

© Diese PDF-Datei ist ein Download von <http://fachliteratur.scheibel.de>

Warum geht der Vorsatzlinse für Nahaufnahmen ein so schlechter Ruf als „Billig-Zubehör“ oder gar als „minderwertiges Hilfsmittel“ voraus? In erster Linie mag das daran liegen, daß es sich bei vielen Vorsatzlinsen um einfache, unvergütete Plankonvex-Linsen mit geringer Flächengüte handelt. Andererseits versuchten und versuchen die Besitzer von Kameras ohne auswechselbare Objektive immer wieder, auch den extremen Nahbereich mit dafür ungeeigneten Vorsatzlinsen oder Linsenkombinationen zu erschließen. Solche Vorhaben müssen scheitern – und sie schaden dem Ruf des zweckentfremdeten Zubehörs. Hochwertige Vorsatzlinsen oder noch besser sogenannte „optische Nahvorsätze“ (aus mehreren Linsen bestehend) nehmen heute einen festen Platz in jedem Kamera-System ein. Nicht als „billiger Ersatz“ für Zwischenringe oder Balgengeräte, sondern als wichtige und eigenständige Zubehöre.

Zwei Betrachtungsweisen für die Wirkung einer Vorsatzlinse

Die optisch-geometrischen Verhältnisse beim Zusammenwirken von Vorsatzlinsen und Grundobjektiven lassen sich aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln betrachten. Mathematisch führen beide Betrachtungsweisen zum gleichen Ergebnis.

Meistens geht man davon aus, daß Grundobjektiv und Vorsatzlinse eine neue Einheit, ein zusammengesetztes Objektiv bilden. Folglich addiert man einfach die Brechkraften von Grundobjektiv und Vorsatzlinse und errechnet auf diese Weise die Brennweite der Einheit. Dazu ein Beispiel: Auf ein Grundobjektiv mit 50 mm Brennweite wird eine Vorsatzlinse mit 500 mm Brennweite (+ 2 Dioptrien) gesetzt. Nach der Dioptrienrechnung

$$\text{Brechkraft (dptr)} = \frac{1000 \text{ mm}}{f \text{ (mm)}}$$

hat das Grundobjektiv eine Brechkraft von 20 Dioptrien. Die neue Einheit Objektiv + Vorsatzlinse bringt es dann auf $20 + 2 = 22$ Dioptrien, die wiederum (nach umgestellter Formel) 45,45 mm Brennweite entsprechen.

Anmerkung: Zum besseren Verständnis wurde oben über die Brechkraft gerechnet. Nach der Beziehung

$$f_{\text{(ges)}} = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2}$$

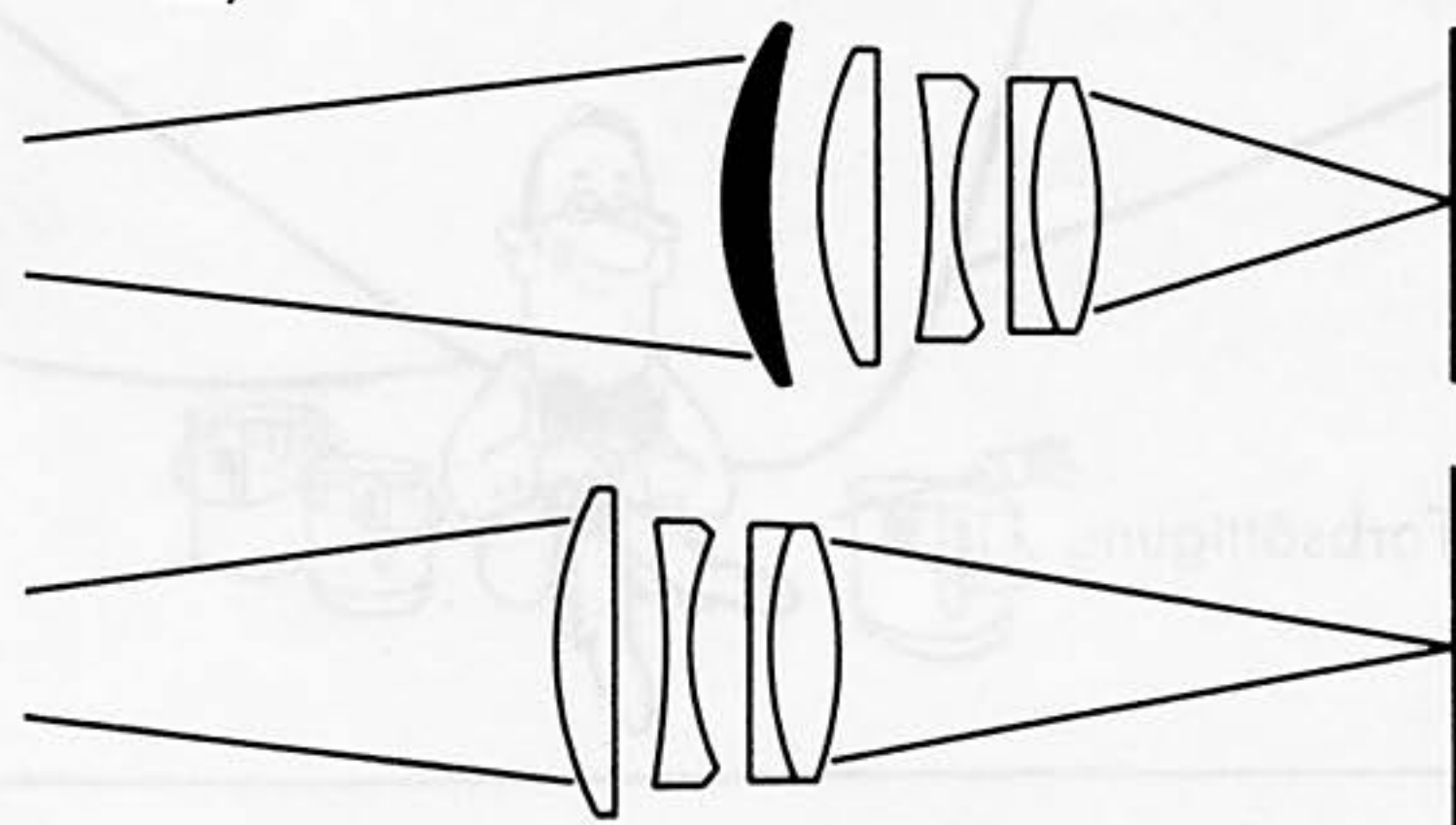
erhält man direkt die Brennweite der neuen Einheit (s. Abb. 1). So betrachtet, haben wir mit Hilfe der Vorsatzlinse die Brennweite verkürzt. Die Position des Grundobjektivs zum Film blieb jedoch erhalten, so daß jetzt ein zusammengesetztes Objektiv mit 45,45 mm Brennweite auf eine Bildweite von 50 mm eingestellt ist. Daraus ergibt sich eine Gegenstandsweite von

$$a = \frac{a' \cdot f}{z'} = \frac{50 \cdot 45,45}{4,55} = 500 \text{ mm.}$$

(a' = Bildweite; z' = Auszugsverlängerung 50 mm – 45,45 mm).

Die Kombination bildet demzufolge ein in 500 mm Abstand befindliches

Abb. 1: Oben ist die Naheinstellung mit Hilfe einer Vorsatzlinse, unten die Naheinstellung durch Auszugsverlängerung dargestellt. Bei Verwendung optischer Nahvorsätze (Vorsatzlinsen etc.) arbeitet das Objektiv in seiner günstigsten Korrektionslage. Einfache Vorsatzlinsen (wie auch die dargestellte Meniskuslinse) verursachen zusätzliche Bildfehler, die diesen positiven Effekt mindern. (Maßstäbliche Darstellungen für gleichen Abbildungsmaßstab)



Objekt scharf ab. Dabei wurde der Einfachheit halber vorausgesetzt, daß das Grundobjektiv auf Unendlich eingestellt ist.

Nach der soeben angewandten Darstellungsweise lassen sich alle erforderlichen Rechnungen leicht durchführen, doch bleibt leider ein im Hinblick auf die Abbildungsleistung außerordentlich wichtiger Aspekt verborgen. Es ist die Tatsache, daß bei Verwendung von Vorsatzlinsen das Objektiv genau mit den Schnittweiten (Bildweiten) benutzt wird, für die es optimal korrigiert wurde. Das 50-mm-Grundobjektiv bleibt ja tatsächlich in seiner mechanischen Position, die der ∞ -Einstellung entspricht. Die Bildweite ist nach wie vor exakt 50 mm. Schaltet man jetzt die Vorsatzlinse dazu und betrachtet die Wirkung von Vorsatz und Grundobjektiv isoliert, ergibt sich folgendes Bild: Die Vorsatzlinse mit 500 mm Brennweite bildet das in 500 mm Abstand befindliche Objekt im Unendlichen ab. Hinter der Vorsatzlinse herrscht folglich ein telezentrischer bzw. paralleler Strahlengang. Für das nachfolgende Grundobjektiv kommt deshalb die Abbildung des Gegenstandes aus dem Unendlichen. Somit kann das Grundobjektiv in seiner Unendlich-Einstellung verbleiben und trotzdem ein Objekt in 500 mm Gegenstandsweite scharf auf dem Film abbilden. Bei dieser Betrachtungsweise transformiert die Vorsatzlinse das Nahobjekt scheinbar ins Unendliche und das Grundobjektiv arbeitet in seinem günstigsten Korrektionsbereich. Daraus müßte sich eine erhöhte Abbildungsleistung ergeben, wenn die Vorsatzlinse nicht gleichzeitig neue Abbildungsfehler produziert. Das Ziel muß es deshalb sein, die Vorsatzlinse autonom bestmöglich zu korrigieren. Für die Praxis bedeutet das doch, daß ein für große Gegenstandsweiten optimal korrigiertes Objektiv von einer gut korrigierten Vorsatzlinse von den Problemen der Naheinstellung durch verlängerte Bildweiten (Auszugsverlängerungen) entlastet wird. Als bekannte Vorteile bei der Anwendung von Vorsatzlinsen können gelten:

- Die Arbeitsweise mit Vorsatzlinsen ist sehr einfach;
- Vorsatzlinsen erschließen auch Kameras ohne auswechselbare Objektive den Nahbereich;
- Mit Vorsatzlinsen wird oft der Arbeitsbereich zwischen der nächsten Einstellentfernung des Objektiv-Schneckengangs und der größten Einstellentfernung mit dem flachsten Zwischenring bzw. geringsten Balgenauszug überbrückt;
- Vorsatzlinsen verursachen keine praktisch merkbaren Belichtungsverlängerungen;
- Die Blendenautomatik und die sogenannte „Offenblende-Simulation“ bleiben erhalten, weil das Objektiv nicht vom Kamerakörper getrennt ist;
- Für die Naheinstellung von Vario- oder Zoom-Objektiven kommen nur Vorsatzlinsen in Frage, weil eine Auszugsverlängerung des gesamten pankratischen Systems die Abbildungsqualität zu sehr in Mitleidenschaft ziehen würde;
- Auch bei anderen Spezialobjektiven (wie z. B. anamorphotischen Systemen oder Kombinationen) kann die Naheinstellung nicht durch Auszugsverlängerungen der gesamten Systeme erfolgen, so daß nur der Weg mittels Vorsatzlinsen bleibt.

Von der Bikonvex-Linse bis zum Achromaten

Bikonvex-Linsen mit zwei nach außen durchgebogenen Flächen (Abb. 2) werden üblicherweise nicht als Vorsatzlinsen verwendet. Da sich diese Linsen oft in Optik-Experimentierkästen u. ä. befinden, werden sie gelegentlich von Bastlern auch für Nahaufnahmen benutzt. Die Abbildungsqualität mit einfachen Bikonvex-Linsen ist je nach Radienverhältnis unzureichend bis brauchbar (allerdings nur bei starker Abblendung).

Sehr einfache und billige Vorsatzlinsen wurden und werden manchmal in plankonvexer Form (Abb. 3) hergestellt. Diese Ausführung verursacht wegen der planen Seite und der verhältnismäßig wenig durchgebogenen Konvex-Fläche die geringsten Herstellungskosten. Die Abbildungsqualität ist bei Vorsatzlinsen mit geringer Brechkraft ausreichend, wenn entsprechend abgeblendet wird.

Hochwertige Vorsatzlinsen werden mit Rücksicht auf die Korrektur der sphärischen Bildfehler und des Astigmatismus als Meniskuslinsen hergestellt (Abb. 4). Ihr Einfluß auf die Abbildungsgüte bleibt gering, wenn die Brechkraft der Vorsatzlinse weniger als etwa $\frac{1}{4}$ der Brechkraft des Grundobjektivs beträgt. Abblendung auf Blende 8 bis 11 ist ratsam.

Nur in seltenen Fällen sind die optischen Nahvorsätze auch chromatisch korrigiert. Unseres Wissens machen nur Leitz und Minolta von

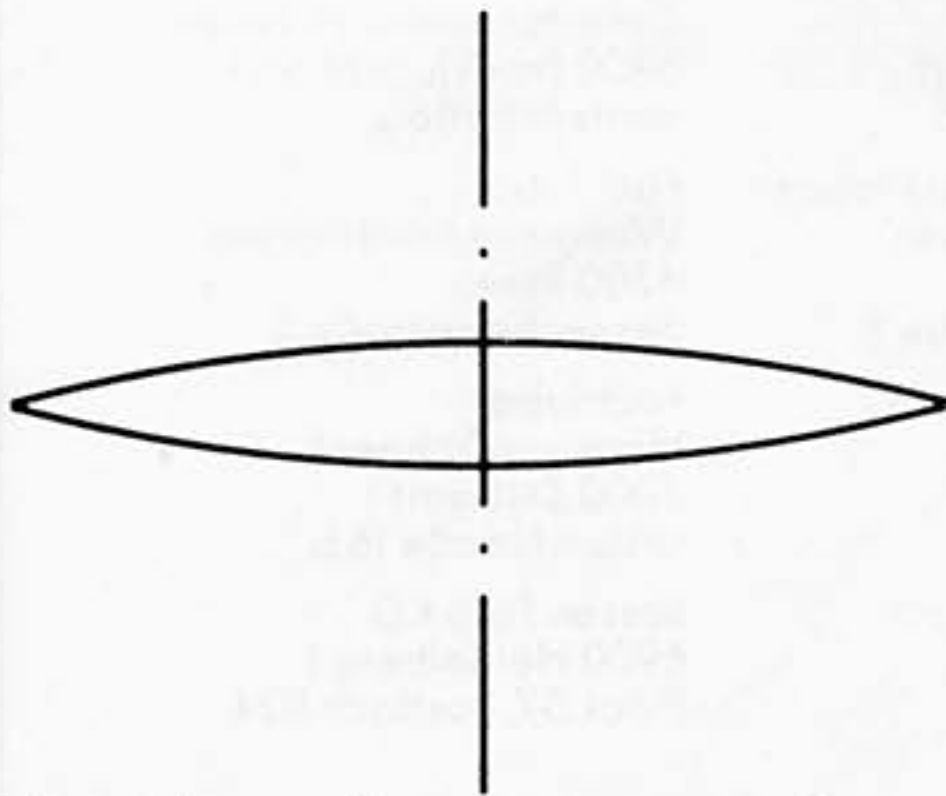


Abb. 2: Bikonvexe Linse. Als Vorsatzlinse für Nah-aufnahmen weniger gut zu gebrauchen

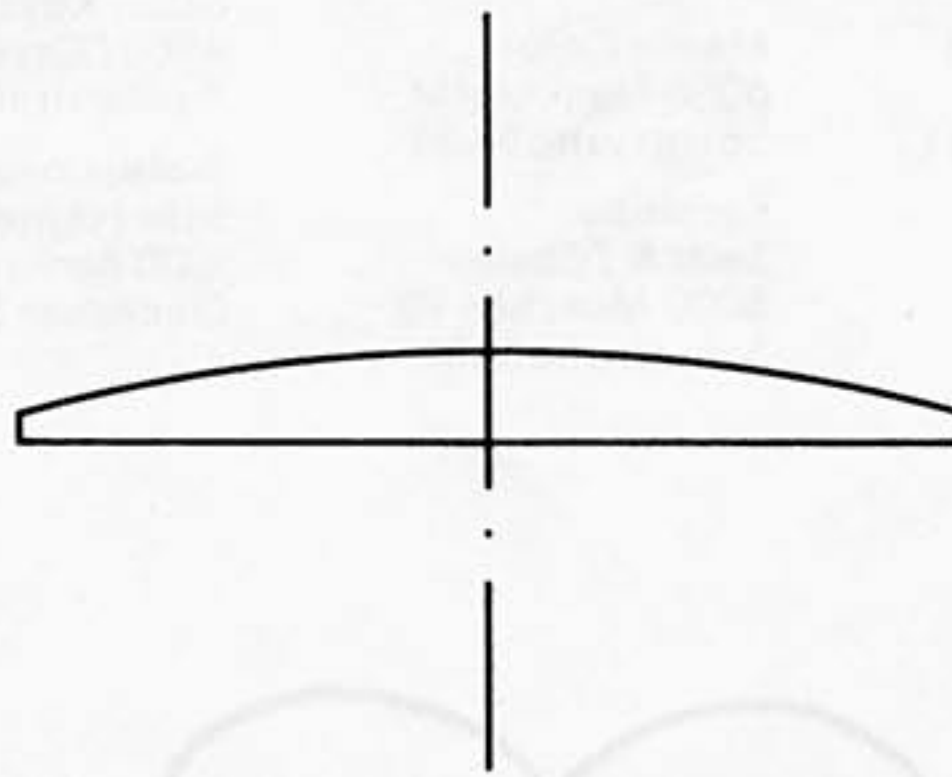


Abb. 3: Einfache und billige Vorsatzlinsen (vor allem auch solche mit geringerer Brechkraft) sind gelegentlich plankonvex ausgebildet. Diese Linsenform läßt sich leicht und preiswert herstellen

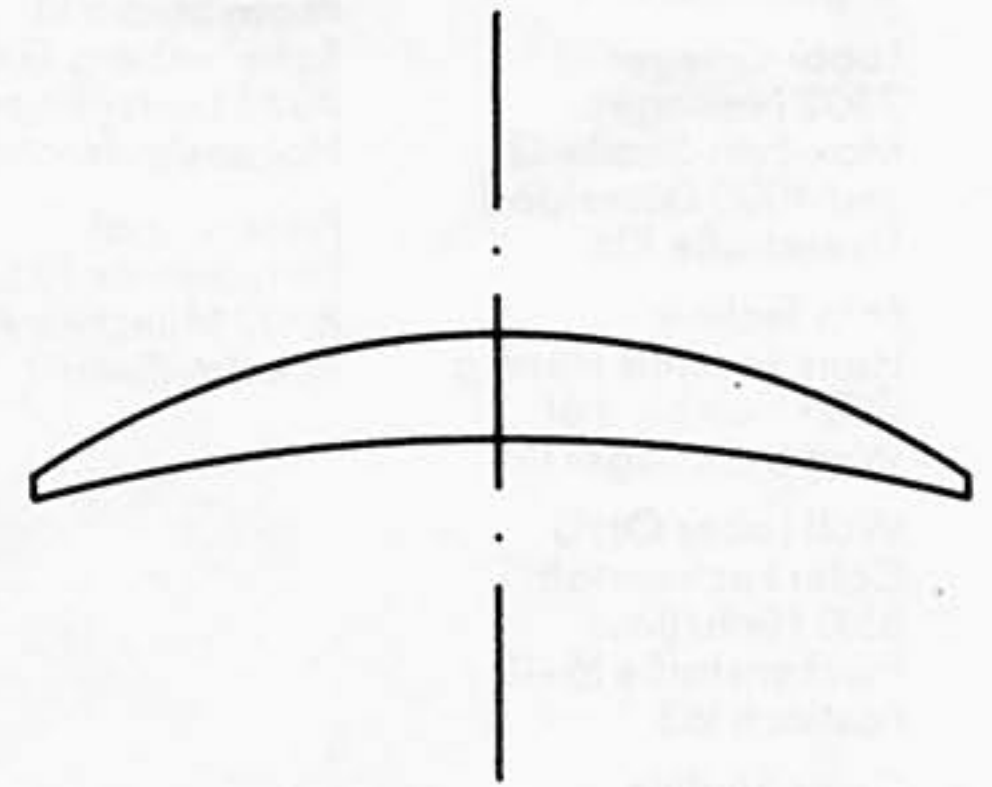


Abb. 4: Für hochwertige Vorsatzlinsen hat sich die Meniskenform durchgesetzt (ähnlich einem Plus-Brillenglas)

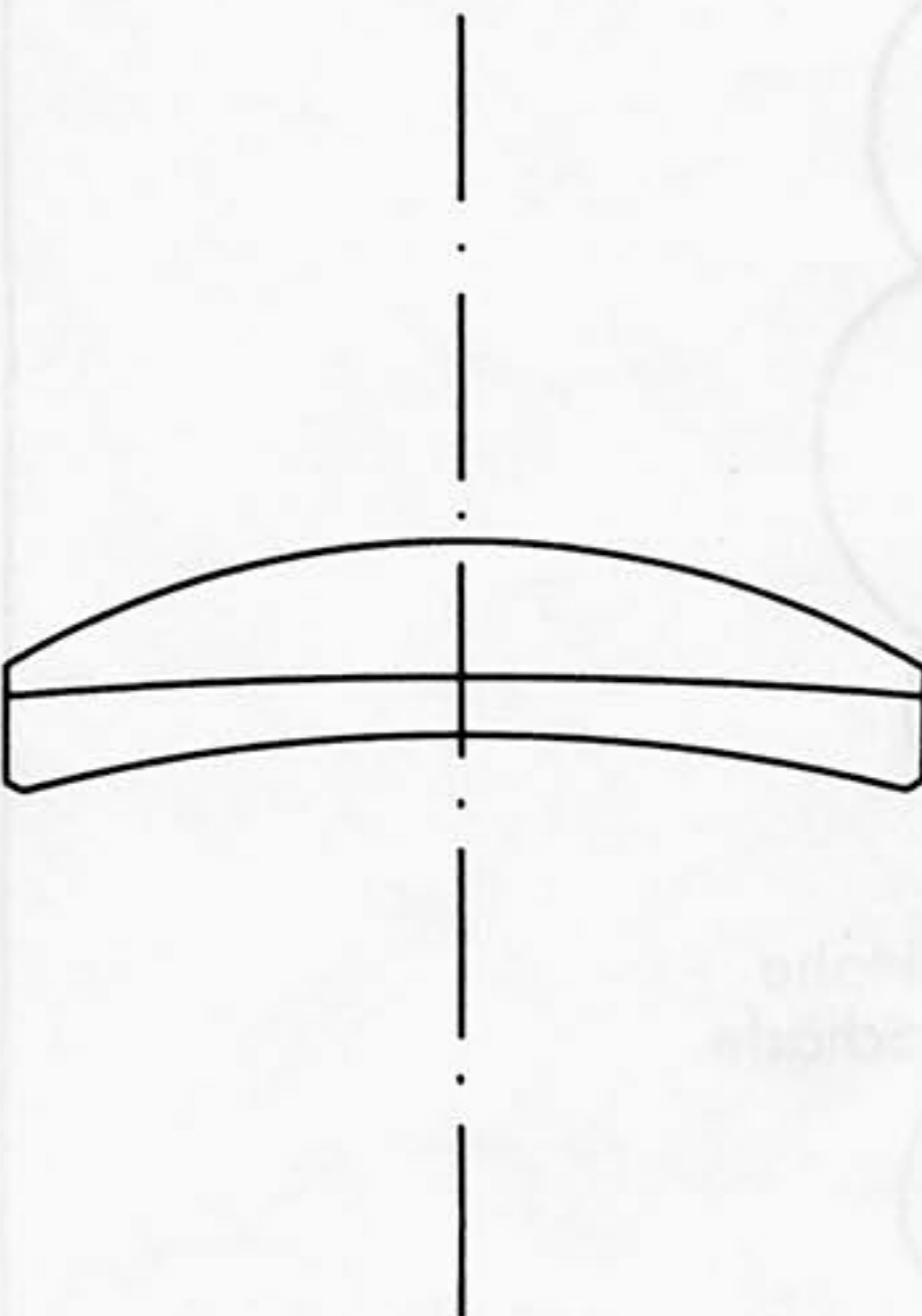


Abb. 5: So oder ähnlich sieht die Schnittzeichnung eines Vorsatzachromaten aus zwei miteinander verklebten Linsen aus. Grundsätzlich wird übrigens die bewährte Meniskenform beibehalten. Zusätzlich sind diese optischen Nahvorsätze chromatisch korrigiert

Tabelle 1: Achromatische Nahvorsätze nach Brennweiten geordnet

Fabrikat und Typ	Best.-Nr.	Brennweite Vorsatz	für Filtergewinde	geeignet für Grundobjektiv- Brennweiten bis max. . . *	
Leitz Elpro VI b	16 532	203 mm	M 44 x 0,75 mm	50 mm	(30 mm)
Minolta Nr. 2	1478 1480	263 mm	M 52 x 0,75 mm M 55 x 0,75 mm	65 mm	(38 mm)
Minolta (8 D 10)	6411	345 mm	M 67 x 0,75 mm	90 mm	(50 mm)
Leitz Elpro VI a	16 531	399 mm	M 44 x 0,75 mm	100 mm	(60 mm)
Minolta Nr. 1	1479 1477	500 mm	M 52 x 0,75 mm M 55 x 0,75 mm	125 mm	(70 mm)
Leitz Elpro VII a	16 533	602 mm	M 54 x 0,75 mm	150 mm	(90 mm)
Minolta Nr. 0	1476 1475	1058 mm	M 52 x 0,75 mm M 55 x 0,75 mm	200 mm	(150 mm)
Leitz Elpro VII b	16 534	1333 mm	M 54 x 0,75 mm	250 mm	(180 mm)

* für optimale Bildqualität sollte man die Richtwerte in Klammern nicht nennenswert überschreiten. Die Kombination mit Retrofokus-Weitwinkel-Objektiven ist oft nicht ratsam. Im Zweifelsfall gelten die Herstellerangaben über Kombinationsmöglichkeiten.

Der in Tabelle 1 mit „8 D 10“ (Nr. 6411) bezeichnete Minolta Vorsatzachromat gehört zum Zubehör der Super 8-Kamera 8 D 10 und ist vor allem wegen seines großen Durchmessers von allgemeinem Interesse. In der Wirkung liegt er etwa zwischen den Minolta Vorsatzachromaten Nr. 1 und Nr. 2 oder auch nahe beim Leitz Elpro VI a.

der Möglichkeit Gebrauch, durch geeignete Kombinationen von zwei Linsen mit unterschiedlicher Brechkraft und Farbzerstreuung zusätzlich eine chromatische Korrektur durchzuführen. Diese zweilinsigen Achromaten (Abb. 5) sind so gut auskorrigiert, daß ihr Einsatz Verbesserungen der Abbildungsqualität gegenüber reinen Auszugsverlängerungen erwarten läßt. In Tabelle 1 haben wir die wichtigsten Daten der Leitz Elpro-Nahvorsätze und der Minolta-Vorsatzachromaten zusammengestellt.

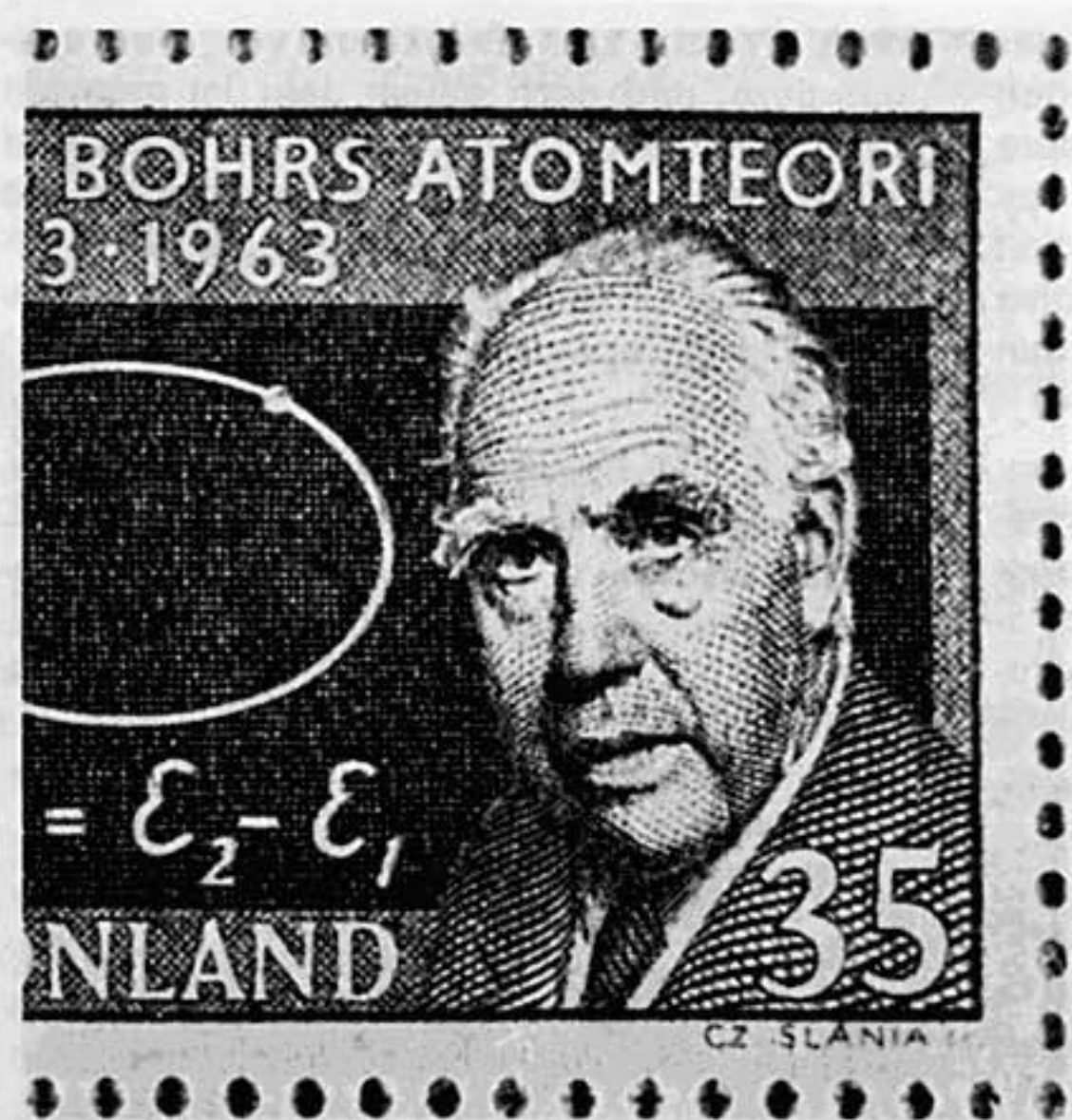
Diese „Vorsatzachromaten“ (wir möchten diesen anschaulichen Begriff gleichermaßen auf die Leitz- und Minolta-Erzeugnisse anwenden) sind in erster Linie für Leitz- und Minolta-Objektive bestimmt, können aber ohne weiteres auch auf anderen Objektiven mit Vorteil verwendet werden, wenn man in den in der letzten Tabellen-Rubrik gezogenen Brennweitengrenzen bleibt. Außerdem muß selbstverständlich das Filtereinschraubgewinde passen bzw. über handelsübliche Zwischenringe anzupassen sein.

Einstelltabellen für die Minolta-Vorsatz-Achromaten Nr. 0 bis 2 entnehmen wir als Beispiel dem Minolta-Buch von Scheibel (Heering-Verlag):

Tabelle 2: Einstellbereiche mit Vorsatz-Achromaten

Objektiv- brennweiten	Vorsatz- Achromaten	Abbildungsmaßstäbe		freie Objektstände	
		von	bis	von	bis
50 bis 55 mm	Nr. 1	1 : 8,2	1 : 4	50 cm	20 cm
	Nr. 2	1 : 4,4	1 : 2,8	26 cm	15 cm
85 mm	Nr. 0	1 : 12,5	1 : 5,4	106 cm	48 cm
	Nr. 1	1 : 6	1 : 3,6	50 cm	32 cm
100 mm	Nr. 0	1 : 10	1 : 5	106 cm	53 cm
135 mm	Nr. 0	1 : 7,7	1 : 4	106 cm	60 cm

Die größeren Abbildungsmaßstäbe bzw. geringeren Objektstände sind auf folgende Naheinstellgrenzen der Grundobjektive bezogen: f = 50 bis 55 mm bis 0,5 m; f = 85 mm bis 1,0 m; f = 100 mm bis 1,2 m und f = 135 mm bis 1,5 m.



Links außen
Abb. 6: Im Positiv 8,7fach vergrößerte Bildecke aus einer Nahaufnahme mit Vorsatzachromat Leitz ELPRO. Abbildungsmaßstab 1:2,9. Blende 5,6

Links
Abb. 7: Die Aufnahme entstand unter genau gleichen Bedingungen wie Abb. 6, jedoch mit reiner Auszugsverlängerung ohne ELPRO-Nahvorsatz

Hier noch die Einstell-Tabelle für die Leitz Elpros:

Tabelle 3: Einstellwerte für Elpro-Nahvorsätze

Objektiv	Elpro	Entfernungsskala auf ...	freier Abstand zum Objekt	Abbildungsmaßstab
Summicron-R 1 : 2/50 mm u. ä.	VI a	unendlich	41 cm	1 : 7,7
	VI a	0,5 m	21 cm	1 : 3,8
	VI b	unendlich	21 cm	1 : 3,9
	VI b	0,5 m	14 cm	1 : 2,6
90-mm-Objektive	VII a	unendlich	61 cm	1 : 6,7
	VII a	0,7 m	30 cm	1 : 3,0
135-mm-Objektive	VII b	unendlich	135 cm	1 : 9,9
	VII b	1,5 m	68 cm	1 : 4,5
	VII a	unendlich	61 cm	1 : 4,5
	VII a	1,5 m	42 cm	1 : 2,8

Der Vollständigkeit halber sei vermerkt, daß die Vorsatzachromate kein Kind der Leitz-Minolta-Kooperation sind. Vielmehr gibt es die Minolta Vorsatzachromate seit über 10 Jahren und die Leitz Elpros kamen um 1965/1966 zur Leicaflex auf den Markt. Also eine zufällige Parallelentwicklung, geboren aus dem Perfektionsstreben von zwei weltbekannten Optik-Firmen.

Gesteigerte Abbildungsqualität durch Vorsatzachromaten

Aus den bereits eingehend erläuterten Gründen (Objektiv arbeitet in optimalem Korrektionsbereich) bringen die Vorsatzachromaten eine bessere Abbildungsleistung als sie mit einer reinen Auszugsverlängerung zu erzielen wäre. Stärkere Auszugsverlängerungen als die Einstellschnecke des Objektivs zuläßt verursachen meistens spürbare Qualitätseinbußen. Allerdings reagieren die Objektive unterschiedlich stark auf verlängerte Schnitt- und Bildweiten. Annähernd symmetrisch aufgebaute Objektive mit nicht allzu hoher Lichtstärke sind kaum maßstabkritisch, während hochlichtstarke und weniger symmetrische Systeme im extremen Nahbereich deutlich in der Abbildungsleistung nachlassen. Vor allem sind schlechte Randschärfe, Bildfeldwölbung und Verzeichnung zu erwarten. Für eine gute Bildqualität muß mindestens auf Blende 8 bis 11 abgeblendet werden. Schraubt man zusätzlich einen Vorsatzachromaten auf das Objektiv, erhält man eine erheblich bessere Randschärfe und gleichzeitig wird auch die Verzeichnung weitgehend, z. T. vollkommen behoben. Hier einige Vergleiche:

- Grundobjektiv mit 55 mm Brennweite. Abbildungsmaßstab 1:5.

Bei Testaufnahmen mit allen Blenden von 1,7 bis 11 verbessert der Vorsatzachromat Nr. 1 (Minolta) die Randschärfe durchschnittlich um 49%. Bei voller Öffnung muß man mit dem Achromaten allerdings eine Verminderung der Mittenschärfe um 28% in Kauf nehmen. Bei leichter Ablendung (ab 2,8) sind die Werte für die Mittenschärfe mit und ohne Vorsatzachromat gleich, aber bei allen Blenden sind die Randwerte mit Vorsatzachromat deutlich, z. T. erheblich besser. Detailliert: Bei Blende 5,6 bleibt mit Vorsatzachromat die Mittenschärfe voll erhalten und die Randschärfe wird um 86% verbessert. Mit Blende 11 und Vorsatzachromat erhält man gleiche Mittenschärfe, aber um 40% bessere Randschärfe als mit einer Auszugsverlängerung ohne Achromat.

- Grundobjektiv mit 100 mm Brennweite. Abbildungsmaßstab 1:5.

Testaufnahmen mit allen Blenden von 2,5 (= volle Öffnung) bis 11. Durchschnittlich verbessert der Vorsatzachromat Nr. 0 (Minolta) gegenüber einer reinen Auszugsverlängerung die Mittenschärfe um 5% und die Randschärfe um 30%. Bei dieser Kombination wird mit Vorsatzachromat und bei Blende 5,6 die gleiche Abbildungsqualität erzielt wie ohne Vorsatzachromat bei Blende 8. Bei voller Öffnung (Blende 2,5) erhielten wir mit Vorsatzachromat gleiche Mittenschärfe und um 82% bessere Randschärfe als mit einer reinen Auszugsverlängerung.

- Wer diesen Zahlen mißtraut oder wem sie zu wenig anschaulich sind, sollte sich die Abbildungen 6 und 7 genau ansehen. Selbst im Druck erkennt man noch die enormen Differenzen auf der rechten Bildseite, vor allem in der rechten oberen Ecke. Abbildung 6 wurde mit einem Elpro-Nahvorsatz aufgenommen, Abbildung 7 mit reiner Auszugsverlängerung. Sonst entstanden beide Aufnahmen unter absolut identischen Bedingungen: Abbildungsmaßstab 1 : 2,9; Positiv-Vergrößerung der Bildecke = 8,7fach; Blende 5,6.

Auch bei den gut korrigierten Vorsatzachromaten ist es wichtig, ein bestimmtes Verhältnis in den Brechkräften von Objektiven und optischen Nahvorsätzen nicht zu überschreiten.

Makro-Objektive mit spezieller Nahbereichskorrektur kommen selbstverständlich ohne Vorsatzachromaten aus. Ganz im Gegenteil müßte mit Achromaten auf Makro-Objektiven sogar mit einem Rückgang der Abbildungsqualität gerechnet werden.

Auszugsverlängerungen plus optische Nahvorsätze

Leitz und Minolta empfehlen mit Recht, bei allen Nahaufnahmen mit Fernbereichs-Objektiven zusätzlich einen Achromaten aufzuschrauben. Unabhängig davon, ob dieser Achromat zur Erzielung eines bestimmten Abbildungsmaßstabes erforderlich ist oder nicht. Die Bild-

Scheibel, Vorsatzlinsen und optische Nahvorsätze

qualität fällt nämlich bei der Kombination von Auszugsverlängerung und optischem Nahvorsatz erheblich besser aus als bei reinen Auszugsverlängerungen. Am besten verteilt man „die Last der Naheinstellung gerecht“, wie im Minolta-Buch (Heering-Verlag) vorgeschlagen: Sollen mit Standardobjektiven des Brennweitenbereichs 50 bis 58 mm Abbildungsmaßstäbe zwischen etwa 1 : 3 und 1 : 1 eingestellt werden, benutzt man zusätzlich zur Auszugsverlängerung durch Balgengeräte oder Zwischenringe den Vorsatzachromaten Nr. 1 von Minolta (oder entsprechend Elpro VI a oder VII a von Leitz). Für alle längerbrennweitigen Kleinbildobjektive (von etwa 85 mm bis 135 mm Brennweite) wird zusätzlich zur Auszugsverlängerung immer der Minolta Vorsatzachromat Nr. 0 (oder Elpro VII b von Leitz) mitbenutzt. Einäugige Spiegelreflexkameras mit Belichtungsmessung durch das

Objektiv zeigen auch bei Kombinationen von Auszugsverlängerungen und optischen Nahvorsätzen die exakten Belichtungsdaten an. Wenn keine Innenmessung zur Verfügung steht oder diese nicht angewandt werden kann (wie z. B. bei Blitzlicht), muß die Belichtungsverlängerung rechnerisch bestimmt werden. Da für die optischen Nahvorsätze keine Belichtungsverlängerung erforderlich ist, mißt man den erreichten Abbildungsmaßstab bei reiner Auszugsverlängerung (also abgenommenem Achromaten) und errechnet aus diesem die Belichtungsverlängerung. Für die Aufnahme setzt man den Vorsatzachromaten wieder auf das Objektiv, behält aber die errechnete Belichtungsverlängerung bei. Bei unsymmetrisch gebauten Objektiven muß für die exakte Berechnung der Belichtungsverlängerung unbedingt der Pupillenmaßstab berücksichtigt werden (s. a. MFM 9/72-466 . . . 470).