



Integration von Schülerinnen und Schülern mit einer Sehschädigung an
Regelschulen

Didaktikpool

**„Unsichtbare Geometrie“. Aspekte zur Förderung der Vorstellung
von Flächeninhalten bei einem Kind mit Blindheit in einer fünften
Gymnasialklasse**

Hausarbeit zur zweiten Staatsprüfung
(Schleswig-Holstein)
von Ulrike Baasch
1998

Universität Dortmund
Fakultät Rehabilitationswissenschaften
Rehabilitation und Pädagogik bei Blindheit und Sehbehinderung
Projekt ISaR
44221 Dortmund

Tel.: 0231 / 755 5874
Fax: 0231 / 755 4558

E-mail: isar@uni-dortmund.de
Internet: <http://www.isar-projekt.de>





Hausarbeit
zur Zweiten Staatsprüfung
am IPTS- Landesseminar für Sonderpädagogik

Fachrichtung : Blindenpädagogik

**„Unsichtbare Geometrie“. Aspekte zur Förderung der
Vorstellung von Flächeninhalten bei einem Kind mit Blindheit in
einer fünften Gymnasialklasse.**

vorgelegt von :
Ulrike Baasch
Sonderschullehrerinnenanwärterin

Ammersbek, im September 1998



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG UND PROBLEMDARSTELLUNG	1
2. THEORETISCHE ÜBERLEGUNGEN	
2.1. Überlegungen zur Raumvorstellung bei Kindern mit Blindheit	3
2.1.1. Zur Entwicklung der Raumvorstellung	3
2.1.2. Die haptische Wahrnehmung	5
2.2. Flächeninhalte im Mathematikunterricht einer 5. Klasse	8
2.3. Integration bei Kindern mit Blindheit	9
2.3.1. Der basale Bildungsplan für sehgeschädigte Schülerinnen und Schüler	10
2.3.2. Der Nachteilsausgleich	11
2.4. Flächeninhalte als Lernfeld für ein Kind mit Blindheit in einer Integrationsklasse	12
2.4.1. Flächeninhalte für Blinde	13
2.4.2. Nebeneinander oder miteinander?	14
2.5. Konsequenzen für die Unterrichtsplanung	15
3. PRAKTISCHE UMSETZUNG	
3.1. Planung	17
3.1.1. Zusammensetzung der Lerngruppe	17
3.1.2. Lernausgangslage der Lerngruppe	19
3.1.3. Methodisches Vorgehen – Auswahl und Begründung	20
3.2. Durchführung – Darstellung ausgewählter Unterrichtsstunden	24
3.2.1. Vergleichen von Flächen durch Auslegen mit Quadraten	24
3.2.2. Inhalt und Umfang von aus Rechtecken zusammengesetzten Vielecken	29
3.2.3. Rechnen mit Flächeninhalten	33
4. ERGEBNISSE DER UNTERRICHTSEINHEIT	37
5. SCHLUSSBETRACHTUNG	40

LITERATURVERZEICHNIS

ANHANG



1. EINLEITUNG UND PROBLEMDARSTELLUNG

Zu Beginn meines zweiten Ausbildungsjahres im Rahmen meines Referendariats in Schleswig-Holstein wechselte ich an ein Gymnasium, an dem im fünften Schuljahr ein blinder Junge integrativ beschult wurde. Es war die erste Integrationsmaßnahme an dieser Schule, so dass auf alle Beteiligten viel Neues zukam. Ich begegnete hoch motivierten Lehrkräften, die sich erfinderisch zeigten bei der Bewältigung neuartiger Situationen. Ich vernahm auch Stöhnen über Mehrarbeit durch die aufwendige zusätzliche Medienerstellung und Frustrationen über unerwartete Schwierigkeiten, z.B. mit dem Computer. Der Fachlehrer für Mathematik wartete bereits auf mein Eintreffen. Er hatte das Thema Geometrie, das in diesem Schuljahr Bestandteil des Mathematikunterrichts sein sollte, bewusst auf die Zeit verschoben, in der er auf Verstärkung durch eine zweite Lehrkraft hoffen konnte. Es zeigte sich, dass das Mathematikbuch, das der Klasse vorlag, im Bereich Geometrie nicht in Punktschrift bzw. auf Diskette übertragen worden war. Vermutlich wäre der reine Text ohne die vielen Abbildungen ohnehin unverständlich gewesen. Es lagen somit keine erstellten Medien für das anstehende Unterrichtsthema vor.

Nach BESUDEN (1984, 64) dient die Geometrie der Schulung des logischen Sehens. Das erklärt vielleicht, warum Geometrie als Unterrichtsinhalt in der Regel überwiegend visuell ausgerichtet ist. Jedoch geht die Bedeutung der Geometrie über die visuellen Schwerpunkte hinaus. Schließlich besteht sowohl die natürliche als auch die künstliche Umwelt aus geometrischen Formen. Geometrie dient der Orientierung in der Umwelt und der Strukturierung von Situationen und Sachverhalten. Sie fördert das „Denken in Zusammenhängen“ (BESUDEN 1984, 64) und wird als Basis für andere Fächer wie Physik, Kunst, Biologie oder Chemie benötigt.

Da demnach die Notwendigkeit von Geometrie auch für ein Kind mit Blindheit nicht in Zweifel gezogen wird, stellt sich die Frage, wie ein üblicherweise visuell ausgerichteter Lerninhalt so aufbereitet werden kann, dass er für ein Kind mit Blindheit zugänglich ist. Daneben besteht in einer integrativen Maßnahme die Problematik, dass die sehenden Schüler einen anderen Zugang zum Lernstoff haben, als ein Kind mit Blindheit. Eine konkrete Unterrichtsgestaltung, die den Prozess des gemeinsamen Lernens ermöglicht, bezeichnet WALTHES (1998, 55) als die semantische Ebene innerhalb des Integrationsprozesses. Daher beschäftige ich mich im Rahmen dieser Arbeit mit der Aufbereitung des Themas



Flächeninhalte für ein Kind mit Blindheit unter der Berücksichtigung der Einbindung in eine fünfte Gymnasialklasse.

Im Theorieteil gehe ich zunächst auf die Entwicklung der Raumvorstellung ein. Die haptische Wahrnehmung erläutert die physischen und psychischen Aspekte der Tastwahrnehmung. Unter Einbeziehung des Lehrplans wird anschließend ein Ansatz für das Thema Flächeninhalte beschrieben. Es folgen grundlegende Überlegungen zur Integration bei Kindern mit Blindheit und zur Umsetzung bei dem Thema Flächeninhalte. Abschließend zeige ich die Konsequenzen auf, die sich aus den theoretischen Überlegungen für die Umsetzung der Unterrichtseinheit ergeben.

Der praktische Teil der Arbeit beginnt mit einer Beschreibung der Lerngruppe und deren Lernausgangslage. Daraus und aus den Vorüberlegungen des theoretischen Teils entwickeln sich die methodischen Aspekte, bei denen stets der blinde Schüler im Vordergrund steht. Ausgewählte Unterrichtsstunden sollen einen Einblick in die Realisierung der Unterrichtseinheit ermöglichen. Neben einer thematischen Einordnung der Stunden werden jeweils die Zielsetzungen und Intentionen beschrieben. Die Reflexion der Stunden schließt sich unmittelbar an die Darstellung des Unterrichtsverlaufs an.

Die Ergebnisse der Unterrichtseinheit werden Bezug nehmend auf die Planung und Durchführung untersucht. Hier werden Theorie und Praxis miteinander verknüpft und die anfangs aufgestellten Konsequenzen für die geplante Unterrichtseinheit aus der Retrospektive überprüft.

Ich verwende in dieser Arbeit aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit bei der Beschreibung einer Personengruppe nur die männliche Form. Damit sind jedoch Personen beiderlei Geschlechts eingeschlossen, ansonsten wird es extra erwähnt.



2. THEORETISCHE ÜBERLEGUNGEN

2.1. Überlegungen zur Raumvorstellung bei Kindern mit Blindheit

BESUDEN definiert die Raumvorstellung als „eine Reihe von Fähigkeiten, die es dem Einzelnen ermöglichen, sich im zwei- und dreidimensionalen Raum zurechtzufinden“ (BESUDEN 1984, 70). Von der ausgeführten Handlung ausgehend führt der Prozess der Verinnerlichung zur reinen Denkoperation. Damit ist Raumvorstellung ein grundlegender Faktor zur Strukturierung von Lernstoff. So sieht THURSTONES (1938 in BESUDEN ebd.) in der Raumvorstellung einen von sieben Faktoren der Intelligenz. Daneben ist sie für Blinde im Bereich Orientierung und Mobilität von entscheidender Bedeutung. Der Aufnahme von visuellen Wahrnehmungseindrücken muss dabei auf andere Weise begegnet werden.

2.1.1. Zur Entwicklung der Raumvorstellung

BESUDEN und RADATZ/RICKMEYER gliedern die Raumvorstellung in Anlehnung an THURSTONES (1938 vgl. BESUDEN 1984, 70 und RADATZ/RICKMEYER 1991, 15 ff. und 144 f.) in drei voneinander abhängende Teilfähigkeiten:

Räumliches Orientieren (spatial orientation) beschreibt die Fähigkeit, sich wirklich oder gedanklich im Raum zu bewegen, d.h. sich als Person richtig räumlich einzuordnen, z.B. als Fußgänger im Verkehr.

Räumliches Vorstellen (spatial visualization) meint die Fähigkeit, Objekte oder Beziehungen in der Vorstellung reproduzieren zu können, z.B. sich einen bekannten Raum mit geschlossenen Augen vorstellen. RADATZ/RICKMEYER zählen hierunter auch das Zerlegen von Figuren in kleinere Teile, die durch Umordnen, Verschieben und Drehen wieder zu einer neuen Figur zusammengefügt werden.

Der dritte Teilaspekt des räumlichen Vorstellungsvermögens, das räumliche Denken (spatial thinking), kennzeichnet die Fähigkeit, mit räumlichen Vorstellungsinhalten beweglich umgehen zu können. Darunter fällt z.B. die Vorstellung eines Gegenstandes aus verschiedenen Perspektiven.



Als Voraussetzung für ein räumliches Vorstellungsvermögen erkennen RADATZ/RICKMEYER (1991, 15 ff.) in Anlehnung an FROSTIG (in RADATZ/RICKMEYER ebd.) fünf visuell-räumliche Wahrnehmungsfähigkeiten.

1. Die Figur-Grund-Diskrimination als Fähigkeit, Teilfiguren einer Gesamtfigur zu erkennen und zu isolieren.
2. Die Wahrnehmungskonstanz als Fähigkeit, Figuren unterschiedlicher Größe, Anordnung räumlicher Lage oder Färbung wieder zu erkennen bzw. von anderen zu unterscheiden.
3. Die Wahrnehmung räumlicher Beziehungen als Fähigkeit zur Analyse von Formen und Mustern.
4. Die Wahrnehmung der Raumlage als Erkennen der Raum-Lage-Beziehung eines Gegenstandes zum Wahrnehmenden.
5. Die visuomotorische Koordination als Fähigkeit, visuelle Wahrnehmung und Bewegung des Körpers bzw. von Körperteilen aufeinander abzustimmen.

Neben der Wahrnehmung kommt dem visuellen Speichern eine große Bedeutung zu, da hier visuell dargebotene Informationen aufgenommen, verarbeitet und im Gedächtnis einen bestimmten Zeitraum gespeichert werden müssen.

Es fällt auf, dass die Autoren übereinstimmend dem Sehen eine grundlegende Bedeutung für die Raumvorstellung beimessen. Die Ursache dafür liegt meines Erachtens darin, dass der Mensch den Gesichtssinn zu ca. 90 % einsetzt und dieser Sinn somit eine dominierende Stellung unter allen Sinnen einnimmt. Bei Kindern mit Blindheit sind die übrigen Sinne stärker gefordert. M. KOBERSTEIN (1994) hat ein Programm zur Hörerziehung blinder Kinder entwickelt, das sich auf die oben genannten Voraussetzungen zur Raumvorstellung übertragen lässt.

1. Bei der Figur-Grund-Diskrimination werden Vordergrundgeräusche von Hintergrundgeräuschen isoliert, z.B. ein bestimmtes Geräusch aus diffusen Geräuschen herausgehört.
2. Die Wahrnehmungskonstanz als Fähigkeit, bedeutsame Informationen aus einem Geräusch herauszufiltern und es in den bekannten Erfahrungsschatz einzuordnen.
3. Die Wahrnehmung räumlicher Beziehung lässt sich auf die Analyse von Geräuscheigenschaften übertragen, z.B. hoch, tief, laut, leise.
4. Die Wahrnehmung der Raumlage findet sich im Richtungshören.
5. Die audiomotorische Koordination findet bei KOBERSTEIN keine Erwähnung. Sie spiegelt sich in der Abstimmung von Hören und Bewegungen des Körpers, z.B. beim Greifen nach einer Geräuschquelle.



Bei der Übertragung der visuell-räumlichen Wahrnehmungsfähigkeiten auf die haptische Wahrnehmung ergeben sich folgende Entsprechungen.

1. Die Figur-Grund-Diskrimination ist bei der haptischen Wahrnehmung problematischer, da das Auflösungsvermögen der Fingerspitzen wesentlich geringer ist als das der Augen. So müssen etwa zwei Linien, die noch als unterschiedlich erkannt werden sollen, sich um etwa 25 % in ihrer Breite unterscheiden (vgl. BERLÁ/MURR 1975 in LEHMANN 1991, 26).
2. Die Wahrnehmungskonstanz beschreibt die Fähigkeit, haptische Informationen über ein Objekt auf der Basis der Erfahrungen zuzuordnen. Dabei kann die Temperatur der Finger oder des Objekts die Einordnung beeinflussen.
3. Die Wahrnehmung räumlicher Beziehung als Fähigkeit zur Analyse von Formen und Mustern ist haptisch weitaus schwieriger zu verwirklichen, da bereits Drehungen eines Objekts ein Wiedererkennen erschweren (vgl. BERLÁ 1982 in LEHMANN 1990, 26).
4. Die Wahrnehmung der Raumlage lässt sich im Nahbereich durch Erfassen mit beiden Händen sehr gut erfahren.
5. Die visuomotorische Koordination hat keine Entsprechung in der haptischen Wahrnehmung, da der Vorgang selbst bereits motorisch ist.

Die Besonderheiten der haptischen Wahrnehmung lassen in den Bereichen der Figur-Grund-Diskrimination und der Wahrnehmung räumlicher Beziehung Defizite vermuten in Situationen, in denen allein die haptische Wahrnehmung zugänglich ist.

2.1.2. Die haptische Wahrnehmung

Wie im letzten Kapitel beschrieben, lassen sich die Voraussetzungen für die Raumvorstellung auf den Hörsinn übertragen. Hier zeigen sich für den Bereich Flächen Grenzen, da die Informationen, die z.B. über die Echolokalisation vermittelt werden können, lediglich Aufschluss über das Material, die Oberflächenbeschaffenheit und die Größe eines Raumes geben, jedoch nicht über die Größe und Form einer Fläche. Es erscheint sinnvoll, zur Erkundung von Flächen den Tastsinn einzusetzen.

Physiologisch gesehen werden beim Tastsinn Reize über die Haut, die über eine große Anzahl von Blutgefäßen und Nerven verfügt, aufgenommen. Bei den Nervenendigungen unterscheidet man zwischen freien Nervenendigungen, die als Schmerzrezeptoren wirken und



eingekapselten Endorganen, denen die Aufgabe der Mechanorezeptoren zukommt (Lehmann 1990, 11). Die Nervenimpulse werden von den Sinneszellen zum Rückenmark geleitet, wo sie je nach ihrer Wertigkeit (Kälte, Schmerz, Widerstand) gefiltert und weitergeleitet werden. An den Fingerspitzen, den Lippen und der Zungenspitze liegen die Sinnesendigungen am dichtesten - ca. zwei pro Quadratmillimeter an der Fingerspitze (Thurm 1990, 82). Die Erregungen dieser Gebiete gelangen in die Großhirnrinde, wo sie in einem sensorischen Feld verarbeitet werden. (Lauen 1990, 60). Beim passiven Tasten, bei dem die Haut Reizen ausgesetzt wird, fällt auf, dass konstante Reize rasch ihre Wirksamkeit verlieren. Das führt dazu, dass gerade angezogene Kleidung bereits nach kurzer Zeit kaum noch zu spüren ist. Für das aktive Tasten, das einen eher erforschenden als aufnehmenden Charakter hat, bedeutet das, dass die tastende Hand sich auch bei kleinsten Objekten bewegen muss, weil sich bei ruhender Hand der Eindruck rasch verflüchtigt (Kobbert 1988). Auch die Druckwahrnehmung lässt bei stagnierender Hautbewegung nach (Lehmann 1990, 13).

Unter psychologischen Gesichtspunkten fällt auf, dass der Tastsinn im Gegensatz zum Gesichts- und Hörsinn ein Nahsinn ist. Die Aufnahmemöglichkeit beschränkt sich auf die Reichweite der Hände. Auf der anderen Seite ist der Wahrnehmungseindruck aufgrund des körperlichen Kontaktes unmittelbar. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Wahrnehmung des Tastsinns: Die Oberflächenstruktur, das ist der Abstand zwischen Erhöhungen, die Oberflächentemperatur, die Temperatur der Haut und die Eigenschaften der Haut (z.B. Hornhaut). Des Weiteren kommt der Erfahrung des Tastenden eine besondere Bedeutung zu. Nach dem ersten Tasteindruck entwickelt der Tastende eine Vorstellung, worum es sich bei dem ertasteten Objekt handeln könnte. Diese bewussten Hypothesen werden unwillkürlich ergänzt bis sie durch neue Wahrnehmungen widerrufen werden. Somit steuert die Erwartungshaltung die Erkundung zum gerichteten Suchverhalten. Jedoch kann das in Fällen, in denen ein Objekt nicht vollständig erkundet wurde, zu Fehlinterpretationen führen. Die Reihenfolge, in der ein Objekt erkundet wird, kann variieren. Mitunter wird ein Objekt beim erneuten Ertasten nicht wieder erkannt aufgrund einer anderen Reihenfolge der erfüllten Merkmale (Berlè 1982 in Lehmann 1990, 27). Bei der Erforschung von komplexeren Objekten kann eine begriffliche Fixierung hilfreich sein (Révész in Lehmann 1990, 22). Kobbert (1988, 25 f.) hebt hervor, dass die haptische Wahrnehmung trotz ihrer Punktualität kein additiver Vorgang ist, in dem die einzelnen Eindrücke aneinandergereiht werden, sondern ganzheitlichen Charakter hat, bei der die Vorstellung der Gesamtgestalt zunehmend ausdifferenziert wird. Die Einbeziehung der physischen und der psychischen Komponente des



Tastsinns, welche in Verbindung mit der Erwartungshaltung zur bewussten Wahrnehmung geordnet werden, wird im Folgenden mit haptischer Wahrnehmung bezeichnet (vgl. Kobbert 1988, 21).

Bei der haptischen Wahrnehmung von Oberflächen stellt zunächst der Drucksinn das Vorhandensein einer Oberfläche fest (Lehmann 1990, 23 ff.). Anschließend erkundet der Vibrationssinn, durch reibende Bewegungen der Hand ausgelöst, die Eigenschaften der Oberfläche. Die wahrgenommene Rauigkeit einer Oberfläche wird beeinflusst durch die Breite der Erhöhungen, der Stärke des senkrechten Drucks der Finger auf die Oberfläche und der Geschwindigkeit der Handbewegung. Nach Révész (1938 in Lehmann 1990, 28) werden bei einer „typischen Flächentastung“ mit dem Zeigefinger oder auch mit allen drei mittleren Fingern die Materialeigenschaften, Linien, Konturen und geometrische Beziehungen festgestellt. Bei Unterstützung durch die Daumen können zwei Flächen gleichzeitig betastet werden, wodurch zusätzliche Daten über Struktur und Gliederung der Tastgegenstände erfasst werden.

2.2. Flächeninhalte im Mathematikunterricht einer 5. Klasse

Gemäß dem Lehrplan für die Sekundarstufe I verfügen die Schüler bei Eintritt in die weiterführende Schule über Kenntnisse aus dem Bereich Geometrie. Sie sind in der Lage, mit dem Geodreieck parallele und senkrechte Strecken sowie rechte Winkel zu zeichnen, Netze zum Bau von Körpern (Würfel, Quader) herzustellen und einfache Umrechnungen der Maßeinheiten von Größenbereichen (Längen, Zeitspannen, Gewichte, Flächen- und Rauminhalte) durchzuführen.

Das Thema Geometrische Figuren und Körper nimmt neben den Themen „Natürliche Zahlen“ und „Größen“ eine zentrale Stellung im Mathematikunterricht der fünften Klasse ein. Hierbei sollen die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung geometrischer Grundbegriffe zur Beschreibung von Figuren und Körpern erkennen sowie Zusammenhänge und Unterschiede zwischen geometrischen Figuren finden. Sie sollen Symmetrie als besondere Eigenschaft erfahren und geometrische Grundformen in ihrer Umgebung entdecken. Geometrische Grundbegriffe wie Rechteck, Strecke, parallel, symmetrisch werden gefestigt und erweitert. BIGALKE und HASEMANN (1978 in LEUTENBAUER 1989, 33) sehen in der Förderung des



räumlichen Anschauungsvermögens, bei dem Gegenstände der Umwelt in qualitativer und quantitativer Hinsicht erschlossen werden, einen Zielbereich des Mathematikunterrichts der Orientierungsstufe. Der Bereich Flächeninhalte findet sich im Lehrplan für die Klassenstufe 5 in dem Themengebiet Größen. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler Größen messen, berechnen und ihre Maße vergleichen, Maßangaben von Größen schätzen und runden sowie Sachprobleme angemessen lösen können. An dieser Stelle wird betont, dass Größen in engem Zusammenhang zur Lebenswirklichkeit stehen und der Unterricht auf den Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler aufbauen soll.

Das Thema Geometrische Figuren und Körper bietet eine Grundlage für die Beschäftigung mit Flächeninhalten. Beim Erarbeiten von Flächeninhalten werden geradlinig begrenzte Flächen auf Zerlegungsgleichheit untersucht. Verschiedene Längen- und Flächeninhaltsmaße werden verglichen und in andere Einheiten umgerechnet. LEUTENBAUER (1989, 97) schlägt vor, das Thema Flächeninhalte in einem gestuften Lernprozess mit einer tätigen Auseinandersetzung zu beginnen, dem Legen von Figuren mit willkürlich gewählten Maßeinheiten, und in einen systematischen, abstrakten Umgang mit einer Berechnungsformel münden zu lassen. Er warnt vor einer zu frühen, formalen Anwendung der Berechnungsformel ohne ausreichende Erfahrung mit der Materie.

2.3. Integration bei Kindern mit Blindheit

Bestreben zur Integration von Kindern mit Blindheit gab es bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts (vgl. RATH 1998, 70). Dabei standen sowohl ökonomisch-organisatorische als auch familien- und sogar sozialpädagogische Aspekte im Vordergrund. In der Bundesrepublik Deutschland legt das Grundgesetz (Artikel 3 Absatz 3 Satz 2) fest, dass niemand wegen seiner Behinderung benachteiligt werden darf. Die Ordnung für Sonderpädagogik (Ministerin für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Sport des Landes Schleswig-Holstein 1992) sieht vor, den gemeinsamen Unterricht von behinderten und nichtbehinderten Schülern unter Berücksichtigung der organisatorischen, personellen und sächlichen Voraussetzungen zu ermöglichen (vgl. auch Urteil des Bundesverfassungsgerichts zum Benachteiligungsverbot für Behinderte vom 29.10.1997). Aus blindenpädagogischer Sicht stellt sich dabei die Frage, wie der Lehrplan der allgemeinen Schulen mit den blindenspezifischen Förderschwerpunkten zu



vereinen ist (vgl. RATH 1998, 52) bzw. auf welche Weise den durch die Behinderung entstehenden Nachteilen zu begegnen ist.

2.3.1. Der basale Bildungsplan für sehgeschädigte Schülerinnen und Schüler

Nachdem zu Beginn der 50er Jahre zwei Krankheitswellen in den USA zu einer erhöhten Erblindungsquote bei Kindern geführt hatte, konnten die Blindenschulen des Landes den bevorstehenden Ansturm nicht mehr bewältigen (RATH 1992, 50). Unterstützt von der beginnenden Integrationsbewegung, wurden diese Kinder vermehrt in Integrationsmaßnahmen unterrichtet. Während der Unterricht sich anfangs an den nichtbehinderten Schülern orientierte und lediglich die Medien auf die Bedürfnisse der sehgeschädigten Schüler angepasst wurden, musste nach Beendigung der Schulzeit dieser Schüler festgestellt werden, dass Bildungsdefizite vorlagen. Es fehlte in Bereichen, die direkt mit der Sehschädigung zusammenhingen.

Es wurde neben dem die Schulart betreffenden Lehrplan ein blindenspezifischer Lehrplan entwickelt, der gleichrangig zu behandeln war. Dieser zweite Lehrplan berücksichtigte alle Bedürfnisse, die sich speziell aus der Sehschädigung ergaben, woraus der Begriff „Duales Curriculum“ (RATH 1992, 51) geprägt wurde. Beide Lehrpläne sollten miteinander verzahnt und auf das Individuum abgestimmt werden. Dies geschieht mit Hilfe eines individuellen Entwicklungsplans (IEP), der regelmäßig angepasst wird. Die jährliche Erstellung eines IEP für einen behinderten Schüler ist in den USA bereits seit 1975 Pflicht (PIAZZA, NEWMAN 1978). Ein Child Study Team erstellt Grob- und Feinziele, die im Laufe des Schuljahres überprüft werden. Nach Diskussionen über den Begriff „dual“, der suggeriert, dass zwei Bildungspläne nebeneinander existieren, ein verbindlicher und ein fakultativer, formulierte Ph. HATLAN (1996) den Begriff „basaler Bildungsplan“. Auf diese



Weise wird verdeutlicht, dass es nur einen Bildungsplan gibt, der durch Erweiterung und Veränderung den sonderpädagogischen Förderbedarf individuell berücksichtigt.

Der von HATLAN (1996) erweiterte basale Bildungsplan beschreibt acht Bereiche im Hinblick auf sehgeschädigte Schüler. Kulturtechniken umfassen kompensatorische Techniken, die es dem sehgeschädigten Schüler ermöglichen, in der Regel zielgleich mit nichtbehinderten Schülern unterrichtet zu werden. Darunter fällt u. a. das Raumgefühl. Die soziale Interaktionskompetenz wird von sehenden Menschen in der Regel nebenbei durch Beobachtung von sozialen Situationen erworben. Sie muss sehgeschädigten Schülern systematisch vermittelt werden. Auch bei der Erholung und Freizeitgestaltung finden sehende Menschen ihre Vorlieben durch Beobachtung, während sehgeschädigte verschiedene Möglichkeiten erst entdecken müssen. Der Gebrauch von Hilfsmitteln ermöglicht sehgeschädigten Menschen, Informationen zu speichern und abzurufen. Orientierung und Mobilität fördert die Unabhängigkeit sehgeschädigter Menschen. Der Begriff „Lebenspraktische Fertigkeiten“ beschreibt alle Tätigkeiten und Funktionen aus dem täglichen Leben. Sie sind zwar in einigen Fächern ohnehin Unterrichtsgegenstand, z.B. Hauswirtschaft, doch wird das Vorwissen der sehenden Schüler zugrunde gelegt, die sich bereits viel durch Absehen erworben haben. Auch bei der Einführung in die Arbeitswelt reichen die im regulären Unterricht vorgesehenen Inhalte für sehgeschädigte Schüler aufgrund des Mangels an Umweltinformationen meist nicht aus. Die systematische Förderung des vorhandenen Sehvermögens bewirkt, dass die meisten sehbehinderten Schüler ihre Sehkraft besser und effizienter einsetzen können.

Schwierigkeiten bei der Umsetzung des basalen Bildungsplans sieht HATLAN (1996) in dem Zeitaufwand, der für die Erfüllung des erweiterten Bildungsplans zusätzlich benötigt



wird. Fehlende Zeit bedeute jedoch eine Benachteiligung blinder und sehbehinderter Schüler und eine Erschwernis des Übergangs in das Berufsleben.

2.3.2. Der Nachteilsausgleich

Beim gemeinsamen Unterrichten von behinderten Schülern mit nichtbehinderten, sind Maßnahmen zur Gewährung eines Nachteilsausgleiches zu prüfen (Ordnung für Sonderpädagogik §2 Abs. 2). Insbesondere bei der Leistungsermittlung und Zeugniserteilung muss die Schule der Behinderung angemessen Rechnung tragen (Ordnung für Sonderpädagogik § 7 Abs. 1), denn gemäß Artikel 3 Absatz 3 des Grundgesetzes darf niemand wegen seiner Behinderung benachteiligt werden. Durch den Nachteilsausgleich sollen die durch die Behinderung entstehenden Nachteile kompensiert werden. Der gewährte Nachteilsausgleich ist gegenüber den Mitschülern transparent zu machen. Er soll nicht zu einer Bevorzugung des behinderten Schülers gegenüber seinen Mitschülern führen.

Der Nachteilsausgleich kann je nach Behinderung in verlängerten Arbeitszeiten bei Klassenarbeiten bzw. einer verkürzten Aufgabenstellung bestehen. Er umfasst das Bereitstellen spezieller Arbeitsmittel wie etwa spezifisch gestaltete Arbeitsblätter, eine größere Exaktheitstoleranz (z.B. bei Zeichnungen) ebenso wie individuelle Sportübungen. Er kann auch unterrichtsorganisatorische Veränderungen, z.B. individuelle Arbeitsplatzorganisation, Ausgleichsmaßnahmen anstelle einer Mitschrift von Tafeltexten oder differenzierte Hausaufgabenstellung betreffen. Eventuell ist eine mündliche statt einer schriftlichen Arbeitsform zu wählen oder umgekehrt. Bei diesen Maßnahmen werden die fachlichen Anforderungen des behinderten Schülers keineswegs geringer bemessen,



sondern seine Behinderung in angemessener Form berücksichtigt (Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur 1997).

Der Schulleiter entscheidet nach Absprache mit den unterrichtenden Lehrern und gegebenenfalls mit dem für die Behinderungsart zuständigen Förderzentrum über Art und Umfang des zu gewährenden Nachteilsausgleichs. Die Entscheidung des Schulleiters ist in den Akten zu vermerken, darf jedoch nicht in Arbeiten und Zeugnissen erscheinen (Ordnung für Sonderpädagogik § 7 Abs. 1).

2.4. Flächeninhalte als Lernfeld für ein Kind mit Blindheit in einer Integrationsklasse

Der Flächeninhalt bestimmt die Größe einer ebenen oder gekrümmten Fläche. Die Erfassung dieser Fläche und ihrer Eigenschaften ist zuerst visuell geprägt. Flächeninhalt als Lernfeld für ein Kind mit Blindheit verspricht daher einige besondere Überlegungen, die bedacht werden müssen. In einer Integrationsklasse, in der die sehenden Schüler einen anderen Zugang zum Lernfeld haben als der Schüler mit Blindheit, stellt sich darüber hinaus die Frage, inwieweit beide Lernwege miteinander verzahnt werden können. Ein gegenseitiger Austausch würde zu einer Erweiterung des eigenen Horizonts und somit zu einer Bereicherung für beide Seiten führen.

2.3.3. Flächeninhalte für Blinde

H. EICHHORN (EICHHORN/TAKADDOUMI/RÖSER/UETER 1997, 117), ein Mathematiklehrer an einer Realschule, an der ein blindes Mädchen integriert wird, muss feststellen, dass Mathematik, insbesondere Geometrie, zu den Fachinhalten zählt, die für die blinde Schülerin



kaum vermittelbar sind. Insbesondere das Prinzip der Veranschaulichung, das für die sehenden Schüler häufig eingesetzt wird, ist für das blinde Mädchen nur unzureichend nachvollziehbar. Es muss daher die visuelle Anschauung weitestgehend durch die haptische Wahrnehmung ersetzt werden.

S. A. OSTAD (1989, 10) sieht in der taktilen Repräsentation einen zentralen Punkt im Mathematikunterricht für blinde Schüler. Darunter versteht er taktile Bilder, die visuelle Bilder ersetzen können. Sie basieren immer auf konkreten Gegenständen, jedoch haben sie eher Symbolcharakter als das entsprechende Objekt in der Realität. Bei BRUNER (in LEUTENBAUER 1989, 21) gibt es drei Repräsentationsformen, auf denen die Lernbereitschaft und Lernfähigkeit der Schüler basiert. Bei der enaktiven Repräsentationsform wird der Stoff so dargeboten, dass er durch eigene Handlung erfasst werden kann. Bei der ikonischen Repräsentationsform kann der Stoff durch Bilder bzw. Graphiken erfasst werden. Das wesentliche Kennzeichen für die symbolische Repräsentationsform ist die Verwendung von Zeichen und Symbolen. Diese abstrakte Form ermöglicht bei Beherrschung die größten Leistungen. Nach BRUNER (in KÖNIG/EBERT 1996, 6) sind die Übergänge zwischen den Darstellungsebenen entscheidend. Er sieht die Denkentwicklung als eine immer besser funktionierende Koordination zwischen den verschiedenen Darstellungsebenen, unter wesentlicher Beteiligung der Sprache. Gerade die Übergänge zwischen den Darstellungsebenen bereiten blinden Kindern im Bereich der räumlichen Vorstellung große Schwierigkeiten. So stellt DEGENHARDT (1990) fest, dass blinde Vorschulkinder nicht in der Lage sind, Vorstellungen, die sie über einen Raum erlangt haben, auf eine Puppenstube zu übertragen. Bei Flächen entspricht das etwa der Übertragung eines Korridorsystems auf einen Plan.

BRUNER (in BULLENS 1982) hält die drei Repräsentationsformen, die zunächst hinter- und später nebeneinander bestehen, auch bei der Entwicklung von Wortbedeutungen für entscheidend. Bei Kindern mit Blindheit ist dabei der aktive Umgang mit Handlungen, die außerhalb ihrer Reichweite stattfinden, stark eingeschränkt. Bei größeren Flächen ist es für Blinde ausgesprochen schwierig, sich einen Eindruck von der Form und Größe der Fläche zu verschaffen.



2.4.2. Nebeneinander oder miteinander?

Während sehende Menschen mit dem Thema Flächeninhalte überwiegend visuelle Eindrücke verbinden, muss ein blinder Mensch sich über einen anderen Wahrnehmungskanal Zugriff zu dem Thema verschaffen. Da die auditive Wahrnehmung nicht über die Form der Fläche Aufschluss geben kann, bietet sich die haptische Wahrnehmung an. Jedoch kann haptisch nicht wie bei der visuellen Wahrnehmung das Wahrzunehmende innerhalb weniger Sekunden überblickt werden. Zudem stellen haptische Eindrücke höhere Anforderungen an die kognitive Kombinationsfähigkeit, wodurch das Tasten mehr Zeit benötigt als das Sehen (vgl. SUHRWEIER 1980 in LEHMANN 1990, 19).

WALTHES (1998, 66) warnt vor der Einschätzung, dass Sehende einen privilegierten Zugang zur Wirklichkeit haben. Stattdessen können sehende und blinde Schüler gegenseitig voneinander lernen. Durch Transparenz ist es möglich, die Welten ineinander passend zu gestalten. Auf diese Weise wird die Verschiedenheit der Zugänge zum produktiven Element des Unterrichts. Übertragen auf die Unterrichtssituation stellt sich die Frage, inwieweit die Schüler bei dem Thema Flächeninhalte voneinander lernen können. Ein blinder Schüler kann nicht mit dem Anschauungsmaterial der sehenden Schüler arbeiten, aber den sehenden Schülern wäre es möglich, Erfahrungen am tastbaren Material zu machen. Insbesondere bei den Grunderfahrungen mit Flächen, wo das Verschieben und Vergleichen im Vordergrund steht, könnten alle mit demselben Material arbeiten. Die erhabenen Ränder stellen dabei für die sehenden Schüler jedoch keine Erleichterung dar, hier wäre der visuelle Eindruck stärker als der haptische. Lediglich durch den Ausschluss des visuellen Sinnes könnte bei allen Schülern ein ähnlicher Zugang zu dem Lernstoff ermöglicht werden. Es kann jedoch nicht Sinn der Integration sein, die nichtbehinderten Schüler einzuschränken, um die Ausgangslage für alle Schüler gleich zu halten. Die verschiedenen Bedürfnisse der Schüler sollen nicht aberkannt werden. SANDER/ CHRIST (1993, 155) sehen ein Ziel des integrativen Unterrichts im sozialen Lernen, in der Befähigung des Miteinanderlebens unterschiedlicher Menschen.

Der blinde Schüler benötigt demnach andere Materialien und hat eine andere Zugangsweise zu dem Thema als seine Mitschüler. Gibt es dennoch eine Möglichkeit für einen Austausch zwischen den Schülern, etwa in Form von gegenseitiger Hilfestellung? Sander/ Christ (1993, 156) stellen fest, dass sich im gemeinsamen Unterricht für Schüler mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen und Entwicklungsmöglichkeiten offene Unterrichtsformen wie z.B.



handlungsbezogenes Lernen und Wochenplan-Unterricht besonders bewährt haben. Die Sonderrolle des blinden Schülers wird bleiben. Aber es besteht die Chance, diese Sonderrolle im positiven Sinn zu prägen. Anstatt die Sonderrolle so unauffällig wie möglich zu halten, kann sie für das Umfeld konstruktiv gestaltet werden (vgl. Badde 1997, 192).

2.5. Konsequenzen für die Unterrichtsplanung

Aus den bisher dargestellten Vorüberlegungen ergeben sich eine Reihe von Konsequenzen für die Planung der Unterrichtseinheit.

Die Annäherung an das Thema Flächeninhalte erfolgt bei dem blinden Schüler über den Tastsinn. Der schwierigen Wahrnehmung der Figur-Grund-Diskrimination wird durch klare Formen und erhabene Linien begegnet, da diese eher zu ertasten sind als versenkte. Zur leichten Orientierung werden verschiedene Oberflächenstrukturen verwendet und die Ausrichtung des Arbeitsmaterials (oben – unten) vorgegeben. Für ein besseres Erfassen der Gesamtflächen, werden Flächen verwendet, die bei gespreizten Fingern mit beiden Händen zu ertasten sind.

Die Vermittlung des Lernstoffes soll über die tätige Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand beginnen. Nach dem willkürlichen Experimentieren, bei dem die Schüler vielfältige Erfahrungen mit der Materie sammeln, soll die Unterrichtseinheit zu einem systematischen, abstrakten Umgang mit einer Berechnungsformel führen.

Die Lerninhalte sind für alle Schüler gleich, innerhalb des Lernstoffs erfolgt jedoch eine Differenzierung. In jedem Fall soll durch gemeinsame Erarbeitungsphasen die Basis für ein Miteinander-Lernen und die Möglichkeit zum gegenseitigen Austausch erhalten bleiben. Unter Einbeziehung der blindenspezifischen Lerninhalte baut die Unterrichtseinheit auf Erfahrungen des Schülers mit Blindheit aus dem Bereich Orientierung & Mobilität auf und erweitert sie. Dabei soll gewährleistet sein, dass der Umgang und die Orientierung mit den fühlbaren Materialien adäquat erfolgen. Haptische Wahrnehmung braucht aufgrund des sukzessiven Charakters mehr Zeit als visuelle Wahrnehmung. Auch sind komplexe Darstellungen wesentlich schwerer zu erfassen. Der erhöhte Zeitaufwand, der bei einem Schüler mit Blindheit zu erwarten ist, muss durch eine reduzierte Menge ausgeglichen werden, die Komplexität ist auf haptische Erfahrbarkeit zu überprüfen.



3. PRAKTISCHE UMSETZUNG

3.1. Planung

Die Konsequenzen, die sich aus den theoretischen Vorüberlegungen ergeben, werden in diesem Kapitel in die Planung der Unterrichtseinheit einbezogen. Dabei sind die Zusammensetzung der Lerngruppe und ihre Lernausgangslage zu berücksichtigen. Ebenso werden die Auswahl des Materials und die methodische Vorgehensweise untersucht.

3.1.1. Zusammensetzung der Lerngruppe

Die Klasse besteht aus 8 Jungen und 8 Mädchen im Alter zwischen 10 und 11 Jahren, von denen ein Junge, P., blind ist. Die Schülerzahl der Integrationsklasse, die erstmals an diesem Gymnasium eingerichtet wurde, ist gegenüber den Parallelklassen reduziert. Die Schüler waren vorher alle in der nahe gelegenen Grundschule, wo sie drei Parallelklassen besuchten. Die Schüler sind bewusst von derselben Grundschule für diese Klasse ausgewählt worden, so dass alle P. mindestens vom Schulhof her kannten. Die Klassengemeinschaft ist nach einem halben Jahr nur in Ansätzen ausgeprägt. Häufig kommt es zu Streitereien oder „Petzen“ gegenüber der Lehrkraft. Gegenseitige Missgunst tritt besonders zwischen den Mädchen auf. Mädchen und Jungen haben – alterstypisch - nur wenig gemeinsame Interessen. Viele Schüler stellen eigene Vorlieben vor ein gemeinschaftliches Ziel und können sich nur schwer zurücknehmen. Dadurch ist es oft unruhig in der Klasse. Neuem Lernstoff gegenüber sind die Schüler in der Regel aufgeschlossen, jedoch grenzen sie sich von einem zu kindlichen Lernangebot ab.

P. ist seit seinem 6. Lebensjahr ist vollblind, vorher hatte er noch eine Hell-dunkel-Wahrnehmung auf einem Auge. Seit seiner Einschulung besucht er die örtlichen Schulen an seinem Heimatort. Nach der Grundschule wechselte er gemeinsam mit drei anderen Schülern aus seiner Klasse in die hier beschriebene Integrationsklasse. P. ist ein aufgewecktes und lebhaftes Kind; er ist in der Klasse anerkannt. Seine Mitschüler schätzen seine Interessen im biologischen und musikalischen Bereich. Sie lachen mit ihm und ermutigen ihn, seine phantasievollen Gedanken auszuleben. In der Regel sind sie rücksichtsvoll, wenn es ihnen auch noch nicht immer gelingt, P.'s Bedürfnisse wahrzunehmen. Sie scheuen sich nicht, P. in



die Schranken zu weisen, wenn er sie stört. Besonders gut versteht sich P. mit den Jungen, was in diesem Alter nicht ungewöhnlich ist. Versuchen der Kontaktaufnahme durch einzelne Mädchen begegnet er zurückhaltend. Er selbst sucht ausschließlich Anschluss zu Jungen. In der Regel wartet P., bis seine Mitschüler auf ihn zugehen. Das liegt zum einen daran, dass er häufig nicht genau weiß, was die anderen machen und ganz mit seinen Aufgaben beschäftigt ist. Und zum anderen daran, dass er verhältnismäßig gemächlich ist. Mitunter bemüht er sich erst um Kontakt, wenn derjenige, den er ansprechen möchte, nicht mehr in seiner Nähe ist.

P. kann sich sprachlich sowohl mündlich als auch schriftlich sehr gut ausdrücken. Das spiegelt sich daher in den Fächern wider, in denen Sprache im Mittelpunkt steht. In Biologie und Musik verfügt er über den Unterrichtsstoff hinaus über ein großes Wissen, da er sich außerhalb der Schule verstärkt diesen Bereichen zuwendet. Mathematik gehört nicht zu P.'s Lieblingsfächern. Hier kann er Anforderungen nicht so schnell erfassen. Daneben fällt ihm das Kopfrechnen und die Sorgfalt bei der Bearbeitung der Aufgaben schwer. Im letzten Schuljahr der Grundschule bekam P. einen Computer für zu Hause, mit dem Eintritt ins Gymnasium wurde ein weiterer Rechner für die Schule angeschafft. P. hat sich schnell an die Funktionsweise des Computers gewöhnt und benutzt diesen selbstverständlich für Schreib- und Lesearbeiten. Leider gab es im Laufe der fünften Klasse häufig technische Probleme mit dem Computer, so dass doch auf die Punktsschrift-Schreibmaschine oder die mündliche Bearbeitung ausgewichen werden musste. Der Tisch, an dem P. sitzt, steht in der Nähe des Computertisches. Ein Drehstuhl ermöglicht einen schnellen Wechsel zwischen seinem Tisch und dem Computer. Der Platz auf der einen Seite direkt neben P. ist frei, was für Arbeiten im Bereich Geometrie, bei denen oft weiträumige Materialien benötigt werden, sehr hilfreich ist.

3.1.2. Lernausgangslage der Lerngruppe

Das Thema Geometrie war für viele Schüler eine reizvolle Abwechslung im ansonsten durch Zahlen geprägten Mathematikunterricht. Im Laufe des 5. Schuljahres beschäftigten sich die Schüler mit den Eigenschaften von Körpern und ebenen Figuren. Sie haben charakteristische Eigenschaften an geometrischen Formen auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten überprüft. Daneben haben sie sich mit den geometrischen Grundbegriffen Punkt, Strecke, Gerade, senkrecht, parallel und Abstand auseinandergesetzt. Es wurden Punkte in ein Gitternetz eingetragen, verschoben und achsensymmetrisch gespiegelt. Bei dem Themenbereich Größen



lernten die Schüler neben dem Schätzen und Messen von Längen und Gewichten in verschiedenen Einheiten das Umrechnen zwischen diesen Einheiten.

Auch P. war anfangs über das Thema Geometrie erfreut, erhoffte er sich doch eine Ablenkung von seiner Schwäche im Kopfrechnen. Es zeigte sich jedoch bald, dass der Umgang mit geometrischen Eigenschaften für ihn sehr anstrengend war. Das war hauptsächlich darin begründet, dass die visuelle Anschauung für ihn zwar taktil übertragbar war, jedoch bedurfte es wesentlich mehr Konzentration, um denselben Sachverhalt zu erfassen wie seine Mitschüler über das Auge. Soll beispielsweise der Abstand eines gegebenen Punktes zu einer Geraden gemessen werden, ist das Geodreieck so an der Geraden anzulegen, dass ein rechter Winkel zu der Geraden gemessen werden kann, der durch den gegebenen Punkt führt. Erst dann kann die Messung des Abstands erfolgen. Während es den sehenden Schülern bereits schwer fiel, das Geodreieck auf die beschriebene Weise anzulegen, benötigte P. eine Lehrkraft zur Unterstützung an seiner Seite. So ließ nach kurzer Zeit P's Begeisterung über den Geometrieunterricht nach und er fragte, wann wir das Thema wechseln würden. Das sich anschließende Thema „Längen“ fiel ihm leichter und er konnte viele Beispiele für verschiedene Längen in seiner Umgebung finden. Im Hinblick auf das folgende Thema „Flächeninhalte“ war für P. besonders die Einheitentabelle hilfreich, die in Form von Magnetstreifen den Zusammenhang der Einer-, Zehner- und Hunderterstellen der unterschiedlichen Längeneinheiten verdeutlichte. Eine gute Voraussetzung für den Umgang mit Flächen ist außerdem, dass P. sich nicht scheut, unbekannte Gegenstände anzufassen. Auf der anderen Seite dreht und wendet er sie unablässig, so dass er zum Teil dadurch versehentlich Einzelheiten verändert. Dann ist es nötig, durch gezielte Hinweise einzugreifen und P. auf die Veränderung aufmerksam zu machen. Abschließend ist jedoch hervorzuheben, dass P. allem Neuen gegenüber aufgeschlossen ist.

3.1.3. Methodisches Vorgehen – Auswahl und Begründung

Wären die Schüler zu Beginn des Schuljahres gefragt worden, was unter dem Begriff „Flächeninhalt“ zu verstehen ist, hätte vermutlich keiner diese Frage im mathematischen Sinne beantworten können. Angesichts der besonderen Bedingungen in dieser Lerngruppe ist es notwendig, das Thema Flächeninhalte „be-greifbar“ zu machen. Auch der Lehrplan und lerntheoretische Erkenntnisse legen nahe, einen Bezug zur Lebenserfahrung der Schüler



herzustellen. Deswegen beginnt die Unterrichtseinheit nach einer groben Begriffsklärung mit der Suche von kleineren Flächen, z.B. Fliesen, im Schulgebäude, einer für die Schüler bekannten Umgebung. Durch das Abpausen dieser Flächen soll verdeutlicht werden, dass Flächen in ihrer Größe begrenzt sind und verschiedene Formen haben können. Auch im weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit erhalten die Schüler die Möglichkeit, den Lernstoff von der Handlung ausgehend zu erarbeiten. So sollen sie als Nächstes verschiedene Flächeninhalte durch Schneiden und Umlegen vergleichen und das Ergebnis mit ihrer vorausgegangenen Schätzung überprüfen. Durch das Zerschneiden soll die Notwendigkeit, nach sinnvollen Unterteilungen zu suchen, deutlich werden. Daran schließt sich nahtlos die nächste Unterrichtseinheit an, in der die Schüler die Größe verschiedener Flächen durch Auslegen und Abzählen mit Quadraten vergleichen sollen.

Die Einführung der genormten Einheit cm^2 ist den Schülern aus ihren bisherigen Erfahrungen mit Größen bei Längen und Gewichten bekannt. Durch das Hantieren mit Pappquadraten der Seitenlänge 1 cm, mit denen sie die Größe von Flächen bestimmen, erlangen sie eine Größenvorstellung für die neue Einheit. Bei einem Rechteck lassen sich die Quadrate in Reihen zusammenfassen, so dass letztlich nur die Anzahl der Quadrate in einer Reihe und die Anzahl der Reihen berücksichtigt werden müssen, um die Gesamtzahl der Quadrate zu ermitteln. Die Berechnung ähnelt einer Multiplikationsaufgabe, wie sie die Schüler bereits in der Grundschule kennen gelernt haben. Nach den vielseitigen Erfahrungen mit unterschiedlichen Flächen lernen die Schüler ihre erste Formel kennen, $A = a \cdot b$, mit der sie den Flächeninhalt eines Rechtecks - allein unter Verwendung der Seitenlängen - bestimmen können. Es schließt sich die Berechnung des Umfangs von Rechtecken und rechtwinkligen Vielecken an, bei der es sich um eine reine Addition aller Seitenlängen handelt.

In einem weiteren Schritt übertragen die Schüler ihr bisheriges Wissen auf größere Flächeninhalte, zu deren Darstellung andere Einheiten, z.B. dm^2 , m^2 , verwendet werden. Zur besseren Vorstellung wird wieder anschauliches bzw. fühlbares Material verwendet. Das Verhältnis zwischen zwei Einheiten ergibt sich aus dem Umrechnungsfaktor von einer in die andere Einheit. Die Umrechnung in verschiedene Einheiten ist den Schülern bereits aus der Unterrichtsreihe Größen bekannt. Neu sind jedoch die Umrechnungsfaktoren zwischen den Einheiten zur Angabe des Flächeninhalts. Beim anschließenden Rechnen mit Flächeninhalten verbinden sich die Themen Flächeninhalte und Größen. An dieser Stelle sollen die Schüler ihre Vorstellung von Flächeninhalten soweit gefestigt haben, dass sie die Sachverhalte in



Texten logisch ordnen und daraus eine Rechnung kodieren können. Bei der Kontrolle des Ergebnisses können sie ihr gewonnenes Einschätzungsvermögen für Flächeninhalte heranziehen. Am Ende der Unterrichtseinheit messen die Schüler die Gänge (Flächen) im Sporthallenbereich aus, so dass daraus ein Plan erstellt werden kann. Dieser Plan soll P. helfen sich in diesem sehr großen Bereich (5 Sporthallen, mehrere Umkleidekabinen) zurechtzufinden. Im Rahmen der Integration verwirklichen die Schüler eine praktische Umsetzung des Themas Flächeninhalte.

Der Ablauf der Unterrichtseinheit ist für alle Schüler gleich. Bei den Materialien bedarf es einiger besonderer Überlegungen für P., da er im Gegensatz zu seinen sehenden Mitschülern keinen Zugang zu den visuellen Darstellungen von Flächen hat. Für ihn werden die Flächen vielfach so übertragen, dass sie haptisch wahrnehmbar sind. Je nach Anforderung können diese fühlbaren Flächen unterschiedlich beschaffen sein. Beim Auslegen einer Fläche mit Teilflächen ist eine vergleichsweise hohe Kante erforderlich, wie sie z.B. mit einem Pluster-Pen, einem Stift, dessen Farbe aufgrund von Hitzeeinwirkung durch Fönen oder Bügeln erhaben wird, erzeugt werden kann. Steht das Ausmessen im Vordergrund, so genügt es die Umrisse auf Schwellpapier zu zeichnen, dessen Oberfläche mit mikroskopisch kleinen Kunststoffkapseln beschichtet ist, die beim Erhitzen durch einen Fuser aufquellen. Beim „freien“ Vergleich zweier Flächen ist es sinnvoll, die Oberflächen unterschiedlich zu gestalten. Auf diese Weise wird die Gegenüberstellung von verschiedenen Flächen erleichtert, da sie nicht so leicht verwechselt werden können. Insbesondere wenn eine Fläche zerteilt werden soll, kann so die Zuordnung der Teilflächen problemlos erfolgen. Das Ausmessen von Seitenlängen erfolgt mit einem Punktschrift-Lineal. Zur Markierung des Anfangs- und Endpunktes werden Stecknadeln in die Eckpunkte gesteckt, die in eine Gummiunterlage einstecken.

Das Auslegen einer Fläche mit Zentimeterquadraten ist für P. aufgrund der geringen Größe der Quadrate feinmotorisch sehr anspruchsvoll. Die Quadrate müssen einzeln fixiert werden, da sie sonst beim Umgang mit einem Nachbarquadrat leicht verrutschen können. Damit P. nicht durch die geringe Größe der Quadrate entmutigt wird, werden für ihn die Quadrate im Maßstab 1: 2,5 vergrößert. Dabei sind auch die Flächen vergrößert, so dass P. die Anzahl der Quadrate der jeweiligen Fläche mit seinen Mitschülern vergleichen kann. Wichtig ist, dass P. vor Gebrauch der vergrößerten Quadrate, die reale Größe eines Zentimeterquadrates erfährt und weiß, dass es sich bei seiner Darstellung um eine Vergrößerung handelt. Diese



Vorgehensweise kennt er bereits aus dem Thema Koordinaten, bei dem ihm ein vergrößertes Koordinatennetz zur Verfügung stand. Auch hier war der Abstand der Koordinaten im Maßstab 1 : 2,5 vergrößert worden. Im weiteren Verlauf der Unterrichtseinheit, bei der die Schüler den Flächeninhalt von Rechtecken anhand der Seitenlängen errechnen, erhält auch P. die Vorlagen in der Originalgröße. Bei der Darstellung einer Einheitentabelle zur Verdeutlichung des Zusammenhangs zwischen den Einheiten benutzt P. eine Magnettafel, bei der die Spalten der Tabelle mit Magnetstreifen markiert und einzeln beschriftet sind. Dort kann er einen gegebenen Flächeninhalt mit Hilfe von Zahlen, die auf Magnetknöpfe geklebt sind, in den jeweiligen Spalten darstellen. P. benötigt bei der Verwendung der Materialien Unterstützung, damit er nicht versehentlich z.B. zwei Flächen vertauscht. Das würde ihn entmutigen und sein ohnehin größerer Zeitbedarf könnte sich weiter erhöhen. Daher befindet sich immer eine der beiden Lehrkräfte, die der Klasse im Mathematikunterricht zur Verfügung stehen, in P.'s Nähe, während die andere ihre Aufmerksamkeit bei der übrigen Klasse hat. Die Arbeitsanweisungen erfolgen überwiegend mündlich, um P. durch einen weiteren Medienwechsel nicht von seinen Arbeitsmaterialien zu entfernen.

P.'s Arbeitstempo ist - durch die Blindheit bedingt - sehr langsam. Daher ist das Lernangebot für ihn unter Berufung auf den Nachteilsausgleich teilweise reduziert. Das bezieht sich in erster Linie auf die Menge der Aufgaben, jedoch nicht auf die Lerninhalte. Verwinkelte Flächen sind anders als bei der visuellen Wahrnehmung haptisch kaum zu erkennen. Aus diesem Grund werden die komplexeren Darstellungen für P. ausgelassen. Entscheidend ist, dass P. das zugrunde liegende Prinzip versteht, nicht dass er besonders schwierige Aufgaben lösen kann.

Die Klassengemeinschaft in der Klasse ist nicht ausgeprägt. Freundschaften bestehen zwischen einzelnen Gruppierungen, doch können selbst in diesen Gruppen nur wenige Schüler gut zusammenarbeiten. Unter pädagogischen Gesichtspunkten ist eine verstärkte Zusammenarbeit wünschenswert, zumindest das Vergleichen der Ergebnisse könnte über einen Austausch mit den Nachbarn erfolgen. Daher sollen insbesondere im ersten Teil der Unterrichtseinheit lediglich neue Teilthemen im Klassenverband eingeführt werden. Die übrige Arbeitsform besteht in Form eines Arbeitsplans für die Unterrichtseinheit, bei dem verschiedene Aufgaben in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden können. Unterschieden wird dabei zwischen verbindlichen Aufgaben, deren Bearbeitung erfolgen muss, und Zusatzaufgaben, die nach den „Pflichtaufgaben“ bearbeitet werden können. Durch diese



Arbeitsform soll zum einen das unterschiedliche Arbeitstempo ausgeglichen werden. Zum anderen soll sie den Schülern die Möglichkeit geben, einzelne Aufgaben mit einem Partner zusammen zu bearbeiten. Dabei steht auch P. als Partner zur Verfügung, da er die gleichen Aufgaben bearbeitet. Die Zusammenarbeit mit P. ist bei diesem Thema dadurch phasenweise erschwert, da sie aufgrund der zusätzlichen Zeit, die P. benötigt, eine große Rücksichtnahme seitens der sehenden Schüler erfordert.

3.2. Durchführung – Darstellung ausgewählter Unterrichtsstunden

Die Unterrichtseinheit umfasst 15 Unterrichtsstunden. Da die Klasse einmal in der Woche eine Doppelstunde Mathematik hat, finden 6 dieser Unterrichtsstunden an drei Tagen statt. In der Betrachtung sind diese Doppelstunden zu einer Sequenz zusammengefasst. Im folgenden Kapitel soll der Verlauf der Unterrichtseinheit dargestellt werden. Da eine Darstellung aller Stunden den Rahmen der Arbeit sprengen würde, zeigen drei ausgewählte Unterrichtsstunden bzw. -sequenzen exemplarisch den Verlauf der Einheit. Nach einer Einbettung der jeweiligen Unterrichtseinheit in den Gesamtverlauf und der Beschreibung der Zielsetzungen und Intentionen folgt die Darstellung des Unterrichtsverlaufs. Anschließend wird das Unterrichtsgeschehen in einer Reflexion ausgewertet.

3.2.1. Vergleichen von Flächen durch Auslegen mit Quadraten

Zielsetzungen/Intentionen

Nach einer Begriffsbildung über Flächeninhalte fanden die Schüler im freien Vergleich von Flächeninhalten durch Ausschneiden und Umlegen heraus, dass Flächen sich am leichtesten vergleichen lassen, wenn man sie unterteilt. Dabei müssen die Unterteilungen bei den zu vergleichenden Flächen gleich groß sein. In der vorliegenden Unterrichtssequenz, es handelt sich um die dritte und vierte Stunde der Unterrichtseinheit, beginnen die Schüler Flächen systematisch zu vergleichen. Dazu unterteilen sie die Fläche in sinnvolle Abschnitte oder verwenden Quadrate, die der Fläche zugrunde liegen. Sie sollen erkennen, dass sich ein Quadrat in zwei rechtwinklige Dreiecke unterteilen lässt. In der zweiten Stunde werden Zentimeterquadrate, Quadrate mit der Seitenlänge 1 cm, als genormte Einheit für Flächeninhalte eingeführt. Die Schüler sollen die Größe von Flächen mit Hilfe von



Zentimeterquadraten bestimmen. Auf der Seite der Sozialkompetenz sollen die Schüler Bereitschaft und Fähigkeit zur Zusammenarbeit in Gruppen zeigen, in dem sie die Aufgaben in Kleingruppen von 2 bis 3 Schülern lösen.

Unterrichtsverlauf

Zu Beginn der Doppelstunde werden die Hausaufgaben besprochen, bei denen die Schüler zwei Flächen durch Ausschneiden und Umlegen vergleichen sollten. Bei der Frage, wie die Schüler zur Lösung gekommen sind, stellt sich heraus, dass sie die Flächen in Abschnitte unterteilt haben, die sich bei beiden Flächen finden ließen, um sie besser vergleichen zu können. Es wird angekündigt, dass die Schüler auch in dieser Stunde sinnvolle Unterteilungen von Flächen vornehmen sollen. Weiterhin betont die Lehrkraft die Möglichkeit der Zusammenarbeit mit Mitschülern zu zweit oder zu dritt – evtl. verbunden mit einem Platztausch – und unterstreicht, dass P. die gleichen Aufgaben hat, dass also auch er als Partner zur Verfügung steht. Anschließend liegen den Schülern vier Arbeitsbögen aus, für P. im Hinblick auf den Nachteilsausgleich nur zwei (s. Anhang AB1 und AB2). Danach können sie an einer Zusatzaufgabe „knobeln“.

P. beginnt mit dem ersten Arbeitsbogen (AB 1), bei dem er zunächst vorschlägt, eine der Flächen auszuschneiden um sie besser vergleichen zu können. Ich übernehme das Schneiden für ihn, da es für Blinde sehr schwierig und hier nicht unmittelbar Bestandteil des Lernziels ist. Beim Aufeinanderlegen erkennt er schnell, dass die längliche Fläche nicht mit der vollen Länge in das „Kreuz“ legen lässt, das am Ende ein Stück übersteht. Er vermutet, dass der überstehende Teil in die noch nicht ausgefüllten Ecken des Kreuzes passt. Nachdem dieser Teil zerschnitten und an die entsprechenden Stellen gelegt wird, findet P. seine Vermutung bestätigt. Jetzt erkennt er auch, dass es sich bei den beiden letzten Teilstücken um Quadrate handelt.

Bei dem zweiten Arbeitsbogen (AB 2) liegt die Schwierigkeit darin, dass die Größe der Fläche in Quadraten angegeben werden soll, die Fläche jedoch neben Quadraten auch aus Dreiecken besteht. So stellt sich die Frage, ob man aus einem Quadrat ein Dreieck bilden kann. P. schlägt vor, eine Ecke des Quadrats abzuschneiden. Ich schneide zunächst nur eine kleine Ecke ab, so dass ein Fünfeck übrigbleibt. P. weiß sofort, dass noch mehr abgeschnitten werden muss. Nach dem Vergleich des neu entstandenen Dreiecks mit einem Quadrat der ursprünglichen Größe stellt P. überrascht fest, dass dieses Dreieck genau halb so groß wie das



Quadrat ist, dass also zwei Dreiecke der Größe eines Quadrats entsprechen. Bei der zweiten Fläche erweitert er sein Wissen dahingehend, dass auch ein Rechteck sich in zwei gleich große Dreiecke teilen lässt, wenn man es an der Diagonalen zerteilt. Froh über sein Ergebnis fragt P. seinen Nachbarn T., ob er bei der Aufgabe auch zu diesem Ergebnis gekommen sei. T. ist mittlerweile längst bei einer anderen Aufgabe und weiß zunächst nicht, was gemeint ist. Dann versteht er. „Ach bei der Kirche“, sagt er. Ja, da habe er auch 37 Quadrate gezählt. P. fragt, warum die anderen Schüler denn von „Schloss“ und „Kirche“ reden. „Na, weil das so aussieht“, antwortet T.. Aufgrund meiner Erklärungen kann P. auf der Fläche die Form eines Kirchturms erkennen.

Die Einführung der Zentimeterquadrate als genormte Einheit zur Angabe von Flächeninhalten erfolgt im Klassenverband. Zur Veranschaulichung erhält jede Tischgruppe einige Zentimeterquadrate aus Pappe. P. findet sie „ganz schön klein“. Die Schreibweise der neuen Einheit, cm^2 , wird besprochen. P. kennt das Zeichen für „hoch“ und die dazugehörige Computertaste schon von der Potenzrechnung. Anschließend erhalten die Schüler vier (P. zwei) verschiedene Arbeitsbögen, auf denen sie die Größe von Flächen in cm^2 angeben sollen (s. Anhang AB 3 und AB 4).

Zu Beginn der Stillarbeitsphase erhält P. „seine“ Pappquadrate mit der Seitenlänge 2, 5 cm und die Erklärung, dass es sich dabei um eine Vergrößerung der zuvor gefühlten Zentimeterquadrate handelt. Das könne er sich vorstellen, erwidert P.. Auf dem ersten Arbeitsbogen (AB 3) legt er gewissenhaft die gesamte Fläche mit Quadraten aus, die er jeweils mit einer Stecknadel auf einer Gummiunterlage fixiert. Auf dem zweiten Arbeitsbogen (AB 4) erkennt er eine Treppe. Die unterste Reihe hat sechs Quadrate, die darüber ist kürzer. Ob vier oder fünf Quadrate in diese Reihe passen, überprüft P. durch senkrechtliches Hochfahren seines Fingers hinter dem vierten bzw. fünften Quadrat der untersten Reihe. Genauso verfährt er bei der Reihe darüber, die aus drei Quadraten besteht. P. überträgt seine Entdeckung sogleich auf die nächste Fläche, bei der er von der obersten Reihe ausgeht und zählt, wie viele Quadrate in jeder Reihe auf beiden Seiten dazu kommen. Auf diese Weise muss er nur bei den unteren Reihen überprüfen, wie viele es sind. Die restliche Größe kann er durch geschicktes Kombinieren ermitteln. Am Ende der Doppelstunde ist P. stolz auf seine Ergebnisse.



Reflexion

Die Schüler nahmen das Angebot zur Zusammenarbeit nur sehr bedingt an. Das lag sicher daran, dass sie aus anderen Fächern Einzelarbeit gewohnt waren und alles andere für sie eine Umstellung bedeutete. Zum anderen war die Zusammenarbeit bei den Aufgaben nicht so zwingend wie das bei einem Partnerspiel der Fall gewesen wäre. Jedoch sollte die Zusammenarbeit auf freiwilliger Basis erfolgen, daher war lediglich die Möglichkeit der Teambildung hervorgehoben worden. Auf diese Weise sollte verhindert werden, dass die Schüler sich aufgrund eines Zwangscharakters von Gruppenarbeit abwenden. Es bleibt festzustellen, dass unter den Tischnachbarn ein verstärkter Austausch stattfand, sei es für die Aufgabe selbst oder zum Vergleichen der Ergebnisse. Auch P. arbeitete in dieser Einheit ausschließlich mit einer Lehrkraft zusammen. Lediglich als er die Bestätigung für sein Ergebnis haben wollte, wendete er sich an T.. T.'s Bemerkung, die Flächen sähen aus wie ein Schloss und eine Kirche, war für P. nicht gleich nachzuvollziehen, da die Form einer Kirche nichts mit P.'s unmittelbarer Lebenswelt zu tun hat. Es könnte zwar sein, dass P. schon einmal das Modell erfüllt hat, aber das Übertragen eines dreidimensionalen Modells auf eine zweidimensionale Darstellung stellt für blinde Menschen eine hohe Schwierigkeit dar. Mit meiner Vermutung, P. könne schon einmal ein Hörerlebnis, die Kirchenglocken, mit einem Kirchturm in Verbindung gebracht haben und den Kirchturm auf der Fläche erkennen, lag ich richtig. T. konnte das nicht wissen, nicht nachdem er P. erst ein halbes Jahr kannte. Das Hineinversetzen in die Erfahrungswelt des blinden Menschen ist eine Intention der Integration. Die sehenden Mitschüler und Lehrkräfte dabei zu unterstützen ist Aufgabe einer Fachkraft. Im Laufe der Zeit können sich so eine größere Offenheit und ein erhöhtes Verständnis für die gegenseitigen Erfahrungswelten heranbilden.

Es fiel auf, dass die Motivation bei allen Schülern sehr hoch war. Die Aufgaben waren für alle zu bewältigen – z. T. nach Austausch mit dem Nachbarn – und gaben den Schülern die Möglichkeit zu „knobeln“. Das richtige Ergebnis war schnell zu erkennen und es mussten keine langen Lösungsstrategien nachvollzogen werden. Das Materialangebot für P. erwies sich als angemessen. Bei dem ersten Arbeitsbogen kam er ohne große Hilfe zum richtigen Ergebnis. Dabei hat er anders als seine Mitschüler, die die Aufgabe mit der Form eines „Kreuzes“ sofort in fünf Quadrate unterteilten, um es besser mit den anderen Flächen vergleichen zu können, keine regelmäßige Unterteilung vorgenommen. Das liegt in der Tatsache begründet, dass es haptisch wesentlich schwerer ist, die Möglichkeit einer solch regelmäßigen Unterteilung zu erkennen als visuell.



Im weiteren Verlauf der Doppelstunde machte P. zwei große Entdeckungen:

1. Ein Quadrat oder ein Rechteck lässt sich in zwei gleich große Dreiecke unterteilen.
2. Man muss nicht die gesamte Fläche mit Quadraten auslegen, sondern er kann durch geschicktes Vorgehen, z.B. Unterteilung in Reihen, die Größe der Fläche fast ohne Auslegen ermitteln.

Beide Entdeckungen sind visuell relativ leicht nachzuvollziehen. Haptisch lässt sich jedoch nicht ohne weiteres erkennen, dass zwei gleich große Dreiecke zu einem Quadrat zusammengesetzt werden können. P. muss die Teilung des Quadrats an der Diagonalen bereits gedanklich vollzogen haben, sonst hätte er nicht sofort erkannt, dass bei der zunächst angebotenen Lösung, in der nur eine kleine Ecke des Quadrats fehlte, noch nicht genug abgeschnitten war. Das Auflegen auf das Quadrat der ursprünglichen Größe brachte die Bestätigung seiner Vermutung. P. war infolge seines Erfolgserlebnisses so motiviert, dass er sogleich die nächste Aufgabe bearbeitete und sich während der Doppelstunde kaum eine Pause gönnte.

Auch bei der zweiten Entdeckung erleichterte eine innere Vorstellung der Fläche die Bestimmung der Anzahl der Quadrate. Um die Anzahl der Quadrate von der Form ableiten zu können, ist es notwendig, die Fläche zu strukturieren. So lassen sich die einzelnen Reihen in Bezug auf Veränderungen oder Symmetrieeigenschaften besser vergleichen. Dabei ist darauf zu achten, dass die Fläche nicht größer sein sollte, als mit beiden Händen mit gespreizten Fingern zu erfassen ist. Auf diese Weise können die einzelnen Teile der Fläche noch miteinander verglichen werden. Für P. waren die Flächen aufgrund der Vergrößerung um einiges größer als bei seinen Mitschülern, aber noch gut zu erkennen. Mit dem veränderten Maßstab kam P. gut zurecht, er war für ihn hilfreich, solange er die Flächen ganz oder teilweise mit Quadraten auslegen musste. Bereits in der anschließenden Stunde versuchte P., den Inhalt einer Fläche allein durch Messen herauszufinden (s. Anhang: Foto der 5. Stunde). Dabei musste er jedoch feststellen, dass er die Länge der Seitenlinien durch 2,5 cm bzw. durch 25 mm teilen musste, um die Anzahl der Quadrate errechnen zu können. Daher empfand er es als eine große Erleichterung, nun Flächen in Originalgröße bearbeiten zu können, bei denen diese Umrechnung entfiel. Auf diese Weise war der Übergang von den vergrößerten zu den Originaldarstellungen sogar von P. gewünscht und fügte sich nahtlos in die Unterrichtseinheit ein.



3.2.2. Inhalt und Umfang von aus Rechtecken zusammengesetzten Vielecken

Zielsetzungen/Intention

Nachdem die Schüler die Größe von Flächen durch Auslegen mit Zentimeterquadraten bestimmt hatten, führte die Anordnung der Quadrate beim Rechteck in Reihen zu der Erkenntnis, dass sich der Flächeninhalt eines Rechtecks wie bei einer Multiplikationsaufgabe mit Hilfe der Seitenlängen errechnen lässt. In der 7. Stunde der Unterrichtseinheit sollen die Schüler die zuvor gelernte Formel $A(\text{Flächeninhalt}) = a(1. \text{Seitenlänge}) \cdot b(2. \text{Seitenlänge})$ zur Bestimmung des Flächeninhalts eines Rechtecks üben. Da es sich bei den in diesen Aufgaben verwendeten Flächen um aus Rechtecken zusammengesetzte Vielecke handelt, müssen sie zuerst eine Unterteilung der Fläche in Rechtecke vornehmen. Außerdem wiederholen die Schüler den Begriff „Umfang“, der ihnen aus der Grundschule bekannt ist, und addieren die Seitenlängen der Vielecke zur Berechnung des Umfangs.

Unterrichtsverlauf

Zu Beginn der Stunde wird im Klassenverband die Frage gestellt, wie groß der Flächeninhalt eines Quadrats sei. Als Anschauungsmaterial dient ein Magnetquadrat. Die Schüler stellen schnell fest, dass beide Seitenlängen gleich lang sind und daher nur eine Seitenlänge mit sich selbst multipliziert, also quadriert werden muss. In das Thema der Stunde, die Bestimmung des Flächeninhalts von aus Rechtecken zusammengesetzten Vielecken, wird über ein Vieleck der Form „L“ an der Tafel, dessen Fläche durch Magnetstreifen begrenzt ist, eingeführt. P. erfühlt die Form während die anderen Schüler die Fläche verkleinert in ihr Heft zeichnen. P. hat die Idee, das Vieleck senkrecht zu unterteilen, so dass zwei Rechtecke entstehen. Als Markierung dient ein Magnetstreifen. Auf den Vorschlag eines Mitschülers hin, das Vieleck waagrecht zu unterteilen, muss P. überlegen, bis er den Lösungsweg nachvollziehen kann. Bei der dritten Lösungsmöglichkeit, die Fläche durch Verlängerung zweier Seitenlinien zu einem großen Rechteck zu ergänzen und anschließend das „leere“ Rechteck abzuziehen, weiß er nicht, was gemeint ist. Erst als zwei weitere Magnetstreifen das große Rechteck andeuten, so dass es erfüllbar wird, kann P. den Lösungsweg erfassen.

Anschließend üben die Schüler die Bestimmung des Flächeninhalts von Vielecken auf einem Arbeitsbogen (s. Anhang AB5), der wieder für P. in Menge und Komplexität reduziert ist. P. will gleich mit dem Messen beginnen und sticht in alle Ecken des ersten Vielecks eine Stecknadel. Danach überlegt er, welche Unterteilung er vornehmen könnte, muss dabei aber



feststellen, dass er wegen der vielen Stecknadeln das Vieleck nicht mehr gut erfassen und auch keine mögliche Unterteilung erkennen kann. So entfernt er die Stecknadeln wieder und ertastet die Fläche auf mögliche Unterteilungen hin. Die Teilung, die er vornimmt, wird mit einem Klebestreifen markiert. Nun kann er die Stecknadeln wieder einstecken – auch die zusätzlich am Klebestreifen, die er für die Unterteilung benötigt - und mit dem Messen beginnen. Das Messen mit dem Punktschrift-Lineal erweist sich aufgrund der vielen Stecknadeln als recht knifflig, besonders als P. die innen liegende Ecke als Ausgangspunkt wählt. So werden alle Stecknadeln, die nicht für die unmittelbar bevorstehende Messung benötigt werden, zeitweise entfernt. Jetzt ist es möglich, die Seitenlängen der beiden Rechtecke zu messen und dann den Flächeninhalt des Vielecks zu bestimmen.

Im zweiten Teil der Stunde wird im Klassenverband die Frage gestellt, was der Umfang einer Fläche ist. Es zeigt sich, dass die Schüler bereits eine Vorstellung vom Umfang haben. Sie wissen auch, dass beim Umfang die Seitenlängen addiert werden. Sie finden schnell heraus, dass ein Umfang in cm, dm etc. angegeben wird, da es sich dabei um einfache Längen handelt. Die Schüler erhalten die Aufgabe, den Umfang der Flächen, deren Inhalt sie zuvor errechnet hatten, zu ermitteln.

P. beginnt mit einer Fläche, deren Flächeninhalt er bereits ermittelt hat, bei der folglich auch ein Klebestreifen die Unterteilung in Rechtecke andeutet. Beim Messen der Seitenlängen misst er von einem Eckpunkt nur bis zum Klebestreifen. Als er weiter misst, vom Klebestreifen zum nächsten Eckpunkt, wird er gewahr, dass er zwei Teile derselben Seite gemessen hat. P. hat zur Markierung des Anfangspunktes, an dem er mit seinen Messungen begonnen hatte, eine Stecknadel in eine Ecke gesteckt, die auf der gummierten Unterlage Halt findet. Zum Messen dreht er den Arbeitsbogen einschließlich der Unterlage, worauf hin die Stecknadel des Anfangspunktes herausrutscht und wieder neu eingestochen werden muss. Am Ende der Stunde stellt P. erschöpft fest: „Mathe ist ganz schön anstrengend.“

Reflexion

Diese Stunde barg für P. einige Schwierigkeiten in sich sowohl aus geometrischer als auch aus technischer Sicht. Bereits zu Beginn der Stunde fiel es P. an der Tafel schwer, das Vieleck auf mehrere Arten zu unterteilen oder andere Unterteilungen nachzuvollziehen. Dabei hatte P. ausreichend Zeit gehabt, das Vieleck zu erkunden, die Zeit, in der seine Mitschüler die Fläche verkleinert in ihr Heft zeichneten. Jedoch hatte er die Form des Vielecks nicht so weit



verinnerlicht, dass er gedanklich flexibel mit den verschiedenen Lösungsmöglichkeiten operieren konnte. Dabei ist besonders der dritte Lösungsweg, bei dem von einem gedachten großen Rechteck ein fehlendes, nicht ausgefülltes, Rechteck abgezogen wird, haptisch schwer nachzuvollziehen. So war es optisch wesentlich leichter zu erkennen, dass die Verlängerung der Außenlinien zu einem rechten Winkel und damit zu einem großen Rechteck führten, als das haptisch möglich war. Es war für das Stundenziel nicht entscheidend, dass P. alle Lösungswege verstand, solange er einen Lösungsansatz entwickeln konnte. Aber es zeigte, dass er, aufgrund der neuartigen Form, haptisch nicht unter mehreren Möglichkeiten auswählen konnte, sondern auf die beschränkt war, die für ihn zugänglich waren.

Bei der Bearbeitung des Arbeitsblattes war P. so auf das Messen fixiert, dass er gleich die Eckpunkte mit Stecknadeln fixierte, wie er es vom Messen her kannte. Dabei vergaß er, das Vieleck zuvor genau zu untersuchen, um sich einen ersten Eindruck von der Gesamtfläche zu verschaffen. Durch dieses Versäumnis musste er sich die Mühe der richtigen Platzierung der Stecknadeln ein zweites Mal machen. Der Klebestreifen, der die von P. gefundene Unterteilung markierte, wurde von der Lehrkraft aufgeklebt. Für P. selbst wäre es sehr schwierig und zeitaufwendig gewesen, die Unterteilung so zu platzieren, dass sie eine Verlängerung einer der Seiten dargestellt hätte. Weiterhin ergaben sich beim Messen Schwierigkeiten aufgrund der vielen Stecknadeln. Auf eine Hilfestellung durch die Einbeziehung geometrischer Eigenschaften (z.B. beim Rechteck sind gegenüberliegende Seiten gleich lang; die Seitenlänge des einen Teil-Rechtecks wird von der Seitenlänge des anderen Teil-Rechtecks abgezogen) wurde verzichtet, da das in dieser Stunde für P. eine Überforderung bedeutet hätte. P. benötigte an dieser Stelle den handelnden Umgang mit dem Material, da die zusammengesetzten Flächen für ihn neu und noch mit wenigen Erfahrungen verknüpft waren.

Als P. den Umfang des Vielecks messen und berechnen sollte, verwendete er den Punkt, an dem der Klebestreifen auf die Seite trifft, als Messpunkt, obwohl dieser zur Berechnung des Umfangs keine Bedeutung hat. Das lag wahrscheinlich daran, dass der Klebestreifen bei der Bestimmung des Flächeninhalts als Messpunkt gedient hatte und P. ohne weiter darüber nachzudenken ihn ganz selbstverständlich wieder als Messpunkt gebrauchte. Erneut musste P. sich die Gesamtfläche in Erinnerung rufen, um die für den Umfang bedeutsamen Eckpunkte zu erkennen. Darüber hinaus drehte P. die Fläche, deren Außenseiten er zur Berechnung des Umfangs maß. Dabei rutschte die Stecknadel, die den Anfangspunkt markierte, aus der Gummiunterlage und somit auch aus dem Papier heraus. Das Drehen der Fläche ist für das



Messen nicht erforderlich, doch P. fiel das Messen anscheinend leichter, wenn die zu messende Seite waagrecht vor ihm lag. Daher war die auftretende Problematik nicht vorher bedacht worden. Ansätze, die Fläche auf einem Zeichenbrett mit integriertem Lineal auszumessen haben sich als schwierig erwiesen. Zum einen blieb das Lineal an den erhabenen Linien der Fuser-Kopie oder des Pluster-Pen hängen. Und zum anderen bedurfte es selbst bei Verwendung einer Zeichenfolie einiger Übung, die Zeichnung so in das Zeichenbrett einzulegen, dass der Anfangspunkt der Zeichnung mit dem auf dem Lineal übereinstimmt.

3.2.3. Rechnen mit Flächeninhalten

Zielsetzungen/Intention

Im Laufe der Unterrichtseinheit übertrugen die Schüler ihr Wissen über Flächeninhalte von der Einheit cm^2 auf weitere Einheiten zur Angabe des Flächeninhalts. Verbunden mit konkreten Größenvorstellungen lernten sie die Zusammenhänge zwischen den Einheiten und die Umrechnungsfaktoren kennen. In der 13. und 14. Stunde der Unterrichtseinheit folgt das Rechnen mit Flächeninhalten. Dabei steht zum einen die richtige Verwendung der Einheit im Vordergrund – z.B. dürfen nur Flächeninhalte mit derselben Einheit addiert oder subtrahiert werden. Zum anderen muss die Vorstellung von Flächeninhalten bereits verinnerlicht worden sein, so dass die Schüler aus verbal dargestellten Sachverhalten eine Aufgabe mit Flächeninhalten kodieren können. In der zweiten Stunde wenden die Schüler ihre Kenntnisse auf Flächen am Schulgebäude an, in dem sie dazu beitragen, einen Plan, der später P. zur Orientierung dienen soll, zu erstellen. Dabei sollen sie ihre Bereitschaft zur Zusammenarbeit in Gruppen zeigen, die aufgrund der Länge der Flure notwendig ist. Darüber hinaus soll in dieser Stunde die soziale Integration durch die gemeinsame Arbeit an einem Hilfsmittel gefördert werden.

Unterrichtsverlauf

Zu Beginn der Doppelstunde werden die Hausaufgaben, bei denen in verschiedene Einheiten umgerechnet werden sollte, im Klassenverband verglichen. Die meisten Schüler haben alle Aufgaben richtig. P. hat bei einer Aufgabe einen Fehler, bemerkt ihn aber noch bevor die Aufgabe vorgelesen wird. Zur Einführung in das Thema der Stunde wird im Klassenverband eine Aufgabe (s. Anhang) gestellt, bei der Flächeninhalte addiert bzw. multipliziert werden müssen. Als Anschauungsmaterial dienen Pappflächen, welche die Flächen in den Aufgaben



symbolisieren. P. dreht und wendet die Flächen, kann der Aufgabe jedoch folgen und mitrechnen. Anschließend üben die Schüler das Rechnen mit Flächeninhalten in Einzelarbeit (s. Anhang). Bei P. muss der Computer neu gestartet werden, da zunächst die Braille-Zeile nicht lesbar ist. Dadurch bearbeitet er die ersten Aufgaben mündlich. Bei den Aufgaben zur Addition und Subtraktion unterläuft ihm lediglich ein Fehler. Er erkennt, dass die Differenz gebildet werden muss, zieht jedoch die größere von der kleineren Zahl ab und wundert sich über das Minus auf dem Taschenrechner, mit dem er nichts anfangen kann. Durch eine kurze Nachfrage erkennt er seinen Fehler. Die Aufgaben zur Multiplikation fallen P. leicht. Er rechnet sogar eine Aufgabe weiter, als Zusatzaufgabe. Beim anschließenden Vergleichen der Ergebnisse stellt er erfreut fest, dass er richtig gerechnet hat.

In der zweiten Stunde stehen den Schüler zwei Aufgaben zur Auswahl. Die eine Aufgabe besteht darin, den Grundriss eines Bühnenbildes für ein Theaterstück, das die Klasse in wenigen Wochen aufführen wird, mit den benötigten Requisiten zu entwerfen. Bei der anderen Aufgabe sollen die Gänge im Bereich der Turnhallen ausgemessen werden. Als Orientierungshilfe dient eine Zeichnung, auf der die Maße geschätzt sind (s. Anhang). Daraus soll ein Plan für P. entstehen, der sich bis jetzt in diesem Bereich noch nicht gut auskennt. P. sowie alle anderen Jungen und ein Mädchen melden sich sofort für die zweite Aufgabe. Mit großem Eifer gehen sie ans Werk und helfen sich gegenseitig bei der Addition der einzelnen Maßbandlängen, die aufgrund der Größe der Gänge nötig ist. Während des Messens fällt die Frage, wie viele Fliesen für einen bestimmten Flurabschnitt gebraucht werden. P. denkt zunächst nur eindimensional und überlegt wie viele Fliesen nebeneinander passen. Dann zählt er, wie viele Fliesenreihen hintereinander liegen und ermittelt daraus die Gesamtzahl der Fliesen in diesem Flurabschnitt. Auf die Frage, ob er diejenigen Fliesen berücksichtigt habe, von denen am Rand nur Teilfliesen verlegt sind, antwortet er, man könne ja noch ein paar Ersatzfliesen kaufen. Die zweite Berechnungsmöglichkeit, bei welcher der Flächeninhalt des Flures durch den Flächeninhalt einer Fliese geteilt wird, fällt P. schwerer nachzuvollziehen. Zunächst versteht er nicht, wie der Flächeninhalt des Flurabschnitts und der einer einzelnen Fliese zusammenhängen. Nachdem er die beiden Flächeninhalte dividiert hat, findet er das Ergebnis von vorher bestätigt, sogar mit Dezimalstellen, mit denen die Teilfliesen am Rand berücksichtigt werden. Die Schüler kommen nach dieser Einheit ausgelassen in den Klassenraum zurück, P. ist mitten unter ihnen.



Reflexion

In dieser Doppelstunde konnte P. die Anforderungen gut bewältigen und erlebte seine Mitschüler in einer gemeinsamen Aktion, die ihm für die Zukunft nutzen sollte. Bei der Einführung des Rechnens mit Flächeninhalten konnten die Schüler auf ihre Erfahrungen im Rechnen mit Größen zurückgreifen. So hatten sie bereits bei Gewichten und Längen die Rechenregeln beim Rechnen mit Einheiten erfahren. Eine Problematik bei der Berechnung war, dass die Schüler eine Vorstellung von Flächen haben müssen, was durch den Einsatz von Pappflächen als sinnvolle Anschauungshilfe erfolgreich gestützt wurde.

Nach der Einführung wurde in der Stunde auf Anschauungsmaterial verzichtet, um das Rechnen auf symbolischer Ebene zu üben. P. rechnete die Aufgaben am Computer, da er bei diesen Aufgaben nicht zwischen Material und Aufgabe wechseln musste. Durch den Ausfall des Computers musste P. die ersten Aufgaben lösen, ohne den Text noch einmal nachlesen zu können. Diese rein sprachliche Aufnahme des Sachverhalts, der gegliedert werden muss, um daraus eine Rechnung kodieren zu können, stellte eine hohe Anforderung dar. P. bewältigte sie sehr gut, was unterstreicht, dass er im Themengebiet Flächeninhalte in der Lage ist, auf symbolischer Ebene zu rechnen.

Im Sinne des Nachteilsausgleichs gebrauchte P. für die Rechnung seinen Taschenrechner mit Sprachausgabe. Schriftliche Rechenverfahren auf dem Computer zu lösen ist sehr unübersichtlich, da auf der Braille-Zeile jeweils nur eine Zeile abgebildet werden kann und so schlecht zu erkennen ist, welche Ziffern untereinander stehen. Daher rechnet P. auch bei anderen Aufgaben mit großen Zahlen, in denen es nicht um schriftliche Rechenverfahren selbst geht, mit dem Taschenrechner. Die sehenden Schüler benötigen etwa die selbe Zeit für die schriftliche Rechnung wie P., um die Zahlen in seinen Taschenrechner einzugeben und das Ergebnis abzuschreiben.

Durch den Gebrauch des Taschenrechners, aber auch, weil die zeitraubende haptische Wahrnehmung entfiel, war P. nicht mehr zeitlich im Nachteil. Beim Rechnen auf symbolischer Ebene konnte er – durch die Hilfe des Taschenrechners – zeitlich mit seinen sehenden Mitschülern mithalten. So konnte er erstmals in dieser Unterrichtseinheit eine Zusatzaufgabe lösen, die sonst immer für ihn entfiel, weil er in der zur Verfügung stehenden Zeit kaum mit den regulären Aufgaben fertig wurde. Dafür war Voraussetzung, dass P. eine



fundierte Vorstellung über Flächeninhalte hatte, so dass er kein Material zur Veranschaulichung brauchte.

Die Idee, mit den Schülern gemeinsam einen Plan zu erstellen, der P. bei der Orientierung in dem verwinkelten Sporthallentrakt helfen soll, ist daraus entstanden, dass P. sich bis jetzt in diesem recht großen Bereich noch nicht alleine zurechtfindet. So war er darauf angewiesen, dass seine Mitschüler ihn von der Umkleidekabine in die Turnhalle brachten und umgekehrt. Ein Plan könnte hier eine bessere Übersicht verschaffen. Die Schüler waren von der Idee begeistert und machten sich sogleich ans Werk. Der Eifer kann mehrere Ursachen haben. Zum einen bot die Aufgabe eine willkommene Abwechslung zu dem üblichen Unterricht im Klassenraum. Zum anderen sahen die Schüler einen Sinn in der Erstellung eines Plans, der im Anschluss verwendet werden konnte. P.'s Schwierigkeiten bei der Orientierung im Sporthallentrakt hatten sie selbst miterlebt. Nun konnten sie dazu beitragen, die Situation für P. zu erleichtern.

Dieses Projekt ließ sich gut in die Unterrichtseinheit Flächeninhalte einbinden, da ein Grundriss in engem Zusammenhang mit einer Grundfläche steht. Wie selbstverständlich flossen Aufgaben zum Rechnen mit Flächeninhalten ein, ohne dass die Schüler sich mit konstruierten Matheaufgaben konfrontiert sahen. Der Zusammenhang zwischen der Größe der Fliesen und der Größe der Grundfläche wurde in der nächsten und letzten Stunde der Unterrichtseinheit noch vertieft.

Mit Hilfe der von den Schülern gemessenen Maße erstellte die Lehrkraft einen Plan, auf dem alle Gänge im Sporthallentrakt mit Sandfarbe taktil hervorgehoben waren. Die Umsetzung der Maße durch die Schüler wäre zu zeitaufwendig gewesen. Bei der Präsentation des Plans zeigten sich die Schüler stolz, bei der Erstellung des Plans mitgewirkt zu haben. Der praktische Einsatz erfolgte im Anschluss an die Unterrichtseinheit in Einzelförderstunden. Dank seiner Vorerfahrungen mit Plänen konnte P. die Informationen aus dem Plan auf die Realität übertragen bzw. umgekehrt. Anhand des Plans erkannte er den Zusammenhang zwischen den Gängen. Er bemerkte, dass drei Hallen unmittelbar nebeneinander liegen, so dass durch die Aufhebung der Trennwände daraus eine große Halle entstehen kann. Auf diese Weise haben die Schüler unter Einbettung in den Lernstoff dazu beigetragen, dass P. seinen Weg in der Schule findet.



4. ERGEBNISSE DER UNTERRICHTSEINHEIT

Die Durchführung der Unterrichtseinheit verlief im Rahmen der Erwartungen. Im Verlauf der 15 Unterrichtsstunden hat die Klasse gelernt, Flächen strukturiert zu vergleichen. Die Schüler können den Flächeninhalt von Rechtecken und von aus Rechtecken zusammengesetzten Vielecken bestimmen. Sie haben als erste Einheit zur Bestimmung des Flächeninhalts „cm²“ kennen gelernt, da so eine überschaubare Größe für den handelnden Umgang gegeben war. Danach haben sie sich mit weiteren Einheiten zur Angabe von Flächeninhalten beschäftigt und jeweils eine Größenvorstellung entwickelt. Sie können den Umfang von Vielecken bestimmen und mit Flächeninhalten rechnen. In Textaufgaben können sie den Sachverhalt ordnen und mathematische Aufgaben kodieren. Am Ende der Unterrichtseinheit wendeten die Schüler ihre Kenntnisse zur Erstellung eines Plans praktisch an, indem sie an einem Grundriss des Sporthallentraktes zur besseren Orientierung von P. mitarbeiteten.

Vor allem zu Beginn der Unterrichtseinheit war die Motivation bei allen Schülern sehr hoch. Das lag zum einen sicher an den ansprechenden Materialien. So war z.B. P. in der 2. Stunde so fasziniert von der durch Sandfarbe aufgerauten Oberfläche einer Fläche, dass er sie zunächst nicht zerschneiden wollte, um sie mit einer anderen Fläche vergleichen zu können. Zum anderen hatten die Schüler Freude an empirischen Arbeitsaufträgen. Sie drängten zu den Arbeitsbögen und waren so mit ihren Lösungsversuchen beschäftigt, dass sie ihre Umgebung erst wieder wahrzunehmen schienen, wenn sie nicht gleich zum Ergebnis kamen und beim Nachbarn Rat suchten. Die praktisch orientierte Annäherung an das Thema Flächeninhalte führte dazu, dass die Schüler das Thema schnell individuell mit Inhalt füllen konnten.

Aufgrund dieser positiven Unterrichtsentwicklung komme ich zu dem Schluss, dass die Einführung der Umfangsformel später hätte erfolgen sollen. Ohne vielfältige praktische Erfahrung führte die verkürzende Formel, die eine Erleichterung darstellen sollte dazu, dass die beiden unterschiedlichen Formeln zur Berechnung des Flächeninhalts und des Umfangs die Schüler verwirrten. Neben der richtigen Formel mussten sie sich für die jeweilige Einheit (für Flächeninhalte bzw. für Längen) entscheiden.

P. hat mit seinen Mitschülern alle Teillernziele erreicht. Er erkundete Flächen in seiner Umgebung, z.B. Fliesen im und vor dem Schulgebäude, und entdeckte dabei viele Anwendungsmöglichkeiten in seinem Lebensumfeld, was sein Interesse sehr förderte. P.



konnte seine vielfältigen Vorerfahrungen aus dem Bereich O&M einbringen, die ihm die Arbeit in dieser Unterrichtseinheit erleichterten. Die verwendeten Materialien, bei denen die Außenlinien der Flächen mit Pluster-Pen oder Fuser-Folien erhaben wurden, sowie Pappflächen waren für die Verwendung angemessen. In ihrer Vielfältigkeit besaßen sie für P. hohen Aufforderungscharakter. P. konnte stets die jeweiligen Flächen gut erkennen und war nicht durch komplexe Formen überfordert. Bei der Umrechnung in verschiedene Einheiten war P. die aus Magnettafel, -streifen und -knöpfen bestehende Einheitentabelle dienlich, auf die er seine Kenntnisse von Einheiten zur Angabe von Größen und Gewichten schnell übertragen konnte.

Eine Schwierigkeit besteht weiterhin im Messen, bei dem neben der Bestimmung des Anfangs- und des Endpunktes vor allem das Lineal so angelegt werden muss, dass der Anfangspunkt des Lineals mit dem der zu messenden Linie übereinstimmt. Die Ausführung des Messvorgangs ist mit einem hohen Zeitaufwand verbunden, was zu einer großen Differenz in der Ausführung der Arbeitsaufträge zwischen P. und den sehenden Schülern führt. Hier ist zu überlegen, ob das Messen für P. nicht vereinfacht werden könnte, nachdem er den Messvorgang einmal exemplarisch durchgeführt, d.h. ihn verstanden hat. So wäre denkbar, die zu messende Linie mit Punkten im Abstand von einem Zentimeter zu kennzeichnen, so dass P. lediglich die Punkte zählen müsste.

Die Unterrichtseinheit zeigte, dass ein Miteinander-Lernen auch bei einem Thema möglich ist, zu dem die Schüler verschiedene Zugangsweisen haben. So erfolgte die Einführung in ein neues Teilthema stets gemeinsam mit allen Schülern durch Bereitstellung von Materialien, die für alle zugänglich waren, z.B. Magnetstreifen an der Tafel. Auf diese Weise konnten die Lernmethoden verzahnt werden und die Schüler voneinander lernen. Das Angebot der Zusammenarbeit wurde von den Schülern nur bedingt angenommen. Gründe dafür sind in der Konstellation der Klasse, in der die Gemeinschaft noch nicht ausgeprägt ist, zu sehen. Hier hätten Spiele für zwei oder mehr Personen einen zwingenderen Anlass zur Zusammenarbeit gegeben. Des Weiteren war diese Situation für die Klasse neu, da sie Partner- oder Gruppenarbeit aus dem bisherigen Unterricht kaum kannte. Es wird in den kommenden Stunden das Ziel sein, die Kooperationsfähigkeit und die Fähigkeit zur Gruppenarbeit zu stärken. Auch P. gegenüber haben die Schüler das Angebot der Zusammenarbeit selten angenommen. Damit verhielten sie sich P. gegenüber nicht anders als ihren anderen Mitschülern gegenüber. Ich glaube, dass die Gründe für die mangelnde Zusammenarbeit nicht



im verstärkten Einsatz von wechselnden Medien zu suchen sind, da diese von den sehenden Schülern ebenso wie von P. verwendet werden konnten, mit der zusätzlichen Möglichkeit der haptischen Wahrnehmung. Vielmehr machte der erhöhte Zeitaufwand, den P. zur Erkundung des Materials benötigte, eine Zusammenarbeit unattraktiv. Wo die sehenden Schüler auf einen Blick die Form einer Fläche erfassen konnten, brauchte P. wesentlich länger. Insgesamt lässt sich jedoch feststellen, dass der Austausch zwischen den Schülern reger wurde, woran auch P. beteiligt war. Beim Messen für die Erstellung eines Plans des Sporthallentrakts war die Notwendigkeit zum gemeinsamen Arbeiten gegeben, die von den Schülern problemlos angenommen wurde. Allerdings muss festgehalten werden, dass es sich hier um die Jungen handelte, die in dieser Klasse etwas aufgeschlossener sind als die Mädchen.

P. konnte das Thema Flächeninhalte gut erfassen, wenn er beim Umgang mit den Materialien eine Unterstützung zur Orientierung an der Seite hatte. Zudem war es aufgrund der Besonderheiten der haptischen Wahrnehmung (vgl. Kap. 2.1.2.) notwendig, die Menge und Komplexität der Aufgaben zu reduzieren. P. bekam daher nicht so viel Übung wie seine Mitschüler, was er durch ein schnelles Abstraktionsvermögen kompensieren konnte. Bei anderen Schülern mit Blindheit, die nicht über ein derartiges Abstraktionsvermögen verfügen, könnten in einer ähnlichen Situation jedoch Schwierigkeiten auftreten, denen evtl. durch zusätzliche Förderung begegnet werden müsste. Als Ausgleich für den unterschiedlichen Zeitbedarf waren Zusatzaufgaben, mit denen sich diejenigen Schüler beschäftigen konnten, die mit den „Pflichtaufgaben“ bereits fertig waren, hilfreich. In den Zusatzaufgaben wurde kein neuer Lerninhalt vermittelt, sondern lediglich der bisherige in weiteren Übungen gefestigt. Mit Steigerung des Repräsentationsniveaus auf die symbolische Ebene, bei der die haptische Wahrnehmung entfiel, sank der erhöhte Zeitbedarf bei P.. Dazu musste er die Vorstellung von Flächeninhalten bereits verinnerlicht haben, d.h. er musste sich seine bisherigen haptischen Erfahrungen ins Gedächtnis rufen, um mit ähnlichen Sachverhalten gedanklich operieren zu können.



5. SCHLUSSBETRACHTUNG

Die Arbeit zeigte eine Möglichkeit auf, ein Kind mit Blindheit in einer Integrationsklasse zielgleich in dem Thema Flächeninhalte zu unterrichten. Der didaktisch-methodische Aufbau wurde von den Schülern gut angenommen. Die Verzahnung der Lernmethoden des Schülers mit Blindheit und der sehenden Schülern zeigte, dass Integration auch bei einem auf den ersten Eindruck schwierigen Thema gefördert werden kann. Im weiteren Verlauf des Schuljahres fand mit dem Thema Rauminhalte noch eine Unterrichtseinheit im Bereich Geometrie statt, das auf dem Thema Flächeninhalte aufbaute. Es war zu merken, dass die Schüler vielfältige Erfahrungen mit Flächeninhalten gesammelt hatten, die auf die neue Aufgabenstellung adaptiert werden konnten. Das war insbesondere für P. von Vorteil, da Rauminhalte noch mehr Raumvorstellung erfordern. So sehe ich künftigen Geometrieinheiten hoffnungsvoll entgegen. Die Probleme in der Sozialkompetenz, wie sie sich in dieser Klasse unter den Schülern zeigen, bleiben ein Unterrichtsziel für spätere Unterrichtseinheiten. Auch in Zukunft muss weiter an der Teamfähigkeit und gegenseitigen Kooperation gearbeitet werden.

Die verschiedenen Zugänge von P. und den sehenden Schülern waren unproblematisch. Dagegen stellte der unterschiedliche Zeitbedarf ein Hindernis bei der gemeinsamen Erarbeitung von Lerninhalten dar. Auf Sicht könnte in diesem Bereich Abhilfe durch technische Hilfsmittel geschaffen werden. Dazu könnte z.B. ein dreidimensionales Computer-Brett – ähnlich wie ein Zeichenbrett - gehören, bei dem Stifte, die elektronisch gesteuert werden, die Umrisse einer Fläche anzeigen. Mit einer angeschlossenen Einrichtung zum Scannen könnten visuelle Abbildungen direkt auf dieses Computer-Brett übertragen und dort verändert werden. Des Weiteren könnten Digitale Messmethoden, z.B. elektronische Messschieber, nicht nur bei anschließenden geometrischen Themen, wie z.B. Volumenberechnung, eine Unterstützung darstellen, sondern auch im Alltag eine Lebenshilfe sein. Der Einsatz solcher elektronischer Medien würde sicher auch bei den Mitschülern auf großes Interesse stoßen und die Zusammenarbeit mit einem Schüler mit Blindheit erheblich erleichtern.

Die Integration Sehgeschädigter ist in Deutschland, obwohl es sie bereits vor über 150 Jahren gab, noch im Aufbau. Jeder, der in der Integration tätig ist, bemüht sich, nach bestem Wissen die Lern- und Lebenswelt des Menschen mit Blindheit so zu gestalten, dass dieser in der



Integration sinnvoll beschult werden kann. Dabei müssen sich die Fachkräfte meist auf ihre Ideen verlassen. Eine Übersicht über mögliche Vorgehensweisen wäre in einigen Bereichen sinnvoll, wenn sie auch nicht darüber hinweg täuschen darf, dass diese Möglichkeiten keine Patentrezepte darstellen können. Für meinen Gymnasialkollegen und mich sind nach den Erfahrungen dieser Unterrichtseinheit die Sorgen um zukünftige Schwierigkeiten im Fach Mathematik gemildert. An ihre Stelle ist die Zuversicht getreten, dass sich mit Fachwissen und Einfühlungsvermögen passende Ideen für eine differenzierte Unterrichtsgestaltung in einer Integrationsklasse auch in Zukunft finden lassen.



LITERATURVERZEICHNIS

- Badde, Gudrun** (1997). Ulrich. Das Abitur ist zum Greifen nah! Bericht über eine fast abgeschlossene Schulbildung. In: Drave, Wolfgang/ Wißmann, Klaus (Hg.): Der Sprung ins kalte Wasser. Integration blinder Kinder und Jugendlicher an allgemeinen Schulen. Würzburg: edition bentheim.
- Besuden, Heinrich** (1984). Knoten, Würfel, Ornamente. Aufsätze zur Geometrie in Grund- und Hauptschule. Stuttgart: Klett
- Bullens, Hendrik** (1982). Zur Entwicklung des begrifflichen Denkens. In: Oerter, Rolf/ Montada, Leo: Entwicklungspsychologie (425 – 474). München: Urban und Schwarzenberg.
- Degenhardt, Rita** (1990). Zur Raumerkenntnis blinder Vorschulkinder. In: AG Früherziehung (Hg.): Frühförderung sehgeschädigter Kinder (87 – 95). Hannover: Verein zur Förderung der Blindenbildung
- Eichhorn, Hans/ Röser, Regine/ Takaddoumi, Nesrine/ Ueter, Liselotte** (1997): Nesrine. Integration einer blinden Schülerin in die Realschule. In: Drave, Wolfgang/ Wißmann, Klaus (Hg.): Der Sprung ins kalte Wasser. Integration blinder Kinder und Jugenslicher an allgemeinen Schulen. Würzburg: edition bentheim.
- Hatlen, Phil** (1996). Der basale Bildungsplan für blinde und sehbehinderte Schülerinnen und Schüler, einschließlich solcher mit zusätzlichen Behinderungen. Übersetzung aus dem Amerikanischen. In: blind/sehbehindert Heft 4/1997, 186 - 193
- Koberstein, Margarete** (1994). Hörerziehung für blinde Kinder in der Frühförderung. blind-sehbehindert, Heft 3, 169 – 171
- Kobbert, Max J.** (1988, Neuauflage). Psychologische Grundlagen haptischer Formwahrnehmung und haptomorpher Formgestaltung. In: Spitzer, Klaus und Lange, Mararete (Hg.). Tasten und Gestalten (18 – 38). Hannover: Verein zur Förderung der Blindenbildung.
- König, Hans-Walter/ Ebert, Bernd** (1996). Didaktik und Diagnostik der Grundbegriffsbildungen im Mathematikunterricht der Primarstufe. Kronshagen: Landesinstitut Schlesig-Holstein für Praxis und Theorie der Schule, Landesseminar für Sonderpädagogik.
- Lauen, Joachim** (Übers., deutsche Ausgabe 1990). Atlas der Anatomie. Köln: Buch und Zeit.
- Lehmann, Kerstin** (1990). Tastbare Karten. Handbuch des taktilen Kartenbaus. Sozialforschungsbericht 196. Bonn: Der Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung.



- Leutenbauer, Helmut** (Hg.) (1989, 2. Aufl.). Das praktische Handbuch für den Mathematikunterricht in der Hauptschule. Band 2 – Geometrie. Donauwörth: Verlag Ludwig Auer
- Ministerin für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Sport des Landes-Schleswig Holstein** (1992). Ordnung für Sonderpädagogik
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig Holstein** (1997). Nachteilsausgleich für Schülerinnen und Schüler mit Behinderungen bei Leistungsnachweisen. Bekanntmachung vom 24. Juni 1997
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig Holstein** (1997). Lehrplan für die Sekundarstufe I der weiterführenden allgemeinbildenden Schulen
- Ostad, Snorre A.** (1989). Mathematics through the Fingertips. The Norwegian Institute of Special Education.
- Piazza, R., Newman, I** (1978). Reading in Individualized Educational Programs. Guilford, Connecticut
- Radatz, Hendrik/Rickmeyer, Knut** (1991). Handbuch für den Geometrieunterricht an Grundschulen. Hannover: Schroedel.
- Rath, Waltraut** (1992). Das Duale Curriculum. In: Sonderpädagogik 22, 50 – 53
- Rath, Waltraut** (1998). Ist der allgemeine Lehrplan ausreichend für Kinder und Jugendliche mit Sehschädigung?. In: blind/sehbehindert, Beilage zu Heft 1/98: Sehgeschädigte Kinder in allgemeinen Schulen – heute ein Regelfall? (51 - 53). Hannover: Verein zur Förderung der Blindenbildung e.V. (VzFB)
- Rath, Waltraut** (1998). Integration sehgeschädigter Schülerinnen und Schüler in allgemeinen Schulen: Die entscheidenden Fragen gestern, heute und morgen. In: blind/sehbehindert, Beilage zu Heft 1/98: Sehgeschädigte Kinder in allgemeinen Schulen – heute ein Regelfall? (69 – 79). Hannover: Verein zur Förderung der Blindenbildung e.V. (VzFB)
- Sander, Alfred/ Christ, Klaus** (1993). Integrativer Unterricht – Anforderungen an die Lehreraus- und -weiterbildung. In: Integration verändert Schule. Konzepte der Arbeit sonderpädagogischer Förderzentren. Zusammengestellt von Hans Mohr (Lebenswelten und Behinderung; Band 3, herausgegeben von Karl Dieter Schuck und Waldtraut Rath). Hamburg: Hamburger Buchwerkstatt
- Thurm, Ulrich** (1990). Die mechanischen Sinne: Hören Tasten In: Maelicke, Alfred (Hg.). Vom Reiz der Sinne. Weinheim: VCH



Walthes, Renate (1998). Einsichten – Überlegungen zu Wahrnehmung und Vorstellung und ihre pädagogischen Konsequenzen für den gemeinsamen Unterricht. In: blind/sehbehindert, Beilage zu Heft 1/98: Sehgeschädigte Kinder in allgemeinen Schulen – heute ein Regelfall? (54 – 68). Hannover: Verein zur Förderung der Blindenbildung e.V. (VzFB)



ANHANG

Arbeitsblätter:

3./4. Stunde: AB 1

3./4. Stunde: AB 2 für P.

3./4. Stunde: AB 2 für die sehenden Schüler

3./4. Stunde: AB 3 für P.

3./4. Stunde: AB 3 für die sehenden Schüler

3./4. Stunde: AB 4 für P.

3./4. Stunde: AB 4 für die sehenden Schüler

7. Stunde: AB 5 für P.

7. Stunde: AB 5 für die sehenden Schüler

13. Stunde: Beispiel- und Übungsaufgaben für das Rechnen mit Flächeninhalten

14. Stunde: AB 6: Skizze vom Grundriss des Sporthallentrakts

Fotos:

1. Stunde: P. erkundet Flächen im Schulgebäude.

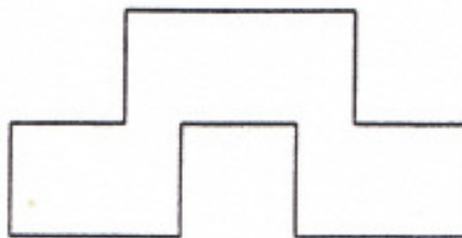
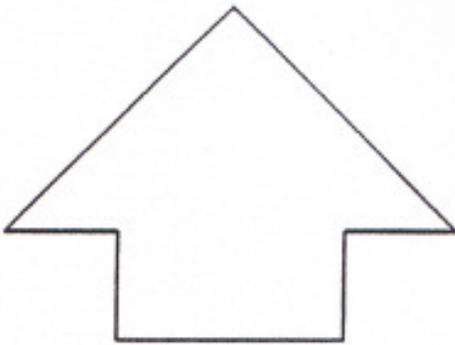
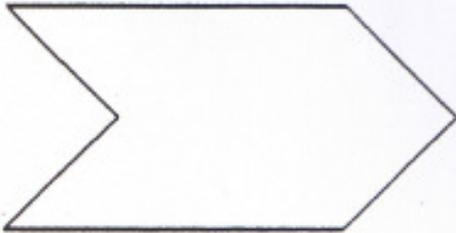
5. Stunde: P. bestimmt die Größe einer Fläche durch Auslegen mit Quadraten und Messen.

Einzelförderung: P. erkundet den Sporthallentrakt mit dem Langstock nach einer vorherigen Orientierung auf dem im Klassenverband erstellten Plan.

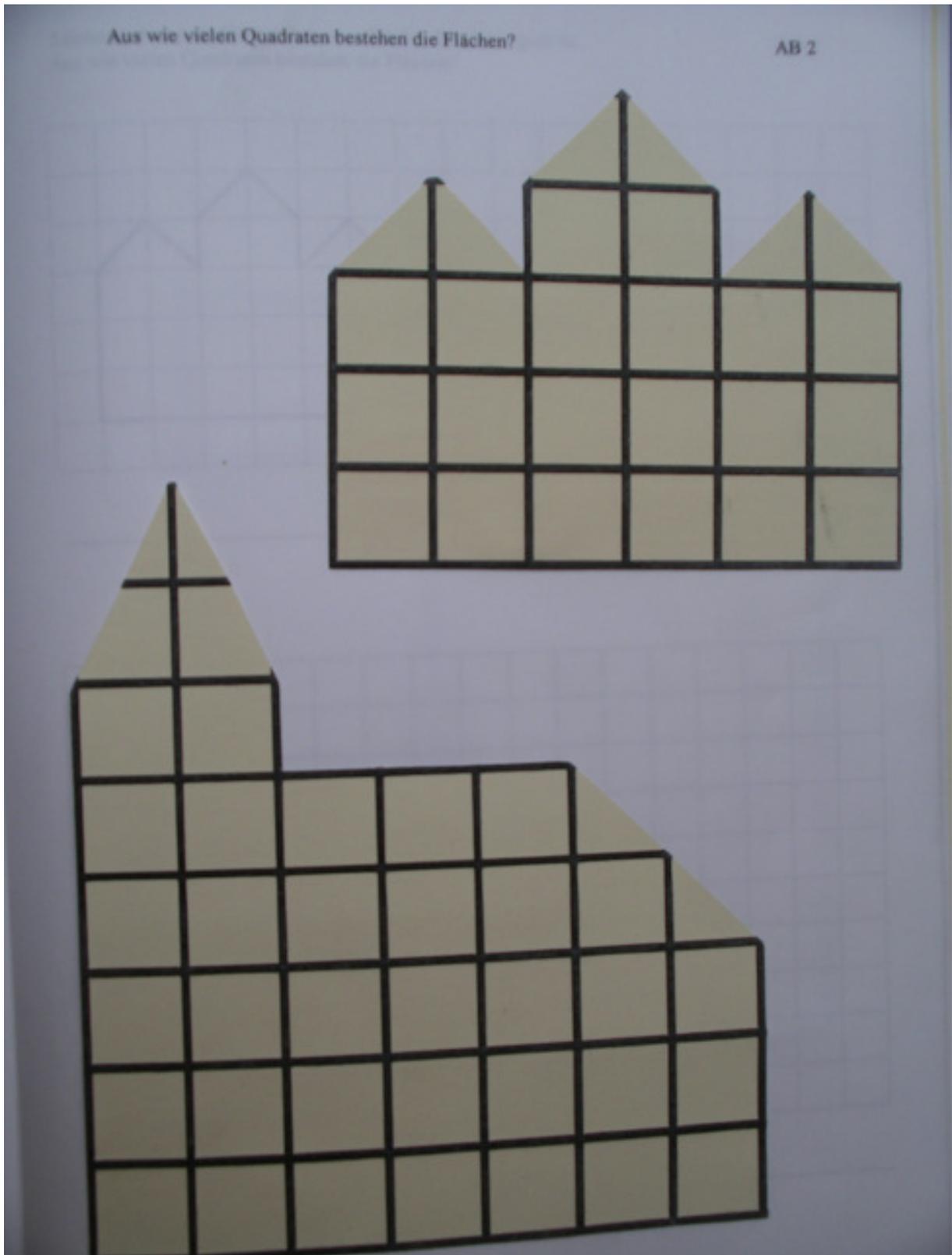


Suche diejenigen Flächen, die gleich groß sind.
Verbinde sie.

AB 1



Bemerkung von ISaR: erhabene Linien durch Plusterpen; Fläche tastbar durch „Sandfarbe“.

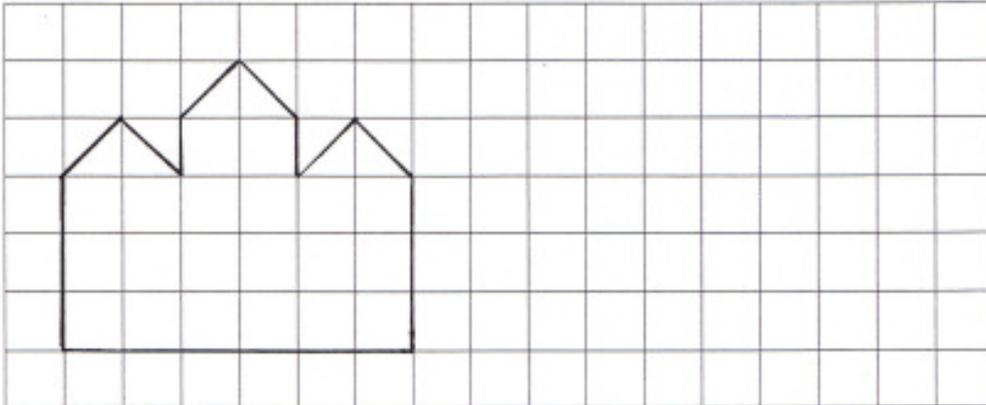


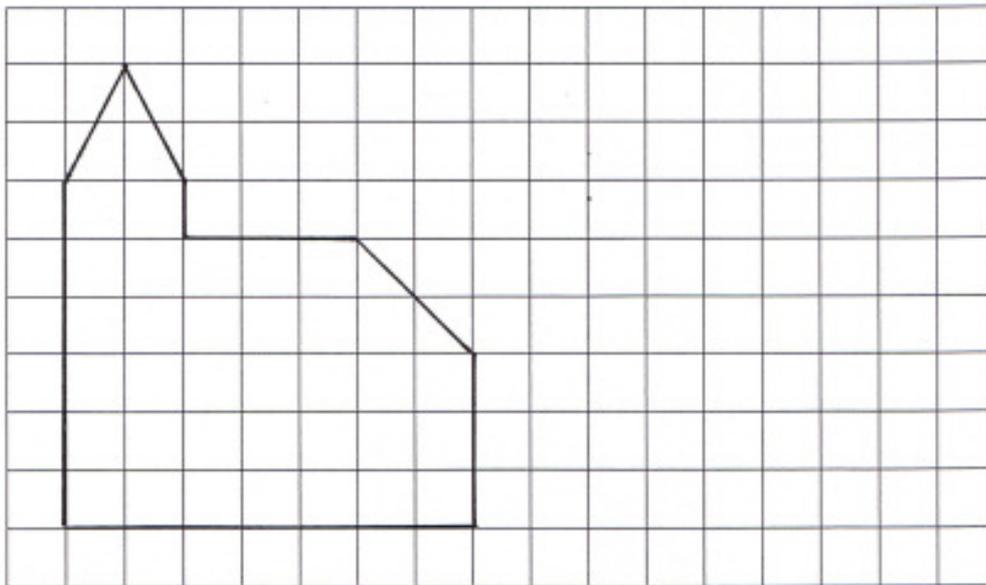
Bemerkung von ISaR:
Schwellpapier mit erhabenen Linien



Zeichne neben jede Fläche eine neue Fläche, die gleich groß ist.
Aus wie vielen Quadraten bestehen die Flächen?

AB 2

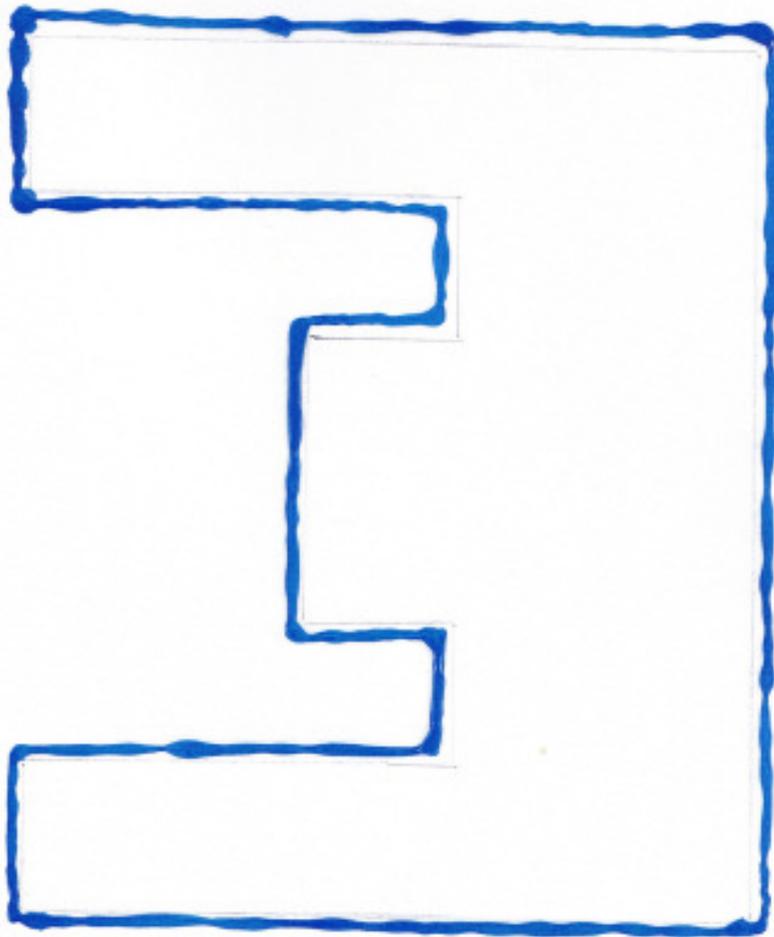






Wie groß ist die Fläche?
Finde es mit Quadraten heraus.

AB 3

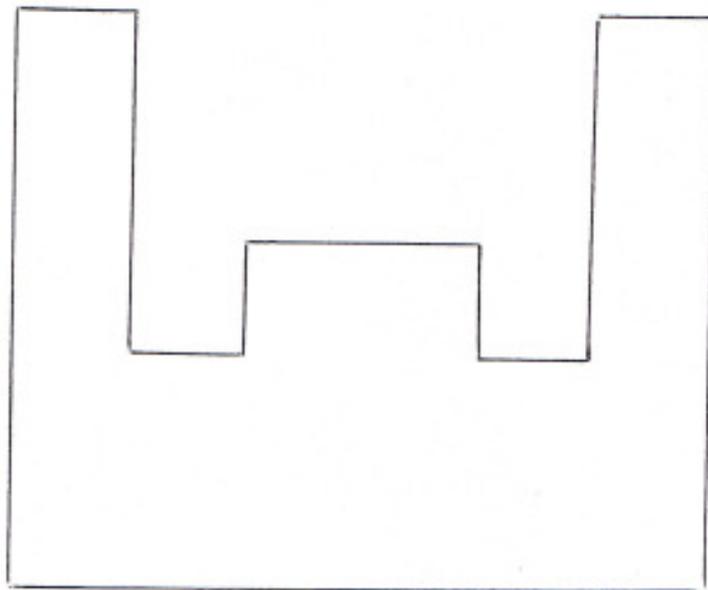
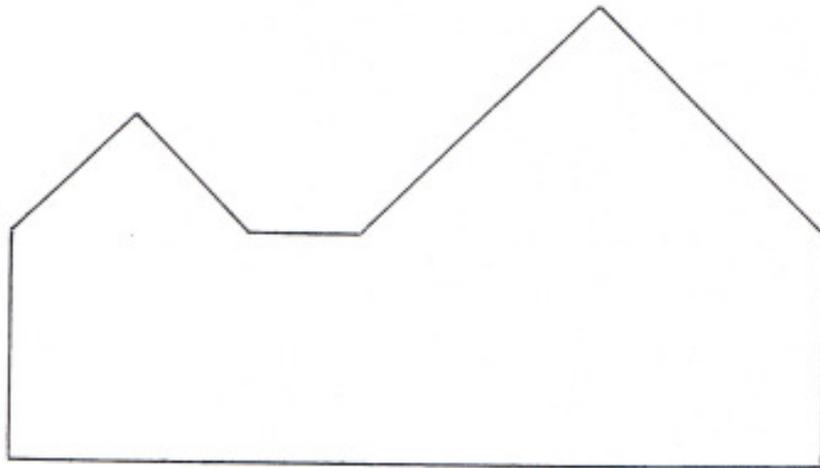


Anmerkung. von ISaR: Linien tastbar durch „Plusterpen“



Welche Fläche ist größer?
Finde es mit Quadraten heraus.

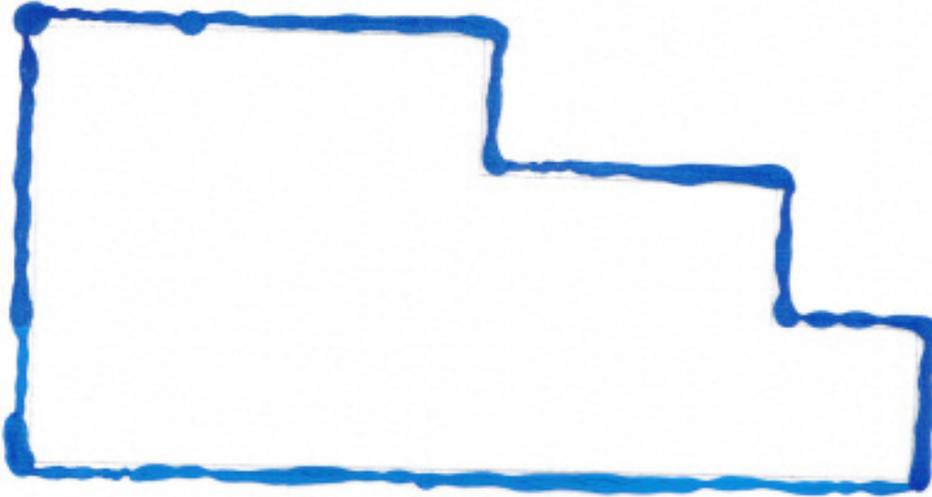
AB 3





Berechne den Inhalt jeder Fläche.
Welche Fläche ist größer?

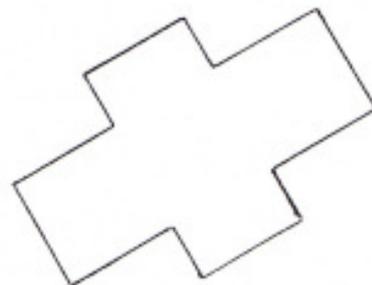
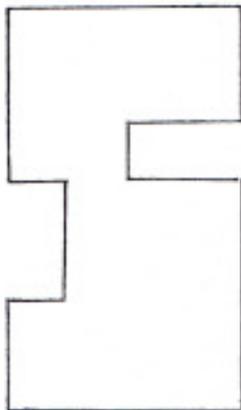
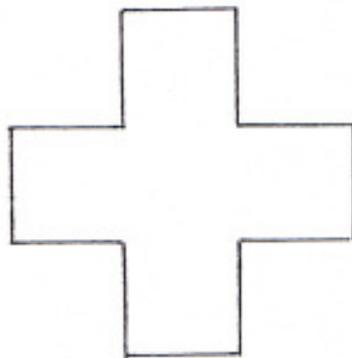
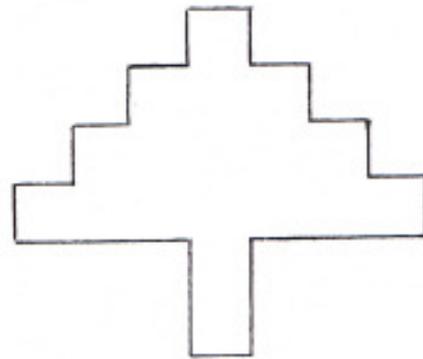
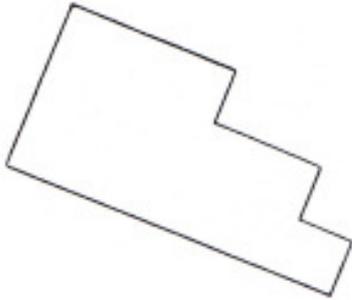
AB 4

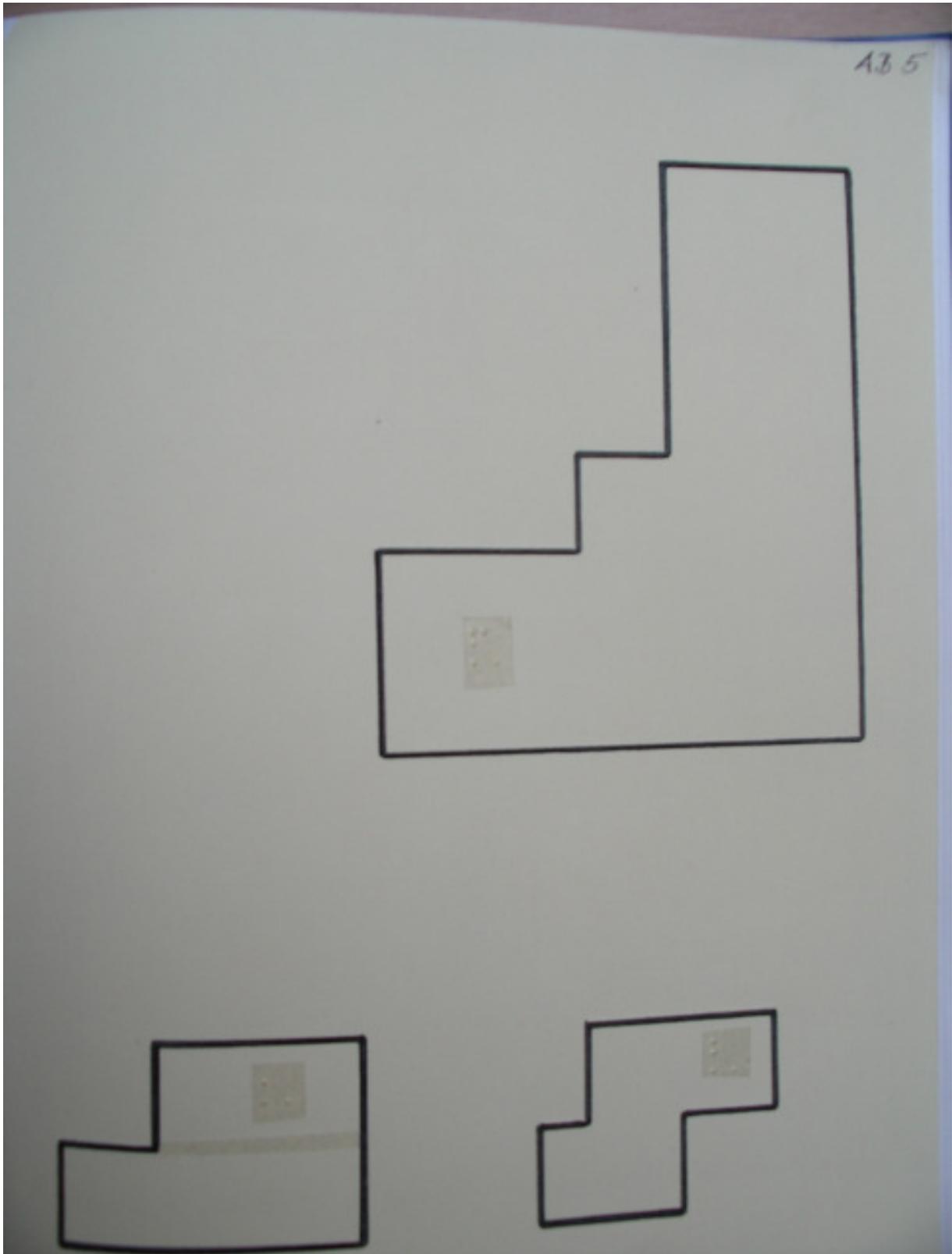




Berechne den Inhalt jeder Fläche.
Ordne die Flächen der Größe nach.

AB 4





Anmerkung. von ISaR: Schwellpapier mit erhabenen Linien



Zerlege die Flächen in Rechtecke.
Messe und berechne den Flächeninhalt der einzelnen Rechtecke. Berechne den Flächeninhalt der Gesamtfläche.

AB 5



Beispielaufgabe für Addition und Subtraktion:

Herr Meyer kauft zu seinem Grundstück, das 852 m^2 groß ist, noch das Nachbargrundstück, das 366 m^2 misst, dazu. Wie groß ist sein Grundstück jetzt? Die Stadt kauft ihm ein Teil seines Grundstücks ab, um dort einen Radweg mit Grünstreifen zu anzulegen. Herr Meyer verkauft 245 m^2 seines Grundstücks.

Beispielaufgabe für Multiplikation und Division:

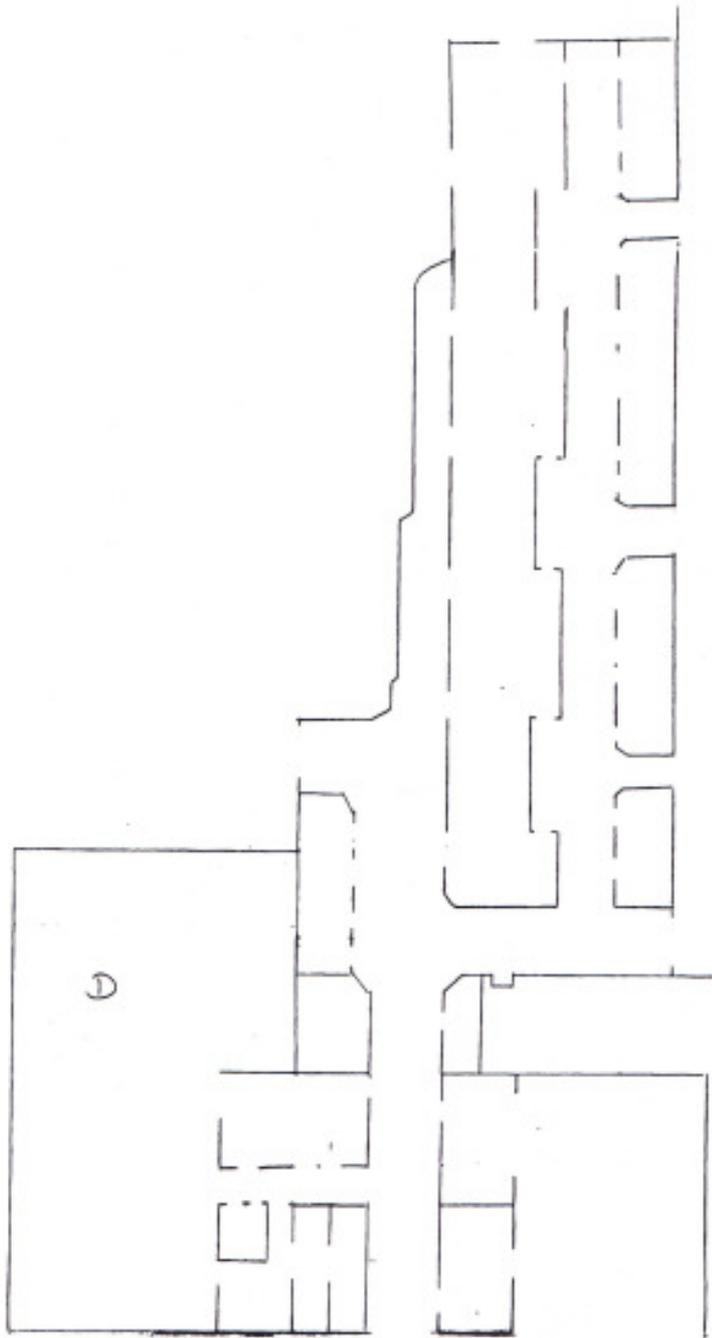
Ein Grundstück wird in fünf Gärten eingeteilt, die jeweils $15 \text{ m} * 30 \text{ m}$ groß sind. Wie groß ist das gesamte Grundstück?

Übungsaufgaben

1. Zu einem Gut gehören 75 ha Ackerland, 23 ha Wiesen, 110 ha Wald. Wie groß ist die gesamte Gutsfläche?
2. Einer Gemeinde gehört eine Fläche von 2735 ha . Davon sind 481 ha Weideland, 510 ha Ackerland, 618 ha Wald und 22 ha Wohngebiete. 12 ha entfallen auf Straßen und Wege. Der Rest ist Brachland. Wie groß ist dieses?
3. An einer Straße sollen 18 Garagen gebaut werden. Jede soll 17 m^2 groß sein. Wie groß muß das Grundstück mindestens sein, auf dem die Garagen gebaut werden sollen?
4. Ein bestimmter Mähdrescher kann in einer Stunde ein 53 a großes Feld abernten. Wie viele Stunden benötigt er für ein 424 a großes Feld?
- * Herr Sorp kauft Rasendünger. Auf dem Sack steht: Reicht für 120 m^2 . Herrn Sorps Rasenfläche ist 24 m^2 groß. Wieviel mal kann er düngen?

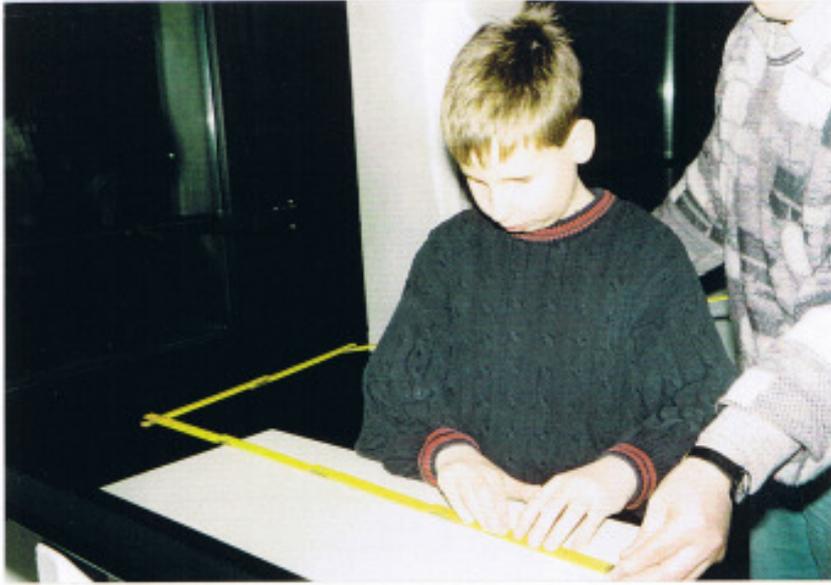
13. Stunde der Unterrichtseinheit:

Beispiele und Übungsaufgaben zum Rechnen mit Flächeninhalten



Diese Zeichnung ist lediglich eine Schätzung. Miss die Längen der Wände und trage sie an der entsprechenden Stelle ein.

AB 6



1. Stunde: P. erkundet Flächen im Schulgebäude.



5. Stunde: P bestimmt die Größe einer Fläche durch Auslegen mit Quadraten und Messen.



Einzelförderung: P. erkundet den Sporthallentrakt mit dem Langstock nach einer vorherigen Orientierung auf dem im Klassenverband erstellten Plan.