

Technische Optik 1

Dr.-Ing. B. Mitschunas, wissenschaftliche Mitarbeiterin im FG Technische Optik
Studiengänge MB und MTR, OTR, MT; WIW-MB_MA
Grundstudium 4. Semester
Sommersemester (15 WS Vorlesung / 15 WS Seminar)

1. Grundlagen der geometrischen Optik *

- 1.0 Schreibweisen und Grundgesetze
- 1.1 Axiome der geometrischen Optik
- 1.2 Reflexionsgesetz (vektorielle Schreibweise)
- 1.3 Brechungsgesetz (vektorielle Schreibweise)

2. (Ideale) geometrisch-optische Abbildung *

- 2.0 Definition und Modelle der optischen Abbildung
- 2.1 Paraxiale Abbildung
- 2.2 Kollineare Abbildung
 - Kardinalelemente, Grafische Bildkonstruktion, Abbildungsformeln
- 2.3 Strahlenbegrenzung durch Blenden

3. Grundlagen der optischen Instrumente

- 3.0 Begriffsbestimmungen - Abbildung im Auge
- 3.1 Lupe, Mikroskop
- 3.2 Fernrohr (, Kollimator, Autokollimator)

Ergänzende und weiterführende Literatur

- [1] M. Bass, E.W. van Stryland, D.R. Williams, W.L. Wolfe: Handbook of Optics (Vol. I), Fundamentals, Techniques and Design. McGraw-Hill Inc 1995
- [2] M. Bass, E.W. van Stryland, D.R. Williams, W.L. Wolfe: Handbook of Optics (Vol. II), Devices, Measurements and Properties. McGraw-Hill Inc 1995
- [3] L. Bergmann, U. Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik (Band III Optik). Walter de Gruyter Berlin 1978
- [4] H. Fouckhardt: Photonik. B. G. Teubner Stuttgart 1994
- [5] W. Glaser: Photonik für Ingenieure. Verlag Technik Berlin 1997
- [6] E. Grimsehl: Lehrbuch der Physik (Band 3 Optik, neu bearbeitet von H. Haferkorn). Teubner Verlagsgesellschaft Leipzig 1988
- [7] H. Haferkorn: Optik. Johann Ambrosius Barth · Leipzig Berlin Heidelberg 1994
- [8] H. Haferkorn: BI Lexikon Optik. Bibliographisches Institut Leipzig 1988
- [9] E. Hecht: Optik. Addison - Wesley Publishing Company 1994
- [10] F. Hodam: Formelsammlung und Tabellenbuch der technischen Optik. Verlag Technik Berlin 1974
- [11] M.V. Klein, T.E. Furtak: Optik. Springer-Verlag 1988
- [12] D. Kühlke: Optik - Grundlagen und Anwendungen. Verlag Harri Deutsch - Thun und Frankfurt a.M. 1998
- [13] S.G. Lipson, H.S. Lipson, D.S. Tannhauser: Optik. Springer-Verlag 1997
- [14] G. Litfin: Technische Optik in der Praxis. Springer-Verlag 1997
- [15] D. Meschede: Optik, Licht und Laser. B. G. Teubner Stuttgart Leipzig 1999
- [16] K. Mütze: Brockhaus - ABC der Optik. Brockhausverlag Leipzig 1961
- [17] H. Naumann, G. Schröder: Bauelemente der Optik. Carl Hanser Verlag München Wien 1992
- [18] H. Paul: Lexikon der Optik (2 Bände). Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg-Berlin-Oxford 1999
- [19] J.-Ph. Pérez: Optik. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg-Berlin-Oxford 1996
- [20] F.+L. Pedrotti, W. Bausch, H. Schmidt: Optik für Ingenieure. Springer-Verlag 2002
- [21] W. Richter: Grundlagen der Technischen Optik. Vorlesung und Skript an der Technischen Universität Ilmenau
- [22] W. Richter: Anwendungen der Technischen Optik. Vorlesung und Skript an der Technischen Universität Ilmenau
- [23] W. Richter, u.a: Modellierung optischer Abbildungen. Lehrgang und Skript an der Technischen Universität Ilmenau
- [24] E. Schäfer: Technische Optik - mathematische und physikalische Grundlagen. Vieweg-Verlag Braunschweig 1997
- [25] G. Schröder: Technische Optik. Vogel Buchverlag Würzburg 1990
- [26] M. Young: Optik, Laser, Wellenleiter. Springer-Verlag 1997

Typische Prüfungsfragen bzw. -aufgaben

Beispiele von typischen Fragen (bzw. Aufgaben) zur Vorbereitung auf die (schriftliche) Prüfung "Technische Optik 1". Die Fragen (bzw. Aufgaben) beziehen sich ausschließlich auf Vorlesung, Vorlesungsskript und Aufgaben im Seminar zu "Technische Optik 1". Die Beantwortung der mit * markierten Fragen (Fragen "am Rande") ist nicht prüfungsentscheidend.

1. Grundlagen der geometrischen Optik

- 1.1 Nennen Sie die 3 bzw. 4 (physikalischen) Modelle der Optik!
- 1.2 Auf welcher Grundlage werden die 3 bzw. 4 (physikalischen) Modelle der Optik beschrieben?
- 1.3 Was bedeutet visueller Bereich des elektromagnetischen Spektrums, was ist Licht?
- 1.4 Was versteht man unter optischem Spektrum?
- 1.5 Wie lauten die Axiome der geometrischen Optik, und was beinhalten sie?
- 1.6 Notieren Sie die konventionelle (bzw. trigonometrische) Schreibweise von Brechungs- und Reflexionsgesetz!
- 1.7 Wie ist bei Brechung und Reflexion allgemein die "Einfallsebene" definiert?
- 1.8 Was ist der prinzipielle Unterschied bzw. Vorteil der vektoriellen Schreibweise von Brechungs- und Reflexionsgesetz gegenüber der konventionellen (bzw. trigonometrischen) Schreibweise?
- 1.9 (Vektorielle) Berechnung von Ablenkung und Bildlage von einer Spiegelfolge!
- 1.10 Was sind die entscheidenden Aufgaben von Reflexionsprismen bzw. Spiegelfolgen?
- 1.11 Nennen Sie Beispiele für Reflexionsprismen bzw. Spiegelfolgen!
- 1.12 Wie erfolgt die grafische Abbildung (d.h. Reflexion) am Planspiegel?
- 1.13 Welche prinzipiellen Unterschiede folgen aus einer geraden bzw. ungeraden Zahl von Reflexionen hinsichtlich der Bildlage bzw. -orientierung?*
- 1.14 Welche abstrakte Überlegung hinsichtlich der Brechzahlen führt vom Brechungsgesetz zum Reflexionsgesetz?
- 1.15 Wie ist die absolute (relative) Brechzahl definiert?
- 1.16 Welchen Wert hat die absolute Brechzahl von Vakuum?
- 1.17 Welchen Wert hat relative Brechzahl von Luft?
- 1.18 Was versteht man in der geometrischen Optik unter Dispersion?
- 1.19 Auf welche Wellenlänge bezieht sich die Hauptbrechzahl?*
- 1.20 Wie ist die Abbe'sche Zahl definiert, auf welche Wellenlängen bezieht sie sich?*
- 1.21 Was bedeutet Totalreflexion, was sind dafür die notwendigen Voraussetzungen?
- 1.22 Was bedeutet Grenzwinkel der Totalreflexion, demonstrieren Sie grafisch den Übergang von Brechung zur Totalreflexion?!
- 1.23 Was sind typische Medien für den visuellen Bereich (, IR-Bereich, UV-Bereich, Spiegelbeläge)?*
- 1.24 Konstruieren Sie grafisch den Strahlenverlauf an einer brechenden (Plan)Fläche!*

2. (Ideale) Geometrisch-optische Abbildung

- 2.1 Warum besteht ein optisches System ("Optik") im Allgemeinen aus mehreren Linsen bzw. Spiegeln (2 Aspekte)?
- 2.2 Wie ist das paraxiale Gebiet definiert?
- 2.3 Wie ist die paraxiale Abbildung definiert?
- 2.4 Welche Rolle spielen die "Übergangsbedingungen" bei paraxialer Abbildung?
- 2.5 Paraxiale Berechnung einer optischen Abbildung(sfolge)!
- 2.6 Wie sind Abbildungsmaßstab, Winkelverhältnis und Tiefenmaßstab bei paraxialer Abbildung definiert?
- 2.7 Funktioniert eine sphärische (Kugel-) Fläche im paraxialen Gebiet anders als eine asphärische Fläche?
- 2.8 Was bedeutet konkret geometrisch-optisch "ideale optische Abbildung"?
- 2.9 Was sind die Kardinalpunkte, und wie sind sie definiert?

- 2.10 Die Kardinalpunkte eines optischen Systems folgen eindeutig aus den elementaren Daten des optischen Systems (Radien, Scheitelabstände und Brechzahlen), ist dieser Schluss auch umkehrbar?
- 2.11 Sind die bildseitigen Kardinalpunkte allgemein den objektseitigen optisch konjugiert?
- 2.12 Was sind die "ausgezeichneten Strahlen", in welchem Zusammenhang stehen sie zu den Kardinalpunkten?
- 2.13 Worauf basiert die kollineare Abbildung?
- 2.14 Wie ist die kollineare Abbildung definiert?
- 2.15 Wie sind Abbildungsmaßstab, Winkelverhältnis und Tiefenmaßstab bei kollinearer Abbildung definiert?
- 2.16 Was bedeutet, ein Objekt (Bild) ist reell oder virtuell?
- 2.17 Kann man ein virtuelles Bild sehen?
- 2.18 Was bedeutet, ein optisches System ist sammelnd (zerstreuend)?
- 2.19 Demonstrieren Sie grafisch die "Hilfsstrahlkonstruktion"!
- 2.20 Welche Rolle spielen die "Übergangsbedingungen" bei kollinearer Abbildung?
- 2.21 Bildkonstruktion, Abbildungsfolgen, Ersatzsystem!
- 2.22 Welche 3 Verfahren existieren zur grafischen Lösung einer kollinearen Abbildungsfolge?
- 2.23 Kollineare Berechnung einer optischen Abbildungsfolge!
- 2.24 Worin unterscheiden sich Brennpunkt- und Hauptpunktkoordinatensystem (bzw. Hauptebenenkoordinatensystem)?
- 2.25 Was ist ein sogenanntes "Ersatzsystem"?
- 2.26 Was bedeutet es, wenn sich bei Konstruktion (bzw. Berechnung) des Ersatzsystems z.B. der bildseitige (und damit auch der objektseitige) Brennpunkt im Unendlichen ergibt?
- 2.27 Was ist eine afokale Optik im Gegensatz zur "fokalen" Optik? Fokal soll heißen: sammelnd oder zerstreuend.
- 2.28 Welches Verfahren zur grafischen Lösung einer kollinearen Abbildungsfolge ist bei afokaler Abbildung nicht möglich?
- 2.29 Wie hängt das Verhältnis der Brennweiten f'/f von den Brechzahlen in Objekt- und Bildraum ab?
- 2.30 Hängt das Verhältnis der Brennweiten f'/f in irgendeiner Weise von den elementaren Daten des optischen Systems (Radien, Scheitelabstände und Brechzahlen) ab?
- 2.31 Wann gilt für das Verhältnis der Brennweiten $f'/f = 1$?
- 2.32 Wann fallen bei einem optischen System Hauptebenen und Knotenpunkte zusammen?
- 2.33 Können bei einem Spiegel Hauptebenen und Knotenpunkte zusammenfallen?
- 2.34 Skizzieren für einen Hohl- bzw. Wölbspiegel die Kardinalpunkte!
- 2.35 Was ist eine Konvex- bzw. Konkavlinse?
- 2.36 Was beinhaltet die Abstraktion "dünne Linse"?
- 2.37 Was ist ein Konkav- bzw. Konvexspiegel?
- 2.38 Was ist ein Hohl- bzw. Wölbspiegel?
- 2.39 Worum geht es grundsätzlich beim Prinzip der aufgespaltenen Spiegelfläche bei der Abbildung am Spiegel?*
- 2.40 Was verstehen Sie unter der "Scheimpflugbedingung", demonstrieren Sie das Prinzip grafisch?*
- 2.41 Was sind im verallgemeinerten Sinne "Blenden"?
- 2.42 Blendenbestimmung!
- 2.43 Welche (2 bzw. 3) grundsätzlichen Arten von Blenden gibt es?
- 2.44 Was sind die objektseitigen (bildseitigen) Bilder von Blenden, wie konstruiert bzw. berechnet man sie?
- 2.45 Was ist die grundsätzliche Funktion der Öffnungsblende, was sind weitere Funktionen?
- 2.46 Was ist die grundsätzliche Funktion der Feldblende?
- 2.47 Wie heißt das objektseitige (bildseitige) Bild der Öffnungsblende (Feldblende)?
- 2.48 Was ist eine Abschattblende, wie heißen ihre Bilder?
- 2.49 Was versteht man unter künstlicher Vignettierung?
- 2.50 Wie ist die Eintrittspupille (Austrittspupille) definiert?
- 2.51 Wie ist die Eintrittsluke (Austrittsluke) definiert?
- 2.52 Wie ist der Öffnungswinkel (Feldwinkel) definiert?
- 2.53 Wie lautet die Formel für die Blendenzahl (numerische Apertur), wie geht sie in die Berechnung der Beleuchtungsstärke ein?

- 2.54 Wie ist der Hauptstrahl definiert?
- 2.55 Was ist die allgemeine Bedingung dafür, dass die Bildfeldbegrenzungsscharf ist?
- 2.56 Besteht ein allgemeiner Zusammenhang zwischen Hauptebene und Hauptstrahl?
- 2.57 Wie lässt sich experimentell ermitteln, welche von den Blenden Öffnungs- oder Feldblende ist?

3. Grundlagen der optischen Instrumente

- 3.1 Was ist inhaltlich optischen Geräten und optischen Instrumenten gemeinsam, wie können sie unterschieden werden, Beispiele?!
- 3.2 Wie werden objektive und subjektive optische Instrumente unterschieden, Beispiele?!
- 3.3 Skizzieren Sie den optischen Aufbau des Auges!*
- 3.4 Warum gilt beim Auge f'/f ungleich -1?
- 3.5 Welche besondere Rolle spielt die Augenlinse beim "dioptrischen" System des Auges?
- 3.6 Was bedeutet die v -Kurve des Auges?
- 3.7 Wie ist geometrisch der Sehwinkel definiert?
- 3.8 Was bedeutet die scheinbare Größe (mit und ohne Instrument)?
- 3.9 Was bedeutet deutliche Sehweite?
- 3.10 Was bedeutet physiologischer Grenzwinkel (, Sehwinkel des bequemen Sehens, Sehwinkel für die "Noniensehschärfe")?
- 3.11 Wie ist die Sehschärfe definiert?
- 3.12 Wie ist die Vergrößerung bei optischen Instrumenten definiert?
- 3.13 Was lässt sich aus dem Vorzeichen der Vergrößerung erkennen?
- 3.14 Besteht zwischen Vergrößerung und Abbildungsmaßstab ein allgemeiner Zusammenhang?
- 3.15 Sind die Sehwinkel mit und ohne Instrument allgemein optisch konjugiert?
- 3.16 Erläutern Sie mit Hilfe einer geeigneten grafischen Darstellung die Vergrößerung einer Lupe!
- 3.17 Ist die Bildorientierung durch die Lupe korrekt?
- 3.18 Erläutern Sie mit Hilfe einer geeigneten grafischen Darstellung die Vergrößerung eines klassischen Mikroskops!
- 3.19 Welche Rolle spielt die deutliche Sehweite bei der Vergrößerung Lupe und Mikroskop?
- 3.20 Welche Rolle spielt beim Mikroskop eine Tubusoptik?
- 3.21 Ist die Bildorientierung durch das Mikroskop korrekt?
- 3.22 Wie können beim Mikroskop Blickrichtung oder/und Bildorientierung geändert werden?
- 3.23 Erläutern Sie mit Hilfe einer geeigneten grafischen Darstellung die Vergrößerung eines Fernrohrs!
- 3.24 Welche Bedeutung spielt die Austrittspupille bei Mikroskop und Fernrohr?
- 3.25 Welche Typen von (Linsen)Fernrohren gibt es, wie unterscheiden sie sich?
- 3.26 Warum wird als Fernrohr im Allgemeinen der Typ Kepler verwendet?*
- 3.27 Wie kann beim (Kepler'schen) Fernrohr die Bildorientierung geändert werden?
- 3.28 Wie funktioniert beim (Kepler'schen) Fernrohr eine "Umkehroptik"?
- 3.29 Worin unterscheiden sich Umkehrprismen beim (Keplerschen) Fernrohr?*
- 3.30 Skizzieren Sie den optischen Aufbau eines Justierfernrohrs, welche Messaufgabe ist damit realisierbar!?
- 3.31 Skizzieren Sie den optischen Aufbau eines Kollimators (+Beobachtungsfernrohrs), welche Messaufgabe ist damit realisierbar!?
- 3.32 Skizzieren Sie den optischen Aufbau eines Autokollimationsfernrohrs AKF, welche Messaufgabe ist damit realisierbar!?

11. März 2009

Dr.-Ing. **Beate Mitschunas**

Büro: Hans-Stamm-Campus der Technischen Universität Ilmenau
 Haus M, Zimmer 104
 Telefon: (03677) 69 1805
 Telefax: (03677) 69 1281
 e-mail: beate.mitschunas@tu-ilmenau.de