

# Inhalt

## I. Teil: Geometrie der elementaren Figuren

### A. Geometrische Propädeutik

#### I. Vorbemerkungen (P. Knabe)

<b>1.1 Aufgabe und Notwendigkeit eines propädeutischen Geometrieunterrichts</b> . . . . .	13
1.11 Aufgabe der Propädeutik, 1.12 Psychologische Gründe	
<b>1.2 Zum Stoff und zur Methode</b> . . . . .	14
1.21 Zur Methode, 1.22 Beobachten und Vergleichen, 1.23 Geometrische Körperformen, 1.24 Modellieren, 1.25 Formen in der Umwelt, 1.26 Geometrische Gesetze, 1.27 Das Messen, 1.28 Geometrie und Rechnen	
<b>1.3 Geschichte des vorbereitenden Geometrieunterrichts</b> . . . . .	16
1.31 Auflockerung der Euklidischen Methode, 1.32 Friedrich Reidt, 1.33 Felix Klein und seine Schule, 1.34 P. Treutlein	

#### 2. Beispiel für einen Grundlehrgang (P. Knabe)

<b>2.1 Mathematische Ordnung der Körper</b> . . . . .	18
2.11 Unterrichtsmaterial, 2.12 Mathematischer Körper, 2.13 Beispiele, 2.14 Erste Systematik	
<b>2.2 Quader, quadratische Säule, Würfel</b> . . . . .	19
2.21 Quader; Name, Vorkommen, 2.22 Eigenschaften, 2.23 Modelle, Zeichnungen, 2.24 Schnitte, Symmetrieeigenschaften, 2.25 Quadratische Säule, Würfel	
<b>2.3 Rechteck, Quadrat, Strecke, Gerade</b> . . . . .	22
2.31 Rechteck, Quadrat, 2.32 Strecke, Gerade	
<b>2.4 Geometrie und Zahl</b> . . . . .	23
2.41 Längenmaß, 2.42 Flächenmaß, 2.43 Raummaß	
<b>2.5 Zylinder, Kugel, Kreis und Winkel</b> . . . . .	25
2.51 Zylinder, 2.52 Kugel, 2.53 Kreis, Winkel	

#### 3. Ergänzungen zum Grundlehrgang (P. Knabe)

<b>3.1 Prismen und Pyramiden</b> . . . . .	28
3.11 Prismen, 3.12 Pyramiden	
<b>3.2 Flächenmaß von Dreieck, Trapez, Kreis</b> . . . . .	29
3.21 Dreieck, Trapez, 3.22 Kreisumfang und -inhalt	
<b>3.3 Symmetrie</b> . . . . .	29
3.31 In sich symmetrische Figuren, 3.32 Zueinander symmetrische Figuren, 3.33 Zierfiguren, 3.34 Ornamente	
<b>3.4 Elemente der Bewegungsgeometrie und Literatur</b> . . . . .	31
3.41 Verschiebung, 3.42 Drehung, 3.43 Literatur	

### B. Die elementaren ebenen Figuren

#### 4. Zur Geometrie auf der Mittelstufe (P. Knabe)

<b>4.1 Zu den wissenschaftlichen Grundlagen</b> . . . . .	32
4.11 Axiomensystem, 4.12 Euklidische Methode, 4.13 Axiomatische Grundlagen, 4.14 Bezeichnungen	
<b>4.2 Methoden</b> . . . . .	35
4.21 Induktion und Deduktion, 4.22 Finden der Sätze, 4.23 Weckung des Beweisbedürfnisses, 4.24 Beweisverfahren	

<b>5. Geometrie des Dreiecks (P. Knabe)</b>	
<b>5.1 Kongruenzsätze und Folgerungen</b> . . . . .	38
5.11 Erster Kongruenzsatz, 5.12 Zweiter Kongruenzsatz, 5.13 Satz über die Basiswinkel, 5.14 Dritter Kongruenzsatz, 5.15 Neben- und Scheitelwinkel, Außenwinkel, 5.16 Sätze über Seiten und Winkel, 5.17 Viertes Kongruenzsatz, 5.18 Gleichseitiges und rechtwinkliges Dreieck	
<b>5.2 Geometrische Grundkonstruktionen</b> . . . . .	41
5.21 Ausführung mit Zirkel und Lineal, 5.22 Bemerkungen	
<b>6. Parallelenlehre und Parallelogramme (P. Knabe)</b>	
<b>6.1 Parallelenlehre</b> . . . . .	42
6.11 Allgemeines und Historisches, 6.12 Winkel an Parallelen, 6.13 Folgerungen	
<b>6.2 Parallelogramme</b> . . . . .	44
6.21 Allgemeines Vieleck, 6.22 Allgemeines Parallelogramm, 6.23 Besondere Parallelogramme, 6.24 Trapez, 6.25 Mittenlinie des Dreiecks, 6.26 Seitenhalbierende im Dreieck	
<b>7. Kreis (P. Knabe)</b>	
<b>7.1 Kreis und Gerade</b> . . . . .	46
7.11 Erklärungen, 7.12 Sätze über Sehne und Tangente, 7.13 Winkel am Kreise, 7.14 Sehnenviereck, 7.15 Tangentenviereck	
<b>7.2 Kreis und Dreieck</b> . . . . .	49
7.21 Umkreis, 7.22 Inkreis, 7.23 Schnittpunkt der Höhen, 7.24 Ankreise, 7.25 Berührungspunkte von In- und Ankreis	
<b>7.3 Zwei Kreise</b> . . . . .	50
7.31 Lagemöglichkeiten, 7.32 Konstruktion gemeinsamer Tangenten	
<b>8. Flächeninhalt und Flächenmaß (P. Knabe)</b>	
<b>8.1 Flächeninhalt</b> . . . . .	51
8.11 Flächengleich, zerlegungsgleich, ergänzungsgleich, 8.12 Flächengleiche Parallelogramme und Dreiecke, 8.13 Anwendungen, 8.14 Möbiussches Vorzeichenprinzip	
<b>8.2 Flächenmaß</b> . . . . .	53
8.21 Erklärung, 8.22 Zusammenhang zwischen Inhalt und Maß, 8.23 Flächenmaß einfacher Figuren, 8.24 Methodische Bemerkungen	
<b>8.3 Satzgruppe des Pythagoras als Flächensätze</b> . . . . .	54
8.31 Lehrsatz des Pythagoras, 8.32 Höhensatz, 8.33 Arithmetische Form der Flächensätze, 8.34 Anwendungen, 8.35 Verallgemeinernde Sätze	
<b>9. Proportionen und Ähnlichkeitslehre (P. Knabe)</b>	
<b>9.1 Proportionen</b> . . . . .	58
9.11 Geschichtliche und methodische Bemerkungen, 9.12 Erklärungen, 9.13 Nichtmeßbarkeit von Seite und Diagonale eines Quadrates, 9.14 Strahlensätze	
<b>9.2 Anwendungen</b> . . . . .	61
9.21 Harmonische Teilung einer Strecke, 9.22 Vierte Proportionale, 9.23 Flächenverhältnisse von Dreiecken, 9.24 Satz des Menelaus, 9.25 Satz des Ceva, 9.26 Doppelverhältnis und Schnittpunkt des Pappus, 9.27 Proportionen am Dreieck, insbesondere Kreis des Apollonius	
<b>9.3 Ähnliche Dreiecke</b> . . . . .	64
9.31 Erklärungen, 9.32 Ähnlichkeitssätze, 9.33 Ähnliche Vielecke, 9.34 Ähnlichkeitsbeziehungen am rechtwinkligen Dreieck 9.35 Heron-Formel	
<b>9.4 Ähnlichkeitsbeziehungen am Kreis</b> . . . . .	67
9.41 Sekantensatz, 9.42 Satzgruppe des Pythagoras als Anwendungen des Sekantensatzes, 9.43 Potenz eines Punktes, 9.44 Satz des Ptolemäus, 9.45 Stetige Teilung	
<b>10. Regelmäßige Vielecke und Kreismessung (P. Knabe)</b>	
<b>10.1 Regelmäßige Vielecke</b> . . . . .	69
10.11 Erklärungen, 10.12 Regelmäßiges Zehneck und Fünfeck, 10.13 Siebzehneck und Gauß-Vielecke	

<b>10.2 Geschichtliches und Grundlegendes zur Kreismessung</b> . . . . .	71
10.21 Geschichtliche Entwicklung, 10.22 Grundlegende Sätze	
<b>10.3 Verfahren nach Archimedes</b> . . . . .	73
10.31 Klassische Form, 10.32 Abgeänderte Methode nach Chr. Wolff, 10.33 Inhaltsbestimmung aus dem Umfang, 10.34 Verfahren nach Gregory	
<b>10.4 Methoden der neueren Mathematik</b> . . . . .	76
10.41 Abschätzungen nach Huygens, 10.42 Isoperimetrische Methoden nach Cusanus und Legendre	
<b>10.5 Streifenverfahren</b> . . . . .	78
10.51 Rechteckstreifen, 10.52 Trapezstreifen	
<b>10.6 Kreisteile, quadrierbare Kreisbogenzweiecke (Möndchen)</b> . . . . .	80
10.61 Kreisteile, 10.62 Quadrierbare Kreisbogenzweiecke (lunulae, Möndchen), 10.63 Literatur zur Kreismessung	
<b>II. Konstruktionen (P. Knabe)</b>	
<b>11.1 Allgemeines</b> . . . . .	82
11.11 Begriff der Konstruktion, 11.12 Gliederung einer Konstruktionsaufgabe, 11.13 Allgemeines zur Lösbarkeit, 11.14 Erzieherischer Wert	
<b>11.2 Beispiele und Aufgaben für Konstruktionen</b> . . . . .	83
11.21 Dreieckskonstruktionen, 11.22 Unmögliche Dreieckskonstruktionen, 11.23 Viereckskonstruktionen, 11.24 Kreiskonstruktionen, 11.25 Verwandlungsaufgaben, 11.26 Proportionen und Ähnlichkeit	
<b>11.3 Ortslinien und Beweise</b> . . . . .	88
11.31 Ortslinien, 11.32 Beweise, 11.33 Literatur und Aufgabensammlungen	
<b>12. Ergänzungen (P. Knabe)</b>	
<b>12.1 Geometrie im Altertum</b> . . . . .	90
12.11 Vorgriechische Geometrie, 12.12 Griechische Geometrie	
<b>12.2 Mittelalter und Neuzeit</b> . . . . .	92
12.21 Leistungen des Orients, 12.22 Abendländisches Mittelalter, 12.23 Neuzeit	
<b>12.3 Literatur</b> . . . . .	93
<b>13. Körperberechnungen (P. Knabe)</b>	
<b>13.1 Prismatische und pyramidenförmige Körper</b> . . . . .	93
13.11 Allgemeines zum Rauminhalt und Raummaß, 13.12 Gerade Prismen, 13.13 Cavalieri-Prinzip, 13.14 Schiefe Prismen, 13.15 Pyramiden, 13.16 Pyramidenstumpf, 13.17 Zylinder, Kegel, Kegelstumpf, 13.18 Übungen, 13.19 Historisches	
<b>13.2 Kugel und Rotationskörper</b> . . . . .	100
13.21 Historisches zur Kugelberechnung, 13.22 Mechanisches Verfahren des Archimedes, 13.23 Berechnungen nach Chr. Wolff, 13.24 Kugelteile, 13.25 Rotationskörper, 13.26 Übungen	
<b>13.3 Polyeder</b> . . . . .	104
13.31 Historisches, 13.32 Prismatoide, 13.33 Eulerscher Polyedersatz, 13.34 Regelmäßige Polyeder, 13.35 Volumformeln, 13.36 Übungen	
<b>13.4 Literatur</b> . . . . .	109

## II. Teil: Geometrie der Abbildungen und Vektoren

### A. Abbildungen

#### 1. Bedeutung für den Unterricht (K. H. Hürten)

<b>1.1 Die Entwicklung des Abbildungsgedankens</b> . . . . .	111
1.11 Geschichtlicher Überblick, 1.12 Altertum und Mittelalter, 1.13 Neuzeit, 1.14 Wandel im Schulunterricht	
<b>1.2 Der Abbildungsgedanke als methodisches Prinzip</b> . . . . .	113
1.21 Gruppe und Invariante, 1.22 Die Anschaulichkeit der Abbildungsgeometrie, 1.23 Konstruieren, 1.24 Beweisen, 1.25 Schwierigkeiten	

## 2. Grundlagen der Abbildungsgeometrie (K. H. Hürten)

<b>2.1 Zielsetzung des Axiomensystems</b>	116
<b>2.2 Grundlegende Begriffe</b>	117
2.21 Vorbereitende Definitionen, 2.22 Geordnete Gruppen	
<b>2.3 Die Axiome der Bewegungen</b>	119
2.31 Bewegung und Verschiebung, 2.32 Folgerungen aus den Verschiebungsaxiomen, 2.33 Bewegung und Drehung	
<b>2.4 Folgerungen aus den Axiomen</b>	123
2.41 Struktur des Raumes, 2.42 Halbdrehungen (Achsensymmetrie), 2.43 Struktur und Darstellung der Bewegungsgruppe	
<b>2.5 Kongruenz und Maß</b>	127
2.51 Kongruenz, 2.52 Streckenmaß, 2.53 Dreh- und Winkelmaße	
<b>2.6 Axiomatik und Schulunterricht</b>	130
2.61 Bemerkungen zum vorliegenden Axiomensystem, 2.62 Axiomatik und Bildungsziel des Mathematikunterrichtes	

## 3. Die Gruppe der Bewegungen (K. H. Hürten)

<b>3.1 Die Grundbegriffe</b>	131
3.11 Der Begriff der Bewegung, 3.12 Einführung von Strecken und Winkeln	
<b>3.2 Verschiebung und Gerade</b>	132
3.21 Einführung der Verschiebung, 3.22 Verschiebung als Abbildung, 3.23 Gruppeneigenschaften der Verschiebungen, 3.24 Die Gerade, 3.25 Parallelen, 3.26 Erzeugung von Figuren und Körper durch Verschieben	
<b>3.3 Drehungen</b>	136
3.31 Der Begriff der Drehung, 3.32 Drehungen als Abbildungen, 3.33 Gruppeneigenschaften der Drehungen, 3.34 Drehung der Geraden und der Begriff der Ebene, 3.35 Winkel, 3.36 Winkelsummensätze	
<b>3.4 Symmetrien</b>	140
3.41 In der Ebene, 3.42 Im Raum	
<b>3.5 Figurenlehre innerhalb der Abbildungsgeometrie</b>	142
3.51 Parallelogramm und Verschiebung, 3.52 Parallelogramm und Punktspiegelung, 3.53 Systematik der Vierecke	
<b>3.6 Die Kongruenzsätze</b>	145
3.61 Bedeutung, 3.62 Beweis	
<b>3.7 Kreis und Bewegung</b>	146
3.71 Definition und einfache Sätze, 3.72 Winkelsätze am Kreis	
<b>3.8 Konstruieren und Zusammensetzen von Bewegungen</b>	147
3.81 Konstruktionen, 3.82 Zusammensetzen von Bewegungen in der Ebene, 3.83 Allgemeine Begriffe für Konstruktionen	

## 4. Ähnlichkeitsabbildungen (K. H. Hürten)

<b>4.1 Die zentrische Streckung</b>	149
4.11 Definition und die Abbildung linearer Gebilde, 4.12 Zentrisch ähnliche Figuren, 4.13 Konstruktionen	
<b>4.2 Die Gruppe der Ähnlichkeitsabbildungen</b>	152
4.21 Zusammensetzungen von Streckungen, 4.22 Darstellung der Ähnlichkeitsabbildungen, 4.23 Die Ähnlichkeitssätze für Dreiecke	
<b>4.3 Konfigurationen</b>	154
4.31 Die Winkelhalbierenden im Dreieck und der Kreis des Apollonius, 4.32 Die Euler-Gerade und der Feuerbach-Kreis, 4.33 Der Satz von Pascal am Kreis	
<b>4.4 Übersicht</b>	155

## 5. Darstellende Geometrie (K. H. Hürten)

<b>5.1 Methodische Bemerkungen</b>	155
5.11 Ihre besondere Aufgabe, 5.12 Die Konstruktionen	

**5.2 Senkrechtes Projizieren** . . . . . 157  
 5.21 Grundbegriffe, 5.22 Darstellung der linearen Gebilde, 5.23 Darstellung der Figuren einer Ebene  
**5.3 Affinität** . . . . . 160  
 5.31 Die orthogonale Achsenaffinität, 5.32 Das Schrägbild, 5.33 Die Achsenaffinität  
**5.4 Scherung und Inhalt** . . . . . 162  
 5.41 Begriff des Flächeninhaltes und Scherung, 5.42 Das Flächenverhältnis bei der Achsenaffinität, 5.43 Bemerkung zu der Satzgruppe des Pythagoras, 5.44 Bemerkung zum Prinzip von Cavalieri  
**5.5 Ergänzungen** . . . . . 165  
 5.51 Schlußbemerkung, 5.52 Literatur

**B. Elementare Vektorgeometrie**

**6. Rechnungsarten erster Stufe (R. Draaf)**

**6.1 Einleitung** . . . . . 167  
 6.11 Vektorgeometrie in Unter- und Mittelstufe, 6.12 Didaktisches, 6.13 Historisches  
**6.2 Vektoren in einer Richtung ( $\mathcal{R}_1$ )** . . . . . 168  
 6.21 Zum Rechnen auf der Zahlengeraden, 6.22 Begriff des Vektors, 6.23 Gegenvektor, Nullvektor, 6.24 Addieren und Subtrahieren von Vektoren gleicher Richtung, 6.25 Einheitsvektor, Linearkombination, 6.26 Anwendungen  
**6.3 Erweiterung auf zwei Dimensionen ( $\mathcal{R}_2$ )** . . . . . 171  
 6.31 Begriffliches, 6.32 Festlegung im örtlichen Koordinatensystem, 6.33 Addieren, 6.34 Subtrahieren, 6.35 Multiplikation eines Vektors mit einem Skalar, 6.36 Lineare Zusammenhänge in der Ebene, 6.37 Anwendungen  
**6.4 Dreidimensionale Vektorgeometrie ( $\mathcal{R}_3$ )** . . . . . 175  
 6.41 Vektorbegriff und Grundoperationen im Raum, 6.42 Geometrische Anwendungen, 6.43 Zerlegung nach Basissystemen von Einheitsvektoren

**7. Die Vektorprodukte (R. Draaf)**

**7.1 Punktprodukt (Skalares oder inneres Produkt)** . . . . . 178  
 7.11 Definition, 7.12 Besondere Eigenschaften und Folgerungen, 7.13 Anwendungen  
**7.2 Kreuzprodukt (Vektorielles oder äußeres Produkt)** . . . . . 181  
 7.21 Vorbemerkungen, 7.22 Begriff und Eigenschaften in der Ebene, 7.23 Begriff und Eigenschaften im Raum, 7.24 Anwendungen

**8. Ergänzungen (R. Draaf)**

**8.1 Einordnung in die Mathematik der Mittelstufe** . . . . . 183  
**8.2 Grundlagen für den Physikunterricht** . . . . . 184  
 8.21 Anwendung der (freien) Vektoren, 8.22 Grundlegung der Stabgeometrie, 8.23 Anwendung der Stäbe  
**8.3 Literatur** . . . . . 186  
 8.31 Wissenschaftlich, 8.32 Aus der Schulmathematik

**III. Teil: Ebene Trigonometrie und geometrische Einzelfragen**

**A. Ebene Trigonometrie**

**0. Einleitung (R. Draaf)** . . . . . 187  
**1. Winkelmaße und Winkelfunktionen (R. Draaf)**  
**1.1 Die Winkelmaße** . . . . . 188  
 1.11 Gradmaß, 1.12 Bogenmaß, 1.13 Sehnen- und Halbsehnenmaß  
**1.2 Die Winkelfunktionen** . . . . . 192  
 1.21 Systematischer Überblick und Allgemein-Didaktisches, 1.22 Sinus- und Kosinusfunktion für spitze Winkel, 1.23 Tangens- und Kotangensfunktion  
**1.3 Zusammenhänge zwischen den Winkelfunktionen** . . . . . 195  
 1.31 Komplementbeziehungen und goniometrische Grundformeln, 1.32 Funktionswerte der Winkel  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$

<b>2. Das rechtwinklige Dreieck (R. Draaf)</b>	
<b>2.1 Die Winkelfunktionen im rechtwinkligen Dreieck</b> . . . . .	196
2.11 Verhältnisdefinitionen, 2.12 Berechnung des rechtwinkligen und des gleichschenkligen Dreiecks	
<b>2.2 Praktische Anwendung im rechtwinkligen Dreieck</b> . . . . .	199
2.21 Bedeutung der angewandten Aufgaben, 2.22 Aus Geodäsie und Bauwesen, 2.23 Einige typische Beispiele aus anderen Gebieten, 2.24 Angewandte Aufgaben mit Vektoren, 2.25 Zur Klärung der Begriffe Steigung und Anstieg	
<b>3. Das schiefwinklige Dreieck (R. Draaf)</b>	
<b>3.1 Die trigonometrischen Funktionen im schiefwinkligen Dreieck</b> . . . . .	203
3.11 Methodisches, 3.12 Definition der Winkelfunktionen für beliebige Winkel, 3.13 Sinussatz, 3.14 Kosinussatz	
<b>3.2 Berechnung des allgemeinen Dreiecks</b> . . . . .	207
3.21 Überblick über die Grundaufgaben, 3.22 Die Mehrdeutigkeit des Sinus, 3.23 Flächeninhaltsformeln, 3.24 Weitere Stücke im Dreieck, 3.25 Figurenberechnungen (Übungen)	
<b>3.3 Praktische Anwendungen im schiefwinkligen Dreieck</b> . . . . .	209
3.31 Entfernungs- und Höhenbestimmungen, 3.32 Aus der mathematischen Erd- und Himmelskunde, 3.33 Übungen aus der Physik, 3.34 Aufgabentypen aus Nautik und Navigation, 3.35 Aufgaben mit Vektoren, 3.36 Aufgaben vom Sport	
<b>4. Goniometrie (R. Draaf)</b>	
<b>4.1 Die Additionstheoreme</b> . . . . .	211
4.11 Methodisches, 4.12 Historisches, 4.13 Herleitung des grundlegenden Additionstheorems, 4.14 Die anderen Additionstheoreme	
<b>4.2 Die übrigen Formeln</b> . . . . .	213
4.21 Summen und Differenzen von Sinus- und Kosinuswerten, 4.22 Funktionswerte von Winkelvielfachen und Winkelteilen, 4.23 Mollweide-Formel und Tangenssatz, 4.24 Goniometrische Gleichungen und Ungleichungen, 4.25 Kleine Winkel	
<b>4.3 Anwendungen</b> . . . . .	217
4.31 Zu den Additionstheoremen und Summenformeln, 4.32 Zu den goniometrischen Gleichungen, 4.33 Zu kleinen Winkeln	
<b>5. Aus der Vermessungskunde (R. Draaf)</b>	
<b>5.1 Zur Bedeutung und Durchführung im Trigonometrieunterricht</b> . . . . .	222
<b>5.2 Höhenmessungen</b> . . . . .	222
5.21 Die verschiedenen Methoden, 5.22 Höhennetze und Normalhöhen, 5.23 Geometrisches Nivellement, 5.24 Trigonometrisches Nivellement, 5.25 Profile	
<b>5.3 Triangulationen</b> . . . . .	224
5.31 Landesvermessung, 5.32 Punktbestimmung, 5.33 Snellius-Hansen-Aufgabe, 5.34 Kleinvermessung, 5.35 Luftbild und Radar, 5.36 Übungen	
<b>5.4 Erdmessungen</b> . . . . .	230
5.41 Eratosthenes, 5.42 Breitengradmessung der Araber, 5.43 Meridianmessung von Snellius, 5.44 Meridianmessung von Picard, 5.45 Die Festlegung des Meters als Längeneinheit, 5.46 Die Gradmessungen im 19. Jahrhundert	
<b>5.5 Literatur</b> . . . . .	230
5.51 Historisch, 5.52 Fachlich, 5.53 Methodisch	
<b>B. Geometrische Einzelfragen</b>	
<b>6. Natürliche Geometrie nach Hjelmslev (P. Knabe)</b>	
<b>6.1 Begriff der natürlichen Geometrie</b> . . . . .	231
<b>6.2 Empirische Definitionen geometrischer Grundgebilde</b> . . . . .	231
6.21 Ebene, 6.22 Keil, 6.23 Gerade, 6.24 Ecke, 6.25 Folgerungen	
<b>6.3 Zum Aufbau der natürlichen Geometrie</b> . . . . .	232
6.31 Axiome, 6.32 Infinitrechnung	
<b>6.4 Ergänzungen</b> . . . . .	233
6.41 Bedeutung der natürlichen Geometrie für die Schule, 6.42 Literatur	

**7. Geometrographie (P. Knabe)**

<b>7.1 Einleitung</b> . . . . .	233
7.11 Begriff und Aufgabe, 7.12 Lemoine	
<b>7.2 Einfachheits- und Genauigkeitsmaß</b> . . . . .	234
7.21 Die Lemoine-Grundsätze, 7.22 Einfachheitsmaß für elementare Aufgaben	
<b>7.3 Geometrographische Grundkonstruktionen</b> . . . . .	235
7.31 Zeichnung eines rechten Winkels, 7.32 In einem Punkt A einer Geraden g die Senkrechte errichten, 7.33 Durch einen Punkt A zu einer Geraden g die Parallele ziehen, 7.34 Einige Einfachheitswerte für klassische und geometrographische Konstruktionen	
<b>7.4 Einige schwierigere Konstruktionen und Literatur</b> . . . . .	235
7.41 Stetige Teilung, 7.42 Konstruktion des 5-Ecks und 10-Ecks, 7.43 Literatur	

**8. Elementare Näherungskonstruktionen (P. Knabe)**

<b>8.1 Begriff der Näherungskonstruktion</b> . . . . .	237
<b>8.2 Kreisteilung</b> . . . . .	237
8.21 Allgemeine Konstruktionen, 8.22 Sonderfälle	
<b>8.3 Delisches Problem</b> . . . . .	239
8.31 Nach Vahlen, 8.32 Mascheroni, 8.33 Buonafalce	
<b>8.4 Dreiteilung des Winkels</b> . . . . .	239
8.41 Fialkowski, 8.42 Cominotto	
<b>8.5 Rektifikation und Quadratur des Kreises</b> . . . . .	240
8.51 Rektifikationen, 8.52 Quadraturen	
<b>8.6 Literatur</b> . . . . .	242

**9. Modelle, Filme und andere Hilfsmittel (K. Wigand)**

<b>9.1 Modelle</b> . . . . .	242
9.11 Ihre Aufgabe, 9.12 Zur Geschichte, 9.13 „Freihandmodelle“, 9.14 Winke für die Selbstanfertigung, 9.15 Klebstoffe, 9.16 Modelle zur Selbstherstellung, 9.17 Fertigmodelle, 9.18 Geometrische Bausteine	
<b>9.2 Bild und Film</b> . . . . .	247
9.21 Das Bild, 9.22 Raumbilder, 9.23 Filme	
<b>9.3 Geräte und Sonstiges</b> . . . . .	250
9.31 Vorschlag für die mathematische Sammlung, 9.32 Firmen, 9.33 Netzpapiere, Nomo-gramme, 9.34 Mathematische Spiele, 9.35 Sonstiges, 9.36 Literatur	
<b>Register</b> . . . . .	252