

## I.

### Ueber den Unterricht im Linearzeichnen an der Realschule.

Der Unterricht im Zeichnen ist längst als ein allgemeines, wenn auch untergeordnetes Bildungsmittel anerkannt; derselbe beschränkt sich aber in den der allgemeinen Bildung gewidmeten Schulanstalten, in Volks- und Gelehrten Schulen, meist auf das Zeichnen aus freier Hand, zur Uebung des Auges, der Hand und des Geschmacks. Dagegen ist auf gewerblichen Lehranstalten das geometrische Zeichnen (Linearzeichnen, Bau- und Maschinzeichnen) ein Hauptgegenstand des Unterrichts, weil es die unentbehrliche Grundlage für viele technische Fächer ist; und mit Recht wird diesem Gegenstande eine beträchtliche Zeit auf diesen Anstalten zugewendet; der materielle Nutzen fordert es, daher auch zu entschuldigen, wenn oft mehr mechanische Fertigkeit als wissenschaftliche Einsicht erzielt und gewonnen wird. Die Realschule, welche ebenfalls Viele ihrer Schüler zu solchen Berufsarten entläßt, für welche das Linearzeichnen nothwendig oder doch wünschenswerth ist, kann dasselbe als Unterrichtsgegenstand nicht entbehren, braucht ihm aber nicht so viel Zeit zu widmen, wie die Gewerbschule; dagegen muß sie durchaus, dem Charakter einer höheren wissenschaftlichen Bildungsanstalt getreu, auch diesen Unterrichtsweig wissenschaftlich behandeln. Die Schüler müssen nicht bloß eine genügende mechanische Fertigkeit erlangen sondern eine vollständige Einsicht gewinnen in alle Arbeiten, welche sie ausführen. Sie müssen sich der mathematischen Gründe ihres Verfahrens deutlich bewußt werden. So nur wird durch den Unterricht im Linearzeichnen nicht bloß Hand und Auge, sondern auch das Anschauungs- und Kombinationsvermögen vielseitig geübt. Freilich darf es der Unterricht nicht bei einem geistlosen Abstecken von Vorlegeblättern bewenden lassen sondern muß, wenn solche kopirt werden, die Zeichnungen von den Schülern in andern Maßstäben ausführen lassen und die Schüler befähigen, wirkliche Körper, Modelle in Grund- und Aufsicht zu legen, perspektivische Ansichten von denselben zu fertigen, sie zu beleuchten u. s. f. Daß dies nicht ausführbar ohne Kenntniß der darstellenden Geometrie (Projektionslehre, Linearperspektive, Beleuchtungslehre u. s. f.), also nicht ohne wissenschaftliche Grundlage, ist bekannt. Man könnte jedoch fragen, ob die Schüler der Realschulen zu solchem Unterrichte befähiget seien? Sie sind es, wenn die Realschule oder höhere Bürgerschule den Grad geistiger Bildung erstrebt, welcher an den preussischen Realschulen gefordert wird. Wenn nämlich diese Anstalten die Bildung ihrer Zöglinge bis in das höhere Jünglingsalter fortführen, daher auch den

mathematischen Unterricht intensiver, d. h. mit größerer wissenschaftlicher Strenge als die Gewerbeschulen gemeiniglich behandeln können, überhaupt durch den Gesamtunterricht ihre Schüler mehr im Denken üben: so können auch im Zeichnen-Unterrichte schon an 13- und 14jährige Knaben mehr Ansprüche gemacht werden; die ersten Uebungen werden freilich noch mehr mechanischer Art sein; wenn aber das Linearzeichnen beginnt, wenn schon einige mathematische Kenntnisse erworben sind, und dann ebenmäßig mit dem Unterrichte in der Mathematik fortschreitet, so werden beide Unterrichtszweige sich gegenseitig unterstützen, und die Schüler der obern Klassen auch bei geringerm Zeitaufwande theoretisch und praktisch befähiget werden, in dem erwählten technischen Berufe selbständig von der erlangten Einsicht und Fertigkeit Anwendung zu machen. Die Erfahrungen aller Realschulen, wo das Linearzeichnen wissenschaftlich behandelt wird, bestätigen das Gesagte. Wir dürfen an der Breslauer Realschule nur hinweisen auf die vielen jungen Leute, welche aus derselben zum Maschinenbau, zum Baufach, Berg- und Hüttenfach, in das königliche Gewerbe-Institut, in die königliche Artillerie- und Ingenieurschule zu Berlin u. s. f. übergegangen sind und durch ihre Leistungen im Zeichnen den Werth der wissenschaftlichen Behandlung genügend rechtfertigen.

Ein bestimmter Lehrgang, wie er für jede Anstalt anwendbar sei, möchte sich derzeit noch nicht aufstellen lassen; er muß sich nach dem Umfange der Anstalt, ihrer Klassen-Gliederung, vor Allem nach dem anderweitigen geistigen Standpunkte der Schüler richten. Wir begnügen uns daher mitzutheilen, in welcher Stufenfolge der Unterricht im Linearzeichnen gegenwärtig an der Breslauer Realschule ertheilt wird, und zeichnen nur die Grundlinien, soweit es nöthig, um Umfang, Gang und Art des Unterrichtes erkennen zu lassen.

#### Erste Lehrstufe (Elementar-Kursus), 2 Stunden wöchentlich.

Diesen Kursus müssen alle Schüler, welche in das Linearzeichnen eintreten, durchmachen. In der Quarta wird der Zutritt gestattet. Es haben im laufenden Winterhalbjahre 41 Schüler (20 Quartaner und 21 Tertianer) theilgenommen.

Der Unterricht beginnt mit dem Vorzeigen der Zeichnen-Utensilien und Materialien und der Erklärung, wie dieselben geprüft, gebraucht, aufbewahrt und gut erhalten werden; dann werden einige allgemeine, auf die Ordnung bezügliche Bestimmungen gegeben, z. B. wie die zu zeichnende Ansicht zu stellen, die Zeichnung mit einer Randlinie zu umgrenzen, Name und Klasse des Schülers, Ort und Zeit der Anfertigung auf dieselbe zu vermerken sei. Hieran knüpfen sich einige allgemeine Regeln beim Zeichnen, wie z. B. folgende: Linien, auf denen Maße abzulesen sind, sind nie eher mit Tusche auszuführen, bevor nicht alle durch die bezeichneten Punkte bestimmten Linien gezogen sind. Um vereinzelt liegende Punkte leicht aufzufinden, sind diese mit Blei zu umkreisen. Jede Zeichnung muß mit dem Maßstabe versehen werden, nach dem sie gefertigt ist. Der Gebrauch des Gummi muß möglichst beschränkt werden; das Reinigen geschieht nach Vollendung der Zeichnung mit Gummi, Handschuhleder und nöthigenfalls mit dem Waschwamm u. dgl.

Bei den ersten praktischen Uebungen werden den Anfängern Schüler, welche den Kursus schon einmal durchgemacht haben, zur Unterstützung zugetheilt. Der Lehrer zeichnet an der Wandtafel, deren Fläche als der aufgespannte Bogen des Schülers betrachtet wird, gleichzeitig mit den Schülern die Figuren mit Schiene und Triangel vor. Die Uebungen selbst bestehen in geraden, ausge-

zogenen und punktirten Linien von verschiedener Stärke; im Errichten und Fällen von Perpendikeln; im Zeichnen eines einfachen Maßstabes von Fußes und Zollen (die Länge des Fußes wird den Schülern gegeben); im Konstruiren von Dreiecken, Vierecken und Vielecken nach gegebenen geometrischen Bestimmungsstücken; im Kopiren unregelmäßiger Figuren mit Angabe der hierbei nöthigen Hülfslinien. Die hierbei gegebenen Dimensionen werden nach obigem Maßstabe abgesezt. — An diese Uebungen schließen sich an: Konstruktionen der Kreise mit verschiedenen Radien als konzentrische, sich von innen, sich von außen berührende; Ziehen von Tangenten an einem gegebenen Punkte der Kreislinie oder an dieselbe von einem außerhalb des Kreises gegebenen Punkte; Zeichnen eines Kreises mit gegebenem Radius zwischen nicht parallele Linien, so daß diese Tangenten desselben werden; Auffuchen der Mittelpunkte von Kreisen und Bogen; Beschreiben von Kreisen, welche durch gegebene Punkte oder durch Linien und Punkte bestimmt sind; Konstruktionen von Ovalen, Ellipsen, Schneckenlinien um 2, 3, 4 oder mehrere Mittelpunkte; Konstruktionen von verschiedenen Kurven, wie Gewölbobogen u. s. f., immer mit Hinweisung auf die betreffenden Lehrsätze der Geometrie.

Bei diesen Konstruktionen werden nachstehende drei Sätze besonders hervorgehoben: 1) Soll eine gerade Linie in einen Kreisbogen übergehen, so liegt des letztern Mittelpunkt stets in dem auf der Geraden im Anschlußpunkte beider stehenden Perpendikel. 2) Sollen zwei gerade konvergirende Linien durch einen Bogen verbunden werden, so liegt der Mittelpunkt dieses Bogens da, wo die Halbierungslinie des von den Linien gebildeten Winkels den Perpendikel schneidet, welcher auf einer der Geraden in dem Punkte, wo sie mit dem Bogen zusammentreffen soll, errichtet wird. 3) Sollen zwei oder mehrere Bogen zusammenstoßen, so liegen der Berührungspunkt und die Mittelpunkte in einer geraden Linie.

Haben sich nach mehrfachen Uebungen die Schüler einige Fertigkeit erworben und sich an größere Sorgfalt und Aufmerksamkeit gewöhnt, so wird ihnen ein einfacher Körper vorgezeigt und deutlich gemacht, wie dieser, geometrisch betrachtet, von oben und von der Seite gesehen erscheinen muß, und wie dessen Dimensionen in der einen und anderen Ansicht übereinstimmen. Es muß dem Schüler möglichst klar werden, was unter Aufriß, Grundriß, Durchschnitt und unter Ebene des Aufrisses und Grundrisses zu verstehen sei, und wie man sich diese beiden rechtwinkelig gegen einander gestellten Ebenen durch Umdrehung der letzteren um die Basis (Durchschnittslinie) in Eine Ebene gebracht denkt. Hierauf werden die Elementarkörper nach Modellen im Grund- und Aufriß gezeichnet und die möglichen Uebertragungen von Dimensionen geübt. Dabei wird angegeben, warum zu technischen Zwecken diese verschiedenen Ansichten nöthig sind, und wie in diese die erforderlichen Dimensionen in Zahlen eingetragen werden müssen. Die horizontalen Abmessungen enthält vorzugsweise der Grundriß, während die vertikalen nur der Aufriß enthalten kann. Nachdem nun an diesen einfachen Körpern gezeigt worden ist, wie die sich in der einen Ansicht verkürzenden Dimensionen aus der andern Ansicht gefunden werden müssen, zeichnen die Schüler nach dem Vortrage und nach Vorzeichnen des Lehrers an der Tafel, unterstützt durch das vorgezeigte Modell, einzelne Maschinenteile, wie Zapfenlager, Räder u. dgl., im Aufrisse, Grundrisse und Durchschnitt; eben so einige Gegenstände der Baukunst, wie Simse, Thürverkleidungen, Fenster, Dachverbände, Grundrisse u. s. f. Beim Zeichnen dieser Gegenstände wird zugleich die Bestimmung der Schattenlinien, bei einer Beleuchtung von links oben, mit geübt.

Damit nun die Schüler die ihnen in die Hand gegebenen Vorlegeblätter mit eingetragenen Maßzahlen richtig benutzen lernen, ist es nöthig, nochmals auf die Einrichtung der Maßstäbe zurückzukommen und den Schülern zu zeigen, welche Vortheile der Transversal-Maßstab gewährt, und auf welchen geometrischen Gesetzen seine Einrichtung beruht. Eben so wird die Einrichtung des Reduktionsmaßstabes für Zeichnungen ohne Maßzahlen durchgenommen. Nun erst werden den Schülern Vorlegeblätter in die Hand gegeben. Die meisten derselben enthalten eingetragene Maße; den Schülern aber wird ein anderer Maßstab gegeben, nach welchem sie ihre Zeichnung anzufertigen haben. Bei Zeichnungen, denen die Maßzahlen fehlen, haben sie meist von dem Reduktionsmaßstabe Anwendung zu machen. Die zu einem großen Theile der Vorlegeblätter zugehörigen Modelle werden den Schülern gleichfalls gegeben, damit aus den einzelnen Ansichten, die das Vorlegeblatt enthält, noch alle übrigen vom Schüler leicht gefunden werden können.

Da manche Schüler schon nach Vollendung dieser Unterrichtsstufe die Anstalt verlassen, so erscheint es zweckmäßig, schon hier die Schüler mit dem Gebrauche des Pinsels bekannt zu machen; dieser beschränkt sich jedoch auf ein einfaches Anlegen mit bunten Farben und deren Mischung zur Bezeichnung des Hirn- und Langholzes so wie der Materialien, aus denen die Maschinenteile bestehen.

### Zweite Lehrstufe.

In diesen Unterricht treten diejenigen Tertianer ein, welche den Elementar-Kursus durchgemacht haben (im laufenden Winter 49). Sie sind in zwei parallele Abtheilungen getrennt, von denen jede wöchentlich zwei Stunden hat.

Im Allgemeinen werden hier die früheren Uebungen fortgesetzt und erweitert. Außerdem aber wird das Zeichnen der Säulen-Ordnungen in folgender Art gelehrt:

Zunächst werden die verschiedenen Säulen-Ordnungen an Modellen erklärt und hierbei insbesondere die charakteristischen Kennzeichen der Ordnungen, so wie die Verhältnisse der Höhen und Stärke hervorgehoben. Hierauf folgt die Eintheilung der Säule in das Gebälke, das aus Architrav, Fries und Kranz besteht, und die Säule selbst, welche in Kapitäl, Schaft und Fuß zerfällt. Nachdem noch Einiges über die allgemeinen Maßverhältnisse dieser Theile mitgetheilt ist, wird zur Bestimmung des Maßstabes aus der Säulenhöhe und zu seiner Eintheilung geschritten. Dann folgen die Benennungen und Konstruktionen der einzelnen Glieder, die Verjüngung und Kannelirung des Säulenschaftes. Nach den verschiedenen Modellen und Wandtafeln wird nun den Schülern gezeigt, wie die Säulen der einzelnen Ordnungen zu zeichnen sind, indem der Lehrer mit Kreide selbst einzelne Säulen an die Tafel zeichnet und die hierbei vorkommenden Konstruktionen vollständig durchführt, oft besonders einzelne Theile, z. B. die Konstruktion der jonischen Schnecke, der Eierstäbe in den Kapitäl, in einem größeren Maßstabe vorzeichnet. Die Schüler erhalten hierauf die Vorlegeblätter von Normand und Rauch, der Lehrer aber bestimmt den Maßstab, nach welchem sie die Zeichnung zu fertigen haben, und giebt die nöthige Anweisung über etwaige Abweichungen von der Anordnung des Vorlegeblattes in ihrer Zeichnung, und zwar meist so, daß die Selbstthätigkeit des Schülers geweckt wird.

Da auch nach Vollendung dieser Stufe sich immer einige Schüler schon ihrem Berufe zuwenden, so werden hier schon einige Uebungen im Bestimmen des Seitenschattens vorgenommen.

Einige Schüler tuschen die Elementarkörper ab, wobei ihnen möglichst klar gemacht wird, warum die Vertheilung von Licht und Schatten gerade in der Art stattfindet; und um noch größere Sicherheit hierin zu erlangen, beleuchten selbst Einige einzelne Maschinentheile, von denen Modelle ihnen gegeben werden, z. B. Zapfenlager, Balancier u. dgl.

### Dritte Lehrstufe.

Diese zerfällt in zwei Abtheilungen. In der einen erhalten die Linearzeichner der Sekunda (gegenwärtig 34 Schüler) in 2 Stunden wöchentlich einen wissenschaftlichen Unterricht, in der andern sind dieselben in Verbindung mit denen der Prima (zusammen 49 Schüler) praktisch in 2 Stunden wöchentlich beschäftigt.

Diese Unterrichtsstufe umfaßt: 1) die geometrische Projektionslehre; 2) die Konstruktion der Seiten- und Schlagschatten; 3) das Zeichnen nach Maschinen- und Bau-Modellen; 4) die Lehre von der Perspektive, und 5) die isometrische Zeichenkunst.

1) In der geometrischen Projektionslehre werden die schon früher erläuterten Begriffe von Bild, Bildfläche, Ebene des Grund- und Aufrisses und deren Lage gegen einander, Basis, Projektionslinie u. s. f. noch einmal in Betracht gezogen. Dann wird mit der geometrischen Darstellung des Punktes begonnen und gezeigt, wie die durch einen abzubildenden Punkt und dessen Bild im Auf- und Grundriß gelegte gedachte Ebene die Ebenen des Grund- und Aufrisses, so wie die Basis rechtwinkelig durchschneidet, und gezeigt, daß, wenn das Bild eines Punktes in einer der Ebenen gegeben ist, man dasselbe in der andern Ebene jedesmal findet in der aus dem gegebenen Punkte nach der Basis gezogenen und durch dieselbe verlängerten Senkrechten, indem man sich nämlich stets die Ebene des Grundrisses durch Umdrehung um die Basis in die des Aufrisses gebracht denkt, so daß beide Ebenen nur durch die Basis geschieden werden. Es wird ferner dargethan, daß die Erhebung eines Punktes über der Ebene des Grundrisses stets gleich ist der Erhebung seines Bildes im Aufriß über der Basis, und eben so, daß die Entfernung eines Punktes von der Ebene des Aufrisses gleich ist der Entfernung seines Bildes im Grundriß von der Basis. Hierauf wird gezeigt, wie aus dem Bilde eines Punktes in einer Ebene und seiner Erhebung oder Entfernung von derselben das Bild in der andern Ebene gefunden werden kann.

Dann folgt die Projektion der geraden Linien, der ebenen Flächen und der von ebenen Flächen begrenzten Körper in jeder möglichen Lage gegen beide Bildflächen; dann die Darstellung der krummen Linien, der gekrümmten Flächen, der von krummen Flächen eingeschlossenen Körper und deren Durchschnitte mittelst Ebenen. Dann folgt die Konstruktion der Durchschnitte der von geraden und krummen Flächen begrenzten Körper unter sich; die Darstellung der in eine Ebene abgewickelten Mantelflächen durchschnitener Körper; Konstruktion der auf eine Ebene verzeichneten und auf einen Körper gewickelten Bilder; Konstruktion einiger beim Maschinenbau vorkommenden Linien, der Kegelschnitte, der Cykloide, der Epicykloide, der einfachen wie doppelten Schrauben mit scharfen und flachen Gewinden, an welche sich die Treppenkonstruktionen anschließen.

2) Eben so, wie die Bestimmung der Schattenlinien durch die Darstellung der Lichtstrahlen im Grund- und Aufriß gefunden wurde, so geschieht dies auch bei der Bestimmung der Seiten- und Schlagschatten, indem nach vorhergegangener Erklärung der allgemeinen Gesetze über die

Beleuchtung leicht aus dem Einfallswinkel der Lichtstrahlen auf die Menge, welche die Fläche erleuchtet, geschlossen werden kann. Eben so ergibt sich hierdurch leicht, welche Flächen gar kein direktes Licht erhalten, und wie und wo die Messere anzubringen sind. In wenigen allgemeinen Gesetzen werden dann alle die Bestimmungen für die Beleuchtung der Flächen im Licht zusammengefaßt und der Gegensatz derselben als Beleuchtungsgesetz für die Flächen, welche kein direktes Licht erhalten, hingestellt. Alle gebogenen Flächen werden als Aneinanderreihungen unendlich vieler unendlich kleiner ebener Flächen betrachtet und so deren Beleuchtung an den einzelnen Punkten bestimmt. Es werden einfache Körper zusammengestellt und so die zusammengesetzteren gebildet, und auf diesem Wege gezeigt, wie die Beleuchtungslehre des einfachen Körpers in allen Fällen ausreicht, wenn man von ihr richtige Anwendung zu machen versteht. So z. B. Um Licht und Schatten an einem Ringe mit kreisförmigem Durchschnitte richtig zu bestimmen, betrachte man denselben als eine Aneinanderreihung von kleinen, an beiden Enden schief abgeschnittenen Cylindern u. Mit der Entwicklung dieser Gesetze gleichzeitig zeichnet der Lehrer die hierher gehörigen Figuren nach vorgehaltenen Modellen an die Tafel und führt die für die Bestimmung der Schatten nöthigen Konstruktionen aus. Die Schüler haben die nach den oft nur geringen Andeutungen gefertigten Kopien auf ihren Reißbrettern vollständig auszuführen.

Bei der Bestimmung des Schlagschattens werden zuvörderst die Gesetze über dessen größere oder geringere Tiefe entwickelt, wobei besonders im Auge zu behalten ist das eigenthümliche Licht der Fläche, welche den Schatten aufnimmt, die Entfernung der schattenwerfenden von der den Schatten aufnehmenden Fläche, und der Abstand des Auges von der Fläche, welche den Schatten erhält. Bei der Bestimmung der Form der Schlagschatten, welche auf geometrischem Wege aus Grund- und Aufriß konstruirt werden, wird wieder mit der Auffindung des Schattens eines Punktes auf vertikaler und horizontaler Ebene begonnen. Dann folgen Schattenbestimmungen von Linien, Flächen und Körpern auf gerade, schiefgestellte, gebrochene und gebogene Flächen, so daß der Schüler nach wenig gefundenen Punkten die ganze Schattenform in den verschiedenen Fällen auszuführen vermag. Eine größere Sicherheit erreichen die Schüler durch mehrfache Uebung in der Beleuchtung der nach Modellen gefertigten Zeichnungen.

3) Das Zeichnen nach Maschinen- und Bau-Modellen. Die Anstalt besitzt eine nicht unbedeutende Anzahl von Maschinen- und Bau-Modellen, an welchen die Schüler geübt werden die für technische Zwecke nöthigen Zeichnungen zu fertigen. Bei dieser Uebung erhalten die Schüler in Zahlen das Verhältniß des Maßstabes, nach welchem die Dimensionen am Modell gefunden, und des Maßstabes, nach welchem dieselben in der Zeichnung abzutragen sind. Die Schüler fertigen beide Maßstäbe selbst, nachdem ihnen eine Maßeinheit für das Modell oder für die Zeichnung gegeben ist, und tragen die am Modell gefundenen Dimensionen in eine einfache, freie Handzeichnung der entsprechenden Ansicht ein, nach welcher die Einzelzeichnung gefertigt wird; oder sie fertigen gleich nach dem nebenstehenden Modelle die geometrischen Ansichten, indem die gefundenen Maße des Modelles gleich nach dem verjüngten Maßstabe aufgetragen werden. Die Uebersetzung der bereits abgesetzten Maße der einen Ansicht in die andere findet wo irgend möglich statt, und um dieses recht zu üben, werden auch von den meisten Modellen Ansichten in geneigter Stellung gegen die Ebene des Aufrisses gefertigt. Diese letzteren Ansichten werden, da sie die meiste Uebung gewähren, beleuchtet und mit den nöthigen Schlagschatten versehen.

**4) Die Perspektive.** Nachdem der Unterschied zwischen der geometrischen und perspektiven Darstellung hervorgehoben, folgt die Eintheilung derselben nach der hierbei anzuwendenden Konstruktion in die allgemeine Perspektive, die Methode der Konkurrenz-Punkte und die freie oder Maler-Perspektive.

a) Bei der allgemeinen Perspektive wird zu größerer Veranschaulichung die Perspektiv-Ebene rechtwinkelig gegen die beiden Projektions-Ebenen gehalten, ein bestimmter Punkt als Augenpunkt, so wie ein abzubildender Punkt angenommen, und der hierdurch bestimmte Sehstrahl in beiden Projektions-Ebenen gezeichnet, und gezeigt, wie im Aufriß die Erhebung des perspektiven Bildes über der Basis gleich ist der Erhebung über der Grundlinie in der Perspektiv-Ebene, und wie eben so im Grundriß die Entfernung des perspektiven Bildes von der Basis gleich ist der Entfernung desselben von der einen Seitenkante der Perspektiv-Ebene. Aus diesen beiden Entfernungen wird nun leicht in der Perspektiv-Ebene das Perspektiv gefunden. Werden auf diesem Wege die perspektiven Bilder zweier Punkte gefunden, so hat man das Perspektiv der geraden Linien. Mehrere derselben geben die Fläche, und diese den Körper.

b) Bei der Methode mittelst der Konkurrenz-Punkte werden die hier nöthigen drei Ebenen wieder auf entsprechende Art aneinander gehalten, und zwar die Perspektiv-Ebene vertikal, die beiden anderen durch den Augenpunkt (Okular-Ebene) und durch den abzubildenden Punkt (Objektiv-Ebene) horizontal, beide also unter sich parallel. Denkt man sich nun durch den Augenpunkt und durch den abzubildenden, also durch den Sehstrahl eine gegen die horizontale geneigte Ebene gelegt, so schneidet diese die beiden horizontalen Ebenen in parallelen Linien und die Perspektiv-Ebene als Verbindungslinie der Endpunkte jener beiden parallelen, welche zugleich durch das perspektive Bild gehen muß. Diese letzte Linie muß durch eine ähnliche geschnitten werden, wenn man sich eine zweite geneigte Ebene durch den Sehstrahl gelegt denkt, und dieser Durchschnitt ist das gesuchte perspektive Bild. Denkt man sich nun aber diese drei ersten Ebenen durch Umdrehung um ihre Durchschnittslinien in eine Ebene gebracht und nur durch Zeichnung der Durchschnittslinien von einander geschieden, so findet sich, daß zu zwei in verschiedenen Richtungen vom Augenpunkte nach dem Einschnitte in die Perspektiv-Ebene gezogenen Linien zwei der ersteren parallel vom Objekte in seiner Ebene bis zur ihrem Einschnitte in die Perspektiv-Ebene gezogen sein müssen, und daß das perspektive Bild im Durchschnitte der beiden Linien liegt, welche man als Verbindungslinien der Endpunkte je zweier paralleler Linien zieht. Liegen mehrere Punkte in einer Ebene, so werden deren Bilder auf gleichem Wege gefunden; liegen sie aber in verschiedenen horizontalen, so werden auch deren Einschnitte in der Perspektiv-Ebene in derselben vertikalen Entfernung liegen müssen, wie die durch diese gelegten horizontalen von einander entfernt sind. Nachdem nun auch auf diesem Wege die perspektiven Bilder einiger Linien, Flächen und Körper gefunden und dadurch die Gesetze für die Perspektive entwickelt sind, schreiten wir zu

c) der freien Perspektive, die uns, mit Anwendung der vorhergehend entwickelten Regel, ohne weitere Konstruktion perspektive Bilder finden lehrt. Einzelne Schüler fertigen zur weiteren Uebung Ansichten von Körpern und Modellen.

**5) Die isometrische Projektionslehre.** Hier wird von der geometrischen Darstellung eines Würfels, dessen eine Diagonale eine rechtwinkelige Stellung gegen die horizontale Ebene angenommen hat, ausgegangen, und bei dessen Horizontal-Perspektive die Eigenschaft hervorgehoben, daß

deren äußere Begrenzungen ein regelmäßiges Sechseck bilden; daß in demselben alle übrigen Kanten des Würfels als die Radien des umschriebenen Kreises erscheinen, und daß die Grundfläche des Würfels hier ihr Bild findet in dem Rhombus, bestehend aus zwei Radien und zwei Polygonseiten, in welchem also der rechte Winkel als Winkel von 120 Grad am Centrum erscheint.

Die gleichmäßige Verkürzung aller Kanten im Bilde ist die nothwendige Folge des Umstandes, daß die Diagonale des Würfels rechtwinkelig auf der Horizontal-Projektions-Ebene steht, weil alsdann alle Kanten gegen die horizontale Ebene eine gleiche Neigung und so eine gleiche Verkürzung haben.

Aus dem Vorhergehenden wird nun gefolgert, wie man leicht das Bild des Würfels finden kann, wenn man zur Konstruktion von dessen Grundfläche mit der Länge seiner Kante einen Kreis beschreibt, durch dessen Mittelpunkt eine Senkrechte zieht, und von deren Einschnitt in den Kreis den Radius als Sehne einträgt, deren Enden wieder mit dem Mittelpunkt zu verbinden sind. Die weitere Entwicklung hat nun keine Schwierigkeit. Wenn man, wie oben gesagt, die wahre Länge der Kante zur Beschreibung des Bogens in den Kreis nimmt, so ist das gefundene Bild allerdings größer, als es auf geometrischem Wege entwickelt erscheinen könnte, hat aber den Vortheil, außer der Angabe der Gestalt auch die wahren Größen zu enthalten.

Da nun nach geometrischen Gesetzen parallele Linien auch parallele Projektionen haben und bei deren Bildern dieselben Verhältnisse stattfinden wie unter ihnen selbst, so folgt, daß, wenn man statt eines Würfels eine vierkantige Säule mit bedeutenderer Höhe hätte, man deren Höhe nach voriger Konstruktion auch in wahrer Größe in dem Bilde auftragen muß. Betrachtet man nun alle übrigen Körper aus solchen Säulen zusammengesetzt oder in dergleichen befindlich, so lassen sich auch deren Bilder leicht auf ähnlichem Wege entwickeln. Mehre vom Lehrer an der Tafel vorgezeichnete Bilder verschiedener Körper werden dies den Schülern klar machen.

Haberstrohm.