

STAATSINSTITUT
FÜR SCHULPÄDAGOGIK
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN



Handreichungen für den Physikunterricht im Gymnasium

Band 1



Exemplarische Einführung in die Physik,
Anregungen für die Umsetzung fächerübergreifender Zusammenarbeit
in Jahrgangsstufe 8

Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort	5
Exemplarische Einführung in die Physik	7
Vorbemerkungen	7
Erläuterungen zu den einzelnen Abschnitten des Fachlehrplans	8
1 Optische Phänomene	8
2 Elektrische Phänomene	12
3 Mechanische und akustische Phänomene	14
3.1 Begriff der mittleren Geschwindigkeit	14
3.2 Schwingen von Pendeln; Schwingung, Periodendauer, Frequenz	21
3.3 Tönen schnell schwingender Federn, Saiten und Membranen	25
3.4 Funktionsweise von Mikrophon und Lautsprecher	28
3.5 Empfangen von Schall; Bestimmung der Frequenz	34
Übungs- und Prüfungsaufgaben	39
Fächerübergreifende Zusammenarbeit	50
Allgemeine Hinweise	50
Anregungen für die Umsetzung im Physikunterricht	54
Anhang	
Literaturhinweise	91
Experimentierkästen, physikalisches Spielzeug	93
Lehrplan für das bayerische Gymnasium Fachlehrplan für Physik, Jahrgangsstufe 8	95

An der Erstellung dieser Handreichungen haben mitgearbeitet:

OStRin Dagmar DEINLEIN	Christian-Ernst-Gymnasium, Erlangen (ab September 1991)
StD Rainer GAITZSCH	Ignaz-Kögler-Gymnasium, Landsberg
StD Dr. Klaus KREISEL	Emmy-Noether-Gymnasium, Erlangen
OStR Günther KÜHLEWIND	Gymnasium Berchtesgaden
StD Siegfried KÜHNEL	Asam-Gymnasium, München
StDin Christa LAHMER	Albertus-Gymnasium, Lauingen (bis August 1991)
StD Franz MRAZ	Luitpold-Gymnasium, München
StD Roland REGER	Staatsinstitut für Schulpädagogik und Bildungsforschung, München

Der Kürze halber ist im Text von "Lehrern" und "Schülern" die Rede (gelegentlich auch im Singular "Lehrer" bzw. "Schüler"). Daß das Kollegium eines Gymnasiums aus Frauen und Männern, die Schülerschaft aus Mädchen und Buben besteht, wurde überall mit bedacht.

Vorwort

Das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus hat mit KMS vom 10. April 1987 Nr. II/19 - 04344 8/10 557^{III} dem Staatsinstitut den Auftrag erteilt, die Lehrpläne des Gymnasiums zu überprüfen und zu überarbeiten. Ziel dieser Überarbeitung, die alle Fächer und alle Jahrgangsstufen betraf, war "ein in sich stimmiges, geschlossenes Lehrplanwerk für das Gymnasium unter vertikaler und horizontaler Abstimmung der einzelnen Fächer". Es sollten also die Fachlehrpläne folgerichtig aufgebaut und Querverbindungen zwischen den Fächern ermöglicht und bewußt herausgearbeitet werden; die neuen Lehrpläne sollten inhaltlich derart abgestimmt sein, daß für Schüler und Lehrer der Eindruck einer fächerübergreifenden Koordination auch dann schon gegeben ist, wenn jeder Fachlehrer seinen eigenen Lehrplan einhält. Darüber hinaus sollte der erzieherische Auftrag des Gymnasiums stärker herausgearbeitet werden. Mit Beginn des Schuljahres 1992/93 löst der neue **Lehrplan für das bayerische Gymnasium** die Generation der "curricularen Lehrpläne" aus den 70er und 80er Jahren ab.

Die Implementierung des Lehrplans für Physik soll durch eine Folge von Handreichungen begleitet werden; dieser Wunsch wurde von Fachschaften einzelner Gymnasien sowie auf Tagungen mit Seminarlehrern und bei Fortbildungsveranstaltungen wiederholt geäußert. Es erscheint jedoch nicht notwendig, daß zu jeder Jahrgangsstufe Handreichungen erstellt werden; vielmehr sollen einzelne Neuerungen des Lehrplans aufgegriffen, exemplarisch vorgestellt und verdeutlicht werden, um die Kolleginnen und Kollegen zu ermuntern, Neues aufzugreifen und weiterzutragen.

Der vorliegende Band 1 befaßt sich mit der Jahrgangsstufe 8. An Unterrichtsbeispielen zum Lehrplanabschnitt **Exemplarische Einführung in die Physik** soll ein möglicher, lehrplankonformer Weg zum Einstieg in die Physik in der Jahrgangsstufe 8 aufgezeigt werden; ergänzend werden Beispiele für Übungs- und Prüfungsaufgaben zu diesem Themenbereich aufgeführt. Diese Darstellung soll auch der Ansicht entgegenwirken, es handle sich bei diesem Themenbereich um "unnötige Schau-Stunden ohne echten Physik-Unterricht"; dieser Themenbereich soll im Gegenteil anspruchsvoll und doch ansprechend umgesetzt werden. Der Lehrplanabschnitt bietet die Möglichkeit, die Schüler an Phänomene aus verschiedenen Bereichen der Physik heranzuführen, sie beobachten und beschreiben zu lassen und ihnen zu zeigen, "was Physik ist"; kurz gesagt, der Bildungsauftrag des Faches Physik soll auf einer ersten, einfachen und den Schülern der Jahrgangsstufe 8 angemessenen Ebene umgesetzt werden. In dieser Handreichung sollen dazu Anregungen gegeben werden und aus der Praxis erwachsene, unmittelbar einsetzbare Arbeitsmaterialien zur Verfügung gestellt werden.

Der neue Physiklehrplan nahm nicht nur Änderungen im fachlichen Bereich vor; auch der Bildungs- und Erziehungswert einer Naturwissenschaft, ferner fächerübergreifende Aspekte und Eigentätigkeiten der Schüler nehmen einen breiteren Raum ein; durch andere Strukturierung (z. T. weitgehende Abkehr vom Spiralprinzip), durch Weglassung einzelner Inhalte und durch andere Methoden (an manchen Stellen "über Physik reden" statt "Physik machen") konnte Zeit dafür eingeplant werden.

Ein wesentliches Element des neuen **Lehrplans für das bayerische Gymnasium** ist die Betonung **fächerübergreifender Zusammenarbeit**, die sich auf drei Bereiche erstrecken soll: gemeinsames erzieherisches Bemühen, Absprache bei Berührungspunkten für fachliche Ziele und Inhalte (im Rahmenplan Querverweise am linken Rand) und schließlich fachliche Beiträge zu den fächerübergreifenden Bildungs- und Erziehungsaufgaben (im Rahmenplan Randzeichen rechts). Alle diese Anliegen finden im Grundsatz eine breite Zustimmung in den Kollegien, doch werden auch oft Bedenken geäußert: "Wie soll das gehen?", "Müssen die Physiklehrer jetzt die Aufgaben der Lehrer anderer Fächer übernehmen, kann ich das?" und "Hat das überhaupt Platz im Fachunter-

richt?". Um Befürchtungen abzubauen und um das breite Spektrum der Möglichkeiten der Umsetzung fächerübergreifender Anliegen aufzuzeigen, enthält dieser erste Band der Handreichungen auch Anregungen zur Umsetzung fächerübergreifender Zusammenarbeit. Diese Anregungen beziehen sich zwar auf den Fachlehrplan für Physik Jahrgangsstufe 8, sollen aber beispielgebend für die folgenden Jahrgangsstufen sein und u. a. auch zu fächerübergreifenden Gesprächen im Kollegium anregen. Bei der Wahl der Beispiele wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben sowie keine Richtschnur für die Intensität der Behandlung im Unterricht gesetzt; die gewählten Beispiele sollen vielmehr das Spektrum von Möglichkeiten aufzeigen und die eigene Intuition anregen; wollte man alle Beispiele in der dargestellten Ausführlichkeit behandeln, würde dies den Rahmen sprengen.

Band 2 der Handreichungen ist in Vorbereitung und soll Themen aus unterschiedlichen Jahrgangsstufen enthalten; Schwerpunkte bilden dabei die "Unterrichtsprojekte" in der Mittelstufe sowie das "Experimentelle Praktikum" im Leistungskurs Physik.

Grundsätzlich spricht natürlich der neue Lehrplan für das bayerische Gymnasium mit seinen vier Ebenen - *"Das bayerische Gymnasium und sein Bildungs- und Erziehungsauftrag"*, *"Beiträge zum Bildungs- und Erziehungsauftrag des Gymnasiums"*, *"Rahmenpläne der Pflichtfächer und der Wahlpflichtfächer"* und *"Fachlehrpläne der Pflichtfächer und Wahlpflichtfächer"* - für sich selbst und bedarf insofern keiner Erläuterung durch Handreichungen; wobei insbesondere die Ebene der *Fachlehrpläne* stets im Zusammenhang mit den anderen drei Ebenen zu sehen ist. Abgesehen von einigen inhaltlichen Änderungen, der stärkeren Betonung des Erzieherischen sowie der fächerübergreifenden Anliegen ist der Fachlehrplan für Physik deutlich knapper gefaßt und großzügiger gegliedert als die curricularen Lehrpläne für Physik. Allein dadurch ergeben sich mehr Freiräume in der Gestaltung des Unterrichts; der Lehrer wird so aber auch stärker in die Eigenverantwortung genommen. Die Handreichungen zum Physikunterricht wollen diesen Freiraum nicht wieder einengen, sondern sind als Angebot und Ideen-Quelle anzusehen, um die eigene Phantasie zu anspruchsvollem, gutem und zeitgemäßem Physikunterricht anzuregen.

Allen Mitgliedern des Arbeitskreises "Handreichungen für den Physikunterricht", die an der Entwicklung dieses Bandes mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt. Besonderer Dank gebührt auch allen Kolleginnen und Kollegen, die im Rahmen von Gesprächen, auf Tagungen oder durch Zuschriften Anregungen beigetragen haben.

München, Mai 1992

Roland Reger
Referent für Physik

Exemplarische Einführung in die Physik

Vorbemerkungen

Im Lehrplanabschnitt "1 Exemplarische Einführung in die Physik" begegnen die Schüler zum ersten Mal bewußt dem neuen Fach Physik.

Hierbei sollen die Schüler bereits kennen- und schätzen lernen:

- verschiedene Teilgebiete der Physik
- wichtige Arbeitsmethoden der Physik (stellvertretend auch für andere naturwissenschaftliche Disziplinen)
- die Bedeutung der Physik in unserem technisch orientierten Leben
- die Stellung der Physik innerhalb der Naturwissenschaften

Neben der Beschäftigung mit fachlichen Inhalten lernen die Schüler in diesem einführenden Abschnitt, physikalische Vorgänge genau zu beobachten sowie exakt und sprachlich einwandfrei zu beschreiben (→ DS); schrittweise sollen sie dabei befähigt werden, einfache Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und nach geeigneter Anleitung aus den erarbeiteten Gesetzen weitgehend selbstständig Schlüsse zu ziehen. Der Bildungsauftrag des Faches Physik soll also in dieser Einführungsphase auf einer ersten, einfachen Ebene verwirklicht werden.

Die beim jeweiligen Lehrplanbezug angegebenen Stundenzahlen sind ein praktikabler Vorschlag; je nach eigener Schwerpunktsetzung bzw. je nach Neigung und Interesse der Schüler kann man auch mehr oder weniger Stunden ansetzen. Die Gesamtzahl von 17 Stunden für diesen Lehrplanabschnitt sollte aber in etwa eingehalten werden.

Wie bei jedem anderen Fach auch, wird in den ersten Stunden die grundlegende Einstellung der Schüler für oder gegen das neue Fach geprägt. Im Fach Physik besteht - speziell auch im Abschnitt "Exemplarische Einführung" - als besonders wirksame Motivation die Möglichkeit, die Schüler mehrfach selbstständig experimentieren zu lassen. Hiervon sollte ausgiebig Gebrauch gemacht werden.

Die angeführten Versuche sollen, wenn irgend möglich, als Schülerversuche (SV) oder doch unter weitgehender Beteiligung der Schüler durchgeführt werden. Je nach Raum- und Geräteausstattung entscheidet sich die Schule für die optimale Organisationsform. Wenn die Schüler selbst hantieren dürfen - das geht in dem Abschnitt "Exemplarische Einführung in die Physik" mit einfachsten Mitteln - sind sie für die Sache der Physik gewonnen.

Den einzelnen Kapiteln sind jeweils die angesprochenen Lehrplanteile als Zitat (*kursiv*) vorangestellt. Vorschläge für Aufgaben zu den einzelnen Abschnitten sind im Abschnitt **Übungs- und Prüfungsaufgaben** zusammengefaßt.

Hinweise auf Querbezüge zu anderen Fächern und auf fächerübergreifende Bildungs- und Erziehungsaufgaben findet man im Teil **Fächerübergreifende Zusammenarbeit** dieser Handreichungen.

Erläuterungen zu den einzelnen Abschnitten des Fachlehrplans

1 Optische Phänomene

(ca. 2 Std.)

Bilder, die durch Sammellinsen erzeugt werden *Beschreibung von Beobachtungen (→ D8); Bestimmung der Brennweite einer Sammellinse im Schülerversuch; Gesetzmäßigkeiten nur qualitativ*

Methodische Anmerkungen

Mit der Optik lernen die Schüler als erstes ein besonders motivierendes Teilgebiet der Physik kennen: In der als Brennglas bzw. Lupe vertrauten Sammellinse finden sie schon bekannte Eigenschaften (Wirkung als Brennglas, Vergrößerungsglas) und neue verblüffende Eigenschaften (umgekehrtes, einmal verkleinertes und dann wieder vergrößertes auffangbares Bild). Es bieten sich viele Möglichkeiten der Beobachtung (qualitativer Zusammenhang Gegenstandsweite - Bildweite sowie Gegenstandsgröße - Bildgröße) und Beschreibung.

Günstig für den Einstieg ist auch der geringe experimentelle Aufwand: Verwendet werden können hier beliebige Sammellinsen aus den Schülerübungen, aus der Physiksammlung und bei Bedarf auch von den Schülern mitgebrachte Sammellinsen. Alle Schüler sind aktiv beteiligt.

Für die Schüler direkt einsehbar ist die technische Anwendbarkeit der beobachteten physikalischen Phänomene in den optischen Geräten Photoapparat und Diaprojektor.

Das Thema "Sammellinsen" kann in diesem Einführungskapitel natürlich nicht erschöpfend abgehandelt werden. Man sollte sich deshalb wie folgt beschränken:

- Definition von Sammellinsen ("Mitte dicker als der Rand")
- Erarbeiten der Eigenschaften einer Sammellinse ("Erzeugung umgekehrter, mit einem Schirm auffangbarer Bilder")
- Aufnahme von Bildern mit einer Sammellinse; qualitative Zusammenhänge ("je desto"), keine Meßreihen mit Auswertungen, keine Formeln
- keine Konstruktion von Bildern durch ausgewählte Lichtstrahlen oder -bündel

Unterrichtsablauf

Die Zusammenstellung A1 zeigt das Beispiel eines Hefteintrags zu den folgenden Stunden.

1. Stunde

An die Schüler werden Sammellinsen ausgegeben, einige haben nach vorheriger Benachrichtigung durch den Lehrer von zu Hause "Brenngläser" oder "Lupen" mitgebracht. Was kann man mit so einer Linse machen?

Vor allen Versuchen steht der strikte Hinweis des Lehrers, daß man nie durch eine Linse oder ein anderes optisches Gerät in die Sonne blicken darf (→ GE: "Brennglas")!

Lupe (SV)

Betrachtet man einen Gegenstand, z. B. einen Text oder ein Bild, durch eine Sammellinse, die man nahe vor den Gegenstand hält, so erscheint er vergrößert. Die Sammellinse wirkt also als "Vergrößerungsglas" ("Lupe"). Ist die Linse aber weiter vom Gegenstand entfernt, so sieht man ihn durch die Linse meist verkleinert und "auf dem Kopf stehend".

Brennglas (SV)

Die meisten Schüler kennen sicher auch die "Brennglaswirkung" von Sammellinsen. Eine Linse wird jeweils so in das Sonnenlicht gehalten, daß sie senkrecht vom Licht durchsetzt wird. Auf einem dahintergehaltenen Papier sehen die Schüler einen kreisrunden "Lichtfleck" (ist er oval, stehen Linse oder Papier nicht senkrecht zum Sonnenlicht und müssen entsprechend gedreht werden). Verschiebung des Papiers auf die Linse zu oder von ihr weg machen den Lichtfleck größer oder kleiner. Schließlich erreicht man eine Stellung, in der er ein kleiner, hell leuchtender Punkt ist. Ist die Linse groß und dick, wird das Papier in diesem "Brenn"-Punkt angesengt. Bei kleinen Linsen (nur bei diesen probieren!) spürt man wenigstens die Erwärmung auf der Haut. Die Schüler messen den Abstand des Brennpunkts von der Linse. Der Lehrer weist darauf hin, daß dieser Abstand, "die Brennweite", die Linse ganz wesentlich charakterisiert. Gegebenenfalls kann man darauf eingehen, daß die Brennweite umso kürzer ist, je stärker die Linsenfläche gekrümmt ist; man sollte dies jedoch nicht thematisieren.

Anmerkung:

Wenn die Sonne nicht scheint, oder wenn nicht alle Schüler direkt im Sonnenlicht sitzen, kann man am Lehrerpult als Ersatz zwei weit voneinander entfernte Punktlichtlampen aufstellen. Bei Verwendung von Linsen unterschiedlicher Brennweite sollte man dabei an die Schüler der vorderen Bankreihen eher die kurzbrennweitigen Linsen austeilen, die Linsen mit größeren Brennweiten an die hinteren Bankreihen, um die Fehler gering zu halten. Zusammenschieben der beiden Lichtquellen durch den Lehrer erzeugt dann auf den Papieren zwei "Brennpunkte", die jeweils einer der beiden Lampen zugeordnet werden können. Dies leitet über zu der Beobachtung von Bildern bei einer Sammellinse (Aufhellen des Physiksaals, Fenster, Gegenstände im Freien).

Bilder von Gegenständen (SV)

Die Schüler erhalten zusätzlich eine Kerze und einen Transparenzschirm; anstelle der Kerze kann man auch eine Mattglasglühlampe mit einer Filzstiftzeichnung darauf verwenden. Sie stellen die brennende Kerze etwa im Abstand der dreifachen Brennweite vor der Linse auf.

Mit dem Transparenzschirm suchen sie, wo nun das Kerzenlicht gesammelt wird. Sie stellen fest, daß je nach Stellung des Schirms wieder ein größerer oder kleinerer Lichtfleck beobachtet wird, bei einer ganz bestimmten Stellung aber ein scharfes Abbild der Kerzenflamme und des beleuchteten Teils der Kerze selbst zu sehen ist. Wenn die Schüler die Kerzenflamme und ihr Bild aus gleicher Richtung betrachten (deswegen Transparenzschirm), sehen sie, daß beim Bild gegenüber der Flamme oben und unten sowie links und rechts vertauscht sind; man braucht dazu nur kurz seitlich gegen die Flamme zu blasen.

Hausaufgabe: Beschreibe, wie Du vorgehst, um die Brennweite einer Sammellinse zu bestimmen.

Gegebenenfalls kann die Beschreibung der Beobachtungen bzw. des Vorgehens beim Experimentieren mit Sammellinsen in Zusammenarbeit mit dem Fach Deutsch (*Berichten und Beschreiben*)¹ vertieft werden.

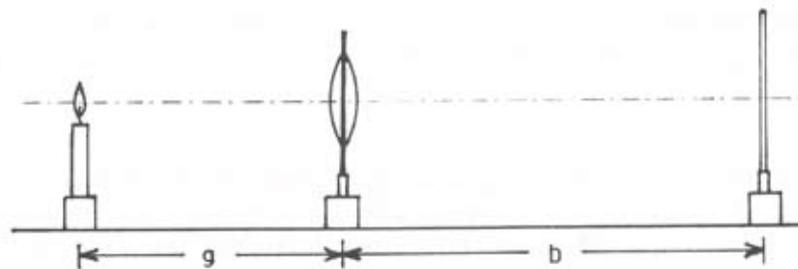
¹ Anmerkungen dazu finden sich im Teil Fächerübergreifende Zusammenarbeit, Anregungen für die Umsetzung im Physikunterricht.

2. Stunde

Untersuchung der gegenseitigen Lage von Gegenstand, Linse und Bild

Nach einer kurzen Wiederholung wird die Frage aufgeworfen, wie groß denn wohl der Abstand des Bildes von der Linse sei. Ein Teil der Schüler wird als Abstand sicher die Brennweite f angeben.

Die Vermutung wird zunächst scheinbar bestätigt, wenn man das Bild eines Gegenstands im Freien betrachtet. Es wird (auf Anregung durch den Lehrer) festgestellt, daß der in der letzten Stunde beobachtete "Brennfleck" ein kleines Bild der Sonne ist. Nimmt man nun einen näher liegenden Gegenstand (z. B. wieder eine Kerzenflamme oder eine Glühlampe mit großer Wendel), so stellen die Schüler überrascht fest, daß das scharfe Bild umso weiter von der Linse wegrückt, je näher der Gegenstand an die Linse herangebracht wird. Zur einfachen Beschreibung läßt man die Buchstaben g und b für die Abstände von Gegenstand und Bild von der Linse in die Skizze der vorhergehenden Stunde eintragen.



Das Bild wird immer größer, bis bei $b = g$ Bild und Gegenstand gleich groß sind; die Schüler können auch finden, daß dann $b = g = 2f$ gilt. Weiteres Annähern des Gegenstandes läßt das immer größer werdende Bild noch weiter von der Linse wegrücken; man erhält riesige Bilder von Kerzenflammen oder Lampenwendeln an der Wand, bis schließlich kein Bild mehr zu beobachten ist, wenn $g \approx f$.

Man wird die Schüler darauf hinweisen, daß Photoapparat und Diaprojektor nach dem gezeigten Prinzip arbeiten. Dazu klappt man die Rückwand einer Kleinbildkamera ab; die Schüler beobachten bei geöffnetem Verschuß das Bild auf einem statt des Filmes eingelegten Transparentpapier. Gut geeignet dafür ist auch eine alte "Box-Kamera".

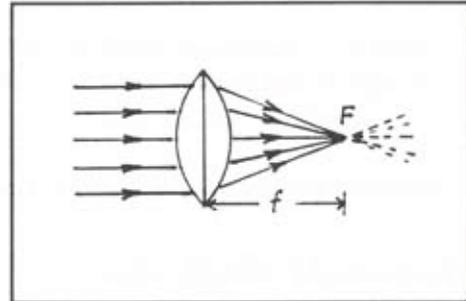
Bei genügend Zeit kann man auch auf die Lupenwirkung der Sammellinse für $g < f$ hinweisen und diese ausprobieren lassen, womit man wieder beim Anfang ist.

Wir experimentieren mit Brenngläsern

Ein Brennglas (Vergrößerungsglas) bündelt das Sonnenlicht im Brennpunkt F (siehe Bild).

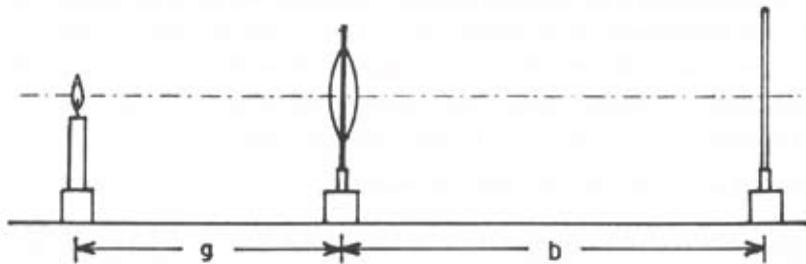
Es heißt daher auch Sammellinse; Sammellinsen sind in der Mitte dicker als am Rand.

Der Abstand Linse - Brennpunkt heißt Brennweite f .



Wegen der Hitzewirkung nicht mit bloßem Auge und erst recht nicht mit Linsen oder anderen optischen Geräten in die Sonne blicken!

Bilder bei einer Sammellinse



Mit einer Sammellinse kann man von einem Gegenstand vor der Linse auf einem Schirm hinter der Linse ein Bild entwerfen, wenn dieser den richtigen Abstand von ihr hat. Gegenüber dem Gegenstand sind beim Bild oben und unten sowie links und rechts vertauscht.

Der Abstand des Gegenstandes von der Linse heißt Gegenstandsweite g , der Abstand des Bildes von der Linse Bildweite b .

Beobachtungen:

- Ist der Gegenstand weit von der Linse entfernt (g viel größer als f), so entsteht ein (kleines) Bild etwa im Abstand der Brennweite hinter der Linse, $b \approx f$.
- Rückt der Gegenstand näher an die Linse heran, so rückt das Bild weiter von ihr weg und wird größer.
- Ist $g = 2f$, dann wird auch $b = 2f$, und Bild und Gegenstand sind gleich groß.
- Rückt der Gegenstand noch näher an die Linse, so rückt das Bild noch weiter weg und wird noch größer.
- Ist $g \leq f$, so ist kein Bild mehr zu beobachten.

Die Zusammenhänge a) und b) werden beim Photoapparat, d) beim Diaprojektor angewendet.