

Erfolgreiche Unterrichtsentwürfe

Mathematik Band 1

Hrsg. Manfred Engel

Mit einem Grußwort von Prof. Dr. Werner Blum

Arbeitsmaterialien auf CD-Rom

Inhalt

Vorwort des Herausgebers	7
Grußwort	9

Einleitung

Langfristiger Kompetenzaufbau im Mathematikunterricht	11
Kompetenzorientierung: eine kleine Einordnung für das unterrichtliche Geschehen	25

Unterrichtsentwürfe

Farben in einer Tüte Bonbons	Elementare Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen	34
Schweinchen würfeln	Ein dreistufiges Zufallsexperiment	42
„Mensch ärgere Dich nicht“	Dreistufiger Zufallsversuch	52
Das Panzerknacker-Problem	Ein mehrstufiges Zufallsexperiment	62
Das Glücksschweinchen Felix	Monte-Carlo-Methode	69
Ausflug mit einem Mietwagen	Terme und Gleichungen	74
Bestimmung der Fläche einer Insel	Krummlinig umrandete Flächen	81
Ab mit den Ecken!	Winkelsumme im Dreieck	91
Eine computergestützte Entdeckung	Satz des Pythagoras	101
Unsere Klasse plant einen Ausflug	Zuordnungen, Kostenberechnungen	108
Die Renovierung eines Zimmers	Flächeninhalt und Umfang von Rechtecken und Quadraten	113
Vertragshandy oder Kartenhandy?	Lineare Funktionen	119
Brennende Kerzen	Graphische Darstellung von Messwerten und deren Auswertung	128
Sparformen in der Zinsrechnung	Zinsrechnung	136

Prozente, auch in unserem Sportunterricht?	Prozentrechnung	144
Geblitzt?	Von der mittleren zur lokalen Änderungsrate	150
Ein oben offener Karton	Extremalproblem mit Analysis	160
Bootsbau und Mathematik	Parameteraufgabe mit Stützstellen	169
Befinden sich zwei Flugzeuge auf Kollisionskurs?	Geraden im Raum (vektoriell)	177
Mit einer Spidercam über dem Fussballfeld	Ebenen und Geraden	184
Von Katzenaugen und Rückstrahlern	Ein besonderer Geradenverlauf (Retroreflexion)	191

Anhang

Mögliche Gliederung für eine Unterrichtsreflexion	201
Ein kleiner Blick auf gängige Methoden	204
Literaturverzeichnis	219

Vorwort des Herausgebers

Das Kernziel von Unterrichtsentwürfen ist es, unsere Schülerinnen und Schüler einen kognitiv anregenden und motivierenden Unterricht in angenehmer Lernatmosphäre erleben zu lassen. Aus verschiedenen Blickwinkeln geplante Unterrichtsarrangements ermöglichen neben inhaltlichen Lernzuwächsen eine nachhaltige Ausprägung eines vielschichtigen Kompetenzprofils, das nur in einem langfristigen Prozess aufgebaut werden kann. Dabei geht es auch um die Grundlegung einer methodischen Handlungsvielfalt bei den Lernenden selbst. Der bewusste Einbau von Elementen aus dem Bereich sozialer Kompetenzen stärkt eigenverantwortliches Handeln für den eigenen Lernprozess, der in vielfältige Gruppenprozesse der gesamten Lerngruppe eingebunden ist.

Der vorliegende Band besteht aus Unterrichtsentwürfen, die neben einem innermathematischen Fortschritt auch den langfristigen Aufbau eines vielschichtigen Kompetenzprofils bei den Schülerinnen und Schülern ansteuern. Auswahlkriterium für die weitgehend unverändert übernommenen Entwürfe ist die Tatsache, dass sie im Rahmen von Unterrichtsbesuchen zu höchst erfolgreichen Stunden geführt haben. Es wurde bewusst darauf verzichtet, die Terminologie zu vereinheitlichen. Es hat z.B. keine wesentliche Bedeutung, ob man von Verlaufsplan oder Ablaufskizze, von Rahmenbedingungen oder Bedingungsfeldern spricht. Streng gesehen ist es wohl schon ein Unterschied, ob man von einer Lerngruppenbeschreibung oder einer Lerngruppenanalyse spricht. Wohnt aber beiden der Geist inne, aus ihnen auf die Lerngruppe bezogene Planungsentscheidungen abzuleiten, dann ist eine Begriffsabgrenzung eher eine akademische Übung als eine praxisrelevante Notwendigkeit. Gut verlaufene Unterrichtsstunden untermauern dies.

Alle Entwürfe sind kompetenzorientiert formuliert, sie tragen somit der heutigen allgemein- und fachdidaktischen Diskussion Rechnung. Es ist mir an dieser Stelle aber auch ein Anliegen, deutlich zu sagen, dass auch schon früher über die Verbindung fachlicher Lernziele mit allgemeinen und prozessbezogenen Lernzielen vielerorts ein ergiebiger Unterricht stattgefunden hat. Dieser beschränkte sich auch keineswegs auf den alleinigen fachbezogenen Inhaltszuwachs, vielmehr hatten auch hier schon engagierte Lehrerinnen und Lehrer eine breite Entfaltung ihrer Schülerinnen und Schüler im Blick.

An dieser Stelle wird auch nicht verschwiegen, dass ausführliche Unterrichtsentwürfe wie in der hier vorliegenden Form ihren Stellenwert vor allem in der zweiten Ausbildungsphase, dem Referendariat, haben und im späteren Alltagshandeln weitgehend verschwinden. Mit ihnen wird aber ein Grundstein dafür gelegt, in der Eingangsphase eines jahrzehntelangen Berufslebens erfolgreich zu unterrichten und „ihren Geist“ immer wieder gewinnbringend für alle Beteiligten einzubringen.

Eine Zuordnung der einzelnen Entwürfe zu Jahrgangsstufen ist nicht immer eindeutig möglich. Im Rahmen der föderalen Struktur und in einzelnen Bundesländern politisch gewollter individueller schulischer Entwicklungen muss die didaktische Verortung vor Ort geschehen. Dabei ist zu bedenken, dass nicht allein die Inhalte, sondern auch die Kompetenzen verortet werden müssen.

Die zahlreichen farbigen Abbildungen senden Grundbotschaften, regen zum Lesen der Entwürfe an und lenken den Blick auf eine reichhaltige Sammlung von Arbeitsblättern, Hilfe- und Jokerkarten auf der CD. Hier befindet sich auch ein zehnminütiger Ausschnitt einer ZDF-Dokumentation vom 24. März 2002. Sie zeigt einen auf Handlungsorientierung ausgerichteten Mathematikunterricht in einer 10. Klasse.

An dieser Stelle richte ich meinen Dank an:

das Autorenteam der Entwürfe,

Alexander Arnecke
Matthias Block
Carolin Boulnois
Christian Dockhorn
Nadine Heine
Karin Helle
Ramona Helmig
Carsten Henkel
Karin Herr
Axel Inacker
Benjamin Jeske
Michael Koslowski
Kristin Kromrei
Kathrin Melsheimer
Daniela Müller
Dr. Wolfgang Neß
Imke Roggemann
Eveline Stöber
Jörg Steiper
Esta Wendelborn

den Autor des Grußwortes,

Prof. Dr. Werner Blum,
er bereitete vor über drei Jahrzehnten bei mir den Nährboden für einen solchen Mathematikunterricht.

die Autorin des Basisartikels zur Kompetenzorientierung im Mathematikunterricht,
Christiane Besser,

die Autorin der kleinen Methodenübersicht,
Claudia Bohn.

Mein besonderer Dank gilt Reimar Sillmann und Peter Blaurock vom Freiburger Verlag für die verlagstechnische Umsetzung dieser Buchidee in einer stets vertrauensvollen Zusammenarbeit.

Manfred Engel

Christian Dockhorn

Realitätsbezug
Analytische Geometrie

Lösungen beurteilen

Befinden sich zwei Flugzeuge auf Kollisionskurs?

Geraden im Raum (vektoriell)

In dieser Stunde sollen die Schüler aufgrund vorgegebener Koordinaten beurteilen, ob für zwei Flugzeuge die Gefahr einer Kollision besteht. Hierzu sollen die Schüler Methoden aus der Analytischen Geometrie anwenden, die sie im Mathematikunterricht der Sekundarstufe II kennen gelernt haben. Darüber hinaus sollen sich die Schüler mit anderen vorgegebenen Lösungen desselben Problems beschäftigen, um diese hinsichtlich ihrer Richtigkeit beurteilen zu können.

1. Zur Lerngruppe und Rahmenbedingungen

Der Grundkurs im Fach Mathematik der Jahrgangsstufe 12 besteht aus 23 Schülern. Das Leistungsvermögen der Lerngruppe ist insgesamt als hoch anzusiedeln. Diese von mir im Unterricht gewonnene Einschätzung wurde durch das gute Ergebnis des Kurses bei einer Vergleichsarbeit unter den insgesamt vier Grundkursen im Fach Mathematik bestätigt, bei der dieser Kurs am besten abgeschnitten hat.



Zu Beginn des Halbjahres wurde von allen Schülern des Kurses der Taschenrechner CASIO fx-991 ES angeschafft. Dieses Modell gehört in Bezug auf die Klassifizierung im Landesabitur zur Kategorie der so genannten „wissenschaftlichen Rechner“, hat allerdings viele Funktionen, die über das Maß dessen hinausgehen, was die Schüler von denjenigen wissenschaftlichen Rechnern kennen, mit denen sie in der Sekundarstufe I gearbeitet haben. Die Anschaffung dieses Geräts hat für den Mathematikunterricht in dieser Lerngruppe erhebliche Konsequenzen: Teilweise zeitaufwändige – jedoch didaktisch wenig ergiebige – Arbeitsprozesse können von den Schülern an das Gerät delegiert werden. In Bezug auf das Thema der laufenden Unterrichtseinheit und der heutigen Stunde macht sich dies vor allem darin bemerkbar, dass die Schüler die Lösung spezieller Linearer Gleichungssysteme – genauer: eindeutig lösbarer Linearer Gleichungssysteme mit zwei Gleichungen in zwei Variablen und mit drei Gleichungen in drei Variablen – vom Taschenrechner vornehmen lassen können. Die Schüler sind den Einsatz des Rechners in dieser Hinsicht gewohnt und schätzen die genannten speziellen Rechnerfunktionen. Im Unterricht wird so an geeigneten Stellen Zeit eingespart, um vor allem Anwendungszusammenhänge zu behandeln und den Unterricht problemorientierter zu gestalten. In den Vordergrund des Unter-

richts rückt somit nicht mehr die bloße Durchführung rechnerischer Verfahren, sondern deren verständige Anwendung.

Das Lösen von Problemen kann somit häufig Unterrichtsgegenstand sein. Auch in der heutigen Stunde ist ein realitätsbezogenes Problem zentraler Unterrichtsinhalt. Die Schüler sind gewohnt, sich mit Problemen selbstständig und in Gruppen auseinander zu setzen. Die Ergebnisse von Problemlöseprozessen in Gruppenarbeitsphasen sind in der Regel verwertbar und gut aufzugreifen.

Das zweite Halbjahr des laufenden Schuljahres ist durch den frühen Ferienbeginn relativ kurz. Hinzu kommt, dass in den letzten beiden Unterrichtswochen des Halbjahres kein Mathematikunterricht in der Lerngruppe stattfinden kann, da in diesem Zeitraum die Kursfahrten der Jahrgangsstufe 12 und eine Klassenfahrt meinerseits mit meiner Klasse 7A nach Sylt stattfinden. Aus diesem Grund hatte ich mich dazu entschlossen, mit dem Stoff des zweiten Halbjahres bereits nach den Weihnachtsferien zu beginnen, um zeitliche Engpässe am Ende des Schuljahres zu vermeiden. So erklärt es sich, dass wir mit den Inhalten der Analytischen Geometrie bereits weiter fortgeschritten sind, als es das Datum erwarten lässt.

Gemäß einer Befragung am Ende des ersten Kurshalbjahres will etwa die Hälfte der Schüler des Kurses im Fach Mathematik eine schriftliche Abiturprüfung ablegen, so dass viele Schüler ein Interesse daran haben, sich mit der formal korrekten Verschriftlichung mathematischer Inhalte zu befassen.

2 Zur Einordnung der Stunde und der Unterrichtseinheit in den bisherigen und zukünftigen Unterrichtsverlauf

Der Lehrplan Mathematik²⁰⁹ sieht für das zweite Kurshalbjahr der Jahrgangsstufe 12 das Thema „Lineare Algebra / Analytische Geometrie“ vor. Zentral zur Bearbeitung der Inhalte dieses Themas ist der verständige Umgang mit Vektoren zur Beschreibung geometrischer Objekte – insbesondere in Realitätskontexten. So wurden im Unterricht Vektoren eingeführt, indem eine Klasse von Pfeilen gleicher Länge und Richtung zu einer Pfeilklassse zusammengefasst wurde. Die Schüler haben gelernt, wie man mit Vektoren rechnet. Hier sind im Kontext der heutigen Stunde vor allem die Addition zweier Vektoren und die Multiplikation eines Vektors mit einer Zahl zu nennen. Außerdem wurde erarbeitet, was man unter einer Linearkombination von Vektoren versteht und was es bedeutet, wenn zwei Vektoren kollinear sind. Bei der Erarbeitung all dieser Verfahren und Begriffe wurde neben der rechnerischen Behandlung auf Visualisierung Wert gelegt. Die Schüler haben darüber hinaus die Eigenschaften Lineare Abhängigkeit bzw. Lineare Unabhängigkeit kennen gelernt. In diesem Kontext haben die Schüler erstmals erfahren, wie Vektorrechnung gewinnbringend eingesetzt werden kann, um Probleme aus dem Bereich der Navigation zu lösen.

In den beiden vergangenen Doppelstunden haben sich die Schüler mit Parameterdarstellungen von Geraden beschäftigt. Dieser zentrale Kursinhalt wurde den Schülern zunächst in der zwei-

²⁰⁹ vgl. HESSISCHES KULTUSMINISTERIUM. Lehrplan Mathematik - gymnasialer Bildungsgang [2003], S. 55 ff.

dimensionalen Ebene nähergebracht. Dies bietet den Vorteil, dass hier schwierige Zusammenhänge besser visualisiert werden können als im dreidimensionalen Raum. Es wurde besprochen, wie aus zwei gegebenen Punkten eine Geradengleichung in Parameterform aufgestellt werden kann, wie überprüft wird, ob ein gegebener Punkt auf einer Geraden liegt (die so genannte Punktprobe) und ob und gegebenenfalls in welchem Punkt sich zwei gegebene Geraden schneiden. Letzteres müssen die Schüler auch in der heutigen Stunde erarbeiten, allerdings erstmals für Geraden im Raum. Dies ist nicht nur als bloße Analogie zum Arbeiten in der zweidimensionalen Ebene zu sehen. Schnittprobleme von Geraden im Raum beinhalten dadurch, dass ein Lineares Gleichungssystem von drei Gleichungen in zwei Variablen zu lösen ist, eine qualitativ höhere Anforderung an die Schüler. Hinzu kommt, dass zwei Geraden im Dreidimensionalen windschief zueinander verlaufen können. Das bedeutet, dass sie keinen Schnittpunkt aufweisen, obwohl sie nicht zueinander parallel sind. Dieser Fall hat kein Analogon beim Schnitt von Geraden im Zweidimensionalen.

Die heutige Stunde stellt den Einstieg in die Analytische Geometrie des Raumes dar. Die Systematisierung der Erkenntnisse dieser Einstiegsphase mündet in einer der Folgestunden in einem Verfahren zur systematischen Untersuchung der Lagebeziehung zweier gegebener Geraden im Raum.

3 Didaktische Überlegungen

Der Inhalt „Lagebeziehung von Geraden im Raum“ soll in diesem Kurs nicht rein innermathematisch behandelt werden. Die Vorzüge von realitätsbezogenem Mathematikunterricht sind in der Literatur an vielen Stellen ausgeführt²¹⁰ und sollen hier nicht aufgelistet werden. Zusätzlich zu den in der Literatur genannten Aspekten gilt es zu bedenken, dass realitätsorientierte Aufgaben Gegenstand des Landesabiturs im Fach Mathematik sein werden. Sie sind es bereits in der ersten Landesabiturkampagne 2007 gewesen und es existieren mehrere Aussagen von Mitgliedern der Aufgabenkommission für Mathematik, dass der Stellenwert derartiger Fragestellungen in folgenden Abiturkampagnen steigen wird. So dient die Behandlung realitätsbezogener Aufgaben nicht zuletzt der Prüfungsvorbereitung.

Ich habe mich dazu entschieden, einen Realitätsbezug zur Flugsicherung herzustellen, nämlich in Form der Fragestellung, ob sich zwei Flugzeuge, von denen jeweils die Positionen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten bekannt sind, auf Kollisionskurs befinden oder nicht. Eine komplett ausgearbeitete Unterrichtseinheit zum Thema „Parameterdarstellungen von Geraden und Ebenen“ unter dem Aspekt der Flugsicherung findet man in der Literatur ausgearbeitet.²¹¹ An anderer Stelle wird jedoch darauf hingewiesen, dass das Thema Flugsicherung nicht nur zur problemorientierten Durchführung einer ganzen Unterrichtseinheit dienen, sondern – je nach Fähigkeiten und Bedürfnissen der Lerngruppe – auch für realitätsbezogene Einschübe herangezogen werden kann.²¹²

210 vgl. beispielsweise BLUM, W. Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht. In: Trends und Perspektiven [1996]

211 vgl. HENN, H.-W.; MAASS, K. Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht [2003], S. 178-202

212 vgl. KLIKA, M.; TIETZE, U.-P., et al. Didaktik der Analytischen Geometrie und Linearen Algebra [2000], S. 169 f.

Im Tower werden von den Fluglotsen über Radar folgende Positionskordinaten erhoben.

Situation 1:

Flugzeug A:

12:34 Uhr $(-30 \mid 80 \mid 100)$

12:35 Uhr $(-10 \mid 50 \mid 110)$

Flugzeug B:

12:34 Uhr $(414 \mid -238,2 \mid 85,2)$

12:35 Uhr $(374 \mid -225,2 \mid 97,2)$

Situation 2:

Flugzeug C:

17:54 Uhr $(-30 \mid 80 \mid 100)$

17:55 Uhr $(-10 \mid 50 \mid 110)$

Flugzeug D:

17:54 Uhr $(-12 \mid 46 \mid 234)$

17:55 Uhr $(4,4 \mid 22,8 \mid 212)$

Müssen die Fluglotsen eingreifen?

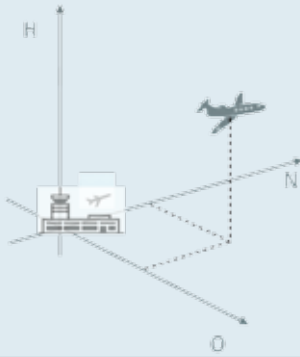


Abbildung 44: Material 2

Ich habe mich dafür entschieden, den zuletzt genannten Weg zu gehen, da ich befürchte, dass eine kontinuierliche und langanhaltende Behandlung nur eines Realitätskontextes einerseits zu Abnutzungserscheinungen und somit Motivationsschwierigkeiten bei den Schülern führen könnte. Außerdem würde die Behandlung nur eines Realitätskontextes möglicherweise zu einem eingengten Bild von Mathematik führen, da der Tatsache, dass die Analytische Geometrie vielerlei Realitätsbezüge zulässt, im Unterricht nicht Rechnung getragen werden würde.

4 Methodische Überlegungen

Zentraler Unterrichtsgegenstand der heutigen Stunde sind zwei Situationen aus der Flugsicherung, bei denen es aufgrund vorliegender Positionskordinaten von Flugzeugen jeweils zu beurteilen gilt, ob Kollisionsgefahr besteht. Diese Situationen sollen von den Schülern in einer ersten Erarbeitungsphase beurteilt werden. Die Schüler sollen hier in Gruppe zusammen arbeiten, um sich bei diesem neuartigen geometrischen Problem gegenseitig unterstützen zu können. Es folgt ein Schülervortrag über die Beurteilung der Situationen. Gegebenenfalls kann auf die Besprechung der zweiten Situation aus Zeitgründen zunächst verzichtet werden. Diese muss dann in einer der kommenden Stunden nachgeholt werden. Die Problemlösung soll an die Tafel geschrieben werden. Hier können eventuell auftretenden Fehler (auch formaler Art) am einfachsten mit der Lerngruppe diskutiert und korrigiert werden. Sollte es zur Besprechung der zweiten Situation schon in dieser Stunde kommen, ist es möglich, zunächst den vertikalen

Höhenunterschied der Flugzeuge am Punkt ihres minimalen Abstandes zu bestimmen. Die folgenden Überlegungen würden dann Gegenstand der kommenden Stunde sein.

Wie beurteilst du diese Lösung?

1) Fluglotse Alfons beurteilt Situation 1 so:

Flugzeug A bewegt sich auf der Geraden

$$g_A: \vec{x} = \begin{pmatrix} -30 \\ 80 \\ 100 \end{pmatrix} + s \begin{pmatrix} 20 \\ -30 \\ 10 \end{pmatrix}$$

Flugzeug B bewegt sich auf der Geraden

$$g_B: \vec{x} = \begin{pmatrix} 414 \\ -238,2 \\ 85,2 \end{pmatrix} + s \begin{pmatrix} 40 \\ -13 \\ -12 \end{pmatrix}$$

Untersucht man die Geraden auf einen Schnittpunkt, so

entsteht das LGS $\begin{cases} -30 + 20s = 414 + 40t \\ 80 - 30s = -238,2 - 13t \\ 100 + 10s = 85,2 - 12t \end{cases}$, das

ich in $\begin{cases} 20s - 40t = 444 \\ -30s + 13t = -318 \\ 10s + 12t = -14,8 \end{cases}$ umformen kann.

Für das Gleichungssystem $\begin{cases} 20s - 40t = 444 \\ -30s + 13t = -318,2 \end{cases}$

liefert mein Rechner die Lösung $s = 7,4$ und $t = -7,4$. Diese beiden Lösungen sind unterschiedlich. Es kann also keine Kollision stattfinden und die Flugsicherung muss nicht eingreifen.

Die Lösung des Problems erfordert es, dass Rechenverfahren unter dem Einsatz des erwähnten Taschenrechners stets verständlich vor dem Hintergrund des realitätsbezogenen Kontextes durchgeführt werden. Dies ist für die Schüler eine anspruchsvolle Tätigkeit, die ein tiefes Verständnis der mathematischen Inhalte und Rechenverfahren voraussetzt. Dieses Verständnis gilt es, an dieser Stelle aufzubauen bzw. zu vertiefen. Methodisch soll dies dadurch bewerkstelligt werden, dass den Schülern rechnerische Lösungen der von ihnen bearbeiteten Probleme vorgelegt werden, die zu falschen Ergebnissen führen.

Die Aufgabe für die Schüler besteht nun darin, die Fehler zu benennen und zu beschreiben, welche falschen Vorstellungen den gemachten Fehlern zugrunde liegen. Diese Arbeitsphase dient neben der Vertiefung bzw. des Aufbaus des Verständnisses der durchgeführten Rechnungen auch der Beschäftigung mit der

Abbildung 45: Beispiel Material 3

schriftlichen Dokumentation von Problemlösungen, wie sie von denjenigen, die sich in Mathematik einer schriftlichen Abiturprüfung unterziehen, verlangt wird. Zudem werden die Schüler dazu angehalten, sich aktiv mit für diese Art von Problemen typischen Fehlern auseinander zu setzen. Diese geistig aktive Form der Auseinandersetzung mit Fehlern wird in der neueren fachdidaktischen Literatur²¹³ aus lernpsychologischen Gründen gefordert, damit Schüler typische Fehlerquellen erkennen und in ähnlichen Situationen angemessen reagieren können. Die Bearbeitung der fehlerhaften Lösungen kann – sollte die Problemlösung längere Zeit in Anspruch nehmen – ganz oder teilweise von den Schülern zu Hause vorgenommen werden.

Ein abschließendes Arbeitsblatt beinhaltet vier Aufgaben, bei denen nach Schnittpunkten von gegebenen Geraden gesucht werden soll. Hier treten alle denkbaren Lagebeziehungen auf, so dass die gewonnenen Resultate als Ausgangspunkt der Erarbeitung eines Verfahrens zur systematischen Untersuchung zweier Geraden hinsichtlich ihrer Lagebeziehung benutzt werden können. Dies wird Gegenstand einer der kommenden Stunden sein.

213 vgl. LEUDERS, T. Mathematik-Didaktik [2005], S. 45f.

5 Kompetenzen

Das didaktische Zentrum der Unterrichtsstunde besteht darin, dass die Schüler eine Realsituation – in diesem Fall aus dem Bereich der Flugsicherheit – mit Hilfe erlernter Methoden der Vektorrechnung mathematisch modellieren um zu – im Kontext der realen Situation – relevanten Schlussfolgerungen zu kommen. Darüber hinaus sollen die Schüler andere fehlerhafte Lösungen der Problemstellung analysieren und beurteilen.

5.1 Sachkompetenz und Methodenkompetenz

Die Schüler sollen

- eine vorgegebene Problemstellung mathematisch lösen;
- ein in Bezug auf die Sachsituation geeignetes mathematisches Modell bilden können;
- mit Hilfe von Methoden der Analytischen Geometrie zu Schlussfolgerungen kommen, die vor dem Hintergrund der Realsituation relevant sind;
- andere Lösungen der Problemstellung verstehen und in Bezug auf ihre Korrektheit hin analysieren.

5.2 Soziale Kompetenz

In dieser Stunde erhalten die Schüler die Möglichkeit, durch Bearbeitung einer Fragestellung in Gruppenarbeit und die Präsentation der Ergebnisse ihre sozialen Kompetenzen, insbesondere ihre Kommunikations- und Kooperationsfähigkeiten, weiterzuentwickeln.

6 Geplanter Unterrichtsverlauf²¹⁴

Phase	Inhalt	Sozialform	Medien
Einstieg	Motivation (Material 1 auf OH-Folie) Austeilen der Problemstellung (Material 2)	UG	Folie, OHP
Erarbeitung 1	Problemlösung	GA	Arbeitsblatt, Hefte
Sicherung 1	Eine Gruppen präsentiert die Ergebnisse ihrer Arbeit	UG, SV	Tafel. Für Situation 2: Modellflugzeuge
Problema- tisierung	„Andere Fluglotsen kommen zu anderen Ergebnissen.“ Austeilen der fehlerhaften Lösungen (Material 3)	UG	AB
Vertiefung (evtl. HA)	Schüler bearbeiten die fehlerhaften Problemlösungen	EA	AB, Hefte
Sicherung 2	Die Fehler in den Lösungen werden benannt und beschrieben	UG	Folie, OHP
Hausaufgabe	Arbeitsblatt mit weiteren Problemen aus der Flugsicherung (Material 4)		AB

Weiteres Material auf CD-ROM unter dem Stichwort „Flugsicherung“

214 UG – Unterrichtsgespräch, GA – Gruppenarbeit, SV – Schülervortrag, EA – Einzelarbeit, OHP – Overheadprojektor, AB – Arbeitsblatt, HA – Hausaufgabe