

# Inhalt.

Alle zu einem Artikel gehörigen Figuren tragen die Nummer dieses Artikels und sind durch a b c . . . unterschieden.

## Einleitung.

### I. Aufgaben und Wesen der Schattierung.

Art.		Seite
1.	Zweck der Schattierung in den Darstellungen technischer Gebilde . . . . .	1
» 2.	Lichtflächen und Schattenflächen. Körperschatten und Schlagschatten . . . . .	1
» 3.	Körper- oder Selbstschattengrenzen und Schlagschattengrenzen . . . . .	1
» 4.	Abstufungen der Licht- und Schattenstärken . . . . .	2
» 5.	Zwei Vollendungsgrade der Schattierung . . . . .	2
» 6.	Schattenkonstruktionslehre und Beleuchtungskunde. Beide sind Anwendungen der darstellenden Geometrie . . . . .	2
» 7.	Parallelbeleuchtung und Centralbeleuchtung. Eingebürgerte Lichtstrahlrichtung der ersten . . . . .	3

### A. Schattenkonstruktionslehre oder Lehre von den Schattengrenzlinien.

#### II. Schlagschatten auf den Grundebenen und Selbstschatten von Körpern mit ebenen Flächen.

Art. 8.	Hilfsmittel aus der darstellenden Geometrie . . . . .	4
» 9.	Schlagschatten eines Punktes auf den Grundebenen . . . . .	6
» 10.	Schlagschatten gerader und gekrümmter Linien . . . . .	6
» 11.	Schlagschatten eines Körpers mit ebenen Grenzflächen . . . . .	7
» 12.	Selbstschatten auf Körpern mit ebenen Flächen . . . . .	9
» 13.	Schattenkonstruktion mit nur gedachtem Grundriss . . . . .	10
» 14.	Schlagschatten eines Körpers mit gekrümmter Oberfläche, geworfen auf die Grundebenen . . . . .	12

#### III. Schlagschatten auf eben begrenzten Körpern. Allgemeine Lösung.

Art. 15.	Schlagschatten eines Punktes auf einem ebenen Polygon oder einer anderen ebenen Figur . . . . .	12
» 16.	Schlagschatten eines Punktes auf einem Vielfach . . . . .	13
» 17.	Schlagschatten einer geraden oder gekrümmten Linie auf einem Vielfach. Schlagschattenpunkte einer Linie auf einem andern . . . . .	13
» 18.	Schlagschatten eines Vielfachs auf einem andern Vielfach und Selbstbeschattung von Körpern mit ebenen Flächen. Schatten im Innern hohlgedachter ebenbegrenzter Körper . . . . .	15
» 19.	Die Umkehrung der in Art. 18 erklärten allgemeinen Lösung . . . . .	19
» 20.	Schlagschatten eines Körpers mit gekrümmter Oberfläche auf einem Vielfach . . . . .	19
» 21.	Hilfssätze für die Schatten auf Körpern mit ebenen Flächen . . . . .	19
» 22.	Schatten auf vertikalstehenden prismatischen und cylindrischen Flächen . . . . .	20
» 23.	Schatten auf prismatischen und cylindrischen Flächen senkrecht zur Vertikalebene . . . . .	21

#### IV. Schatten auf prismatischen und cylindrischen Flächen parallel zum Grundsehnitt.

Art. 24.	Grundlagen aus der darstellenden Geometrie . . . . .	21
» 25.	Die allgemeine Lösung nicht der kürzeste Weg. Benützung der Seitenprojektion . . . . .	21
» 26.	Folgerungen für die Schattengrenzlinien . . . . .	24

### V. Schatten auf gekrümmten Flächen. Allgemeine Lösung.

Art.		Seite
27.	Definitionen aus der darstellenden Geometrie und Beispiele technischer Verwertung . . . . .	25
» 28.	Allgemeine Lösung für Schatten auf gekrümmten Flächen . . . . .	27
» 29.	Anwendung auf Regelflächen . . . . .	27
» 30.	Anwendung auf Drehungsflächen . . . . .	28
» 31.	Selbstbeschattung gekrümmter Flächen . . . . .	29
» 32.	Schatten im Innern hohler Körper mit gekrümmter Oberfläche . . . . .	30
» 33.	Schlagschatten eines Körpers mit gekrümmter Oberfläche auf einem andern solchen Körper . . . . .	32
» 34.	Folgerungen für den Verlauf der Schattenkurven (s. auch Art. 69 a am Schluss) . . . . .	32
» 35.	Mängel der Lösung . . . . .	32
» 36.	Umkehrung der allgemeinen Lösung durch Benützung der vertikalprojizierenden Ebenen der Lichtstrahlen . . . . .	32
» 37.	Zuhilfenahme der Seitenprojektion . . . . .	33
» 38.	Zuhilfenahme von weiteren Projektionsebenen und von Umklappungen . . . . .	33

### VI. Schatten auf Cylinder- und Kegelflächen.

Art. 39.	Cylinderflächen senkrecht zu einer Grundebene behandelt wie Prismen . . . . .	34
» 40.	Verlassen der allgemeinen Lösung bei Kegel- und schiefgerichteten Cylinderflächen . . . . .	35
» 41.	Schatten auf Kegelflächen . . . . .	35
» 42.	Der vertikale Kreiskegel mit Spitze nach oben . . . . .	37
» 43.	Der schiefe Kreiskegel mit Spitze nach unten . . . . .	37
» 44.	Der vertikalstehende hohle Kegel . . . . .	37
» 45.	Der gerade Kreiskegel senkrecht zur Vertikalebene, vertieft in die Vertikalebene . . . . .	39
» 46.	Die hohle Kegelfläche mit Achse parallel zum Grundsehnitt . . . . .	39
» *47.	Die beliebig gerichtete Kegelfläche mit beliebig gestalteter, schiefgerichteter Basis . . . . .	40
» 48.	Schatten auf schiefgerichteten Cylinderflächen . . . . .	40
» 49.	Der beliebig schiefgerichtete Cylinder mit Basis in einer Grundebene . . . . .	41
» 50.	Der horizontale gerade Cylinder schief gerichtet (wagrecht liegende Röhre) . . . . .	42
» 51.	Der horizontale Cylinder schief abgeschnitten (schiefes Tonnengewölbe) . . . . .	43
» 52.	Der schiefgerichtete Cylinder parallel zur Vertikalebene, vertikal und gerade abgeschnitten (steigendes Tonnengewölbe im Längenschnitt) . . . . .	43
» 53.	Cylinderfläche parallel zur Vertikalebene ohne Basis, aber mit bekanntem Normalschnitt . . . . .	43
» *54.	Der beliebig schief gerichtete Cylinder mit beliebig geformter schiefstehender Basis . . . . .	44

### VII. Schatten auf Drehungsflächen.

Art. 55.	Erstes Verfahren für Körper- und Schlagschattengrenzen: Drehungsflächen mit Achse senkrecht zu einer Grundebene nach der allgemeinen Lösung für gekrümmte Flächen behandelt . . . . .	45
» 56.	Zweites Verfahren für Körperschattengrenzen auf Drehungsflächen, mit Hilfe von berührenden Kreiskegeln. . . . .	45

	Seite
Art. 57. Drittes Verfahren für Körperschattengrenzen auf Drehungsflächen, mit Hilfe von berührenden Kugeln . . . . .	47
» 58. Körperschattengrenzen auf Wulstflächen, mit Hilfe von berührenden Kugeln . . . . .	48
» 59. Viertes Verfahren für Körperschattengrenzen auf Drehungsflächen, mit Hilfe des Schlagschattens auf einer Ebene senkrecht zur Achse . . . . .	48
» 60. Fünftes Verfahren für Körperschattengrenzen auf Drehungsflächen, mit Hilfe der Normalkugel . . . . .	49
» 61. Zweites Verfahren für Schlagschattengrenzen auf Drehungsflächen, mit Hilfe der kongruenten Schlagschatten auf Parallelkreisebenen . . . . .	49
» 62. Drittes Verfahren für Schlagschattengrenzen auf Drehungsflächen, mit Hilfe zweier Schlagschatten auf einer Ebene senkrecht zur Achse . . . . .	52
» 63. Sätze über den Verlauf der Schattengrenzen auf Drehungsflächen mit vertikaler Achse . . . . .	53
» 64. Schatten auf Drehungsflächen mit schiefgerichteter, aber einer Grundebene gleichlaufender Achse . . . . .	53

#### VIII. Schatten auf Kugelflächen.

Art. 65. Die Umklappung oder schräge Seitenansicht als Hilfsmittel, elliptische Projektionen der Schnittkreise zu umgehen . . . . .	54
» 66. Körperschattengrenzen auf der Vollkugel und Hohlkugel . . . . .	57
» 67. Behandlung der Kugel als Drehungsfläche . . . . .	59
» 68. Oft verwertbare Hilfskonstruktionen für die Ellipse und ihre Tangenten . . . . .	59

#### IX. Schatten auf minder häufig verwerteten Flächen.

Art. *69. Die Flächen zweiter Ordnung . . . . .	61
» 70. Schraubenflächen, Wendelflächen. Die Schrauben und die schraubenförmig verdrehten Stabformen . . . . .	66
» *71. Die schraubenförmige Röhre oder Wulstfläche und andere Röhrenflächen mit kreisförmigem Querschnitt . . . . .	69
» 72. Röhrenflächen mit beliebigem, aber unveränderlichem Normalschnitt . . . . .	73
» *73. Röhrenflächen mit veränderlichem Normalschnitt . . . . .	75
» *74. Rückungsflächen mit gleichgerichtet fortschreitender, unveränderlicher Erzeugenden. Steigendes Tonnengewölbe mit bogenförmiger Scheitellinie. Gewundene Säule . . . . .	76
» *75. Rückungsflächen mit veränderlicher, aber immer gleichgerichteter Erzeugenden . . . . .	78
» *76. Rückungsflächen mit drehend fortschreitender, veränderlicher oder unveränderlicher Erzeugenden . . . . .	80
» *77. Konoidische Flächen; windschiefer Hausteinhöfen in zylindrischer oder ebener Mauer . . . . .	80

#### X. Rückblick auf die Lehre von den Schattengrenzlinien.

Art. 78. Zwei Grundgedanken in der Schattenkonstruktion . . . . .	82
» 79. Die unmittelbare Schattenbestimmung und ihre vier Fälle . . . . .	83
» 79a. mit vertikalstehenden Schnittebenen parallel zur Lichtrichtung . . . . .	83
» 79b. mit vertikalprojizierenden Schnittebenen parallel zur Lichtrichtung . . . . .	83
» 79c. mit seitlich projizierenden Schnittebenen parallel zur Lichtrichtung . . . . .	83
» 79d. mit Schnittebenen parallel zur Lichtrichtung gelegt durch die Spitze eines Kegels oder die Mantellinien eines schiefgerichteten Cylinders . . . . .	83
» 80. Die mittelbare Schattenbestimmung und ihre vier Fälle . . . . .	84
» 80a. Eine Körperschattengrenze erhalten aus ihrem Schlagschatten auf einer Grundebene . . . . .	84
» 80b. Eine Körperschattengrenze auf Drehungs-, Röhren- und Rückungsflächen erhalten durch Hilfskegel oder Hilfskugeln oder Hilfszylinder . . . . .	84
» 80c. Eine Schlagschattengrenze auf Drehungs- und Rückungsflächen erhalten durch die Schlagschatten auf Parallelkreisebenen, beziehungsweise auf Ebenen der fortrückenden Figur . . . . .	85
» 80d. Eine Schlagschattengrenze erhalten aus den beiden Schlagschatten, die ein schattenwerfendes Gebilde und das von ihm beschattete auf eine Grundebene werfen . . . . .	85

## B. Beleuchtungskunde oder Lehre von den Lichtstufen.

### XI. Die Normalkugel.

	Seite
Art. 81. Das Gesetz der Lichtstufen . . . . .	86
» 82. Lichtstufen auf der Lichtseite der Kugel . . . . .	87
» 83. Reflexlichtwirkung, Lichtstufen auf der Schattenseite der Kugel . . . . .	87
» 84. Lichtstufen im Schlagschatten auf der Kugel . . . . .	88
» 85. Die vier Hauptlichtstufen . . . . .	88
» 86. Abweichende Annahme der Reflexrichtung für Gebilde auf ebener Wand . . . . .	89
» 87. Zusammenstellung aller Lichtstufen . . . . .	90
» 88. Darstellung der Normalkugel mit der eingebürgerten Lichtrichtung . . . . .	90

### XII. Verwertung der Normalkugel zum Schattieren anderer Körper.

Art. 89. Die Normalkugel als Lichtstufenmassstab . . . . .	93
» 90. Lichtstufen am Aeussern und im Innern hohlgedachter Körper . . . . .	93
» 91. Körper mit ebenen Grenzflächen . . . . .	94
» 92. Gerade Kreiskegel und Kreiscylinder mit Achse parallel zu einer Grundebene . . . . .	97
» 93. Die Drehungsfläche mit vertikaler Achse . . . . .	99
» 94. Sätze über den Verlauf der Lichtstufenlinien auf solchen Flächen . . . . .	102
» 95. Die Drehungsfläche mit Achse senkrecht zur Vertikalebene . . . . .	102
» 96. Die Drehungsfläche mit Achse parallel zum Grundschnitt . . . . .	105
» 97. Drehungsflächen mit schiefgerichteten Achsen . . . . .	106
» 98. Die vertikale Cylinderfläche mit beliebiger Basis . . . . .	108
» 99. Die schiefgerichtete oder die horizontale Cylinderfläche parallel zur Vertikalebene mit beliebigem Normalschnitt . . . . .	108
» 100. Die beliebig schiefgerichtete Cylinderfläche mit beliebig gestalteter horizontaler Basis . . . . .	109
» 101. Der gerade elliptische Kegel mit vertikaler Achse . . . . .	109
» 102. Die Kegelfläche mit beliebig gestalteter horizontaler Basis . . . . .	110
» *103. Das dreiaxige Ellipsoid, das elliptische Paraboloid und das einmantelige elliptische Hyperboloid . . . . .	111
» *104. Das windschiefe Viereck oder hyperbolische Paraboloid . . . . .	111
» 105. Schraubenflächen, Wendelflächen . . . . .	112
» *106. Stabformen mit drehend fortschreitendem Querschnitt oder Achsenschnitt. Ringförmig steigendes Tonnengewölbe . . . . .	115
» *107. Die schraubenförmige Röhre oder Wulstfläche und andere Röhrenflächen mit kreisförmigem Normalschnitt . . . . .	118
» 108. Die Röhrenfläche mit beliebigem Normalschnitt; geschweifte Gesimse auf ebener und gekrümmter Wand. Die Röhrenfläche mit veränderlichem Normalschnitt . . . . .	121
» *109. Die Rückungsflächen. Die gewundene Säule . . . . .	123
» *110. Konoidische Flächen. Windschiefer Mauerbogen. Kugelkonoid . . . . .	124
» *111. Lichtstufen auf beliebig gekrümmten Flächen, erstes Verfahren: mit geometrischen Orten auf der Normalkugel . . . . .	125
» *112. Lichtstufen auf beliebig gekrümmten Flächen, zweites Verfahren: mit berührenden Cylinderflächen. Gebilde durch Höhenkurven gegeben . . . . .	131
» *113. Bemerkungen zu den besonderen und allgemeinen Verfahren . . . . .	133

### XIII. Auftragen der Lichtstufen mit Strichlagen oder mit dem Pinsel.

Art. 114. Getrennte Streifen gleicher Lichtstärke . . . . .	136
» *115. Zahlenbewertung der Lichtstufen . . . . .	137
» *116. Wiedergabe der Lichtstufen . . . . .	138
» *117. Schattierung mit Strichlagen . . . . .	139
» *118. Schattierung mit Maltönen . . . . .	140
» 119. Tonschichtenpläne für das Schattieren mit dem Pinsel . . . . .	142
» 120. Grosse ebene Flächen . . . . .	147
» 121. Luftperspektive . . . . .	147
» 122. Winke für das Zeichnen, Malen und Schraffieren . . . . .	147
» 123. Auftragen der Lichtstufen mit je einem Ton . . . . .	148