

Konstruktive Geometrie zwischen PISA und Bologna

Gunter Weiß

Technische Universität Dresden

Äußere und innere Anlässe (TU Dresden)

■ Stichwort „*Eine Mathematik für alle*“
Service-Lehre soll/muss vereinheitlicht werden !

■ Stichwort „*Bachelor/Master – Studienreform*“
Konstruktive Geometrie ist nicht unmittelbar
berufsqualifizierend !

■ Stichwort „*Wozu noch konstruktive Geometrie ?*“
wissenschaftliche Basis fehlt,
Geometrie-Lehrerausbildung fehlt !

■ Stichwort „*CAD-gesteuerter Umbruch ?*“
noch immer unausgereifte DG-Methodik !

■ Stichwort „*e-learning Geometrie ?*“
Viel Lärm um nichts + viel Geld für nichts ?!

1.

Der Vortrag befaßt sich mit Tendenzen auf dem Bildungssektor, so wie sie aus dem Blickwinkel eines Geometers einer deutschen Technischen Universität gesehen werden.

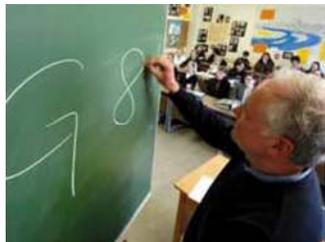
Der Auseinandersetzung mit diesem Thema liegen äußere und hochschulinterne Anlässe zugrunde und es ist zu erwarten, daß man sich auch in anderen Fachbereichen und an anderen Unversitäten und auch in anderen Ländern mit den gleichen oder zumindest mit sehr ähnlichen Problemkreisen beschäftigen muß.

Die zunehmende Internationalisierung und Mobilität der Wirtschaft begründet den Wunsch nach weitgehend einheitlicher (Schul-) Ausbildung der Arbeitskräfte, die obendrein auch noch unbegrenzt mobil sein sollten. Insbesondere fordert der politische Wille nach einem „Zusammenwachsen der EU-Staaten“ neben dem europäischen Wirtschaftsraum auch einen „europäischen Bildungsraum“. Mit diesem auf der Bildungsministerkonferenz 2000 in Bologna in die Welt gesetzten Schlagwort ist ein Reformprozeß vor allem am tertiären Bildungssektor in Gang gebracht worden, der seither den Namen *Bologna-Prozeß* führt. Der primäre und sekundäre Bildungssektor wird hingegen von der sogenannten PISA-Diskussion betroffen, einem gleichfalls vereinheitlichenden weltweiten Rankinginstrumentarium.



Lehrerverband warnt vor dramatischem Mangel an Lehrern

Der deutsche Philologenverband sieht durch einen dramatischen Lehrermangel die Bildungsqualität in Deutschland in Gefahr.



Momentan haben Hauptschullehrer gute Berufschancen. © dpa

In den kommenden zehn Jahren könnten rund 80.000 Stellen nicht oder nicht angemessen durch voll ausgebildete Lehrkräfte besetzt werden, wenn nicht sofort Gegenmaßnahmen ergriffen würden, erklärte der Lehrerverband am Dienstag in Berlin.

Deutschland steuere auf den "dramatischsten Lehrermangel seit Ende der sechziger Jahre zu", warnte Verbandspräsident Heinz-Peter Meidinger. [...]

Quelle: www.gmx.net am 26.10.2005

In österreichischen Printmedien waren in diesem Zusammenhang neben Pauschalverurteilungen unseres bisherigen Systems auch sehr seltsame „Blüten“ aufzustöbern: Eine Bildungsministerin vor einer klassischen Kreide-Tafelzeichnung, die der Eingeweihte sofort als Visualisierung des Satzes von Dandelin erkennt, also durchaus nicht unmittelbar industriell verwertbarer Lehrstoff, wie etwa im Begleittext zu diesem Bild angesprochen. Die Erziehung zur Kreativität gipfelt wiederum in der wohl nicht mehr kreativen Nachahmung einer einzigen Geste Albert Einsteins und hat auch hierin sein vollständiges Bewenden. Der Rest ist ein Lobpreis der Gesamtschule mit Integration auch Mangelbegabter, da offenbar diese Schulform Finnland auf den ersten Platz des PISA-Rankings brachte.

Vor dem Hintergrund einer – zumindest in Deutschland – als eher mangelhaft zu bezeichnenden Lehrerausbildung sind solche Argumentationen wohl mehr willkürlich als zutreffend. Es sollte überdies stutzig machen, daß trotz wachsendem Lehrermangel (wiederum in Deutschland) die Kampagne *gegen* ein Lehramtsstudium kaum nachläßt. Man scheint bereit, den Mangel an im eigenen Land Ausgebildeten durch Zuzüge vom europäischen Arbeitsmarkt auszugleichen. Wir haben es hier mit dem aus Wirtschaftsbereichen durchaus schon vertrauten „Auslagern von (Aus-)Bildungsarbeit“ zu tun.

Angesichts der dramatischen Stellenkürzungen im Lehrpersonal an den Universitäten muß diese Auslagerung letztlich sogar begrüßt werden. Unter dem *Stichwort* „Eine Mathematik für alle“ wird allen Ernstes auch die Zusammenlegung von Mathe-Vorlesungen für unterschiedliche Studienrichtungen erwogen!

Bei dem geringen Stundenvolumen von Geometrie-Vorlesungen könnte damit nicht mehr der Transfer vom rein-geometrischen Sachverhalt zu angewandeter geometrischer Methode gelehrt und geübt werden!

Äußere und innere Anlässe

Wozu Darstellende Geometrie ?

- ▶ Welche Ziele hat die Vermittlung von DG-Inhalten ?
- ▶ Was sind die 'sine qua non -Inhalte' der DG ?
- ▶ Wie hinderlich sind die Prägungen des Lehrers für eine echte Reflexion solcher DG-Inhalte ?
- ▶ Lehren ist Prägen durch Geprägte, Lernen ist Selbstprägung
- ▶ Ist „e-learning“ (= e-teaching) gefährlich ?

2.

Das Stichwort „Bachelor / Master – Studienreform“ bezieht sich auf den Bologna-Prozeß. Anders als in den Vorbildsländern USA und Großbritannien wird in Deutschland der Bachelor-Grad als berufsqualifizierend aufgefaßt. Nachdem Konstruktive Geometrie für die meisten Studienrichtungen als nicht unmittelbar berufsqualifizierend angesehen wird, wird sich dieser Gegenstand möglicherweise nur sehr schwer in die neuen Studienpläne verankern lassen. Von Mathematikern ist in diesem Zusammenhang keine Hilfe zu erwarten. Klassischer Geometrie wird oft die Wissenschaftlichkeit und Forschungsrelevanz abgesprochen; der allgemeine Mangel an geometrischem Grundwissen (auch bei Mathematikern) ist auch eine Folge der fehlenden Geometrie-Lehrerausbildung in Deutschland. Also hat die Frage „Wozu noch konstruktive Geometrie?“ zwei voneinander abhängende Quellen: den Vorwurf des Fehlens der wissenschaftlichen Basis und das Fehlen von Aus- und Weiterbildungsstellen für Geometrie-Lehrende.

Weitere innere Anlässe, die hier zur Sprache kommen sollen, sind „CAD-gesteuerter Umbruch“ und „e-learning Geometrie“.

Während in Deutschlands Schulen ein Computer-Arbeitsraum auch heute noch Utopie ist und EDV mehr oder weniger theoretisch unterrichtet wird, liegt Österreich hier europaweit im Spitzenfeld. Es muß betont werden, daß dabei den Fächern Darstellende Geometrie und Geometrisches Zeichnen Führungsrolle bei der Integration des Rechners in den allgemeinen Unterricht zukam und -kommt. Trotz (oder wegen?) der anfänglichen Widerstände vieler Geometrie-Lehrer, das neue Zeichenmedium zu akzeptieren, sind Österreichs Lehrer im Zuge von Fortbildungsveranstaltungen mittlerweile auch zu einer ausgereiften Methodik in diesen Fächern gelangt, die andernorts selbst an Hochschulen noch fehlt. Dennoch muß hier, gerade im Hinblick auf eine vom ADG herausgegebene Werbebroschüre, auch vor dem erneut vorzubringenden Vorwurf gewarnt werden, daß sich Geometrie, auf's Herstellen schöner Bilder' beschränkt.

Inhalt

Altes Wissen für moderne Problemlösungen

Geometrie:
logische Grundlage für Ingenieure / ... / Chirurgen

Beispiele: Diplomarbeiten u.a.

Von geometrischer Ignoranz zu allgemeiner Ignoranz

... oder lieber doch Geometrie-Ausbildung?



Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

Geometrie-Ausbildung: Jedem die seine !

d. h.: – **FÜR** jeden Adäquates
– **VON** jedem Lehrer Wohlhinterfragtes

■ Äußere und innere Anlässe des Vortrages

■ Wünsche-Liste und Cassandra-Rufe



Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

3.

Die Frage „Wozu noch konstruktive Geometrie?“ nährt sich aus Geisteshaltungen, die neuen Medien selbständigen Produzentencharakter zuweist. (Hingegen wird Mathematik als solche durch die Existenz von Computer-Algebrasystemen von der breiten Öffentlichkeit nicht in Frage gestellt!) Eine andere Quelle für jene Frage ist das Fehlen der Kulturtechnik „konstruktive Geometrie“ anderswo, obgleich dort doch auch Architekten und Ingenieure herangebildet werden. Es wird also mit dem Argument der Vereinheitlichung der Bildungssysteme die graphisch-geometrische Ausbildung als solche in Frage gestellt.

Konstruktive Geometrie kommt zur Zeit von mehreren Seiten in Bedrängnis:

- Sie ‚stört‘ als Fach im Vereinheitlichungsaktionismus des Europäischen Bildungsraums.
- Ihr fehlen einheitliche Ausbildungskonzepte auf internationaler Ebene.
- Außerhalb Österreichs fehlt die Aus- und Weiterbildung entsprechender Lehrkräfte.
- Österreich kann allein den Noch-Bedarf an DG-Lehrern für Europa nicht abdecken, es hat selber zu wenige. Das Fach stirbt an europäischen Universitäten und Fachhochschulen deshalb auch oft mangels entsprechender Lehrkräfte aus.
- Das Fach wird von der Mathematik als eine ihrer Teildisziplinen zwar für sich reklamiert, Mathematiker sind aber nicht kompetent in diesem Fach.
- Das Fach hat kein wissenschaftliches Ansehen.

In der Bachelor-Ausbildung technischer Studienrichtungen finden nur mehr Fächer mit unmittelbaren Ausbildungszielen Platz, Gegenstände mit Wesentlichen nicht unmittelbaren Zielen und mit allgemein persönlichkeitsbildendem Charakter (Schlagwort Training des logischen Denkens und der Raumanschauung) werden aus den Studienplänen eliminiert.

Äußere und innere Anlässe

Wozu Darstellende Geometrie ?

▶ Welche Ziele hat die Vermittlung von DG-Inhalten ?

▶ Was sind die 'sine qua non -Inhalte' der DG ?

▶ Wie hinderlich sind die Prägungen des Lehrers für eine echte Reflexion solcher DG-Inhalte ?

▶ Lehren ist Prägen durch Geprägte, Lernen ist Selbstprägung

▶ Ist „e-learning“ (= e-teaching) gefährlich ?

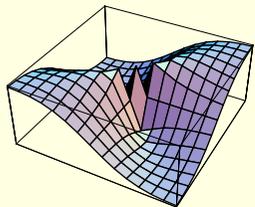


Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

Äußere und innere Anlässe

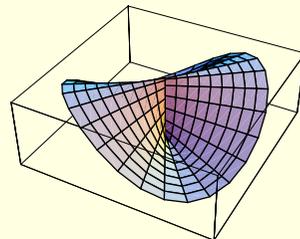
Ist e-learning gefährlich ?

Warnung der Kultusminister: e-learning kann Ihrer Bildung schaden!



Plückerkonoid

kartes. Graph-Darstellung



Zylinderkoordinaten-Darstellung

mit Mathematica



Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

Vor dem Hintergrund dieser Bedrängnisse erscheint das Hinterfragen der eigenen Positionen in Sachen „Konstruktiver Geometrie“ notwendige Voraussetzung für eine Erfolg versprechende Verteidigung dieses Faches. Es geht dabei u.a. darum, zu folgenden Fragen Antworten zu finden, die sowohl für einen selbst als auch für ein breiteres Umfeld akzeptabel sind:

- Welche Ziele hat die Vermittlung von Geometrie-Inhalten?
- Was sind die ‚sine qua non‘-Inhalte der Konstruktiven Geometrie?
- Wie hinderlich sind die eigenen Prägungen für eine Selbstreflexion dieser Inhalte?
- Welche Prägungen werden durch den Unterricht in DG bei Schülern und Studenten erzielt? Geometrie als Methode formt nämlich deren Denkstrukturen und schafft damit eine Art Denkheimat.
- Können moderne Lern-Medien, wie e-teaching-Kurse, schon solche Prägungen bewirken? Und wenn ja, sind auf Grund unsachgemäß erstellter Kurse auch Fehlprägungen die Folge?

Als ein gegenüber e-teaching Programmen zur Vorsicht mahnendes Beispiel sei das Folgende zitiert: En EU-gefördertes, länderübergreifendes Programm (unter Mitwirkung von Spanien, Slowakei, Großbritannien, Norwegen) für das Selbst- und Begleitstudium „Analysis“ bietet als Graphdarstellung einer kubischen Fläche, die übrigens nicht als Plückerkonoid erkannt wurde, das auf der linken Folienseite wiedergegebene Mathematica-Bild an. Wegen der anscheinenden Kompliziertheit der Fläche in der Umgebung der z-Achse des kartesischen Koordinatensystems wird auch noch der Schichtenplan der abgebildeten Fläche angeboten. Hier wissen die Programm-Ersteller offenbar nicht nur wenig aus den Gebieten elementare Algebraische Geometrie und Differentialgeometrie, sondern auch nicht viel über den Umgang mit Koordinatensystemen und Parametrisierungen, also Basisinhalten einer Analysisvorlesung.

Äußere und innere Anlässe

Eine konstruktive Geometrie für alle ? NEIN!!

Problemorientierter, studienrichtungsspezifischer Zugang
zur Darstellenden Geometrie

Architektur:

Darstellende Geometrie soll unmittelbar unterstützen bei Entwerfen, Modellbau, Skizzieren, Präsentieren, ...

➡ Perspektive (Durchschnittsmethode), Axonometrie, Koordinatenprojektion

Landschaftsarchitektur / Wasserwirtschaft:

➡ Grundriss, kotierter Grundriss, Zentralprojektion (Durchschnittsmethode)

Bauingenieurwesen:

➡ Koordinatenprojektion, Axonometrie, kotierter Grundriss, graphische Statik, (Analytische Geometrie)

Geodäsie, Kartographie:

➡ kotierter Grundriss, projektive Erweiterung des Raumes, Zentralprojektion, Fotogrammetrie-Grundlagen (Entzerrung), analytische Geometrie, Kartennetze, klassische Differentialgeometrie

Maschinenbau:

➡ Grundlagen des Industriedesign, (Raum-) Kinematik

4.

Die Frage nach den Zielen des DG-Unterrichtes darf meines Erachtens an den Universitäten (und berufsbildenden Schulen) nicht die Schulung des räumlichen Vorstellungsvermögens als alleinige Antwort haben. Vielmehr müssen die spezifischen Bedürfnisse der einzelnen Studienrichtungen berücksichtigt werden. Es geht also um die unmittelbare Anwendbarkeit des Faches bei der Bewältigung von Problemstellungen der Kernfächer dieser Studienrichtungen. Damit ist dem Geometrie-Unterrichtenden die Bürde der Kontaktnahme mit den Lehrenden aus anderen Fakultäten und die Akquirierung eines Wissensstandes im jeweiligen Zielfach auferlegt. So gerüstet lässt sich dann im Sinne von „Problem Oriented Learning (POL)“ höchst motivierend unterrichten. Aber wegen der studienspezifischen Rücksichtnahmen kann nicht nach dem Schema „Eine Geometrie/Mathematik für alle“ unterrichtet werden. Trotz des erhöhten Aufwandes sehe ich in der Aufsplitterung des Geometrie-Unterrichts eine Chance, den Gegenstand auch in den neuen Studienplänen zu verankern. Was hier für die Technischen Universitäten formuliert wurde, gilt vermutlich in gleichem Masse für BHS und Berufsschulen in Österreich.

In Dresden muss das Lehrangebot aus Geometrie für technische Studienrichtungen gemäß nebenstehender Übersicht spezialisiert sein. Diese Spezialisierung sichert bis jetzt den Erhalt des Faches in den diversen Studienplänen. Sie erfordert aber von allen beteiligten Lehrern und Übungsleitern große Flexibilität und vor allem Fachkompetenz.

5.

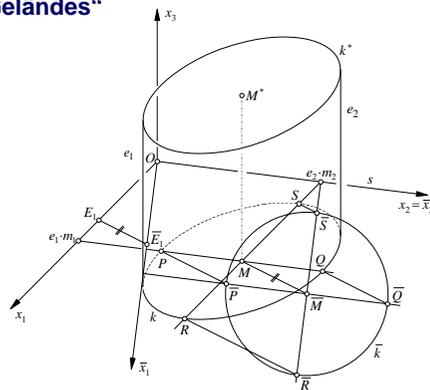
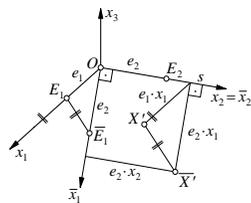
Die Frage nach den sine qua non Inhalten ist nicht unabhängig von der vorigen zu beantworten. Da außerhalb Österreichs der DG-Unterricht (an Hochschulen), wenn es ihn überhaupt gibt, im wesentlichen Kurse der Zwischenkriegszeit inhaltlich abmagert, stehen Monge'sches Verfahren, Seitenrißprinzip und Lagen- und Maßaufgaben immer noch zentral. Die klassischen Abbildungsverfahren werden für sich unterrichtet ohne auf ihre Zusammenhänge einzugehen.

Äußere und innere Anlässe

Darstellende Geometrie - Inhalte

Beispiele aus der Darstellenden Geometrie für Geodäten / Kartographen

- In perspektive Lage bringen affiner / kollinearere Felder
z.B. bei „Entzerrung eines ebenen Geländes“



versus:

MONGE'sche Drehung

+ „Rißachse“



Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

Ein „rechnernahes“ Unterrichtskonzept müsste dagegen vom Koordinatenweg ausgehen und die *eindimensionale Maßaufgabe* ‚Länge einer Strecke‘ (M1) über die Raumdiagonale des Koordinatendifferenzenquaders lösen und besteht konstruktiv aus der zweimaligen Anwendung des Satzes von Pythagoras. Die *zweidimensionale Maßaufgabe* ‚Größe eines Winkels‘ (M2) ist dann konstruktiv mittels der Kongruenzsätze für Dreiecke auf erstere Maßaufgabe zurückführbar.

Für die die orthogonale Lage betreffende und damit echt *dreidimensionale Aufgabe* (M3) hält die Schulgeometrie für Normalprojektionen den *Satz vom Rechtwinkel-Bild* bereit. (Für allgemeine Projektionen wird diese Lagenaufgabe bekanntlich mittels des Bildes der absoluten Polarität, die in der Fernebene des Anschauungsraumes lebt, gelöst, erfordert also tiefer gehendes Eindringen in Geometrie, als es in den meisten Geometrie-Vorlesungen für Ingenieure möglich ist. Im Prinzip ist (M3) auch durch Rückführung auf (M1) mittels geeigneter Tetraeder lösbar; dieser Zugang ist aber konstruktiv zu aufwändig). Der Satz vom Normalriss eines Rechtwinkel-Bildes ist DG-typisch; er koppelt eine Raumaussage mit einer Bildeigenschaft.

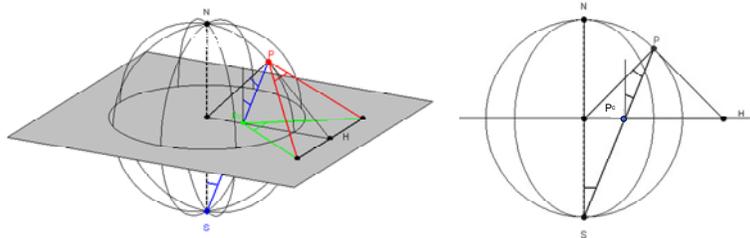
Das als MONGE-Projektion international geläufige Abbildungsverfahren koppelt ein lineares Zweibildersystem mit einem linearen Zweispurensystem, wobei noch das erste Spurfeld π_1 durch eine 90° -Drehung um die Doppelspur x_{12} mit dem zweiten Spurfeld π_2 identifiziert wird. (Seltener wird diese „MONGE'sche Drehung“ durch eine Drehsehnenprojektion ersetzt). Damit wird aber die Formulierung „MONGE-gedrehter unverzerrter Grundriß“ ausschließlich auf frontale Axonometrien anwendbar. Hingegen ist der der Idee zur Maßaufgabe (M2) zugrunde liegende Begriff der „Maßaffinität“ (bzw. allgemeiner, der „Maßkollineation“) weitaus tragfähiger. Dies insbesondere dann, wenn er mit „in perspektive Lage bringen affiner (kollinearere) Felder verknüpft wird.

Äußere und innere Anlässe

Darstellende Geometrie - Inhalte

Beispiele aus der Darstellenden Geometrie für Geodäten / Kartographen

- **Winkeltreue der stereografischen Projektion**



Zu den „rechnernahen“ Unterrichtskonzepten gehört auch die *zweckmäßige Anpassung der Koordinatisierung* an ein gegebenes Problem. In koordinatenfreier, darstellend-geometrischer Formulierung geht es dabei (auch) um die „zweckmäßige Ansicht“ eines Objektes. Dabei werden wie beim Satz vom Rechtwinkel-Bild Raum-Sachverhalte und Eigenschaften eines ebenen Bildes gekoppelt.

Als Beispiel sei hierzu der elementargeometrische Nachweis der Winkeltreue der stereographischen Projektion angeführt: Bei Zentralprojektion aus dem Südpol auf die Äquatorebene ist die Winkeltreue für den Nordpol und dessen Bild eine Hauptebeneneigenschaft. In einem allgemeinen Punkt P ist die Winkeltreue gezeigt, wenn das aus P und den Spurpunkten zweier Kugeltangenten durch P gebildete Dreieck kongruent abgebildet wird. Zwei Dreiecke sind u.a. dann kongruent, wenn sie in der Basis, ihrer Höhe und dem Höhenfußpunkt übereinstimmen. Dies ist bei zweckmäßiger Ansicht, also dann, wenn sowohl die Bildebene der stereographischen Projektion als auch die Tangentialebene der Kugel in P projizierend erscheinen, mit elementargeometrischen Argumenten unmittelbar klar.

6.

Die Reflexion über eigene Prägungszöpfe wird außerhalb Österreichs mangels Weiterbildungsmöglichkeiten in konstruktiver Geometrie sehr erschwert. Eine solche Weiterbildung sollte meines Erachtens den wissenschaftlichen Überbau zur Konstruktiven Geometrie mitberücksichtigen und Lehrer insbesondere mit dem Fach „Abbildungsmethoden der konstruktiven Geometrie“ so, wie es von E. MÜLLER entwickelt und von H. BRAUNER zur Reife geführt wurde, vertraut machen. Die Kenntnis übergeordneter Prinzipien geometrischer Abbildungsverfahren ist sicherlich dienlich für die Methodik CAD-gestützter Konstruktion und erleichtert die Stoffauswahl für den studien-richtungsspezifischen Zugang zur Darstellenden Geometrie.

Altes Wissen für moderne Problemlösungen

POTTMANN, STACHEL, JÜTTLER, RÖSCHEL, HUSTY, ...

benutzen

Proj. Geometrie, Nichteukl. Geometrie, Abbildungsmethoden
klass. Differentialgeometrie, Liniengeometrie, Kinematik
klass. Kreisgeometrie (LAGUERRE, MÖBIUS, LIE)
klass. Algebraische Geometrie.

!

**Das ist das LV-Angebot
für DG-Lehrer in Österreich**

!



Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

Geometrie: logische Grundlage für Ingenieure / ... / Chirurgen



CAGD **Computer Vision**
Reverse Engineering **Error Detection** ...



Maschinenbau (Getriebe, Robotik) ...



Biologie / Medizin ...



Kunst ...



Gunter Weiß 26. Fortbildungstagung für Geometrie, 6. bis 9. November, Strobl 2005

7.

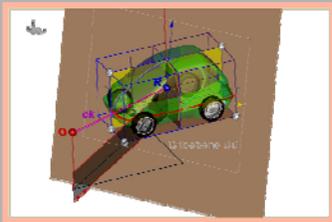
Auf altem geometrischen Wissen aufbauend lassen sich aktuelle Probleme oft überaus elegant lösen, die sich einer rein mathematischen oder ingenieurmäßigen Behandlung widersetzen. Gerade Österreichs Geometer punkten hier auf internationalem Parkett. Sie verwenden klassischen Geometriestoff und tragen ihn in vollem Umfang und in aktualisierter Sprechweise auch an die Studenten der Studienrichtung „Lehramt an höheren Schulen“ heran. Dieses Konvolut an Lehrveranstaltungen sichert den weltweiten Vorsprung österreichischer Geometer als Problemlöser. Lehrveranstaltungen dieser Art werden außerhalb Österreichs nicht angeboten. In diesem Sinne sichert die Existenz der Lehramtsausbildung im Unterrichtsfach Darstellende Geometrie eine Art „geometrische Breitenbildung“ in Österreich, welche in Analogie zu Volkssportarten die „Chance auf Medaillen“ für Österreich steigert. Die Geometrie-Professoren österreichischer Hochschulen sind die Beispiele dafür. Um die Analogie zum Sport weiterzuspinnen: Es muss für den (wissenschaftlichen) Nachwuchs in jeder Hinsicht gesorgt werden, insbesondere durch (hochschulpolitische) Schaffung günstiger Rahmenbedingungen. Sie als AHS- bzw. BHS-Lehrer spielen dabei die Rolle der ersten Trainer und Förderer.

3D-Rekonstruktion

(F. HENSCHEL)



Mögliche bekannte und markante Passpunkte auf den Hauptschnitten



3D Modell mit Projektionszentrum O, Referenzpunkt R, Brennweite ck



Ausgangsbild einer perspektiven Skizze

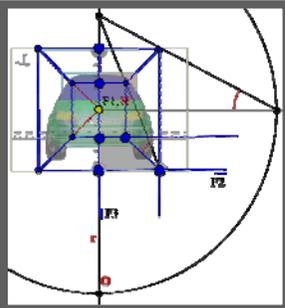
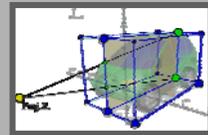


Bild mit einem Fluchtpunkt



aus einer anderen Position des Betrachters

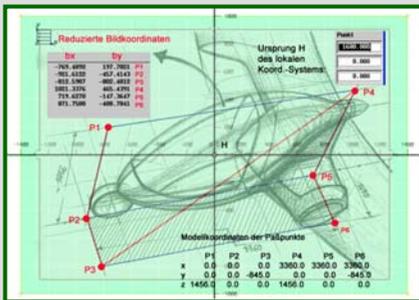
8.

Im folgenden werden einige Dresdner Diplomarbeiten fächerübergreifenden Inhaltes vorgestellt und auf die Kommunikationsschwierigkeiten mit den nicht geometrisch vorgebildeten Partnern hingewiesen.

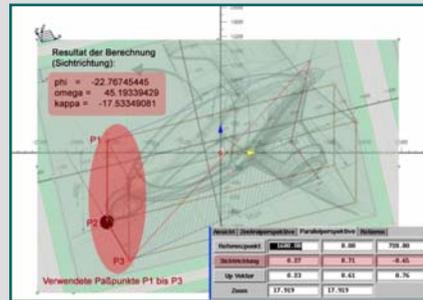
Bei der ersten geht es darum, aus Freihandskizzen das entworfene Objekt als 3D-Modell zu rekonstruieren.

Die Diplomarbeit wurde in Zusammenarbeit mit einer Software-Firma erstellt. Dabei mussten Grundannahmen implementiert werden, die geometrisch nicht korrekt sind. Eine gezeichnete Perspektive ist i.a. nicht ähnlich zu einer Zentralprojektion und der Hauptpunkt ist i.a. nicht der Bildmittelpunkt. Dennoch wurden diese speziellen Annahmen dem Verfahren zugrunde gelegt und lieber eine Approximation mit einer ungefähren Lösung akzeptiert, als ein nicht von Patenten geschütztes geometrisch korrektes Verfahren.

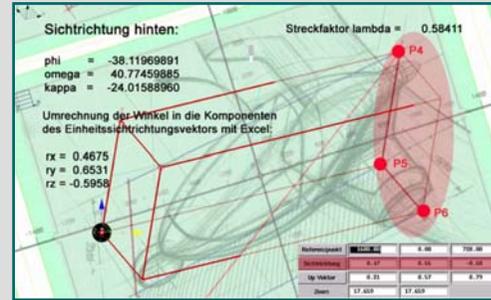
Designerskizze



Vordere Selektionsmenge



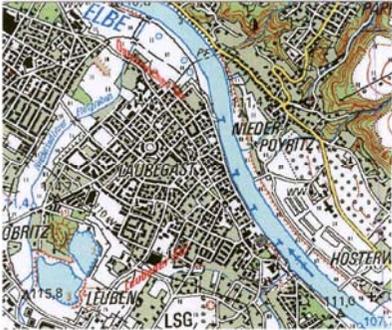
Hintere Selektionsmenge



Ungenau Passpunkte

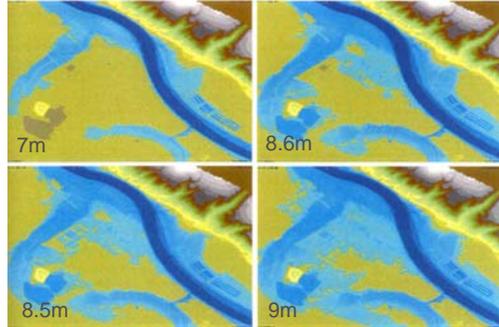
Entwicklung eines Entscheidungshilfesystem zur Verteidigung von Flussdeichen

(F. GRAU)



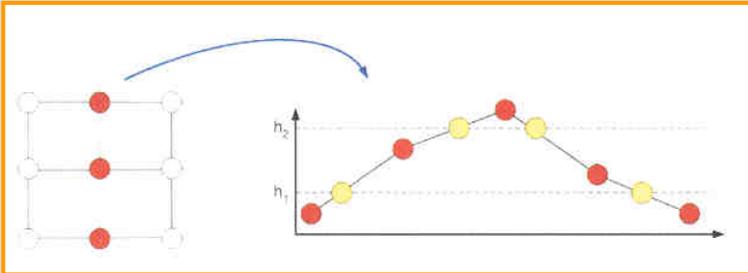
Topographische Karte von Laubegast (Dresden)

Elbpegel in Laubegast

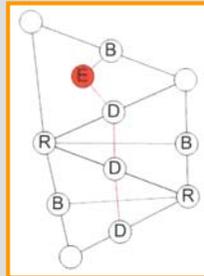


Die zweite Arbeit entstand in der Folge des Elbhochwassers 2001. Hier ging es darum, die im Gebiet Dresden über einem 5x5-Meter-Raster abrufbaren Geländedaten so auszuwerten, dass vor Ort Entscheidungen über den Bau von Notdeichen oder die Evakuierung von Gebieten getroffen werden können. Im wesentlichen geht es dabei um Volumsbestimmungen, Schätzungen der bei Deichbruch überströmenden Wassermenge, Berechnung der Füllzeiten gefluteter Becken und Senken. Es hat sich dabei gezeigt, dass die elementarmathematischen Probleme, wie die Bestimmung des Inhaltes eines schräg geschnittenen Dreikantprismas, größte Schwierigkeiten bereiteten und dass geometrische Strategien zur Bestimmung der Fallrichtungen nicht eigenständig entwickelt werden konnten.

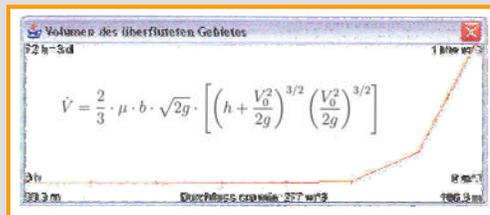
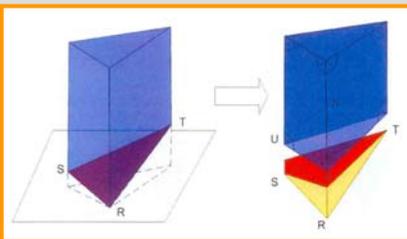
Isohypsen



Fall-Linien

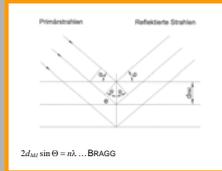
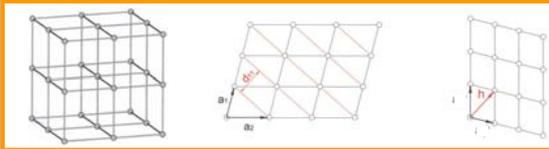


Wasservolumen



Eigenspannungsanalyse an kristallartigen Werkstoffen

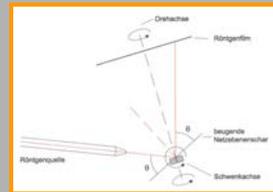
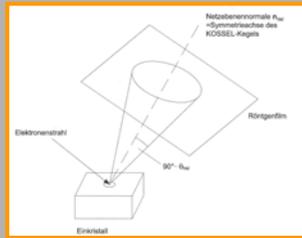
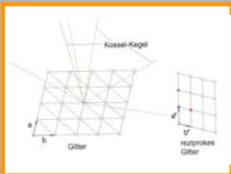
(St. WEGE)



KOSSEL-Kegel

KOSSEL-Verfahren

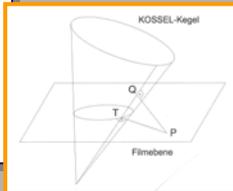
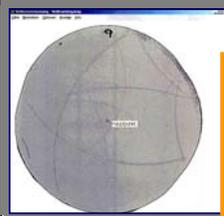
RDS-Verfahren



Wolframkristall: KOSSEL-Bild

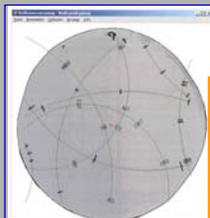
Hauptpunktbestimmung

Grauwertanalyse

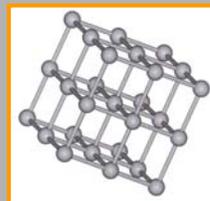


RDS-Aufnahme mit simulierten Reflexen

Lage des Gitters (Kreuzriss in xz-Ebene)



Simulierte Kegel



Die dritte hier vorgestellte Diplomarbeit betrifft ein Thema aus dem Gebiet der Werkstoffprüfung. Hier wird ein um eine Achse rotierender, kristalliner Werkstoff mit Laser- oder Röntgen-Strahlen bestrahlt. Dabei tritt bei gewissen Einfallswinkeln an den Gitterebenen des Kristalls Totalreflexion auf. Die reflektierenden Strahlen erfüllen dann einen Drehkegel, dessen „Spur“ in einer Filmebene aufgefangen wird. Eine Analyse des Musters der Spurkegelschnitte in der Filmebene erlaubt Rückschlüsse auf die Lage der Gitterebenen des Kristalls. Insbesondere kann damit im Vergleich mit unbelastetem Standardmaterial Materialstress und -verformung berechnet werden. Den Werkstoff-Fachleuten waren dabei die durchaus elementaren geometrischen Lagebeziehungen der Kegelschnitte der in Rede stehenden Schar von Drehkegeln mit gemeinsamer Spitze nicht geläufig. Genau diese Lagebeziehungen aber bedingten die starke Genauigkeitsverbesserung der Werkstoffdiagnostik. Die vom geometrischen (nicht aber vom mathematischen) Standpunkt elementare Diplomarbeit weckte in Fachkreisen sogar Aufsehen!

Nahpunkt / Einzelpunktverfahren

Ergebnisse

Dehnungs- u. Spannungstensor, Orientierungsmatrix

$$G_0 = \begin{pmatrix} |a_0|^2 & |a_0| |b_0| \cos \angle(a_0, b_0) & |a_0| |c_0| \cos \angle(a_0, c_0) \\ |a_0| |b_0| \cos \angle(a_0, b_0) & |b_0|^2 & |b_0| |c_0| \cos \angle(b, c_0) \\ |a_0| |c_0| \cos \angle(a_0, c_0) & |b_0| |c_0| \cos \angle(b_0, c_0) & |c_0|^2 \end{pmatrix}$$

$$G_0 = A_0^T A_0 \rightarrow A_0 \quad (\text{CHOLESKY-Faktorisierung})$$

$$F = A (A_0)^{-1}$$

$$V_k = \sqrt{F^T F} \quad (\text{Verzerrungstensor im Kristallkoordinatensystem})$$

$$Q = FV_k^{-1}$$

$$\epsilon_k = V_k - E$$

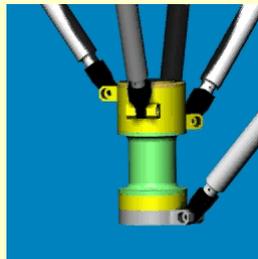
$$\sigma_k = C \epsilon_k$$

$$\sigma_p = Q \epsilon_k Q^T$$

$$\epsilon_p = Q \epsilon_k Q^T$$

Kinematik des Pentapoden METROM P800M

(M. FISCHER)



Die letzte hier besprochene Diplomarbeit betrifft die Diskussion eines Parallel-Roboters, bei dem eine Spindel an 5 langenverstellbaren Beinen befestigt ist. Die in Zusammenarbeit mit Ingenieuren eines Fraunhofer-Institutes erstellte Arbeit ist sehr fehlerhaft. Es werden über die Funktionsweise Schlüsse gezogen, die der elementaren Anschauung sowohl, als auch der tatsächlichen Funktionsweise widersprechen. Der weit verbreitete Mangel an „geometrisch-technischem Gefühl“ bei unseren Mathematikstudenten ist offenbar eine direkte Folge der nicht unmittelbar auf die Bearbeitung von Praxisproblemen gerichteten Ausbildung. Hier ist eine Erneuerung im Sinne des „Problem Oriented Learning (POL)“ rasch und dringend vonnotigen, sollte diese Art von Ignoranz in einigen Jahren nicht auch die Auszubildenden mit betreffen.

Von geometrischer Ignoranz zu allgemeiner Ingnoranz

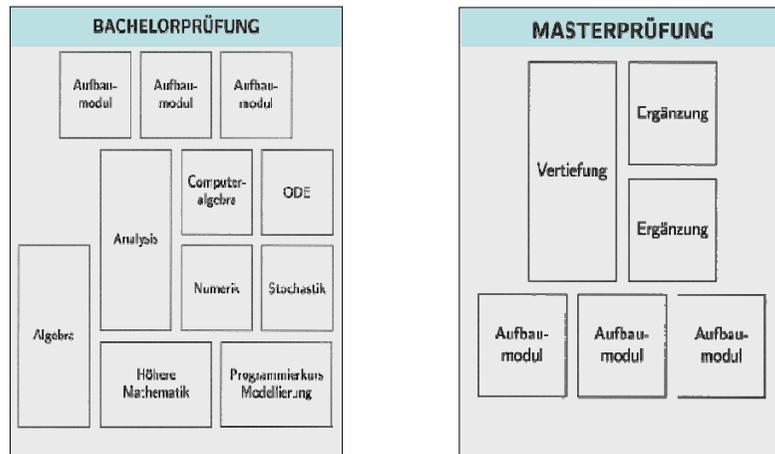
- ▶ **etablierte Verfahren verhindern Verbesserungen**
- ▶ **falsche Überlegungen werden durch Approximationsverfahren verbessert**
- ▶ **e-learning auf falscher Grundlage**

9.

Zusammenfassend kann bemerkt werden, dass etablierte – und daher auch meist patentierte – Verfahren nicht leicht zu verbessern sind. Geometrisches Wissen ist in diesem Zusammenhang zwar oft essentiell, aber eben nicht neu und schon aus diesem Grund gar nicht patentwürdig. Firmen geben aber ihren patentrechtlichen Schutz nur ungern auf. Geometrie (und Mathematik) ist Freeware, kostet daher zwar nichts direkt, außer eben den patentrechtlichen Schutz. Daher werden Firmen ihre Verfahren höchstens modifizieren und selbst geometrisch falsche Überlegungen lieber mit Approximationsalgorithmen in die Nähe der Lösung bringen, als grundlegende Änderungen vornehmen.

Im Ausbildungskanon für Mathematiker (nicht nur) in Dresden wird trotz vorgeschriebener Industriepraktika viel zu wenig Bezug zur Wirklichkeit genommen. Für einen solchen Transfer zur echten Anwendung wäre die Geometrie ein notwendiges und brauchbares Bindeglied und müsste schon aus diesem Grund eine Verankerung in den Studienplänen für Mathematik haben. Geometer verfügen häufig über unterschiedliche konkrete Modelle für ein und dieselbe mathematische Struktur und können mittels „Übertragungsprinzipien“ zwischen diesen Modellen wechseln. Sie sind daher gewöhnt, die Auswirkungen einer Operation, eines Schlusses an mehreren Schauplätzen „parallel“ zu studieren. Es scheint so, dass der „klassische“ Geometer deshalb über Strategien zur eher ganzheitlichen Erfassung eines Problems verfügt, (eine Eigenschaft, die zumindest für den Autor dieses Berichts die Schwäche mit sich bringt, vernetzt erlebte Sachverhalte in eine serielle Anordnung zu bringen, wie sie für eine konzise Fassung eines mathematischen Textes Grundvoraussetzung ist).

Neuordnung der Mathematik-Studienpläne, Universität Mainz



DMV-Mitteilungen 13-2/2005

10.

Die bisher auf dem Markt befindlichen e-learning Pakete können möglicherweise als Begleitmaterial zu klassisch gehaltenen Lehrveranstaltungen nützlich sein. Zum Selbststudium sind sie (noch) nicht tauglich, obwohl dies die Intention solcher e-Kurse (und vor allem ihrer Geldgeber!) ist. In einem Bildungsraum, der noch über ausreichend ausgebildete Lehrer verfügt, sollte man sich der aus solchen e-Kursen drohenden Gefahr der Beschränkung der Lehrvielfalt und Einführung einer einheitlichen Grundausbildung geschlossen widersetzen. In Ländern mit hoher Geburtenrate hinkt der Ausbau des Schulsystems, insbesondere die Zahl der ausgebildeten Lehrer, hinter der anwachsenden Schülerzahl hinterher. Hier sind solche e-Bildungsmöglichkeiten, vorausgesetzt es gibt die entsprechende Hardware, möglicherweise tatsächlich eine große Hilfe in der Bildungsnot.

Für den europäischen Bildungsraum ist eine solche Not nicht unmittelbar zu sehen. Wohl könnten, wie in 1. vorgestellt, Mängel durch eine Bildungspolitik erzeugt werden, die keine Rücksicht auf das Bildungsgeschehen selbst und dessen Traditionen nimmt, sondern sich einzig von kommerziellen Gesichtspunkten leiten lässt. Die de facto Auslagerung von Lehre in Form von Lehraufträgen an aus Altersgründen aus dem aktiven Dienst ausgeschiedenen Universitätsangehörigen ist ein Schritt in den

künstlich erzeugten Mangel. Dass dabei vor allem Grundvorlesungen betroffen sind, also die Ausbildung zum Bachelor, wird auch für die Master-Studiengänge Folgen haben. Den Stellenwert der universitären Lehre dokumentiert nichts besser, als die dafür gewährte Entlohnung von 15,32 EUR pro gehaltener Unterrichtsstunde. Dennoch treiben die Universitätsleitungen mit den Lehrkräften ein Spiel aus Angstmache und Konkurrenzkampf. Lieber möchte man noch beim Gestalten der zukünftigen Lehrpläne für Bachelor und Master aktiv mitarbeiten, als später fertige Konzepte übernehmen zu müssen. Deshalb die überstürzte Eile, und mit der bei der Erstellung dieser Studienpläne aufgrund lokaler personeller Gegebenheiten ohne Rücksicht auf Sachdienlichkeit vorgeprescht wird. So wurde im Februar diesen Jahres in den Mitteilungen der Deutschen Mathematiker Vereinigung bereits der Mathematik-Studienplan für Bachelor und Master-Studien der Universität Mainz als Vorbild für alle abgedruckt. Der sonst mathematik-typische Gegenstand „Lineare Algebra und Analytische Geometrie“ kommt hier nicht explizit vor. Geometrie fehlt völlig, wenn unter ‚Aufbaumodul‘ etwas verstanden wird, das auf bereits Gelehrtes (und hoffentlich Gelerntes) aufbaut. Die weitere Ausbildung könnte höchstens unter ‚Ergänzungen‘ oder ‚Vertiefung‘ noch Geometrisches versteckt halten. Die Bezeichnungen sprechen aber dagegen, da ergänzt oder vertieft nur etwas schon als Teil Vorhandenes werden kann. Mainz hat jetzt schon (mangels dafür kompetentem Lehrpersonal) keine Geometrie, will sie auch in Zukunft nicht haben. Dies wäre an sich nicht diskussionswürdig. Kritisch wird es, wenn dieser Studienplan für alle anderen Universitäten aus politisch missverstandener Gleichmacherei zum nachahmenswerten Vorbild erhoben wird!

Schon jetzt steigt durch den Mangel an Geometriekenntnissen, wie an Hand der Diplomarbeitenbeispiele zu zeigen versucht wurde, die allgemeine Ignoranz.

Die oben angeführten Zeilen betreffen Deutschland, und sie betreffen ‚nur‘ die Universitäten. Dennoch muss es auch für österreichische Lehrer von Interesse sein zu erfahren, wie anderswo Bildungspolitik betrieben wird. Dies nicht zuletzt, um hier den Anfängen zu wehren und sich geeignet zu solidarisieren. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dass der ADG sehr wohl fachpolitischen Einfluss hat, dass es sich lohnt, in der Sache zusammenzustehen und da und dort Überzeugungsarbeit für den Erhalt einer Geometrieausbildung in allen Bildungsebenen zu leisten. Mit der Gründung der Deutschen Gesellschaft für Geometrie und Grafik DGFGG wird versucht, ein Weiterbildungssystem und eine Art Standesvertretung nach österreichischem Muster auch in Deutschland zu etablieren. Dabei ist auch die wechselseitige Anerkennung von Mitgliedschaften im ADG und in der DGfGG angestrebt.

Wünsche an Darstellende Geometrie Lehrende



- *e-teaching-Experten auf die Finger schauen !*
- *POL (problem oriented learning) forcieren !*
- *Eigene Prägungszöpfe abschneiden !*
- *Für Wissenschaftlichkeit und Weiterbildung sorgen !*
- *Öffentlich kompetent wirken !*
- *Sich gemeinsam engagieren – im ADG und in der DGfGG !*

Danke !

Die letzte Folie gibt noch einmal einen Überblick über die im Rahmen dieses Vortrages angesprochenen Themen.