

Mathematischer Anhang

Wir definieren analog zu

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n,$$

$$n!! = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n-1) = \frac{(2n)!}{2^n n!}, \quad (\text{A; 1})$$

$$n^*!! = 2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot \dots \cdot 2n = 2^n n!. \quad (\text{A; 2})$$

Es ist

$$\frac{(2n)!}{n!!} = n^*!! = 2^n n!; \quad \frac{(2n+1)!}{n^*!!} = (n+1)!!, \quad (\text{A; 3, 4})$$

$$\left(\frac{1}{2}\right) = (-1)^{n-1} \frac{(n-1)!!}{n^*!!}; \quad \left(-\frac{1}{2}\right) = (-1)^n \frac{n!!}{n^*!!}. \quad (\text{A; 5, 6})$$

Da mit $\varphi = 2\pi - \varphi'$

$$\int_{\pi}^{2\pi} d\varphi = \int_0^{\pi} d\varphi', \quad \text{also} \quad \int_0^{2\pi} f(\varphi) d\varphi = \int_0^{\pi} f(\varphi) d\varphi + \int_0^{\pi} f(2\pi - \varphi') d\varphi'$$

ist, so folgt:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Alle Integrale, für die } f(2\pi - \varphi') = -f(\varphi') \\ \text{ist, verschwinden in den Grenzen} \end{array} \right\} \int_0^{2\pi} \quad (\text{A; 7})$$

während für $f(2\pi - \varphi') = +f(\varphi')$ sich ergibt:

$$\left. \int_0^{2\pi} f(\varphi) d\varphi = 2 \int_0^{\pi} f(\varphi) d\varphi. \right\} \quad (\text{A; 8})$$

Da ferner mit $\varphi = \pi - \varphi'$

$$\int_{\pi/2}^{\pi} d\varphi = \int_0^{\pi/2} d\varphi', \quad \text{also} \quad \int_0^{\pi} f(\varphi) d\varphi = \int_0^{\pi/2} f(\varphi) d\varphi + \int_0^{\pi/2} f(\pi - \varphi') d\varphi'$$

ist, so folgt:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Alle Integrale, für die } f(\pi - \varphi') = -f(\varphi') \\ \text{ist, verschwinden in den Grenzen} \end{array} \right\} \int_0^{\pi} \quad (\text{A; 9})$$

während für $f(\pi - \varphi') = +f(\varphi')$ stets

$$\left. \int_0^\pi f(\varphi) d\varphi = 2 \int_0^{\pi/2} f(\varphi) d\varphi. \right\} \quad (\text{A; } 10)$$

Aus (8) und (9) zusammen folgt dann noch, daß

für $f(\pi - \varphi') = -f(\varphi')$ auch stets $\int_0^{2\pi} f(\varphi) d\varphi = 0$ (A; 11)
 ist.

Das Integral

$$\left. \int_0^{2\pi} f(\varphi) d\varphi \right\} \quad (\text{A; } 12)$$

verschwindet also sowohl, wenn

$$f(\pi - \varphi) = -f(\varphi),$$

als auch, wenn

$$f(2\pi - \varphi) = -f(\varphi),$$

und: alle Integrale, die für \int_0^π verschwinden, verschwinden auch für $\int_0^{2\pi}$.

Die Besselsche Funktion erster Art, n -ter Ordnung ist, wenn n ganzzahlig ist, definiert durch

$$J_n(\eta) = \left(\frac{\eta}{2}\right)^n \sum_0^\infty (-1)^v \frac{\left(\frac{\eta}{2}\right)^{2v}}{v!(n+v)!} \quad (\text{A; } 13)$$

(Jahnke-Emde, S. 90).

Es ist

$$J_n(-\eta) = (-1)^n J_n(+\eta), \quad (\text{A; } 14)$$

$$\lim_{\eta \rightarrow 0} \frac{J_n(\eta)}{\eta^n} = \frac{1}{n*!!} = \frac{1}{2^n n!}, \quad (\text{A; } 15)$$

$$\int_0^{2\pi} e^{i\eta \cos \varphi} e^{i n \varphi} d\varphi = 2\pi i^n J_n(\eta), \quad (\text{A; } 16)$$

$$\int_0^\pi e^{i\eta \cos \varphi} \cos n \varphi d\varphi = \pi i^n J_n(\eta), \quad (\text{A; } 17)$$

$$\int_{-1}^{+1} e^{i\eta w} (1-w^2)^{n-1/2} dw = n!! \pi \frac{J_n(\eta)}{\eta^n} \quad (\text{A; } 18)$$

$$n!! = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n-1).$$

Es ist (Jahnke-Emde, S. 171)

$$J_n(z) = \Xi \int_0^{2\pi} \cos(z \cos \varphi) \sin^{2n} \varphi \, d\varphi, \quad (\text{A; } 19)$$

wo

$$\Xi = \frac{1}{2\pi} \frac{z^n}{n!!} \quad n!! = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n-1)$$

und

$$\int_0^{2\pi} \sin(z \cos \varphi) \sin^{2n} \varphi \, d\varphi = 0,$$

so daß

$$\int_0^{2\pi} e^{\pm iz \cos \varphi} \sin^{2n} \varphi \, d\varphi = 2\pi n!! \frac{J_n(z)}{z^n}. \quad (\text{A; } 20)$$

Ferner ist wegen (7)

$$\int_0^{2\pi} e^{\pm iz \cos \varphi} \sin^{2n+1} \varphi \cos^m \varphi \, d\varphi = 0, \quad (\text{A; } 21)$$

$$\int_0^{2\pi} e^{\pm iz \cos \varphi} \cos n\varphi \sin m\varphi \, d\varphi = 0. \quad (\text{A; } 22)$$

Durch fortgesetzte partielle Integration zeigt man leicht, daß

$$\begin{aligned} & \int_0^{\eta} \eta'^{n+2m+1} J_n(\eta') \, d\eta' \\ &= \eta^{n+2m+1} \sum_0^m (-2)^r \nu! \binom{m}{\nu} \frac{J_{n+r+1}(\eta)}{\eta^r}. \end{aligned} \quad (\text{A; } 23)$$

Also speziell:

$$\int_0^{\eta} \eta'^{2m+1} J_0(\eta') \, d\eta' = \eta^{2m+1} \sum_0^m (-2)^r \nu! \binom{m}{\nu} \frac{J_{\nu+1}(\eta)}{\eta^r}. \quad (\text{A; } 24)$$

$$\left. \begin{aligned} \int_0^{\eta} \eta' J_0(\eta') \, d\eta' &= \eta J_1(\eta) \\ \int_0^{\eta} \eta'^3 J_0(\eta') \, d\eta' &= \eta^3 \left(J_1(\eta) - 2 \frac{J_2(\eta)}{\eta} \right) \\ \int_0^{\eta} \eta'^5 J_0(\eta') \, d\eta' &= \eta^5 \left(J_1(\eta) - 4 \frac{J_2(\eta)}{\eta} + 8 \frac{J_3(\eta)}{\eta^2} \right) \\ \int_0^{\eta} \eta'^7 J_0(\eta') \, d\eta' &= \eta^7 \left(J_1(\eta) - 6 \frac{J_2(\eta)}{\eta} + 24 \frac{J_3(\eta)}{\eta^2} - 48 \frac{J_4(\eta)}{\eta^3} \right) \\ &\vdots \end{aligned} \right\} (\text{A; } 25)$$

$$\left. \begin{aligned} \int_0^{\eta} \eta'^2 J_1(\eta') d\eta' &= \eta^3 J_2(\eta) \\ \int_0^{\eta} \eta'^4 J_1(\eta') d\eta' &= \eta^4 \left(J_2(\eta) - 2 \frac{J_3(\eta)}{\eta} \right) \\ \int_0^{\eta} \eta'^6 J_1(\eta') d\eta' &= \eta^6 \left(J_2(\eta) - 4 \frac{J_3(\eta)}{\eta} + 8 \frac{J_4(\eta)}{\eta^2} \right) \\ \int_0^{\eta} \eta'^8 J_1(\eta') d\eta' &= \eta^8 \left(J_2(\eta) - 6 \frac{J_3(\eta)}{\eta} + 24 \frac{J_4(\eta)}{\eta^2} - 48 \frac{J_5(\eta)}{\eta^3} \right) \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \text{(A; 26)}$$

$$\left. \begin{aligned} \int_0^{\eta} \eta'^3 J_2(\eta') d\eta' &= \eta^3 J_3(\eta) \\ \int_0^{\eta} \eta'^5 J_2(\eta') d\eta' &= \eta^5 \left(J_3(\eta) - 2 \frac{J_4(\eta)}{\eta} \right) \\ \int_0^{\eta} \eta'^7 J_2(\eta') d\eta' &= \eta^7 \left(J_3(\eta) - 4 \frac{J_4(\eta)}{\eta} + 8 \frac{J_5(\eta)}{\eta^2} \right) \\ \int_0^{\eta} \eta'^9 J_2(\eta') d\eta' &= \eta^9 \left(J_3(\eta) - 6 \frac{J_4(\eta)}{\eta} + 24 \frac{J_5(\eta)}{\eta^2} - 48 \frac{J_6(\eta)}{\eta^3} \right) \\ &\vdots \end{aligned} \right\} \text{(A; 27)}$$

Wir erwähnen noch besonders, daß die Zahlenkoeffizienten nur von m abhängen, von n also unabhängig sind.

Wir definieren

$$\left. \begin{aligned} c_n(z) &= \sum_0^n \frac{z^n}{n!}; & e_x(z) &= e^z, \\ \hat{c}_n(z) &= \sum_n^{\infty} \frac{z^n}{n!}; & \hat{e}_0(z) &= e^{-z}. \end{aligned} \right\} \text{(A; 28)}$$

Dann ist

$$e_x(z) = e^z = e_n(z) + \hat{e}_{n+1}(z).$$

Es sei

$$\hat{c}_n(\pm iz) = c_n(z) \pm i s_n(z) = \sum_0^n \frac{(iz)^n}{n!},$$

so daß

$$\left. \begin{aligned} c_n(z) &= \sum_0^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} (-1)^v \frac{z^{2v}}{(2v)!}; & c_\infty(z) &= \cos z, \\ s_n(z) &= \sum_0^{\lfloor \frac{n-1}{2} \rfloor} (-1)^v \frac{z^{2v+1}}{(2v+1)!}; & s_\infty(z) &= \sin z, \end{aligned} \right\} \quad (\text{A}; 29)$$

worin $[x] =$ größte ganze Zahl $\leq x$ bedeutet. Wir definieren weiter

$$\begin{aligned} \cos z - c_n(z) &= c_\infty(z) - c_n(z) = \hat{c}_{n+1}(z), \\ \sin z - s_n(z) &= s_\infty(z) - s_n(z) = \hat{s}_{n+1}(z), \end{aligned}$$

so daß

$$\left. \begin{aligned} \hat{c}_n(z) &= \sum_{\lfloor \frac{n+1}{2} \rfloor}^{\infty} (-1)^v \frac{z^{2v}}{(2v)!}; & \hat{c}_0(z) &= \cos z, \\ \hat{s}_n(z) &= \sum_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}^{\infty} (-1)^v \frac{z^{2v+1}}{(2v+1)!}; & \hat{s}_0(z) &= \sin z. \end{aligned} \right\} \quad (\text{A}; 30)$$

Dann ist

$$\begin{aligned} \hat{c}_n(\pm iz) &= \hat{c}_n(z) \pm i \hat{s}_n(z) = \sum_n^{\infty} \frac{(iz)^v}{v!}, \\ e^{\pm iz} &= e_n(\pm iz) + \hat{c}_{n+1}(\pm iz). \end{aligned}$$

Es sei

$$\frac{1}{z^n} \hat{c}_n(z) = \frac{1}{z^n} \sum_n^{\infty} \frac{z^v}{v!} = \sum_0^{\infty} \frac{z^v}{(n+v)!} = \hat{E}_n(z)$$

und

$$\hat{E}_n(\pm iz) = \hat{C}_n(z) \pm i \hat{S}_n(z),$$

so daß

$$\begin{aligned} \hat{C}_n(z) &= \sum_0^{\infty} (-1)^v \frac{z^{2v}}{(n+2v)!} = \begin{cases} (-1)^{\frac{n}{2}} \frac{\hat{c}_n(z)}{z^n} & \text{falls } n \text{ gerade,} \\ (-1)^{\frac{n-1}{2}} \frac{\hat{s}_n(z)}{z^n} & \text{falls } n \text{ ungerade,} \end{cases} \\ \hat{S}_n(z) &= \sum_0^{\infty} (-1)^v \frac{z^{2v+1}}{(n+2v+1)!} = \begin{cases} (-1)^{\frac{n}{2}} \frac{\hat{s}_n(z)}{z^n} & \text{falls } n \text{ gerade,} \\ (-1)^{\frac{n+1}{2}} \frac{\hat{c}_n(z)}{z^n} & \text{falls } n \text{ ungerade.} \end{cases} \end{aligned} \quad (\text{A}; 31)$$

Es ist

$$\hat{S}_n(z) = z \hat{C}_n(z); \quad \hat{C}_n(0) = \frac{1}{n!}; \quad \hat{S}_n(0) = 0. \quad (\text{A}; 32)$$

Ausführlich geschrieben ist

$$\left. \begin{aligned}
 \hat{C}_0 &= \hat{c}_0 &= \cos z \\
 \hat{S}_0 &= z \hat{C}_1 = \hat{s}_0 = \hat{s}_1 = \sin z \\
 -z \hat{S}_1 &= -z^2 \hat{C}_2 = \hat{c}_1 = \hat{c}_2 = \cos z - 1 \\
 -z^2 \hat{S}_2 &= -z^3 \hat{C}_3 = \hat{s}_2 = \hat{s}_3 = \sin z - z \\
 z^3 \hat{S}_3 &= z^4 \hat{C}_4 = \hat{c}_3 = \hat{c}_4 = \cos z - 1 + \frac{z^2}{2!} \\
 z^4 \hat{S}_4 &= z^5 \hat{C}_5 = \hat{s}_4 = \hat{s} = \sin z - z + \frac{z^3}{3!} \\
 -z^5 \hat{S}_5 &= -z^6 \hat{C}_6 = \hat{c}_5 = \hat{c}_6 = \cos z - 1 + \frac{z^2}{2!} - \frac{z^4}{4!} \\
 \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots
 \end{aligned} \right\} \text{(A; 33)}$$

$$c_0 = c_1 = 1; \quad c_2 = c_3 = 1 - \frac{z^2}{2!}; \quad c_3 = c_4 = 1 - \frac{z^2}{2!} + \frac{z^4}{4!}; \quad \dots$$

$$s_0 = 0; \quad s_1 = s_2 = z; \quad s_3 = s_4 = z - \frac{z^3}{3!};$$

$$s_5 = s_6 = z - \frac{z^3}{3!} + \frac{z^5}{5!}; \quad \dots, \quad \text{(A; 34)}$$

wo bei $\hat{C}_n, \hat{S}_n, \hat{c}_n, \hat{s}_n, c_n, s_n$ das Argument z zu ergänzen ist.

Mit diesen Definitionen ergibt sich:

$$\int_0^z e^{-i\zeta} \zeta^n d\zeta = (-i)^{n+1} n! \{1 - e^{-iz} e_n(+iz)\} \quad \text{(A; 35)}$$

$$= (-i)^{n+1} n! e^{-iz} \hat{c}_{n+1}(+iz) \quad \text{(A; 36)}$$

$$= -(-i)^n \cdot n! \{[\hat{c}_{n+1}(z) \cdot \sin z - \hat{s}_{n+1}(z) \cdot \cos z] + i[\hat{c}_{n+1}(z) \cdot \cos z + \hat{s}_{n+1}(z) \cdot \sin z]\} \quad \text{(A; 37)}$$

$$= (-i)^n \cdot n! \{[c_n(z) \cdot \sin z - s_n(z) \cdot \cos z] - i[1 - c_n(z) \cdot \cos z - s_n(z) \cdot \sin z]\} \quad \text{(A; 38)}$$

$$= n! z^{n+1} \{[\hat{C}_{n+1}(z) \cdot \cos z + \hat{S}_{n+1}(z) \cdot \sin z] - i[\hat{C}_{n+1}(z) \cdot \sin z - \hat{S}_{n+1}(z) \cdot \cos z]\}. \quad \text{(A; 39)}$$

Es ist noch

$$\left. \begin{aligned}
 n! \cdot c_n(z) &= \sum_0^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} (-1)^r \binom{n}{n-2r} (n-2r)! z^{2r}, \\
 n! \cdot s_n(z) &= \sum_0^{\lfloor \frac{n-1}{2} \rfloor} (-1)^r \binom{n}{n-2r-1} (n-2r-1)! z^{2r+1},
 \end{aligned} \right\} \text{(A; 40)}$$

wo

$$\binom{n}{m} m! = n(n-1)(n-2) \dots (n-m+1).$$

Es ist

$$\int_0^z e^{i \zeta^2} \zeta^{2n} d\zeta = \frac{n!!}{2^n} i^n \sqrt{\frac{\pi}{2}} \left[C_u \left(z \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + i S_u \left(z \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) \right] + \frac{n!!}{2^{n+1}} i^{n-1} \frac{e^{i z^2}}{z} f_n(-2iz^2), \tag{A; 41}$$

$$f_n(z) = \sum_1^n \frac{z^\nu}{\nu!!}; \quad f_0(z) = 0 \quad \nu!! = 1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n-1),$$

$$\nu!! = \frac{(2\nu)!}{2^\nu \nu!}$$

$$f_n(iz) = g_n(z) + i h_n(z), \tag{A; 42}$$

$$\left. \begin{aligned} g_n(z) &= \sum_1^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} (-1)^\nu \frac{z^{2\nu}}{(2\nu)!!}; & g_0(z) &= 0, \\ h_n(z) &= \sum_0^{\lfloor \frac{n-1}{2} \rfloor} (-1)^\nu \frac{z^{2\nu+1}}{(2\nu+1)!!}; & h_0(z) &= 0, \end{aligned} \right\} \tag{A; 43}$$

$$\left. \begin{aligned} & \int_0^z e^{i \zeta^2} \zeta^{2n} d\zeta \\ = \frac{n!!}{2^n} i^n & \left\{ \left[\sqrt{\frac{\pi}{2}} C_u \left(z \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \sin z^2 \cdot g_n(2z^2) - \cos z^2 \cdot h_n(2z^2) \right] \right. \\ & \left. + i \left[\sqrt{\frac{\pi}{2}} S_u \left(z \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) - \cos z^2 \cdot g_n(2z^2) - \sin z^2 \cdot h_n(2z^2) \right] \right\}. \end{aligned} \right\} \tag{A; 44}$$

Hier und in (41) sind S_u und C_u die Fresnelschen Integrale

$$C_u(s) = \int_0^s \cos \frac{\pi}{2} u^2 du; \quad S_u(s) = \int_0^s \sin \frac{\pi}{2} u^2 du. \tag{A; 45}$$

Da

$$\int_0^z e^{i \zeta^2} \zeta^{2n+1} d\zeta = \frac{1}{2} \int_0^{z^2} e^{i \zeta} \zeta^n d\zeta, \tag{A; 46}$$

läßt sich

$$\int_0^z e^{i \zeta^2} \zeta^{2n+1} d\zeta$$

nach (35) u. f. auswerten!

Sach- und Namenverzeichnis

- Abbildungsfehler** **49, 117, 148.**
Aberration, chromatische **49, 104.**
 —, sphärische **49, 149 u. f., 177, 183, 190, 191 u. f.**
Aberrationskoeffizienten **164, 176, 177.**
Absorption **83.**
Äquivalenzsatz **53.**
Airy **54.**
Amplitude **1.**
Amplitudenfunktion ψ **76, 105 u. f., 121.**
Apertur **112.**
Aperturwinkel **107.**
Astigmatismus **49, 197 u. f.**
Auflösungsvermögen **50 u. f.**
Aufpunkt **30.**
- Babinetsches Theorem** **47.**
Belegungsfaktor ψ **76, 105 u. f., 121.**
Berek V, **53, 70, 105, 106, 112.**
Biegungserscheinung **30, 37 u. f., 39, 45 u. f., 58, 61.**
Beziehung zwischen \mathcal{E}, \mathcal{H} **2.**
 — — $\mathcal{E}, \mathcal{H}, \mathcal{J}$ **7.**
 — — $\mathcal{E}, \mathcal{H}, \mathcal{S}$ **14.**
 — — I_P, u_P **99 u. f.**
 — — $u_P, \mathcal{E}, \mathcal{H}$ **135.**
 — — u_P, \mathcal{S} **135.**
 — — u_P, \mathcal{J} **136.**
Bild **48.**
Bildebene **55 u. f., 58, 60, 72, 83, 94, 104, 108.**
Bildfeldwölbung **49.**
Birk **58.**
Brechung **17 u. f., 138 u. f.**
Brechungsgesetz von Snellius **19.**
Brechungsindex **8.**
- Brechungskoeffizienten** **20, 145.**
Brennflächen s. **Kaustik.**
Brennlinie **94, 96, 200, 219.**
Brennpunkt **168.**
Bruns **55.**
- Chromatische Aberration** **49, 104.**
Chromatisch korrigiert **104.**
Cornusche Spirale **90, 93, 96 u. f., 156, 210.**
- $d_{||}, d_{\perp}$ **19 u. f., 25, 146.**
 d_{ω} **22.**
 D_y, D_z **145.**
 Δ **3.**
Debye **75, 88, 126.**
Debyesche Formel **77, 79.**
Definitionshelligkeit (Strehl) **159, 171, 176, 184 u. f., 204.**
Dielektrizitätskonstante **3, 8.**
div **3.**
- Ebene engster Einschnürung** **199, 201, 213.**
Ebene Welle **9.**
Eikonal E **1, 44, 45, 168, 197.**
Einfallsebene **17.**
Einfallshöhe **167.**
Einhüllende **28.**
Einstellebene, Einstellung **104, 168 u. f., 179, 181, 183, 184.**
Elektrisches Potential ϕ **5.**
Elementarwellen **27 u. f.**
Elongation **4.**
Energiebeziehung **23 u. f., 71 u. f., 98.**
Energieströmung **13 u. f.**

Enveloppe 28.
 Epstein 47.
 Evolutschalen 120, 122, 207.
 Evolvente 129.
Farbdreieck 103.
 Farbgehalt 103.
 Fermatsches Prinzip 168.
 Fischer 191, 192, 193, 195.
 Flächen gleicher Helligkeit 161 u. f.
 Fraunhofersche Beugung 37 u. f., 58.
 Frequenz 1.
 Frequenzänderung 21.
 Fresnelsche Beugung 37 u. f., 60, 61.
 — Koeffizienten r , d 19 u. f., 25, 146.
 — Zonenkonstruktion 29.
 —sches Integral 90, 155, 176, 210.
 — Prinzip 35.
 Foucault 55.
 Fouriersches Integral 33.
Gans V.
 Gaußscher Brennpunkt 158, 166, 169, 193.
 —sches Krümmungsmaß 123.
 —sche Lateralvergrößerung 107.
 Geometrische Optik — Wellenoptik 43 u. f., 132 u. f.
 Gestaltfunktion f 124, 130.
 — und Wellenflächen 150, 164, 200, 208, 224 u. f.
 grad 3.
 Greenscher Satz 31.
 Grenzbedingungen 16.
Haberl 51.
 Hankelsche Funktion 32, 88.
 Hertzscher Vektor 3 4, 6 u. f., 40, 118, 136, 140, 146.
 Huygensches Prinzip 27 u. f., 35 u. f., 75, 168.
Inhomogene Wellen 105 u. f.
 Inkohärenz 1, 49.
 Intensität 13 u. f., 137.
 Intensitätsmessung 15.
 Intensitätsabhängigkeit von der Wellenlänge 99 u. f.
 Interferenzfaktor 66.

Picht, Optische Abbildung

Jahnke-Emde 203, 234, 235.
 Jentzsch V, 73.
Kaustik, Kaustikschalen, -flächen 120,
 122, 126, 151, 193, 199, 200, 207,
 212, 224.
 Kaustikvektor \mathfrak{K} 126, 129.
 Kennfläche 120, 131, 150, 164, 200,
 208, 225.
 Kern des Beugungsscheibchens 111.
 Kirchhoff 30, 34 u. f., 133, 134.
 Kirchhoffsche Formel 30 u. f., 47, 75.
 Knoblauch 127.
 Knochenhauer 55.
 König V.
 Kohärenz, Kohärenzlänge 1.
 Koma 49, 221 u. f.
 Konjugierte Bildebene 60.
 Koordinatensystem 17.
 Korrektionsforderungen 177, 178, 183,
 191, 203, 232.
 Kreiszyylinderwelle 125.
 Kugelwelle 10, 12, 27, 43, 48, 54 u. f.
Lambertsches cos-Gesetz 105, 111,
 115, 116.
 v. Laue 33, 53, 134.
 Leitfähigkeit 2.
 Lichtfleck 30.
 Lichtstrahlen 14, 80, 121, 124, 135,
 196.
 Lichtverdichtungsfaktor (Strehl) 66.
 Lichtwegaberration 168, 170, 177, 179,
 182, 189.
 v. Lommel 55, 70, 73, 75.
 Lommelsche U -Funktionen 63.
 — V -Funktionen 69.
 Lummer V.
Magnetisches Potential \mathfrak{M} 5.
 Mandelstam 53.
 Maximalbeträge der Fehlerkoeffizienten
 177, 191, 203, 232.
 Maxwellsche Gleichungen 2.
 Methode der Sattelpunkte 192.
 Mikroskop V, 114.
 Mittlere Abweichung (Väisälä) 186,
 187 u. f.
 Monochromatisch 58.

Nebenbedingungen **3, 4, 5, 6**.
 Nichtselbstleuchter **49** u. f.
 Normalenvektor **122**.
 Normalkomponenten **17**.

Optische Einheit 41.

Permeabilität (magnetische) 2.
 Phase 1.
 Phasenanomalie **81, 96, 160**.
 Phasenkonstante 1.
 Phasensprung **25, 81, 96, 160**.
 Picht **83, 119, 125, 126, 129, 130, 132, 135, 138, 146, 154, 164, 207, 211, 230**.
 Pointing'scher Vektor \mathcal{C} **14, 135**.
 Polarisation, —ebene 1, **13, 17, 26**.
 Polarisationswinkel **26**.
 Punktvektor \mathfrak{P} **121**.

Quellpunkt 28.

 $r_{||}, r_{\perp}$ **19, 25, 146**.
 r_{ω} **22**.
 R_y, R_z **146**.
 Randstrahlen **178**.
 Rayleigh V.
 Referenzkugel **185** u. f.
 Reflexion **17** u. f., **138** u. f.
 Reflexionsgesetz **19**.
 Reflexionskoeffizienten **20, 25, 145, 146**.
 Reflexionsvermögen **24**.
 Reiche V, **83**.
 Richter **165, 167, 170, 178, 182, 183, 189**.
 rot **3**.
 Rotationsparaboloid **149**.

 Schatten, —raum **30, 134**.
 Schwarzschild **73, 74, 75**.
 Schwert **55**.
 Schwingungsdauer 1.
 Schwingungsgleichung **8**.
 —, Lösung der — **32, 33, 77, 89, 119** u. f., **125, 126, 129**.
 Selbstleuchter **49** u. f.

Siedentopf V.
 sin-Bedingung **107**.
 Skalares Produkt **14**.
 Snelliussches Brechungsgesetz **19**.
 Sphärische Aberration **49, 149** u. f.
 — — mit 1 Koeffizienten **149** u. f., **170** u. f., **187**.
 — — — 2 und mehr Koeffizienten **164, 178** u. f., **183, 188**.
 — — der Zylinderwelle **191** u. f.
 Spiegelung **17** u. f., **138** u. f.
 Stelle engster Einschnürung **199**.
 Strahlenaberration **165**.
 Strahlungsdiagramm **105** u. f.
 Straubel VI.
 Strehl V, VI, **66, 159, 190, 204**.
 Struve **55**.
 Symmetrieebene **201, 213, 214, 218, 220**.
 Symmetrieforderung (Richter) **170** u. f., **178** u. f., **183**.
 Symmetriepunkt bei Astigmatismus **203, 213, 218**.
 — — sphärischer Aberration **157** u. f., **173** u. f.

Tangentialer Bildpunkt 225, 227.
 Tangentialkomponenten **17**.
 Torische Fläche **198**.
 Trajektorie **127**.
 Transversalität 1.
 Trennungsebene **17**.

 Väisälä **184, 187, 189, 190**.
 Vakuumwellenlänge **1**.
 Vektorprodukt **14**.
 Verzeichnung **49**.
 Vignettieren **54**.

Weißgehalt 103.
 Wellenaberration **165, 168**.
 Wellenfläche **28, 130, 149, 150, 164, 165, 191, 197, 200, 208, 224**.
 Wellengleichung **4, 33**.
 Wellenlänge 1.
 Wellenoptik — geometrische Optik **43** u. f., **132** u. f.

Wellenvektor \mathfrak{B} 119, 122.
 Whittaker 130.
 Wilde 55.
 Wilsing VI.

Zeitlicher Mittelwert 15.
 Zonenkonstruktion (Fresnel) 28.
 Zylinderwellen 32, 88 u. f., 125, 129,
 191 u. f.

Auf den Seiten 164, 207 und 230 wurden Arbeiten des Verfassers zitiert, die bei Drucklegung dieses Buches noch nicht erschienen sind, sondern erst in Korrektur vorliegen. Es handelt sich um die Arbeiten:

Seite 164: Zur sphärischen Aberration optischer Systeme.

Seite 207: Zur wellentheoretischen Behandlung des Astigmatismus optischer Systeme ¹⁾.

Seite 230: Zur wellen- und beugungstheoretischen Behandlung des Komafehlers optischer Systeme.

Die Arbeiten erscheinen Anfang 1931 in der Zeitschrift für Instrumentenkunde.

¹⁾ Inzwischen erschienen: Zeitschr. f. Instrkde. 51, 19, 1931.

44. **Elektrobiologie.** Die Lehre von den elektrischen Vorgängen im Organismus auf moderner Grundlage dargestellt. Von Prof. Dr. Julius Bernstein. Mit 62 Abbildungen. Geh. 6,50 RM, geb. 8,— RM
45. **Die Physik der Röntgenstrahlen.** Von Dr. Robert Pohl. Vergriffen.
46. **Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik.** I. Band. Von Prof. Dr. F. F. Martens. Vergriffen.
47. **Mimikry und verwandte Erscheinungen.** Von Prof. Dr. Arnold Jacobi. Mit 31 zum Teil farbigen Abbildungen. Geh. 8,50 RM, geb. 10,— RM
48. **Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten sowie dessen Zusammenhang mit den wechselnden Vorstellungen von der Natur der Wärme.** Von Kirstine Meyer. Aus dem Dänischen übersetzt von Irmgard Kolde und mit einem Vorwort von E. Wiedemann. Mit 21 Abbildungen. Geh. 4,50 RM, geb. 6,— RM
49. **Das Leuchten der Gase und Dämpfe mit besonderer Berücksichtigung der Gesetzmäßigkeiten in Spektren.** Von Prof. Dr. H. Koenen. Mit 33 Abbildungen im Text und einer Tafel. Geh. 13,— RM
50. **Die Ökologie der Pflanzen.** Von Prof. Dr. O. Drude. Mit 80 eingedruckten Abbildungen. Geh. 10,— RM, geb. 12,— RM
51. **Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloiden.** Von Dr. Hugo Bauer. Geh. 4,50 RM, geb. 6,— RM
52. **Die Brownsche Bewegung und einige verwandte Erscheinungen.** Von Dr. G. L. de Haas-Lorentz. Von der Verfasserin ins Deutsche übersetzt. Geh. 3,50 RM
53. **Die tierische Immunität.** Von Prof. Dr. Werner Rosenthal. Mit einer Abbildung im Text. Geh. 8,— RM, geb. 10,— RM
54. **Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume.** Geometrie, Anschauung und Erfahrung. 1. Teil: Das Problem der Außenwelt. Von Prof. Dr. E. Study. 2. umgearbeitete Auflage. Geh. 3,50 RM, geb. 5,— RM
55. **Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik.** II. Band: Dynamomaschinen, Transformatoren und Apparate für drahtlose Telegraphie. Von Dr. F. F. Martens. Mit 289 Abbild. Geh. 15,— RM, geb. 17,25 RM
56. **Die Analyse des Zufalls.** Von Prof. Dr. H. E. Timerding. Mit 10 Abbildungen. Geh. 5,50 RM
57. **Allgemeine Physiologie des Todes.** Von Dr. Alexander Lipschütz. Mit 38 Abbildungen. Geh. 6,— RM, geb. 7,50 RM
58. **Parasitismus im Tierreich.** Von Prof. Dr. Gräfin von Linden. Mit 102 Abbildungen und 7 Tafeln. Geh. 8,— RM, geb. 9,75 RM
59. **Die Entstehung der deutschen Kalisalzlager.** Von Prof. Dr. Ernst Jäneckle. 2. veränderte Aufl. Mit 30 Abbild. Geh. 4,— RM, geb. 5,50 RM
60. **Wind- und Wasserhosen in Europa.** Von Prof. Dr. Alfred Wegener. Mit 1 Titelbild und 85 Abbildungen. Geh. 10,— RM, geb. 12,— RM
61. **Geologischer Bau und Landschaftsbild.** Von Prof. Dr. Karl Sapper. 2. Auflage. Mit 15 Abbildungen. Geh. 8,— RM, geb. 9,75 RM
62. **Die Referenzflächen des Himmels und der Gestirne.** Von Dr. Aloys Müller. Mit 20 Abbildungen. Geh. 5,50 RM, geb. 7,— RM
63. **Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung.** Von Prof. Dr. C. Dorno. Vergriffen.
64. **Optische Umkehrerscheinungen (Waldensche Umkehrung).** Von Prof. Dr. P. Walden. Mit 6 Abbildungen. Geh. 7,— RM, geb. 8,50 RM