

Wieso kommt eigentlich mit einem **Sphärometer** eine andere Stärke des Brillenglases raus als mit dem automatischen **Scheitelbrechwertmessgerät**?



Krümmungsradien und Gesamtbrechwert

Das Sphärometer misst nicht die Dioptrien eines Brillenglases, sondern den **Vorderflächenradius** r_1 und den **Rückflächenradius** r_2 .

Mit diesen Radien und den entsprechenden Brechzahlen wird anschließend der **Vorderflächenbrechwert** D_1 und der **Rückflächenbrechwert** D_2 berechnet.

Anschließend kann mithilfe der **Gullstrandformel** der **Gesamtbrechwert** D berechnet werden:

$$D = D_1 + D_2 - \frac{d}{n'_1} \cdot D_1 \cdot D_2$$

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

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



Wer ist dieser Gullstrand?

Der schwedische Augenarzt Allvar Gullstrand führte ab 1890 Studien über den Astigmatismus und andere Fehlsichtigkeiten durch und erhielt sogar für seine Forschungen zur Dioptrik 1911 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.



Grundsätzlich gilt:

$$dpt = \frac{1}{m} \leftrightarrow m = \frac{1}{dpt}$$



Vorsicht

Alle metrische Angaben müssen in Meter umgerechnet werden, um sie mit Dioptrien verrechnen zu können.

Formelbuchstabe	Bezeichnung	Einheit
D		
D ₁		
D ₂		
d		
n' ₁		
n ₁		
r ₁		
n' ₂		
n ₂		
r ₂		

① Anleitung: Wie zeichne ich eine Linse?

Vorderfläche:

- Ich stelle den Zirkel nach der Angabe des _____ ein, zeichne einen Halbkreis und markiere mir den Kreismittelpunkt der Vorderfläche mit _____.
- Ist der Vorderflächenradius _____, steche ich weiter rechts ein als ich zeichne. Ist der Vorderflächenradius _____, steche ich weiter links ein als ich zeichne.
- Ich trage mir den Scheitelpunkt der Vorderfläche ____ an dem Schnittpunkt der _____ zur optischen Achse ein.

Mittendicke:

- Ich trage mir den Scheitelpunkt der Rückfläche ____ rechts zu S_1 ein. Der Abstand wird durch die _____ d vorgegeben.

Rückfläche

- Ich stelle den Zirkel nach der Angabe des _____ ein.
- Die Bleistiftspitze des Zirkels lege ich auf den Punkt S_2 und mit der Metallspitze steche ich auf der optischen Achse ein.
- Ist der Rückflächenradius _____, steche ich weiter rechts ein als ich zeichne. Ist der Rückflächenradius _____, steche ich weiter links ein als ich zeichne.

Strecken

- Ich zeichne den Vorderflächenradius mit einem Pfeil von der _____ zum Punkt C_1 ein. Dabei zeigt die Pfeilspitze auf den Kreismittelpunkt der Vorderfläche.
- Ich zeichne den Rückflächenradius mit einem Pfeil von der Rückfläche zum Punkt C_2 ein. Dabei zeigt die Pfeilspitze auf den _____
- Die _____ d trage ich mithilfe von Hilfslinien ein. Diese stehen senkrecht zur optischen Achse auf der Höhe von ____ und _____. Die Mittendicke ist der Abstand zwischen den Hilfslinien und wird als Pfeil mit Spitzen in beide Richtungen gezeichnet.

② Berechne den Gesamtbrechwert und zeichne folgende Linse.

$$r_1 = +4\text{cm} \quad r_2 = -5\text{cm} \quad d = 3\text{cm} \quad n = 1,5$$



Beim einzeichnen der Radien ist zu beachten, dass...

- r_1 von der Vorderfläche zu C_1 verläuft (mit der Pfeilspitze zu C_1)
- r_2 von der Rückfläche zu C_2 verläuft (mit der Pfeilspitze zu C_2)



Die Optik und der Gullstrand

③ Besonderheit: dünne Linse

Berechne den Gesamtbrechwert folgender Linse.

$r_1 = +6\text{cm}$ $r_2 = -4\text{cm}$ $d = 0,0005\text{cm}$ $n = 1,5$



Hauptebenen und Hauptebenenlagen

Die **vordere Hauptebene H** und die **hintere Hauptebene H'** sind mathematische Ersatzflächen zur Brechung und Berechnung des Lichts. Sie werden im rechten Winkel auf der optischen Achse erzeugt. Der Abstand vom **Scheitelpunkt der Vorderfläche S₁** bzw. dem **Scheitelpunkt der Rückfläche S₂** wird festgelegt durch die **Lage der vorderen Hauptebenen h** bzw. durch die **Lage der hinteren Hauptebene h'**.

$$h = \frac{n_1 \cdot d \cdot D_2}{n'_1 \cdot D}$$

$$h' = -\frac{n'_2 \cdot d \cdot D_1}{n_2 \cdot D}$$



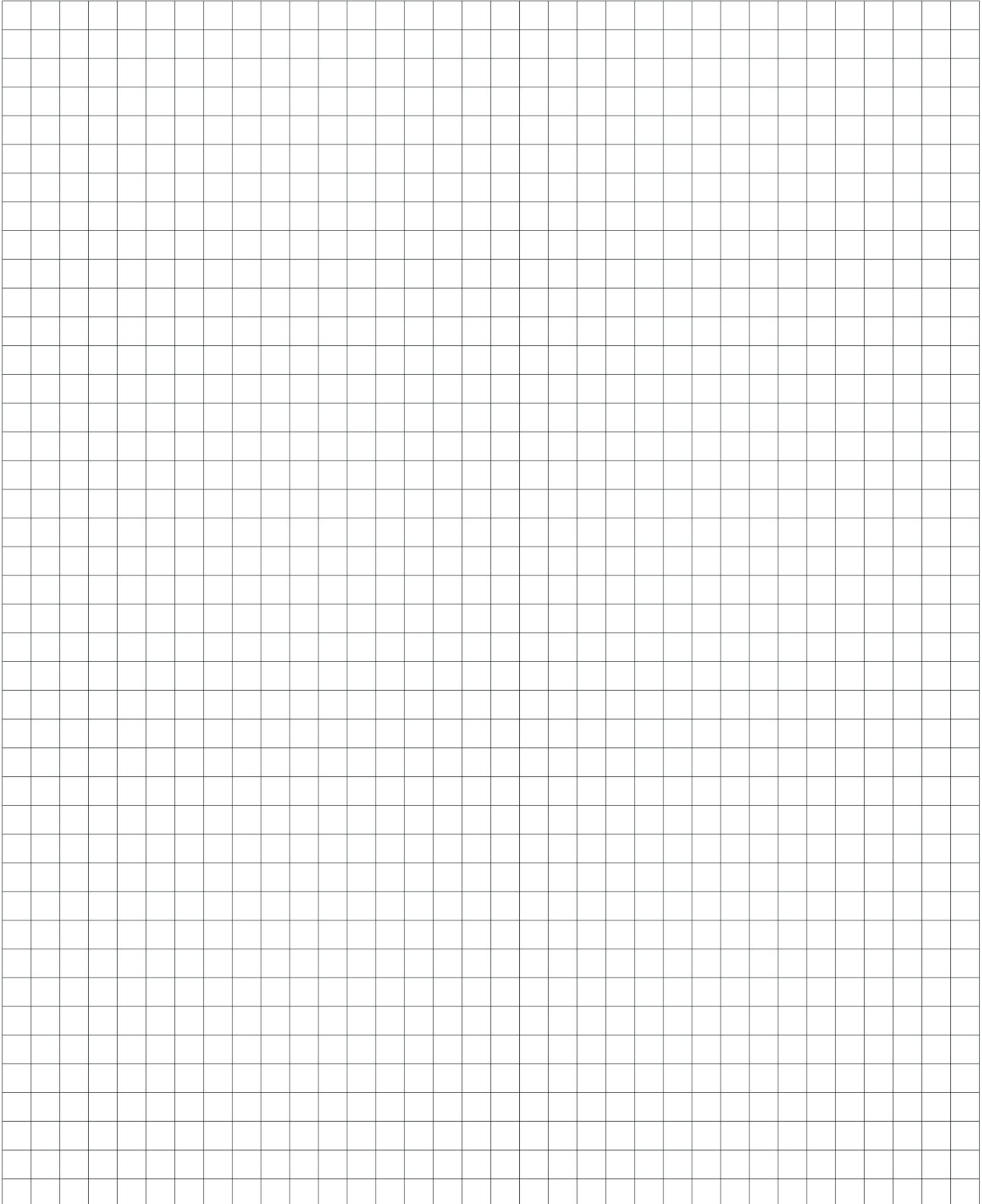
Vorsicht

Bei der Formel zu h' wird sehr gerne das Minus vergessen!

Formelbuchstabe	Bezeichnung	Einheit
H		
H'		
h		
h'		
S ₁		
S ₂		
C ₁		
C ₂		

- ④ **Berechne die Lagen der Hauptebenen folgender Linse. Zeichne anschließend das Brillenglas mit allen Strecken und Punkten einschließlich den Hauptebenen.**

$r_1 = +6\text{cm}$ $r_2 = -4\text{cm}$ $d = 5\text{cm}$ $n = 1,5$



Brennweiten und Brennpunkte

Der Punkt, indem bei einem sphärischen Brillenglas die Lichtstrahlen gesammelt werden ist immer der **bildseitige Brennpunkt F'** . Bildseitig daher, da dieser Punkt i.d.R. dem Bild zugewandt ist. Dies gilt jedoch nur bei **Konvexlinsen**. Das führt dazu, dass bei Konkavlinsen der **objektseitige Brennpunkt F** „rechts“ bzw. hinter der bildseitigen Hauptebene H' und der bildseitige Brennpunkt F' „links“ bzw. vor der objektseitigen Hauptebene H liegt.

Die Lage der Brennpunkte F und F' sind abhängig von ihrer entsprechenden **objektseitigen Brennweite f** bzw. der **bildseitigen Brennweite f'** .

$$f' = \frac{n_2}{D}$$

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



Hilfestellung

Da die Brennweiten gleich lang sind, gilt:

$$f = -f' \quad \text{bzw.} \quad f' = -f$$

Formelbuchstabe	Bezeichnung	Einheit
F'		
F		
f'		
f		



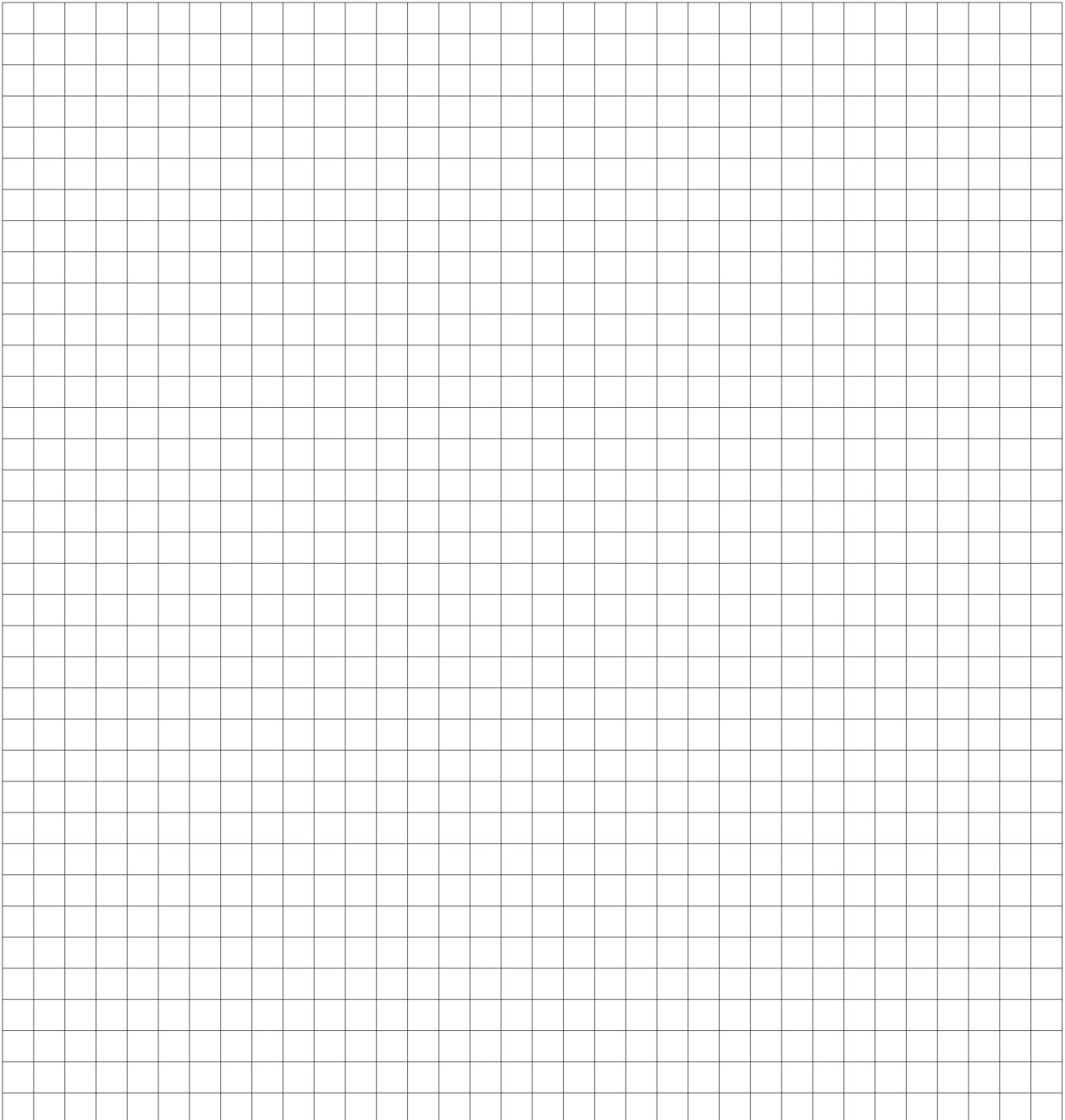
Merke:

- Bei einer Pluslinse ist der bildseitige Brennpunkt F' _____ den Hauptebenen („rechts“). Die bildseitige Brennweite geht somit mit der Lichtrichtung und ist _____. Der Gesamtbrechwert ist ebenfalls _____.
- Bei einer Minuslinse ist der bildseitige Brennpunkt F' _____ den Hauptebenen („links“). Die bildseitige Brennweite geht somit gegen die Lichtrichtung und ist _____. Der Gesamtbrechwert ist ebenfalls _____.

Die Optik und der Gullstrand

- ⑤ **Berechne die Brennweiten folgender Linse. Zeichne anschließend das Brillenglas mit allen Strecken und Punkten einschließlich den Brennpunkten.**

$$r_1=+4\text{cm} \quad r_2=+1\text{cm} \quad d=1\text{cm} \quad n=1,5$$



Beim Einzeichnen der Brennweiten ist zu beachten, dass...

- > f von der H zu F verläuft (mit der Pfeilspitze zu F)
- > f' von H' zu F' verläuft (mit der Pfeilspitze zu F')



Schnittweiten und Scheitelbrechwert

Die Brennpunkte lassen sich ebenso über die Abstände zu den jeweiligen Scheitelpunkten. Diese Abstände heißen objektseitige **Schnittweite s** und bildseitige **Schnittweite s'** .

Die Schnittweiten bestimmen dabei den **objektseitigen Scheitelbrechwert** bzw. den **bildseitigen Scheitelbrechwert** in den Scheitelpunkten. Diesen Brechwert ermittelt das Scheitelbrechwertmessgerät (SBMG).

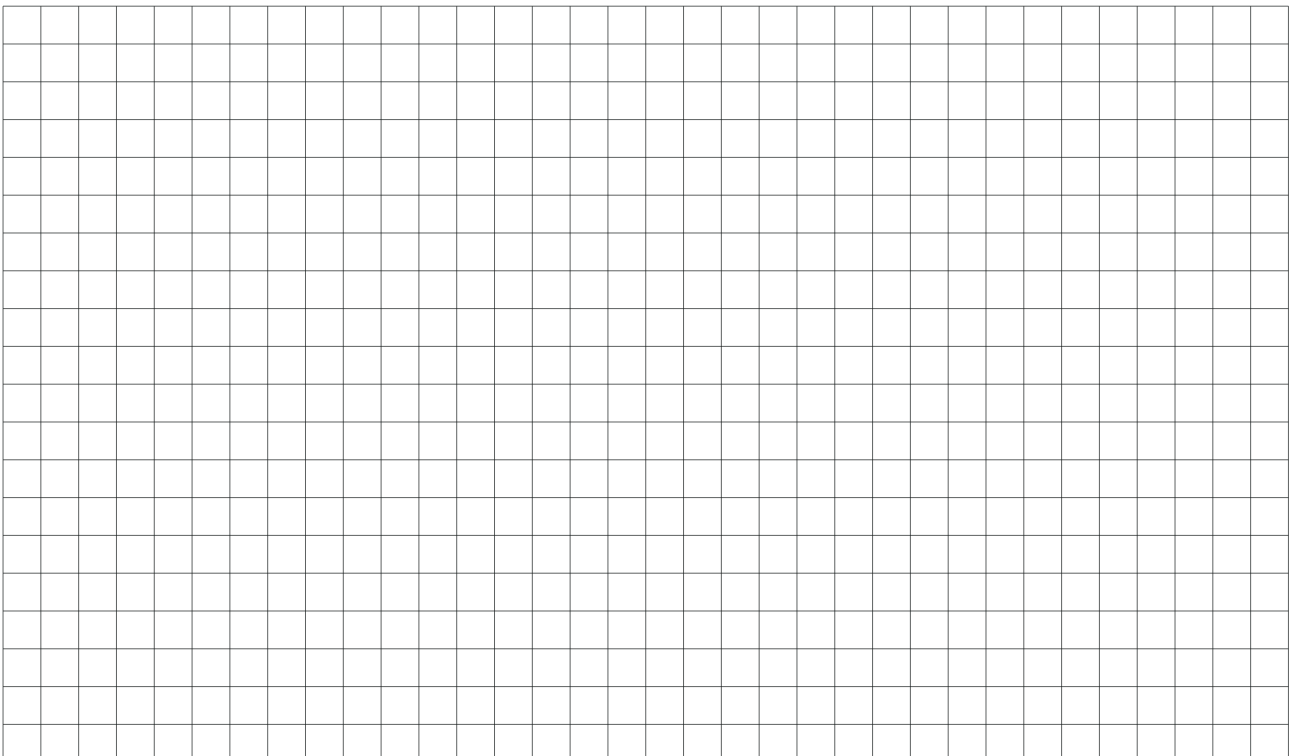
$$s = f + h \quad \longrightarrow \quad S = -\frac{1}{s}$$

$$s' = f' + h' \quad \longrightarrow \quad S' = \frac{1}{s'}$$

Formelbuchstabe	Bezeichnung	Einheit
s		
s'		
S		
S'		

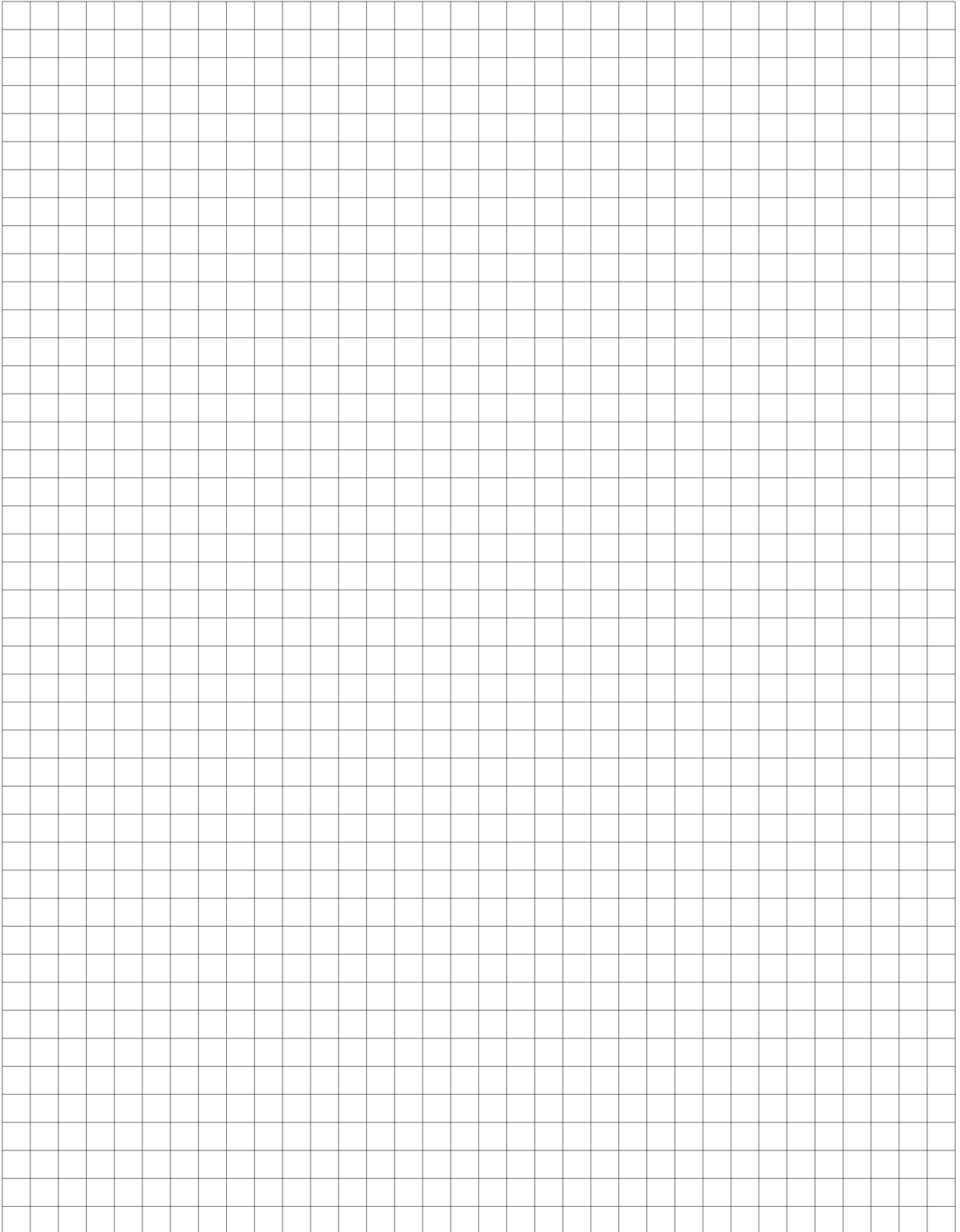
- ⑥ Berechne die Scheitelbrechwerte folgender Linse. Zeichne anschließend das Brillenglas mit allen Strecken und Punkten einschließlich den Schnittweiten.

$$r_1 = +8\text{cm} \quad r_2 = +2\text{cm} \quad d = 1\text{cm} \quad n = 1,5$$





Die Optik und der Gullstrand



Die Optik und der Gullstrand

Formelbuchstabe	Bezeichnung	Einheit
D		
D_1		
D_2		
d		
r1		
r2		
$n'1$		
n1		
$n'2$		
n2		
C1		
C2		
S1		
S2		
H		
H'		
h		
h'		
F		
F'		
f		
f'		
s		
s'		
S		
S'		