontperspektive sind die Verzerrungen, die bei Überschreitung des Sehkreises auftreten, weniger erheblich als bei allgemeiner vertikaler Lage der Bildebene.

Bei der Konstruktion dieser ersten Perspektive kann wie bei Parallelprojektion die Parallelität von Linien (Hauptlinien) ausgenutzt werden; bei rechtwinklig organisierten Baukörpern haben nur die Bilder der Tiefenlinien einen Fluchtpunkt, den Hauptpunkt. Beim Aufbauverfahren wird zunächst der perspektive Grundriss mit Hilfe der Perspektivität ermittelt; danach werden die Höhen in Spurpunkten angetragen. Als besondere Schwierigkeit erweist sich die korrekte Konstruktion der Höhe der Pyramidenspitze. Da der Leitkreis des abzubildenden Zylinders parallel zur Bildebene ist, sind nur die Radien der Bilder der Leitkreise zu bestimmen; die Umrissmantellinien und ihre Endpunkte werden durch Lösung der Grundaufgabe "Tangente von einem Punkt (Hauptpunkt) an einen Kreis" ermittelt.

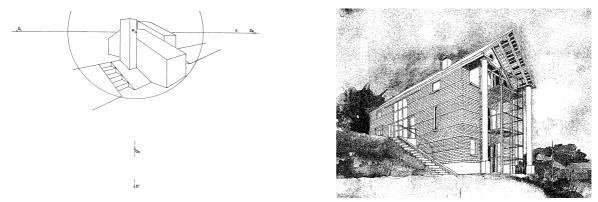
Dadurch, dass die Klärung der Sichtbarkeit im Rahmen der Parallelprojektion gründlich geübt wurde, treten beim Nachziehen der sichtbaren Kanten in der Frontperspektive nur noch bei wenigen Studierenden Probleme auf.

Da seit der letzten Hausübung mehrere Monate vergangen sind, ist das Aufgreifen der Zeichengenauigkeit ein wichtiges Thema. Ungenaues Arbeiten führt gerade bei Perspektiven für die Studierenden deutlich erkennbar zu unbefriedigenden Ergebnissen.

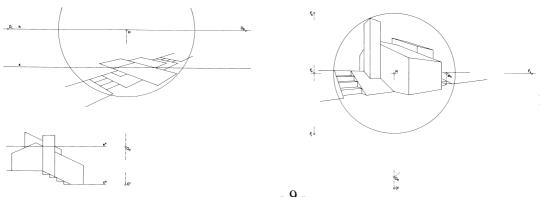
### 3.7 Hausübung zum Thema Vielflache in der Perspektive



Nach der Einübung des Prinzips der Spurpunkt-Fluchtpunkt-Methode beim Sonderfall der Frontperspektive wird die allgemeine Lage der Bildebene anhand der zweiteiligen 7. Übung erarbeitet. Es sind zwei Perspektiven eines Wohngebäudes bestehend aus fünf Baukörpern mit geneigten Dächern, einem Hang und einer Treppe abzubilden.

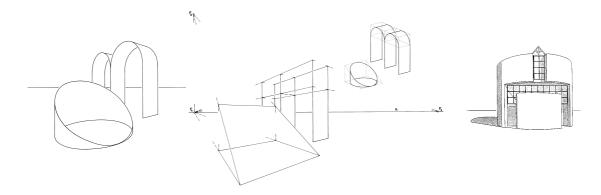


Für die erste Perspektive ist eine große Augenhöhe zu wählen; diese garantiert beim perspektiven Grundriss eine übersichtliche Konstruktion und leichtes Auffinden der Spurpunkte zum Antragen der Höhen. Ferner ist der Blickwinkel gegen die Hauptrichtungen der Baukörper mit 45° vorgegeben, wodurch die beiden Fluchtpunkte der Hauptrichtungen und das Perspektivitätszentrum vom Hauptpunkt den gleichen Abstand haben; das Konstruktionsblatt läßt sich so leicht vorbereiten.



Die zweite Perspektive fällt den Studierenden schwerer: Die niedrige, aber realistische Augenhöhe erfordert bei der weniger übersichtlichen Konstruktion die sichere Beherrschung des Prinzips der Perspektive. Besondere Beachtung findet die für Architekten so entscheidende freie Wahlmöglichkeit der Blickrichtung: Zum einen ist eine spannungsreiche Bildwirkung zu erzielen, zum anderen sind aber entstellende Verzerrungen zu vermeiden. Die Anlage des Zeichenblattes gestaltet sich daher bei diesem Übungsteil recht aufwendig. Zusätzlich sind für die zweite Perspektive die Fluchtpunkte geneigter Kanten zu ermitteln. Obwohl diese letzte Hausübung im Übungskanon die größten Anforderungen stellt, weisen die Arbeiten der Studierenden die geringste Fehlerquote auf. Die Übungen zur Perspektive werden von den Studierenden mit Spaß bearbeitet.

#### 3.8 Anwesenheitsübung zum Thema Zylinder in der Perspektive



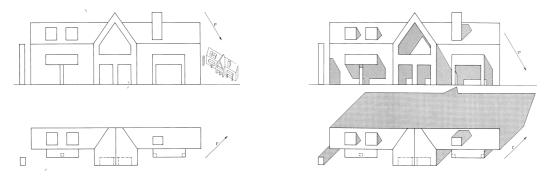
Im Rahmen einer Anwesenheitsübung wird das Abbilden vertikaler Zylinder und Kreise allgemeiner Lage in der Perspektive geübt. Ziel ist vor allem das Verständnis des perspektiven Bildes eines Kreises als Kegelschnitt. Die sichere Beherrschung der Abbildung von Quadern wird dabei vorausgesetzt.

Neue Inhalte sind die 5-Punkte-und-Tangenten-Konstruktion und die Ermittlung der Umrisse der stehenden Zylinder durch erstprojizierende Tangentialebenen.

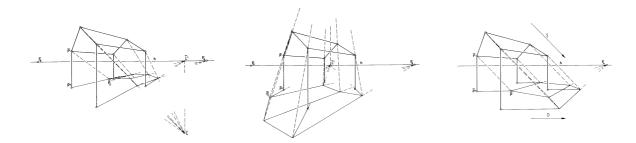
Gerade diese Übung verlangt von den Studierenden systematisches Vorgehen bei komplexen Konstruktionen..

### 3.9 Anwesenheitsübung zum Thema Schattenkonstruktionen

Schatten steigern die plastische Wirkung sowohl von maßgerechten als auch von anschaulichen Zeichnungen wesentlich.



Im ersten Teil der letzten Übung sind Grundriss und Aufriss der Schatten eines Gebäudes zu ermitteln, wobei Schatten von Kanten auf horizontalen, vertikalen und geneigten Ebenen auftreten.



Im zweiten Teil ist der Schatten eines einfachen Rankgerüstes bei Seitenlicht, Gegenlicht oder Rückenlicht in der Perspektive zu ermitteln; bei dieser simplen Anordnung geht es darum, das Verständnis der Schattenkonstruktionen in der Perspektive zu überprüfen.

Die Anforderungen an das räumliche Denken sind bei Schattenkonstruktionen zum Teil erheblich; daher bietet sich bei dieser Übung zu Kursabschluss die Form der Anwesenheitsübung an, bei der der Schwierigkeitsgrad genau festgelegt und angepasst werden kann.

### 4 Hilfestellungen bei der Bearbeitung der Übungen

Lerntechnisch ist natürlich eine Übungsveranstaltung mit 250 Studierenden denkbar ungünstig. Um aber die Nachteile einer Großveranstaltung auszugleichen, wenden wir ein differenziertes Betreuungssystem an:

- ? 90 Min. Vorlesung stehen zur Vermittlung der geometrischen Grundlagen und konkreter Konstruktionsmethoden im Hinblick auf die Übung zur Verfügung.
- ? 90 Min. Übungsvorstellung liefern beispielhaftes Durchführen der Konstruktionen am komplexen Übungsbeispiel. Ergänzt wird dieses Angebot durch Aushang der farbig vorgeführten Zeichnungen im Schaukasten, durch ausführliche und konkrete Aufgabentexte sowie durch Konstruktionsbeschreibungen im Skript [4].
- ? 90 Min. (freiwillige) Diskussion stehen jede Woche zur Vertiefung des Stoffes anhand der Beantwortung von noch offenen Fragen der Studierenden zur Verfügung.
- ? 30 Min. Einzelberatung können diejenigen in Anspruch nehmen, die bei der Bearbeitung ihrer eigenen Hausübung auf Probleme stoßen.
- ? 15 Min. Vortestat dienen zur Prüfung und Diskussion der von jedem einzelnen vorgelegten Zeichnungen der Hausübung.
- ? Zur Vorbereitung der Anwesenheitsübungen werden spezielle Übungsbeispiele zum eigenen Training herausgegeben.

Die Studierenden erhalten ihre Arbeiten - gründlich kontrolliert und beurteilt – so zügig zurück, dass die Rückmeldungen in die Bearbeitung der jeweils folgenden Übung mit einfließen können.

### 5 Schlussbemerkungen

Der Übungskanon ist nach steigender Komplexität der geometrischen Phänomene gestaltet: Von der leicht zu erfassenden Abbildung von Quadern mit anschaulichen Axonometrien (schräge Parallelprojektion), über abstrakte geometrische Grundaufgaben in Zweitafelprojektion (senkrechte Parallelprojektion), zu den komplexeren Zusammenhängen der Zentralprojektion speziell der perspektiven Abbildung von Zylindern, bis hin zum Schattenwurf (Parallelprojektion) in perspektiven Bildern (Zentralprojektion).

Um der Bedeutung der DG an der RWTH Aachen gerecht zu werden und noch tiefer in die Materie eindringen zu können, wäre eine Aufstockung des Stundenvolumens erforderlich. Dies würde weitere erfolgversprechende Ansätze ermöglichen, die die Kompetenz und die Handlungsmöglichkeiten der angehenden Architekten weiter steigern würde.

Die guten Umfrageergebnisse unter den Studierenden für unsere Lehrveranstaltung weisen darauf hin, dass die Unterrichtsmethode von den Hörern angenommen wird, DG als integraler Bestandteil der Architekturausbildung erlebt wird und die Relevanz der DG für das spätere Berufsleben erfolgreich vermittelt werden konnte.

- [1] "On the Selection of Topics Suitable for Descriptive Geometry Courses for University Students of Architecture", Claus Pütz, Journal for Geometry and Graphics, volume 4 (2000)
- [2] "A Didactical Concept for the Computer-Aided Demonstration of Different Ways of Projection Used in Descriptive Geometry", Karl-Heinz Brakhage, Claus Pütz, Proceedings of The 8th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometrie, 617-621, July 31 to August 3, 1998 Austin, Texas, USA
- [3] "A copy method to change an oblique view into an orthographic view", Claus Pütz, Proceedings of The 7th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometrie, 62-66, 18-22 July 1996, Cracow, Poland
- [4] "Arbeitsblätter zur Darstellenden Geometrie für Architekten" Teil I, Claus Pütz, Unterrichtsmaterial für das zweisemestrige Pflichtfach, ISBN 3-8265-6292-5, Shaker Verlag, Aachen, 2000

Claus Pütz, Institut für Geometrie und Praktische Mathematik, RWTH Aachen, Templergraben 55, 52064 Aachen, Tel.: 0241-806932, e-mail: puetz@dg-ac.de, http://www.dg-ac.de