

Formelsammlung Augenoptik

für die berufliche Grundbildung Augenoptiker·in EFZ



Ausgabe 2024

Inhalt

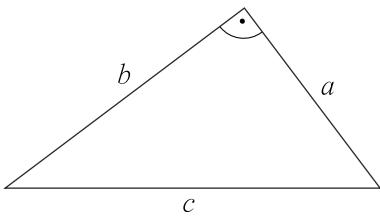
Mathematische Grundlagen	3	Brillengläser	13
Metrisches Masssystem	3	Sphärometer	13
Satz des Pythagoras	3	Transmission	13
Trigonometrische Funktionen am rechtwinkligen Dreieck	3	Brillenglasvergrößerung	13
Geometrische Optik	4	Wirkung zwischen den Hauptschnitten astigmatischer Gläser (Näherungsformel)	14
Vorzeichenregeln	4	Prismatische Brillengläser	14
Brechzahl	4	Resultierendes Prisma	14
Brechungsgesetz	4	Dickenreduktionsprisma (Faustformel)	14
Abbildungsgleichung	5	Vertikale binokulare prismatische Nebenwirkung am Durchblickspunkt bei gleicher Addition	15
Einzelbrechende Kugelfläche	6	Zentrierstreifen	15
Dicke, dünne Linse	6	TABO-Schema	16
Scheitelbrechwert	7	Grenzabweichung der Positionierung in der Fassung bei Mehrstärken-, Gleitsicht- und Degressivgläsern	16
Physikalische Optik	8	Grenzabweichungen bei Rezeptkorrektur	16
Lichtgeschwindigkeit	8	Kennzahlen der Brillenglasmaterialien	17
Reflexionsgrad bzw. Reflexionskoeffizient für senkrecht einfallendes Licht	8	Nahoptik	18
Einfache AR- bzw. Entspiegelungsschicht	8	Allgemeine Vergrößerung	18
Polarisationswinkel / Brewsterwinkel	8	Normalvergrößerung, Lupe	18
Auge und Brille	9	Normalvergrößerung, Leseglas	18
Brechwert des Auges (nach Listing)	9	Allgemeine Vergrößerung für Lupen und Lesegläser nach Sloan & Habel	18
Augenlänge	9	Freier Arbeitsabstand	19
Akkommodationsgebiet und deutlicher Sehbereich	10	Vergrößerungsbedarf für die Nähe	19
Duansche Kurve	11		
HSA Umrechnung	12		
Visus	12		
Addition (gem. Schober)	12		

Mathematische Grundlagen

Metrisches Masssystem

1 km	= 1 Kilometer	= 10^3 m	= 1 000 m
1 m	= 1 Meter	= 10^0 m	= 1 m
1 dm	= 1 Dezimeter	= 10^{-1} m	= 0,1 m
1 cm	= 1 Zentimeter	= 10^{-2} m	= 0,01 m
1 mm	= 1 Millimeter	= 10^{-3} m	= 0,001 m
1 μ m	= 1 Mikrometer	= 10^{-6} m	= 0,000 001 m
1 nm	= 1 Nanometer	= 10^{-9} m	= 0,000 000 001 m

Satz des Pythagoras

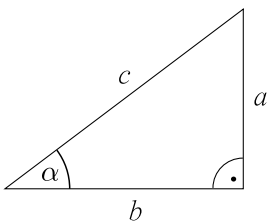


a, b = Katheten
 c = Hypotenuse

Satz des Pythagoras:

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Trigonometrische Funktionen am rechtwinkligen Dreieck



a = Gegenkathete
 b = Ankathete
 c = Hypotenuse

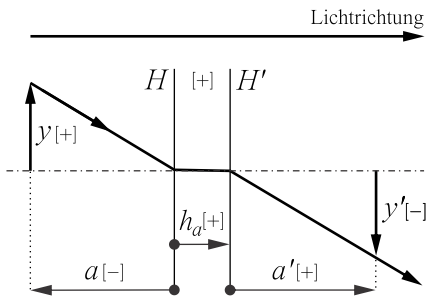
$$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{a}{c}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}} = \frac{b}{c}$$

$$\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}} = \frac{a}{b}$$

Geometrische Optik

Vorzeichenregeln



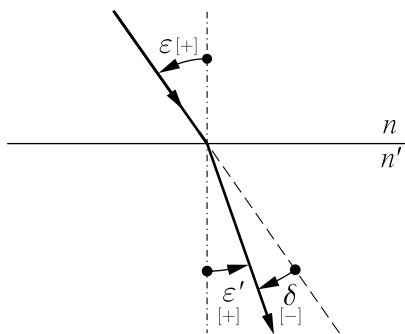
H	=	objektseitige Hauptebene
H'	=	bildseitige Hauptebene
y	=	Objektgrösse [m]
y'	=	Bildgrösse [m]
a	=	Objektweite [m]
a'	=	Bildweite [m]
h_a	=	Hauptebenenabstand [m]

Brechzahl

$$n = \frac{c_0}{c}$$

n	=	Brechzahl
c_0	=	Lichtgeschwindigkeit im Vakuum $\left[\frac{m}{s}\right]$
c	=	Lichtgeschwindigkeit im Medium $\left[\frac{m}{s}\right]$

Brechungsgesetz



ε	=	Einfallswinkel [°]
ε'	=	Brechungswinkel [°]
δ	=	Ablenkungswinkel [°]
n	=	Brechzahl vor der Grenzfläche
n'	=	Brechzahl nach der Grenzfläche

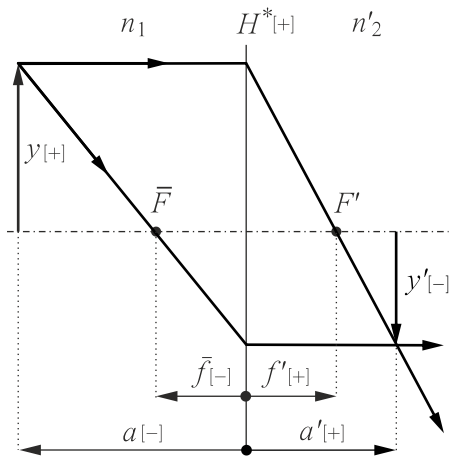
$$n \cdot \sin \varepsilon = n' \cdot \sin \varepsilon'$$

$$\delta = \varepsilon' - \varepsilon$$

$$\varepsilon = \sin^{-1} \left(\frac{n' \cdot \sin \varepsilon'}{n} \right)$$

$$\varepsilon' = \sin^{-1} \left(\frac{n \cdot \sin \varepsilon}{n'} \right)$$

Abbildungsgleichung



H^*	=	Hauptebene einer dünnen Linse
a	=	Objektweite [m]
a'	=	Bildweite [m]
f'	=	Bildseitige Brennweite [m]
\bar{f}	=	Objektseitige Brennweite [m]
D	=	Brechkwert [dpt]
A	=	Vergenz/Refraktion der Objektweite [dpt]
A'	=	Vergenz/Refraktion der Bildweite [dpt]
β'	=	Abbildungsmaßstab
y	=	Objektgröße [m]
y'	=	Bildgröße [m]
n_1	=	Brechzahl des Mediums vor der Linse
n'_1, n_2	=	Brechzahl des Linsenmediums
n'_2	=	Brechzahl des Mediums nach der Linse

$$A' = A + D$$

$$A = \frac{n_1}{a}$$

$$a = \frac{n_1}{A}$$

$$A' = \frac{n'_2}{a'}$$

$$a' = \frac{n'_2}{A'}$$

$$D = \frac{n'_2}{f'} = - \frac{n_1}{\bar{f}}$$

$$f' = \frac{n'_2}{D}$$

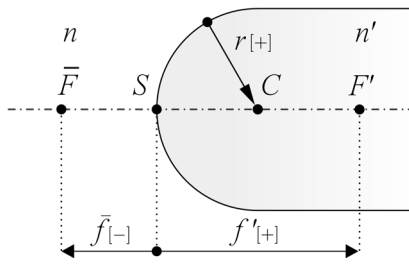
$$\bar{f} = - \frac{n_1}{D}$$

$$\beta' = \frac{y'}{y}$$

$$\beta' = \frac{A}{A'}$$

$$\beta' = \frac{a'}{a} \quad (\text{gilt nur, wenn } n_1 = n'_2)$$

Einzeln brechende Kugelfläche



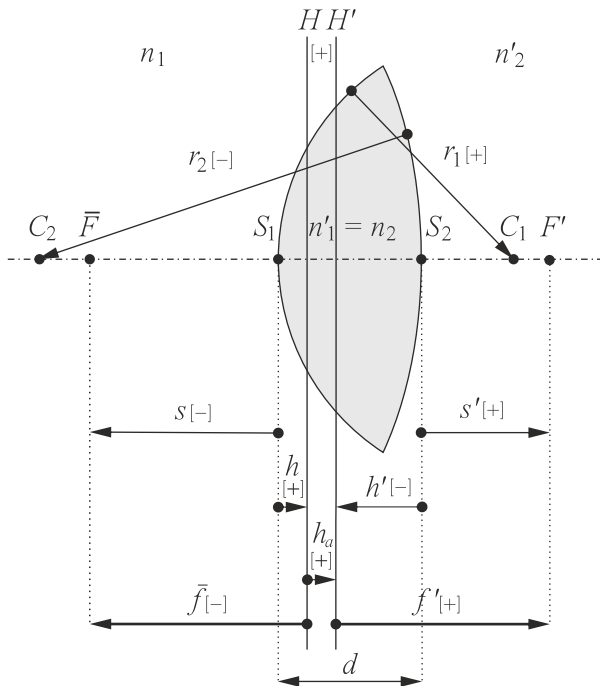
$$D = \frac{n'-n}{r} \quad r = \frac{n'-n}{D}$$

$$D = \frac{n'}{f'} \quad f' = \frac{n'}{D}$$

$$D = -\frac{n}{\bar{f}} \quad \bar{f} = -\frac{n}{D}$$

- \bar{f} = Objektseitige Brennweite [m]
- f' = Bildseitige Brennweite [m]
- \bar{F} = Objektseitiger Brennpunkt [dpt]
- F' = Bildseitiger Brennpunkt [dpt]
- D = Brechwert [dpt]
- C = Krümmungsmittelpunkt
- S = Scheitelpunkt
- β' = Abbildungsmaßstab
- n = Brechzahl des Mediums vor der Fläche
- n' = Brechzahl des Mediums nach der Fläche

Dicke, dünne Linse



$$D_1 = \frac{n'_1 - n_1}{r_1} \quad r_1 = \frac{n'_1 - n_1}{D_1}$$

$$D_2 = \frac{n'_2 - n_2}{r_2} \quad r_2 = \frac{n'_2 - n_2}{D_2}$$

$$D = D_1 + D_2 - \frac{d \cdot D_1 \cdot D_2}{n_2}$$

Gilt nur bei dünnen Linsen

$$D = D_1 + D_2$$

- H = Objektseitige Hauptebene
- H' = Bildseitige Hauptebene
- S_1 = Objektseitiger Scheitelpunkt
- S_2 = Bildseitiger Scheitelpunkt
- s = Objektseitige Schnittweite [m]
- s' = Bildseitige Schnittweite [m]
- D = Brechwert der Linse [dpt]
- \bar{f} = Objektseitige Brennweite [m]
- f' = Bildseitige Brennweite [m]
- d = Dicke der Linse [m]
- n_1 = Brechzahl des Mediums vor der Linse
- n'_1, n_2 = Brechzahl des Linsenmediums
- n'_2 = Brechzahl des Mediums nach der Linse
- D_1 = Brechwert der ersten Linsenfläche [dpt]
- D_2 = Brechwert der zweiten Linsenfläche [dpt]
- r_1 = Radius der ersten Linsenfläche [m]
- r_2 = Radius der zweiten Linsenfläche [m]

Scheitelbrechwert

$$S' = \frac{n'_2}{s'} = \frac{D}{1 - \frac{d \cdot D_1}{n'_1}}$$

S' = Bildseitiger Scheitelbrechwert [dpt]

s' = Bildseitige Schnittweite [m]

D = Brechwert der Linse [dpt]

D_1 = Brechwert der ersten Linsenfläche [dpt]

d = Dicke der Linse [m]

n'_1 = Brechzahl des Linsenmediums

n'_2 = Brechzahl des Mediums nach der Linse

Physikalische Optik

Lichtgeschwindigkeit

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum \approx Lichtgeschwindigkeit in Luft

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, exakt: $c_0 = 299'792'458 \text{ m/s} = 299'792,458 \text{ km/s}$

Lichtgeschwindigkeit (Vakuum/Luft), gerundet: $c_0 \approx 300'000'000 \text{ m/s} = 300'000 \text{ km/s}$

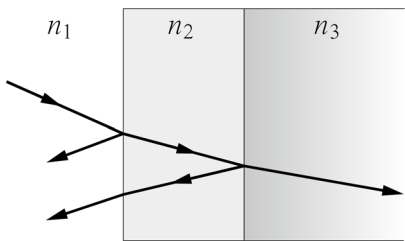
Reflexionsgrad bzw. Reflexionskoeffizient für senkrecht einfallendes Licht

$$\rho = \left(\frac{n' - n}{n' + n} \right)^2$$

$$E = \rho \cdot 100 \%$$

- ρ = Reflexionskoeffizient bzw. Reflexionsgrad, dezimal
- n = Brechzahl des Mediums vor der Grenzfläche
- n' = Brechzahl des Mediums nach der Grenzfläche
- E = Oberflächenspiegelverlust [%]

Einfache AR- bzw. Entspiegelungsschicht

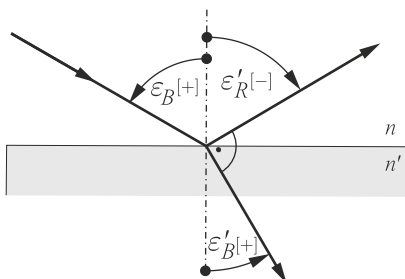


- n_1 = Brechzahl des Mediums vor der AR-Schicht
- n_2 = Brechzahl der AR-Schicht
- n_3 = Brechzahl des Glasmaterials
- d = Dicke der AR-Schicht [nm] oder [m]
- λ_0 = Wellenlänge im Vakuum [nm] oder [m]

Amplitudenbedingung: $n_2 = \sqrt{n_3}$

Phasenbedingung: $d = \frac{\lambda_0}{4 \cdot n_2}$

Polarisationswinkel / Brewsterwinkel

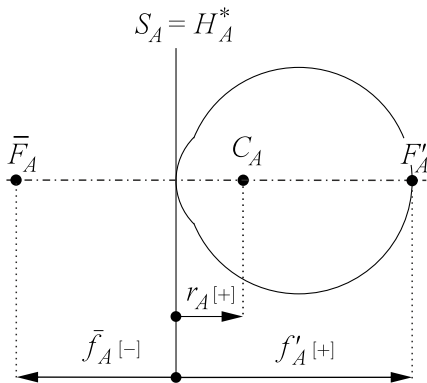


- ε_B = Polarisationswinkel / Brewsterwinkel [°]
- ε'_R = Reflexionswinkel des Brewsterwinkels [°]
- ε'_B = Brechungswinkel des Brewsterwinkels [°]
- n = Brechzahl des Mediums vor der Grenzfläche
- n' = Brechzahl des Mediums nach der Grenzfläche

$$\tan \varepsilon_B = \frac{n'}{n} \quad \varepsilon_B = \tan^{-1} \left(\frac{n'}{n} \right)$$

Auge und Brille

Brechwert des Auges (nach Listing)



- D_A = Brechwert des Auges [dpt]
- n_A = Brechungsindex vor dem Auge
- n'_A = Brechungsindex des Auges
- r_A = Radius des Auges [m]
- f'_A = Bildseitige Brennweite des Auges [m]
- \bar{f}_A = Objektseitige Brennweite des Auges [m]

Hinweise:

- $n'_A = 1,3$ bzw. $\frac{4}{3}$
- $D_{A, emmetrop} = +60,0 \text{ dpt}$

$$D_A = \frac{n'_A - n_A}{r_A} \quad r_A = \frac{n'_A - n_A}{D_A}$$

$$f'_A = \frac{n'_A}{D_A} \quad D_A = \frac{n'_A}{f'_A}$$

$$\bar{f}_A = -\frac{n_A}{D_A} \quad D_A = -\frac{n_A}{\bar{f}_A}$$

Augenlänge

$$A_R = \frac{1}{a_R}$$

$$a_R = \frac{1}{A_R}$$

$$l'_A = \frac{n'_A}{D_A + A_R}$$

$$D_A = \frac{n'_A}{l'_A} - A_R$$

$$A_R = \frac{n'_A}{l'_A} - D_A$$

A_R = Fernpunktrefraktion [dpt]

a_R = Fernpunktastand [m]

n'_A = Brechungsindex des Auges

D_A = Brechwert des Auges [dpt]

l'_A = Augenlänge [m]

Akkommodationsgebiet und deutlicher Sehbereich

$$A_R = \frac{1}{a_R}$$

$$a_R = \frac{1}{A_R}$$

$$A_P = \frac{1}{a_P}$$

$$a_P = \frac{1}{A_P}$$

$$A_E = \frac{1}{a_E}$$

$$\Delta A_{max} = A_R - A_P$$

$$\Delta A = A_R - A_E$$

AG von a_R bis a_P

Fernbrille / Fernteil

Ferne:

$$D_A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ S'_F: \dots\dots \text{dpt}$$

$$D_{AccR}: \dots\dots \text{dpt}$$

Nähe:

$$D_A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ S'_F: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ \Delta A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$D_{AccP}: \dots\dots \text{dpt}$$

Nahbrille / Nahteil

Ferne:

$$D_A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ S'_F: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ Add: \dots\dots \text{dpt}$$

$$D_{AccR}: \dots\dots \text{dpt}$$

Nähe:

$$D_A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ S'_F: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ Add: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ \Delta A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$D_{AccP}: \dots\dots \text{dpt}$$

Gleitsichtbrille

Ferne:

$$D_A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ S'_F: \dots\dots \text{dpt}$$

$$D_{AccR}: \dots\dots \text{dpt}$$

Nähe:

$$D_A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ S'_F: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ Add: \dots\dots \text{dpt}$$

$$+ \Delta A: \dots\dots \text{dpt}$$

$$D_{AccP}: \dots\dots \text{dpt}$$

$$A_{Rcc} = 60 \text{ dpt} - D_{AccR}$$

$$A_{Pcc} = 60 \text{ dpt} - D_{AccP}$$

Degressivbrille

$$a_{RccD} = -\frac{1}{Add - Deg}$$

$$a_{PccD} = -\frac{1}{Add + \Delta A}$$

AG = Akkommodationsgebiet

dS = Deutlicher Sehbereich (Bereich des AG's vor dem Auge)

R = Fernpunkt

P = Nahpunkt

A_R = Fernpunktrefraktion [dpt]

A_P = Nahpunktrefraktion [dpt]

A_E = Einstellpunktrefraktion [dpt]

a_R = Fernpunktastand [m]

a_P = Nahpunktastand [m]

a_E = Akkommodationsentfernung [m]

ΔA_{max} = Maximale Akkommodation [dpt]

ΔA = Akkommodation [dpt]

D_A = Brechwert des brechungsfehlsichtigen oder emmetropen Auges [dpt] (+60 dpt bei Emmetropie)

D_{AccR} = Brechwert des Auges mit Brille aber ohne Akkommodation [dpt]

D_{AccP} = Brechwert des Auges mit Brille, mit Akkommodation und evtl. Addition [dpt]

S'_F = Scheitelbrechwert der Fernbrille [dpt]

Add = Addition [dpt]

Deg = Degression [dpt]

A_{Rcc} = Fernpunktrefraktion mit Brille [dpt]

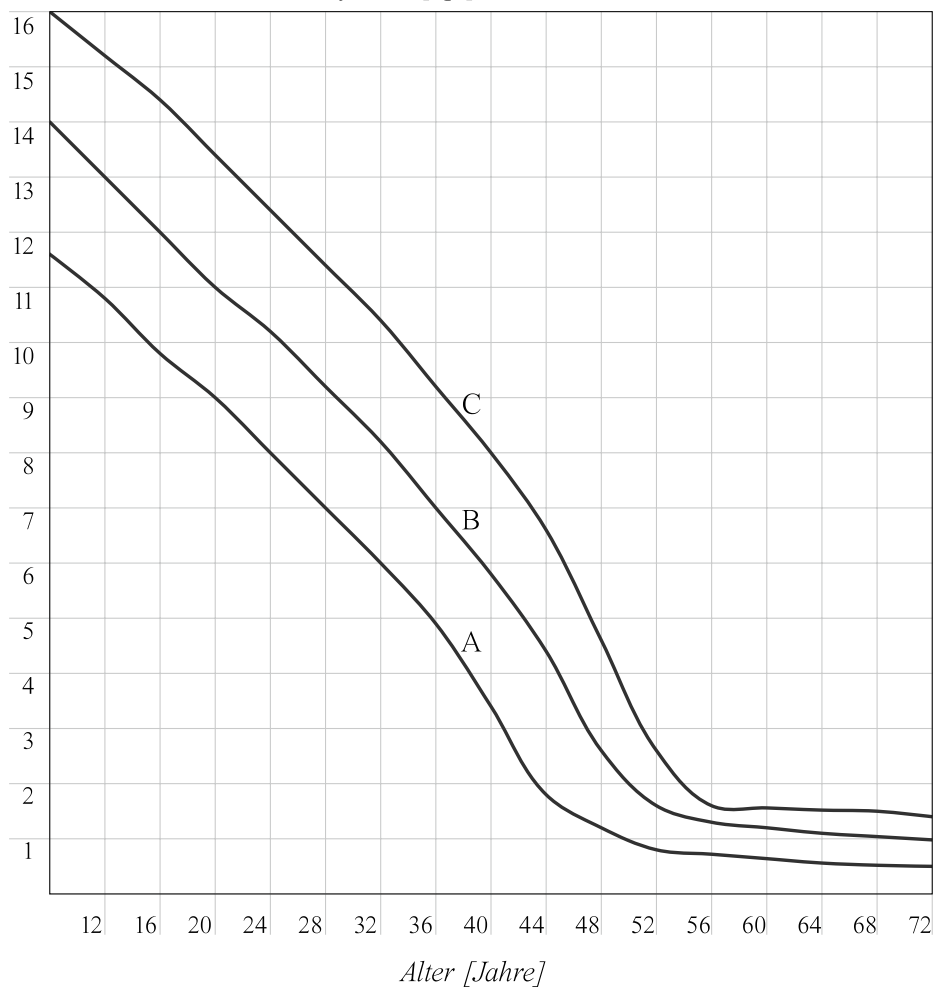
A_{Pcc} = Nahpunktrefraktion mit Brille [dpt]

a_{RccD} = Fernpunktastand der Degressivbrille [m]

a_{PccD} = Nahpunktastand der Degressivbrille [m]

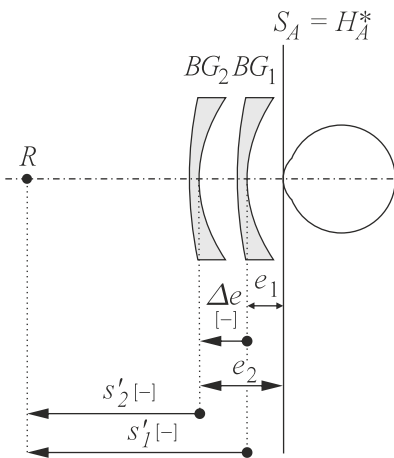
Duansche Kurve

Maximaler Akkomodationsaufwand [dpt]



- C = Kurve für physiologisch höchste Werte der Akkommodation
- B = Kurve für physiologisch durchschnittliche Werte der Akkommodation
- A = Kurve für physiologisch niedrigste Werte der Akkommodation

HSA Umrechnung



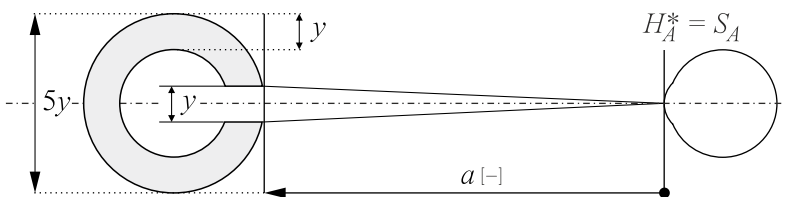
- S'_1 = Scheitelbrechwert vor HSA-Änderung [dpt]
- S'_2 = Scheitelbrechwert nach HSA-Änderung [dpt]
- s'_1 = Schnittweite vor HSA-Änderung [m]
- s'_2 = Schnittweite nach HSA-Änderung [m]
- Δe = Differenz des HSA bzw. HSA-Änderung [m]
- e_1 = HSA vor HSA-Änderung [m]
- e_2 = HSA nach HSA-Änderung [m]

Hinweise:

- Δe ist negativ bei einer HSA-Vergrößerung.
- Δe ist positiv bei einer HSA-Verkleinerung.

$$\Delta e = e_1 - e_2 \quad S'_2 = \frac{S'_1}{1 - \Delta e \cdot S'_1} \quad \text{oder} \quad S'_2 = \frac{1}{\frac{1}{S'_1} - \Delta e}$$

Visus



$$V = \frac{-a}{3438 \cdot y}$$

$$y = \frac{-a}{3438 \cdot V}$$

$$a = -3438 \cdot y \cdot V$$

- V = Visus
- a = Abstand betrachtetes Objekt - Auge [m]
- y = Abstand zweier gerade noch getrennt erkennbarer Objektpunkte bzw. Öffnung des Landoltringes [m]
- $5y$ = Optotypengröße

Addition (gem. Schober)

Normalfall:

$$Add = +3,0 \text{ dpt} - \frac{2}{3} \cdot \Delta A_{max}$$

Beliebige Sehentfernung:

$$Add = -\frac{1}{a_E} - \frac{2}{3} \cdot \Delta A_{max}$$

ΔA_{max} = Maximale Akkommodation [dpt]

Add = Addition [dpt]

a_E = Gewünschte Akkommodationsentfernung [m]

Hinweise:

- Normalfall gilt für Sehentfernung von $-33,3$ cm.
- Addition normalerweise aufrunden, falls Ergebnis nicht auf 0,25 dpt genau ist.

Brillengläser

Sphärometer

$$D_1 = \frac{n'_1 - n_1}{r_1} \quad r_1 = \frac{n'_1 - n_1}{D_1}$$

$$D_2 = \frac{n'_2 - n_2}{r_2} \quad r_2 = \frac{n'_2 - n_2}{D_2}$$

$$D_{BG} \approx D_1 + D_2$$

effektiver Brechwert:

$$D_{BG} = D_{Sphäro} \cdot \left(\frac{n_{BG} - 1}{n_{Sphäro} - 1} \right)$$

D_1 = Flächenbrechwert Glasvorderfläche [dpt]

D_2 = Flächenbrechwert der Glasrückfläche [dpt]

D_{BG} = Gesamtbrechwert des Brillenglases [dpt]

n_1 = Brechungsindex vor dem Glas

n'_1, n_2 = Brechungsindex des Glases

n'_2 = Brechungsindex nach dem Glas

r_1 = Vorderflächenradius [m]

r_2 = Rückflächenradius [m]

$D_{Sphäro}$ = Vorder- bzw. Rückflächenbrechwert, mit dem Sphärometer gemessen [dpt]

n_{BG} = Brechungsindex des Brillenglases

$n_{Sphäro}$ = Brechungsindex auf den der Sphärometer geeicht ist

Transmission

$$t = \frac{T}{100\%}$$

$$t_G = t_1 \cdot t_2 \cdot \dots \cdot t_n \quad t_1 = \frac{t_G}{t_2 \cdot \dots \cdot t_n}$$

$$T_G = t_G \cdot 100\%$$

T = Transmission des Einzelfilters in %

t = Transmissionsgrad des Einzelfilters, dezimal

t_G = Gesamttransmissionsgrad, dezimal

t_1 = Transmissionsgrad des 1. Filters, dezimal

t_2 = Transmissionsgrad des 2. Filters, dezimal

t_n = Transmissionsgrad des n-ten Filters, dezimal

n = Anzahl der Filter

T_G = Gesamttransmission in %

Brillenglasvergrößerung

Eigenvergrößerung des Brillenglases:

$$N = \frac{1}{1 - \frac{e}{n'_1} \cdot D_1}$$

Systemvergrößerung:

$$N_S = \frac{1}{1 - e^* S'}$$

Gesamtvergrößerung:

$$N_G = N \cdot N_S$$

N = Eigenvergrößerung des Brillenglases

e = Hornhautscheitelabstand [m]

n'_1 = Brechungsindex des Brillenglases

D_1 = Vorderflächenbrechwert des Brillenglases [dpt]

N_S = Systemvergrößerung Brillenglas – Auge

e^* = Abstand bildseitiger Scheitel des Brillenglases – objektseitige Hauptebene des Auges [m] ($e^* = e + 0,001348$ m)

S' = Scheitelbrechwert des Brillenglases [dpt]

N_G = Gesamtvergrößerung

Wirkung zwischen den Hauptschnitten astigmatischer Gläser (Näherungsformel)

$$S'_a = S'_{sph} + \frac{\alpha}{90^\circ} \cdot Zyl$$

S'_a = Scheitelbrechwert im gesuchten Winkel [dpt]

α = Winkel zwischen S'_{sph} und gesuchter Wirkung zwischen den Hauptschnitten [°]

S'_{sph} = Scheitelbrechwert der Sphäre [dpt]

Zyl = Zylinder [dpt]

Prismatische Brillengläser

$$P = d \cdot S'$$

$$d = \frac{P}{S'}$$

$$S' = \frac{P}{d}$$

d = Dezentration [cm]

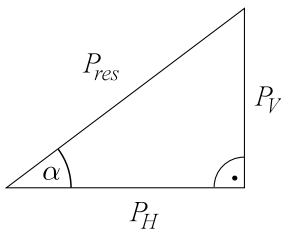
P = Prismatische Wirkung $\left[\frac{\text{cm}}{\text{m}}\right]$

S' = Betrag des bildseitigen Scheitelbrechwerts [dpt] (vorzeichenlos)

Hinweis:

- Prismatische Wirkungen werden immer mit der Basislage und Dezentrationen immer mit der Dezentrierrichtung gemäss TABO angegeben.
-

Resultierendes Prisma



P_{res} = Resultierende prismatische Wirkung $\left[\frac{\text{cm}}{\text{m}}\right]$

P_H = Horizontale prismatische Wirkung $\left[\frac{\text{cm}}{\text{m}}\right]$

P_V = Vertikale prismatische Wirkung $\left[\frac{\text{cm}}{\text{m}}\right]$

α = Winkel zwischen P_H und P_{res} [°]

$$P_{res} = \sqrt{(p_H)^2 + (p_V)^2}$$

$$P_H = \cos \alpha \cdot P_{res} \quad P_V = \sin \alpha \cdot P_{res}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{P_V}{P_H} \right)$$

Dickenreduktionsprisma (Faustformel)

$$DRP = \frac{2 \cdot Add}{3}$$

DRP = Dickenreduktionsprisma $\left[\frac{\text{cm}}{\text{m}}\right]$

Add = Addition [dpt]

Hinweis:

- Basislage des DRPs: **immer 270°**
-

Vertikale binokulare prismatische Nebenwirkung am Durchblickspunkt bei gleicher Addition

$$\Delta P = d \cdot \Delta S'$$

$$\Delta S' = S'_{F,r} - S'_{F,l}$$

ΔP = Vertikale binokulare prismatische Nebenwirkung am Durchblickspunkt $\left[\frac{\text{cm}}{\text{m}}\right]$

$\Delta S'$ = Binokulare Scheitelbrechwertdifferenz [dpt]

$S'_{F,r}$ = Fernscheidenbrechwert in der vertikalen Blickrichtung des rechten Auges [dpt]

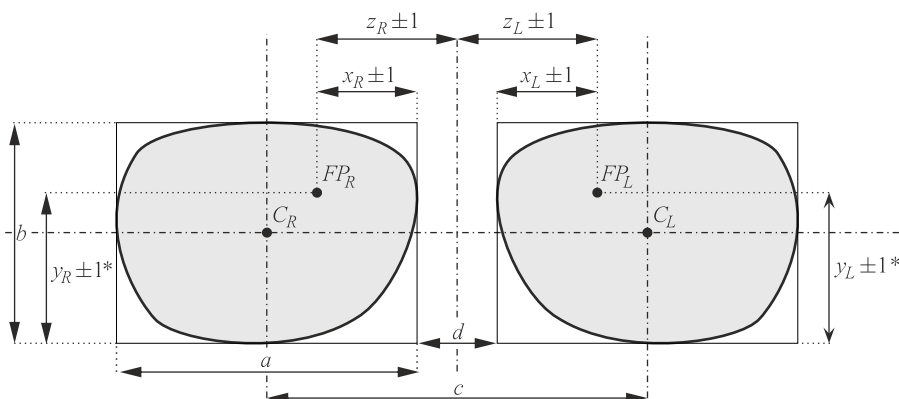
$S'_{F,l}$ = Fernscheidenbrechwert in der vertikalen Blickrichtung des linken Auges [dpt]

Hinweise:

- Ist ΔP negativ, dann ist für das linke Auge die Basislage 90° , bzw. für das rechte Auge 270° .
- Ist ΔP positiv, dann ist für das linke Auge die Basislage 270° , bzw. für das rechte Auge 90° .

Zentrierstrecken

(nach DIN EN ISO 8624)



Hinweise:

- alle Streckenangaben und erlaubte Abweichungen in mm
- * falls die Abweichungen zwischen y_R und y_L entgegengesetzt sind: zulässige Grenzabweichung = $\pm 0,5$ mm

$FP_{R,L}$ = Rechter/linker Zentrierpunkt

$z_{R,L}$ = Rechter/linker monokularer horizontaler Zentrierpunktsabstand [mm]

$y_{R,L}$ = Rechter/linker monokularer vertikaler Zentrierpunktsabstand * [mm]

$C_{R,L}$ = Mittelpunkt des rechten/linken Glases im Kastensystem

a = Scheibenlänge [mm]

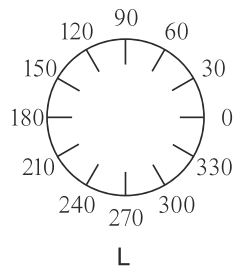
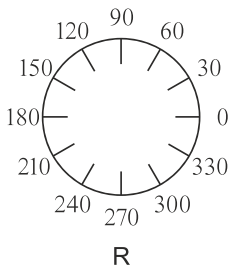
b = Scheibenhöhe [mm]

c = Scheibenmittenabstand [mm]

d = Abstand zwischen den Brillengläsern [mm]

TABO-Schema

(nach DIN EN ISO 8429)



R = Rechtes Auge

L = Linkes Auge

Grenzabweichung der Positionierung in der Fassung bei Mehrstärken-, Gleitsicht- und Degressivgläsern

(nach DIN EN ISO 21987:2017)

Horizontal	± 1 mm vom vorgegebenen monokularen Zentrierpunktstand je Glas
Vertikal	± 1 mm vom vorgegebenen monokularen Zentrierpunktstand je Glas. Zusätzlich darf der Unterschied der Zentrierpunkthöhen beider Gläser nicht mehr als 1 mm vom vorgegebenen Unterschied abweichen.
Verdrehung	$\pm 2^\circ$ abweichend von der Fassungshorizontalen in Bezug auf das Nahteilsegment (Mehrstärkengläser) bzw. die Permanentgravur (Gleitsicht- und Degressivgläser)

Grenzabweichungen bei Rezeptkorrektur

(nach DIN EN ISO 21987:2017)

Glaskorrektur

Absolut stärkster Hauptschnitt	Grenzabweichung für beide Hauptschnitte	Grenzabweichung Zylinderstärke			
		$\leq 0,75$	$> 0,75$ bis 4,00	$> 4,00$ bis 6,00	$> 6,00$
$\leq 3,00$	$\pm 0,12$	$\pm 0,09$	$\pm 0,12$	$\pm 0,18$	$\pm 0,25$
$> 3,00$ bis 6,00		$\pm 0,12$			
$> 6,00$ bis 9,00			$\pm 0,12$		
$> 9,00$ bis 12,00	$\pm 0,18$	$\pm 0,18$	$\pm 0,25$		
$> 12,00$ bis 20,00	$\pm 0,25$			$\pm 0,25$	
$> 20,00$	$\pm 0,37$	$\pm 0,25$	$\pm 0,37$		

(Werte in dpt)

Nahzusatz bei Mehrstärkengläsern

Addition	Grenzabweichung
≤ 4,00	± 0,12
> 4,00	± 0,18

(Werte in dpt)

Zylinderachsen

Zylinder in dpt	Grenzabweichung Zylinderachsen
≤ 0,25	± 16°
> 0,25 bis 0,50	± 9°
> 0,50 bis 0,75	± 6°
> 0,75 bis 1,50	± 4°
> 1,50 bis 2,50	± 3°
> 2,50	± 2°

(Werte in dpt)

Prismatische Korrektur horizontal

stärkster Hauptschnitt des Gläserpaares	Grenzabweichung prismatische Wirkung :		
	Wert des Prismas bis 2,00 cm/m	Wert des Prismas > 2,00 cm/m bis 10,00 cm/m	Wert des Prismas > 10,00 cm/m
< ± 3,37 dpt	0,67 cm/m	1,00 cm/m	1,25 cm/m
> ± 3,37 dpt	resultierendes Prisma aus 2 mm Dezentration	0,33 cm/m + resultierendes Prisma aus 2 mm Dezentration	0,58 cm/m + resultierendes Prisma aus 2 mm Dezentration

Prismatische Korrektur vertikal

Absolut stärkster Hauptschnitt des Gläserpaares	Grenzabweichung prismatische Wirkung:		
	Höchstwert des Rezept-Prismas bis 2,00 cm/m	Höchstwert des Rezept-Prismas > 2,00 cm/m bis 10,00 cm/m	Höchstwert des Rezept-Prismas > 10,00 cm/m
≥ 0,00 dpt bis ≤ ± 5,00 dpt	0,50 cm/m	0,75 cm/m	1,00 cm/m
> ± 5,00 dpt	resultierendes Prisma aus 1 mm Dezentration	0,25 cm/m + resultierendes Prisma aus 1 mm Dezentration	0,50 cm/m + resultierendes Prisma aus 1 mm Dezentration

Kennzahlen der Brillenglasmaterialien

Material	Dichte	Abbezahl	UV-Kante ca. ab [nm]
Kronglas B 270	2,41	58	290
Mineral 1,6	2,67	42	334
Mineral 1,7	3,19	39	330
Mineral 1,8	3,62	35	335
Mineral 1,9	4,02	30	340
CR 39	1,32	58	350
Trivex 1,53	1,11	45	385
Polycarbonat 1,59	1,20	31	385
Kunststoff Index 1,6	1,30	41	380
Kunststoff Index 1,67	1,37	32	380
Kunststoff Index 1,74	1,47	33	396

Nahoptik

Allgemeine Vergrößerung

$$\Gamma' = \frac{\tan \sigma'}{\tan \sigma}$$

Γ' = Allgemeine Vergrößerung [x]

σ' = Sehwinkel mit Instrument [°]

σ = Sehwinkel ohne Instrument [°]

Normalvergrößerung, Lupe

$$\Gamma'_N = \frac{D_L}{4}$$

$$D_L = \Gamma'_N \cdot 4$$

Γ'_N = Normalvergrößerung [x]

D_L = Brechwert der Lupe [dpt]

Hinweis:

- $\Gamma' = \Gamma'_N$ (wenn $a = \bar{f}_L^-$ oder $\bar{e} = f'_L$)

Normalvergrößerung, Lese Glas

$$\Gamma'_{LG} = \frac{D_L}{4} + 1$$

$$D_L = (\Gamma'_{LG} - 1) \cdot 4$$

Γ'_{LG} = Lese Glasvergrößerung [x]

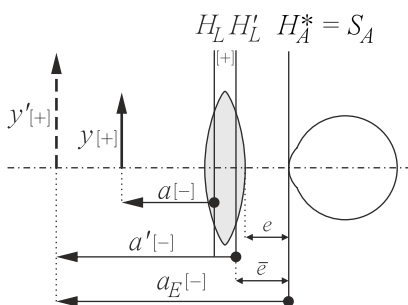
D_L = Brechwert des Lese glases [dpt]

Hinweis:

- $\Gamma' = \Gamma'_{LG}$ (wenn $\bar{e} = 0$ und $a_E = a' = -0,25\text{m}$)

Allgemeine Vergrößerung für Lupen und Lese gläser nach Sloan & Habel

(vorzeichenlos)



Γ' = Allgemeine Vergrößerung [x]

$|a_0|$ = Betrag der Bezugssehweite [m] (= 0,25 m)

$|a|$ = Betrag des Objektabstandes [m]

\bar{e} = Abstand bildseitige Hauptebene der Linse – objektseitige Hauptebene des Auges [m]

e = Abstand bildseitiger Linsenscheitel – objektseitiger Augenscheitel [m]

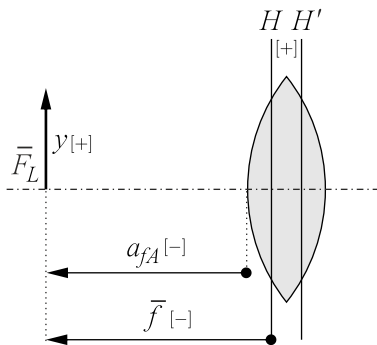
$$\Gamma' = \frac{|a_0|}{(|a| + \bar{e} - |a| \cdot \bar{e} \cdot D_L)}$$

Hinweis:

- $\bar{e} \approx e$

- alle Werte vorzeichenlos in die Formel einsetzen

Freier Arbeitsabstand



- a_{fA} = Freier Arbeitsabstand [m]
 \bar{f} = Objektseitige Brennweite des Vergrößerungsglases [m]

$$a_{fA} \approx \bar{f}$$

Vergrößerungsbedarf für die Nähe

$$\Gamma' = \frac{V_{Soll}}{V_{Ist}}$$

- Γ' = Vergrößerungsbedarf für die Nähe [x]
 V_{Soll} = Benötigter Visus
 V_{Ist} = Visus der Person (mit Korrektur)

Impressum

Formelzusammenstellung:

- Marcel Marchion, VBAO/TBZ Zürich
- Béatrice Abellan, EPSIC Lausanne
- Richard Wittwer, Gibb Bern
- Sven Mehnert, TBZ Zürich
- Pius Schmid, Gibs Olten
- Thierry Egli, CCO Yverdon

Redaktion:

Sven Mehnert

Grafik:

Dominic Ramspeck

Titelbild:

Stock Adobe

Herausgeber:

Verein Berufliche Grundbildung
Augenoptik VBAO
Baslerstrasse 32, Postfach,
4601 Olten

www.vbao.ch