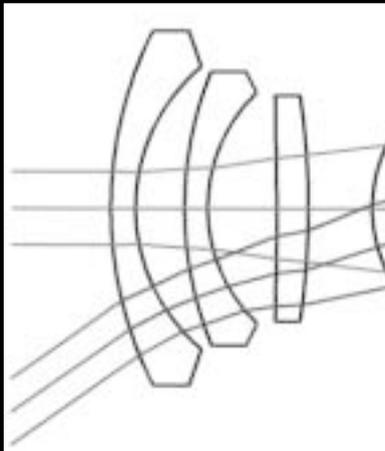




Leica M Objektiv

Ihre Seele und ihre Geheimnisse
von *Erwin Puts*



September 2002

Geheimnisse lüften

Dass die Leica M Objektive trotz ihrer kompakten Bauweise in ihrer Abbildungsleistung überragende Qualität bieten, ist hinlänglich bekannt. Worin liegen aber die Ursachen, dass über die vielen Jahre, in denen immer neue Leica M Objektive konstruiert, gerechnet und produziert werden, auch immer wieder Verbesserungen erzielt werden? Diese, so meinen wenigstens die Werbeexperten von Leica, stellen alles bisher Dagewesene in den Schatten.

Im Verlauf dieser Broschüre gibt der niederländische Fotojournalist Erwin Puts Aufschluß darüber, worin die Geheimnisse der Leica M Objektive begründet sind und wie durch das Know-How sowie die große Kompetenz der Leica Optikkonstrukteure immer wieder maximale Höchstleistungen aus den optischen Systemen herausgekitzelt werden.

Der Autor geht insbesondere auch der beliebten Frage vieler Leica Benutzer nach, ob nicht die „alten“ Objektive in Kontrastumfang, Konturschärfe und Auflösungsvermögen den aktuellen Leica M Objektiven überlegen sind. Mit Sachverstand und der Erfahrung vieler Testreihen stellt er diese Brennweiten im Vergleich gegenüber und deren Leistung heraus. Neben den sachlichen Er-

läuterungen werden auch Grafiken und Meßkurven dargestellt, die in dieser Form noch nie veröffentlicht wurden. Dabei wird auch darauf eingegangen, wie man diese Tabellen und Kurven interpretiert.

Erwin Puts fotografiert seit 1960 und beschäftigte sich auch während seines betriebswirtschaftlichen Studiums mit den technischen Hintergründen der Fotografie. Seit 1989 arbeitet der Autor mit Leica und stellte in über 30 Artikeln seit 1992 weltweit die Geschichte, Technik und Handhabung von Leica Kameras und Objektiven dar. Herzstück seiner Arbeit sind Objektivprüfberichte, deren Gründlichkeit in ihrer Ausführung auch bei den Mitbewerbern anerkannt ist. In ihnen fließen optische Voraussetzungen und praktische Anwendung zusammen, die deutlich machen, wo die Grenzen der Leistungsfähigkeit auch im Zusammenspiel mit den verschiedenen Filmmaterialien liegen.

Für viele Leser wird die Lektüre dieser Broschüre manches Geheimnis lüften und deutlich machen, worin sich die Leistungsmerkmale der Leica M Objektive begründen. Viel Spaß!

Leica Camera AG



Ralph Hagenauer
Marketing Communication



Inhalt



Vorwort	1
Die Seele der Leica M-Objektive	4
Kerntechnologien	12
MTF Diagramme, diese verführerischen Kurven	15
Farbwiedergabe	19
21mm Objektiv	20
Elmarit-M 1:2,8/21	24
Elmarit-M 1:2,8/21 (ASPH)	25
24mm Objektiv	26
Elmarit-M 1:2,8/24 (ASPH)	29
28mm Objektiv	30
Elmarit-M 1:2,8/28 (1979)	32
Elmarit-M 1:2,8/28 (1993)	33
35mm Objektiv	34
Summilux-M 1:1,4/35	37
Summilux-M 1:1,4/35 aspherical	38
Summilux-M 1:1,4/35 (ASPH)	39
Summicron-M 1:2,0/35	40
Summicron-M 1:2,0/35 (ASPH)	41
50mm Objektiv	42
Elmar 1:2,8/50	46
Elmar-M 1:2,8/50	47
Summicron-M 1:2,0/50	48
Summicron-M 1:2,0/50 (current)	49
Summilux-M 1:1,4/50	50
Summilux-M 1:1,4/50	51
Noctilux 1:1,2/50	52
Noctilux-M 1:1,0/50	53
Tri Objektiv	54
Tri Elmar-M 1:4,0/28	56
Tri Elmar-M 1:4,0/35	57
Tri Elmar-M 1:4,0/50	58
75mm Objektiv	60
Summarex-M 1:1,5/85	62
Summilux-M 1:1,4/75	63
90mm Objektiv	64
Tele Elmarit-M 1:2,8/90	66
Elmarit-M 1:2,8/90	67
Summicron-M 1:2,0/90	68
APO Summicron-M 1:2,0/90 ASPH	69
135mm Objektiv	72
Elmar-M 1:4,0/135	74
Elmarit-M 1:2,8/135	75
Apo Telyt-M 1:3,4/135	76
Glossar der Bildfehler	78

Die Seele der Leica M Objektive

Seit Prof. Max Berek um 1922 sein erstes Objektiv für die Leica errechnet hat, das Anastigmat/Elmax 1:3,5/50mm, werden die optischen Eigenschaften und Leistungen der Leica Objektive ausgiebig analysiert und diskutiert. Viele Betrachter meinen, dass die Leica Objektive der Standard sind, mit dem andere verglichen werden. Andere sind der Meinung, dass sie zwar sehr leistungsfähig, aber im Grunde genommen gleich gut sind wie die Produkte anderer Hersteller. Auch sagt man den Leica Objektiven eine bestimmte Art der Bildaufzeichnung nach, die oft mit einer dreidimensionalen Wiedergabe oder einem dreidimensionalen Bildeindruck umschrieben wird. Dieser spezifische 'optische Fingerabdruck' wird unter Leica Kennern und Sammlern oft diskutiert. Manchmal wird sogar gesagt, die älteren Objektive hätten gewisse mythische Qualitäten, die im Laufe der Zeit verschwunden seien. Es wird dann auf die Tatsache verwiesen, dass die Optikrechnung immer mehr mit Rechenanlagen erfolge und die persönliche Handschrift des Rechners nicht mehr so deutlich erkennbar sei.

Es ist zweifellos richtig, dass Leica Objektive ganz bestimmte Merkmale und Eigenschaften hatten und haben, die gerade den Reiz und die Herausforderung darstellen, mit diesen Objektiven zu arbeiten. Die Frage, ob der Fotograf mit einem Leica Objektiv immer die beste optische Leistung erhält, ist meiner Meinung nach ziemlich unfruchtbar. Jedes Objektiv hat eine lange Reihe spezifischer Qualitäten und es ist fast unmöglich zu behaupten, dass jede einzelne dieser Eigenschaften immer die Höchstnote bekommt.

Bei jedem Leica Objektiv kann man ein leidenschaftliches Bemühen spüren, die geometrischen Abbildungsfehler (Aberrationen), die in allen optischen Systemen vorhanden sind, zu kontrollieren und zu bewältigen. Es ist klar, dass jeder Hersteller optischer Geräte nicht mehr ohne den Einsatz von Rechenanla-

gen auskommt. Es stimmt, dass moderne Rechenprogramme neue, auf vorgegebene Spezifikationen abgestimmte optische Konstruktionen fast ohne menschliche Beeinflussung oder Führung erstellen können.

Die Wahrscheinlichkeit, dass eine derartige Konstruktion die ideale Lösung für den vorgesehenen Zweck darstellt, ist etwa eins zu einer Milliarde. Deshalb ist die Kreativität des Konstrukteurs für die optimale Leistung eines optischen Systems maßgebend, sogar entscheidend.

Man könnte es als merkwürdig empfinden, dass ich auf die Bedeutung der Kreativität und der Kunst des Konstrukteurs im Zusammenhang mit optischen Rechnungen hinweisen möchte.

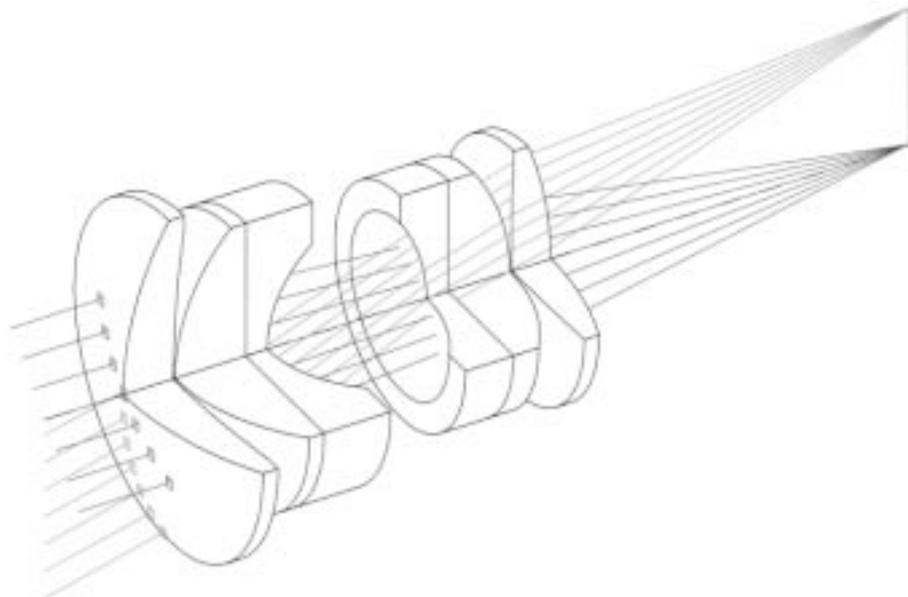
Die Grundlagen der modernen optischen Konstruktion wurzeln in mathematischen und physikalischen Theorien. Die weit verbreitete Anwendung computergesteuerter Konstruktionsmethoden seitens aller Hersteller hat den Eindruck gefördert, dass die optische Konstruktion heutzutage ein hoch automatisierter Vorgang ist.

Leitz war einer der ersten Betriebe, der Computer einsetzte, um ab etwa 1955 die umfangreichen und langwieri-

gen Berechnungen von Strahlengängen erheblich zu beschleunigen. Heute sind die vom „Optischen Rechenbüro“ verwendeten Rechenprogramme hoch spezialisierte, geschützte firmeneigene Algorithmen. Trotzdem wären die gegenwärtigen optischen Hochleistungssysteme nicht ohne ein gutes Maß intuitiver Kreativität zustande gekommen.

Um sich diese in jedem Leica Objektiv anwesende Seele vorzustellen, sollte man einen kurzen Blick auf die Rechen-techniken, Konstruktionsvorgänge und optischen Bewertungsverfahren werfen. Nach dieser kleinen Tour de Force wird sich sowohl ein Empfinden als auch eine Wertschätzung für den „Leica Geist im Glas“ einstellen.

Fangen wir ganz einfach an. Wenn wir eine Linse nehmen, zum Beispiel das bekannte Brennglas, und ein Bild der Sonne auf ein Papier werfen, wird die Sonne punktförmig abgebildet und das Papier beginnt zu brennen, weil die Sonnenenergie in einem Punkt konvergiert. In früheren Zeiten war die Einzellinse die einzige Möglichkeit, eine Abbildung zu erreichen. Für einen ganz kleinen Bildwinkel, wie z.B. im Fernrohr, konnte



man mit dieser Abbildung zufrieden sein. Daguerre, der ja 1839 seine erste Fotografie anfertigte, benötigte einen wesentlich größeren Bildwinkel für seine Bildplatte. Die Einzellinse zeichnete in der Mitte ziemlich scharf, am Rand aber ganz verschwommen. Damals hatte man noch keine Ahnung von Bildfehlern, man konnte nur experimentell feststellen, ob eine bessere Lösung möglich war. Das Phänomen der Zerlegung des weißen Lichts in die verschiedenen spektralen Farben war schon lange bekannt, für die Daguerreotypie wurde es nun zum Problem. Die fotografische Platte war für blaues Licht sensibilisiert, aber das Auge sieht gelbes Licht am besten. Deshalb konnte man mit der einfachen Linse auf der Mattscheibe mit gelbem Licht scharfstellen, aber nicht gleichzeitig auch für das blaue Licht die Lage der Emulsionsplatte bestimmen. Diese chromatische Brennweitendifferenz konnte man korrigieren, wenn man zwei Linsen benutzte, jede mit einer anderen Glassorte, so dass die Farbzerlegung der einen Linse durch die andere kompensiert wurde. Nun erstellt eine gekrümmte Linse auch ein gewölbtes Bild (wie bei der alten Boxkamera); weil die Platte jedoch gerade war, musste man einen Kompromiß eingehen. Das alles basierte noch auf experimentellen Erfahrungen. Die ersten Optiker und Linsenkonstruktoren wollten mit Theorien nichts zu tun haben.

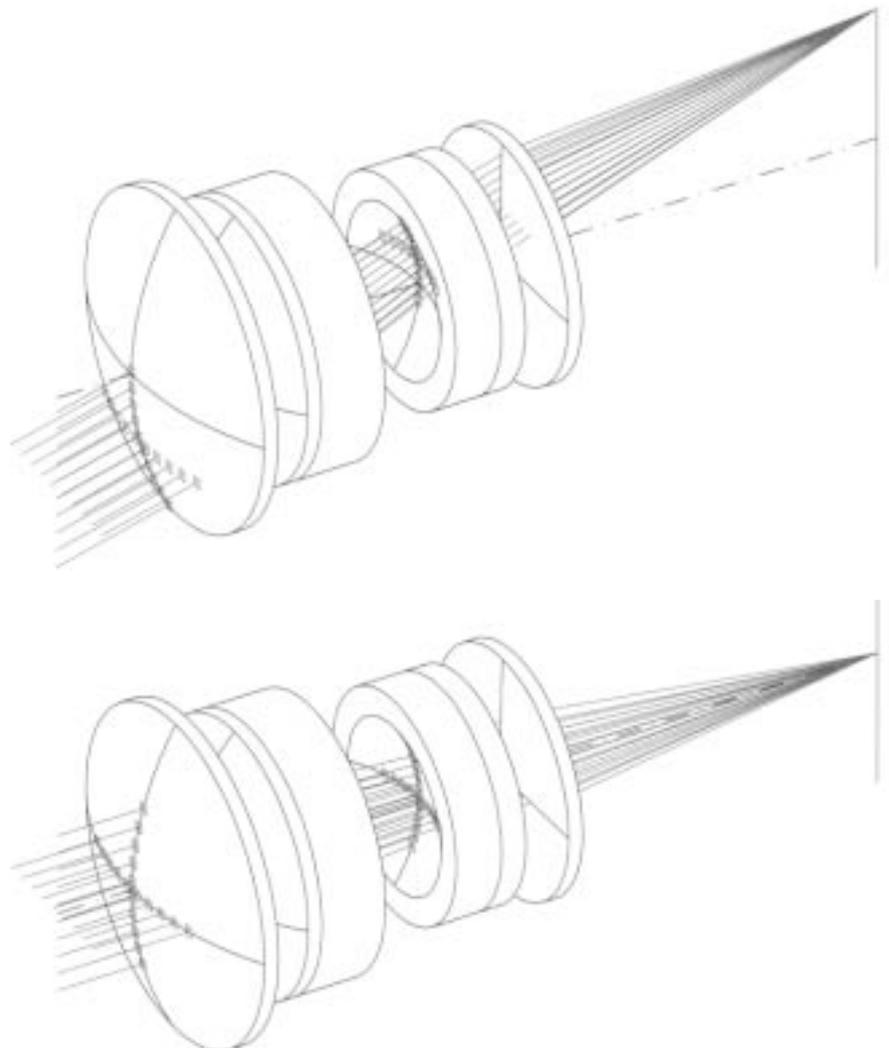
Dennoch waren die optischen Gesetze schon lange bekannt. Das Brechungsgesetz wurde im 17. Jahrhundert formuliert und dieses ist ja die Grundlage der optischen Rechnung. Jeder Lichtstrahl, der vom Objekt kommt und unter einem bestimmten Winkel auf die Glaslinse fällt, wird nach einer bekannten mathematischen Formel abgebogen. Auch wenn man viele Linsen hat, kann man diesen Lichtstrahl eindeutig und konsequent verfolgen und berechnen. Wenn man einen ganz entfernten Bildpunkt (z. B. einen Stern am Himmel) nimmt, werden alle Lichtstrahlen von diesem Lichtpunkt parallel auf die Linse fallen und auch wieder in einem Punkt zusammenkommen. Das hoffen wir allerdings. Wie die Daguerre-Linse zeigt, ist das nicht der Fall. Nehmen wir zwei Lichtstrahlen, von denen die eine am Rand der Linse und die andere in der Mitte der Linse

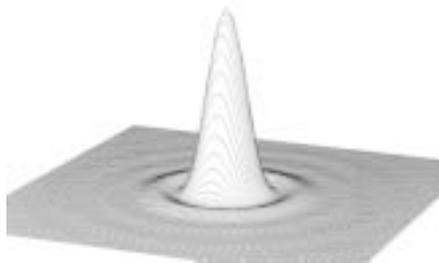
einfällt. Dann können wir mit dem Brechungsgesetz und Kenntnissen der Glassorte berechnen, wo diese beide Strahlen in der Bildebene eintreten werden. Wenn alle Strahlen wieder in einen Punkt zusammenfallen, ist alles in Ordnung. Wenn nicht, haben wir ein Problem. Die erste Person, die ein Objektiv nicht experimentell, sondern mit dieser Art der mathematischen Rechnung konstruierte, war Joseph Petzval. Und sein Porträtobjektiv war eindeutig besser als das, was man aus der Erfahrung zusammengebastelt hatte. Zwar konnte man nun die Lichtbrechung mit Formeln quantitativ erfassen, aber es fehlte noch das Wissen, warum die Strahlen sich so ablenken ließen und nicht die ideale oder theoretische Lage des Punktes erreichten. Um 1850 erforschte L. von Seidel die Grundgesetze der Bilderzeugung von Linsen und konnte als er-

ster eine Theorie der Abbildungsleistung festlegen. Aberration (aus dem Lateinischen „ab“ = von, und „errare“ = umherirren) bedeutet wörtlich „von dem richtigen Weg abwandern“. Er stellte fest, dass es sieben sogenannte Bildfehler der dritten Ordnung gibt, die unabhängig von einander sind, aber alle zusammen Unschärfen und Verzerrungen im Bild verursachen.

Der nächste Schritt ist im Prinzip noch einfach. Wenn wir jetzt, immerhin theoretisch, wissen, wie die Unschärfen im Bild erzeugt werden, brauchen wir diese Aberrationen nur noch zu korrigieren. Und genau hier fängt die Kreativität des Optikrechners an.

Es gibt konstruktionsbedingte Abbildungsfehler und Herstellungsfehler, die beide das Endergebnis (das Bild auf dem Negativ) maßgeblich beeinflussen. Die sieben Seidelschen Bildfehler sind





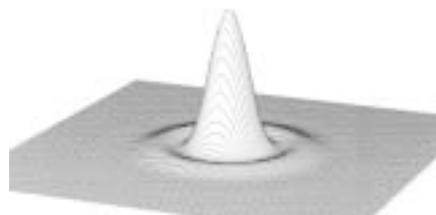
in drei Gruppen einzuteilen: Schärfefehler (*die sphärische Aberration, Koma, Astigmatismus*), Lagefehler (*Bildfeldwölbung, Verzeichnung*) und Farbfehler (*Farblängsfehler und Farbquerfehler*).

Nun hat jede Linse einige Eigenschaften wie Glassorte, die Krümmung (Radius der beiden Linsenflächen) und Dicke der Linse. Diese Eigenschaften werden „Parameter“ oder „Freiheitsgrade“ genannt. Die Theorie besagt, dass jeder einzelne Freiheitsgrad benutzt werden kann, um einen Bildfehler zu korrigieren. Umgekehrt ist auch jeder Freiheitsgrad an allen Bildfehlern beteiligt. Das bedeutet, dass der Optikrechner für jede einzelne Fläche die Bildfehleranteile zuordnen kann.

Was das bedeutet, können wir anhand eines Beispiels nachvollziehen. Dieses Beispiel ist sehr wichtig, weil es darstellt, wie ein Optikrechner vorgeht und warum die Kreativität noch so eine große und entscheidende Rolle spielt. Man kann also die sieben Aberrationen korrigieren mit minimal acht unabhängigen Systemparametern (Freiheitsgraden). (Die Brennweite ist ebenfalls zu berücksichtigen). Ein Triplet (dreilinsiges Objektiv) könnte im Prinzip genügen. Ein Triplet ist normalerweise aus zwei sammelnden Außengliedern (Kronglas) und einem inneren Zerstreuungsglied (Flintglas) aufgebaut. Das ergibt sechs Radien und zwei Abstände zwischen den einzelnen Linsen. Als Anfang nimmt der Optikrechner Systemparameter wie Glasart, Dicke der Linse, Abstand zwischen den Linsen und Krümmung (Radius) der Glasflächen. Wir haben sechs Linsenflächen und können nun für jede Fläche berechnen, wie groß der Anteil der Bildfehler ist. Als Beispiel könnten wir (sehr vereinfacht) feststellen, dass in diesem Fall die Radien der zweiten Fläche (der ersten Linse) die sphärische Aberration und die chromatischen Fehler erzeugt, und die Radien der dritten Fläche Koma und Astigmatismus.

Der Optikrechner muss nun entscheiden, wie er diese Aberrationen korrigiert. Er könnte versuchen, die Krümmung der ersten Linse so zu ändern, dass die sphärische Aberration berücksichtigt werden kann. Aber die Krümmung bestimmt auch die Brennweite, die soll sich ja nicht ändern. Es kann auch der Fall sein, dass mit der Krümmung zwar der sphärische Fehler verringert wird, jedoch gleichzeitig der Anteil der Koma ansteigt. Er kann sich auch so entscheiden, dass die Korrektur über mehrere Systemparameter verteilt wird, um die Empfindlichkeit zu verringern. Wenn man einem Systemparameter die Aufgabe erteilt, eine Aberration so gut wie möglich zu korrigieren, hat man ein Problem, wenn bei der Fertigung gerade dieser Parameter nicht innerhalb der Toleranz liegt. Oder man kann auch feststellen, dass die Toleranz zu klein ist und in der Fertigung nicht eingehalten werden kann.

Aber zurück zur Bildfehlerkorrektur. Der Optikrechner wird die Systemparameter so lange ändern, bis die Korrektur der sieben Aberrationen so ausgelegt ist, dass die Fehlerreste ganz klein sind. Auch wird er versuchen, jeden Bildfehler mit verschiedenen Freiheitsgraden gleichzeitig zu korrigieren. Die „Last“ der Korrektur wird dann über die verschiedenen Flächen verteilt und das ganze System wirkt entspannter. Der Designer kann innerhalb bestimmter Grenzen die Glasarten und die Krümmung wählen, aber jede Kombination wird eine andere Art der Gesamtkorrektur hervorrufen. Hat man nun das Triplet so konfiguriert, dass es den Anforderungen ungefähr genügt, wird man zum Beispiel feststellen, dass der Astigmatismus am Rand des Bildes fast verschwunden ist, aber im Feld noch ziemlich kräftig mitspielt. Hier stoßen wir auf ein neues Problem. Die sieben Seidelsche Bildfehler sind leider nicht die einzigen optischen Aberrationen. Man bezeichnet die Seidelsche Aberrationen als



Bildfehler der dritten Ordnung. Es gibt logischerweise noch mehr Bildfehler höherer Ordnungen. Die wichtigsten sind die Fehler der fünften und siebten Ordnung. Diesen Fehlergruppen begegnet man nur, wenn die erste Gruppe (dritter Ordnung) gut korrigiert ist.

Theoretisch wird ein sehr kleiner Gegenstandspunkt auch als ein sehr kleiner Bildpunkt dargestellt. In der Praxis stimmt das nicht, weil es diese Aberrationen gibt, die das Spiel verderben. Ein Punkt wird nicht als Punkt, sondern als eine kleine Scheibe mit unterschiedlicher Helligkeitsverteilung abgebildet. Siehe auch die Abbildung: Lichtberg. Sobald diese Scheibe einen bestimmten Durchmesser unterschreitet, werden die Bildfehler höherer Ordnung sichtbar. Das ist eine vereinfachte Darstellung. In Wirklichkeit wirken diese Fehler immer, aber man bemerkt sie nur, wenn der Restfehler der dritten Ordnung klein ist.

Das Triplet-Beispiel, bei dem der Astigmatismus im Feld noch sichtbar ist, zeigt den Effekt dieser Bildfehler höherer Ordnung. Man kann einen bestimmten und ganz gut kontrollierten Rest der Seidelschen Bildfehler benutzen, um diesen Fehler der fünften/siebten Ordnung zu kompensieren. Das geht natürlich nur in beschränktem Maße und ein Triplet hat nur dann eine akzeptable Bildqualität, wenn der Bildwinkel und/oder die Blende klein sind.

Dieser Satz ist sehr wichtig. Ein bestimmtes optisches System (Anzahl und Konfiguration der Linsen) hat eine beschränkte Möglichkeit für die Korrektur der Bildfehler. Das bedeutet im Klartext, dass der Optikrechner nur mit viel Erfahrung und Kenntnis die richtige Wahl treffen kann, wenn eine neue Rechnung gefragt ist.

Eine unmögliche Aufgabe?

In früheren Zeiten, als es noch keine Rechenanlagen gab, hatte ein Optikrechner nur Rechenschieber und Logarithmentafel zur Verfügung. Die Strahlendurchrechnung war einfach, aber langwierig.

Normalerweise berechnet man den Verlauf verschiedener Strahlen vom Objektpunkt aus durch das optische System. Diese Berechnungen sind recht zahlreich und im Falle schräg einfallen-

der Strahlen zusätzlich auch noch kompliziert. Bevor es Computer gab, war die Berechnung von Strahlengängen sehr mühselig. Ein erfahrener Rechner brauchte zwei bis drei Monate, um eine hinreichende Anzahl Strahlengänge durch ein nur wenig komplexes optisches System zu berechnen, zum Beispiel eines Triplets. Verständlicherweise wurden Annäherungen verwendet und sehr komplizierte Berechnungen wurden unterlassen. Die resultierende optische Konstruktion erwies mangelnde Kenntnis der genauen Ausmaße der optischen Abbildungsfehler. Dennoch muß man anerkennen, dass diese Annäherungen dem Konstrukteur geholfen haben, die Eigenschaften von vielen Abbildungsfehlern genau zu bestimmen, welche den heutigen Konstrukteuren bei Leica als wertvolle Unterlagen dienen.

Alle optischen Konstruktionen, die auf analytischen Methoden basieren, sind Lösungen, die nie exakt sein können und die nur Annäherungen der genauen Lösung darstellen. Deshalb mußte ein richtiger Prototyp gefertigt werden, damit die praktische Leistung des Objektivs geprüft werden konnte. Zwei mögliche Schwierigkeiten bereiteten den Konstrukteuren etliche Probleme: Das Objektiv erwies nicht die erwartete Leistung oder die Fertigung beschwerte sich, dass das Objektiv nicht mit den vorgeschriebenen Toleranzen gebaut werden konnte. In beiden Fällen mußte der Konstrukteur neu anfangen.

Es war nicht leicht, eine Rechnung zu optimieren. Viel Kreativität und ein sehr ausgeprägtes Gefühl für die Effekte der Abbildungsfehler bedingten den Erfolg. Wenn man sich heute einige der älteren Konstruktionen ansieht, muß man die Errungenschaften sehr bewundern. Die nüchterne Bewertung moderner Meßinstrumente zeigt, dass es diesen berühmten Konstruktionen an Feinessen fehlt, dennoch haben sie einen gediegenen Charakter.

Wie schon oben erwähnt, kann nur eine richtige Strahlendurchrechnung genaue Ergebnisse ermitteln. Aber das bringt eine neue Reihe von Problemen mit sich.

Erstens benötigt der Konstrukteur eine große Anzahl von Strahlendurchrech-

nungen. Früher wurden trigonometrische Gleichungen und Logarithmentafeln benutzt. Bei Leitz zeichnete der Chefkonstrukteur eine Skizze des vorgeschlagenen optischen Systems und beauftragte dann eine große Gruppe einzelner Mathematiker, jeweils einen Teil der Strahlenrechnungen durchzuführen und die Ergebnisse an einen Kollegen weiterzugeben.

Am Ende des Tages oder der Woche bewertete der Chefkonstrukteur die Ergebnisse und plante dann die nächste Phase der Objektivrechnung. Für alle Strahlen, die in einer flachen Ebene liegen, in der sich auch die optische Achse befindet, beruhen die Gleichungen auf Flächengeometrie und sind relativ leicht zu berechnen. Schräg einfallende Strahlen benötigen dreidimensionale Raumgeometrie. Die betreffenden Gleichungen sind sehr komplex, deshalb wurden schräge Strahlengänge in der Frühzeit der optischen Rechnung mittels Annäherungsformeln oder überhaupt nicht berechnet. Wiederum konnte nur eine beschränkte Kenntnis der Leistung des optischen Systems gewonnen werden.

Mit der Einführung von Rechenanlagen wurden die Beschränkungen des optischen Rechnens behoben, so dass nun die numerische (also exakte) Methode voll eingesetzt werden konnte.

Numerische Methoden können eingesetzt werden, um die wichtigen Abbildungsfehler besser zu kontrollieren und sie können auch verwendet werden, um ein optisches System zu optimieren. Dieser Reichtum an Information kann aber auch seine eigenen Probleme herbeiführen. Hat Ihnen irgend jemand gesagt, dass die Aufgabe des optischen Rechners heutzutage leicht ist?

Die Größenordnung der Aufgabe des optischen Rechners kann recht eindrucksvoll dargestellt werden.

Es besteht ein gewisses Verhältnis zwischen der Anzahl von Objektivparametern (Linsenkrümmung, Linsendicke, Abstand, Brechungsindex usw.), sprich Freiheitsgraden, und dem Grad der Korrektur eines optischen Systems. Mit mehr Freiheitsgraden hat der optische Rechner entsprechend mehr Möglichkeiten, ein System zu korrigieren. Wenn ein Rechner mehr optische Elemente einsetzt, könnte eine bessere Korrektur

erreicht werden. Das hat aber erhebliche Kostensteigerungen zur Folge, noch dazu könnte das System stark auf Fertigungstoleranzen oder Gewichtssteigerungen reagieren.

Der optische Rechner muss dann ein sehr gutes Verständnis der grundsätzlichen optischen Möglichkeiten einer bestimmten Konstruktion erarbeiten. Alle Konstruktionen benötigen eine Optimierung nach einer anfänglich vielversprechenden Skizze. Wenn eine Konstruktion nicht für einen Feinabgleich geeignet ist, kann der Konstrukteur ein nur minderwertiges Produkt erreichen.

Ein sechslinsiges Summicron hat 10 freie Linsenflächen (Radien), sechs Linsendicken (eine pro Linse) und vier Abstände zwischen Linsen. Zusätzlich hat jeder Glastyp einen Brechungsindex und eine Dispersionsnummer. Auch muss die genaue Lage der Blende bestimmt werden. Mit diesen 36 Parametern (oder Freiheitsgraden) muss der optische Rechner mehr als 60 (!) verschiedene Abbildungsfehler korrigieren. Jeder Parameter kann ungefähr 10.000 einzelne Werte betragen und wir müssen mehr als 6.000 verschiedene Strahlengänge für jede Änderung eines Parameters berechnen.

Die 36 Freiheitsgrade sind auch nicht ganz unabhängig. Einige müssen kombiniert werden, andere sind stark von anderen Parametern eingeschränkt. Demzufolge sind die 36 Freiheitsgrade auf ungefähr 20 reduziert, wodurch die Aufgabe noch komplizierter wird. Angesichts der gegebenen Bedingungen und Überlegungen ist es nicht überraschend, dass hunderte, wenn nicht tausende von Konstruktionen erarbeitet werden können, welche alle der gewünschten Lösung sehr nahe liegen. Es ist geschätzt worden, dass eine komplette Bewertung der sechslinsigen Summicron-Konstruktion unter Einsatz sehr schneller Computer, die Strahlengänge mit einer Geschwindigkeit von 100.000 Oberflächen pro Sekunde berechnen können, 10⁹⁹ Jahre beanspruchen würde.

Das ist selbstverständlich nicht möglich. Um die beste Lösung aus dieser unendlichen Auswahl zu ermitteln, muß der Optikrechner eine gründliche Kenntnis der Effekte aller Abbildungsfehler auf die Bildqualität besitzen. Zusätzlich muß er fähig sein, diejenigen Faktoren

der Bildqualität zu erkennen, welche die gewünschten Merkmale des optischen Systems herbeiführen können. Heute kann ein Konstruktionsablauf bis zu zwei Jahre und eine kleine Gruppe von Leuten beanspruchen, um die Kosten in wirtschaftlich günstigen Grenzen zu halten. Es gibt keine bessere

Weise, die überragende Bedeutung der Kunst der optischen Konstruktion zu beschreiben, die für den Beginn eines neuen optischen Systems nötig ist.

Es scheint, als ob die Kreativität des Optikrechners heute noch wichtiger ist, als sie es in der Vergangenheit war. Und so ist es auch.

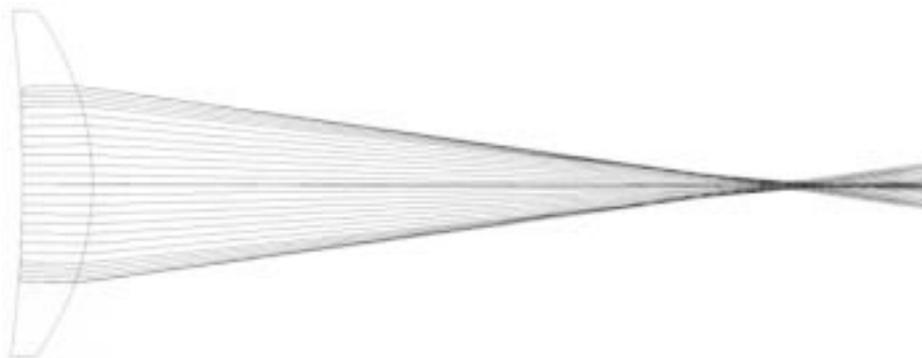
Wie aus der Beschreibung der Rechnung des Triplets hervorging, ist es eine wichtige Aufgabe eines Optikentwicklers, die verschiedenen Bildfehler beurteilen zu können und dementsprechend einige Änderungen an den Konstruktionsdaten (Radien, Dicken, Abstände und Glasarten) vorzunehmen.

Es ist auch sehr wichtig, dass die Ausgangsposition geschickt angesetzt wird und so die gewünschte Korrektur auch möglich ist.

Die Güte-Funktion

Wenn es so viele Möglichkeiten gibt, ein bestimmtes System zu definieren und zu korrigieren, braucht man eine klare Idee, wann der gewünschte Korrektionszustand erreicht ist. Der Computer und die Optik-Programme können numerische Angaben einfach erstellen. Sie sind im Stande, in kurzer Zeit Millionen von Strahlendurchrechnungen zu generieren. Daraus kann der Optikentwickler einen Einblick über die Art und Größenordnung der einzelnen Bildfehleranteile erhalten. Es gibt dann noch zwei Fragen zu beantworten: Genügt das Objektiv, das jetzt gerechnet wurde, den Ansprüchen? Gibt es noch eine bessere Lösung?

Und hier wird die Kunst der Leica Optikentwickler deutlich. Nicht nur bei Leica ist man vertraut mit Optik und Aberrationen und mit der grundlegenden Forderung, dass jedes fotografische Objektiv ein Kompromiß aus Ideal und Realität ist und eine Feinabstimmung zwischen den vielen wirksamen Bildfehlern beinhaltet, die teilweise gegeneinander



kompensiert werden sollen. Es steckt immer ein kleiner Restfehleranteil im Objektiv. Die Gewichtung und Kompensationsmethode des Fehlerausgleichs bestimmt, wie die Abbildungsleistung letztendlich von den Fotografen erfahren und akzeptiert wird.

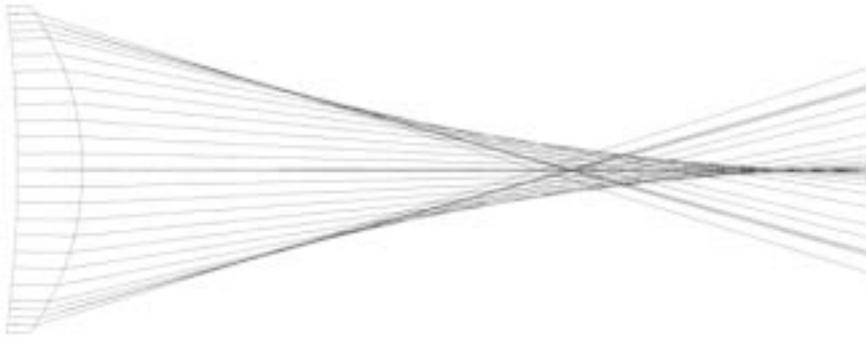
Leica Optikentwickler haben einen großen Ehrgeiz, optische Systeme mit einer ganz bestimmten Optimierung der verschiedenen Bildfehler zu entwickeln, die den Restfehler so klein wie nur möglich halten. Wenn man sagen würde, dass eine bestimmte Rechnung nicht gut genug ist, sollte man irgendwo einen Standard haben, mit dem verglichen werden kann, was man hat und was man haben möchte. Das Rechenprogramm bietet in diesem Fall keine Hilfe. Stellen Sie sich vor, dass Sie im Hubschrauber über eine hügelige Landschaft fliegen und versuchen, das tiefste Tal zu finden. Bestimmt bemerken Sie ein Tal, das im Umfeld sehr tief ist. Aber Sie wissen ja nicht, was noch hinter dem nächsten Berg steckt. Ein Optimierungsprogramm versucht, ein tiefes Tal zu finden und findet bestimmt ein lokales Tief. Aber ohne übergreifende Kenntnisse der ganzen Landschaft bleibt man ja am Suchen, ohne genau zu wissen, ob man wirklich das tiefste Tal gefunden hat. Diese strukturelle Information erhält man nur, wenn man die Eigenheiten und Merkmale eines optischen Systems kennt. Leica Optikentwickler nennen dies die Seele eines Objektivs. Die Güte-Funktion, die man mit einem Objektiv verknüpft, soll realistisch sein und das Beste aus einem Objektiv herausholen. Wobei gesagt

werden soll, dass „das Beste“ von jedem Optikdesigner anders interpretiert und definiert wird.

Wir sind gewohnt, uns Lichtstrahlen als einzelne Linien vorzustellen. Für die Rechnung macht das auch Sinn. Aber in der Praxis wird ein Energiefluß durch das ganze Objektiv strömen, also die Summe aller Gegenstandspunkte, die Licht in Richtung des Objektivs aussenden. Der komplette Lichtstrom stößt auf einmal auf die vordere Linse und wird durch das optische System weitergeleitet. Das wird als geometrischer Fluß angedeutet. Kenntnis und Einsicht in diesen Fluß sind beim Entwurf eines Objektivs äußerst wichtig. Die Lichtenergie soll geschmeidig und ohne viel Umlenkung oder Widerstand durchs Objektiv fließen. Das hört sich fast an wie ein Gedanke aus der Zen-Philosophie.

Schritte beim Entwurf.

Wenn ein neues Objektiv gerechnet werden soll, fängt man normalerweise bei einem bestehenden System an und versucht, einen Ansatz für ein besseres zu finden. Die Anforderungen an Maße und Gewicht sind überaus wichtig bei M-Objektiven. Die Randbedingungen wie mechanische Baugrößen bestimmen den ersten Anlauf. Die Objektive sollen ja klein und handlich sein und dürfen den Suchereinfluss nicht bedecken. Diese Forderungen sind ganz logisch von der Benutzerseite, aber für den Optikdesigner stellen sie ein Problem dar. Mehr optische Leistung bedeutet



oft ein größeres Bauvolumen, und da soll man schon neue Lösungen benutzen, wie Asphären, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen. Viel Gewicht kann man sich nicht erlauben und deshalb ist die Anzahl der Linsen und die Wahl der Glasarten eingeschränkt. Brennweite und Maximalöffnung bestimmen ja schon die Möglichkeiten. Der Entwickler soll einen kreativen Ansatz finden, der zum Erfolg führt oder immerhin bei der Optimierung (das Finden des tiefsten Tals) vielversprechend ist. Auch hier gibt es eine philosophische Überlegung: Ein optischer Entwurf soll eine Art von Schönheit besitzen, die man erkennen kann. Es gibt Linsenschnitte, die sehr gewagt aussehen und andere, die eine optische Schönheit besitzen. Solche Objektivkonstruktionen sind die besten. Ohne eine gute Ausgangslage wird kein Objektiv das leisten, was man erwartet. Die Optimierung wird im Kreis verlaufen und man kommt manchmal nicht weiter. Hat man einen Ansatz, bei dem man sich wohl fühlt, kann der nächste Schritt gemacht werden. Das ist die Korrektur der Seidelschen Bildfehler.

Diese zu korrigieren ist im Prinzip nicht so schwierig, aber wir wissen ja, dass dieselben auch genutzt werden, um die Aberrationen von höheren Ordnungen zu beeinflussen. Also sollte man am Anfang eine gute Wahl der Systemparameter gemacht haben, sonst kann man nur mit mehr Komplexität an das Ergebnis herankommen. Jede zusätzliche Linse kann man gebrauchen, um einen Bildfehler zu korrigieren, aber man ruft auch neue Probleme ins Leben. Und man

wird schnell erfahren, dass diese dann ganz unüberschaubar werden. Typisch für Leica Objektive ist die relativ geringe Anzahl der Linsen in einem Objektiv. Das Apo-Summicron-M 2/90mm ASPH kommt mit fünf Einzellinsen aus und hat eine überragende Leistung.

Der nächste Schritt ist die Systemoptimierung: kleine Änderungen der Linsenkrümmung, Glaswahl, Abstände und Dicken werden eingesetzt, um die erforderliche Korrektur der Bildfehler zu erreichen. Und schließlich werden dann auch noch diese Restfehler so aufeinander abgestimmt, dass das Ergebnis die Abbildungsleistung bringt, die man gefordert hat.

Eine der unbemerkten Revolutionen bei Leica ist die ganz intensive Zusammenarbeit zwischen Optik- und Mechanikingenieuren. Es bringt ja wenig, ein Objektiv zu schaffen, das man nicht oder nicht genau genug oder nur viel zu teuer fertigen kann. Der Optikdesigner soll sich hier ganz kreativ verhalten. Wenn man ein Objektiv hat, das nur feine Strukturen gut darstellen kann, braucht man andere Fertigungstoleranzen als diejenigen, die man braucht, wenn man ein Objektiv baut, das auch feinste Strukturen klar aufzeichnen kann. Das ist logisch: wenn man sehr kleine Bildeinzelheiten aufs Negativ bringen möchte, kann man sich weniger Fehler erlauben, als wenn man sich auf grobe Einzelheiten konzentriert. Sehr kleine Fertigungstoleranzen bei der Montage bringen die Möglichkeit, dass die errechnete optische Leistung auch bei jedem einzelnen Objektiv erreicht wird. Es ist nicht so einfach, diese Tole-

ranzgrenzen einzuhalten und das geht nur, wenn dieselben in enger Zusammenarbeit zwischen Optik und Mechanik diskutiert werden.

Die Leica spezifischen Merkmale der Objektive.

Die Fortschritte, die in letzter Zeit bei der Leistung der Leica Objektive gemacht wurden, lassen sich folgendermaßen begründen:

Erstens wurden die Optikprogramme verbessert und sind mit den neuesten Erkenntnissen der Bildfehlertheorie, Optimierung und Bewertung der Abbildungsleistung verknüpft. Zweitens sind die Kenntnisse der Eigenschaften der Glasarten vertieft worden. Zwar ist die Zeit vorbei, in der man oft neue Gläser zusammenstellte. Die großen Glashersteller haben einen Katalog, der ziemlich stabil ist und Leica Entwickler möchten noch einige exotische Gläser geschmolzen haben, aber es ist fraglich, ob dies jemals verwirklicht wird.

Drittens ist die Zusammenarbeit zwischen Mechanik und Optik intensiviert worden. Die Mitarbeit der Fertigungsingenieure bei der Berechnung eines Hochleistungsobjektivs ist eine Voraussetzung für ein gutes Endergebnis.

Schließlich hat man bei Leica eine große Erfahrung mit den verschiedenen Bildfehlern, mit ihrer Auswirkung auf das fotografische Bild und mit dem tieferen Zusammenhang der Aberrationen.

Die aktuellen Leica Objektive haben einige herausragende Merkmale, die man als Familienmerkmale deuten kann. Neuere M-Objektive haben eine Leistung bei voller Öffnung, die oft einen Quantensprung besser ist als die ihrer Vorgänger. Das trifft nicht so sehr auf die Leistung in der Mitte des Bildes zu, sondern vor allem im Feld, also in den Bildzonen. Auch ist der Allgemenkontrast beachtlich und sichtbar angehoben. Streulicht ist sehr gut unterdrückt worden und das kann man auch erkennen, wenn man sich die ganz feinen Strukturen im Bild ansieht. Bei älteren Objektiven sind diese Bildeinzelheiten verschwommen oder gar nicht abgebildet, während man sie bei den neuesten Objektiven klar und transparent wahrnehmen kann, vor allem bei der Großprojektion. Die feine Abstufung der Lich-

ter und Schatten in hellen und dunklen Partien über fast das ganze Bildfeld beweisen, dass die wichtigen monochromatischen Bildfehler wie Öffnungsfehler, Koma und Astigmatismus sehr gut korrigiert sind. Leuchtende und zart abgestufte Farben werden akkurat reproduziert, was ein Hinweis für ausgezeichnete Farbkorrektur ist. Auch die Farbfehler, die sich oft in Randunschärfen bemerkbar machen, sind gut behoben. Ein weiteres Merkmal ist die optimale Blende, die bei den neueren Objektiven schon erreicht wird, wenn man nur eine Stufe abblendet. Die alte Weisheit, dass man auf Blende 1:5.6 oder 1:8 abzublenden hat, um beste Leistung zu erhalten, gilt nicht mehr so universell. Die Klarheit des Bildes wird wie gesagt auch erreicht, weil man das Streulicht, also die Lichtenergie, die nicht zum Bildaufzeichnung gelangt und im optischen System gestreut wird, wirksam kanalisieren kann.

Diese allgemeinen Merkmale der neuesten Leica M-Objektive sind im fotografischen Bild klar zu sehen. Das volle Leistungspotential der Leica Objektiv kann man nur dann ausbeuten, wenn der Photograph seine Technik beherrscht. Der Korrektionszustand der Objektive ist von ganz hoher Ordnung und wird nur ersichtlich, wenn man die

Anforderungen steigert. Ein guter schwarzweißer Abzug auf 20x25 cm kann nicht alle Einzelheiten zeigen, die ein Objektiv potentiell abbilden kann. Und dann kann man die systembedingte Unschärfe bei den feineren Strukturen nicht sehen. Geht man eine Stufe weiter, z.B. auf 30x40 cm, werden auf einmal die Grenzen drastisch verlegt. Nun kommt es darauf an, dass man jedes Glied der Leistungskette optimal ausnützen kann. In diesem Fall wird das Objektiv das wichtigste Glied und der Fotograf kann die Merkmale auch gut einsetzen.

Unschärfe und Unschärfeverlauf.

Es gibt nur eine Schärfenebene und das ist die Filmebene. Das bedeutet, dass ein Lichtbündel, das von einem Gegenstandspunkt kommt, wie ein Lichtkegel die Filmebene durchschneidet. Im Idealfall wird die Spitze des Kegels genau die Filmebene durchschneiden, weil dann der abzubildende Punkt so klein wie möglich ist. (Siehe Abbildung). An beiden Seiten dieses Punktes ist der Kegelschnitt größer und die Punkte werden als kleine Scheibchen abgebildet. Das wird normalerweise als Unschärfekreis definiert. Ist der Lichtkegel insgesamt

schmal, dann ist auch der Unterschied zwischen dem Durchmesser des Punktes und der davor und dahinter liegenden Kreisen klein. Der Unschärfeverlauf ist dann geschmeidig. Neuere Leica M-Objektive sind so korrigiert, dass sie feinste Strukturen und Einzelheiten abbilden können. Das bedeutet auch, dass die Spitze der Lichtkegel ganz klein sein soll und einen breiteren Winkel haben soll (siehe Abbildung). Der Unschärfekreis ist relativ (und auch absolut) größer als im vorigem Fall. Merkmal der aktuellen Objektive ist ein visuell schneller Verlauf von Schärfe zu Unschärfe. Das hilft bei der Bildgestaltung, weil die bildwichtigen Partien bei voller Öffnung klar vor dem Hintergrund zu unterscheiden sind. Die Unschärfekreise wirken oft etwas unruhiger und das sollte man bei der Aufnahme beachten.

Neueste Leica Objektive sind nicht nur optisch besser als ihre Vorgänger, sie bieten auch eine andere Art der Bildwiedergabe, die zu berücksichtigen ist, wenn man von älteren auf neuere Versionen umsteigt. Aber das ist ja auch das schöne und interessante an Leica Objektiven: Man soll sie ja kennenlernen und ihre Persönlichkeit studieren.

Kerntechnologien

Aktuelle Leica M Objektive verkörpern ein tiefes Verständnis und eine Empfindsamkeit gegenüber den Fragen der geometrischen und physikalischen Optik, der mechanischen Konstruktion, der optischen Produktion, der Auswahl der Gläser und des Verhältnisses zwischen Restfehlern und Bildqualität. Die Leica Objektivkonstruktion ist das Ergebnis aus Erfindungskraft, Schöpfergeist und einer soliden wissenschaftlichen Kenntnis aller wichtigen Aspekte eines optischen Systems. Höchst wichtig sind selbstverständlich die Leitsätze der großen Konstrukteure aus der Ära Wetzlar, vor allem Max Berek und der akkumu-

lierten Erfahrungen und Einsichten seiner Nachfolger. Zum Teil ist dieses Wissen in die aktuellen Computerprogramme eingearbeitet worden. Ein Aspekt von überragender Bedeutung lässt sich jedoch nicht in Regeln oder Algorithmen fassen: Die Kultur, das wirkliche Bildpotential einer neuen Entwicklung zu studieren und das Wissen, eine solche Entwicklung in ein wirkliches Meisterstück der fotografischen Optik zu verwandeln.

Sie sind so präzise gearbeitet und nach dem neuesten Stand der Technik gefertigt, dass eine Wiedergabe-Genauigkeit ermöglicht wird, welche die

Kombination von Philosophie und Entwicklung widerspiegelt, die für die Leica Konstrukteure so einzigartig ist.

Wäre es unsere Aufgabe, die wichtigsten Werkzeuge der Leica Konstrukteure zu identifizieren, würden wir die folgende Liste aufstellen:

- asphärische Flächen
- apochromatische Korrektur
- Auswahl der Gläser
- Dünnfilmbeschichtung
- Konstruktion der Fassung

Keines dieser Gebiete ist die exklusive Domäne von Leica. In der Tat verwenden viele Hersteller auf der ganzen Welt Asphären, apochromatische Korrektoren und haben Zugang zu denselben Gläserkatalogen wie die Leica Konstrukteure.

Als ich diese Punkte mit den Leica Konstrukteuren besprach, wies ich sie darauf hin, dass die Asphärentechnologie seit den dreißiger Jahren genützt wurde und jetzt in großem Umfang von vielen Optikherstellern angewendet wird. Sie antworteten mit typischer Bescheidenheit, dass sie selbst vielleicht ein paar Dinge über Asphären wüssten, die ihnen die Konstruktion von Objektiven mit verbesserter Abbildungsqualität ermöglichten. Betrachten wir diese Werkzeuge, von denen einige erstaunlich alt sind.

Asphärische Oberflächen

Die meisten in der fotografischen Optik verwendeten Linsen besitzen sphärische Oberflächen, was bedeutet, dass die Oberflächen dieser Linsen kugelförmig gekrümmt sind. Den Grenzfall stellt eine plane oder ebene Oberfläche dar, das heißt: eine Kugel mit unendlichem Radius. Sphärische Oberflächen lassen sich verhältnismäßig leicht herstellen und es ist (zumindest im Konzept) auch einfach, Strahlen zu verfolgen. Eine Asphäre wird aus dem Negativen definiert: Jede Oberfläche mit einer von der Kugel abweichenden Form wird Asphäre genannt. Eine sphärische Oberfläche hat einen Radius R und das Krümmungszentrum liegt irgendwo auf der optischen Achse. Der Radius definiert alle Punkte oberhalb und unterhalb der optischen Achse. Für eine asphärische Oberfläche benötigen wir mehr Informationen. Wir bestimmen den Unterschied zwischen einer Referenzsphäre und der eigentlichen Asphäre in verschiedenen Höhen oberhalb und unterhalb der optischen Achse und führen diese Werte in eine Gleichung ein. Diese Gleichung kann sehr komplex sein, in ihren einfacheren Formen beschreibt sie jedoch eine Parabel, ein Ellipsoid oder eine Hyperbel. Eine Asphäre kann eine Oberfläche mit verschiedenen asphärischen Bereichen sein, davon eine parabolisch, die andere ellipsoid. Die

Komplexität der Oberfläche sollte gegenüber den Herstellungskosten und ihrer Funktion innerhalb des optischen Gesamtsystems gewichtet werden.

Es gibt die Tendenz, asphärische Linsen in einem optischen System als Zeichen überlegener optischer Leistung zu interpretieren. Das stimmt nicht. Einige Optikentwickler können fabelhafte Entwürfe mit einem bestimmten Computerprogramm erzeugen, während andere Personen mit dem gleichen Programm nur mittelmäßige Ergebnisse erzielen.

Eine asphärische Oberfläche führt einige sorgfältig kontrollierte Aberrationen zusätzlich zu den aus den sphärischen Oberflächen herrührenden Aberrationen ein. Wenn man die grundlegenden Aberrationen im System nicht gründlich versteht, wird eine zusätzliche asphärische Oberfläche keinen Erfolg bringen. Ein typischer Fall wäre ein Objektiv mit sphärischer Aberration neben verschiedenen anderen Aberrationen. Der Konstrukteur könnte das sphärische System benutzen, um alle Aberrationen mit Ausnahme der sphärischen zu korrigieren. Durch Hinzufügen einer Asphäre könnte er dann die sphärische Aberration korrigieren.

Die Anwendung von asphärischen Oberflächen bei Spiegeln und Teleskopen ist sehr alt. Asphären wurden bereits im 18. Jahrhundert nach der Methode des Ausprobierens hergestellt. Sie sind deswegen keine neuen Werkzeuge für die Korrektur von Aberrationen. Man verwendet die Asphärentechnik, wenn Systeme durch die alleinige Verwendung sphärischer Oberflächen zu komplex oder zu groß werden, und es gibt noch eine Reihe weiterer Gründe dafür.

Die Verwendung einer asphärischen Oberfläche gibt dem Konstrukteur einen zusätzlichen Freiheitsgrad bei der Korrektur optischer Systeme, der ihn in die Lage versetzt, qualitativ hochwertige Optik kompakt zu bauen. Einige Vorteile aus dem Blickwinkel der Korrektur sind ein Eliminieren der sphärischen Aberration und eine Korrektur der sphärischen Aberration der Pupille (Verzeichnung). Asphären kann man verwenden, um eine größere Anfangsöffnung, einen größeren Bildwinkel sowie Gewichts-

und Volumensparnis zu erreichen (eine asphärische Oberfläche ersetzt zwei sphärische).

Die Herstellung asphärischer Oberflächen erfordert äußerste Präzision. Die asphärischen Deformationen sind auf einen sehr kleinen Bruchteil der Wellenlänge berechnet; dieses Maß an Präzision ist bei der Herstellung nicht erreichbar. Für Hochqualitätsoptik wird eine Genauigkeit von 1/4 der Wellenlänge des Lichtes gefordert (das entspricht 3/10000 der Breite des menschlichen Haars). Bei Prüfverfahren der optischen Herstellung kann man diesen Genauigkeitsgrad durch Verwendung von Interferogrammen erreichen. Es ist sehr schwierig, Asphären auf diese Weise zu prüfen; um eine Genauigkeit von 0,5 Mikrometer zu garantieren, muß man CNC Schleif- und Poliermaschinen einsetzen.

Leica verwendet jedoch ein Interferometer, um die Kugelförmigkeit von Linsen zu prüfen. Es wird ein Kompensationssystem eingesetzt, um die sphärische Wellenfront des Interferometers an die Asphäre der Linsenoberfläche anzupassen. Diese Kompensationssysteme können aus einer sphärischen Linse bestehen. Die neueste Methode eines Kompensationssystems verwendet CGH's (Computer Generated Holograms, computergenerierte Hologramme). Leica verwendet jetzt diese Technik.

Die gewünschte asphärische Form kann aus Plastik gepresst werden oder sie kann aus einer Hybridform bestehen, einer Glaslinse mit daran gekittetem Plastik-Pressling, oder wie bei KODAK in der Disc-Kamera aus einer blankgepressten asphärischen Oberfläche.

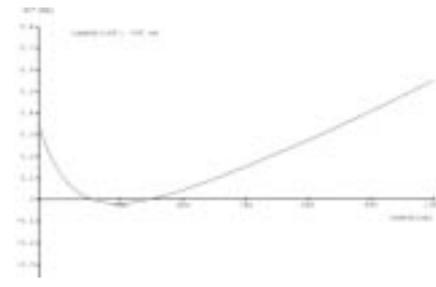
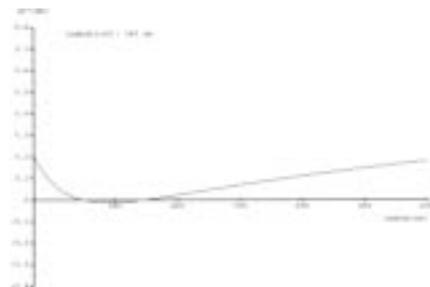
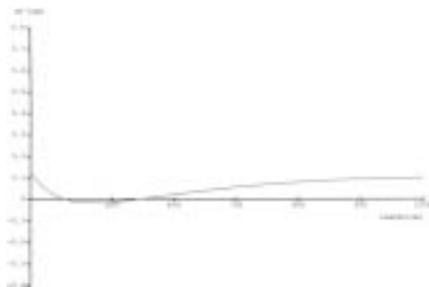
Das 1966 eingeführte NOCTILUX 1:1,2/50 mm war das erste von Leica hergestellte Objektiv mit zwei asphärischen Oberflächen. Damals wurden asphärische Oberflächen bis zur ungefähren Form poliert und anschließend von Hand korrigiert. Da das Ausmaß der Deformation sehr gering ist, besteht bei den meisten asphärischen Oberflächen die Gefahr, dass mit dem Polieren die ursprüngliche Kugelform wiederhergestellt wird! Nur wenige Mitarbeiter waren bei Leitz in der Lage, eine asphäri-

sche Form manuell zu korrigieren, und auch sie produzierten Oberflächen außerhalb der gewünschten Form. Diesen teuren und arbeitsintensiven Fertigungsvorgang hat man bald verlassen. Das in den Asphären steckende Potential für weitreichende Verbesserungen der Bildqualität war jedoch zu vielversprechend, um es links liegen zu lassen. Huygens hat seine theoretischen Möglichkeiten bereits 1678 beschrieben. Dreihundert Jahre später war die Herstellung von Präzisionsasphären Wirklichkeit geworden. Leica benützte zunächst eine neue Technik, die von Leica, Schott und Hoya gemeinsam entwickelt wurde. Leicas Beitrag war die Technik des Presswerkzeugs. Diese Methode wurde zuerst beim SUMMILUX-M asph. 1:1,4/35 mm angewendet (die 21 mm, 24 mm und 1:2/35 mm Objektive sind alle SUMMILUX-Typen). Sie erzeugt hochpräzise Oberflächen, die Technik ist jedoch auf

tionen zu korrigieren. Sobald ein bestimmtes Niveau der Abbildungsqualität erreicht wurde und das Verständnis für ein Linsensystem fortgeschritten ist, muss man sich mit einem höheren Niveau der Aberrationen beschäftigen. Der Entwickler benötigt deswegen weitere Parameter, die er verändern und beeinflussen kann. Die Forderung nach immer exotischeren Glassorten und weiteren Gliedern nimmt nie ein Ende. Die Asphärentechnik ist für den Entwurf und für die Konstruktion komplexer optischer Systeme sehr wirkungsvoll und elegant.

Die Theorie und die Technik der Asphären steckt jedoch noch in ihren Kinderschuhen und wird sicherlich nicht so gut verstanden wie die Technik der Sphären und ihre Korrekturtheorie. Leica Konstrukteure verwenden Asphären, wenn sich klare Vorteile zur Verbesserung der Bildqualität ergeben,

pandierete das Gebiet der Mikroskopie rasch und die für Mikroskopobjektive geforderte hohe Auflösung verlangte, dass alle Aberrationen sehr klein waren, das heißt: nahe an jeder Beugungsgrenze. Es gibt bei fotografischer Abbildung immer einen apochromatischen Fehler, der sich über das ganze Bildfeld erstreckt. Im Allgemeinen ist dieser Fehler weniger groß, so dass er nicht einzeln identifiziert werden kann. Das sichtbare Ergebnis des apochromatischen Fehlers ist eine Verringerung des Kontrasts und ein Verschwimmen kleiner Bilddetails. Man sollte den apochromatischen Fehler in der Bildmitte (axial) suchen. Axial sind die störendsten Fehler ziemlich effektiv korrigiert worden, man hat es also mit den schwierigeren Aberrationen wie sphärischer Aberration, Farbfehler der sphärischen Aberration oder dem apochromatischen Fehler zu tun.



Linsen mit kleinem Radius (ca. 20 mm) beschränkt. Außerdem können nur wenige Glassorten verwendet werden, die Erhitzen, Pressen und Abkühlen ohne widrige Effekte aushalten. Hierdurch wird die Auswahl an Gläsern eingeschränkt; viele Entwickler beklagen sich, dass die mehr als 100 Glassorten aus den Katalogen der Hersteller nicht mehr ausreichen.

Der nächste Schritt besteht in der Verwendung computergesteuerter Schleif- und Poliermaschinen, die dem Konstrukteur die Freiheit der Gläserwahl und des Radius geben. In der Reihe der Leica M Objektive ist das APO-SUMMICRON-M 1:2/90 ASPH das erste Objektiv mit einer asphärischen Oberfläche, welches nach dieser vielversprechenden Methode hergestellt wurde.

Der Leica Entwickler benötigt immer zusätzliche Möglichkeiten, um Aberra-

wenn die Zahl der Glieder verringert werden kann oder wenn Entwicklungen möglich werden, die man ohne Asphären nicht erreichen kann.

Die Verwendung von Asphären alleine weist noch nicht auf eine hohe Leistung des Objektivs hin. Manche Entwickler schaffen mit sphärischen Oberflächen ein Objektiv, das theoretisch die gleiche Leistung wie ein asphärisches hat. Es könnte jedoch unmöglich sein, dieses Objektiv mit der geforderten Genauigkeit und Toleranz zu bauen. Wenn Leica Entwickler asphärische Oberflächen verwenden, sind dieselben eine wohl überlegte Komponente der Gesamtkonstruktion.

Apochromatische Korrektur

Ernst Abbe berechnete 1895 das erste apochromatische Objektiv. Damals ex-

Was ist dieser apochromatische Fehler? Wenn mehrfarbiges Licht in Glas eintritt, wird es in eine Anzahl Strahlen zerlegt, jeder in einer anderen Wellenlänge. Jeder Strahl wird einem leicht abweichenden Pfad folgen. Die blaue Farbe wird näher beim Objektiv fokussiert als die rote Farbe. Der Längenunterschied dieser beiden Orte wird als chromatischer Längsfehler bezeichnet. Weil das blaue Licht näher beim Objektiv konvergiert, wird der entsprechende Fleck in der Bildebene ebenfalls größer sein. Dies nennt man Farbquerfehler. Man kann diesen Fehler als eine Serie von Farbrändern rings um einen Fleck erkennen.

Die Größe der chromatischen Aberration hängt von der Abbeschen Zahl, dem Brechungsindex, der Brennweite und dem Bildwinkel ab. Die Brennweite ist wichtig, was erklärt, weshalb langbrennweitige Objektive besonders hinsichtlich

der chromatischen Aberrationen korrigiert werden müssen. Die Veränderung der Brennweite für verschiedene Farben aufgrund des Brechungsindex eines Glases wird Dispersionsvermögen genannt. Um eine Vorstellung der sehr geringen Größen zu erhalten, um die es hier geht, können wir feststellen, dass die Entfernung zwischen den roten und blauen Fokuspunkten etwa $1/60$ bis $1/30$ der Brennweite entspricht. Diese chromatische Variation des Brechungsindex wird Zerstreuung genannt. Würde man die Kurven für den Brechungsindex im Verhältnis zur Wellenlänge zweier Glassorten aufzeichnen, zum Beispiel Schott BK7 und SF2, ergäben sich unterschiedliche nichtlineare Kurven. Jedes Glas hat seine eigene und einzigartige Kurve. Krongläser haben verhältnismäßig geringe, Flintgläser ziemlich hohe Dispersion. Die Gesamtzerstreuung bestimmt die allgemeine Dispersionscharakteristik. Wenn wir jedoch nur am blauen Teil des Spektrums interessiert sind, brauchen wir auch nur den blauen Teil der Dispersion zu studieren. Zwei Gläser haben verschiedene Zerstreuungskräfte und die Formen ihrer Dispersionskurven sind anders. Deswegen benötigen wir zusätzlich zur Gesamtzerstreuung auch Zahlen für die Teilerstreuung, wobei sich „Teil“ auf einen Teil des Spektrums bezieht. Wenn ein Glas ein langes blaues Spektrum erzeugt, wird es als „langes“ Glas bezeichnet. Ein Glas mit einem kurzen blauen Spektrum wird, was nicht überrascht, ein „kurzes“ Glas genannt. Die meisten Krongläser sind kurz und die meisten Flintgläser sind lang. Einige Gläser stimmen mit dieser allgemeinen Regel nicht überein. Es gibt wenige lange Kron- und kurze Flintgläser. Diese außerhalb der Reihe liegenden Gläser nennt man Gläser mit anomaler Zerstreuung.

Die meisten Gläser liegen auf der Karte entlang einer geraden oder leicht gekrümmten Linie, der sogenannten Normalglaslinie. Die Gläser außerhalb der Linie, jene mit der anomalen Zerstreuung, bezeichnet man auch als Gläser außerhalb der Normallinie.

Es ist zumindest im Prinzip ganz einfach, zwei Gläser mit entgegengesetzter Zerstreuung zusammenzusetzen,

um zu erreichen, dass mindestens zwei Farben (rot und blau) im gleichen Punkt der optischen Achse konvergieren. Dann haben wir einen Achromaten, der häufig ein Flint/Kronglas-Paar ist. Andere Farben des Spektrums wie grün und purpur werden noch immer unscharf sein. Diese verbleibenden Fehler werden das sekundäre Spektrum oder die sekundäre Farbe genannt.

Der apochromatische Fehler ist das Ergebnis verschiedener Teildispersionen oder verschiedener Anteile der Teilaberrationen der Glassorten.

Theoretisch sollte es möglich sein, eine apochromatische Korrektur durch die Verwendung dreier Gläser mit unterschiedlicher Dispersion zu erreichen. Die Nichtlinearität der Dispersionskurve und das nur teilweise Übereinstimmen der Teildispersion machen dem Entwickler das Leben schwer.

Zur Korrektur des apochromatischen Fehlers kann die Verwendung spezieller Gläser außerhalb der Normallinie vorteilhaft sein. Diese Gläser haben jedoch Eigenschaften, die ihren Einsatz erschweren. Sie sind weich und sehr schwierig zu polieren, sie können nicht im gewünschten Durchmesser verfügbar oder sehr teuer sein.

Infolgedessen kann der Entwickler eine apochromatische Korrektur mit Normalgläsern (die Dreiglas-Lösung) anstreben. Will man jedoch solche Gläser verwenden, muss man die monochromatischen Fehler berücksichtigen. Manchmal steht der Entwickler auch vor Schwierigkeiten im Abgleichen der Korrektur und es werden ihm nützliche Parameter ausgehen, so dass er ein zu komplexes System benötigen würde.

Ich habe weiter oben erwähnt, dass dem Konstrukteur nach der Korrektur eines Systems für zwei Farben die chromatischen Restfehler erhalten bleiben. Es gibt weder eine Regel dafür, wie groß dieser Restfehler sein darf, noch wie klein der apochromatische Fehler sein muss, damit man ein Objektiv als wirklichen Apochromaten bezeichnen kann.

Pragmatisch lässt sich sagen, dass es eine große Bandbreite zwischen einem Achromaten, einem Semi-Apochromaten und einem wirklichen Apochroma-

ten gibt. Man kann deshalb jedes Objektiv mit sehr kleinen chromatischen Aberrationen einen Apochromaten nennen, selbst dann, wenn die Korrektur mit Gläsern der Normallinie erreicht wurde.

Leica verwendet für die apochromatische Korrektur Gläser außerhalb der Normallinie. Diese Gläser sind also fälschlich als APO-Gläser bekannt. Tatsächlich sind sie Gläser mit anomaler Dispersion. Die Dispersionskurven sind nichtlinear, was die Berechnung der Korrektur mit diesen Gläsern erschwert. Die Kurven werden nie völlig übereinstimmen, so dass Restfehler im System erhalten bleiben. Die Restfehler nach einer achromatischen Korrektur werden sekundäres Spektrum genannt und es verwundert nicht, dass die Restfehler nach einer apochromatischen Korrektur tertiäres Spektrum heißen.

Leica Entwickler kennen die Nichtlinearität dieser Gläser sehr gut. Die Kunst besteht darin, zu wissen, welche Gläser an welcher Stelle des Entwurfs zu verwenden sind.

Wie bereits erwähnt, sind Gläser mit anomaler Dispersion in den Katalogen von Schott, Hoya, Corning und anderen zu finden, in denen auch die Eigenschaften der Gläser aufgelistet sind. Die Verwendung solcher Gläser mag nicht nur auf Leica beschränkt sein. Aber die Kenntnis und der Erfahrungsreichtum, um aus diesen Glassorten das meiste herauszuholen, kombiniert mit der Kreativität und Erfahrung, auf die sich der Entwickler verlassen kann, um die widersprechenden Eigenschaften eines Linsensystems auszugleichen, sind Teil der Kerntechnologie von Leica.

Das Ergebnis ist ein Objektiv mit sehr geringem apochromatischem Fehler, der mit allen anderen Aberrationen über das gesamte Bildfeld ausgeglichen ist und das exzellente Ergebnisse bei voller Öffnung oder abgeblendet liefert.

Dünnschicht

Nicht beschichtetes Glas reflektiert einen kleinen Teil (4%) des einfallenden Lichts pro Oberfläche. Das daraus resultierende Problem ist nicht so sehr die Verringerung des übertragenen Lichts,

sondern die Zunahme von Streulicht. Dieses Streulicht ist über die Bildebene verteilt und verursacht ein flaves und kraftloses Bild mit geringerem Kontrast.

Zwei Lösungen sind möglich. Eine davon ist die Anwendung eines Dünnschicht-Antireflexbelages, der 1935 von Dr. Smakula von Zeiss erfunden wurde. Die andere besteht im sorgfältigen Vermeiden innerer Reflexionen durch die inneren mechanischen Oberflächen der Objektivfassung. Die Technik der Beschichtung ist im Prinzip ein einfacher Vorgang. Ein sehr dünner Interferenzbelag eines Materials mit geringerem Brechungsindex wird auf eine Glasoberfläche mit höherem Brechungsindex aufgetragen.

Die eigentlichen mathematischen Berechnungen sind sehr komplex. Die Dicke und der Brechungsindex einer Schicht müssen berechnet werden, damit keine störende Interferenz entsteht. Das Auftragen von nur einer Schicht kann für nur eine Wellenlänge optimiert werden, üblicherweise für grün, weswegen die Oberfläche im reflektierten Licht purpurn aussieht. Diese Art Beschichtung hat eine Dicke von $1/4$ der Wellenlänge, auf die man abzielt. Man nennt sie auch Lambda Viertel-Schicht-Beschichtung. Das Material hierfür ist häufig Magnesiumfluorid mit einem Brechungsindex von 1,38.

Für Glas mit geringem Brechungsindex genügt häufig der Einschichtbelag. Bei Gläsern mit höherem Brechungsindex ist er aber nicht wirkungsvoll. Mit drei oder mehr Schichten erreicht man einen wirksameren Breitbandreflexionsbelag. Ein Dreischichtbelag ergibt eine Antireflexkurve mit drei Minima, welche den ausgewählten Wellenlängen entsprechen. Die Schichten können recht zahlreich werden (6 bis 11 übereinander liegende Schichten) und sie können viele Zwecke verfolgen, z.B. Reflexionen zu verringern, um die Durchlässigkeit zu verbessern und die spektrale Durchlässigkeit auszugleichen.

Es lässt sich nachweisen, dass ein Vierschichtenbelag mit zwei unterschiedlichen Brechungsindizes sehr wirksam ist. Die am meisten angewandte Beschichtungstechnik ist das thermische Aufdampfen. Das Material für die

Beschichtung wird in einer Vakuumkammer erhitzt, in der sich die zu beschichtenden Linsen befinden. Der beschichtende Dampf wird dann auf den Glasoberflächen abgesetzt. Die genaue Dicke der Schicht wird durch ein Photometer überwacht, es können jedoch Unregelmäßigkeiten vorkommen. Nicht alle Materialien für die Beschichtung können auf diese Weise aufgebracht werden und zuweilen sind viel höhere Temperaturen nötig. In diesem Fall wendet man die Technik der Elektronenstrahlbeschichtung an. Das Glas wird ebenfalls im Vakuum mit einem Strahl hochenergetischer Elektronen beschossen, wodurch sich eine Schicht auf dem erhitzten Glas bildet.

Dieses Erhitzen und Abkühlen muss sehr sorgsam erfolgen, weil Glas für diese Behandlung sehr empfindlich ist. Die Schicht muss auf eine glatte und saubere Oberfläche aufgetragen werden, da jede Unregelmäßigkeit unerwünschte lokale Reflexionen erzeugt. Der Reinigungsprozess ist sehr wichtig. Leica fordert, dass einige Linsen innerhalb weniger Stunden nach der Reinigung beschichtet werden, um sicherzustellen, dass die Luft die Oberfläche nicht beeinflusst. Nach Anwendung der oben erwähnten Technik werden die Linsenoberflächen mit einer mikroskopisch kleinen, säulenartigen Struktur beschichtet. Die Oberflächenstruktur dieser Schicht ist nicht amorph, sie besteht aus Reihen sehr kleiner zugespitzter Säulen, etwa wie Reihen von Nägeln mit nach oben gerichteten Spitzen. Die sich ergebende beschichtete Oberfläche hat immer noch eine kleine mikroskopische Rauheit.

Der komplizierte und zeitraubende Prozess des Reinigens, Erhitzens, Aufdampfens und Abkühlens für viele Schichten erzeugt unweigerlich auch Fehler. Leica verwendet jetzt eine neue Technik, die in Zusammenarbeit mit Leybold entwickelt wurde: die Plasmaionen unterstützte Beschichtung (IAD: ion assisted deposition). Bei dieser Technik sind die Erhitzungs- und Abkühlungsvorgänge nicht mehr erforderlich und das Wachstum der Schicht ist nicht mehr säulenartig, sondern amorph, wodurch eine glattere Oberfläche entsteht. Diese Technik besteht im

Prinzip aus einem Beschließen des Ziels, das aus dem Schichtmaterial besteht, mit Argon Ionen, die Atome freisetzen, welche auf dem Substrat abgesetzt werden, um die Schicht zu bilden.

Die Anwendung dieser Technik ist ein weiteres Beispiel für die Leica Kerntechnologie. Jeder Aspekt des optischen Systems, sei es die Glasauswahl, die Reinigung der Glasoberflächen, die Beschichtung, Fassung, Berechnung oder die Qualitätskontrolle, wird daraufhin untersucht, die beste Lösung für ein Objektiv hoher Leistung zu ergeben.

MTF Diagramme, diese verführerischen Kurven!

Der beste und überzeugendste Leistungsbeweis ist natürlich das Bild. Und die großformatige Vergrößerung oder die Projektion, ist noch immer die überlegene Art der Leica Fotografie. Es gibt aber in der Praxis zu viele Variablen, die man zu berücksichtigen hat, wenn man Bilder miteinander vergleichen will. Und man vergleicht ja nicht nur das Objektiv, sondern die ganze Leistungskette. Man braucht also einen Maßstab für die Abbildungsleistung eines optischen Systems. Früher meinte man, eine einfache Lösung gefunden zu haben, wenn man das Auflösungsvermögen in Linien pro Millimeter als Bewertung nimmt. Es hat sich herausgestellt, dass es verschiedene Probleme gibt, die teilweise von visueller Art und teilweise von theoretischer Art sind und die eine Benutzung dieses Maßstabes fragwürdig machen.

Man ist ja nicht nur interessiert, ob man Linien getrennt wiedergeben kann, sondern vor allem, ob man die Linien klar von einander getrennt sehen kann. Dazu benötigt man die Kontrastangabe. Den Unterschied zwischen einem hellen

und dunklen Streifen sieht man am Besten, wenn der Unterschied (Kontrast) zwischen beiden Streifen groß ist. Hat man statt eines weiß/schwarzen Streifenpaares ein hellgrau/dunkelgrau-streifenpaar, sieht man den Unterschied bestimmt weniger gut.

Die Abbildungsfehler, die noch als Restfehler im Objektiv stecken, erzeugen im Prinzip nur Unschärfen im Bild. Mit Unschärfe wird ja gemeint, dass die Lichtstrahlen nicht in einem ganz kleinen Punkt zusammengeführt werden, sondern sich über einen größeren Zerstreuungskreis verteilen. Und das bedeutet eigentlich nur, dass der Kontrast herabgesetzt wird.

Stellen wir uns nun ein Gitter vor, das aus gleich breiten schwarzen und weißen Streifen aufgebaut ist. Wird dieser Gegenstand vom Objektiv abgebildet, dann wird durch Beugung, Abbildungsfehler und Streulicht ein Teil des Lichtes vom hellen Streifen auch auf den dunklen Streifen gelangen. Diese Umverteilung des Lichtes bedeutet eine Kontrastminderung. Werden die Streifen immer schmaler, so wird auch mehr und

mehr Licht vom hellen Streifen auf den dunklen fallen und die Kontrastminderung ist dann größer. Ein Objektiv mit weniger guter Korrektur der Bildfehler wird größere Streukreise haben und deshalb den Kontrast noch mehr verringern. Und ein Objektiv mit sehr guter Fehlerkorrektur hat auch eine hohe Kontrastleistung. Umgekehrt kann man leider nicht sagen, dass eine gute Kontrasterhaltung zwangsläufig bedeutet, dass das Objektiv gut korrigiert ist. Am Anfang steht eine gezielte Korrektur der vielen Abbildungsfehler und wenn man das geschafft hat, ergibt sich ein hoher Kontrast. Das Umgekehrte gilt nicht immer.

Die Breite der Streifen kann man ändern und so kann die Feinheit des Gitters bestimmt werden. Nehmen wir als Beispiel Streifen, die 1/10mm breit sind. In einem Millimeter kann man 10 solche Streifen darstellen. Das nennt man die Ortsfrequenz in Linien/mm. In diesem Falle also 10 Linien/mm. Weil man schwarz nicht ohne weiß sehen kann, hat man sich geeinigt, ein Streifenpaar als Strukturperiode zu definieren. Die Angaben in den MTF Diagrammen, wie 5 oder 20 L/mm, soll man also interpretieren als Perioden oder Linienpaare: 5 Lp/mm sind gleich 10 Streifen die abwechselnd hell und dunkel sind.

Leica gibt in seinen MTF-Diagrammen Daten für 5, 10, 20 und 40 Linienpaare oder Perioden (10, 20, 40, 80 hell/dunkel Streifen). Je mehr Streifen pro Millimeter, um so feiner sind die Bildeinheiten, die abgebildet werden können.

Man wundert sich oft, warum die feinsten Strukturen auf diese 40 Lp/mm beschränkt sind. Es gibt Angaben in der Literatur, dass es Objektive gibt, die 200 oder mehr Linien pro Millimeter registrieren können. Aber jetzt ist es einleuchtend, dass die Anzahl der Linien nur in Kombination mit der Angabe des Kontrastes interessant ist. Bei 200 Linien ist der Kontrastunterschied so gering, dass es fast unmöglich ist, noch etwas wahrzunehmen.

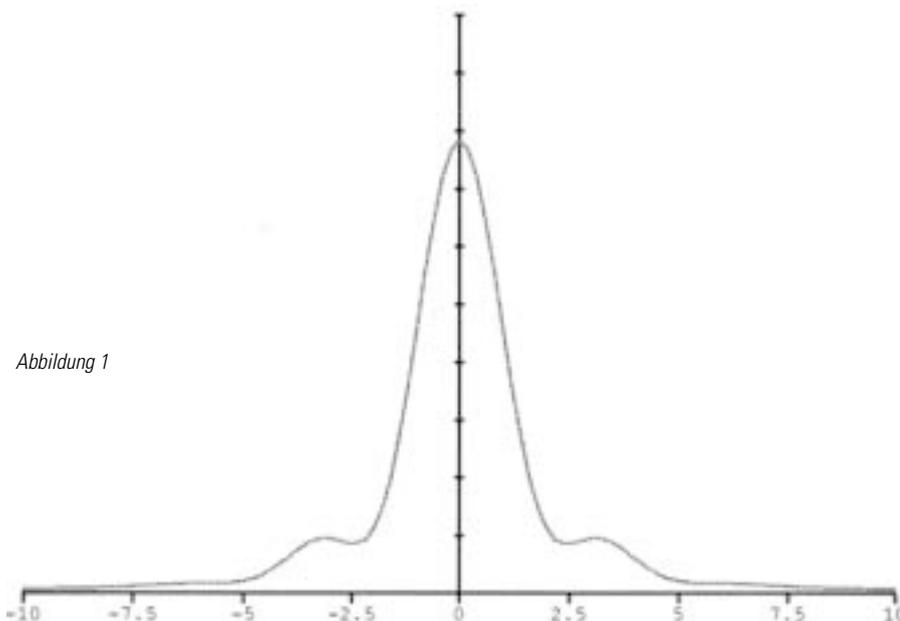


Abbildung 1

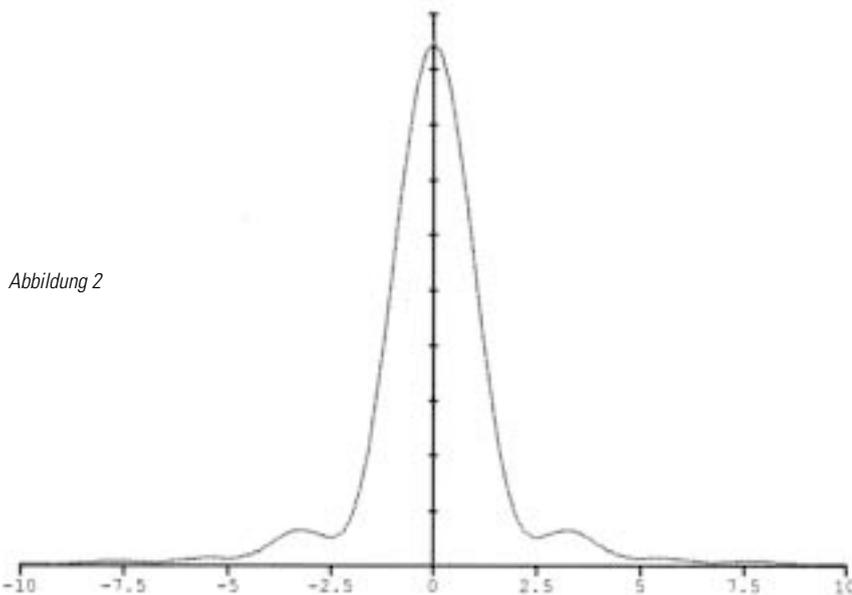


Abbildung 2

Die 40 Perioden, die bei Leica als vernünftige Untergrenze gelten, ergeben eine Punktgröße von 1/80 mm oder 0,0125 mm. Man stelle sich mal vor, wie klein diese Einzelheiten auf dem Kleinbildnegativ sind! Nehmen wir ein Kleinbildnegativ und ein Lineal mit Millimeter-einteilung. Dann soll man einen Abstand von einem Millimeter noch mal in 80 kleine Einzelstücke unterteilen. So erhält man einen Eindruck der Leistungsfähigkeit der heutigen Objektive. Hat man sich einmal ein Bild gemacht, wie schmal so eine Einzelheit ist, dann ist es ersichtlich, dass die geringste Erschütterung das ganze Bild verderben kann. Und eine kleine Unschärfe wegen ungenauer Entfernungseinstellung wirkt sich unangenehm groß aus, wenn es um feine Bildeinzelheiten geht.

Wie liest man die MTF-Diagramme?

Auf der vertikalen Achse wird die Höhe des Kontrastes in Prozenten angegeben, die immer auf einen Originalkontrast von 100% bezogen ist. Das Objekt, das abgebildet wird, ist ja dieses Gitter mit den hell/dunklen Streifen in immer kleineren Abständen oder Perioden. Jedes Hell-Dunkelpaar, auch wenn es ganz fein ist, hat im Original einen Idealkontrast von 100%: Das bedeutet, dass die gesamte Lichtenergie vom hellen Streifen und keine Lichtenergie vom dunklen Streifen kommt. Vom Objektiv wird diese Lichtenergie auf beide Streifen verteilt und dadurch wird der Absolutkontrast herabgesetzt. Je feiner die Strukturen, um so mehr

wird der Kontrast vermindert. Bei 5 Lp/mm kann man noch einen Kontrast von fast 100% erreichen. Bei 40 Lp/mm ist man froh, wenn noch 50% übrigbleiben.

Die Kontrastminderung ist also eine Funktion der Ortsfrequenz. Und weil der Originalkontrast vom Objektiv ins Bild übertragen (moduliert = verändert) wird, nennt man dies die Modulationsübertragungsfunktion (MÜF), auch Kontrastübertragungsfunktion genannt, oder auf Englisch Modulation Transfer Function (MTF).

Die Abbildungsfehler sind in der Mitte des Bildes weniger wirksam als im äußeren Teil des Bildes (im Feld). Nun hat ein Kleinbildnegativ eine Formatdiagonale von 43,2 mm. Der maximale Abstand von der Bildmitte zur Ecke ist also 21,6 mm. Die Leistung des Objektivs wird sich von der Bildmitte zur Bildecke ändern, weil es ja Bildfehler gibt, die im Feld besonders störend sind. Im Diagramm ist deshalb auf der waagerechten Achse die Bildhöhe angegeben, wobei '0' die Bildmitte darstellt und '21' die Bildecke. Bei '12' hat man die Höhe und bei '18' hat man die ganze Breite des Kleinbildformats erfaßt. Wenn man sich diese Diagramme genauer ansehen möchte, dann sollte man am meisten auf das Gebiet von 6 bis 15mm Bildhöhe achten, denn da befindet sich der bildwichtige Teil des Negativs. Die Mitte von 0 bis 6 mm Bildhöhe ist ja in vielen Fällen schon in Ordnung.

Das MTF-Diagramm gibt also eine Menge an Informationen, weil es für das ganze Bildformat die Kontrastminderung der verschiedenen Arten der Bildeinzelheiten darstellt. Die 5 Lp/mm kann man als die Wiedergabe der ganz groben Bilddetails interpretieren, die 10 Lp/mm als die Wiedergabe gut sichtbarer Bilddetails, die 20 Lp/mm als die Wiedergabe sehr feiner Strukturen und die 40 Lp/mm als die kleinstmöglichen Einzelheiten, die im Gegenstand noch abzubilden sind.

Niedrige Kontrastwerte für die 5 und 10 Linienpaare deuten auf ein flaueres Bild, und hohe Werte für die 20 und 40 Linienpaare bedeuten, dass feine Bildeinzelheiten sauber getrennt und klar definiert abgebildet werden.

Man sollte beachten, dass jedes Diagramm für eine bestimmte Blende gilt. Hat man mehrere Diagramme, kann man den Leistungsverlauf sehen, wenn abgeblendet wird. In den hier wiedergegebenen Diagrammen sind immer die offene Blende und die optimale Blende dargestellt. Ferner wird auch zwischen den Richtungen der Streifen unterschieden. Die Streifen können horizontal oder vertikal ausgerichtet sein, was die Abbildungsleistung auch beeinflusst. Wenn beide Kurven (tangential = vertikal und sagittal = horizontal) weit auseinander liegen, bedeutet das in vielen Fällen eine verschwommene Abbildung der Bilddetails. Nur wenn die Details in eine und die "gute" Richtung liegen, finden wir eine kontrastreiche Abbildung.

Die MTF-Daten bieten also eine genaue und umfassende Wiedergabe der Abbildungsleistung eines Objektivs. Man sollte sie jedoch mit Vorsicht benutzen. Kleine Unterschiede in den Kurven sind in der Praxis belanglos. Man sollte das ganze Bild betrachten. Man merke sich auch, dass diese Diagramme zwar eine sehr gute Darstellung sämtlicher Bildfehler sind, aber nicht alles umfassen. Streulicht, Lichtabfall, Farbkorrektur, Verzeichnung, Leistung im Nahbereich werden beispielsweise nicht in den Diagrammen sichtbar. Weil auch die Methode der Erstellung der Diagramme nicht normiert ist, sollte man die Daten der verschiedenen Hersteller nur ganz behutsam vergleichen oder besser gar nicht, so lange man nicht die Kenntnisse hat, um zu wissen,

ob sie überhaupt vergleichbar sind. Ein wichtiger Punkt ist hier die Qualität des Lichtes, mit dem man die Messungen ausführt. Weißes Licht ist bekanntermaßen aus vielen verschiedenen Wellenlängen zusammengesetzt. Die Messung würde anders ausfallen, wenn man nur drei Wellenlängen benutzt oder wenn man mit sieben Wellenlängen rechnet. Auch die Gewichtung der Wellenlängen spielt eine Rolle.

Oft fragt man sich, ob die MTF-Daten wirklich die optische Leistung so bewerten, dass man in der Praxis damit arbeiten kann. Man sieht ja, dass die Gegenstände, die fotografiert werden, dreidimensional sind und Tiefe haben. Selbst eine Mauer hat auch eine in die Tiefe gehende Oberflächenstruktur. Man unterstellt, dass die Testgitter, die benutzt werden, bei den MTF-Messungen (die hell-dunkel Streifen) nur zweidimensional sind (Höhe und Breite, aber keine Tiefe) und deshalb nicht geeignet sind, wirkliche fotografische Gegenstände darzustellen.

Diese Bemerkungen sollte man vergessen. Die Kontrastübertragung der Strukturperioden (das Gitter) ist ein Maß für den optischen Wirkungsgrad und die optische Leistung eines Objektivs überhaupt. Es wird gemessen, wieviel Lichtenergie vom Gegenstandspunkt zum korrespondierenden Bildpunkt gelangt und wie die Energieverteilung im Bildpunkt (eigentlich Bildscheibchen) aufgebaut ist. Denn das ist ja die Wirkung der Aberrationen. Diese Bildpunkte können sowohl auf der Schärfenebene als auch davor oder dahinter liegen, also im Unschärfbereich. Zwar wird die Abbildung des Punktes sich ändern, aber das Prinzip bleibt gleich. Die Aberrationen bestimmen Lage und Form des Bildpunktes, inklusive der Energieverteilung. Da die Punkte im Unschärfbereich den Eindruck der Dreidimensionalität bewirken, gelten die MTF Daten im Prinzip auch für die Tiefenwahrnehmung.

Wie werden diese MTF Daten eigentlich erstellt?

Es gibt zwei Methoden. Die eine Methode rechnet die MTF-Daten, die andere Methode mißt die MTF-Daten. Prinzipiell gibt es keine Unterschiede und Leica benützt beide, da wo sie am besten sind: Die Optikrechnung berechnet die

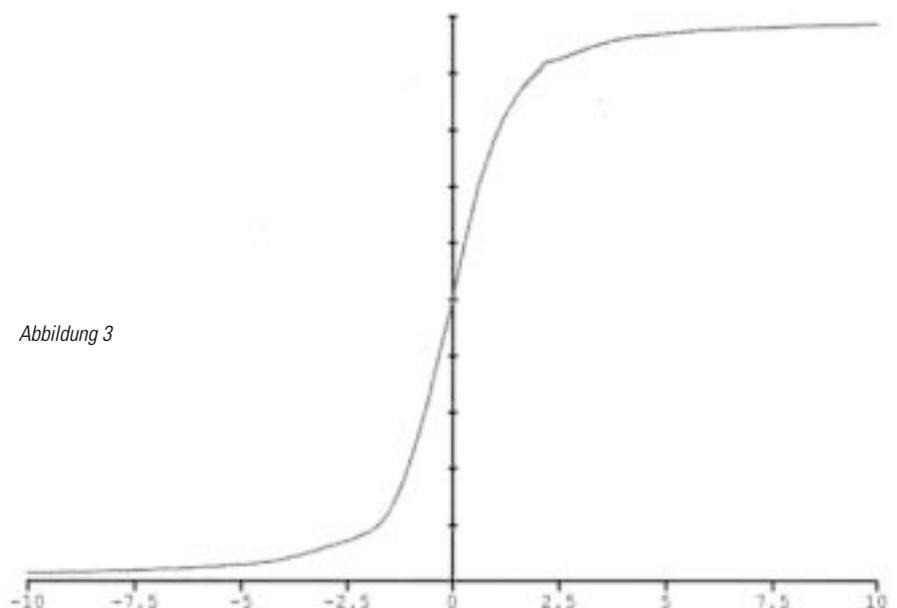
Daten und die Fertigung führt Messungen mit einer MTF-Anlage aus (siehe Diagramme). Beide Methoden haben die gleichen theoretischen Grundlagen und sollten dann auch keine Unterschiede in den Ergebnissen zeigen. Nur wenn die Montage die gerechneten Toleranzwerte nicht halten kann, sieht man einen Unterschied der Meßwerte.

Gehen wir noch einmal zurück zum Punktbild als Darstellung des idealen Gegenstandspunktes.

Dieser Lichtpunkt wird als ein kleines Scheibchen abgebildet, wobei die Lichtstrahlen sich innerhalb des Kreises verteilen. In der Mitte werden die meisten Strahlen zusammentreffen, aber zum Rand hin wird die Lichtverteilung verstreut. Man kann diese Lichtverteilung in einem 3D-Diagramm (mit x-, y- und z-Achsen) als Lichtberg oder Punktbildfunktion darstellen, wo die x- und y-Achsen (welche die Tiefe und Breite darstellen) die Form des Scheibchens angeben und die z-Achse (die Höhe) die Intensität der Lichtverteilung. (Siehe Abbildung 1 (Lichtberg)). In Abbildung 1 (Lichtberg) sieht man einen idealen Bildpunkt. Die Breite des Lichtberges ist gering und die Spitze geht ganz hoch. Das bedeutet, dass fast die gesamte Lichtenergie auf einen sehr kleinen Kreis (punktförmig) konzentriert ist. Die wirkliche Abmessung dieser Abbildung ist 20 μm , und der 'Punkt' hat 5 μm Durchmesser! Das wären 200 Punkte auf einen Millimeter oder 100 Linienpaare/

mm. In Abbildung 2 sehen wir diesen Punkt noch einmal, aber jetzt durchgeschnitten. Die gleiche Information ist erhalten, nur anders abgebildet. In Abbildung 3 sehen wir eine andere Form eines Lichtberges. Jetzt ist die Basis ungefähr 8 μm und die Höhe ist geringer. Diesen Punkt kann man mit 62,5 Linienpaaren übersetzen. Das ist folgendermaßen zu erklären: Die von einem bestimmten Gegenstandspunkt kommende Lichtenergie hat einen festen Wert und man kann diese Energie entweder über einen großen Kreis oder über einen kleinen Kreis verteilen. Diese vom Programm errechneten Werte und Bilder haben als Grundlage die klassische Strahlrechnung. Die gerechnete Lage und Verteilung der Strahlen vom Gegenstandspunkt kann man benutzen, um mit mathematischen Methoden die Punktbildfunktion zu erstellen.

Wenn die MTF tatsächlich gemessen wird, benutzt man ein Gerät, mit dem man die Lichtverteilung an einem schmalen Spalt analysieren kann. Ein enger Spalt wird von hinten beleuchtet und vom Objektiv auf einem Detektor abgebildet. Ein Synchronmotor bewegt einen Abtastspalt, der um ein vielfaches schmäler ist als der beleuchtete Spalt, entlang des abgebildeten Lichtspaltes. Die Messungen der Lichtenergie an der Kante des Spaltes zeigt wieder einen Verlauf von dunkel zu hell. Die Messung sieht aus wie das Beispiel in Abbildung



4. Diese Verteilung der Lichtenergie an der Kante des Spaltes hat die gleiche Form wie die des durchgeschnittenen Lichtberges. Mathematisch besteht kein Unterschied zwischen einem Punkt oder einer Linie, die als eine unendliche Anzahl von Punkten in einer Reihe definiert ist.

Mit mathematischen Formeln kann man wiederum von der gemessenen Lichtverteilung des Spaltes (die ein Linienbild ist) zum Punktbild gelangen. Und auch umgekehrt könnte man aus der Punktbildfunktion ein Linienbild erstellen.

Wenn man gelegentlich liest oder hört, dass ein MTF-Diagramm, das aus gemessenen Werten erstellt worden ist, der gerechneten Variante überlegen ist, sollte man das nicht so ernst nehmen. Und man sollte bedenken, dass bei Leica die gemessene Variante und die gerechnete Variante fast identisch sind, was auch ein Zeichen dafür ist, dass die Fertigung bauen kann, was die Optiker sich ausgedacht haben.

Fazit:

Die MTF-Diagramme sind nicht als Ersatz für die eigene praktische Prüfung eines Objektivs gedacht. Aber es hat sich erwiesen, dass die MTF-Werte der visuellen und der subjektiven Betrachtung ganz nah aneinander liegen. Zwar kann man die MTF-Diagramme nur dann deuten, wenn man gutes optisches Grundwissen hat. Diese Diagramme stellen auch ein Leistungsmerkmal dar. Wenn die eigenen Aufnahmen nicht die

Erwartung erfüllen, die man auf Grund der MTF-Diagramme erhofft hat, dann sollte man die eigene fotografische Technik nochmals überprüfen. Und vor allem gilt es, die ganze Abbildungskette zu analysieren. Die MTF-Daten sind ja die reinen Objektivdaten, die ohne Rücksicht auf Aufnahmebedingungen und Materialeigenschaften ermittelt wurden.

Damit hat man eine ausgezeichnete Möglichkeit, verschiedene Objektive miteinander zu vergleichen und zu beurteilen. In der Praxis ist es ja ganz schwierig, sich Vergleichsaufnahmen auszu-denken, die wirkliche Aussagekraft haben. Kleine Änderungen bei den Aufnahmebedingungen haben oft große Wirkung auf das Ergebnis.

Letztendlich gibt es in der Praxis sehr viele Variablen bei der Aufnahme, während persönliche Bedingungen und Bewertungen auch eine Rolle spielen. Wenn man nur mit kleineren Blenden fotografiert, hat man bestimmt andere Bewertungskriterien, als man oft beim Arbeiten mit voller Öffnung hat.

Wenn man MTF-Diagramme vergleicht, dann sollte man noch eine Grundregel beachten: Es ist nicht üblich, Objektive mit verschiedenen Brennweiten miteinander zu vergleichen. Erstens ist die Korrektur der Aberrationen verschieden. Ein Weitwinkelobjektiv hat einen großen Bildwinkel, bei dem die schief einfallenden Strahlen eine andere Gewichtung haben, als die in einem langbrennweitigen Objektiv einfallenden Strahlen, wo die chromatischen Fehler

einen beachtlichen Einfluss haben. Auch sollte man sich darüber bewusst sein, dass zwar für jedes Objektiv ein Kontrastwert für 5, 10, 20 und 40 Perioden/mm angegeben wird, diese Daten aber auf den Abbildungsmaßstab bezogen werden müssen. Schließlich bildet ein 28 mm-Objektiv einen Gegenstand kleiner als ein 135 mm-Objektiv, und da die Periodenwerte für die Abbildung auf dem Negativ gelten, sollte man sie entsprechend interpretieren.

Persönliche Erfahrungen und Anforderungen, nicht nur reine MTF-Diagramme, sind Grundlagen für die Akzeptanz eines neugekauften Objektivs. Die MTF-Diagramme bieten jedoch im geeigneten Moment eine sehr neutrale und objektive Bewertung der Leistungsfähigkeit eines Objektivs. MTF-Daten sind notwendig, wenn man eine objektive Bewertung eines Objektivs haben möchte, sie sind aber nicht die einzigen Kriterien. Wie immer lautet die Parole, dass Methoden nur sind so gut wie der Benutzer sie anzuwenden versteht und Informationen nur dann nützlich sind, wenn man weiß, wie die Daten richtig zu interpretieren sind.

Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabe eines Objektivs ist offensichtlich eine sehr wichtige Eigenschaft, die vor anderen Eigenschaften Vorrang haben kann. Fotografen ärgern sich häufig über Farbänderungen, die sich beim Objektivwechsel ergeben können, besonders, wenn sie die gleiche Szene aufnehmen.

Objektive mit einer gelben oder rötlichen Färbung werden als warm, solche mit einer mehr blauen Färbung werden

als kalt bezeichnet. Einige Gläser (wie zum Beispiel extra hochbrechendes Flintglas) enthalten einen erheblichen Teil Bleioxid und erscheinen dem Auge als bleich-gelblich. Werden solche Gläser in Objektiven verwendet, ergibt sich ein warmer Farbcharakter. Er kann durch entsprechende Beschichtung ausgeglichen werden, aber es gibt dafür Grenzen.

Die Konzepte der Farbwiedergabe und der Farbtreue sind sehr heikel. Das Auge ist kaum zur angemessenen Wahrnehmung der Farbunterschiede geeignet, da es sich leicht zum Narren halten lässt, zum Teil wegen seiner großen Adaptionsfähigkeit.

Es ändert sich aber auch das existierende Licht. Mittags an einem Sommertag mag die Farbtemperatur in der Sonne 10.000 Kelvin betragen, ein paar

Stunden später sind es nur noch 6.000 Kelvin. Das Auge mag diesen Unterschied nicht wahrnehmen, jedoch der Film registriert ihn. Außerdem variieren Filme in ihrem spektralen Verhalten.

Die das Bild bestimmende Kette an Faktoren (vorhandenes Licht, aufzunehmende Szenerie, Farbwiedergabe des Objektivs, Farbverhalten des Films und des Auges) führt so viele variable Faktoren in die Diskussion, dass eine sinnvolle Beurteilung schwierig ist.

1983 hat die International Standards Organisation (ISO) den Standard Nr. 6728 mit dem Titel „Determination of ISO color contribution index (ISO/CCI)“ (Bestimmung des ISO Farb-Beitrag-Grades) eingeführt. Um an irgend einem Punkt zu beginnen, hat die ISO im Jahr 1979 57 verschiedene typische Kameraobjektive hoher Qualität geprüft und den durchschnittlichen relativen spektralen Durchlässigkeitswert als Basiswert genommen: So entstand das theoretische ISO Standardobjektiv.

Die ISO benützte 5.500 Kelvin als typisches fotografisches Tageslicht. Diese Farbtemperatur wird auch von den Herstellern der Film-Emulsionen als Standard verwendet. Dieser Standard entspricht der Situation, wenn die Sonne 40° über dem Horizont in einer wolkenlosen Atmosphäre steht. Blitzlicht ist ebenfalls auf 5.500 Kelvin ausgelegt, kann aber eine andere spektrale Zusammensetzung haben.

Für die spektrale Empfindlichkeit der Filme wurden Daten der Hersteller über blau-, grün- und rot-empfindliche Schichten gewichtet; auf diese Weise kann man die Empfindlichkeit pro Schicht normieren.

Die spektrale Charakteristik eines Objektivs kann man auf den Gesamteffekt dieses Objektivs auf die einzelnen Schichten eines durchschnittlichen Farb-

films hin auswerten. Die Wirkung auf die blauempfindlichen Schichten nennt man die „blaue Farbwiedergabe“ des Objektivs. Diese Farbwiedergabewerte können für die verschiedenen Farben berechnet werden.

Der CCI-Wert kann ermittelt werden, indem man die relativen Durchlässigkeitswerte eines Objektivs mit den gewichteten Empfindlichkeitswerten für blau-, grün- und rot-empfindliche Schichten multipliziert. Man erhält die Gesamtwirkung mittels der Addition der Ergebnisse, was je eine Zahl für blau, für grün und für rot ergibt. Aus Vereinfachungsgründen setzt man das kleinste Element dieses dreizahligen Verhältnisses auf Null.

Wenn ein Objektiv ein CCI-Index von 0/5/4 hat, bedeutet das, dass der durchschnittliche Farbfilm bei Standardbeleuchtung vom Objektiv mehr Grün (5) und mehr Rot (4) in Bezug auf Blau (0) erhält, als ihm zugeführt würde, wenn überhaupt kein Objektiv im System vorhanden wäre. Dieses Objektiv würde einen gelben Farbstich ergeben.

Die ISO hat festgelegt, dass das Standardobjektiv mit den von den Filmherstellern zitierten Empfindlichkeitswerten dem Index 0/5/4 entsprechen soll.

Die festgelegten Toleranzen sind folgende:

Blau ist 0 mit +3 und -4
Grün ist 5 mit +0 und -2
Rot ist 4 mit +1 und -2

Diese Toleranzen muss man einem Diagramm mit drei Kurven entnehmen, nicht durch Addition.

Leica Objektive sind auf CCI 0/5/4 ausgerichtet und ihre Durchlässigkeit kann als neutral betrachtet werden, solange sie sich innerhalb der Toleranz bewegt.

Die folgende Tabelle ist für Leica M Objektive und ihre CCI-Werte typisch. Geringere Werte als 0/5/4 erzeugen einen blauen Farbstich, Werte über 0/5/4 einen roten Farbstich.

Elmarit-M 1:2,8/21 mm ASPH.	0	6	5
Elmarit-M 1:2,8/21 mm	0	5	2
Elmarit-M 1:2,8/24 mm ASPH.	0	5	5
Elmarit-M 1:2,8/28 mm (aktuell)	0	5	4
Elmarit-M 1:2,8/28 mm (Vorgänger)	0	4	2
Summilux-M 1:1.4/35 mm asph.	0	6	6
Summilux-M 1:1.4/35 mm ASPH.	0	5	5
Summilux-M 1:1.4/35 mm	0	4	1
Summicron-M 1:2/35 mm ASPH.	0	4	3
Noctilux-M 1:1/50 mm	0	8	6
Summilux-M 1:1,4/50 mm	0	5	2
Summicron-M 1:2/50 mm	0	5	4
Elmar-M 1:2.8/50 mm	0	6	5
Summilux-M 1:1.4/75 mm	0	6	3
APO-Summicron-M 1:2/90 ASPH.	0	6	4
Apo-Telyt-M 1:3.4/135 mm	0	5	4
Elmarit-M 1:2.8/135 mm	0	6	4
Tri-Elmar 1:4/28 mm	0	5	3
Tri-Elmar 1:4/35 mm	0	5	3
Tri-Elmar 1:4/50 mm	0	5	3

Diese Liste vermittelt einen sehr guten Eindruck, wie nah die meisten Leica Objektive bei dem neutralen Wert liegen. Man könnte das SUMMICRON -M 1:2/50 mm oder das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm als Referenzobjektive wählen. Verwenden Sie diese Objektive zusammen mit anderen unter identischen Bedingungen und dem gleichen Film - vorzugsweise Diafilm, damit das Labor keine zusätzliche Farbkorrektur hineinbringen kann. Vergleichen Sie dann die Bilder sorgfältig, um Unterschiede in der Farbwiedergabe zu erkennen. Sie werden dadurch eine gute Vorstellung davon erhalten, welche Farbverschiebungen Sie zu erwarten haben und welche Filter Sie, wenn überhaupt, verwenden sollten, um eine kleine Farbverschiebung zu korrigieren. Eine Abweichung um einen Punkt könnte bemerkbar sein.

21 mm Objektive

Ein optisches System mit 90° Bildwinkel ist erst vergleichsweise spät in die Reihe der Leica Objektiv aufgenommen worden. Die Entwicklung eines derart extremen Weitwinkels für das Kleinbildformat musste sich mit drei ernsthaften Problemen beschäftigen. Die Verzeichnung ist ein sehr großes Problem und die optische Vignettierung ist hier sehr stark. Für ein Objektiv mit einem Bildwinkel von 90° beträgt die Ausleuchtung der Peripherie nur 25% der Ausleuchtung im axialen Bereich, wenn man eine verzeichnungsfreie Abbildung annimmt.

Um diese sogenannte Cosinus-hochvier-Vignettierung zu unterdrücken, müsste der Konstrukteur Verzeichnung erlauben, was nicht akzeptabel ist. Man kann jedoch einen optischen Trick anwenden, um das Niveau der Lichtenergie in der Peripherie zu erhöhen, ohne gleichzeitig die Verzeichnung zu erhöhen. Im Prinzip benützt man die Eigenschaften und Verhältnisse zwischen Eintritts- und Austrittspupille, um dies zu erreichen. Eine hohe Öffnung ist das dritte Problem. Frühere Konstruktionen mussten auf 1:11 oder noch weiter abgeblendet werden, um akzeptable oder brauchbare Bilder zu erhalten. Diese früheren Konstruktionen wurden an Großformatkameras verwendet, bei denen die Notwendigkeit einer Vergrößerung weniger im Vordergrund stand als bei der „Kleines Negativ - Großes Bild - Philosophie“ der 35 mm Fotografie. Zeiss gebührt die Ehre, 1954 als erster diese Grenze mit dem schöpferischen BIOGON 1:4/21 mm für die Contax überschritten zu haben, jener jahrelangen und freundlichen Herausforderung der Sucherkamera Leica. Leitz führte seine Version des 21 mm Objektivs 1958 mit dem SUPER ANGULON 1:4/21 mm ein.

Bei voller Öffnung bringt dieses Objektiv eine gute Leistung in der Bildmitte.

Wenn eine klare Wiedergabe feiner Details nicht im Vordergrund steht, ist diese Öffnung ganz brauchbar. Das SUPER ANGULON 1:3,4/21 mm folgte 1963 und blieb bis 1980 in der Produktion. Ein langes Arbeitsleben. Aber damals konnte der optische Fortschritt beinahe in Generationen gemessen werden.

Allgemein gesagt bringt das SUPER ANGULON 1:3,4/21 mm eine sehr gute



Leistung. Seine feinen Qualitäten werden nur durch die Anwesenheit von Astigmatismus herabgesetzt, welcher den Gesamtkontrast und die gestochenen scharfe Wiedergabe feiner Details bei voller und mittlerer Öffnung herabsetzt.

ELMARIT-M 1:2,8/21 mm

Das komplett von Leitz entwickelte Objektiv für den anspruchsvollen 90° Bildwinkel wurde 1980 eingeführt. Dieses Objektiv musste eine große bildseitige Schnittweite haben, um dem Belichtungsmaß-System der LEICA M5 Raum zu geben. Diese Retrofokus-Konstruktion erfordert eine völlig andere Art

der Korrektur. Koma, Verzeichnung und Farbquerfehler sind schwierig zu korrigieren. Es musste in diesem Fall ein wenig Verzeichnung zugelassen werden, um eine höhere Korrektur der anderen Aberrationen zu erreichen.

Bei 1:2,8 ist der Lichtabfall ein wenig geringer als bei seinem Vorgänger. Die Bildfeldebnung ist weniger gut korrigiert als die Verzeichnung. Bei voller Öffnung ergibt die Leistung im axialen Bereich (einem Kreis mit 6 mm Durchmesser) ein geringfügig klareres Bild als das SUPER ANGULON. Dieser etwas höhere Kontrast hat eine klarere Durchzeichnung feiner Details zur Folge. Details werden im Bildfeld und in den Bildecken recht weich wiedergegeben.

Die allgemeine Leistung des ELMARIT-M 1:2,8/21 mm ist besser als jene des SUPER ANGULONS bei Öffnung 1:3,4. Dies rührt zum Teil von der Verringerung des Astigmatismus her, wodurch eine bessere Wiedergabe feiner Details erreicht wird.

Bei 1:4 sind extrem feine Details mit gutem Kontrast in der Bildmitte und innerhalb eines 12 mm Kreises um die Mitte zu sehen. Von hier bis zu den Ecken werden die Bilddetails zunehmend weicher, feine Details bleiben jedoch erkennbar. Die optimale Öffnung ist bei 1:5,6 erreicht, wobei die extrem feinen Details jetzt über das ganze Bildfeld bis in die letzten Ecken zu sehen sind. Umrißlinien der Objekte haben besonders in den äußeren Bereichen weiche Kanten, was einen weichen, etwas gedämpften Bildeindruck erzeugt. 1:11 und kleinere Blenden vermindern die Qualität. Dezentrierung konnte nicht gemessen werden.

Allgemein gesagt hat dieses Objektiv eine empfehlenswerte Leistung und stellt einen Fortschritt gegenüber dem SUPER ANGULON dar. Bei weiten Öff-

nungen ist die Bildqualität im Feld etwas bescheiden.

Leistung im Nahbereich

Naturgemäß zeigt ein 21 mm Objektiv viel leeren Vordergrund, der mit einigen nah beim Objektiv befindlichen Gegenständen ausgefüllt werden könnte. Das Wesen der Brennweite 21 mm liegt darin, ein interessantes Objekt im Vordergrund mit einem weiten Hintergrund zu

umgeben. Es ist von erstrangiger Bedeutung, das Verhalten des Objektivs bei einer Entfernung von circa 1 m zu kennen. Bei 1:2,8 sind die Ecken merklich dunkler, die Vignettierung ist jedoch bei 1:4 verschwunden.

Bei voller Öffnung ist der Gesamtkontrast mittelmäßig. Das ELMARIT-M 1:2,8/21 mm gibt jedoch sehr feine Details eine Nuance schärfer als seine Vorgänger wieder. Ab 1:5,6 wird die Leistung gleichbleibend über das gesamte Bildfeld und zeichnet ein exzel-

lentes Bild mit sehr feinen und scharfen Details bis in die Ecken.

Unterdrückung der Überstrahlung

Bei voller Öffnung werden Lichtquellen sehr gut vom ELMARIT-M 1:2,8/21 mm bewältigt. In starkem Gegenlicht bleiben die Silhouetten von Baumästen dunkel und scharf umrissen (kein Licht wird an den Kanten gestreut).



ELMARIT-M 1:2,8/21 ASPH.

Bei offener Blende ist der Kontrast hoch und sehr feine Details werden sehr klar vom Mittelpunkt bis zu der Abbildungshöhe von 11mm wiedergegeben, also in einem Bildkreis von 22mm. Ab diesem Kreis bis in die Bildecken fällt der Kontrast geringfügig ab, dennoch ist er sehr viel besser als der Kontrast aller früheren 21 mm Leica Objektive. Astigmatismus und Bildfeldwölbung sind fast ganz korrigiert. Motivumrisse und feine Details weisen einen sehr hohen Kantenkontrast auf und sind klar, fast leuchtend wiedergegeben. In den Randzonen und in den Ecken nimmt diese Leistung geringfügig ab.

Die Gesamtleistung stellt im Vergleich mit sämtlichen früheren 21 mm Leica Objektiven einen Quantensprung dar. Zum Vergleich: die Leistung mit Blende 1:2,8 ist in jeder Hinsicht besser als die

Leistung des 1:3,4/21 Super-Angulon bei Blende 1:5,6!

Mit Blende 1:4 werden der Kontrast und die klare Wiedergabe sehr feiner Details geringfügig besser, die Ecken bleiben jedoch zurück. Der Gesamtkontrast ist jetzt optimal, die Leistung hervorragend in einem großen Teil des Bildfeldes. Bei Blende 1:5,6 ist der Gesamtkontrast etwas geringer, aber die feinen Details sind immer noch bis in die Randzonen klar sichtbar.

Bei Blende 1:8 fällt die Leistung ganz wenig ab und bei Blende 1:16 ist sie merkbar geringer als bei optimaler Blende.

Dezentrierung ist nicht meßbar.

Fazit: Bei offener Blende liefert dieses Objektiv eine hervorragende Bildqualität, welche sich beim Abblenden bis 1:8 noch weiter verbessert.

Es ist bei Weitem das Beste 21 mm Objektiv in der Geschichte der Leica, das Objektiv der Wahl für jemanden, der schon bei offener Blende eine hervorragende Leistung eines 21 mm Objektivs benötigt.

Leistung im Nahbereich

Die Leistung im Nahbereich bei offener Blende ist besser als jene des Elmarit-M 1:2,8/21, mit größerem Gesamtkontrast. Wichtiger noch: die hohe Mikrokontrastwiedergabe gibt feinste Bilddetails über das gesamte Bildfeld einschließlich der extremen

Ecken wieder. Die Leistung von der Bildmitte zu den Ecken ist über die gesamte Blendenreihe sehr eindrucksvoll.

Überstrahlung

Das Elmarit-M ASPH verbessert die Leistung seines Vorgängers. Besonders bei voller Öffnung kann man die Unterdrückung der Überstrahlung als durchaus effektiv bezeichnen.

Verzeichnung

Vergleichen Sie die grafische Darstellung der Verzeichnung für das Elmarit-M und das Elmarit-M ASPH. Die Kurve für das Elmarit-M sieht besser aus, weil die Verzeichnung am Bildrand auf Null zurückgeht, während die ASPH.-Version eine größere Verzeichnung aufweist. Die im Inneren sich abrupt ändernde Kurve des Elmarit bewirkt jedoch, daß die Verzeichnung stärker sichtbar wird, während die glattere Kurve des ASPH. dem Auge entgegenkommt und dadurch die Verzeichnung weniger wirksam wird.

Konstruktive Überlegungen

Ich möchte auf den hohen Grad der Korrektur der Abbildungsfehler in modernen Leica Objektiven hinweisen. Im ersten Teil dieser Broschüre habe ich erwähnt, dass jedes optische System nur bis zu einem gewissen Grad korrigiert

werden kann und dass Restfehler stets erhalten bleiben.

Eine sorgfältige Konstruktion wird diese Fehler nicht vernachlässigen, weil sie innerhalb des Systems „Rauschen“ erzeugen. Weißes Licht enthält alle Wellenlängen, aber fotografisch bedeutsame Wellenlängen sollten wegen der Bildqualität höher gewichtet werden. Im vorhergehend beschriebenen Elmarit wurde manchen Wellenlängen ein etwas geringeres Gewicht beigemessen. Heute wird ein Leica Konstrukteur versuchen, alle diese Wellenlängen in einem kleinstmöglichen Punkt zu vereinen. Dies ist beim 21 mm f/2,8 Elmarit-M ASPH der Fall. Man kann nur bei den Randstrahlen schwache Farbreistfehler erkennen.

Leistung im Unendlichen

Dies ist ein fesselndes Thema. Die Leistung extremer Weitwinkelobjektive im Unendlichen wird im Vergleich zu Objektiven mit geringerem Bildwinkel zuweilen als etwas unterhalb der Erwartungen diskutiert. Da ich stets die gleiche Szenerie für Vergleichsaufnahmen verwende, konnte ich die Bildqualität einer entfernten Szenerie mit jener vergleichen, die ich mit einem 28 mm Elmarit-M aufgenommen hatte (letzte Generation und ein hervorragender Vertreter seiner Art). Das 28 mm Objektiv erzeugt ein Bild mit hohem Kontrast, extrem feinen Details und klarer Darstellung. Das Bild hat insgesamt eine Klarheit und Leuchtkraft, die sich schwer in Zahlen ausdrücken lässt.

Im direkten Vergleich dazu zeichnen die 21 mm Objektive weicher, es fehlt ihnen die Klarheit im Gesamten und die randscharfe Wiedergabe feiner Details. Man kann ohne Schwierigkeit die gleiche Menge an Einzelheiten erken-

nen, die man auch mit einem 28 mm Objektiv erhält, aber sie sind eine Spur „verwischter“.

Den optischen Fortschritt kann man leicht anhand der folgenden Darlegung sehen, in der das 21 mm f/2,8 Elmarit ASPH einen hohen Rang innerhalb des Fortschritts einnimmt. Es ist das einzige 21 mm Objektiv, das in einem Vergleich mit dem 28 mm f/2,8 günstig abschneidet.

Bei voller Öffnung zeigt das Elmarit-M sehr feine Details, aber sie sind mit gering verwischtem Randkontrast behaftet und extrem feine Details gehen verloren. Man muß auf 5,6 abblenden, um diese feinen Details bei guter Trennung zu erhalten.

Das Elmarit ASPH erzeugt bei voller Öffnung bessere Bilder. Der Kontrast ist allgemein höher und extrem feine Details werden sauber getrennt. Das ASPH bringt ein merklich klareres Bild bei allen Öffnungen und löst mehr Details auf. Die Leistung bei Blende f/4 ist so gut wie jene seines Vorgängers bei f/5,6 bis f/8.

Darf man Objektive verschiedener Brennweite direkt mit einander vergleichen? Eigentlich nicht. Der Abbildungsfaktor für extrem feine Details ist bei einem 21 mm Objektiv größer als bei einem 28 mm Objektiv. Selbst wenn Film und Korn es erlaubten, benötigte das 21 mm-Bild eine stärkere Vergrößerung, um Details in gleicher Größe zu zeigen und deshalb benötigt es einen höheren Grad optischer Korrektur bezogen auf einen kleineren Raum.

Die Voraussetzungen für einen Unendlich-Test sind einfach: Man muß folgende Punkte äußerst sorgfältig beachten: stabiles Stativ, korrekte Be-

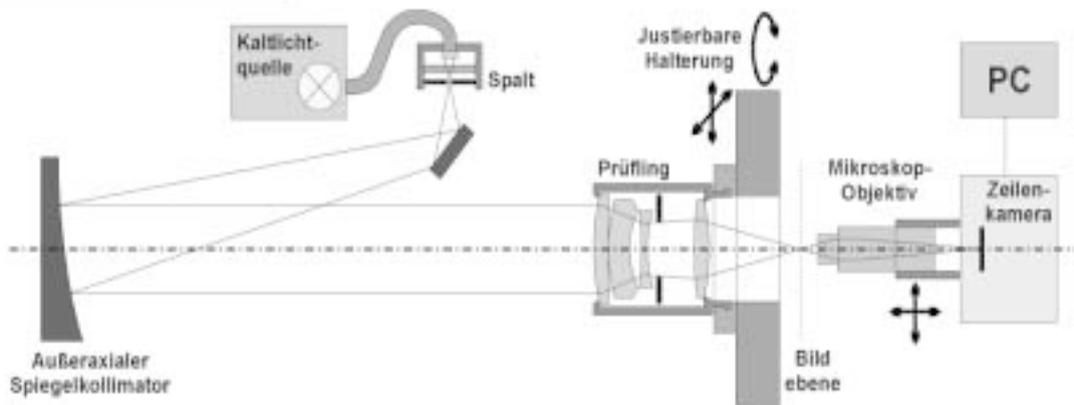
lichtung, Entfernungseinstellung auf unendlich, gering empfindlicher Film.

Der Test zeigt eindeutig, daß die Leistung der jüngsten Generation der 21 mm-Objektive ein sehr hohes Niveau erreicht hat. Beim Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Brennweiten sollten der Abbildungsfaktor und alle anderen die Bildwirkung beeinträchtigenden Komponenten berücksichtigt werden.

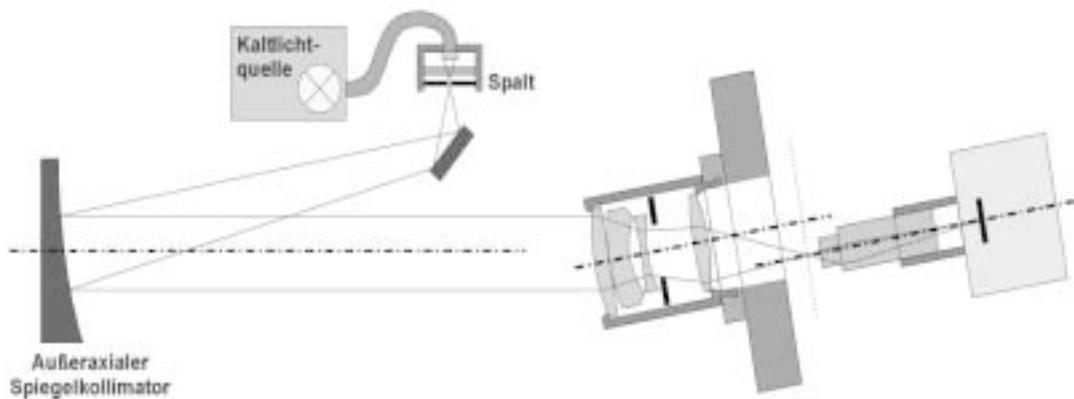
Ich habe auch getestet, ob sich die Leistung ändert, wenn man die Entfernung einen Bruchteil vor der unendlich-Marke einstellt, um auf diese Weise die Tiefenschärfe zur Detailwiedergabe heranzuziehen.

Das Abfallen der Leistung zwischen diesen beiden Einstellungen ist klar zu sehen. Wenn Sie also beste Abbildungsleistung im Unendlichen wollen, fokussieren Sie das Objektiv auf unendlich und vergessen Sie die Überlegung hinsichtlich der Tiefenschärfe. Wir haben auch festgestellt, dass die Bildqualität wesentlich verschlechtert wird, wenn im Unendlichen liegende Objekte überbelichtet sind, was häufig bei kleinen Objekten gegen den Himmel der Fall ist. Dieses Verhalten haftet der 35 mm-Fotografie stets an, in der die Überbelichtung einer der schwerwiegendsten Gründe für die Minderung der Bildqualität ist.

Messung in der Bildmitte



Messung im Bildfeld



Aufbau einer MTF-Anlage zur Prüfung der Bildqualität bei einem Objektiv

Ein dünner Spalt wird mit Hilfe einer Kollimatoroptik so abgebildet, dass er vom Prüfling aus gesehen in sehr großer Entfernung erscheint (∞ -Stellung). Das zu prüfende Objektiv erzeugt ein Bild des Spaltes in seiner Bildebene.

Dieses Bild wird zur Auswertung durch ein Mikroskopobjektiv auf eine Zeilenkamera vergrößert abgebildet. Schließlich wird das Signal der Zeilenkamera einem PC zugeführt, der daraus die MTF des Prüflings berechnet.

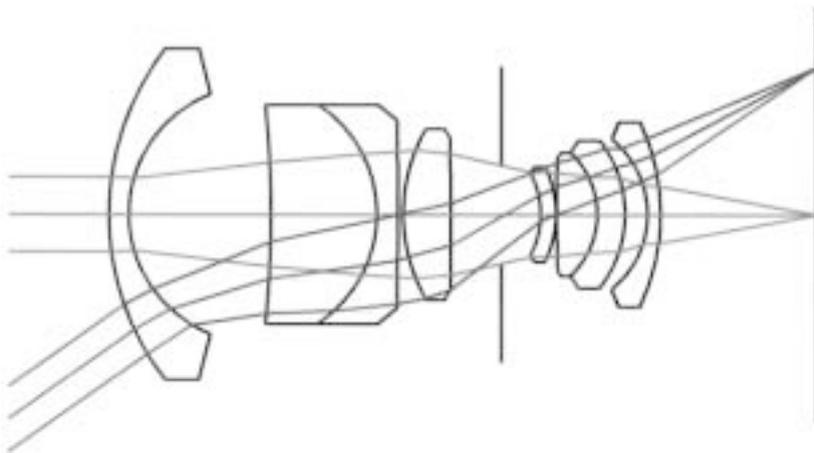
Im oberen Bild liegt der Spalt bei der Prüfung in der Bildmitte. Um auch andere Stellen im Bild untersuchen zu können, wird der Prüfling zusammen mit

der nachfolgenden Auswerteeinheit verschwenkt und das Mikroskopobjektiv der neuen Position des Spaltes im Bild entsprechend nachgeführt. Das untere Bild zeigt den verschwenkten Aufbau.

Weitere Abbildungen zu den Messgeräten und -methoden finden Sie auf Seite 59.

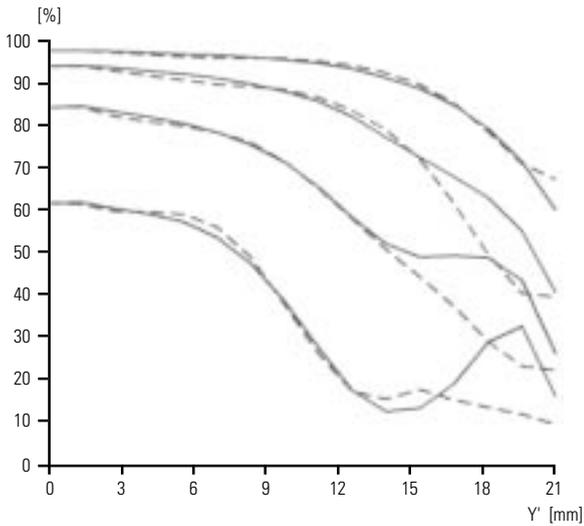
Elmarit-M 2,8/21 mm

Kurzkommentar

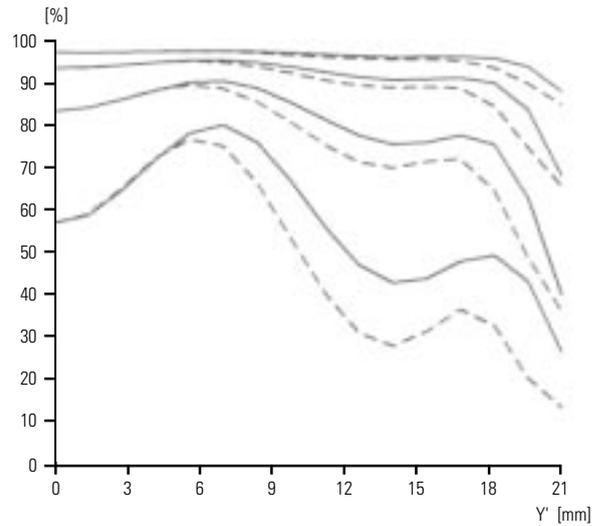


Dies ist das erste für das M-Gehäuse konstruierte Retrofokus-Objektiv. Bei Abbildung auf mittlere Öffnung ergibt es exzellente Bildqualität über den größten Teil des Bildfeldes. Bei voller Öffnung ist die Leistung im axialen Bereich sehr gut, im Bildfeld ist sie jedoch gerade noch akzeptabel.

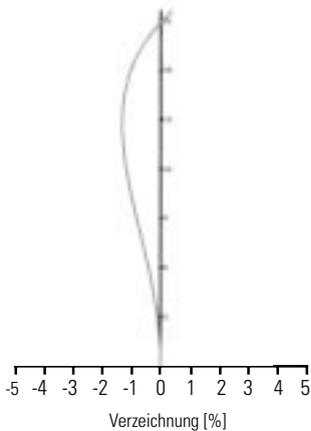
Volle Blende [2,8]



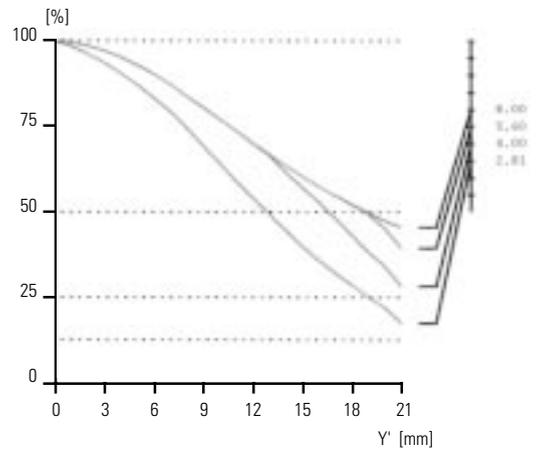
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

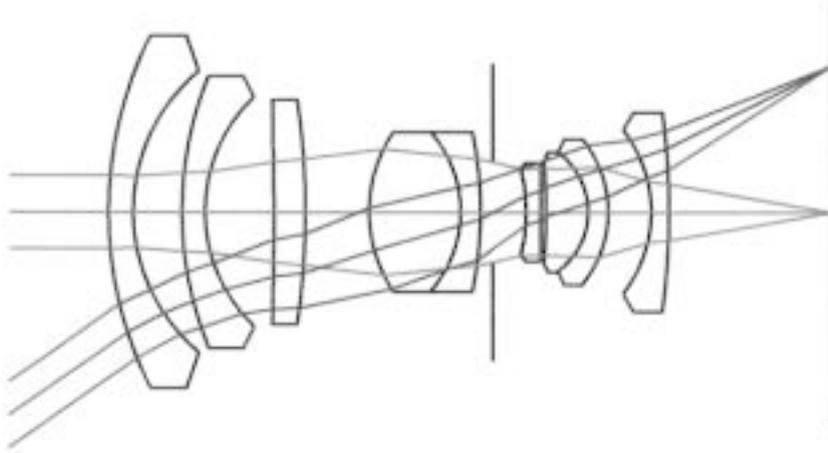


Vignettierung



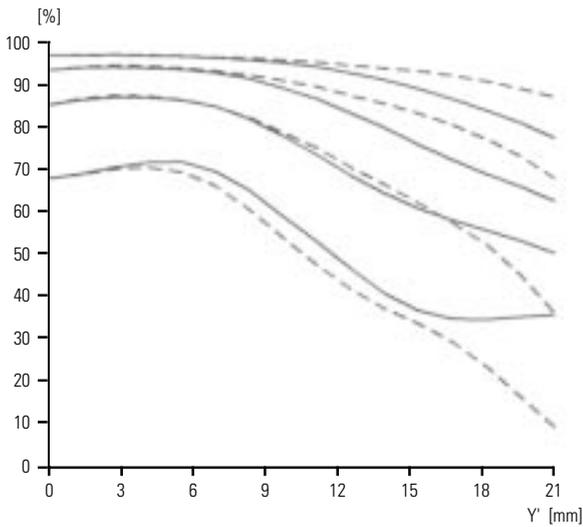
Elmarit-M 2,8/21mm ASPH

Kurzkommentar

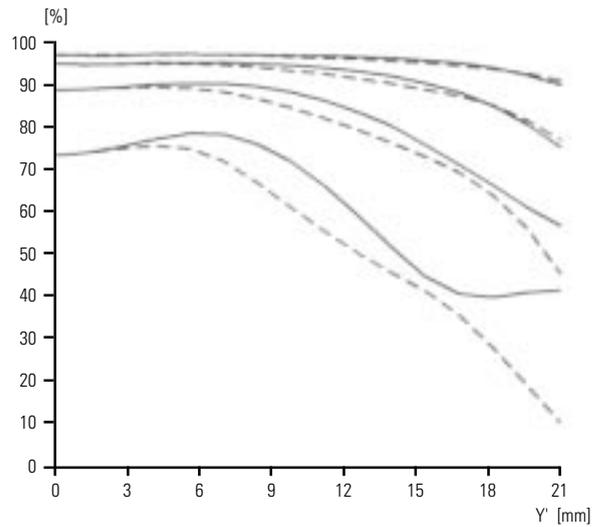


Ein wirklich hervorragendes Objektiv und ein feines Beispiel für die Anstrengungen von LEICA auf dem aktuellen Stand der Objektivtechnik. Schon bei voller Öffnung ergibt das Objektiv ein Bild mit hohem Kontrast mit einer springend scharfen Wiedergabe sehr feiner Details. Diese Leistung wird durch Abblenden noch verbessert und erstreckt sich über die gesamte Bildfläche.

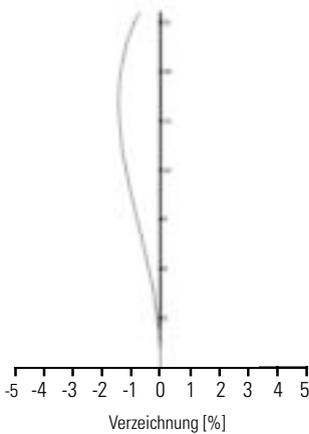
Volle Blende [2,8]



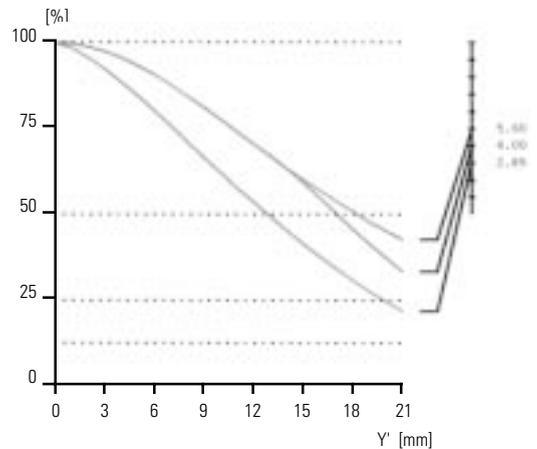
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung



Vignettierung



24 mm Objektive

ELMARIT-M 1:2,8 / 24 mm ASPH.

Bei den Meßsucher-Leicas hat es lange eine Lücke zwischen den 21 mm und 28 mm Objektiven gegeben, während die Brennweiten von 24 oder 25 mm bei den Spiegelreflexkameras eine lange Tradition haben. Vielleicht war das erneute Vertrauen in die Leica M als Spitzenkamera für die Reportage der Grund dafür, dass die Konstrukteure bei Leica diese neue Brennweite für die M-Reihe berechnet haben. Man kann auch hinzufügen, dass das M-Gehäuse die Entwicklung hochwertiger Objektive mit kurzen Brennweiten günstig beeinflusst hat. Historisch gesehen kann man sagen, daß die NIKON- und CANON-Meßsucherkameras der großartigen fünfziger Jahre mit der 25 mm - Brennweite die Lücke zwischen 21 mm und 28 mm längst geschlossen hatten.

Ich benutzte ein ELMARIT 1:2,8/24 mm ASPH. und verglich es mit dem VOIGTLÄNDER Schnapschuss-SKOPAR 1:4/25 mm. Der Bildwinkel 84° ist eine interessante Herausforderung der Kreativität. Aufnahmen einzelner Personen oder kleiner Gruppen aus kurzer Entfernung vermitteln die Intimität des engen Kontaktes. Gleichzeitig kann man sehr viel über das Umfeld aussagen, in dem sich diese Personen befinden. Intimität innerhalb des Umfelds könnte der Ansatz lauten. Beim Fotografieren ist man naturgemäß versucht, die Kamera etwas nach unten zu neigen, um mehr Vordergrund im Bild zu haben. In Augenhöhe bringt der 84°-Bildwinkel zuviel Horizont ins Bild, wobei die perspektivische Verzeichnung der Hintergrundobjekte hervortritt. Diese perspektivische Verzeichnung sollte man sorgfältig von der optischen Verzeichnung unterscheiden. Optisch zeigen diese Objektive kaum Verzeichnung. Nach einiger Zeit hatte ich mir angewöhnt, aus einer niedrigeren, aber waagrechten Perspektive zu fotografieren. Hier kommt die



ungewöhnlich gute Bildqualität zum Vorschein.

Der Bildwinkel fasziniert. Ich verwendete ihn in reportageähnlichen Situationen und erhielt sehr interessante Ergebnisse im Nahbereich. Der Trick liegt darin, eine Entfernung von 1 bis 2 m zum Objekt einzuhalten. Wenn das Vordergrundmotiv wegen seiner Beschaffenheit oder seiner Komposition das Auge anzieht, wirkt das ganze Bild interessant. Häufig versucht man, die Gesamtansicht zu wählen. Überzeugen Sie sich, dass der Bereich des Vordergrunds dominiert und voller interessanter Details ist.

Bei voller Öffnung zeichnet dieses Objektiv ein Bild hohen Kontrastes von der Bildmitte über das ganze Bildfeld. Nur in den äußersten Bildecken fällt der Kontrast ab und zeichnet weiche Details. In einem Bildkreis von 12 mm werden die Konturen der Objekte mit hervorragender Kantenschärfe gezeichnet und feine Details werden konturiert und klar wiedergegeben. Im übrigen Bildfeld werden sehr feine Details klar, aber mit weichen Kanten abgebildet. Außergewöhnlich feine Einzelheiten werden gerade oberhalb der Sichtbarkeitsgrenze, je-

doch mit etwas geringerem Kontrast wiedergegeben.

Von der Bildmitte zu den Ecken fällt der Kontrast extrem feiner Details etwas ab. Sie sind klar zu sehen, jedoch mit weicheren Kanten.

Beim Abblenden auf 1:4 steigt der Kontrast bei den sehr feinen Details und außergewöhnlich feine Details sind nun klar zu sehen. Die Bildecken fallen noch immer ein wenig ab, jedoch erreicht die Leistung in einem Bildkreis von 12 mm ihr Optimum. Dies könnte man als die optimale Blende bezeichnen. Wenn wir auf 1:5,6 abblenden, bemerken wir, daß die feinstmöglichen Details etwas klarer abgebildet werden, jedoch die Umrißlinien der Formen und der Details etwas weicher werden. Dadurch wird der Gesamtkontrast etwas geringer. Es kommt auf die Prioritäten an, welche Blende man wählt. Meiner Meinung nach ist dieses Objektiv bei 1:4 am besten. Bei 1:8 werden die Bildecken zunehmend besser, während der Kontrast in der Bildmitte abnimmt. Bei 1:16 ist der Gesamtkontrast geringer und die Wiedergabe sehr feiner Details leidet infolge der Beugung.

Leistung im Nahbereich

Im Nahbereich (ungefähr 70 cm) bleibt die exzellente Leistung erhalten. Man kann ein Weitwinkelobjektiv nicht empfehlen, wenn seine Leistung im Nahbereich nicht die gleiche ist wie im Unendlichen. Da die meisten Objektive für größere Objektentfernungen optimiert sind, ist es erforderlich, auf 1:5,6 abzublenden, um im Nahbereich die beste Leistung zu erhalten.

Überstrahlung und andere Punkte

Die Unterdrückung der Überstrahlung ist perfekt. Nachtaufnahmen mit

Kodachrome 64 zeigen eine exzellente Gradation starker Lichter und entfernte Punktlichtquellen werden ohne die Spur einer Überstrahlung wiedergegeben. Durch diese Unterdrückung der Überstrahlung vermitteln die mit dem ELMARIT 1:2,8 / 24 mm aufgenommenen Bilder einen sehr wirklichkeits-echten, fast haptischen Eindruck. Natürlich ist bei voller Öffnung ein Lichtabfall bemerkbar. Andererseits werden Bildfeldebnung und Astigmatismus sehr gut beherrscht. Es wurde kein Koma festgestellt.

Eine Verzeichnung ist kaum feststellbar. Natürlich gerät die Perspektive in Unordnung, wenn man absichtlich Aufnahmen aus schiefen Positionen macht. Wenn man dieses Objektiv aus einer waagerechten Position verwendet, arbeitet es praktisch ohne Verzeichnung. Wie bei den meisten neueren Leica Objektivkonstruktionen wird die Unschärfe bei größeren Öffnungen weich wiedergegeben. Während die Umrißlinien der größeren Objekte erhalten bleiben, verschwinden die feineren Details ziemlich schnell in der Hintergrund-Unschärfe.

Schlußfolgerung

Das ELMARIT-M 1:2,8 / 24 ASPH. ist ohne Zweifel ein Meisterstück optischer Konstruktion, ein Meilenstein innerhalb der Leica M-Serie. Die M-Version der 24 mm Brennweite ist in einem ganz anderen Leistungsbereich als das VOIGTLÄNDER SKOPAR 1:4/25 mm angesiedelt. Dem anspruchsvollen Leica Fotografen bietet es ein so großes Potential an Bildqualität, dass es eine Herausforderung ist, sie auszuloten. Während das SKOPAR eine ganz brauchbare Leistung bietet, ist die M-Version einfach überragend.

Bei voller Öffnung erreicht die M-Version beinahe ihr Optimum und verwirklicht somit ein lange beibehaltenes Ziel der Leica Objektivkonstruktion, die beste Qualität schon bei voller Öffnung und über das ganze Bildfeld zu bieten. Das Objektiv stellt Ansprüche an die Fähigkeiten der Film-Emulsionen. Aufnahmen auf ISO 400 Diafilm zeigten jedoch, dass dieses Objektiv seine Qualitäten auch dann beweist, wenn relativ grob-

körnige Filme verwendet werden. Der sehr hohe Kontrast der Objekt-Umrißlinien, den das 1:2,8/24 mm ASPH. bietet, verstärkt die Wirkung des „knackigen“ Korns moderner hochempfindlicher Emulsionen.

Innerhalb der Skala der Leica Objektive nimmt dieses Objektiv eine Spitzenposition ein. Sein Bildwinkel ermöglicht eine neue Sichtweise interessanter Objekte im Nahbereich, und seine optischen Fähigkeiten setzen einen neuen Akzent bei Bildern, die mit großen Weitwinkeln aufgenommen werden.

Kein Benutzer einer Leica sollte auf dieses Objektiv verzichten. Die M-Fotografie verlangt Aufnahmen im intimen Nahbereich und das 24 mm-Objektiv ist eines der besten Objektive, dieses Feld auszuloten. Zum jetzigen Zeitpunkt bietet es unübertroffene Qualität im Bereich der 24 mm Brennweite.

VOIGTLÄNDER Schnappschuss-Skopar 1:4/25 mm

Seit einiger Zeit gibt es von anderen Herstellern Objektive für Leica Entfernungsmesserkameras. Es ist sehr interessant, die Leistung dieser Objektive mit den Konstruktionen von Leica zu vergleichen.

Dieses Objektiv kuppelt nicht mit dem Entfernungsmesser, es hat verschiedene feste Entfernungsmarken am Einstellring. Es hat deutliche Dezentrierungsfehler. Im Bereich der äußeren Bildzonen und in den Ecken führen Lichtquellen durch Überstrahlung zu einer Bildverschlechterung. Die Verzeichnung ist gering, Lichtabfall ist bemerkbar, aber nicht störend. Bei voller Öffnung ist der Gesamtkontrast hoch und sehr feine Details werden innerhalb eines Bildkreises mit einem Durchmesser von 6 mm klar wiedergegeben. Feine Details bleiben über den größten Teil des Bildfeldes erhalten, man kann sie aber in den Ecken kaum entdecken. Diese ausgezeichnete Leistung setzt sich bis Blende 8 fort, jedoch nimmt der axiale Kontrast ab. Die Leistung im Nahbereich ist so gut wie im Unendlichen.

Im Vergleich dazu erzeugt das ELMARIT-M 1:2,8/24 mm ASPH. ein Bild mit hohem Kontrast, dessen außer-

gewöhnlich feine Details über einen Bildkreis von 12 mm sehr klar wiedergegeben werden. Die Bildecken sind weich und neigen zur Überstrahlung. Bei weiterer Ablendung über 1:4 hinaus kann man keine Verbesserung feststellen.

Ich habe Vergleichsaufnahmen auf dem gleichen Film belichtet (Objektiv nach Objektiv) (mein Bajonett muß als erstes Teil wegen Abnutzung ersetzt werden) und habe festgestellt, daß das SKOPAR einige Wesenszüge der Leica Objektive früherer Generationen zeigt. Insgesamt ist die Bildwirkung flauer und schwammiger als bei den heutigen Leica Objektiven.

Bei diesen aufeinander folgenden Aufnahmen zeigte sich ein höchst interessantes Phänomen: Das SKOPAR erzeugt Bilder mit einer körnigeren Wirkung und mit Kornklumpen, die größer sind als bei Bildern, die mit den Objektiven von Leica aufgenommen wurden. Dies rührt von der geringeren Korrektur der Abbildungsfehler her. Wenn die Abbildungsfehler überhand nehmen, treffen die von einer Punktlichtquelle ausgehenden Strahlen nicht in einem einzigen Bildpunkt wieder zusammen, sondern sammeln sich weiter verteilt um dessen Kern. Diese auf einen größeren Raum verteilten Strahlen teilen ihre Energie mehr Silberkörnern außerhalb des zentralen Bildpunktes mit, und das mehr zufällig verteilt. Das Ergebnis ist eine gröbere Zusammenballung des Kornes.

Moderne Leica Objektive erzeugen ein gleichmäßiges Muster sehr eng begrenzter Kornklumpen, was dazu führt, die Wiedergabe sehr feiner Details aufrecht zu erhalten und eine glatte Gradation feiner Lichtmodulationen wiedergeben. Leica Objektive zeichnen sich durch eine auffallende Genauigkeit in der Wiedergabe feinsten Details aus, mit denen Konstruktionen von dritter Seite nicht Schritt halten können.

Für sich betrachtet stellt das SKOPAR einen ausgezeichneten Wert dar und es bietet bei Blende 4 gute Leistung im Bildzentrum. Aber bei den Randstrahlen ist die Leistung erheblich geringer als

diejenige eines Leica Objektivs bei Blende 2,8.

Die gute Leistung des SKOPAR Objektivs ist teilweise das Ergebnis der bescheidenen Öffnung. In vielen Aufnahmesituationen wird man die in größerem Maß vorhandenen Bildfehler nicht entdecken, da sie sich unter anderem hinter der Tiefenschärfe verstecken. Die insgesamt schwächere Leistung im Bildfeld ist ein weiteres Wesensmerkmal, welches diese Objektive von den Leica Objektiven unterscheidet.

Das Rätsel der größeren Öffnungen

Eine Steigerung der Öffnung von 1:4 auf 1:2,8 erscheint bescheiden, wie auch der Schritt von 1:2,8 auf 1:2,0 leicht erscheint, wenn man die heute übliche Rechenleistung berücksichtigt. Aber die Physik ist nicht so einfach.

Wo liegt dann das optische Problem? Jedes Objektiv erzeugt ein kreisförmiges Bild, innerhalb dessen das Format 24 x 36 mm hineinpassen muß. Diese kreisförmige Fläche kann man in drei Bereiche einteilen, in den zentralen Bereich oder die Bildachse, in den zonalen

Bereich oder das Bildfeld und in den äußersten Bereich oder die Bilddecken.

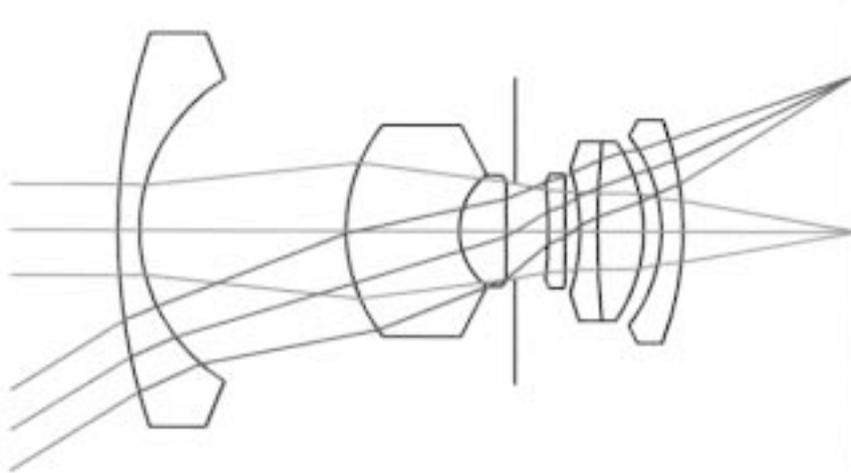
Der zentrale Bereich (die paraxiale Zone oder Gauß-Zone) lässt sich leicht berechnen. Die Randbereiche sind schwieriger zu korrigieren. Optische Fehler haben die Tendenz, sprunghaft zu wachsen, wenn die Öffnung oder der Bildwinkel größer werden. Viele Bildfehler wachsen im Maß der zweiten und dritten Potenz oder noch stärker im Verhältnis zur Öffnung oder zum Bildwinkel. Nun gut, könnte man sagen, geben wir uns mit etwas geringerer Bildqualität in den Ecken zufrieden. Das hat aber einen Nachteil: Zonenfehler üben einen starken Einfluss auf die Leistung in der Bildmitte aus. Außerdem werden einige Bildfehler durch das Abblenden nicht beeinflusst. Die kombinierte Wirkung aller Abbildungsfehler führt stets zu einer Verminderung des Kontrastes: Kleine Details werden weicher gezeichnet und der Kontrast ist insgesamt geringer. Die Aufgabe wird für den Objektiventwickler nicht leichter, wenn es ihm gelingt, all diese einander wider-

sprechenden Forderungen auszugleichen. Abbildungsfehler kann man in solche der dritten, fünften, siebten und höherer Ordnungen einteilen, bis hin zur n-ten Ordnung. Bildfehler dritter Ordnung sind groß und unterdrücken alle folgenden Bildfehler.

Wenn es dem Konstrukteur gelingt, diese Abbildungsfehler der dritten Ordnung zu beherrschen, wird er unangenehmerweise mit dem nächst höheren Abbildungsfehler konfrontiert werden. Um die Fehler der dritten Ordnung auszugleichen, ist es oft nötig, den Brennpunkt zu verlagern. Die allgemein bekannte Aussage, dass man ein Objektiv entweder für hohen Kontrast oder für hohe Auflösung konstruieren könne, beschreibt diesen Balanceakt ganz genau. Fehler der fünften Ordnung bedeuten eine mathematische Herausforderung. Die hohe Qualität der Leica Objektive basiert auf einem gründlichen Verständnis dieser Gruppe von Bildfehlern. Wie üblich erfordert der Ausgleich einander widersprechender Forderungen, dass alle Parameter für die Berechnung eines Objektivs dieser sehr hohen Korrektionsstufe fein abgestimmt werden.

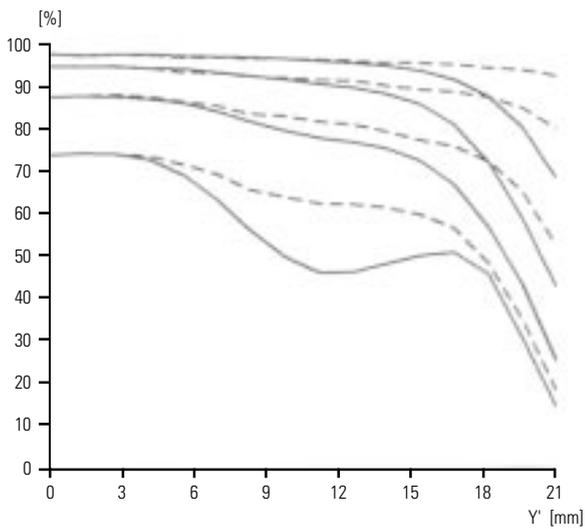
Elmarit-M 2,8/24mm ASPH

Kurzkommentar

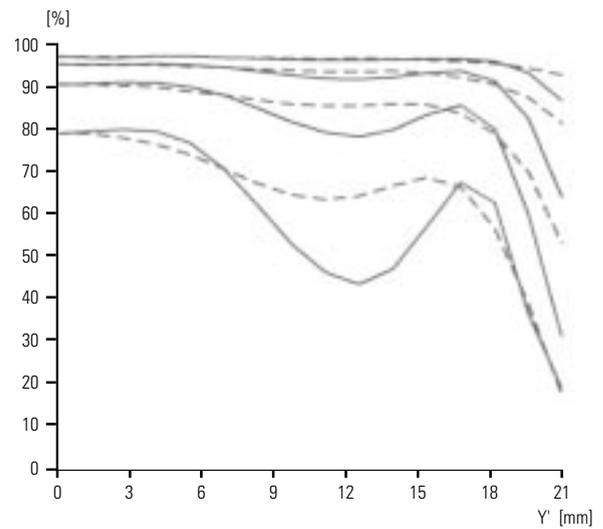


Ein konstruktiver Meilenstein in der M-Serie; dieses Objektiv hat bei voller Öffnung eine erstaunliche Leistung, die außergewöhnlich wird, wenn man es etwas abblendet. Der Bildwinkel ermuntert die Reportagefotografie aus kurzer Entfernung, welche die M berühmt gemacht hat.

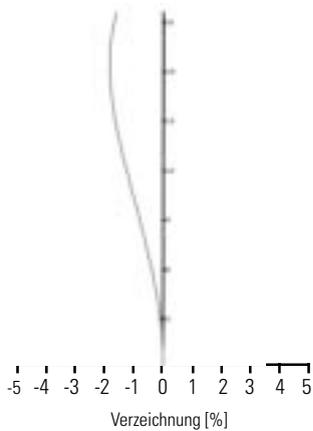
Volle Blende [2,8]



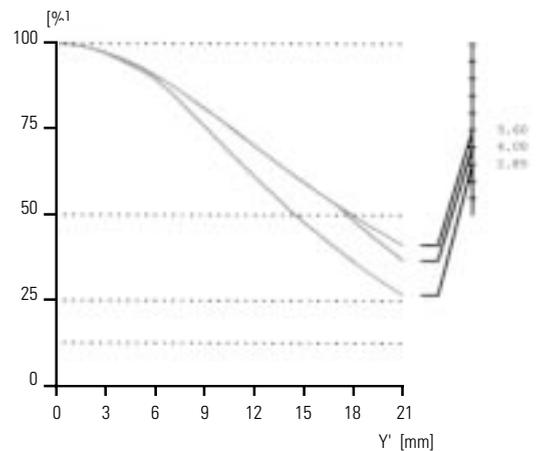
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung



Vignettierung



28 mm Objektive

Die Brennweite von 28 mm wurde 1935 für die Leica mit gekuppeltem Entfernungsmesser eingeführt. Das erste Leitz 28 mm Objektiv für die Leica, ein HEKTOR 1:6,3/28 mm, hatte eine sehr bescheidene Öffnung. Bei dieser Öffnung war die Bildqualität gut und das Objektiv wurde 20 Jahre lang produziert. Leitz fertigte drei verschiedene 28 mm Konstruktionen und vier Versionen der letzten Konstruktion. Das 28 mm Objektiv ist ein hervorragender Anwärter für den Platz des meist überarbeiteten Objektivs in der Geschichte der Leica.

Der Fotograf, der mit einem 28 mm Objektiv mit einem Bildwinkel von 74° arbeitet, stellt hohe Anforderungen. Ein Bild mit hohem Kontrast und sehr feiner Detailwiedergabe im gesamten Bildbereich, gleichmäßig ausgeleuchtet und zeichnungslos, würde in der Wunschliste oben stehen. In bildmäßiger Hinsicht zeichnet sich die Brennweite 28 mm dadurch aus, dass das Hauptmotiv der Kamera ziemlich nah ist und vom Hintergrund eingerahmt wird. Das 28er ist ein Objektiv, um Geschichten zu erzählen. Bei einer Öffnung von 1:2,8 wird es oft in Umgebungen und Innenräumen eingesetzt, die starke Lichtquellen haben, welche abgebildet werden müssen. Eine exzellente Unterdrückung der Überstrahlung ist unter solchen Bedingungen ein klarer Vorteil.

Um einen Eindruck des Fortschritts der optischen Entwicklung zu geben, wollen wir das HEKTOR bei 1:6,3 mit dem ELMARIT-M 2.8/28 mm (dritte Version von 1979) bei 1:2,8 (also beide Objektive bei voller Blende) vergleichen.

Eine dunkle Allee mit einiger Beleuchtung durch Straßenlampen wäre ein anspruchsvolles Motiv. Wenn man diese nächtliche Szene aufnimmt, erzeugt das HEKTOR ein Bild mit geringem Kontrast; helle Lichter sind ausgewaschen und Punktlichtquellen zeigen starke Lichthöfe. Die dunklen Partien sind dun-

kelgrau, weil Überstrahlung und unerwünschtes Streulicht die Schattenpartien „beleuchten“, die dann sehr wenig Details aufweisen.

Das ELMARIT-M bringt ein Bild hohen Kontrasts mit fein abgestuften Details in den Glanzlichtern, Überstrahlung ist nicht vorhanden, wodurch sich saubere schwarze Bereiche ergeben. Die Schatten weisen reiche Tonwertabstufung mit klaren und saubereren Farben auf.

Die ersten Versionen des ELMARIT-M 1:2,8/28 mm (1962 - 1972) waren Verbesserungen des SUMMARON 1:5,6/28 mm. Eine Steigerung der Lichtstärke um zwei Stufen und die Retrofokus-Konstruktion stellten eine Herausforderung dar. Der Durchmesser des Bajonetts machte den Objektivkonstruktoren das Leben nicht gerade leichter. Das erste ELMARIT 28 mm zeigte die

ELMARIT-M 1:2,8/28 mm (aktuelle Version)

Die aktuelle Ausführung des ELMARIT-M weist mit einem planen Vorderglied eine ungewöhnliche Konstruktion auf. Hauptziel bei der Konstruktion war es, die Bildwirkung bei geringeren Abmessungen zu steigern.

Der Benutzer einer Leica M wünscht sich eine hervorragende optische Leistung und Objektive, die so klein sind, dass sie den Blick durch den Sucher nicht behindern. Es ist schwierig, diese beiden Forderungen (optische Leistung und geringe Abmessungen) zugleich zu erfüllen.

Das ELMARIT-M 1:2,8/28 mm bietet bei voller Öffnung einen sehr hohen Kontrast mit extrem feinen und gestochenen Details über das ganze Bildfeld (ein Bildkreis mit einem Durchmesser von 16 mm). Nur die äußeren Ecken

bekanntesten Charakteristika vieler älterer Konstruktionen: Geringer bis mittlerer Kontrast, gute Bildqualität im axialen Bereich, die sich nach außen rasch verschlechtert, weiche Kanten größerer Objekte und ein hoher Pegel an Störungen, welche die klare Wiedergabe feiner Details mindern.

Natürlich ist dieses optische „Rauschen“ das Ergebnis von Restfehlern, die nicht hochgradig korrigiert werden konnten. Bilder, die mit älteren, weit geöffneten Objektiven von Leica aufgenommen wurden, zeigen eine verschleierte Gleichförmigkeit und das Fehlen wirklich fein strukturierter Einzelheiten. Dies wurde zuweilen als eine angenehm glatte Bildwiedergabe gesehen, weil der Übergang von Schärfe zu Unschärfe und von den Einzelheiten zu den Umrissen nicht sehr abrupt erfolgt.

und die entfernten Ränder (rechts und links) werden erkennbar weicher gezeichnet.

Diese klare Zeichnung fein strukturierter Details ist ein Markenzeichen der modernen Leica M-Objektive. Zusammen mit hohem Gesamtkontrast und praktischem Fehlen von Überstrahlung bei der Übertragung der Lichtenergie bietet dieses Objektiv dem Benutzer erstrangige Möglichkeiten.

Die Abblendung um nur eine Stufe bringt für dieses Objektiv bereits die optimale Leistung; bei 1:5,6 fällt der Makrokontrast etwas ab, während der Kontrast in den Ecken etwas zunimmt. Da bei der Abblendung die Randstrahlen die Emulsion nicht mehr erreichen, werden die Kanten feiner Details etwas deutlicher abgebildet. Vermutlich gehen diese geringen Unterschiede durch die Emulsion und durch andere das Bild verschlechternde Einflüsse verloren.

Im Vergleich zu seinem Vorgänger bleibt die Leistung im Bildzentrum bei voller Öffnung nahezu gleich. Im Bildfeld und bei der Untersuchung sehr feiner Details zeigt die heutige Version verbesserte optische Eigenschaften. Die Kurven der Kontrastübertragungsfunktion (Modulation Transfer Function, oder MTF) zeigen eine strenge Korrektur der tückischen sagittalen Strahlen, die sonst eine fein abgestufte Farbschattierungen kleiner Objekte behindern würden. Das gegenwärtige Objektiv weist eindeutig einen höheren Korrektionszustand auf und ist seinem



Vorgänger aus dem Jahr 1979 mindestens um einen Schritt voraus. Die vierte Version des Objektivs mit der 28 mm Brennweite hat nur einen einzigen Nachteil: die bescheidene Öffnung von 1:2,8. Der Bildwinkel von 74° ist besonders für den Einsatz in beschränkten Räumlichkeiten geeignet. Verwöhnt, wie die Benutzer einer Leica durch hochlichtstarke Weitwinkelobjektive mittlerer Brennweite nun einmal sind, hätten sie dann und wann gerne eine Handvoll zusätzlicher Photonen, um die Silberhalogenid-Emulsionen zu aktivieren.

SUMMICRON-M 1:2/28mm Asph.

Die Leistung des Summicron 28 ist außergewöhnlich gut. Wie gut wird ersichtlich, wenn ich sage dass die Leistung des Summicron 50mm übertroffen worden ist.

Bei voller Blendenöffnung (1:2) wird ein hoher Kontrast erreicht und feinste Bilddetails werden mit guter Kantenschärfe abgebildet. Diese Leistung wird auf der optischen Achse erreicht und über einen Kreis von 9mm Radius. In den Randzonen sieht man noch einen Hauch von Wölbung und Astigmatismus und der Kontrast bei feinen Details nimmt etwas ab. In den äußeren Ecken werden die Bildstrukturen weicher abgebildet.

Bei Blende 2.8 wird der Kontrast noch gesteigert und es verschwindet der Einfluss der Restfehler. Die Kantenschärfe ist jetzt fast über die gesamte Bildebene vorzüglich. Das optische Potential ist nun so gut, dass es nur wenige Filmemulsionen gibt, die diese Leistung verkraften können.

Bei Blende 4 wird das Optimum erreicht mit einem sehr hohem Kontrast über die ganze Bildebene. Die feinsten Strukturen, die es im Motiv überhaupt gibt, werden noch verwertbar registriert.

Ab Blende 5.6 wird das Bild geringfügig kontrastärmer, die äußeren Ecken jedoch verbessern sich noch etwas. Diese beide Blendenwerte bieten in der Praxis die beste Leistung mit etwas unterschiedlichem Charakter.

Schon bei voller Öffnung ist das Summicron geringfügig besser als Elmarit 2.8/28 bei Blende 2.8 und ab Blende 4 deutlich überlegen. In der Praxis wird ein kritischer Betrachter viel Mühe haben, aus einer Diareihe die Bilder, die mit voller Öffnung gemacht worden sind, sicher zu bestimmen (wenn nicht durch die Tiefenschärfe).

Die Verzeichnung ist gering und liegt in derselben Größenordnung wie beim Elmarit. Die relative Beleuchtungsstärke (Summe aus Vignettierung und natürlicher Lichtabfall) ist mit zwei Blenden in den Ecken gerade sichtbar, aber nimmt ganz schnell ab zur Bildmitte und ist in der Praxis bei Dias nicht deutlich bemerkbar.

Im Nahbereich bis zu einem Meter und schon ab Blende 2 hat das Objektiv einen hohen Kontrast und klare Zeichnung der feinsten Bildelemente.

Die optische Rechnung hat die bei großen Blendenöffnungen unangenehmen Bildfehler wie Koma und sphärische Aberration der schiefe Bündel besonders gut korrigiert. Das sieht man bei Bildern mit vielen Lichtquellen (wie Nachtaufnahmen) oder wenn starke Lichtquellen für Überstrahlung sorgen und die Frontlinsenfläche streifen. Die Schatten behalten ihre Tiefe (Schwärzung), Lichtquellen sind sauber begrenzt ohne störende Lichthöfe, kleine Lichtpunkte behalten ihre Form (keine Koma-Figuren) und die Spitzlichter besitzen noch feine Differenzierungen. Natürlich gibt

es Situationen, wo Streulicht unvermeidlich ist. Dann soll unbedingt die Sonnenblende eingesetzt werden.

Fazit.

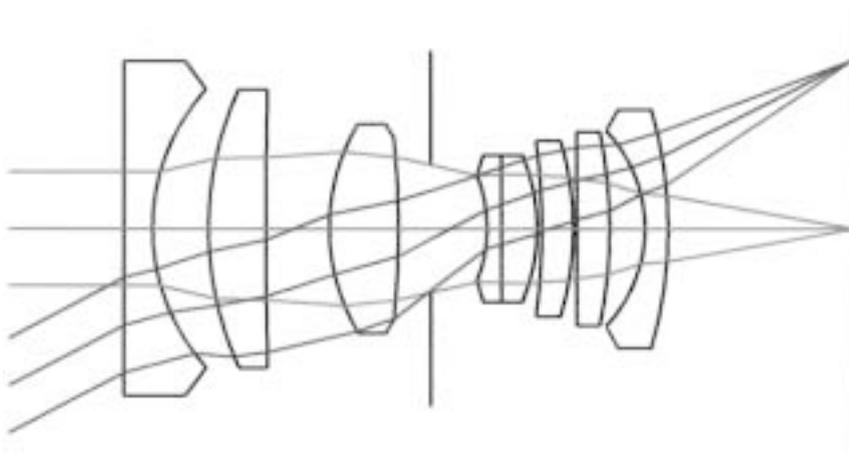
Das Summicron-M 2/28 Asph bietet eine hervorragende Bildqualität und die Bildfehler sind so konsequent minimiert dass es ohne weiteres eine apochromatische Korrektur hat. Die absolute Leistung ist so hoch, dass man eigentlich nur noch abzublenden braucht, um einen größeren Tiefenschärfbereich zu erlangen. Zwar wird im Testteil dieses Berichtes geschrieben, dass beim Abblenden die absolute Leistung noch etwas steigt (das zeigen die Testbilder und MTF Diagramme), aber im praktischen Einsatz wird diese Leistungssteigerung nur schwer festzustellen sein.

Man darf also ohne Risiko sagen, dass das Summicron schon bei Blende 2 beste Bildqualität bringt. Und Abblenden, um die Leistung zu erhöhen, ist unnötig. Das bedeutet, dass man mit kürzeren Verschlusszeiten arbeiten kann, was die Qualität sowieso fördert.

Eins sollte man außerdem beachten. Die Leica Fotografie ist am schönsten im Nahbereich und gerade beim 28er soll man nah an das Motiv herangehen. Dann hat man gute Voraussetzungen, die potentiell hohe Leistung auch tatsächlich zu nutzen.

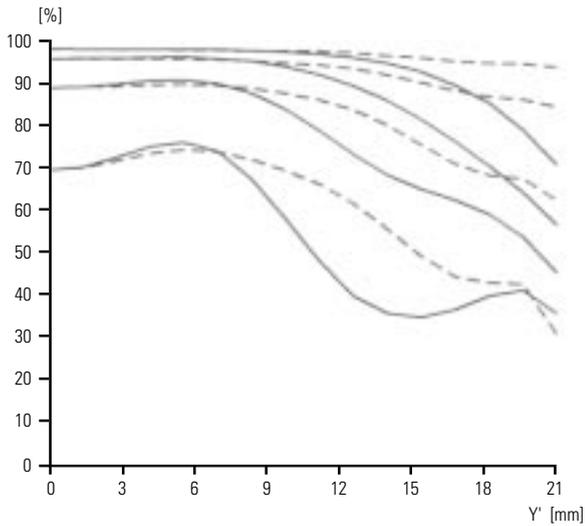
Elmarit-M 1:2,8/28mm (1993)

Kurzkommentar

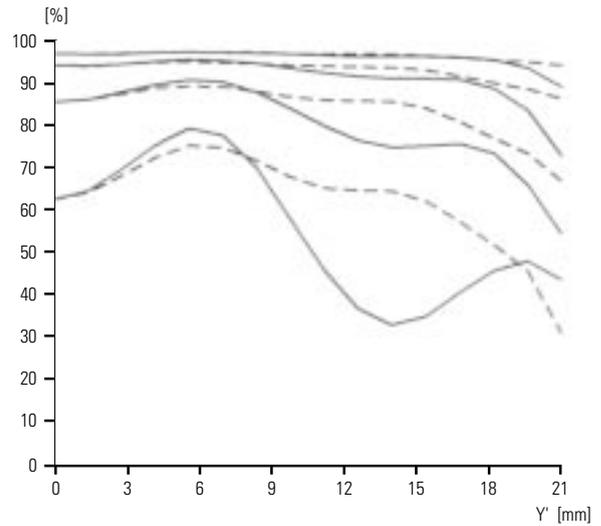


Die konstruktive Überarbeitung zielt auf Reduzierung des Volumens und verbesserte Leistung bei voller Öffnung. Es hat bei 1:2,8 jetzt eine bessere Bildqualität als sein Vorgänger bei 1:4. Seine Leistung ist erstklassig, man würde jedoch angesichts seiner bescheidenen Öffnung und seines Bildwinkels auch nichts anderes erwarten.

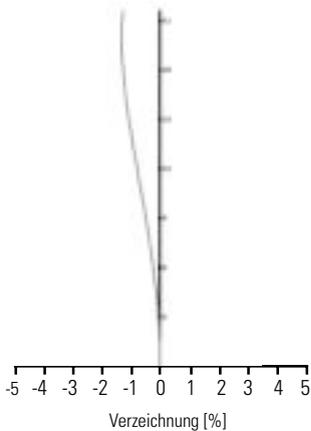
Volle Blende



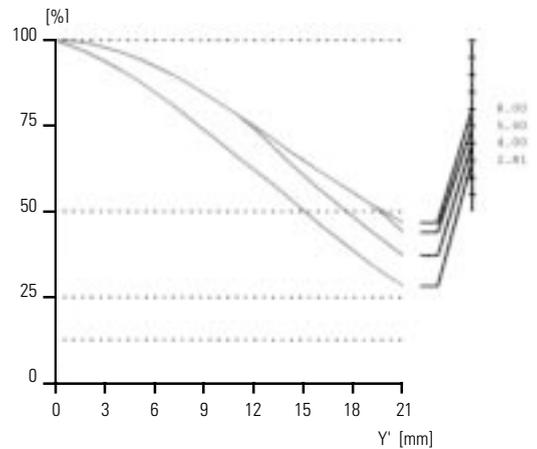
Optimale Blende



Verzeichnung

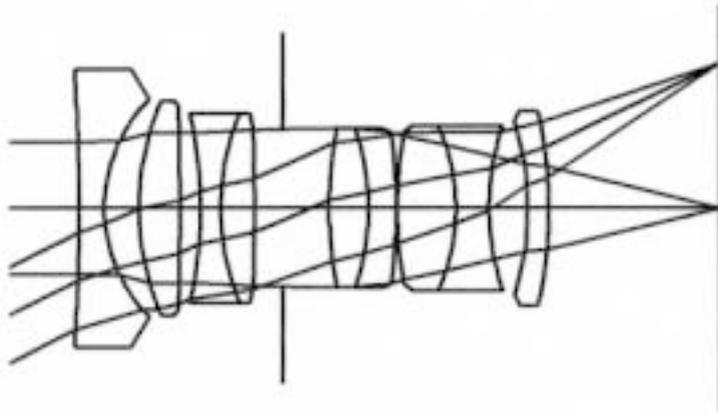


Vignettierung



SUMMICRON-M 1:2/28mm ASPH

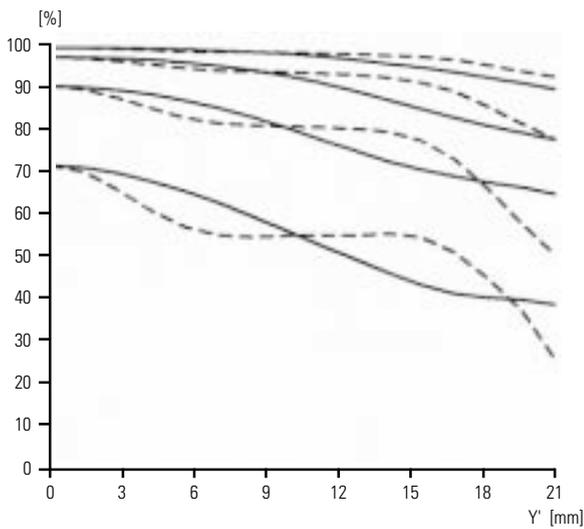
Kurzkommentar



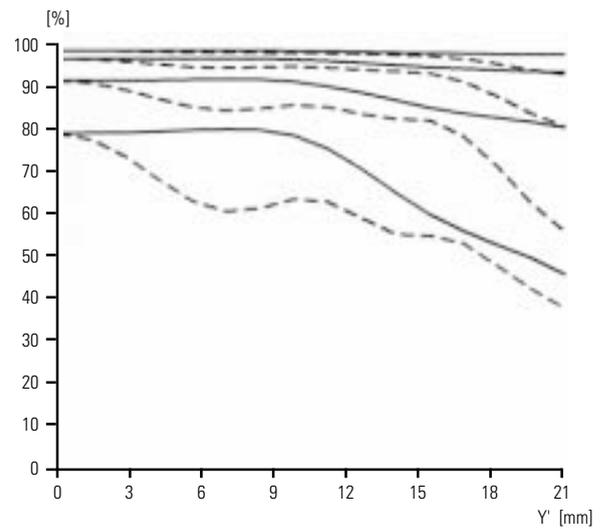
Das Summicron-M 1:2/28mm Asph. setzt neue Maßstäbe bei der Leistung weitwinkliger Objektive und ist im Moment im obersten Leistungssegment der M-Objektive angesiedelt.

Es wurde erstmals auf der photokina 2000 vorgestellt.

Volle Blende



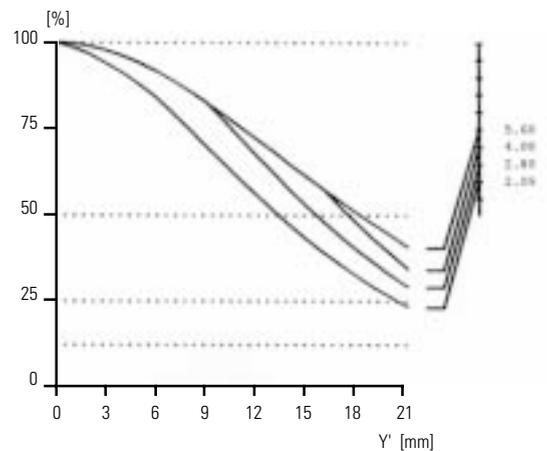
Optimale Blende



Verzeichnung



Vignettierung



35 mm Objektive

Wenn man das erste SUMMILUX 1:1,4/35 mm mit der neuesten Ausführung (von 1994, mit einer asphärischen Fläche) vergleicht, bemerkt man den Fortschritt auf zwei verschiedenen Ebenen. Die ursprünglichen SUMMICRON und SUMMILUX Konstruktionen sind Varianten des Doppel-Gauß Konzepts, einer Pionierleistung längst vergangener Tage. Im Laufe der Entwicklungsarbeit war es klar geworden, daß die erwünschte Bildqualität nicht alleine durch die Verwendung von asphärischen Flächen erreicht werden kann. Deshalb entschied man sich für eine radikale Abkehr von der klassischen Gauß-Konstruktion. Der unmittelbar sichtbare Fortschritt ist eine deutliche Verbesserung der Bildqualität. Entwicklungsziel war eine wesentlich verbesserte Korrektur der Randzonen. Wie ich in der Einführung bemerkte, sollten wir das Thema Bildqualität in einer umfassenden Sichtweise angehen. Der Objektivkonstrukteur muss den Einfluß jedes einzelnen Abbildungsfehlers auf die Gesamtleistung analysieren, um die notwendigen Korrekturen einzuführen und gegeneinander auszubalancieren. Abbildungsfehler, welche die Randzonen am stärksten beeinflussen, werden zwangsläufig auch die Leistung im axialen Bereich stark beeinflussen. Jede erfolgreiche Objektivkonstruktion besteht aus einer sehr sorgsam ausgeglichenen Bilanz zwischen den vielen Abbildungsfehlern, die hartnäckig auf die Bildqualität einwirken.

Ein optisches System mit großer Öffnung und großem Bildfeld ist nicht leicht zu korrigieren. Der Gesamtenergiefluß (der Lichtstrom) durch ein Objektiv mit hoher Lichtstärke ist größer als jener durch ein Objektiv mit geringerer Öffnung und kleinerem Bildfeld. Die Wirkung der Abbildungsfehler ist auch mehrfach stärker und schwieriger

zu korrigieren. Viele dieser Fehler wachsen in quadratischen oder sogar im kubischen Verhältnis, wenn man das Bildfeld vergrößert.

Die revolutionäre Idee, die im asphärischen SUMMILUX steckt, ist die radikale Abkehr von der Gauß-Konstruktion. Das optische System besteht aus fünf Gruppen, wobei die erste Fläche der Vorderlinse und die letzte Fläche der Hinterlinse konkav sind. Künftig könnten hochkorrigierte und hochlichtstarke Objektive für die Kleinbildfotografie auf diesem Konzept fußen. Die Produktionstechnik ist jedoch noch nicht so weit fortgeschritten, daß man jede denkbare optische Konstruktion herstellen kann.

SUMMILUX 1:1,4/35 mm

Das SUMMILUX 1.1,4/35 mm ergibt bei voller Öffnung ein Bild mit geringem Kontrast, klar sichtbaren feinen Details im Zentrum, die im Bildfeld und in den Ecken rasch weicher werden. Sehr feine Details werden im Bildfeld weich, aber unterscheidbar wiedergegeben. Bei dieser Öffnung zeigt das Objektiv eine schleierartige Überstrahlung und starke Lichthöfe sowie Doppelbilder bei Punktlichtquellen.

Bei 1:2 verbessert sich die Gesamtleistung und bei weiterem Abblenden auf 1:2,8 ist der Kontrast dann ziemlich hoch, wobei sehr feine Details beträchtlich klarer mit recht hoher Kantenschärfe abgebildet werden. In der Bildmitte tauchen dann extrem feine Details auf, sie bleiben aber im weiteren Bildfeld weich. Die optimale Öffnung ist bei 1:8 erreicht. Dieses Verhalten ist für ältere Objektivkonstruktionen typisch, wobei Abblenden den Kontrast erhöht und die Wiedergabe feiner Details verbessert, letzteres aber nur in bescheidenem Maß.

SUMMICRON-M 1:2/35 mm

Das SUMMICRON 1:2/35 mm ist von Anfang an höher auskorrigiert. Bei voller Öffnung ist der Kontrast in der Bildmitte hoch und sehr feine Details werden gestochen scharf wiedergegeben. Extrem feine Details haben geringfügig weiche Kanten bei einer sichtbaren Verringerung des Kontrasts angrenzender Bereiche, sofern diese andere Dichten aufweisen. Diese feine Leistung wird nicht über das weitere Bildfeld durchgehalten, weil sehr feine Details durch den Einfluss der Abbildungsfehler zunehmend verloren gehen. Bei 1:2,8 setzt sich die hervorragende Leistung in der Bildmitte nun über den größten Teil des Bildfeldes fort, wobei nur die Ecken abfallen. Bei 1:8 wird die optimale Leistung erreicht, wir erhalten eine sehr hohe Bildqualität. Hoher Gesamtkontrast und hoher Mikrokontrast extrem feiner Details über den größten Teil des Bildfeldes ergeben eine Leistung, die man sogar mit angemessenen Emulsionen nur schwer ausnützen kann.

Ab 1:2,8 zeigen das SUMMILUX und das SUMMICRON sehr ähnliche optische Merkmale. Ihre Leistung ähnelt sich in der Tat so sehr, dass man zu der Annahme neigt, das SUMMILUX sei ein um eine Blende zu weit geöffnetes SUMMICRON. Die dem SUMMILUX eigene höhere Überstrahlung verschlechtert die Wiedergabe sehr kleiner Details im Bildfeld mehr, als das beim SUMMICRON der Fall ist.

Die Leistung des SUMMICRON-M ist ausgezeichnet, man könnte sie außergewöhnlich nennen, gäbe es nicht auch eine asphärische Ausführung. In meinen Berichten muß ich ein empfindliches Thema berühren. Viele alte und neue Leica Objektive werden von Benutzern in der ganzen Welt hoch geschätzt. Glücklicherweise wurden die

Leistungsstandards erhöht und die Leica Objektivkonstruktoren waren willens und fähig, diese Standards noch einige Stufen nach oben zu verschieben. Deswegen erhalten viele Leica Objektive, die von ihren Benutzern, von der Presse und in Firmenbroschüren als herausragend beschrieben worden sind, in meinen Betrachtungen eine niedrigere Wertung. Jede Wertung hängt vom Stand der Technik zum Zeitpunkt der Auswertung ab.



**SUMMILUX-M
ASPH. 1:1,4/35 mm**

Bei voller Öffnung ergibt das SUMMILUX ASPH. 1:1,4 / 35 mm ein Bild mit hohem Kontrast und ausgezeichnetem Mikrokontrast, mit gestochen scharfer Wiedergabe sehr feiner Details in der Bildmitte und in einem großen Teil des Bildfelds. Extrem feine Details sind klar zu sehen, zeigen aber weiche Kanten, welche die Fähigkeit des Objektivs herabsetzen, glatt verlaufende Beleuchtungsunterschiede aufzuzeichnen. Abfallende Helligkeit ist bemerkbar, aber auf einen sehr kleinen Bereich beschränkt. Die Bildfeldebahnung ist ausgezeichnet und eine Verzeichnung ist gerade noch bemerkbar. Die Zentrierung hat sich als perfekt erwiesen.

Bei 1:2 verbessert sich die Gesamtbildqualität bei einer geringen Steigerung des Kontrastes feiner Details im größten Teil des Bildfelds. Die feinsten Details werden sehr sauber und mit gestochen scharfen Kanten aufgezeichnet. Bei 1:4 erreicht die Leistung mit ei-

nem sehr hohem Niveau ihren Höhepunkt.

Alle Vorzüge der Konstruktion sind nun deutlich sichtbar: Extrem feine Details vom Zentrum bis in die Ecken, sehr gleichmäßige Farbschattierung im Bereich kleiner Objekte, gestochene Wiedergabe von Objektumrisslinien sowohl bei großen als auch kleinen Objekten, sehr gute Dämpfung der Überstrahlung im Bereich starker Lichtpunkte (Reflexionen der Sonne in Wassertröpfchen) sind das Erkennungszeichen dieses Objektivs.

Darüber hinaus weist die neue Generation der Leica Objektive, von denen das SUMMILUX-M ASPH. ein erstklassiges Beispiel ist, die einzigartige Eigenschaft der Klarheit des Bildes auf, welche das Ergebnis eines sehr hoch korrigierten optischen Systems ist. Erinnern wir uns, dass ich in der Einführung die Auswirkungen der Restfehler dargestellt habe. Man kann diese das Bild verschlechternden Fehler mit dem Staub in einem luftdicht verschlossenen Raum vergleichen. Dieser Staub erzeugt einen feinen Nebel, der die Klarheit des Blicks trübt. Man kann diesen Staub nicht entfernen, man kann ihn nur auf solche eine Art anders verteilen, dass er unseren Blick nicht mehr vernebelt. Weil sie die „Seele“ einer Konstruktion studieren, gelingt es den Leica Konstruktoren, die Menge dieses Staubs auf ein Minimum zu reduzieren. Ihre Konstruktion führt die Lichtenergie durch die vielen Glaselemente in einer Weise, dass die Lichtstrahlen nur möglichst gering gebeugt und gestört werden. Kleine Lichtflecke mit einer sehr hohen Konzentration der Energie im Kern sind das Ergebnis.

Nach 1:5,6 fällt die Leistung etwas. Dieser Abfall ist relativ; selbstverständlich ist die Bildqualität bis 1:11 von sehr hohem Rang. Man sollte sich auf ein insgesamt geringfügig weiches Bild gefasst machen, wenn man diese oder noch kleinere Öffnungen verwendet. Man wird bemerken, dass die asphärische Version ihr Optimum zwei oder drei Blendenstufen früher erreicht als ihre Vorgänger. Bei 1:4 hat die asphärische Version eine höhere Bildqualität als jene des ursprünglichen 35 mm SUMMILUX bei 1:8.



**SUMMICRON-M ASPH. 1:2/35
mm**

Bei voller Öffnung ergibt das SUMMICRON-M ASPH. 1:2/35 mm ein Bild, das völlig mit jenem des SUMMILUX ASPH. bei 1:2 vergleichbar ist, mit sehr hohem Kontrast über einen weiten Teil des Bildfelds. Die feinsten Details werden in den Kanten um einen Bruchteil weicher und mit etwas geringerem Mikrokontrast gezeichnet. Wenn man die MTF-Kurven zugrunde legt, ist das SUMMILUX-M ASPH. bei 1:2 dem 35 mm-SUMMICRON in den Randzonen leicht überlegen. Die bessere Dämpfung des Streulichtes führt beim SUMMICRON zu einem geringfügig klareren Gesamtbild. Ich würde es gerne als einen Unterschied im Merkmal oder in der Charakteristik der Bilderzeugung beschreiben. Das SUMMICRON-M ASPH. zeigt eine sehr hohe Qualitätsebene im axialen Bereich, das zu den Ecken hin fortschreitend abnimmt. Bei 1:1,4, also voll geöffnet, zeigt das SUMMILUX-M ASPH. das gleiche Muster. Wenn man es aber auf 1:2 abbildet, zeigt es eine sehr gleichmäßige Leistung im überwiegenden Bildfeld. Nach nur einer Stufe Abblendung ist das bemerkenswert. Die nicht asphärischen SUMMICRON/SUMMILUX-Versionen verhalten sich hier in klassischer Weise mit einem weit deutlicheren Qualitätsabfall zwischen Bildzentrum und äußeren Zonen.

Die Leistung beider Objektive im Nahbereich

Die Leistung beider Objektive im Nahbereich (etwa 1 m) ist bei beiden ASPH.-Objektiven gut. Bei voller Öffnung zeigt das SUMMILUX-M ASPH. jedoch Bildfeldwölbung und Vignettierung. Ich möchte hier keinen detaillierten Vergleich machen. Beide sind auf diesem Gebiet sehr kompetent, wobei das SUMMICRON-M ASPH. 35 mm leicht vorne liegt.

Streulicht bei beiden Objektiven

Das SUMMICRON-M ASPH. 35 mm dämpft bei 1:2 die Überstrahlung außergewöhnlich gut, es bewirkt eine vorzügliche Trennung der Spitzlichter, praktisch überstrahlungsfreie Bilder, klar definierte feine Details mit sehr guter Gradation und Farbabstufung. Es zeigt auch ein gestochen scharfes Bild von strahlender Klarheit. Die Bildwiedergabe des SUMMILUX-M ASPH. 35 mm neigt zumindest in dieser Situation zu etwas mehr Überstrahlung. Das größere Vorderglied fängt eben mehr schief einfallende Strahlen ein, welche das Bild ein wenig weicher machen können.

Interessanterweise ist das SUMMILUX-M ASPH. 35 mm bei 1:1,4 besser als bei 1:2, weil die Blendenlamellen kein Licht reflektieren, welches das Objektiv bei dieser großen Öffnung durchquert. Bei 1:2 ist die Blende etwas weiter geschlossen und bildet nun ein Hindernis für die Lichtstrahlen, wovon einige in das Objektiv reflektiert werden.

Leistung bei Unendlich

Einige Benutzer einer Leica stellen die Fähigkeit moderner Weitwinkelobjektive, im Unendlichen präzise scharf zu zeichnen, in Frage. Schärfe stellt kein meßbares Konzept dar. Wir haben einen visuellen Eindruck von Schärfe, der auf der Kantenschärfe größerer Objekte beruht (auch als Konturschärfe bezeichnet).

Eine japanische Tuschezeichnung sieht sehr scharf aus, weil ihre schwarzen Umrisslinien, welche die Formen

größerer Objekte definieren, durch ihren starken Kontrast gegenüber dem Hintergrund hervortreten. Wenn man ein Bild von Bäumen als Silhouette gegenüber dem Himmel betrachtet, ist der Eindruck von Schärfe sehr ausgeprägt. Nimmt man aus dem gleichen Abstand das Bild eines Gebäudes mit feinen Architekturdetails auf, verleitet es uns zur Annahme geringerer Schärfe, weil der Gesamtkontrast geringer ist. Sorgfältige Tests zeigen, dass beide ASPH. Objektive sehr feine Details mit hohem Kontrast wiedergeben. Hier bewahrt sich aber der Satz, dass das schwächste Glied einer Kette deren Stärke bestimmt. Es ist ein schweres Stativ erforderlich. Der Film muß äußerst feinkörnig sein, mit exzellenter Konturschärfe, und die geringste Überbelichtung wird die Bildqualität zerstören. Versuche zeigen, daß eine halbe Blende Überbelichtung (abweichend von der optimalen Belichtung) das Bild verschlechtert. Jeder Naturfotograf kann die weiteren Vorkehrungen aufzählen, die man benötigt, um eine stabile Plattform zu haben.

Bei geringeren Öffnungen 1:4 und kleiner ist die Leistung von allen vier 35 mm-Objektiven hervorragend. Theoretisch sollte die bessere Mikrokontrastleistung in der Durchzeichnung feiner Details bei den ASPH. Objektiven zu sehen sein. Aber Freihandaufnahmen und das Korn der am häufigsten benutzten Filme verringern diesen möglichen Vorteil.

Schlussfolgerung

Bei größeren Öffnungen werden die Möglichkeiten des SUMMILUX-M ein wenig überfordert. Abgeblendet ist seine Leistung gut, aber das ist kein Grund, ein Objektiv mit der Öffnung 1:1,4 zu kaufen. Das SUMMICRON-M war und ist ein ausgezeichnetes Objektiv. Es ehrt die Objektivkonstrukteure, dass Leica 20 Jahre und die modernsten Konstruktions- und Fertigungsmöglichkeiten benötigte, um seine optische Qualität noch zu steigern.

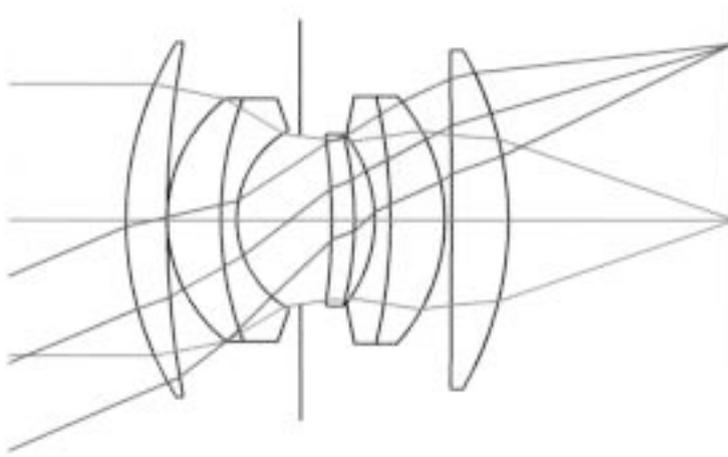
SUMMICRON-M ASPH. und SUMMILUX-M ASPH. sind die moderneren Konstruktionen und bieten die Möglichkeit höherer Bildqualität als

ihre Vorgänger SUMMICRON-M und SUMMILUX-M. Die Unterschiede sind sichtbar, aber um sie überzeugend zu erkennen, muß man die Bilder zum Vergleich nebeneinander legen. Das SUMMICRON-M ASPH. ist ein sehr gutes Objektiv für allgemeine Anwendung mit einer sehr gleichmäßigen und exzellenten Leistung. Das SUMMILUX-M ASPH. überträgt die Qualität des SUMMICRON-M ASPH. in eine 1:1,4-Konstruktion. SUMMICRON-M ASPH. und SUMMILUX-M ASPH. Objektive haben unterschiedliche Erkennungsmerkmale und verschiedene fotografische Fähigkeiten und deshalb auch einen unterschiedlichen Anwenderkreis. Wenn man die beste Leistung bei 1:1,4 fordert, gibt es keine andere Wahl. Die 1,4-Konstruktion ist für Überstrahlung anfälliger und bietet weniger Bildfeldebene. Wenn 1:2 ausreicht, sind der Charakter des SUMMICRON-M ASPH. und sein Preis-/Leistungsverhältnis sehr attraktiv. Hinsichtlich der Leistung gehören beide Objektive in die gleiche Kategorie. Der Fotograf, der die höhere Qualität der ASPH. Objektive ausnutzen will, muss aber auch bereit sein, seine Technik weiter zu entwickeln.

Das aktuelle SUMMILUX-M ASPH. aus dem Jahr 1994 hatte im SUMMILUX-M asphärisch aus dem Jahr 1990 einen Vorgänger mit zwei asphärischen Flächen. Die Leistung dieser ersten Version ist nahezu mit jener der zweiten Version identisch. Die MTF-Kurven zeigen kleine Unterschiede, die man nicht zu eng sehen sollte. Die erste Version zeigt im Zentrum geringfügig höheren Kontrast, aber im weiteren Bildfeld hat die zweite Version einen Vorteil. Ich bezweifle, ob man diese theoretischen Unterschiede wahrnehmen kann.

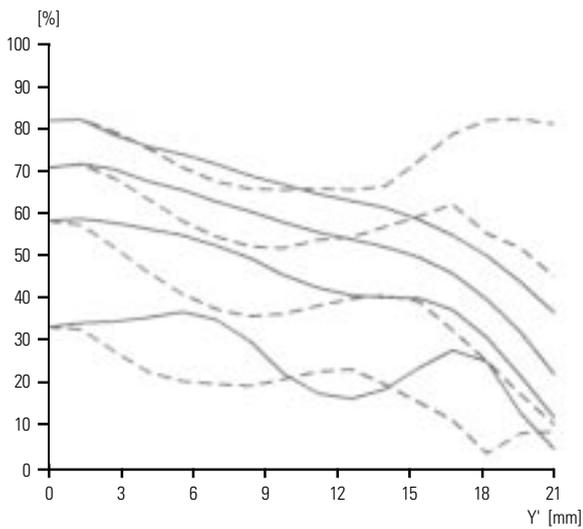
Summilux-M 1:1,4/35

Kurzkommentar

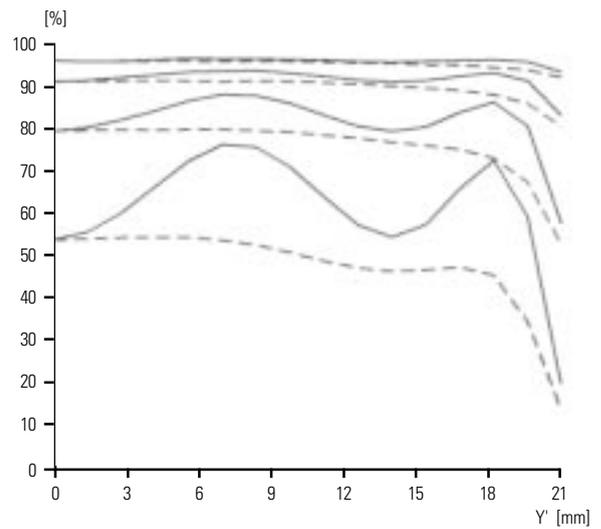


Voll geöffnet hat dieses Objektiv geringen Gesamtkontrast und bescheidene Wiedergabe feiner Details und Umrisslinien. Nach Abblenden ist die Verbesserung empfehlenswert, bei 1:8 wird sie exzellent. Man sollte die Gesamtleistung im Zusammenhang mit seinem Alter und seinem kleinen Volumen sehen.

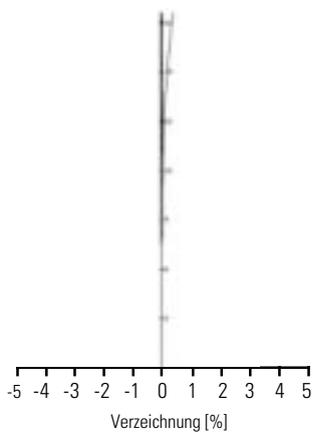
Volle Blende [1,4]



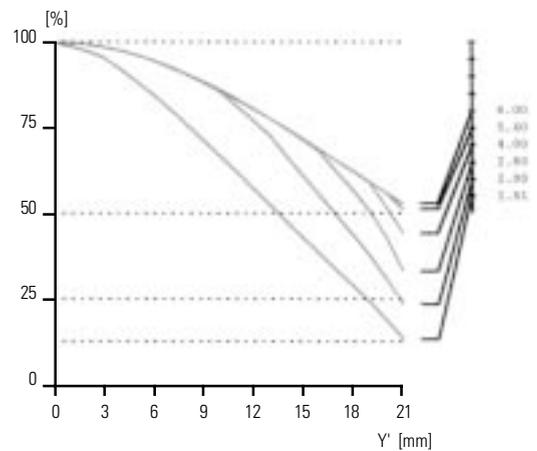
Optimale Blende [8,0]



Verzeichnung

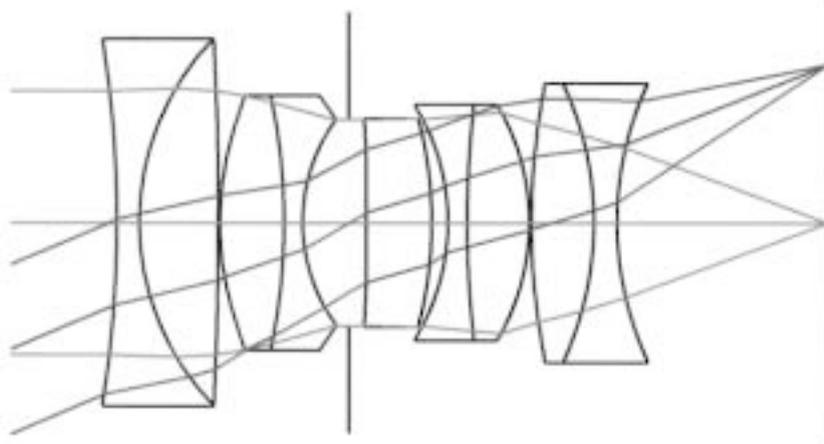


Vignettierung



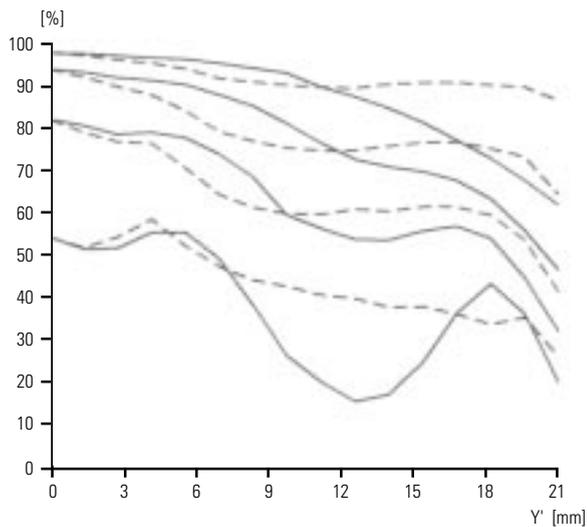
Summilux-M 1:1,4/35 (aspherical)

Kurzkommentar

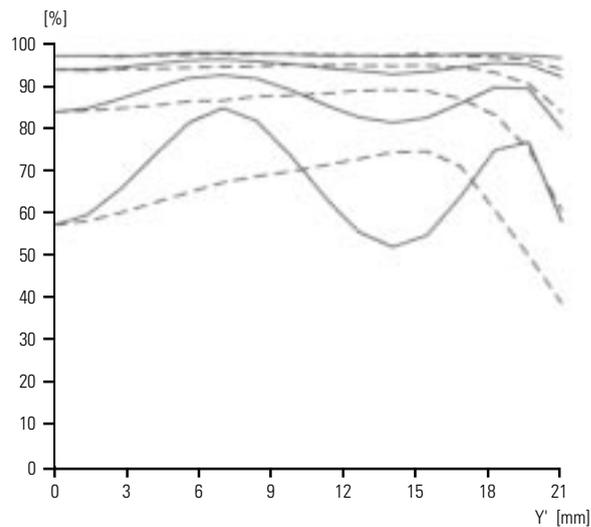


Diese Konstruktion ist ein Meilenstein der optischen Entwicklung wegen seiner negativen Front- und Rückfläche und den beiden asphärischen Flächen. Seine Leistung bei voller Öffnung ist sehr gut mit einem hohen Bildkontrast und einer klaren Zeichnung extrem feiner Details.

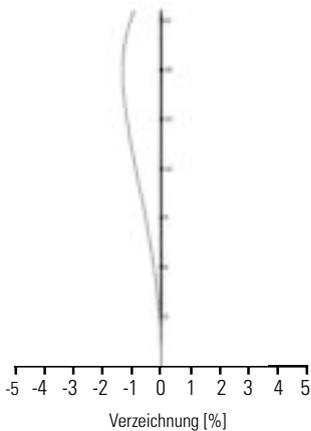
Volle Blende [1,4]



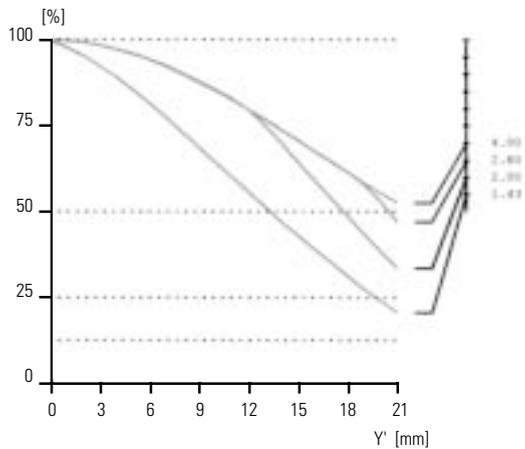
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung

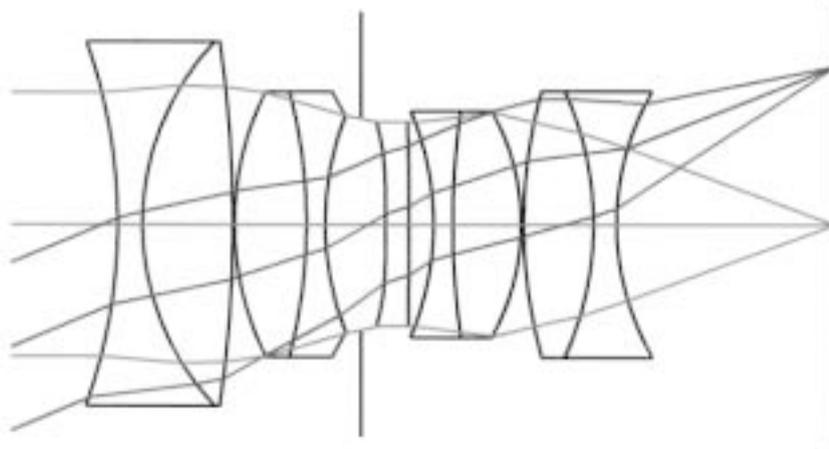


Vignettierung



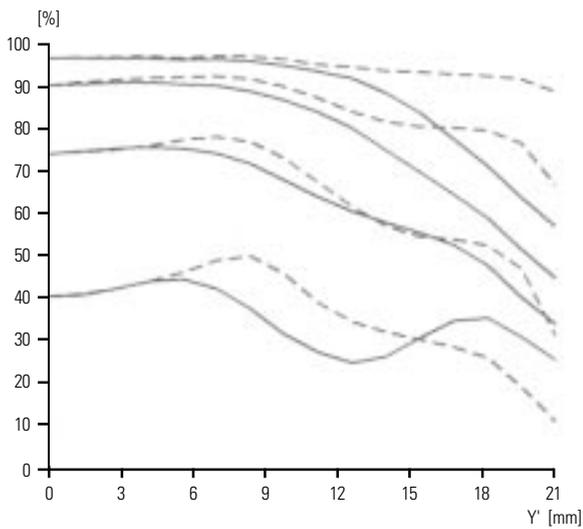
Summilux-M 1:1,4/35 ASPH

Kurzkommentar

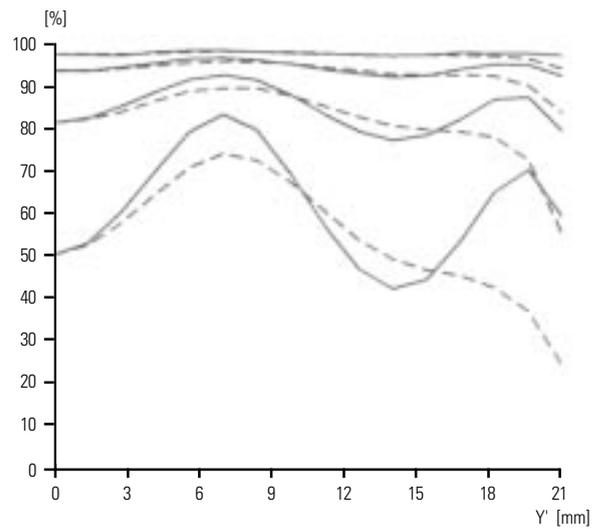


Diese Überarbeitung mit einer präzise gepressten asphärischen Fläche lässt sich wirtschaftlicher fertigen. Bessere Bildwiedergabe als sein Vorgänger bei voller Öffnung mit etwas anderer Charakteristik. Bei 1:1,4 ist es nahe daran, die Leistung des Summicron bei 1:2 zu erreichen.

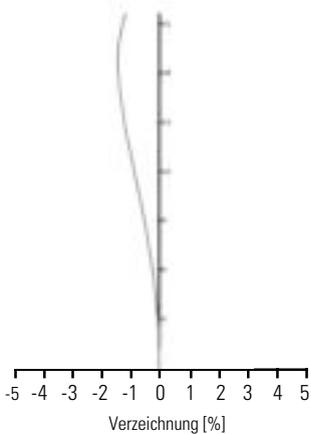
Volle Blende [1,4]



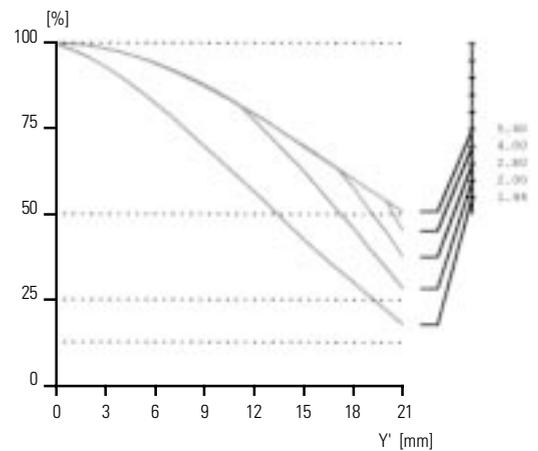
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung

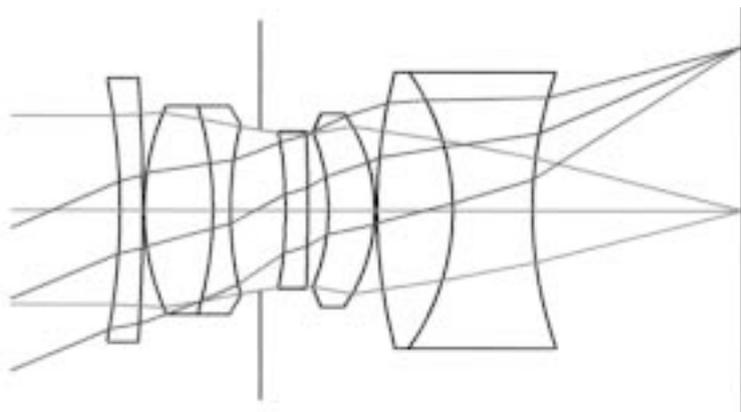


Vignettierung



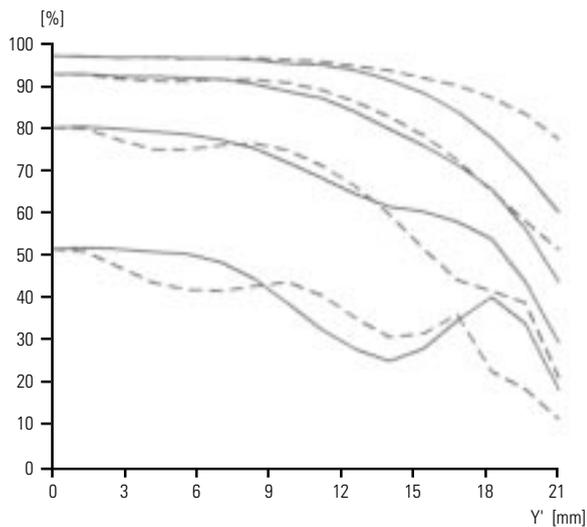
Summicron-M 1:2/35 ASPH

Kurzkommentar

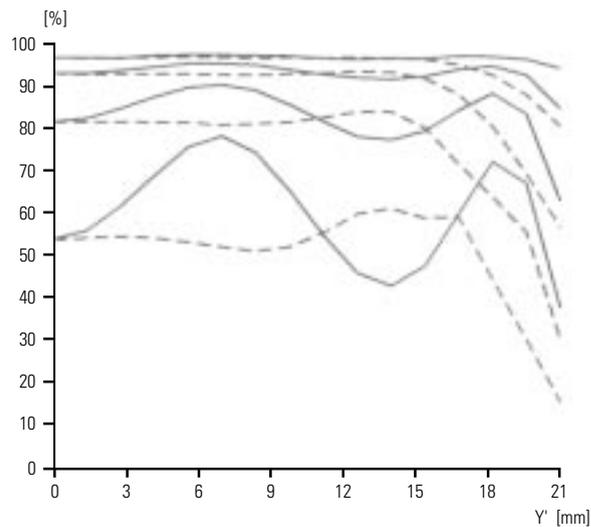


Hervorstechende Bildqualität bei voller Öffnung und über den größten Teil des Bildfelds sind seine herausragenden Eigenschaften. Mit seiner sehr geringen Neigung zur Überstrahlung in Verbindung mit gestochen scharfer Wiedergabe extrem fein strukturierter Details ist dieses Objektiv sowohl für den künstlerischen Fotografen als auch für den dokumentierenden Photojournalisten geeignet.

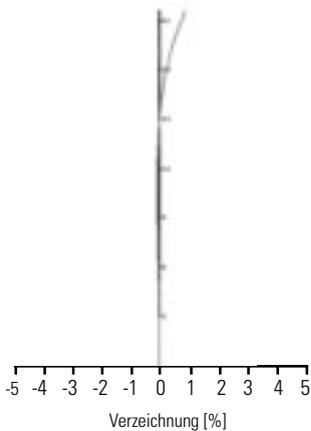
Volle Blende [2,0]



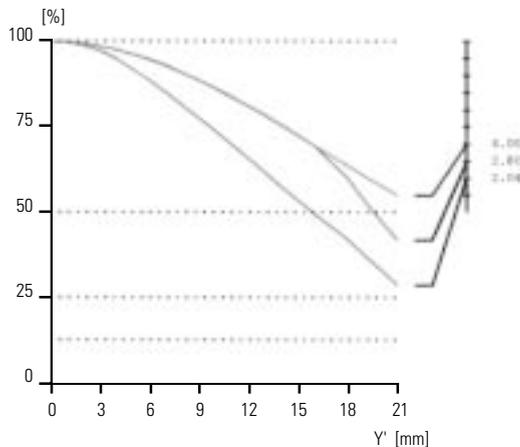
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung

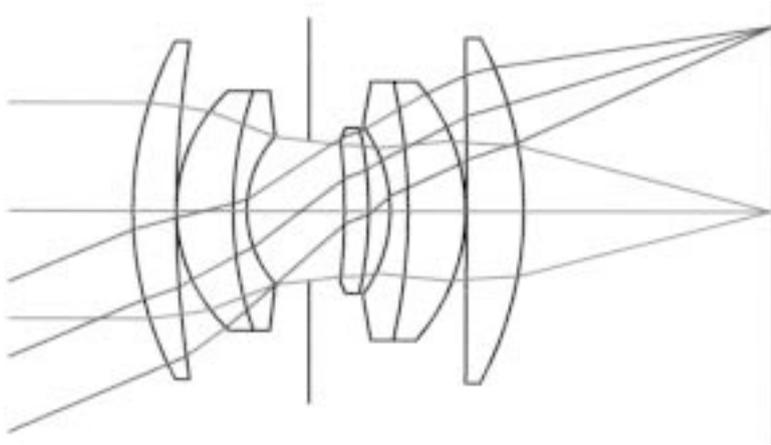


Vignettierung



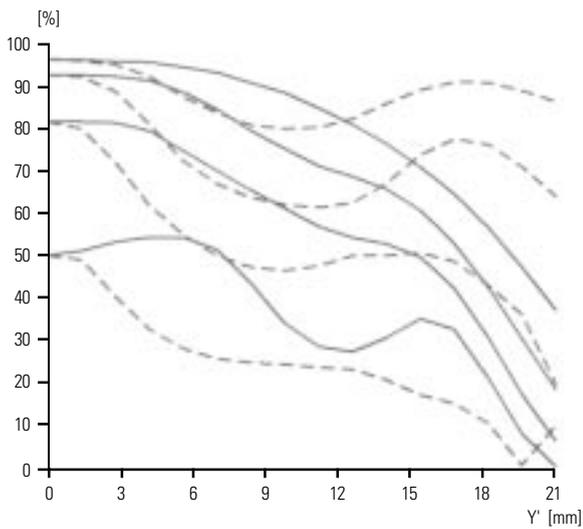
Summicron-M 1:2/35

Kurzkommentar

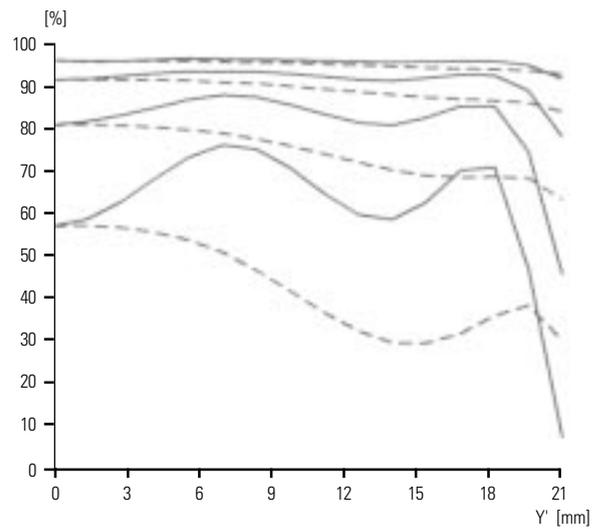


Mehr als 40 Jahre lang war dieses Objektiv der Favorit der Leica M Fotografie. Es ist für viele Benutzer die erste Wahl wegen seines kleinen Volumens und seiner exzellenten Leistung. Bei voller Öffnung ist die Bildqualität im axialen Bereich erstklassig, fällt aber im Bildfeld ab.

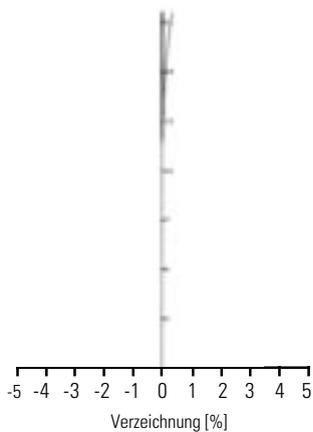
Volle Blende [2,0]



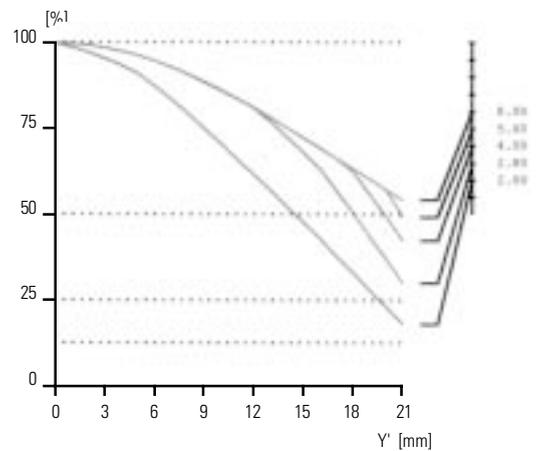
Optimale Blende [8,0]



Verzeichnung



Vignettierung



50 mm Objektive

Das erste an der Ur-Leica verwendete Objektiv hatte 42 mm Brennweite. Die ersten auf den Markt gekommenen Modelle waren mit einem ANASTIGMAT/ELMAX 1:3,5/50 mm ausgestattet. Diese Konstruktion hatte fünf Glieder, vermutlich, um Patentstreitigkeiten mit der Firma Zeiss aus dem Weg zu gehen. Es gibt viele Vermutungen, warum Barnack und Berek diese spezielle Brennweite gewählt hatten. Die populärste Erklärung wird mit der angeblichen Ähnlichkeit des menschlichen Seh winkels und des Bildwinkels einer Brennweite von 50 oder 52 mm begründet, der ungefähr 45° beträgt. Aber das menschliche Auge hat, abhängig von verschiedenen Kriterien, unterschiedliche Sehwinkel. Sie liegen zwischen 6° und 150° und es gibt kein schlüssiges Argument dafür, dass das Auge den 45° Winkel bevorzugt. Unser binokulares Sehfeld (d.h. das Gesichtsfeld mit beiden Augen) beträgt 130°. Bleiben wir lieber auf sicherem Grund. Es gibt eine handfeste optische Begründung der Wahl der 50 mm-Brennweite: sie stellt eine solide Grundlage für eine exzellente Leistung dar. Diese Brennweite erlaubt sehr gute optische Korrektur, wie man sie für den Erfolg der ersten Leica brauchte.

ELMAR 1:2,8/50 mm

Das ELMAR 1:2,8/50 mm wurde 1957 eingeführt, fast 33 Jahre, nachdem das ELMAR 1:3,5/50 mm angekündigt wurde. Seinerzeit war das ELMAR 1:2,8 berühmt wegen seiner guten Bildqualität in der Mitte des Bildfeldes. Dadurch war das ELMAR seinem jahrelangen Konkurrenten, dem Zeiss TESSAR, leicht überlegen. Die abweichende Anordnung der Irisblende (zwischen dem ersten und zweiten Glied) bildete den Hauptvorteil des ELMARS. Im Test schneidet das ELMAR bei voller Öffnung akzeptabel ab, mit geringem Gesamtkontrast und sauber wiederge-

gebenen feinen Details mit glatten Kanten (um es genauer zu sagen: mit weichen Kanten). Feine Details sind in der Mitte gut zu sehen, werden aber im Bildfeld unscharf. Durch Abblenden auf 1:4 verbessert sich der Gesamtkontrast und die Leistung auch in den Ecken. Sehr feine Details werden jetzt schärfer abgebildet und in der Mitte kann man eine Spur von extrem feinen Details erkennen. Die optimale Leistung liegt bei 1:5,6.



ELMAR-M 1:2,8/50 mm

Bei voller Öffnung ergibt das überarbeitete ELMAR-M 1:2,8 Bilder mit mittlerem bis hohem Kontrast mit sehr feinen Details, welche gestochen scharf im größten Teil des Bildfeldes wiedergegeben werden. Allgemein war die Neukonstruktion ihrem Vorgänger um eine oder zwei Blenden überlegen. Hinsichtlich der gesamten Bildqualität ist ein verbesserter Mikrokontrast von größerer Bedeutung, der den fein strukturierten Details eine hervorragende Klarheit verleiht. Bei 1:5,6 kommt das ELMAR-M der Leistung des SUMMICRON 1:2/50 mm nahe. Bei voller Öffnung ist die Leistung im Nahbereich exzellent. Die vier Glieder des

Das SUMMICRON 1:2 (die 7-linsige Version) bringt bei voller Öffnung eine bessere Leistung als das ELMAR bei 1:2,8. Nur im Äußeren Bereich des Bildfeldes erzeugt das ELMAR ein besseres Bild. Insgesamt ist die Leistung des ELMAR bei 1:5,6 und kleineren Blenden gut. Die Bildqualität bei höherer Öffnung liegt etwas unterhalb der Aura, die ihm wohlgesonnene Sammler und Benutzer zuschreiben.

ELMARS bieten weniger Möglichkeiten zur Fehlerkorrektur als die sechs des SUMMICRON. Andererseits erzeugt die geringere Anzahl der Glieder geradezu zerbrechlich scharf abgebildete feine Details.

Bei 1:2,8 weist das ELMAR-M fast die gleiche Charakteristik auf wie das heutige SUMMICRON 1:2 bei voller Öffnung, wobei der Gesamtkontrast etwas geringer ausfällt.



SUMMICRON 1:2/50 mm (gegenwärtige Ausführung)

Objektive mit der Öffnung 1:2 waren seit den frühen dreißiger Jahren die Arbeitspferde der Reportagefotografie.

Die früheste Version für die M-Kameras war das SUMMICRON 1:2/50 mm mit sieben Gliedern. Dieses Objektiv profitierte als erstes von den Ergebnissen fortschrittlicher Glasforschung und verbesserter Rechentechnik. Die Konstruktion erwies sich als kritisch hinsichtlich der Fertigungstoleranzen. Sie vereinigte mittleren bis hohen Kontrast in der Mitte mit sauber aufgelösten feinen Details und einem deutlichen Leistungsabfall im Bildfeld und seinen äußeren Zonen. Der höhere Anteil an Abbildungsfehlern wirkte sich auf die Gesamt-Bildqualität negativ aus. Bei voller Öffnung in nicht besonders extremen Lichtverhältnissen neigt das Objektiv zur Überstrahlung. Auf 1:4 abgeblendet ist seine Leistung sehr gut, es erzeugt ein Bild mit hohem Kontrast über den größten Teil des Bildfeldes bei geringfügig weicher Wiedergabe der Kanten sehr feiner Details. Im Vergleich mit dem aktuellen SUMMICRON-M 1:2/50 mm bei 1:4 stellen wir jedoch eine ganz andere Charakteristik fest. Das aktuelle SUMMICRON-M erzeugt ausnehmend feine Details mit brillanter Schärfe. Subtile Farbschattierungen werden sowohl in den Schatten als auch in den Glanzlichtern sauber und angenehm getrennt. Kleinste Details sind selbst innerhalb der Glanzlichter noch zu sehen, was beweist, dass Streulicht und Lichtreflexe sehr gut beherrscht werden.

Das SUMMICRON-M erreicht sein Optimum bei Blende 4. Für die modernen Objektive ist es charakteristisch, dass die Lücke zwischen der Bildqualität bei voller Öffnung und optimaler Blende recht klein ist. Bei voller Öffnung bietet das aktuelle SUMMICRON-M eine Leistung auf ganz anderem Niveau als beim ersten siebenlinsigen SUMMICRON, das eine akzeptable Leistung hat. Bei hohem Kontrast über den größten Teil des Bildfeldes und scharfer Wiedergabe extrem feiner Details in der Mitte kann man diese Öffnung für alle Anforderungen mit Ausnahme höchster Ansprüche verwenden. Bei Abblenden auf 1:2,8 erstreckt sich diese Leistung über den größten Teil des Bildfeldes und extrem feine Details werden jetzt gestochen scharf und klar wiedergegeben. Bei 1:5,6 sinkt der Kontrast feiner Details, eine Charakteri-

stik, die sich bei sehr kritischem Arbeiten bemerkbar macht.

Bei voller Öffnung wird die Leistung des SUMMICRON-M 1:2 von anderen Objektiven schwerlich erreicht, geschweige denn übertroffen. Das neue APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm ergibt ein verbessertes Bild (Klarheit und Kantenkontrast der Umrisslinien und feinst strukturierte Details), aber man darf nicht vergessen, dass der Bildwinkel viel kleiner ist (27°). Im Nahbereich ist die Leistung des SUMMICRON-M so gut wie seine Leistung bei der Einstellung auf Unendlich (tatsächlich ist Unendlich die Entfernung, aus der die einfallenden Strahlen parallel zur optischen Achse verlaufen. Bei den meisten Objektiven ist diese Bedingung bei etwa 100-facher Brennweite erfüllt).

SUMMICRON-M 1:2/50 mm (Vorgänger)

Die Version aus dem Jahr 1969 des SUMMICRON 50 mm zeigt etwa die gleiche Leistung im Bildzentrum wie die aktuelle Version (1979). Im Bildfeld bringt die Konstruktion von 1969 jedoch eine geringere Kantenschärfe. Beim Abblenden verbessert sich das Bildfeld nicht sehr. Extrem feine Details fehlen im größten Teil des Bildfeldes.

Andererseits ist die Leistung in der Bildmitte mit der aktuellen Version vergleichbar, wenngleich mit einem geringfügig niedrigeren Gesamtkontrast. Diese Charakteristik der SUMMICRON-Version von 1969 bei voller Öffnung und ihr Verhalten beim Abblenden hat den Eindruck entstehen lassen, dass die Leica M-Objektive bewusst auf die Schärfe in der Bildmitte optimiert wurden, wobei man die Randzonen bis zu einem gewissen Grad vernachlässigte. Es wurde vorgebracht, dass diese Charakteristik speziell für die Kamera mit Entfernungsmesser gewählt wurde, da Fokussierung und Komposition vorwiegend in der Bildmitte erfolgen. Dem Reportagestil der M-Fotografie kommt diese Charakteristik zugute. Man könnte versucht sein, diese Theorie zu stützen. Für die optische Charakteristik der Version von 1969 ist ein höheres Maß

an sphärischer Aberration verantwortlich. Es war für die Konstrukteure dieser Zeit nicht möglich, diese Aberrationen zu verringern, ohne auf eine umfangreichere und teurere Konstruktion auszuweichen.



SUMMILUX 1:1,4/50 mm

Die erste SUMMILUX-Konstruktion (1959) entspricht in der Leistung der Charakteristik dem SUMMILUX 35 mm. Mit geringem Kontrast bei voller Öffnung, feinen, gerade noch aufgelösten Details ähnelt diese Konstruktion in Leistung und Auslegung dem SUMMARIT 1:1,5/50 mm. Auf 1:2 abgeblendet verbessert sich die Leistung in der Bildmitte auf einen Wert etwas oberhalb des SUMMICRONS (7-gliedrige Ausführung), erreicht jedoch nicht das Niveau der zweiten Generation des SUMMICRON 50 mm.

SUMMILUX-M 1:1,4/50 mm

Die aktuelle Version des SUMMILUX-M wurde 1962 eingeführt und sorgte dafür, dass ihr Vorgänger zu einem der kurzlebigen Objektive der Geschichte der Leica wurde. Bei voller Öffnung bemerken wir ein Bild mit hohem Kontrast im axialen Bereich, der sich im Bildfeld rasch verringert. Feine Details sind klar zu sehen, haben aber sehr weiche Kanten.

Beim Abblenden verbessert sich der Gesamtkontrast schnell. Sehr feine Details werden nur in der Mitte des Bildfeldes gestochen scharf abgebildet und die Wiedergabe des weiteren Bild-

felds ist ziemlich gleichförmig, um nicht zu sagen unscharf. Man muss auf 1:8 abblenden, um eine sehr gute Bildqualität im gesamten Feld zu erreichen. Seine Charakteristik ist mit jener des SUMMICRON der zweiten Generation identisch. Exzellente Leistung in der Mitte bei offener Blende mit einem raschen axialen Abfall ab etwa 6 mm Bildhöhe. Im Nahbereich werden feine Details ab 1:2,8 gestochen scharf wiedergegeben. Nachtaufnahmen mit hellen Spitzlichtern ergeben schwache Lichthöfe im Bereich dieser Lichtquellen. Schräg einfallende Strahlen erzeugen jedoch schleierbildende Überstrahlungen und bewirken, dass die Details insgesamt weicher wiedergegeben werden. Man wird das SUMMILUX ASPH. 1:1,4/35 mm bevorzugen, wenn man eine Leistung nach dem aktuellen Stand der Technik bei offener Blende braucht. Das SUMMILUX ASPH. 1:1,4/35 mm zeigt Blende für Blende eine Verbesserung der Bildqualität im Vergleich zum SUMMILUX-M 50 mm. In den äußeren Zonen ist die Leistung bei allen Öffnungen etwas geringer, was man deswegen leicht bemerkt, weil die Leistung in der Bildmitte von so exzellenter Qualität ist.

Überstrahlung

Bei meinen Ausführungen über Überstrahlung (Nebenbilder und überstrahlte Punkte) sowie Streulicht beziehe ich mich darauf, wie auffallende Glanzlichter aufgezeichnet werden (mit oder ohne Reflexion in kleinen Details). Wenn Glanzschleier vorhanden ist, wird man bemerken, dass die Details in den Schatten wegen des nicht fokussierten Streulichts grau sind, weil die Art und Weise der Abbildung starker Lichtquellen außerhalb des Bildfeldes oder in seinen extremen Ecken die Farbsättigung reduzieren und die fein strukturierten Details ausbleichen. Die allgemein angewandte Methode, direkt in die Sonne oder eine Lichtquelle zu fotografieren, wird sehr häufig sekundäre Reflexionen der primären Lichtquelle erzeugen. In diesen Fällen sollte der Betrachter darauf achten, daß Bilddetails in stark überbelichteten Bereichen zurückgehalten werden. Eine der besten Methoden, die einem Objektiv innewohn-

nende Tendenz zur Überstrahlung zu studieren, ist es, Bäume mit vielen Zweigen gegen einen hellen Himmel aufzunehmen. Die Art und Weise, wie Licht in die als kräftige Silhouette wiedergegebenen Äste „überschwappt“, ist ein guter Indikator für die Empfindlichkeit eines Objektivs für Überstrahlung.

Optischer Charakter

Innerhalb der „Leica Gemeinde“ wird viel darüber spekuliert, ob gewisse optische Eigenschaften wie zum Beispiel hohe Bildqualität in der Mitte und geringere Leistung im Feld im Gegensatz zu etwas geringerer Leistung in der Mitte und gleichmäßigerer Verteilung über das gesamte Feld absichtlich entwickelt worden sind, um bestimmte Typen oder Stilrichtungen der Fotografie zu unterstützen. Ich kann diese Spekulationen nicht stützen. Jeder Konstrukteur muß die Bildfehler ausgleichen, um die geforderte Bildqualität zu erhalten. Sobald sich eine Möglichkeit der Verbesserung bietet, ist hohe Bildqualität über das gesamte Bildfeld die erste Forderung. Als Beispiel betrachte man das SUMMILUX ASPH. 1:1,4/35 mm oder das APO-SUMMICRON ASPH. 1:2/90 mm.

Konstruktive Überlegungen zum NOCTILUX

Eines der Probleme, die auf hochlichtstarken Objektiven nach dem Doppel-Gauß-Prinzip lasten, ist die hartnäckige Anwesenheit der Überkorrektur schiefer Bündel der sphärischen Aberration. Diese Aberration ist ganz besonders problematisch, weil sie das gesamte Bildfeld bei voller Öffnung beeinflusst und auch bei Abblendung die Strahlen weiterhin von ihren Wegen ablenkt. Eine der konstruktiven Möglichkeiten besteht darin, die einzeln stehende letzte Meniskuslinse aufzuteilen. Dies ist die typische SUMMILUX-Konstruktion (sieben Glieder), die wir ebenfalls im NOCTILUX 1:1/50 mm wiederfinden.

Aber auch dann kann man die sphärische Aberration der schiefer Bündel nicht umgehen. Wenn wir diese Cha-

rakteristik der geringeren Leistung im Bildfeld des SUMMILUX hinzufügen, können wir einige der Gründe für das Auftauchen des NOCTILUX 1:1/50 mm sehen. Es erscheint heute etwas seltsam, dass der Markt eine größere Öffnung als 1:1,4 verlangt. Aber damals war die Technik der Emulsionen noch nicht so weit fortgeschritten wie heute. Damals war die Reportagefotografie in den dunkelsten Ecken des menschlichen Lebensraums ziemlich populär. Der allgegenwärtige Aufhellblitz, an den wir heute gewöhnt sind, war damals nicht zu haben, oder die bildmäßigen Puristen runzelten bei seinem Anblick die Stirn.



NOCTILUX 1:1,2/50 mm

Die Konstruktion des NOCTILUX mit zwei asphärischen Flächen (Vordere Fläche des ersten Gliedes und Äußere Fläche des letzten Gliedes) zielte darauf, die sphärische Aberration zu verringern und die Bildqualität im Bildfeld zu steigern. Beide Konstruktionsziele wurden erreicht. Bei voller Öffnung hat dieses Objektiv einen gleichmäßigen Kontrast mit sichtbar aufgelösten feinen Details, jedoch mit unscharfen Kanten. Sehr feine Details sind gerade noch aufgelöst, aber der Mikrokontrast ist niedrig. Bei grobkörnigem Film geht diese Detailwiedergabe im allgemeinen „Rauschen“ des Kornes unter. Verwendet man moderne feinkörnige Schwarzweissfilme, dann werden diese Details sichtbar, jedoch ziemlich unscharf. Abblenden auf 1:1,4 verbessert den Gesamtkontrast auf mittel/hoch.

Die feinen Details werden im Mikrokontrast kaum besser wiedergegeben. Bei 1:2,8 haben wir ein Bild mit hohem Kontrast und gestochen scharf aufgelösten Details in der Mitte. Das Bildfeld fällt noch immer dagegen ab. Dieser Bereich verbessert sich, wenn man auf 1:5,6 oder 1:8 abgeblendet hat. Im Vergleich zum SUMMILUX 1:1,5 ist das NOCTILUX 1:1,2 nicht so gut wie das SUMMILUX bei 1:1,4 und 1:2,0. Bei 1:2,8 sind beide Objektive miteinander vergleichbar und ab 1:4 ist das NOCTILUX etwas besser.

Das NOCTILUX 1:1,2 verlangt eine exakte Distanz zwischen der Filmebene und dem Objektivanschlag. Alle Objektive von Leica sind kalibriert und für eine maximale Kontrastübertragung von 20 Linienpaare/mm justiert. Die Leistung des NOCTILUX 1:1,2 fällt rasch ab, wenn diese Distanz nicht innerhalb der maximal zulässigen Toleranz von 0,02 mm liegt. Hierin liegt der Grund für die Empfehlung, das NOCTILUX 1,2 jeweils zusammen mit dem Gehäuse zu kalibrieren.

Die mühsame Fertigung der asphärischen Flächen (es war nur eine einzige speziell dafür konstruierte Schleifmaschine vorhanden, die von Hand bedient werden musste), der hohe Anteil der Flächen, die außerhalb der Toleranz lagen und die Einsicht, dass diese Konstruktion nicht alle Probleme der ultralichtstarken Objektive löste, waren die Gründe dafür, dass der nächste Spieler auf dem Gebiet der hochlichtstarken Konstruktionen auftauchte: das NOCTILUX-M 1:1,0/50 mm.

NOCTILUX-M 1:1,0/50 mm

Voll geöffnet bei 1:1,0 hat dieses Objektiv geringen bis mittleren Kontrast mit klar zu sehenden feinen Details, jedoch mit weichen Kanten. Sehr feine Details sind im axialen Bereich gerade noch und im Bildfeld kaum zu sehen. Meridiagonale und sagittale Strukturen sind in gleicher Weise gut aufgezeichnet, ein Hinweis auf den hohen Grad der Korrektur der Aberrationen. Wenn man einseitig den Gesamtkontrast betrachtet, finden wir, dass die Vorgängerversion des NOCTILUX bei 1:1,2 einen höheren Kontrast aufweist,

wenngleich dies eine halbe Blendenstufe weniger ist. Eine bessere Korrektur der Aberrationen in der sagittalen Ebene bringt für das aktuelle NOCTILUX einen geringen Vorteil.

Bei 1:1,4 hat das aktuelle NOCTILUX den gleichen Kontrast wie sein Vorgänger. Auch der Mikrokontrast sehr feiner Details ist stark verbessert. Im Randbereich hat der Vorgänger noch immer einen Vorteil. Im Vergleich zum SUMMILUX 1:1,4 bei voller Öffnung zeigt das NOCTILUX geringeren Kontrast, aber eine gleichmäßigere Verteilung.

Bei 1:2 wird das NOCTILUX noch besser durch eine ausgeprägt scharfe Zeichnung der feinen Details im axialen Bereich innerhalb eines Kreises von ca. 14 mm. Im Vergleich mit dem SUMMICRON 50 mm wird deutlich, dass die Bildqualität des letzteren einer anderen Klasse angehört. Während das SUMMICRON die Fähigkeit besitzt, außergewöhnlich feine Details klar und mit einer gleichmäßigen inneren Gradation in einem großen Bildbereich wiederzugeben, kann das NOCTILUX feine Details mit sehr gleichmäßiger innerer Gradation, jedoch mit unscharfen Kanten zeichnen.

Bei 1:4 und 1:5,6 arbeitet das NOCTILUX hervorragend und kann mit dem SUMMICRON bei 1:2,8 und 1:4 verglichen werden. Die sehr viel größere Öffnung gibt jedoch Bildfehler Raum, die nicht so rigoros wie bei der SUMMICRON-Konstruktion korrigiert werden können. Man sieht dies in der andersartigen Handschrift dieses Objektivs. Sie lässt sich so beschreiben: Das SUMMICRON zeichnet mit einem scharf gespitzten Stift und das NOCTILUX mit einem etwas geneigten Stift und breiteren Strichen. Die sauber wiedergegebene innere Abstufung kleiner strukturierter Details ergibt zusammen mit einem mittleren Gesamtkontrast eine Bildwirkung mit einem speziellen Charakter.

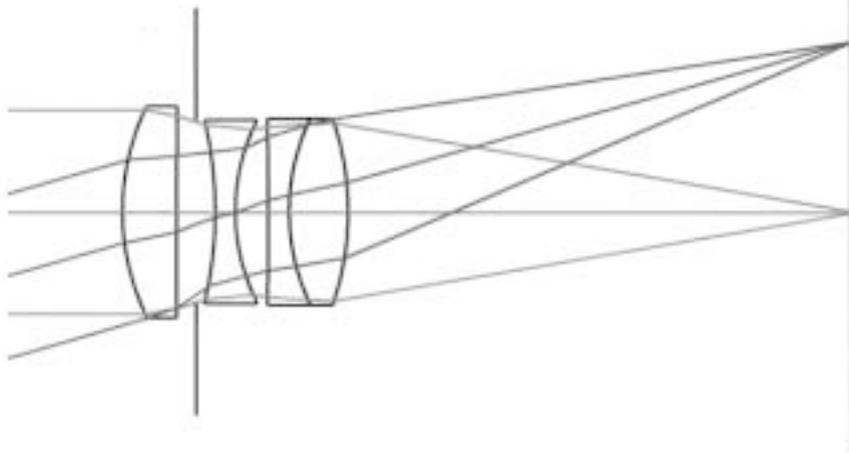
Das NOCTILUX-M widersetzt sich einer einfachen Wesensbeschreibung. Bei voller Öffnung sind die Zerstreungskreise der Lichter ziemlich groß. Kleine Objektdetails mit scharf gezeichneten Umrisslinien sind kaum zu entdecken. Man sollte dieses Objektiv in sehr schwierigen Situationen mit we-

nig Licht verwenden, um größere Objekte mit fein abgestuften inneren Texturen aufzunehmen. In diesen Fällen kann man seine Möglichkeiten vorteilhaft ausnutzen. Bei allen Öffnungen außer 1:1,0 bis 1:2,0 sind der Gesamtkontrast und die Fähigkeit zur Wiedergabe sehr feiner Details geringer als die seiner Geschwister (SUMMILUX und SUMMICRON). Ein spezielles Merkmal des NOCTILUX ist seine Fähigkeit, die Formen der Objekte im unscharfen Bereich zu bewahren, was einen bemerkenswerten Tiefeneindruck hervorruft.

Ab 1:4 kann man das NOCTILUX ohne zu zögern für anspruchsvolle fotografische Aufgaben verwenden. Seine starke Vignettierung bei voller Öffnung könnte für die Wiedergabe gleichmäßig beleuchteter Objekte ein Problem darstellen. Das NOCTILUX besteht bei der Wiedergabe von Stimmung und Ambiente gering beleuchteter Szenen und/oder bei starken Beleuchtungsunterschieden. Seine Dämpfung der Überstrahlung steht keiner anderen nach und ist sogar besser als jene des SUMMICRONS. Sein durchdringendes Vermögen auf dem Gebiet des „available light“ ergibt verblüffende Bilder, welche fein abgestufte Details in den schlecht beleuchteten Bereichen aufweisen. Bilder wie bei Tageslicht, aber nachts aufgenommen, möchte man sagen. Aufnahmen im Nahbereich (etwa 1 m) erfordern besondere Sorgfalt wegen der sehr geringen Tiefenschärfe, die nur eine hauchdünne Schärfenebene innerhalb sehr unscharfer Bereiche umfasst. Man braucht sich über die Genauigkeit des Entfernungsmessers in Verbindung mit der reduzierten Tiefenschärfe bei 1:1,0 keine Gedanken zu machen, auch nicht bei größeren Entfernungen.

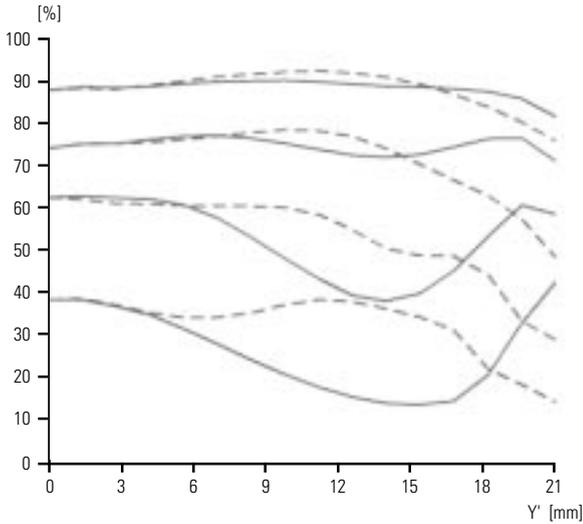
Elmar 1:2.8/50

Kurzkommentar

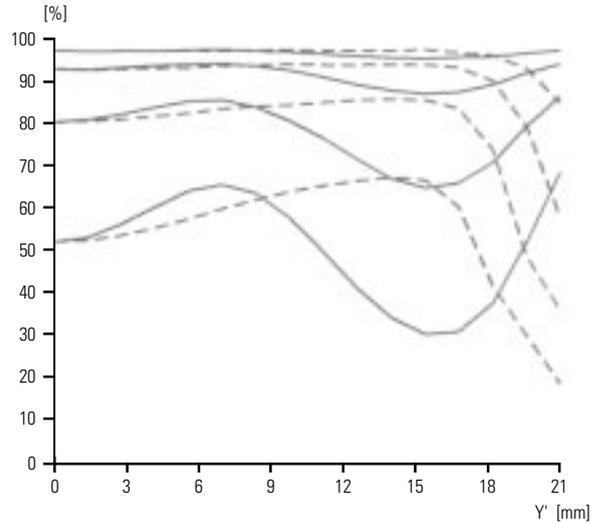


Bei voller Öffnung ergibt der geringe bis mittlere Kontrast dieses Objektivs ein leicht gleichförmiges Bild und feine Details im Bildfeld werden mit ungenauen Kanten gezeichnet. Bei 1:4 wird das Bild merkbar schärfer, die Leistung im axialen Bereich ist exzellent, wobei die äußeren Zonen in der Qualität nachhängen.

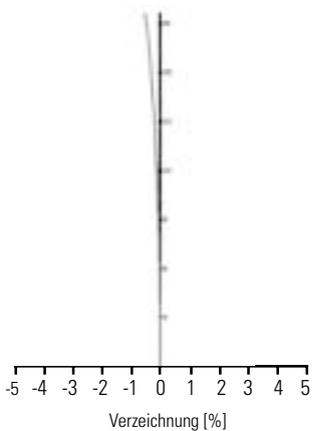
Volle Blende [2,8]



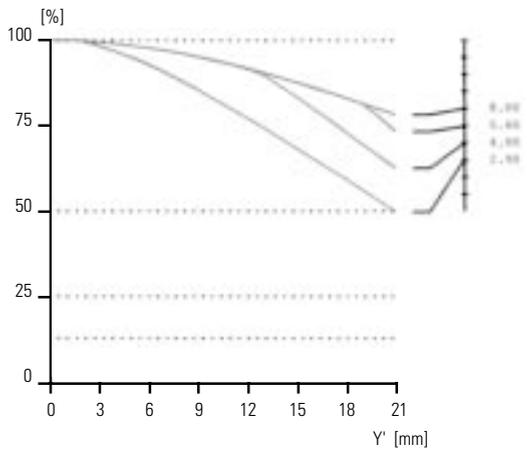
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



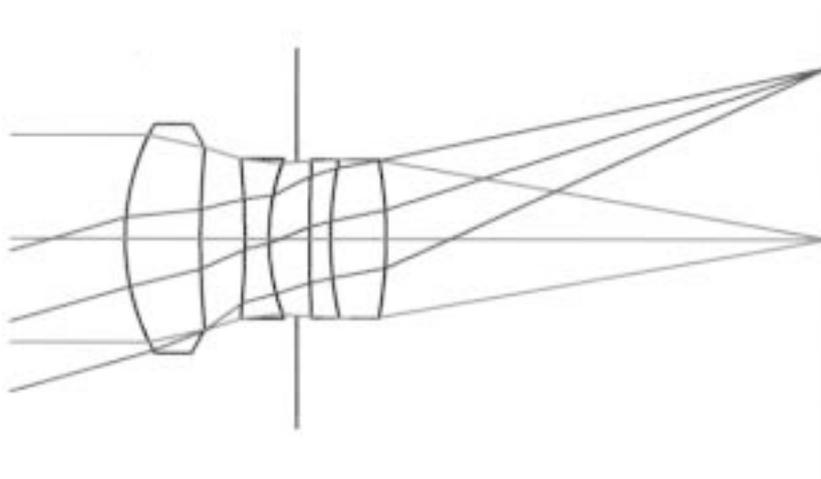
Vignettierung





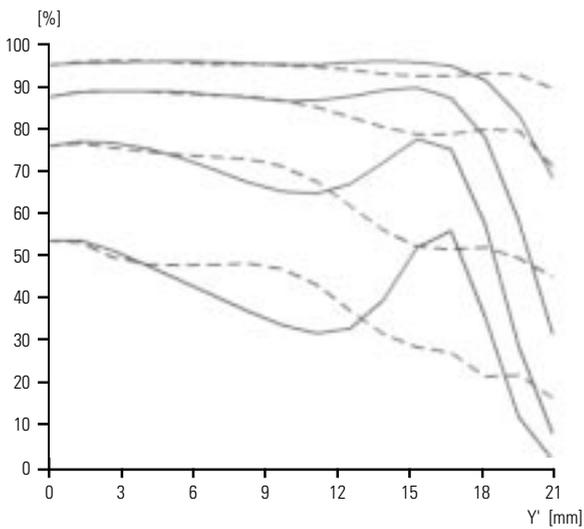
Elmar-M 1:2.8/50

Kurzkommentar

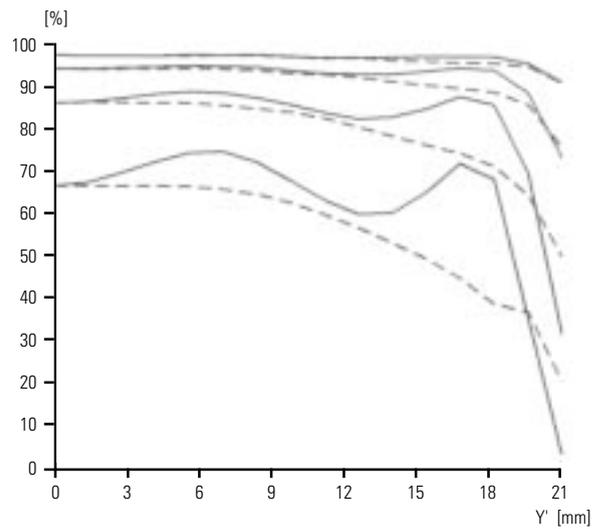


Dieses überarbeitete Objektiv stellt eine bedeutende Verbesserung dar. Bei voller Öffnung werden sehr feine Details mit springend scharfen Kanten und guter Klarheit wiedergegeben. Dieses kompakte (versenkbare) Objektiv ist eine erstklassige Konstruktion für sehr hohe Ansprüche.

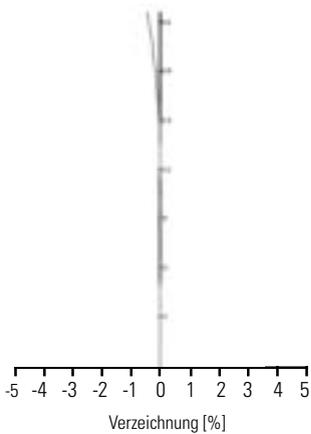
Volle Blende [2,8]



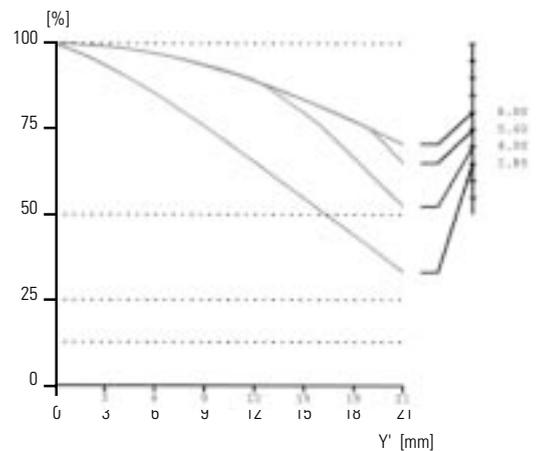
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

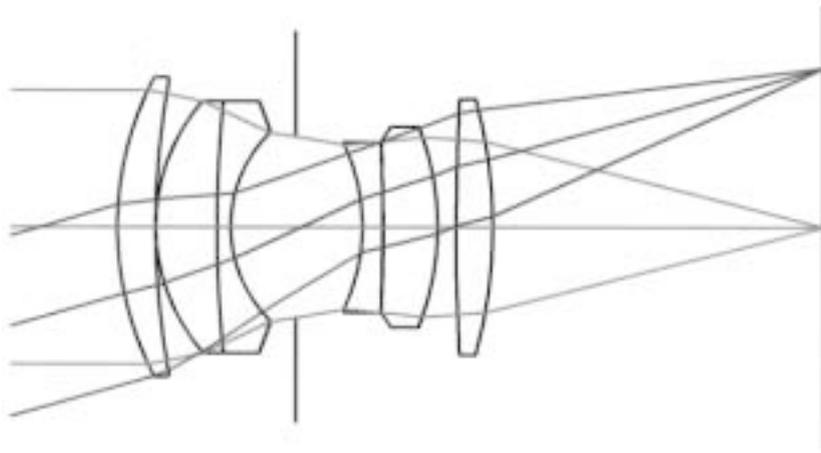


Vignettierung



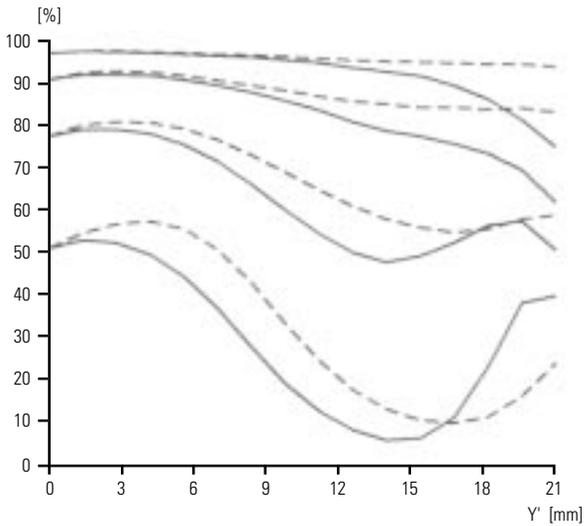
Summicron-M 1:2.0/50

Kurzkommentar

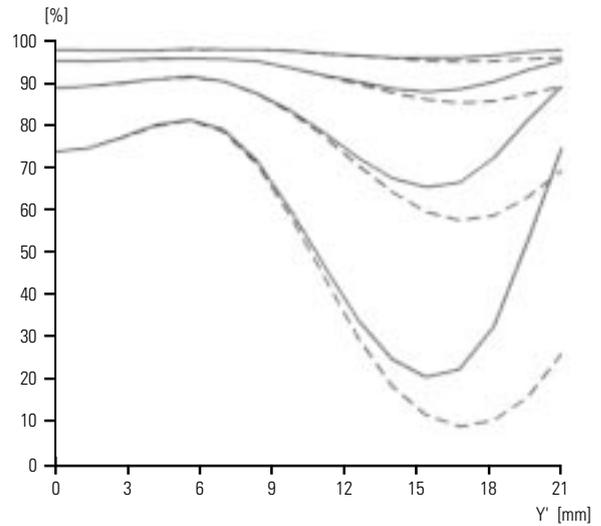


Bei voller Öffnung zeigt dieses Objektiv hohen Kontrast, sehr kleine Details werden mit exzellenter Klarheit gezeichnet. Im Bildfeld und in den äußeren Zonen fällt die Bildqualität etwas ab. Abblenden verbessert das Bild im Zentrum, wobei die äußeren Zonen zurückbleiben.

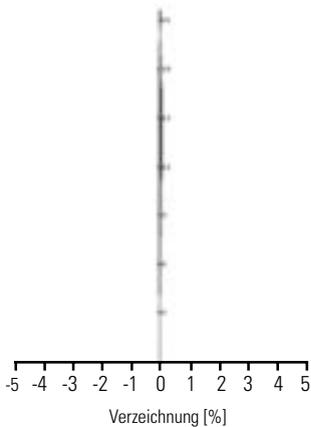
Volle Blende [2,0]



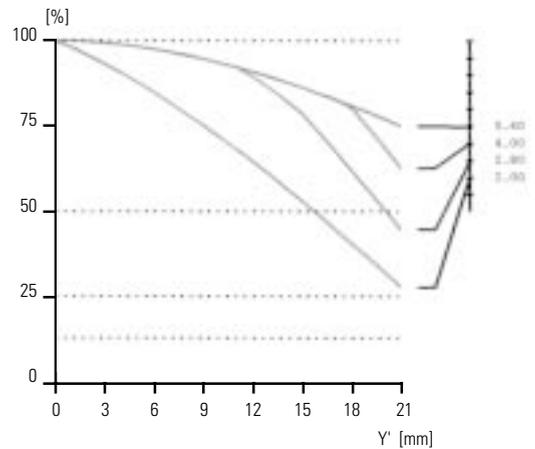
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



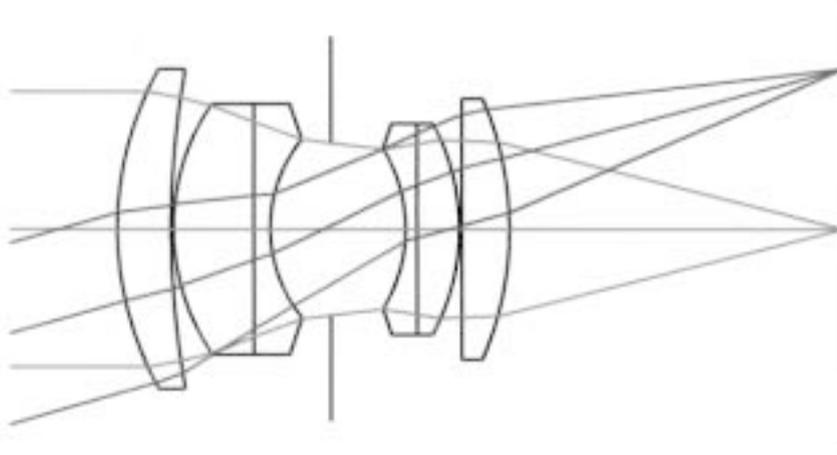
Vignettierung





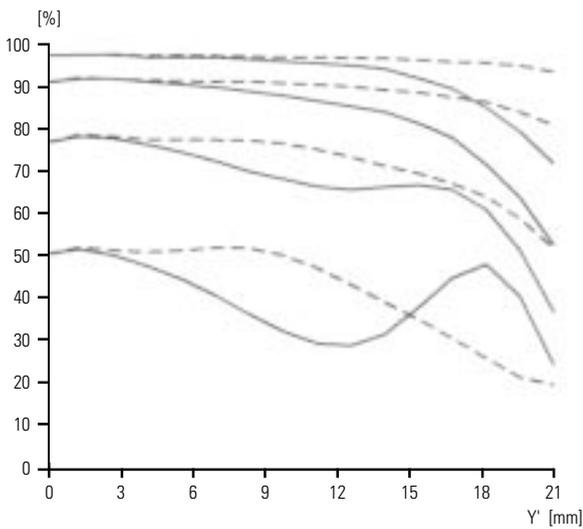
Summicron-M 1:2.0/50 (current)

Kurzkommentar

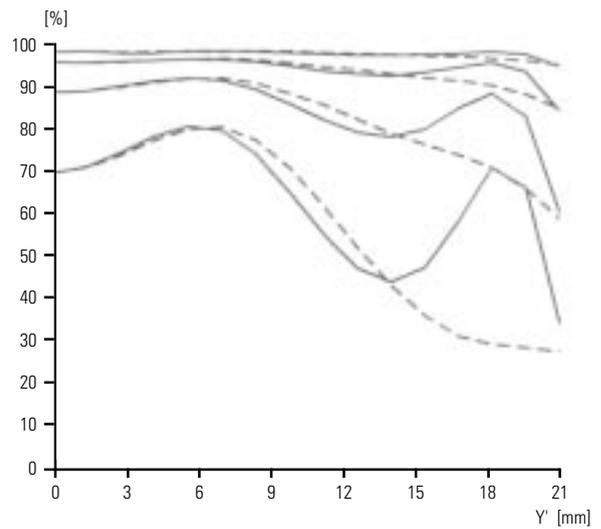


Diese bis an ihre Grenzen ausgeweitete Doppel-Gauß-Konstruktion ergibt eine Bildqualität sehr hohen Grades. Hoher Kontrast, sehr saubere und springend scharfe Zeichnung winziger Details, klare Umrisslinien bei voller Öffnung sind die Markenzeichen dieses Objektivs, das man nur um eine oder zwei Blenden abdrehen muss, um eine messerscharfe Abbildungsqualität zu erreichen.

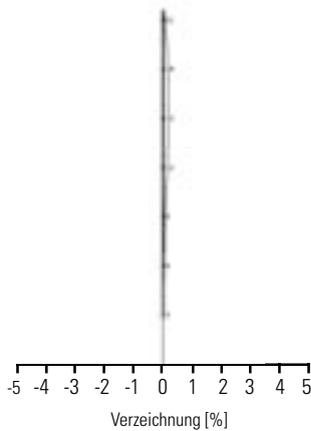
Volle Blende [2,0]



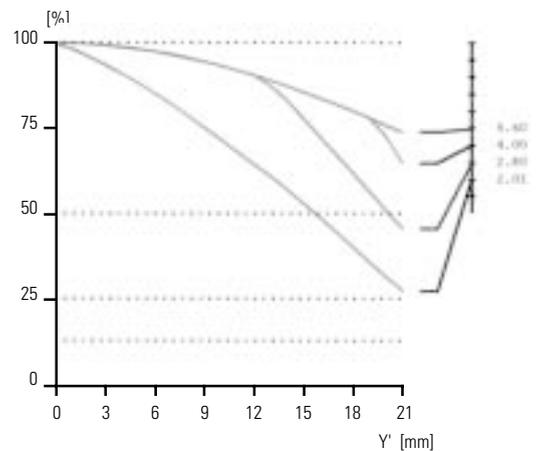
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung

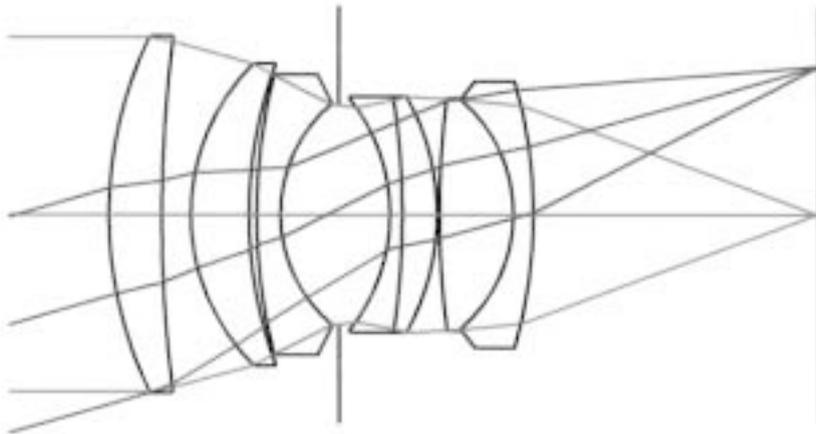


Vignettierung



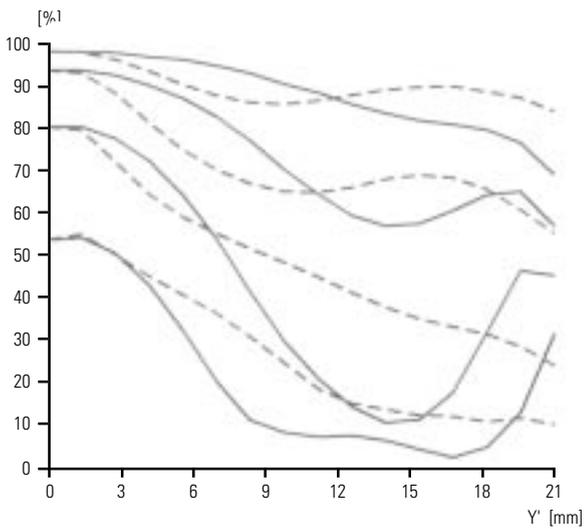
Summilux-M 1:1.4/50 (current)

Kurzkommentar

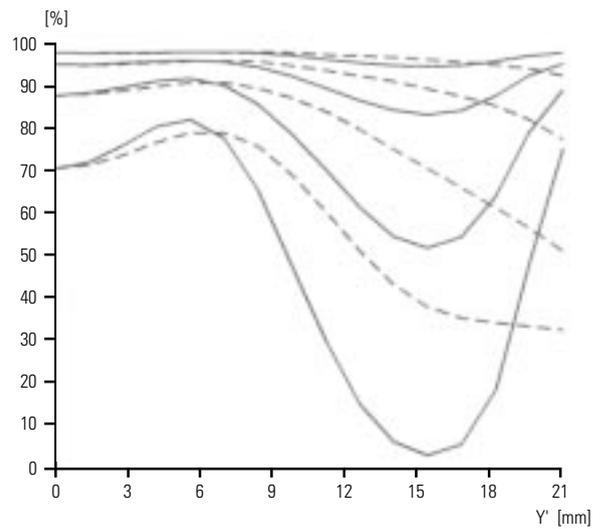


Diese Überarbeitung zeigt den Charakter klassischer hochlichtstarker Systeme: Hoher Kontrast, exzellente Leitung in der Bildmitte, die bei Annäherung an die äußeren Zonen merklich zurückgeht. Die Bildqualität wird hervorragend bei Abbildung auf 1:8. Die neueren Konstruktionen stellen für dieses Objektiv eine klare Herausforderung dar.

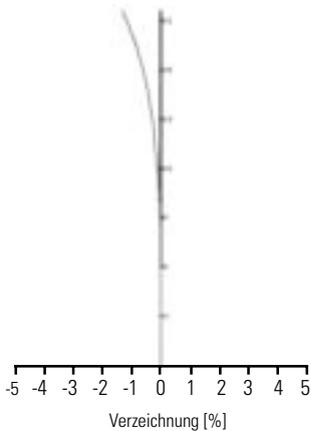
Volle Blende [2,0]



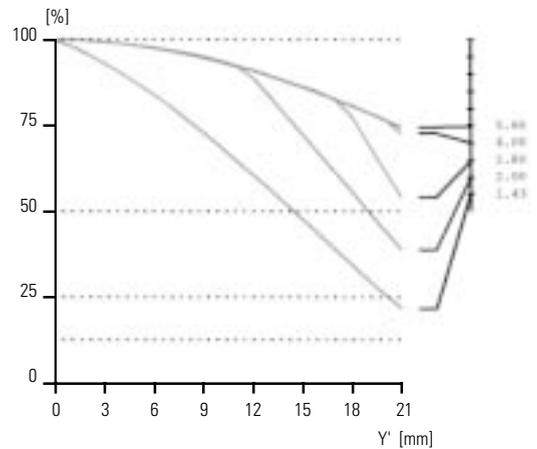
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



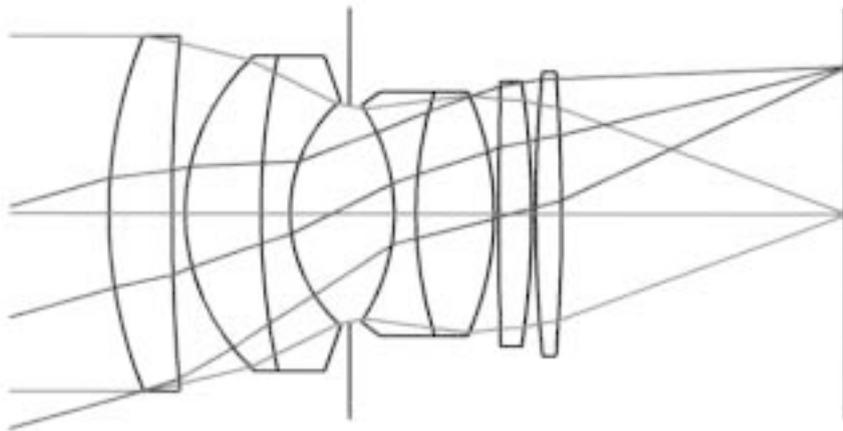
Vignettierung





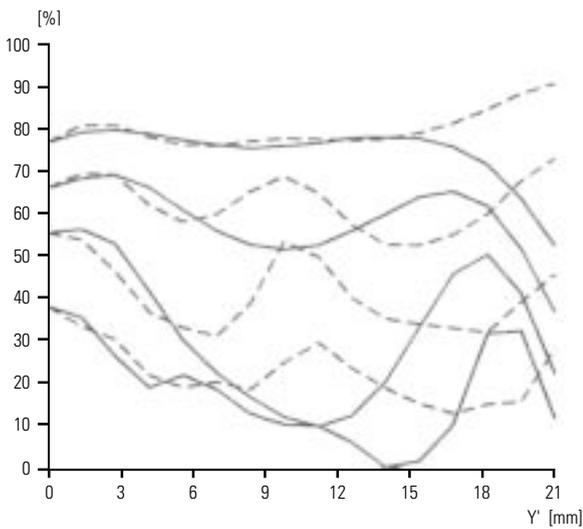
Summilux-M 1:1.4/50

Kurzkommentar

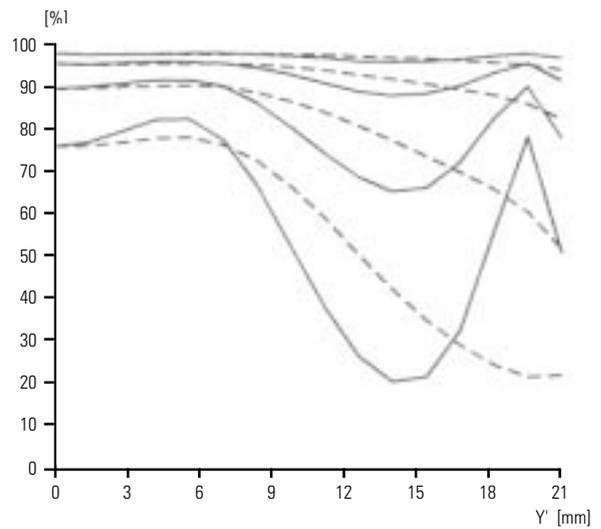


Bei ziemlich niedrigem Kontrast bei voller Öffnung kann dieses Objektiv Objektkonturen und kleine Details sauber aufzeichnen. Abblenden um zwei Stufen verbessert die Leistung im axialen Bereich merklich, wobei die äußeren Zonen erheblich zurückbleiben. Selbst zu seiner Zeit hatte es keine Rekordleistung erreicht.

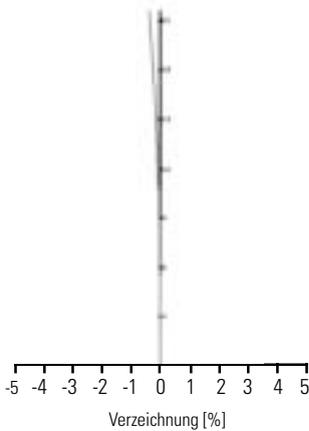
Volle Blende [2,0]



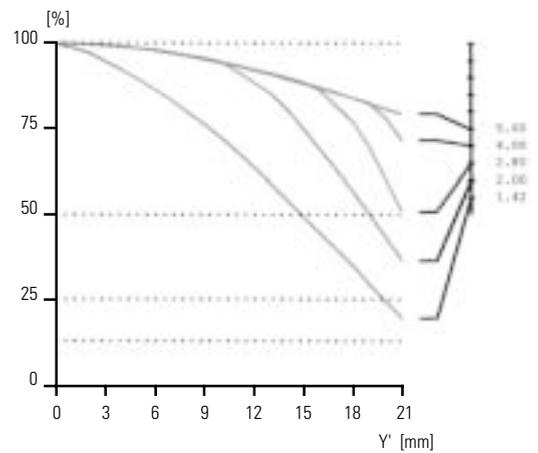
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

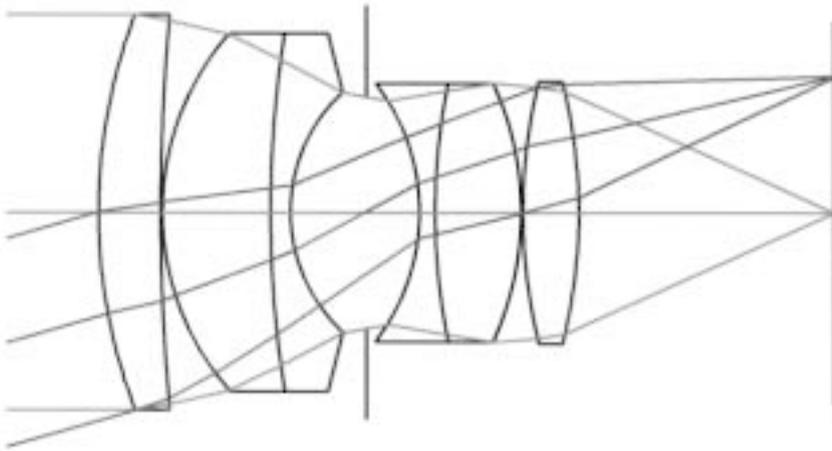


Vignettierung



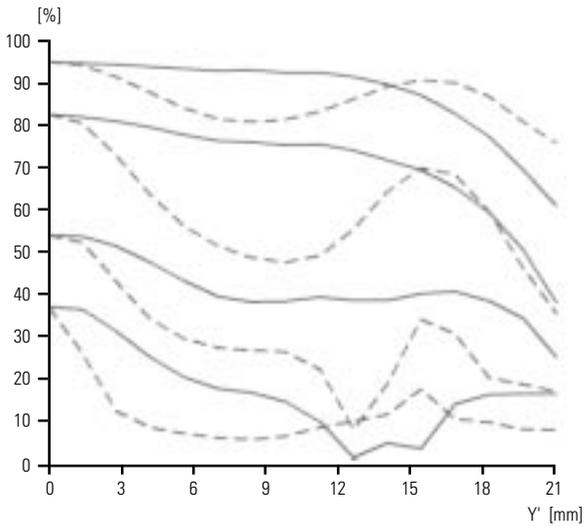
Noctilux-M 1:1.2/50

Kurzkommentar

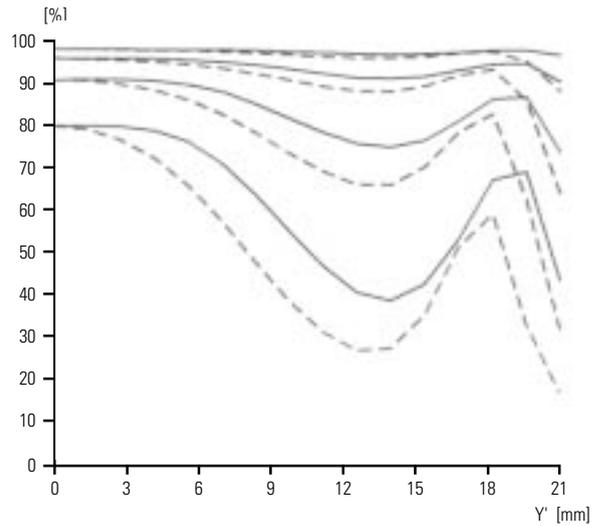


Man kann darüber streiten, ob dies das berühmteste hochlichtstarke Objektiv ist; es beinhaltet zwei asphärische Flächen. Weit geöffnet zeichnete es die Umrisslinien von Objekten mit guter Klarheit auf und seine wirksame Dämpfung der Überstrahlung war hilfreich für die Wiedergabe feiner Details. Das Objektiv wird besser, wenn man es abblendet, und die Leistung in der Achse ist bei 1:2,8 hervorragend.

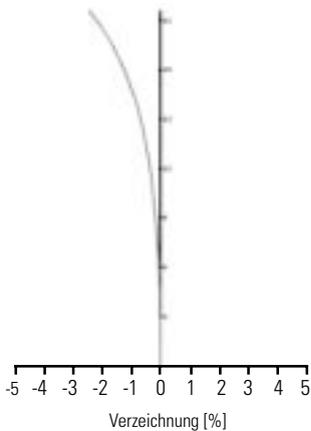
Volle Blende [1,2]



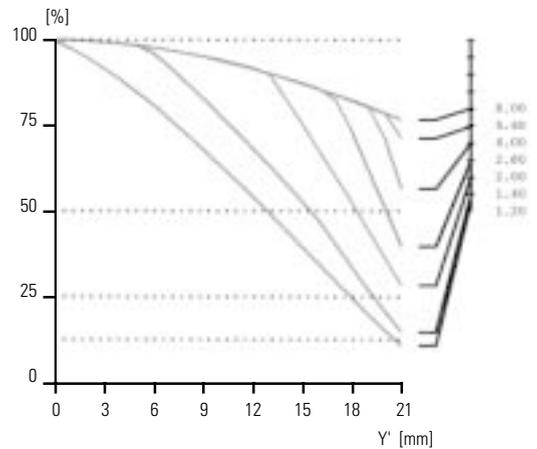
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



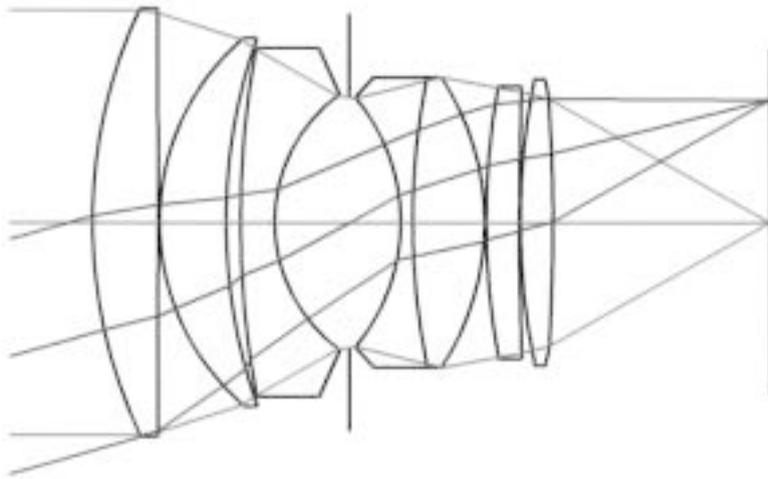
Vignettierung



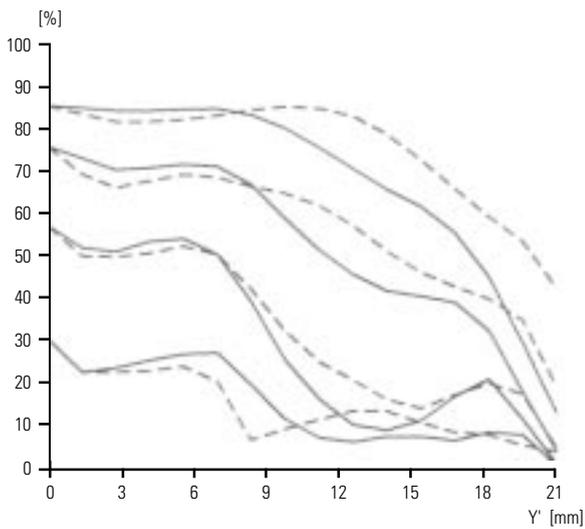
Kurzkommentar

Dieses Objektiv hat einen einzigartigen Charakter. Bei voller Öffnung zeigt es eine überlegene Unterdrückung der Überstrahlung, mittleren Gesamtkontrast und eine saubere Wiedergabe fein strukturierter Objekte in Schatten und Glanzlichtern. Dieses Objektiv ist kein Ersatz für das SUMMICRON 1:2/50 mm, sondern ein Objektiv für den Kenner.

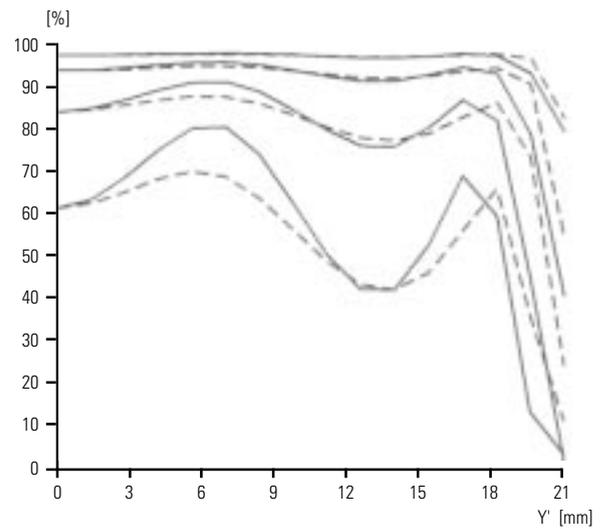
Noctilux-M 1:1.0/50



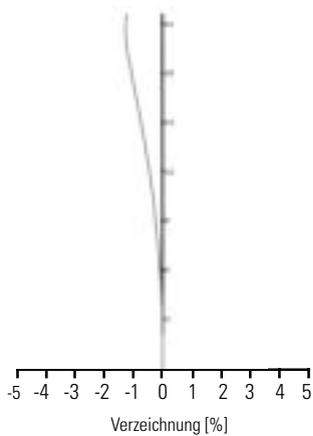
Volle Blende [1,0]



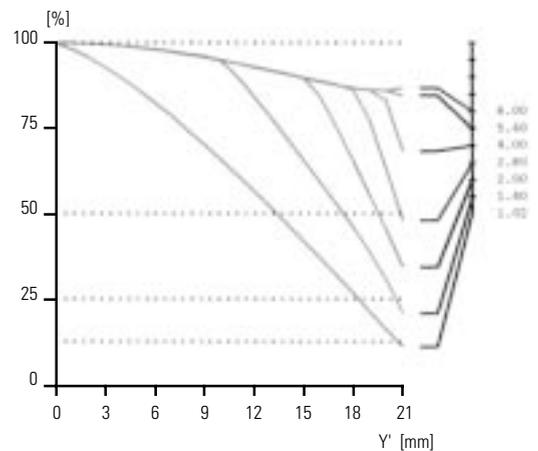
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



Vignettierung



TRI ELMAR



TRI-ELMAR 1:4/28-35-50 mm ASPH.

Dieses Objektiv ist in mehrfacher Hinsicht sehr wichtig. Mit seinen drei Festbrennweiten verleiht es dem M-System die Annehmlichkeit eines Vario-Objektivs. Es dauert etwas, bis man sich an die Drei-Ring-Einstellung (Blendeneinstellung, Entfernungseinstellung, Brennweitenwahl) gewöhnt hat. Der Ring für die Brennweiteneinstellung liegt nahe beim Ring für die Entfernungseinstellung, so dass man beide verwechseln kann, wenn man in Eile ist. Nach einiger Gewöhnungszeit (bei mir dauerte sie einen ganzen Tag) kennen die Finger intuitiv die richtige Position. Die Annehmlichkeit, sofort über drei Brennweiten zu verfügen, wäre für den anspruchsvollen Benutzer einer Leica wertlos, wenn die optische Leistung unbefriedigend wäre.

Die optische Leistung im Allgemeinen

Ich habe das TRI-ELMAR im Vergleich zum ELMARIT-M 28 mm (aktuelle und dritte Generation), dem 35mm ASPH.

und der letzten, nicht asphärischen Version des 35mm SUMMICRON sowie die aktuelle Version des SUMMICRON-M 50 mm getestet. Da ich stets die gleichen Testmethoden anwende, kann ich mich auch leicht auf die älteren Generationen beziehen. Erste Überraschung: Das TRI-ELMAR-M wird bei Abblenden kaum besser, und diese Aussage gilt für alle drei Brennweiten. Ein derartiges Verhalten ist nur in einem gut auskorrigierten optischen System möglich. Es bedeutet auch, dass das TRI-ELMAR-M schon bei voller Öffnung eine exzellente optische Leistung zeigt. Seine größte Öffnung ist kleiner als die der entsprechenden Festbrennweiten - auf diesen Punkt werden wir am Ende des Kapitels noch zu sprechen kommen.

Wie gut ist die Leistung?

Meine Schlussfolgerung wird nicht jedermann gefallen, aber ich habe herausgefunden, dass das TRI-ELMAR-M in allen optischen Parametern manchen Leica Objektiv der Brennweiten 28, 35 und 50 mm überlegen ist. Mit Ausnahme der bereits erwähnten 5 Objektiv (28 mm aktuell und dritte Generation, 35 mm ASPH. und unmittelbarer Nachfolger, 7-gliedriges SUMMICRON sowie das aktuelle SUMMICRON 50 mm) deklassiert das TRI-ELMAR-M manch anderes Leica Objektiv der Brennweiten 28, 35 und 50 mm der vorangegangenen Generation um Längen. Zweite Überraschung: In vielen Aufnahmesituationen gleicht seine Leistung den aktuellen Leica Objektiv der Brennweiten 28, 35 und 50 mm. Es gibt aber ins Auge fallende sichtbare Unterschiede zwischen dem TRI-ELMAR-M und seinen festbrennweitigen Gegenstücken. Damit die Bedeutung der relativen Unterschiede richtig verstanden wird, möchte ich zwischen zwei Arten der Verwendung der Leica M trennen. Diese Trennung bezieht sich nicht auf die

Benutzer, sondern auf die Art der Verwendung. Die gleiche Person kann in einer Situation überragende optische Leistung verlangen und sich in einer anderen Situation mehr mit dem Einfangen der flüchtigen Augenblicke der Leidenschaft und des Lebens beschäftigen. Glücklicherweise haben Benutzer einer Leica für beide Stilarten die passende Ausrüstung zur Hand.

Die Leistung des TRI-ELMAR-M bei 50 mm: Das Objektiv erzeugt ein Bild mit hohem Kontrast, dessen feine und sehr feine Details scharf wiedergegeben werden. Extrem feine Details haben etwas weichere Kanten, sind aber noch gut zu sehen. Diese Leistung erstreckt sich über einen kreisförmigen Bereich mit einem Durchmesser von 12 mm (die Bildmitte). Im äußeren Bildfeld (Bildkreis zwischen 9 und 16 mm vom Mittelpunkt aus) fällt der Kontrast ein wenig ab und sehr feine Details werden ein wenig weicher. Etwas Astigmatismus verringert in diesem Bereich den Kontrast. Der extreme äußere Bereich und die Bildecken sind weich mit gerade noch sichtbaren feinen Details. Abblenden auf 1:5,6 ergibt etwas höheren Kontrast und bessere Abbildung extrem feiner Details. Dieses Abbildungsniveau wird über 1:11 hinaus beibehalten, wo dann die Beugung die Details weicher zeichnet und den Kontrast verringert. Die Fähigkeiten im Nahbereich (etwa 1,2 m) sind sehr gut, es wird ein kontrastreiches Bild mit scharf gezeichneten feinen Details über das ganze Bildfeld erzeugt.

Bei 35 mm: voll aufgeblendet ergibt sich ein geringfügig niedrigerer Kontrast und sehr feine Details werden ein wenig weicher gezeichnet. Extrem feine Details sind in der Bildmitte gerade noch zu sehen, in äußeren Bereich kaum noch. Die Ecken liegen auf dem gleichen Niveau wie bei der 50 mm Einstellung.

Die gleichbleibende Leistung über das ganze Bildfeld ist sehr bemerkenswert. Auch hier ergibt die Leistung im Nahbereich ein Bild mit hohem Kontrast und exzellenter Detailwiedergabe über das gesamte Bildfeld.

Bei 28 mm: Leica erklärt, dass das TRI-ELMAR-M in der 50 mm Einstellung die beste Leistung zeigt und dass die Leistung bei 28 mm etwas geringer ist. Hier ist die Verzeichnung tatsächlich etwas stärker als bei der 35 und 50 mm-Einstellung. Wenn man flache Objekte wie Wände fotografiert, wird man eine geringe tonnenförmige Verzeichnung klar erkennen. Bei der Abbildung von Architektur mit Tiefenausdehnung verschwindet dieser Effekt größtenteils. Bei voller Öffnung werden feine Details in der Bildmitte mit mittlerem bis hohem Kontrast wiedergegeben, und im äußeren Bereich ist der Kontrast etwas niedriger. Sehr feine Details sind klar zu sehen und werden in den äußeren Zonen etwas weicher. Im Nahbereich hat das Bild den gleichen hohen Kontrast und die Gleichmäßigkeit des Bildfeldes entspricht den anderen Einstellungen. Wie bei den 35 mm und 50 mm Einstellungen erhöht Abblenden den Kontrast, aber die Korrektur der Bildfehler erfolgt bereits auf einem so hohen Niveau, dass sich die Wiedergabe von Bild-details und strukturierten Details nur wenig verbessert.

Vergleich mit den festen Brennweiten

Diese Objektive bestechen selbstverständlich durch ihre hervorragende Leistung bei großen Öffnungen 1:2 und 1:2,8. Sie haben bei Blende 1:4 ihr Optimum. Bei dieser Öffnung kann man sie mit dem TRI-ELMAR-M ebenfalls nahe seinem Optimum vergleichen. Diese Schlussfolgerung gilt für alle Brennweiten, basierend auf der Leistung bei 1:4.

Die Objektive mit fester Brennweite zeigen eine leicht bessere Leistung als das TRI-ELMAR-M in Bezug auf die ex-

tremer feiner Details und die äußeren Zonen und entfernten Ecken. Der Gesamtkontrast der Festbrennweitenobjektive ist auch eine Spur besser, was den Aufnahmen etwas mehr Klarheit verleiht.

Sehr sorgfältige Bildvergleiche (unter Verwendung von niedrig empfindlichem Diafilm bei 30-facher Vergrößerung), die mit dem TRI-ELMAR-M und seinen Gegenstücken aufgenommen wurden, zeigen diese Leistungsunterschiede bei Kontrast und bei der Wiedergabe extrem feiner Details.

Das TRI-ELMAR-M zeigt eine sehr gute Dämpfung der Überstrahlung; Nachtaufnahmen, die in der 28 mm-Einstellung aufgenommen wurden, zeigen eine sehr klare Zeichnung der Glanzlichter sowie Schatten mit guter Detailwiedergabe und nur schwach sichtbarem Koma im extrem äußeren Bereich.

Für die meisten Benutzer, die nur gelegentlich fotografieren und weder sehr große Vergrößerungen noch extreme Projektionsdistanzen benötigen, sind diese Unterschiede in der Leistung nur von theoretischer Natur und ohne jede Bedeutung. Der sehr anspruchsvolle Benutzer könnte diese Unterschiede bemerken, aber es hängt von der persönlichen Vorliebe ab, wie er sie einschätzt.

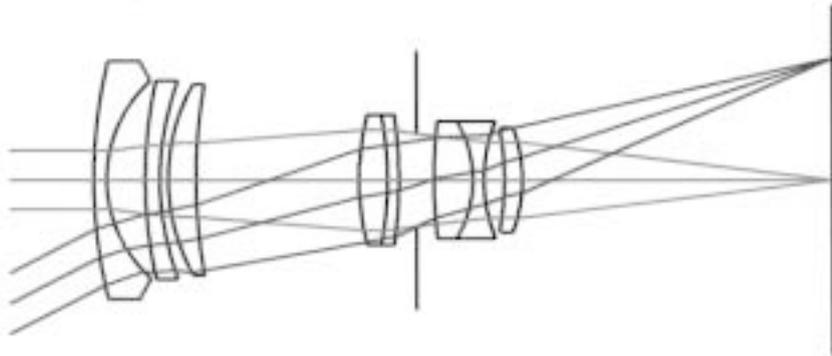
Schlussfolgerung

Ist das TRI-ELMAR-M ein Ersatz für drei erstklassige Festbrennweitenobjektive? Offensichtlich fällt die Antwort nicht leicht. Die größte Öffnung bei 1:4 hat ihre Grenzen, besonders, wenn man niedrig empfindliche Filme verwendet. Die kompakte Konstruktion seiner Fassung bildet eine attraktive Alternative zu drei einzelnen Objektiven mit drei beliebten Brennweiten, und in dieser Hinsicht hat sie sehr großen Erfolg. Leichter und rascher Brennweitenwechsel führt zu vielen Aufnahmegelegenheiten, die man verpassen würde, wenn man Objektive wechseln müsste. Der kritische Benutzer einer Leica kann diese Möglichkeiten mit dem

sicheren Wissen nutzen, dass seine Bilder alle Eigenschaften haben werden, die die Leica Objektive berühmt gemacht haben. Und es mag sogar selbst die kritischsten Benutzer alter Leica Objektive der Brennweitengruppe 28 bis 50 mm angenehm überraschen. Mit einem Gewicht von nur 330 Gramm ist es ein handliches Objektiv mit exzellenter Leistung, die die älteren Objektive einfach nicht erreichen. Die Objektive der modernen und gegenwärtigen Generation können es, müssen sich aber anstrengen, dieses Leistungsniveau bei 1:4 und kleineren Öffnungen zu übertreffen. Leica Benutzer, die eine größere Öffnung als 1:4 und/oder Großvergrößerungen brauchen, bei denen die kleinsten Bilddetails klar und kontrastreich zu sehen sein sollen, müssen ihre Objektive öfter wechseln und nach vielen, vielen Jahren werden sie die Auflageflächen ihrer Bajonette abgerieben haben.....

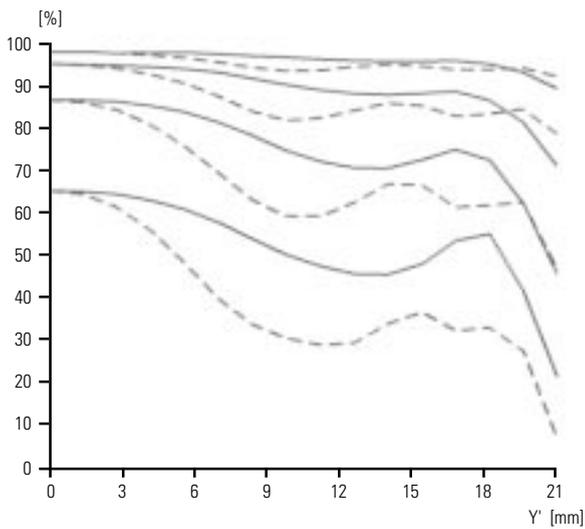
Tri Elmar-M 1:4.0/28

Kurzkommentar

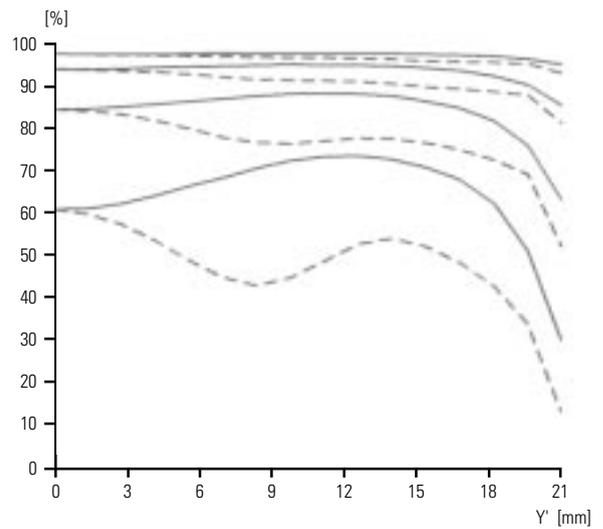


Eines der besten für die Leica M erhältlichen Objektive mit untadeliger Bildqualität aller drei Brennweiten bei voller Öffnung. Die maximale Öffnung 1:4 reicht für viele Situationen aus und der geschmeidige und leichte Wechsel der Brennweiten erleichtert es, flüchtige Bildmöglichkeiten zu erfassen.

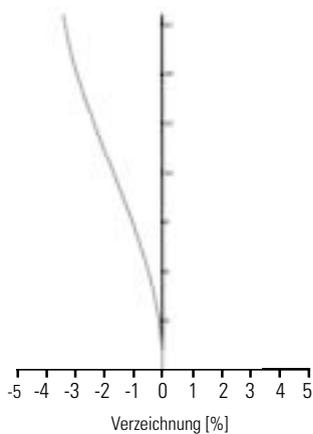
Volle Blende [4,0]



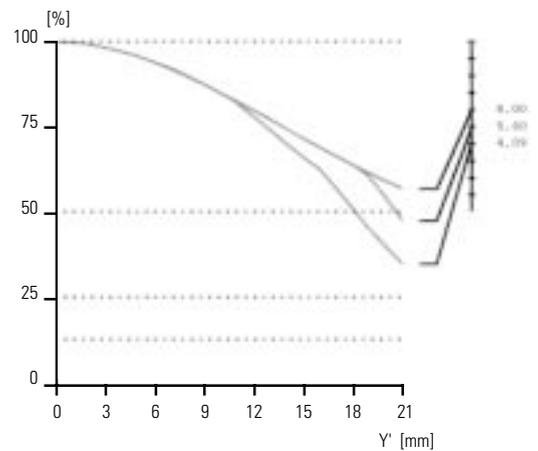
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

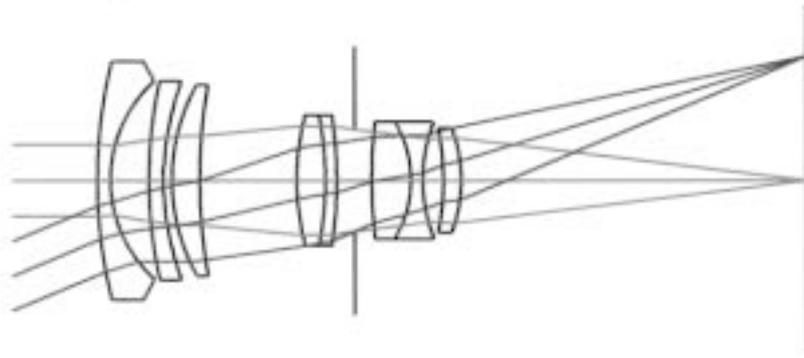


Vignettierung

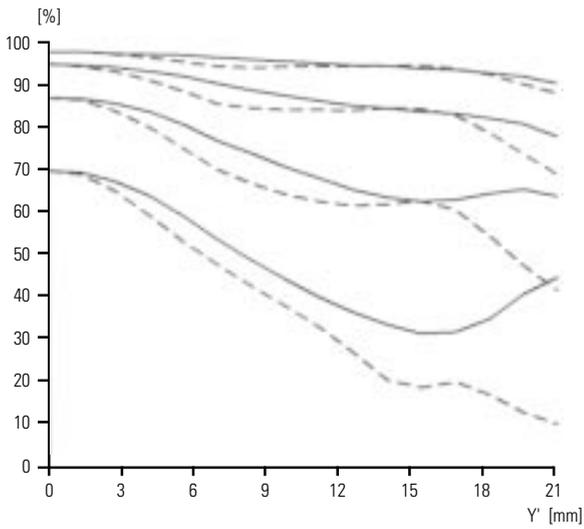




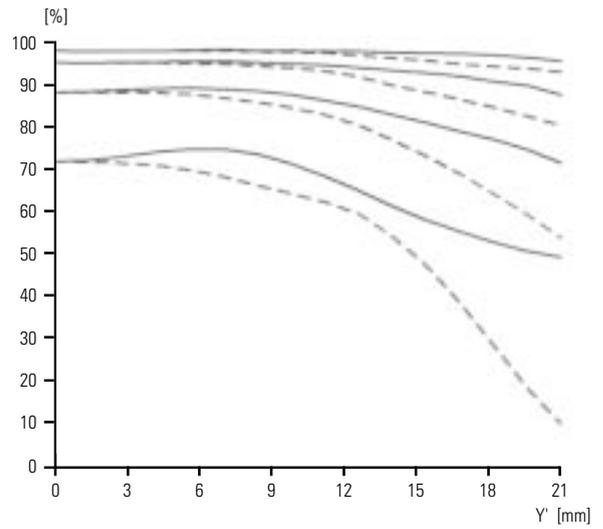
Tri Elmar-M 1:4.0/35



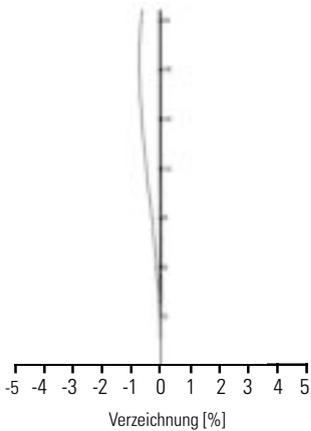
Volle Blende [4,0]



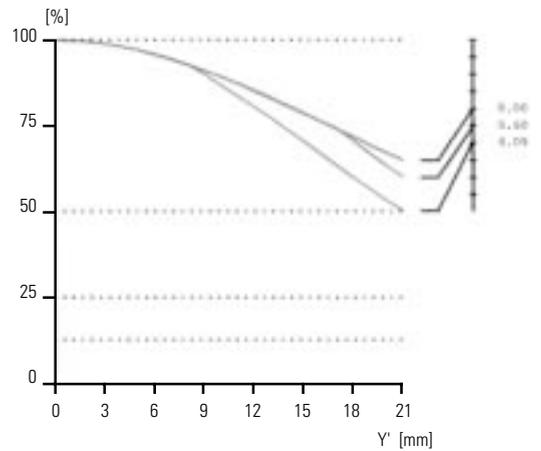
Optimale Blende [5,6]



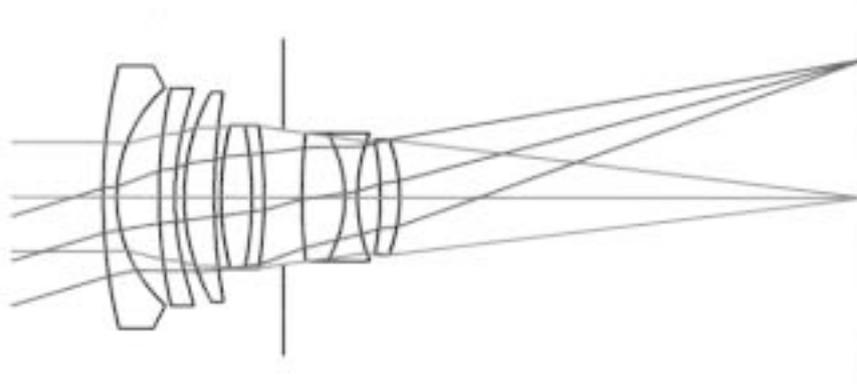
Verzeichnung



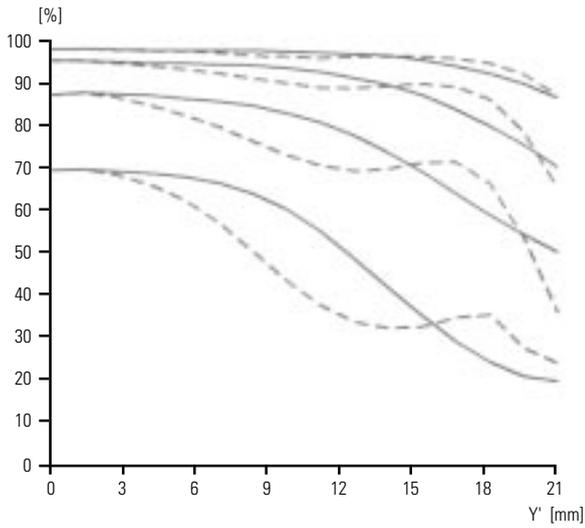
Vignettierung



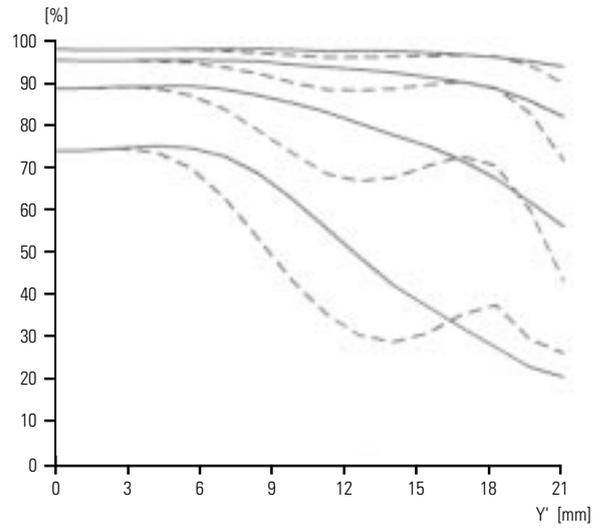
Tri Elmar-M 1:4.0/50



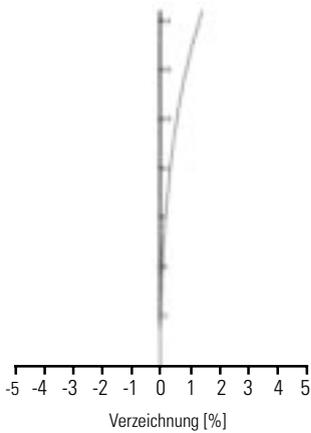
Full Aperture [4,0]



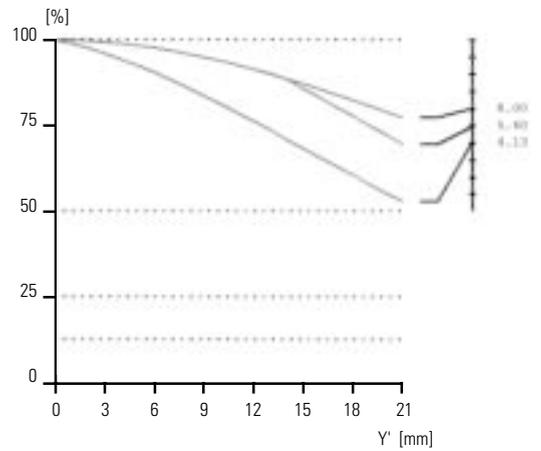
Optimum Aperture [5,6]



Distortion

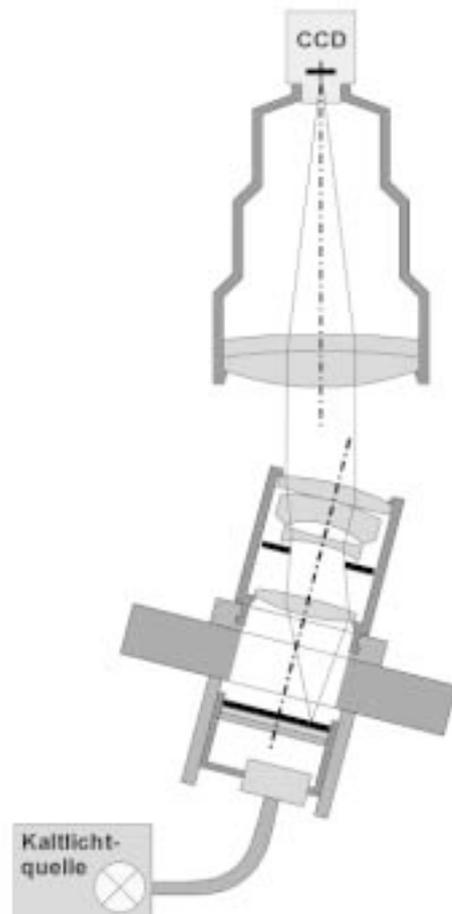
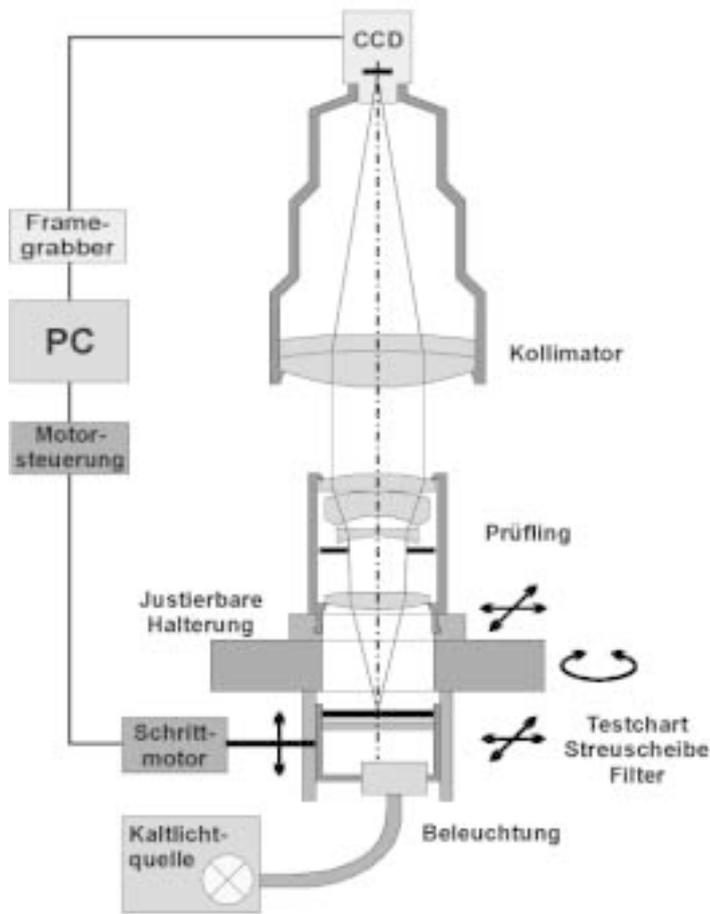


Vignetting



Messung in der Bildmitte

Messung im Bildfeld



**Aufbau eines
Universalprüfgeräts für
Objektive**

Ein im Durchlicht beleuchtetes Testmuster wird in der Bildebene eines Prüflings positioniert. Der Prüfling projiziert das Testmuster bei ∞ -Stellung nach unendlich. Im Gegensatz zum Normalgebrauch wird hier das

Objektiv also in umgekehrter Richtung benutzt. Mit Hilfe einer Kollimatoroptik wird ein vergrößertes Bild des Testmusters auf dem CCD-Chip einer Videokamera erzeugt. Die Videokamera liefert das Videosignal an einen PC, der das Bild digitalisiert und über eine spezielle Bildverarbeitung auswertet. Zur richtigen Positionierung des Testmusters steht eine Autofokusfunktion über einen PC-gesteuerten Schrittmotor zur Verfü-

gung. In der Grundstellung des Gerätes (linkes Bild) erfolgt die Messung in der Bildmitte. Um an anderen Stellen in der Bildebene des Prüflings messen zu können, kann ein Teil des Aufbaus verschwenkt werden (rechtes Bild).

Je nach Testmuster sind verschiedene Prüfungen möglich: MTF-Messung, Zentrierprüfung, Prüfung des Anlagemaßes, Brennweitenmessung und visuelle Punkt bildbewertung (Stern test).

75 mm Objektive

Auf den ersten Blick fragt man sich, ob eine Brennweite von 75 mm einen zusätzlichen Vorteil bietet, weil sie so nahe bei den 50 mm und 90 mm-Objektiven liegt. Die Bildwinkel sind 45° für die 50 mm-Objektive, 31° für das 75 mm-Objektiv und 27° für die 90 mm-Objektive. Bei einem Blick in die Geschichte bemerken wir, dass Leitz ein HEKTOR 1:1,9/73 mm von 1931 bis 1946 und ein SUMMAREX 1:1,5/85 mm von 1943 bis 1969 angeboten hat. Beide Objektive boten die größtmögliche Öffnung, die zu ihrer Zeit auf dem Markt war. Leitz führte das SUMMILUX 75 mm als die neue Version des seinerzeit berühmten hochlichtstarken Objektivs für Schnappschüsse und nicht gestellte Porträts ein. Die Öffnung 1:1,4 verlangte eine gewisse Zurückhaltung, was Gewicht und Volumen betrifft, und so wurde die Brennweite 75 mm gewählt.

Das SUMMILUX 75 mm wurde wie auch das SUMMICRON-M 1:2/90 mm, das SUMMICRON -M 1:2/35 mm und das ELMARIT-M 1:2,8/21 mm im Jahr 1980 konstruiert. Diese Objektive kann man als die letzten Konstruktionen der klassischen Periode bezeichnen. Diese Objektivserie hat die Einführung der Leica M4-P begleitet, wobei „P“ die Abkürzung von „Professional“ bedeutete und damit klar die Rolle des neuen M-Modells als das erklärte Werkzeug für Schnappschüsse bei ausgewählter geringer Beleuchtung aufzeigte. Von 1980 bis 1990 wurden für die M-Reihe keine neuen Konstruktionen entwickelt. Nach 1993 wurden die 21-, 35- und 90 mm-Objektive komplett erneuert und durch Neukonstruktionen ersetzt, welche die Kompetenz von Leica auf dem Gebiet der Asphärentchnik verwirklichten. Es spricht sehr für die Güte der SUMMILUX-Konstruktion, dass bei der Verlagerung der Fertigung von Kanada nach Deutschland nur eine Neukonstruktion der Fassung (um 40 g leichter) erforderlich war. Diese Gewichtserspar-

nis wird sehr geschätzt, weil die früheren Versionen nach einigen Stunden ununterbrochenen Gebrauchs als zu schwer empfunden wurden.



SUMMILUX-M 1:1,4/75 mm

Bei voller Öffnung zeigt das Objektiv mittleren bis hohen Gesamtkontrast mit völlig sichtbaren extrem feinen Details. Sehr feine Details werden klar aufgelöst mit etwas weichen Kanten. Etwas Astigmatismus ist in den äußeren Bereichen zu sehen, der die feinstmöglichen strukturellen Details aufweicht. Diese Leistung bleibt über den größten Teil des Bildfelds bestehen, verringert sich jedoch in den äussersten Zonen erkennbar. Die Ecken zeichnen sehr feine Details gut sichtbar, jedoch viel weicher auf. Abblenden auf 1:2 erhöht den Gesamtkontrast, um extrem feine Details klar und scharf abzubilden.

Höherer Kontrast führt im allgemeinen zu größerer Klarheit und Kanten-

schärfe der feinen Details. Die äußeren Zonen werden ebenfalls besser, nur die extremen Ecken fallen in der Leistung etwas ab.

Bei 1:2,8 ist der Kontrast noch etwas höher, der Mikrokontrast erreicht seinen höchsten Wert, es werden klare und gestochen scharfe, ausnehmend kleine Details wiedergegeben. Bei dieser Einstellung ist die Verwendung eines Stativs notwendig, um die feinstmöglichen Details aufzuzeichnen. Dies bezieht sich auf kleine Bilddetails mit einem Durchmesser von ungefähr 0,3 mm aufgenommen aus 7,5 m Entfernung! Man sollte das reale Objekt aus wirklich kurzem Abstand betrachten, um zu sehen, was die Kombination von Objektiv und Film aufzeichnen kann.

Diese Leistung wird von 1:2 bis 1:8 beibehalten, die Wahl der Öffnung kann alleine durch die Tiefenschärfen-Überlegung erfolgen. Abblenden auf 1:11 verringert den Gesamtkontrast etwas und die Zeichnung sehr feiner Details verliert etwas von ihrer Schärfe. Bei 1:16 wird der Kontrast deutlich verringert.

Die Überstrahlung wird sehr gut unterdrückt, aber die eingebaute Gegenlichtblende muss unbedingt verwendet werden. Wenn gegen starke Lichtquellen fotografiert wird (zum Beispiel bei Modenschauen), werden feine Lichtstrahlen, die durch Rauch und Staub bei den Lampen dringen, mit einer subtilen Gradation wiedergegeben.

Die Wiedergabe der Details von Glanzlichtern ist ungewöhnlich gut: sie bewahren ihre innere Abstufung bei sehr guter Differenzierung der feinen Beleuchtungsabstufungen. Die Objekte (einschließlich Schlaglichter) werden sehr wirklichkeitsgetreu wiedergegeben und die extreme Scharfzeichnung bildet jedes Objekt wie zum Greifen ab.

Bei großen Öffnungen und mittleren Entfernungen erfordert die sehr geringe Tiefenschärfe (bei 2 m beträgt sie etwa 6 cm) eine genaue Fokussierung an der Grenze der mechanischen und optischen Präzision des Leica M6-Entfernungsmessers. Lebendige Porträts und ganze Figuren werden jedoch klar vom Hintergrund getrennt.

Historischer Vergleich zwischen SUMMILUX-M 1:1,4/75 mm und SUMMAREX 1:1,5/85 mm

Bei voller Öffnung zeigt das SUMMAREX geringen bis sehr geringen Gesamtkontrast, wobei feine Details ganz weich wiedergegeben werden. Umrisslinien größerer Objekte zeigen unscharfe Kanten. Diese Leistung bezieht sich auf das gesamte Bildfeld, das heißt von der Mitte bis zu den äußeren Bereichen. Die extremen Ecken sind sehr weich.

Abblenden auf 1:2 ergibt einen deutlich verbesserten Gesamtkontrast, die Leistung im axialen Bereich ist jetzt auf überraschend hohem Niveau, sehr feine Details werden mit guter Klarheit wiedergegeben. Im Bildfeld könnte man die Zeichnung feiner Details als fast scharf bezeichnen.

Bei 1:2,8 erstreckt sich die Leistung der Bildmitte über einen großen Teil des Bildfeldes. Abblenden auf 1:4 ergibt sehr feine Details, die gut zu sehen sind, jedoch ohne die ins Auge springende Klarheit und Schärfe, die wir von aktuellen Konstruktionen gewöhnt sind. Die Leistung verbessert sich bis 1:8, wonach der unvermeidliche Leistungsrückgang (Beugung) das gesamte Bild weicher macht, das jetzt einen sehr ausgeglichenen Charakter hat.

Die Zeit, welche zwischen SUMMILUX und SUMMAREX liegt, umfasst mehr als 30 Jahre optischer Weiterentwicklung, die sich am stärksten in der Leistung bei größeren Öffnungen zeigt. Der dem Objektiv innewohnende größere Grad an Aberrationen wird durch die etwas flache und gleichförmige Wiedergabe feiner Details bei kleineren Öffnungen sichtbar. Bei größeren Öffnungen zeigen die feinen Details ganz unscharfe Kanten und der Gesamtkontrast ist niedrig. Bei Gegenlichtaufnahmen entwickelt sich deutliche Überstrahlung.

Vergleich des SUMMILUX-M 75 mm mit dem SUMMICRON-M 90 mm aus der gleichen Generation

Bei Abblendung auf 1:2 hat das SUMMILUX-M 75 mm ein Bild mit höheren Kontrast und einer sauberen und gestochen scharfen Wiedergabe extrem feiner Details über den größeren Teil des Bildfeldes (mit Ausnahme der äußersten Zonen und Ecken) als sein Gegenstück SUMMICRON-M 1:2/90 mm bei voller Öffnung. Aber das SUMMILUX ist bei 1:1,4 insgesamt nicht so gut wie das SUMMICRON-M bei 1:2. Diese Charakteristik ist typisch für die allgemeine Regel beim Vergleich von Objektiven der Lichtstärke 1:1,4 mit solchen von 1:2 oder dem Vergleich von Objektiven 1:2 mit solchen der Lichtstärke 1:2,8 (selbstverständlich gleicher Brennweite). Das 1:2 (1:2,8) Objektiv zeigt bei maximaler Öffnung eine höhere Bildqualität als die 1:1,4 (1:2) Version. Blendet man die lichtstärkere Version jedoch um eine Stufe ab, so verbessert sich ihre Leistung auf ein Niveau oberhalb jenem der lichtschwächeren Version.

Feinere Unterschiede kann man feststellen, wenn man die Leistung des SUMMILUX bei 1,4 mit jener des SUMMICRON bei 1:2 vergleicht. Das SUMMILUX bleibt auf dem gleichen Leistungsniveau von der Bildmitte zu den Ecken mit nur sehr geringer Verschlechterung. Das SUMMICRON fällt andererseits in den Randzonen ein ganzes Stück ab, was etwa 7 mm von der Bildmitte beginnt, wird aber in den Ecken besser. Wenn man ein Porträt oder eine Szene mit Personen (Kamera waagrecht gehalten) aufnimmt und das Gesicht der Person in die Mitte stellt, fällt die schwächere Zone des SUMMICRON mit der unscharfen Zone zusammen. Der Effekt des nicht fokussierten Bildteils wird dann von der dem Objektiv eigenen Bildqualität in dieser Zone und von der fokussierten Unschärfe beeinflusst, weil die Schärfenebene auf das Gesicht der Person ge-

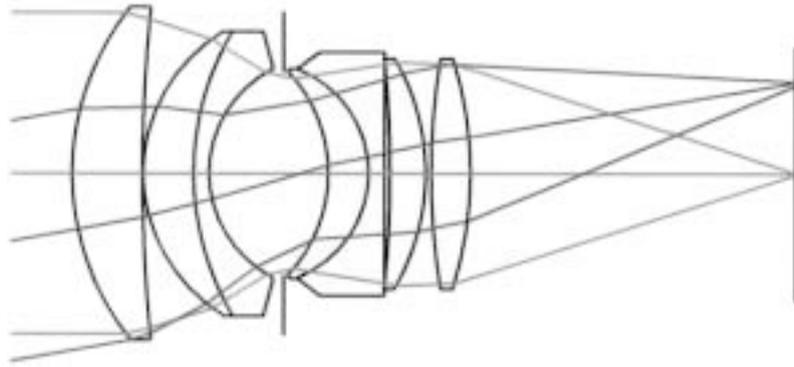
legt wird. Nimmt man die gleiche Szene mit dem SUMMILUX-M 1,4/75 mm auf, wird sich ein anderer Eindruck der Unschärfe ergeben, wiederum wegen der unterschiedlichen Zeichnung der Unschärfe und der größeren Zerstreuungskreise. Die höhere Öffnung und die kürzere Brennweite werden etwas ausgleichend wirken, der unscharfe Hintergrund wird jedoch noch immer einen anderen Charakter haben.

Es gibt seit langem eine fruchtlose Debatte innerhalb der Leica Gemeinde, welches Objektiv dem natürlichen Sehwinkel des Menschen am besten entspricht. Die Brennweiten 35 mm und 50 mm wurden beide als Kandidaten aufgestellt. Einige sehr starke Argumente wurden zugunsten der Brennweite 90 mm angeführt, indem sie die natürlichste Perspektive bietet. Was immer die Wahrheit sei, die Perspektive der 75 mm Brennweite ist für Porträts aus geringer Entfernung und für Schnapsschüsse aus mittlerer Entfernung sehr angenehm. Wenn man ein 50 mm- oder 90 mm-Objektiv verwendet und vor- oder zurückgeht, erhält man natürlich die gleiche Vergrößerung. Aber das Verhältnis zwischen Vordergrund und Hintergrund (in Bezug auf die Raumtiefe) wird sich auffallend ändern und damit verändert sich auch der visuelle Effekt. Das Verhältnis der Perspektiven zwischen den Brennweiten 75 mm und 90 mm ist eng mit jenem zwischen den Brennweiten 21 mm und 24 mm verwandt.

Das SUMMILUX 75 mm hat seine speziellen Stärken innerhalb des Bereiches der Fotografie, für den es konstruiert wurde. Wer eine maximale Öffnung von 1:1,4 benötigt und/oder die bildmäßigen Effekte oder die Art des Fotografierens sucht, die mit ihm möglich sind, sollte dieses Objektiv in seiner Ausrüstung haben. Auf 1:5,6 abgeblendet gleicht die Leistung des SUMMILUX-M jener des APO-SUMMICRON 1:2/90 mm bei gleicher Öffnung, was sehr beeindruckend ist.

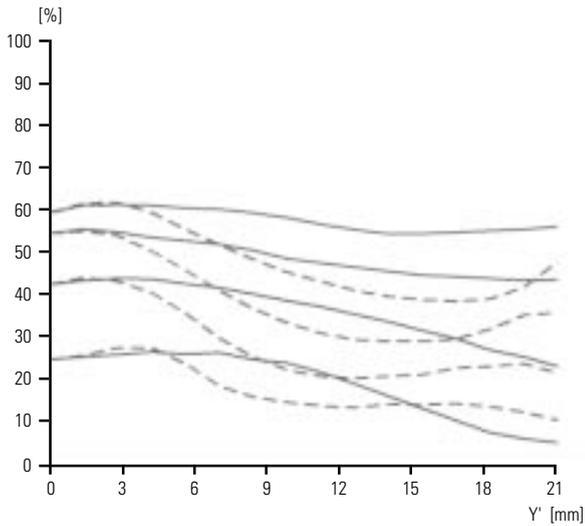
Summarex M 1:1.5/85

Kurzkommentar

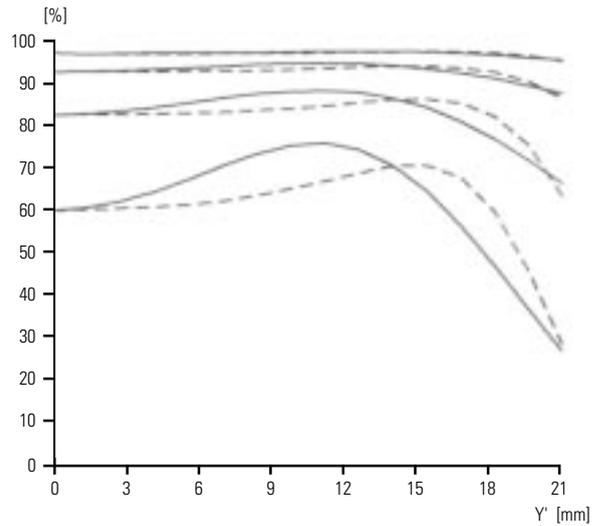


Abgeblendet auf mittlere Werte ist die Leistung dieses Objektivs bemerkenswert gut; es wurde von 1943 bis 1969 hergestellt. Voll geöffnet ist der Kontrast sehr gering, Objektbegrenzungen werden gut sichtbar wiedergegeben. Man kann bei Abblenden auf 1:2 eine beachtliche Verbesserung sehen. Jetzt nur noch von historischem Interesse, zeigt es doch den Fortschritt, der sich in den vergangenen beiden Jahrzehnten ereignet hat.

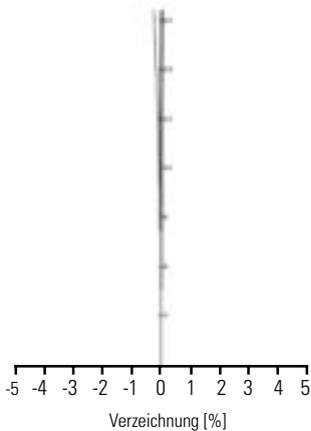
Volle Blende [1,5]



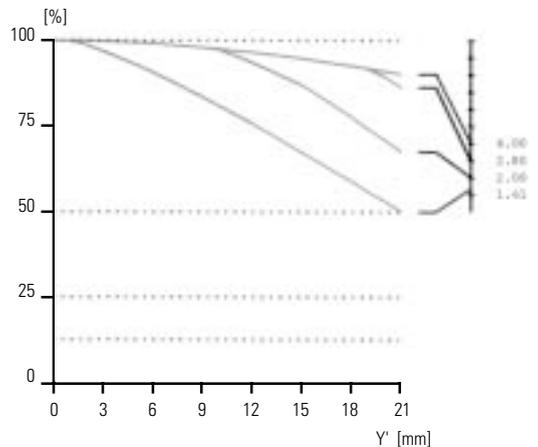
Optimale Blende [8,0]



Verzeichnung

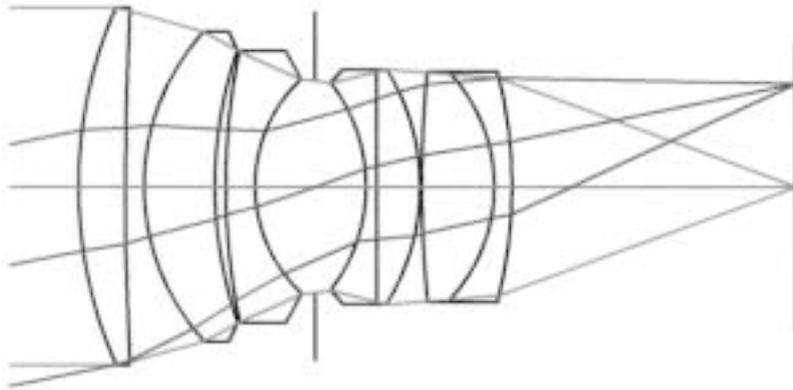


Vignettierung



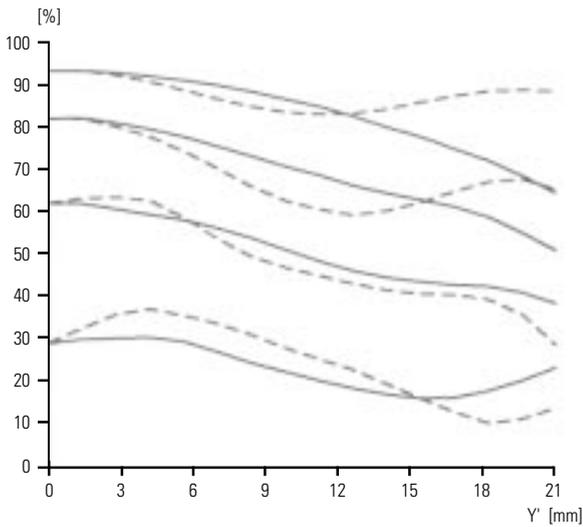
Summilux M 1:1.4/75

Kurzkommentar

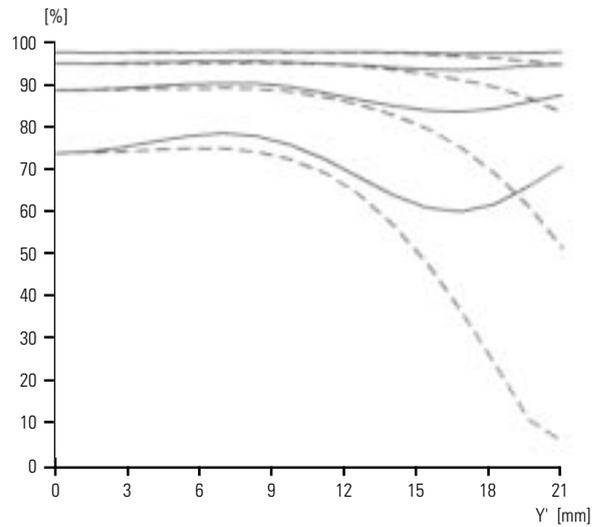


Ein hervorragendes Objektiv für Porträts unter besonderen Umständen und „Human-Interest“-Fotografie. Voll geöffnet hat das Objektiv mittleren bis hohen Gesamtkontrast und ergibt feine scharf gezeichnete Details mit sauberen Umrisslinien. Auf 1:2 abgebildet zeichnet es sehr feine Details mit beträchtlich höherem Kontrast.

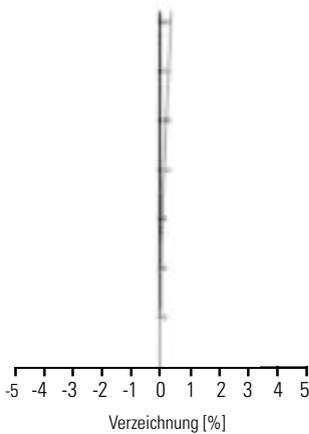
Volle Blende [1,4]



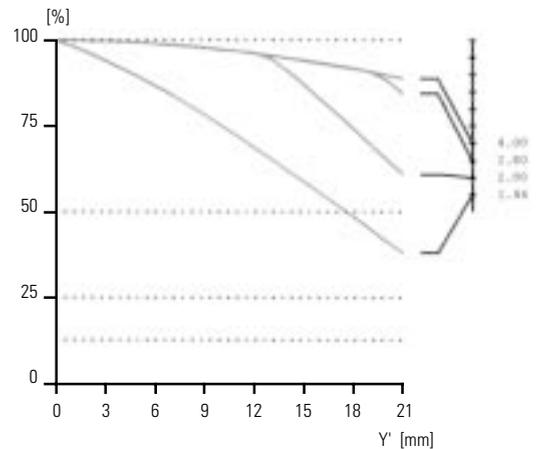
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



Vignettierung



90 mm Objektive

Wenn wir die verschiedenen Versionen des ELMAR 90 mm, des THAMBAR 90 mm, des ELMARIT 90 mm, des TELE-ELMARIT und des SUMMICRON 90 mm zusammenzählen, erhalten wir 14 verschiedene Konstruktionen, was die Bedeutung dieser Brennweite für die Leica mit Entfernungsmesser anzeigt.

Das erste 90 mm-Objektiv, das ELMAR 1:4/90 mm wurde 1931 angekündigt und blieb bis 1964 in der Fertigung, womit es die Weiterentwicklung der Leica von ihren Anfängen bis zur Konstruktion des Meilensteins Leica M3 begleitet hat. Vor 1930 war der Perutz „Feinkorn Spezial Fliegerfilm“ die einzig erhältliche Emulsion. Sie hatte eine angenehme Kornstruktur, große Vergrößerungen waren aber nicht möglich. Die grundlegende Prämisse, dass das kleine Negativ der Leica dreimal vergrößert werden sollte (um mit dem beliebten Rollfilm-Abzug 6 x 9 cm zu konkurrieren), könnte auch durch die geringe Vergrößerungsfähigkeit der damals verfügbaren Emulsionen begründet sein. Der wohlbekanntere Zerstreungskreis von 0,033 mm basiert ebenfalls auf diesem dreifachen Vergrößerungsfaktor. Dieses Maß 0,033 mm ist hinsichtlich aktueller Ansprüche hoffnungslos unzureichend, aber niemand möchte die Rechnungen ändern. Wie auch immer, nach 1930 waren verbesserte Emulsionen mit Lichthofschutz und verbesserter Schärfeleistung verfügbar. Doch noch immer war die Menge der Details, die aufgezeichnet und nach der Vergrößerung sichtbar gemacht werden konnten, ganz bescheiden. Das Argument für eine Brennweite länger als 50 mm war die Fähigkeit, größere Details auf den Film zu bannen, ohne die Aufnahmedistanz zu ändern. Das 90 mm-Objektiv begann sein Dasein nicht als Porträtobjektiv, sondern um Details aufzunehmen, die für die Emulsion bei Verwendung einer 50 mm Brennweite zu klein

waren. Es ist bezeichnend, dass die 105 mm- und 135 mm-Objektive etwa zur gleichen Zeit eingeführt wurden. Wie bereits bei der Besprechung der 50 mm-Objektive erwähnt, hat der Bildwinkel von 45° keinen besonderen Bezug zur Charakteristik des Auges. Die meistbenutzte Kamera mit dem Format 6 x 9 cm auf Rollfilm hatte ein Objektiv mit dem Bildwinkel 53°. Da diese Kamera der natürliche Konkurrent der Leica war, wäre es naheliegend, dass Leica diesen Bildwinkel ebenfalls übernommen hätte. Die Begrenzung auf 45° erfolgte aufgrund optischer Argumente (es mussten weniger Aberrationen im Bildfeld korrigiert werden).

Das menschliche Sehfeld ist eine Ellipse von ungefähr 150° Höhe und 210° Breite. Die Überlappung bei beidäugigem Sehen beträgt ungefähr 130°, das Sehfeld, in welchem die beidäugige Bildverarbeitung stattfindet, beträgt etwa 40° und das Ausmaß der Augenbewegung ohne kompensierende Bewegung des Kopfes beträgt etwa 20°.

Für viele Objekte ist der Bildwinkel 27° natürlich, weil man das Gesichtsfeld ohne Kopfdrehung wahrnehmen kann. Die Beliebtheit des 90 mm-Objektivs liegt in seiner Flexibilität. Man kann wirklich viele fotografische Aufgaben allein mit dieser Brennweite ausführen. Es ist sehr anspruchsvoll, sich zum Zweck einer guten Komposition auf das Hauptmotiv zu konzentrieren und es bedarf einer sorgfältigen Auswahl der Elemente, die ins Bild kommen sollen. Der M-Sucher zeigt den 90 mm-Rahmen innerhalb eines größeren Umfelds. Es ist leichter als bei der Spiegelreflexkamera, den Augenblick vorherzusehen, in dem sich alle Elemente zu einer Aussage zusammenfügen, denn bei der Spiegelreflexkamera isoliert der Sucher den Fotografen von der Umgebung des Bildes. Die Leica M und das 90 mm Objektiv sind sehr gute Partner. Die Genauigkeit des Entfernungsmessers ist viel größer, als zur exakten Festlegung der Schärfenebene nö-

tig ist, selbst bei einer Entfernung von 20 m, wo die Tiefenschärfe ohnehin die gelegentlichen Fokusfehler überdeckt. Aber dennoch gibt es nur eine einzige Ebene der größtmöglichen Schärfe, und es ist nicht ratsam, nach der Tiefenschärfenskala einzustellen.



ELMARIT-M 1:2,8/90 mm

Die aktuelle Version des 90 mm-Objektivs mit der Öffnung 1:2,8 für die Leica M wurde 1995 eingeführt. Seine Konstruktion spiegelt genau diejenige des ELMARIT-R 1:2,8/90 mm wider, die 1983 eingeführt worden war.

Die optische Leistung des ELMARIT-M 1:2,8/90 mm bei voller Öffnung ist außergewöhnlich gut. Der Gesamtkontrast ist hoch bis sehr hoch. Im axialen Bereich werden extrem feine Details innerhalb eines Bildkreises von 12 mm (einem 6 mm-Radius von der Mitte aus gemessen) gestochen scharf wiedergegeben. Im weiteren Bildfeld (den äußeren Zonen) ist die Abbildung weicher wegen des Einflusses von Bildfeldwölbung und geringem Astigmatismus. Der

niedrigere Kontrast verringert die Fähigkeit, feinst strukturierte Details wiederzugeben. Man muss auf 1:4 abblenden, um solche Details aufzuzeichnen. Die Gesamtwiedergabe wird noch schärfer, wobei nur die äußeren Zonen etwas abfallen. Da dieser äußere Bildbereich in den meisten Aufnahmesituationen den Hintergrund aufnimmt, wird dies nur von einem sehr kritischen Benutzer bemerkt werden, wenn er große bildfüllende Objekte untersucht. Bei 1:5,6 ist die optimale Öffnung erreicht, das Bild zeigt nun von der Mitte bis in die Ecken außergewöhnlich feine Details.

Bei dieser Öffnung und bei Verwendung einer angemessenen Technik (korrekte Belichtung, Ausschalten von Vibrationen und genaue Fokussierung) wird die Leistung des ELMARIT-M 1:2,8/90 mm die Möglichkeiten jedes auf dem Markt befindlichen Films übersteigen. Eine sehr kritische Untersuchung der Leistungsdetails dieses Objektivs im Vergleich zu den Vorgängern (dem ELMARIT 1:2,8/90 mm von 1959, dem TELE-ELMARIT 1:2,8/90 mm von 1964 und dem TELE-ELMARIT-M von 1974) bestätigt zwei Punkte: Die Leistung steigt fast linear über die gesamte Zeitspanne, wobei die TELE-Versionen ein geringfügig flacheres, vielleicht gleichförmigeres Bild ergeben. Bei Verwendung des gleichen Films kann nur das aktuelle ELMARIT-M 1:2,8/90 mm die feinst strukturierten Details aufzeichnen, die man erst bei Vergrößerung über dreißigmal hinaus sieht. Die anderen Objektive erreichen dieses Niveau der Detailwiedergabe nicht, wenn man dasselbe Objekt aufnimmt. Aus diesem Grund bildet in den meisten Fällen der Film den Grenzfaktor. In den sechziger Jahren dürften jedoch die (TELE)-ELMARIT Objektive den seinerzeitigen Emulsionen überlegen gewesen sein, wobei es gewisse Ausnahmen gibt.

Eine Vignettierung ist kaum erkennbar, wichtiger jedoch ist das Fehlen von Überstrahlung. Überstrahlung ist einer der schlimmsten Faktoren, die das Bild verschlechtern. Sie wird am ehesten bemerkt, wenn innerhalb des Objektbereichs starke Lichtquellen vorhanden sind; im Gegensatz zur allgemeinen Annahme tritt sie aber auch in Erscheinung, wenn eine große Fläche hoher Leuchtdichte (wie z.B. ein bezogener Himmel) einen Teil des Objekts bildet

oder ihm nahe ist. Die mechanische Konstruktion muss so beschaffen sein, dass sie das Streulicht beim Durchgang der Strahlen durch die Objektivglieder reduziert. Die besondere Klarheit und die gestochene Schärfe der sehr feinen Details, welche das ELMARIT-M 1:2,8/90 mm erzeugt, machen seiner optischen und mechanischen Konstruktion alle Ehre.

Die Leistung im Nahbereich ist schon bei voller Öffnung sehr gut und kann auch bei kritischen Ansprüchen benutzt werden. Das passende Ergänzungsobjektiv zum ELMARIT-M 1:2,8/90 mm ist das TRI-ELMAR-M. Der Benutzer einer Leica hat dann mit nur zwei Objektiven ein Paket hoher Leistung, großer Vielseitigkeit (von 28 bis 90 mm) und sehr geringem Gewicht zur Verfügung.

TELE-ELMARIT-M 1:2,8/90 mm

Dieses Objektiv ist eine kanadische Konstruktion aus dem Jahr 1974 (das aktuelle ELMARIT-M 1:2,8/90 mm ist eine deutsche Konstruktion); es verwendet wie die aktuelle Version vier einzelne Glieder, jedoch in unterschiedlicher Anordnung. Äußerlich hat das TELE-ELMARIT-M 1:2,8/90 mm viel mit dem ELMAR-C 1:4/90 mm für die Leica CL gemeinsam. Es ist eindeutig als sehr kompaktes Objektiv entwickelt worden, hat ein Gewicht von nur 225 g (das ELMARIT-M 1:2,8/90 mm wiegt 380 g), man kann es in die Tasche stecken. Es gibt bei Leica eine Maxime, die besagt, dass optische Leistung ein bestimmtes Volumen erfordert. Wenn man das Volumen unter eine gewisse Schwelle senkt, beginnt die Leistung darunter zu leiden. Das ist selbstverständlich relativ gemeint, da die Konstruktionsziele der Optikabteilung von Leica ohnehin in olympischen Höhen liegen.

Bei voller Öffnung erreicht der Kontrast des TELE-ELMARIT-M 1:2,8/90 mm mittlere Werte. Sehr feine Details werden im größten Teil des Bildfelds mit leicht weichen Kanten wiedergegeben. In den Bildrändern und Ecken ist das Bild ganz weich und feine Details haben, wenngleich sichtbar, unscharfe Umrisslinien. Abblenden bringt eine deutliche Verbesserung, die Kanten sehr feiner Details verbessern sich merklich und sie erstrecken sich jetzt

über den größten Teil des Bildfelds. Für den flüchtigen Betrachter nähert sich die Leistung jener des ELMARIT-M 1:2,8/90 mm. Dennoch zeigt ein Vergleich nebeneinander liegender Bilder Unterschiede: Das TELE-ELMARIT-M 1:2,8/90 mm erzeugt ein flacheres, gleichförmigeres Bild, weil es weniger Kontrast hat und weil die sehr fein strukturierten Details weich gezeichnet werden, die dem Bild seine ins Auge springende Schärfe und Klarheit vermitteln.

Auf 1:8 abgeblendet, gleicht das TELE-ELMARIT-M 1:2,8/90 mm der Leistung des ELMARIT-M 1:2,8/90 mm. Die Leistung im Nahbereich ist gut, für hohe Ansprüche wäre eine Öffnung 1:5,6 vorzuziehen.

Dieses Objektiv ist eine gute Wahl, wenn die Bequemlichkeit des Reisens und die Kompaktheit den Ausschlag geben. Seine gute Gesamtqualität lässt es für viele Aufnahmesituationen geeignet erscheinen. Bei Abblendung auf 1:4 oder 1:5,6 ist seine Leistung exzellent.



SUMMICRON-M 1:2/90 mm

Das erste SUMMICRON 90 mm (ohne den Zusatz -M) betrat 1958 die Szene. Es war mit 680 g und 99 mm Länge von Bajonettauflage bis Frontring ein physikalisches Schwergewicht. Bei voller Öffnung war seine Leistung mittelmäßig, weshalb die stets kreativen Verkäufer die Idee des Porträtobjektivs erfanden. Die Weichheit des SUMMICRON bei voller Öffnung würde bei der Anfertigung romantischer weiblicher Porträts helfen und der geringere Kontrast wäre nützlich, wenn man Reportagefotos un-

ter stark kontrastierender Beleuchtung machen wollte. Diese Vorstellung ist auch heute noch beliebt und die volle Öffnung des SUMMICRON 90 wird meist in diesem Zusammenhang beschrieben.

Das SUMMICRON-M 1:2/90 mm wurde 1980 mit viel geringerem Gewicht (460 g) und mit 5 Gliedern (gegenüber 6 des Vorgängers) eingeführt. Zwei Linsenflächen sind plan, was die Kosten senkt, jedoch auch die Möglichkeit zusätzlicher Korrektur einschränkt. Bei voller Öffnung hat das SUMMICRON-M 1:2/90 mm mittleren Gesamtkontrast, sehr feine Details werden mit unscharfen Kanten im überwiegenden Bildfeld aufgezeichnet. Dieses Verhalten hat man als „weiche Schärfe“ bezeichnet (einem scheinbaren Widerspruch, ähnlich „militärischer Intelligenz“). Abblenden auf 1:2,8 bringt eine sehr deutliche Verbesserung des Kontrasts bezüglich der Umrisslinien der Objekte und eine schärfere Wiedergabe der Kanten sehr feiner Details. Mit seinem Gesamteindruck ist es jetzt mit dem ELMARIT-M 1:2,8/90 mm bei voller Öffnung vergleichbar. Das ELMARIT-M 1:2,8/90 mm ist jedoch in der Lage, ausnehmend fein strukturierte Details aufzunehmen, die jenseits der Möglichkeiten des SUMMICRON-M 1:2/90 mm liegen. Bei 1:4 verbessert sich das SUMMICRON-M 1:2/90 mm erneut deutlich und bringt nun auch sehr feinste Details ins Bild. Im Vergleich mit dem ELMARIT-M 1:2,8/90 mm weicht der höhere Anteil an Überstrahlung des SUMMICRON-M 1:2/90 mm die Kanten etwas auf, aber bei dieser Öffnung bringt das SUMMICRON-M 1:2/90 mm eine ausgezeichnete Leistung im gesamten Bildfeld. Die Bildecken (die etwa 4 bis 5 mm breite Randzone in der Horizontale) fallen etwas ab gegenüber dem restlichen Bild. Aber bei den meisten Bildern wird dieser Teil automatisch durch die Unschärfe der außerhalb des Fokus liegender Zone ausgefüllt.

Bei 1:5,6 erreicht das SUMMICRON-M 1:2/90 mm sein Optimum mit hervorragender Leistung im axialen Bereich und etwas geringerer Leistung in den äußeren Bildzonen. Bei 1:8 werden diese Zonen leicht schärfer und das gesamte Bild zeigt jetzt hohen Kontrast und ge-

stochen scharfe Wiedergabe extrem feiner Details.

Im Vergleich zur ersten Version des SUMMICRON ist die Leistung im Nahbereich sehr viel besser; dieses musste man auf 1:5,6 abblenden, um eine anständige Qualität zu erhalten.

Bei kleineren Öffnungen ist die Leistung des SUMMICRON-M 1:2/90 mm stark. Bei voller Öffnung ist seine Qualität annehmbar. Der beste Test für ein Objektiv hoher Öffnung ist eine nächtliche Szenerie mit einer Menge Straßenlampen und Neon-Leuchtreklamen. Auf diese Weise entdeckt man leicht Überstrahlung, Verschleierung, Lichthöfe um die Spitzlichter, Kontrast in den dunkleren Bildteilen und klare Trennung naher Glanzlichter. Das SUMMICRON-M 1:2/90 mm benimmt sich in dieser Situation empfehlenswert, aber seine Bildqualität ist nicht völlig überzeugend. Die Wahl des SUMMICRON-M 1:2/90 mm statt des ELMARIT-M 1:2,8/90 mm wäre durch die Leistung bei 1:2 gerechtfertigt. In manchen Fällen würde man das SUMMILUX-M 1:1,4/75 mm in Betracht ziehen.

APO-SUMMIRON-M ASPH. 1:2/90 mm

Der Zuwachs des Gehalts an Aberrationen, mit dem sich ein Konstrukteur bei der Steigerung der Öffnung um eine oder mehrere Blenden auseinandersetzen muß, wird häufig unterschätzt. Der Schritt von 1:2,8 auf 1:2 erscheint klein. Manche Aberrationen nehmen aber um den Faktor neun zu, und diese Menge an Abbildungsfehlern ist nicht leicht zu beherrschen und zu korrigieren. Entweder muss sich der Konstrukteur mit einer geringeren Bildqualität zufrieden geben, oder er muss sich nach einem höheren Stand der Korrektur umsehen. Die Leica Konstrukteure waren sich über die absolute und relative Leistung des SUMMICRON 90 im Klaren und seine Produktionszeit von beinahe 20 Jahren zeigt, dass eine bessere Korrektur auf neue Werkzeuge warten musste.

Bei der Entwicklung von Objektiven für die M Kamera mussten die Konstrukteure noch einige zusätzliche Parameter berücksichtigen. Gewicht und Volumen sind offensichtlich begrenzende

Faktoren. Wären Volumen und Gewicht ohne Bedeutung, könnte der Konstrukteur schweres Spezialglas und mehr Linsen zur Korrektur verwenden.

Mit 500 g ist das APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm etwas schwerer als sein Vorgänger, aber in den Abmessungen gleichen sie sich beinahe. Man kann die Kreativität und Erfahrung eines Konstrukteurs würdigen, wenn man die Spezifikation im Verhältnis zur Leistung betrachtet. Eine sehr komplexe asphärische Fläche und zwei sphärische Glasarten wurden verwendet, um die geforderte apochromatische Korrektur aus dem Kern eines hoch entwickelten optischen Systems heraus zu erreichen.

Bei voller Öffnung (1:2) zeigt das Objektiv ein Bild mit hohem Kontrast, dessen extrem feine Details mit exzellenter Klarheit und Kontrast wiedergegeben werden. Im axialen Bereich und im Bildfeld (äußere Zonen) bis hin zu den Ecken werden kleinste Details vorzüglich aufgezeichnet. Nur schwächste Spuren von Weichheit lassen sich an den Kanten sehr feiner Details entdecken. Die Umrisslinien der Details haben einen überragenden Kantenkontrast. Bei 1:2,8 steigert sich der Kontrast ein wenig und die gestochene Schärfe des Bildes nimmt noch etwas zu, indem außergewöhnlich feine Details über die Sichtbarkeitsschwelle gehoben werden. Von 1:2,8 bis 1:5,6 finden wir eine gesteigerte Möglichkeit, feinstmögliche Details kristallklar und mit einem Kantenkontrast aufzuzeichnen, der das Markenzeichen dieser neuen Konstruktionsprinzipien ist, welche von Herrn Kölsch vorangetrieben wurden.

Perfekte Zentrierung, nur winzigste Spuren von Astigmatismus und keinerlei Bildfeldwölbung aufgrund sorgfältigster Ingenieursarbeit sprechen dafür, dieses Objektiv zum Objektiv der ersten Wahl zu machen. Abblenden über 1:2,8 hinaus verbessert nur die Tiefenschärfe. Über 1:16 hinaus bemerken wir ein geringes Aufweichen der Kanten und ein Abfallen des Gesamtkontrasts, da sich nun Beugungseffekte zeigen. Vorbei sind die Zeiten, da man die Qualität einer hohen Öffnung mit dem Argument entschuldigen musste, dass die Bildverschlechterung einfach zu erwarten gewesen sei. Das APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm ist eines der wenigen

90 mm-Objektive, welches schon bei 1:2 verblüffende Bildqualität bietet. Viele hochlichtstarke Objektive verlieren beim Abblenden etwas an Biss, weil sich wegen der Blendendifferenz zonale sphärische Restfehler bemerkbar machen. Dieses Objektiv wiederum zeigt eine sehr gute Korrektur, weswegen nach dem Abblenden die Bildverschlechterung sehr gering, wenn überhaupt wahrnehmbar ist. Der sehr hohe Korrektionszustand bringt es mit sich, dass der Übergang zur Unschärfe sehr plötzlich erfolgt, weil die Umrisslinien der Objekte erhalten bleiben. Die Details verschwimmen jedoch. Diese Charakteristik des Übergangs von Schärfe zu Unschärfe, ein schneller und plötzlicher Wechsel von der Einstellenebene zur Unschärfe, ist für die aktuellen Leica M Objektive typisch. Das APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm ist gegen Überstrahlung sehr resistent. Man sollte sich hierüber keinen Illusionen hingeben. Es ist in jedem Fall möglich, Lichtflecke und Doppelbilder (Geisterbilder) in ein Objektiv hineinzuzwängen. Das APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm ist gegen solche Effekte sehr stabil, jedoch nicht immun.

Bei der Aufnahme von Szenen mit strahlenden Lichtquellen ist die Verwendung von Filtern nicht ratsam, solange man die Richtung, aus der das Licht das Objektiv erreicht, nicht sehr gut kontrollieren kann.

Benutzer, die vom vorangehenden SUMMICRON-M 1:2/90 mm zum APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm übergehen, werden bemerken, dass die verschleiende Überstrahlung in hervorragender Weise unterdrückt wird. Die APO-Version zeigt schwärzere Schatten als ihr Vorgänger. Bei der Verwendung hochlichtstarker Objektive durchdringt häufig ein gewisses Maß an verschleiender Überstrahlung die Schatten. In der Tat ist das, was passiert, ein Vergrauen der Schatten durch Streulicht. In den Schatten werden keine Details sichtbar. Es sieht eben so aus, als wäre die Kombination von Objektiv und Film sehr schnell. Die ersten Aufnahmen mit der APO-Version erzeugen schwärzere Schatten, weswegen der Benutzer glaubt, er habe sie unterbelichtet oder das Objektiv entspreche nicht wirklich seiner Lichtstärke. Tatsächlich hat der Benutzer jetzt ein besser korri-

giertes Objektiv in der Hand, welches von ihm eine neue Lernerfahrung verlangt. Man muß sich an diese neuen Charakteristiken gewöhnen.

Schlussfolgerung

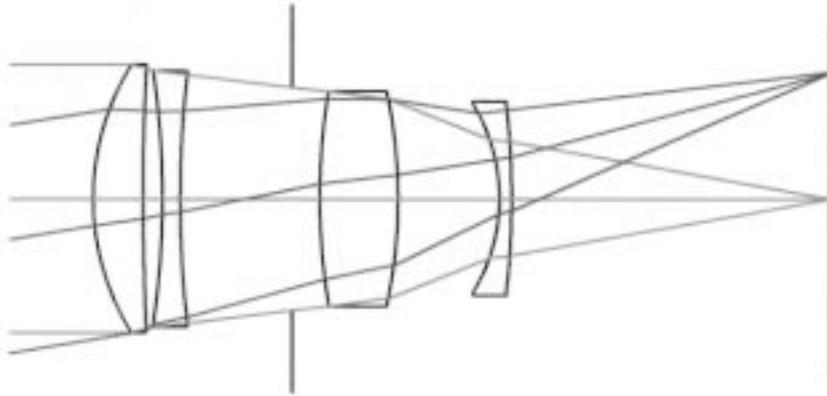
Beide 90 mm Objektive, das ELMARIT-M 1:2,8/90 mm und das APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm repräsentieren den heutigen Stand der Technik der Leica Objektivkonstruktion und definieren die Grenzen der Bildqualität, die mit diesen Brennweiten und Öffnungen erreichbar sind. Die Auslegung des ELMARIT-M 1:2,8/90 mm stellt keine Grenze dar, es verwendet Rechnungen aus dem Jahr 1983, um eine Bildqualität zu bieten, die schwer zu überschreiten ist. Die früheren Objektive des ELMARIT-Typs sind ebenfalls sehr gut. Die Verpflichtung der Firma Leica, zu jeder Zeit die Grenzen der machbaren optischen Leistung hinauszuschieben, wird im Fall der 90 mm-Ob-

jektive klar dokumentiert. Fünf Neuberechnungen des ELMARITS zwischen 1959 und 1983 haben diesen unerbittlichen Drang zum Fortschritt dokumentiert. Das APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm, jetzt in seiner dritten Neuberechnung, stellt die Leistungsgrenze für die nächste Generation der SUMMICRON Konstruktionen auf. Es weist eine verblüffende Leistung über das ganze Bildfeld und bei allen Entfernungen auf.

Die Wahl zwischen diesen beiden Objektiven ist ökonomisch zu sehen. Das ELMARIT-M 1:2,8/90 mm ist nicht so teuer und hat geringeres Volumen, seine optische Leistung wird durch die SUMMICRON-Version nur marginal übertroffen. Das Preis-/Leistungsverhältnis des APO-SUMMICRON-M ASPH. 1:2/90 mm wird zur Versuchung; wenn man sich an einer atemberaubenden Leistung bei voller Öffnung erfreuen will, öffnet einem dieses Objektiv neue Horizonte.

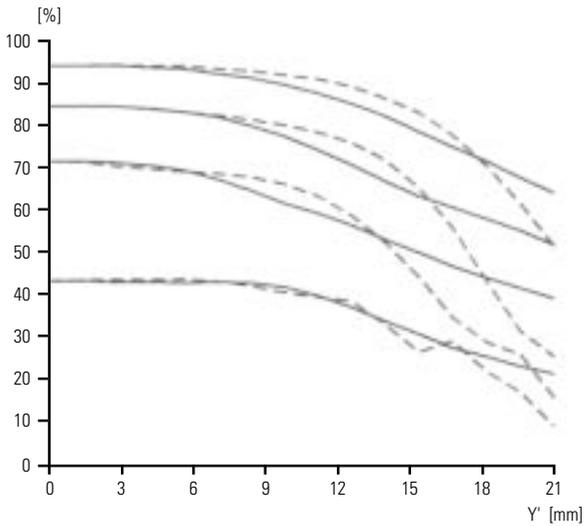
Tele-Elmarit M 1:2.8/90

Kurzkomentar

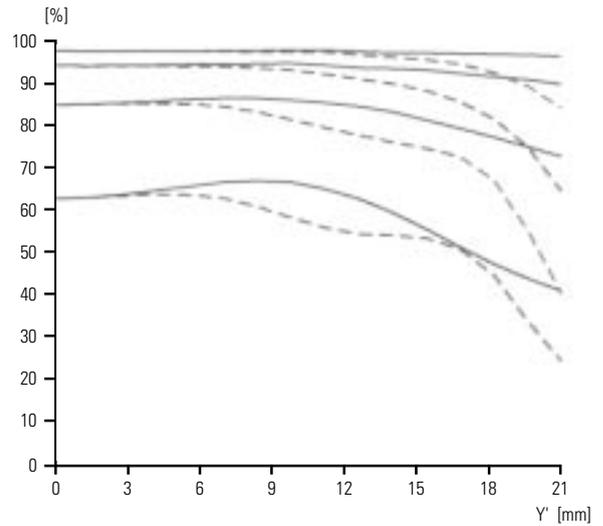


Dieses sehr kompakte und leichtgewichtige Objektiv ergibt eine exzellente Gesamtabbildungsqualität. Weit geöffnet ist der Kontrast mittel und die Zeichnung sehr kleiner Bilddetails ist etwas weich. Wenn man um zwei Stufen abblendet, erreicht die Bildqualität über das gesamte Bildfeld einen sehr hohen Wert.

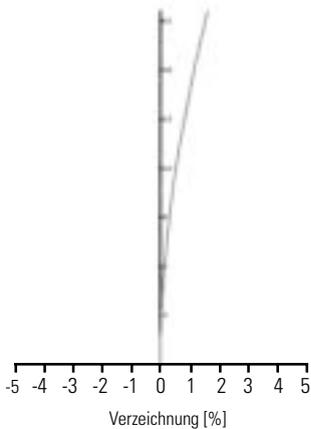
Volle Blende [2,8]



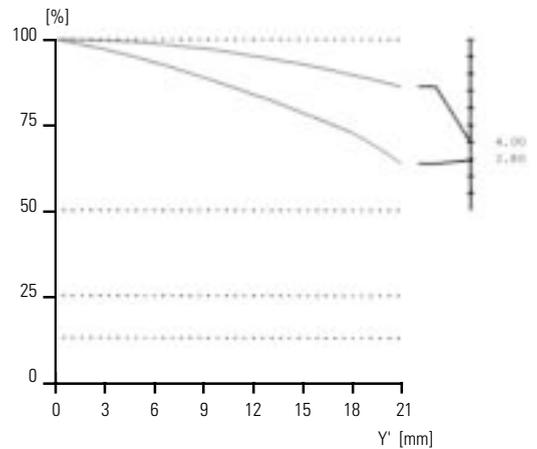
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

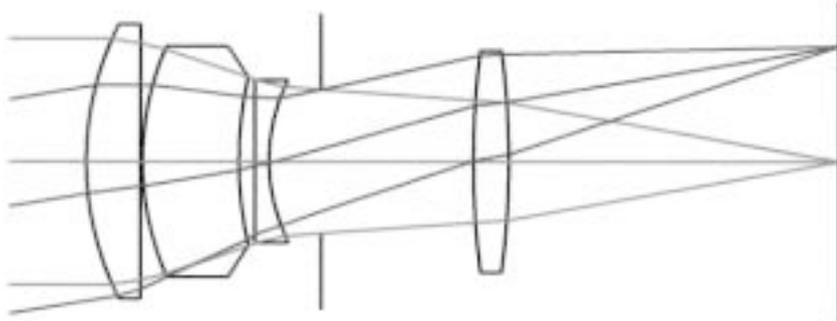


Vignettierung



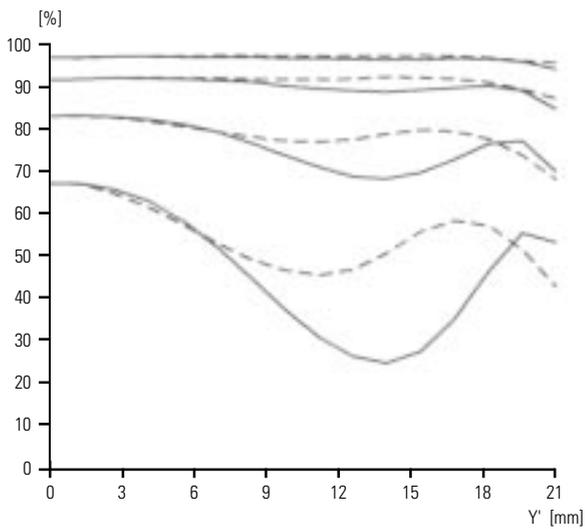
Elmarit M 1:2.8/90

Kurzkommentar

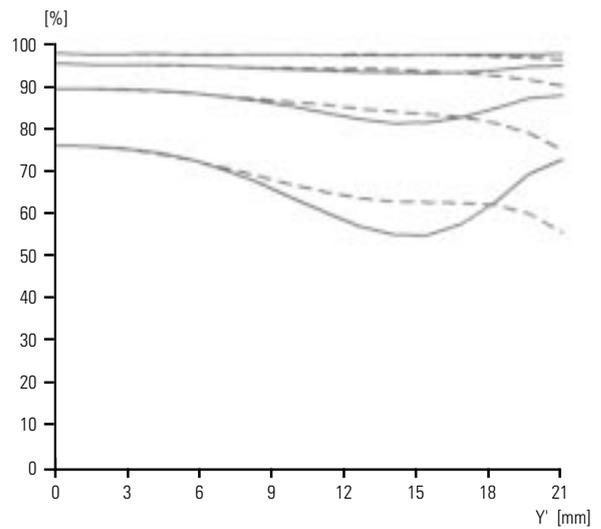


Ehe das neue APO-SUMMICRON ASPH. 1:2/90 mm erschien, war dies das beste je für die Leica M konstruierte Teleobjektiv. Bei voller Öffnung werden extrem fein strukturierte Objekte und Bild-details wirklichkeitsgetreu und mit exzellenter Sauberkeit abgebildet. Abblenden verbessert diese wunderbare Leistung noch ein wenig weiter.

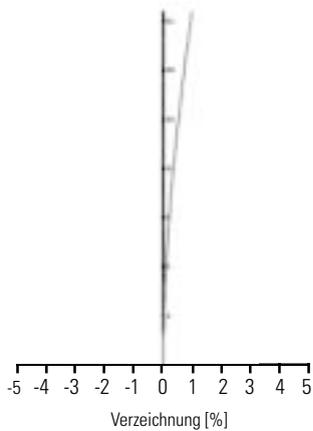
Volle Blende [2,8]



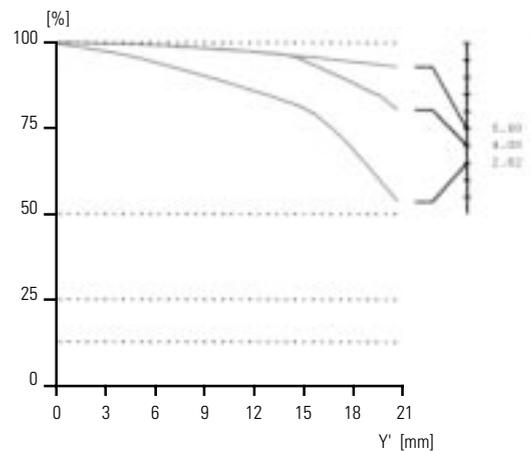
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

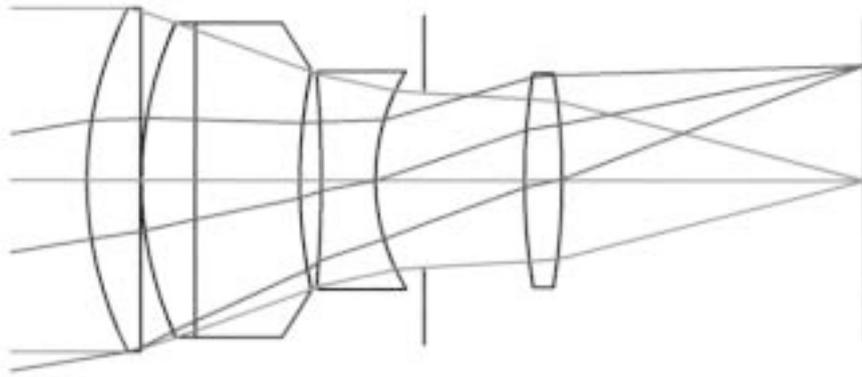


Vignettierung



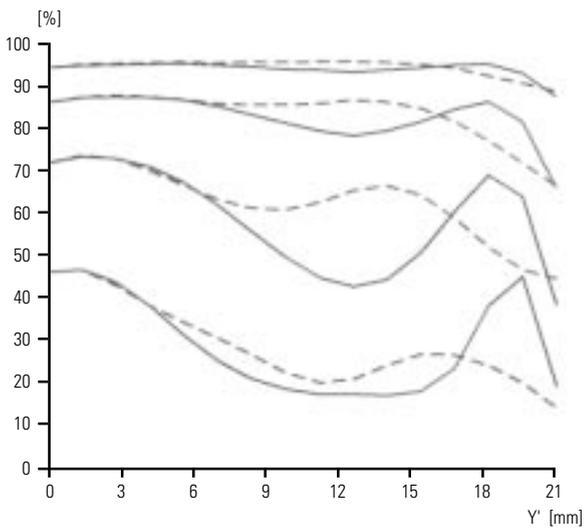
Summicron M 1:2.0/90

Kurzkomentar

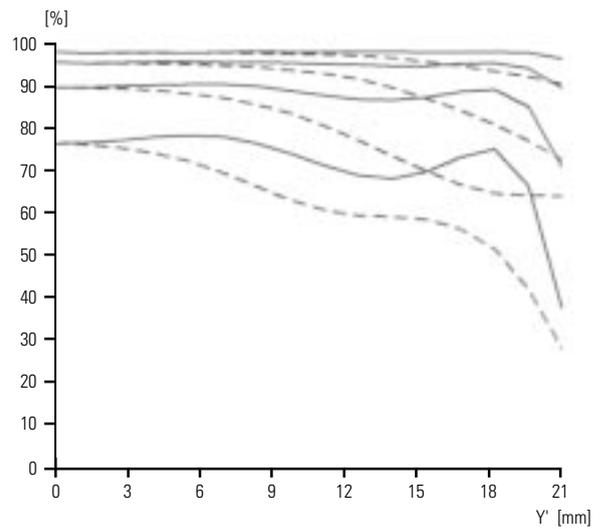


Auf 1:4 abgebildet ergibt dieses klassische Objektiv eine erstklassige Leistung. Die Leistung bei voller Öffnung wird durch mittleren Kontrast, etwas weiche Konturen feiner Details und eine Spur verschleiender Überblendung charakterisiert, was andeutet, dass dieses Objektiv etwas überfordert ist.

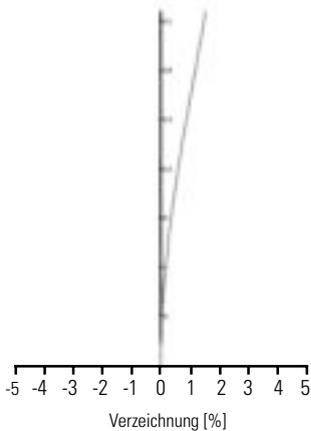
Volle Blende [2,0]



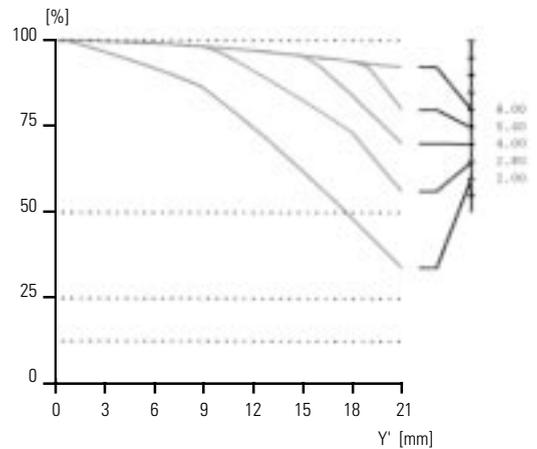
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

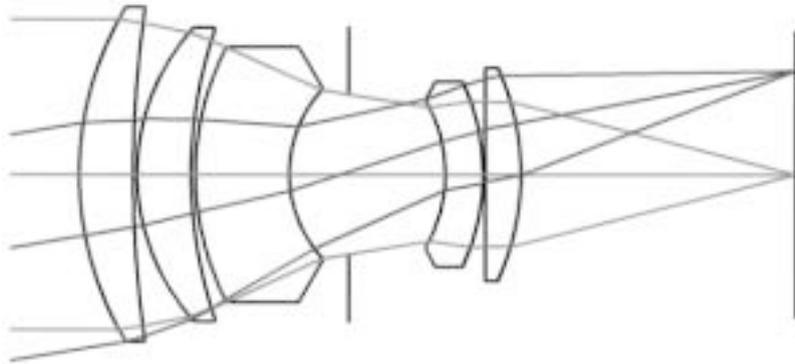


Vignettierung



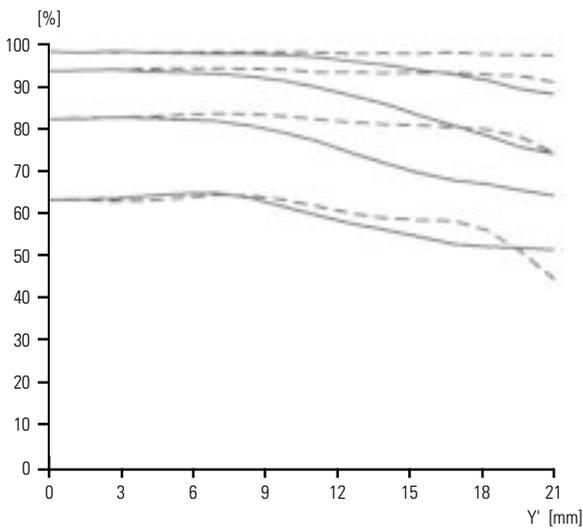
APO Summicron M 1:2.0/90 ASPH

Kurzkommentar

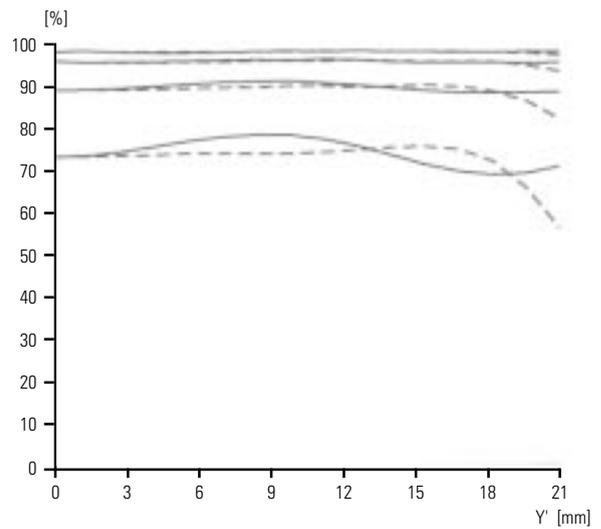


Ein meisterhaftes Objektiv, das einen neuen Standard für exzellente Leistung setzt; es zeigt, in welcher Richtung die Leica Konstrukteure denken. Bei voller Öffnung werden extrem kleine Details sehr sauber über das gesamte Bildfeld aufgezeichnet. Überstrahlung kann man kaum entdecken, ebenso wenig Vignettierung. Ein Objektiv höchsten Ranges.

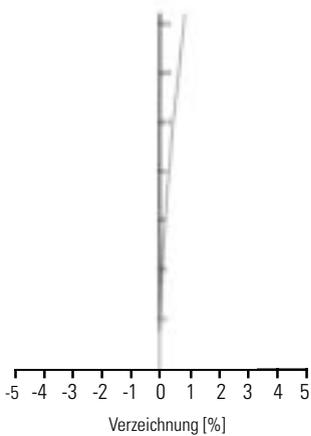
Volle Blende [2,0]



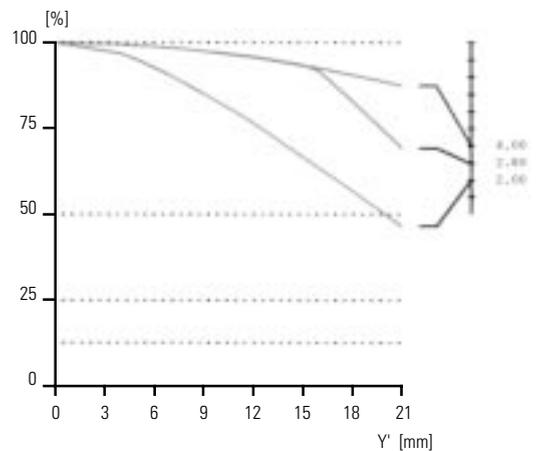
Optimale Blende [4,0]



Verzeichnung



Vignettierung



135 mm Objektive

Barnack hatte die Vision und die Schöpferkraft eines Entwicklers, um seine Leica mit einem gekuppelten Entfernungsmesser für Objektive verschiedener Brennweiten zu konstruieren. Die 135 mm - Brennweite bildet die mechanische Grenze für den M-Entfernungsmesser, nicht jedoch die Grenze seiner Genauigkeit. Der M-Entfernungsmesser basiert auf dem Schärfenprinzip des Nonius. Dies und die große Basis sichern die geforderte Genauigkeit bei allen Entfernungen und innerhalb sehr enger Toleranzen. Um die mechanischen Grenzen zu erklären, muss man folgendes beachten: Die Bewegung der Abtastrolle des Entfernungsmessers beträgt ungefähr 2 mm, die gleich bleibt, welches Objektiv auch immer eingesetzt ist. Das 50 mm-Objektiv hat einen Hub von 2 mm, wenn man es von 1 m bis unendlich fokussiert. Das Verhältnis ist also 1:1. Das 135 mm - Objektiv hat ungefähr 18 mm Hub, wenn man es von 1,5 m bis unendlich fokussiert. Dies bedeutet eine Übersetzung von 9:1. Jeder kleine Fehler der mechanischen Kupplung wird deshalb neunfach vergrößert. Die Mechanik muss mit sehr großer Präzision gefertigt sein, um zu erreichen, dass jeder „Fehler“ innerhalb der Gesamt toleranz bleibt.

Der Rahmen des 135 mm-Objektives ist klein, aber gerade ausreichend zum Visieren. Eine genaue Komposition ist aber nicht erreichbar. Man sollte Zugen außerhalb des Objektes berücksichtigen. Mit dem ELMARIT-M 1:2,8 mit Brille wurde versucht, diese Begrenzung des Rahmens zu kompensieren, aber man fügte dem Gehäuse der Leica ein unhandliches Gerät hinzu.

Mit dem TELE-ELMAR-M von 1965 erreichte die Konstruktion das damals mögliche Optimum und regierte unangefochten mehr als 30 Jahre lang. Die optische Leistung des TELE-ELMAR-M blieb bei allen seinen verschiedenen Fassungen (es wurde dreimal umkon-

struiert) die gleiche, da die Rechnungen nicht geändert wurden.

Selbst heute noch ergibt es eine herausragende Bildqualität. Sein Bildfeld und sein Verhältnis zwischen Vordergrund und Hintergrund lassen sich sehr vorteilhaft in der Reportagefotografie sowie in künstlerischen Studien einset-

zen. Es ist eine sehr vielseitige Brennweite mit einer langen Tradition, was klassische Bilder angeht. Sehr schade ist, dass der Brennweite 135 mm nicht die Aufmerksamkeit geschenkt wird, die sie in der bildmäßigen Fotografie verdiente. Das neue APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm könnte dieses „Aschenputteldasein“ ändern.



TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm

Das TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm ist aus 5 Linsen in 3 Gliedern aufgebaut. Im Vergleich dazu hat das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm 5 Linsen, jedoch in 4 Gliedern. Das TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm wurde seit 1965 optisch nicht verändert, erhielt jedoch mehrere Schönheitsverbesserungen. Die optische Leistung ist selbst angesichts heutiger Standards außergewöhnlich.

Bei voller Öffnung ergibt es über das ganze Bildfeld von der Mitte bis in die

letzten Ecken ein Bild mit hohem Kontrast. Extrem feine Details werden im größten Teil des Bildfeldes gestochen scharf wiedergegeben und weichen in den äußeren Zonen etwas auf. Die Objektumrisslinien sind scharf gezeichnet und verleihen dem Bild einen Eindruck großer Schärfe. Auf 1:5,6 abgeblendet, verbessert sich der Kontrast etwas, die äußeren Zonen bleiben aber zurück. Über 1:8 hinaus verringert sich der Kontrast sehr feiner Details geringfügig. Weiteres Abblenden zeichnet die Kanten der feinen Details noch etwas weicher. Diese Leistung gilt von etwa 3 m bis unendlich.

Für Nahaufnahmen aus der kürzesten einstellbaren Entfernung (1,5 m) sollte man das Objektiv abblenden, um die optimale Leistung zu erhalten. Die Zentrierung ist perfekt bei der älteren Version, die ich getestet habe; etwas Bildfeldwölbung und eine Spur Astigmatismus kann man auf der optischen Bank aufspüren. Das Objektiv ist bei 1:5,6 am besten; bei weiterem Abblenden werden der Gesamtkontrast und der Kantenkontrast sehr feiner Details geringfügig herabgesetzt.

Insgesamt steht seine Leistung auf sehr hohem Niveau. Das Objektiv ist auch frei von Überstrahlung. Will man es an der Grenze seiner Leistungsfähigkeit einsetzen, sollte man ein Stativ verwenden, um seiner Bildqualität wirklich gerecht zu werden.

ELMARIT-M 1:2,8/135 mm

Dieses Objektiv wurde 1963 eingeführt. Es wiegt mehr als 700 g und ist ein wenig klobig. Seine ihm zugeordnete Aufgabe ist der Fotojournalismus bei geringem Licht. Es ist jedoch auf einem viel breiteren Feld nützlich, weil man es in allen Aufnahmesituationen verwenden kann, die ein akkurates Einrahmen erfordern.

Bei voller Öffnung erzeugt das Objektiv ein Bild niedrigen bis mittleren Kontrasts. Umrisslinien der Objekte werden mit leicht weichen Kanten gezeichnet, wobei die sehr feinen Details im ganzen Bildfeld zu sehen sind. Seine Leistung bei voller Öffnung lässt vermuten, dass es optisch ein wenig herausgefordert wurde. Bei Abblendung auf 1:4 verbessert sich die Bildqualität schlagartig und erreicht das Leistungsniveau des TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm. Bei 1:5,6 und kleineren Öffnungen nähert sich das ELMARIT-M 1:2,8/135 mm der Bildqualität des TELE-ELMAR-M 1:4/135, ohne jedoch dieses Niveau zu erreichen.



APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm

Objektive mit längerer Brennweite als 50 mm vergrößern Objektdetails, wenn man aus der gleichen Entfernung fotografiert. Aber die Vergrößerung des Objektes hat einen ärgerlichen Nachteil: Die Aberrationen werden ebenfalls ver-

größert. Speziell die lateralen und longitudinalen chromatischen Aberrationen werden die Bildqualität verschlechtern, weil sie feine Details und Umrisslinien mit Farbsäumen aufzeichnen. Der Konstrukteur wird sich für eine apochromatische Korrektur entscheiden, um das sekundäre Spektrum zu reduzieren. Aber Optik ist und bleibt Optik, und hinter dem sekundären Spektrum lauert das tertiäre Spektrum. Also hat man die perfekte Bilderzeugung noch immer nicht erreicht.

Das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm ist ein sehr feines Beispiel einer Konstruktion, welche die speziellen Forderungen der M-Serie (geringes Gewicht und kleines Volumen) mit dem anderen Wesensmerkmal der Leica M Objektive verbindet: untadelige optische Leistung. Mit nur fünf Gliedern (zur Gewichtersparnis) hat der Konstrukteur ein Meisterstück errechnet, wobei ihn die Ingenieure der Fertigung zur Seite standen.

Bei voller Öffnung ergibt das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm ein Bild mit hohem Kontrast, dessen außergewöhnlich feine Details sich von der Mitte bis zu den Ecken erstrecken. Auf 1:4 abgeblendet verbessert sich das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm sichtbar über das TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm hinaus in seiner Fähigkeit, feinstmögliche Details mit exzellentem Kontrast und Klarheit wiederzugeben. Bei Abblenden bleibt dieses Leistungsniveau bis 1:8 erhalten und bei weiterem Abblenden kann man nur einen sehr kleinen Verlust an Kantenkontrast entdecken.

Das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm hebt die Leistung der M-Objektive auf eine neue Ebene. Es repräsentiert die aktuelle Denkweise über die optische Leistung, wie sie von Leica verwirklicht wird. Bei größeren Öffnungen und kürzerer Entfernung setzt die Zone der Unschärfe abrupt ein und die Formen der Objekte verlieren schnell ihre Details. Dieses Verhalten entspricht vorzüglich meinen Ansichten, aber manche Liebhaber mögen darüber weniger glücklich sein.

Das entscheidende Merkmal des APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm ist die überragende Klarheit ausnehmend feiner Details, die seinen Bildern eine neue Wirkung geben. Während das TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm für manche Zwecke die adäquate Leistung bringt,

bietet das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm eine Leuchtkraft feiner Farbabtönungen und eine beinahe lebensgetreue Wiedergabe kleiner Objektdetails. Im direkten Vergleich erscheint die Wiedergabe der gleichen Details durch das TELE-ELMAR-M 1:4/135 mm gleichförmig oder, wenn man die Ecken betrachtet, weich bis ausgeblendet. Wenn man noch kleinere Details wiedergibt, erzeugt das TELE-ELMAR-M 1:4/135 „Rauschen“, während das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm diese Details beherrschend aufzeichnet.

Das Niveau der optischen Leistung wird von den Fertigungstoleranzen sehr empfindlich beeinflusst. Computerdigramme zeigen, wie die Leistung sinkt, wenn der Fokus aus seiner optimalen Position verschoben wird. Die hingebungsvolle, manche würden sagen, exzessive Beachtung der Fertigungstoleranzen, ist hier wirklich angebracht.

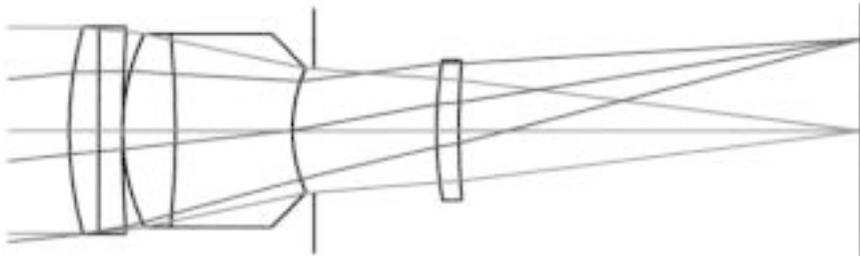
Schlussfolgerung

Wir können feststellen, dass die Leica M Benutzer auf dem Gebiet der mittleren Teleobjektive jetzt sehr gut bedient sind und dass sie Bilder erzeugen können, die den Neid der Benutzer des Leica R-Systems auf sich zu ziehen vermögen, da sie den Vorsprung auf diesem Gebiet hatten.

Das APO-TELYT-M 1:3,4/135 mm ist wirklich ein sehr gutes Objektiv. Seine optimale Leistung verlangt nach Benutzern, die willens und in der Lage sind, ihre Technik bis zum Äußersten auszunutzen.

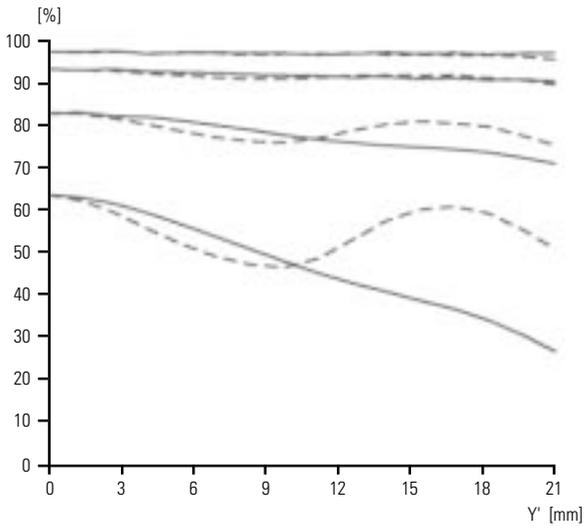
Elmar M 1:4.0/135

Kurzkomentar

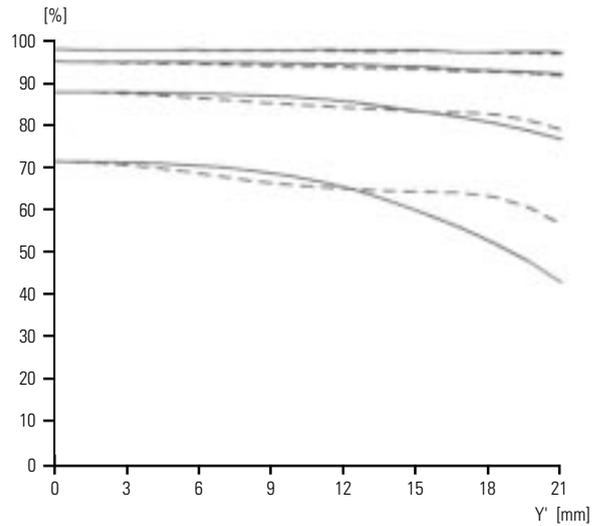


Diese Konstruktion aus dem Jahr 1965 schlägt noch immer viele aktuelle Objektiv. Es ergibt herausragende Leistung bei allen Öffnungen, bei 1:5,6 kann man es als superb bezeichnen. Diese Brennweite ist für die nachdenkliche Art und Weise des Fotografierens sehr hilfreich.

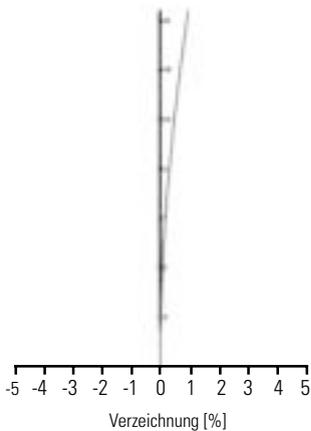
Volle Blende [4,0]



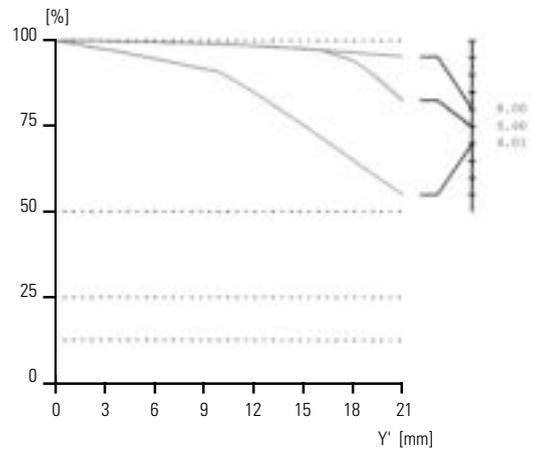
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

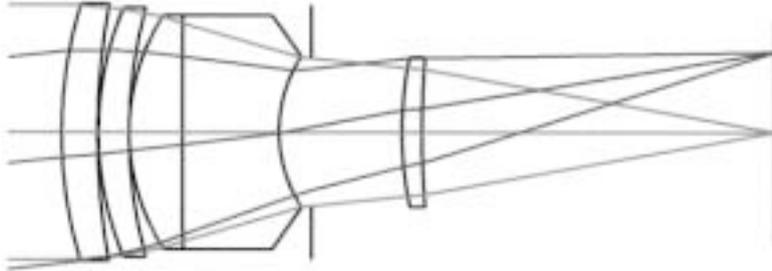


Vignettierung



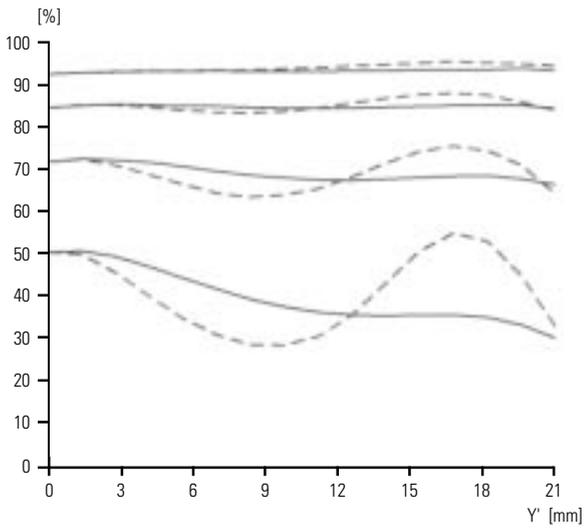
Elmarit M 1:2.8/135

Kurzkomentar

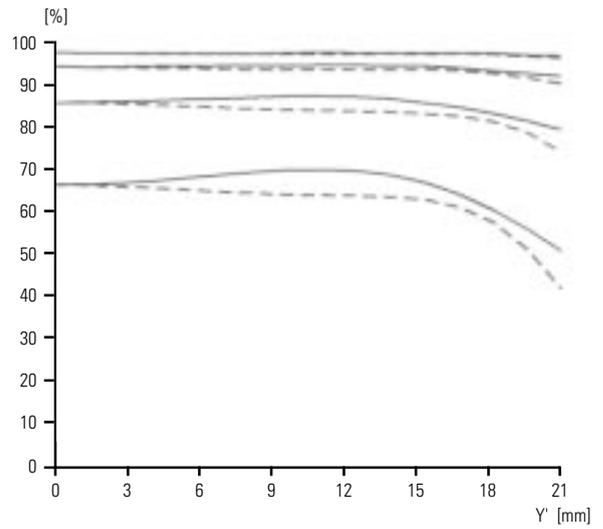


Voll geöffnet zeigt diese Konstruktion einen mittleren Gesamtkontrast mit etwas weicheren Details. Auf 1:5,6 abgeblendet ergibt es eine sehr gute Bildqualität. Die Sucherbrille dient zum Bestimmen des Ausschnitts.

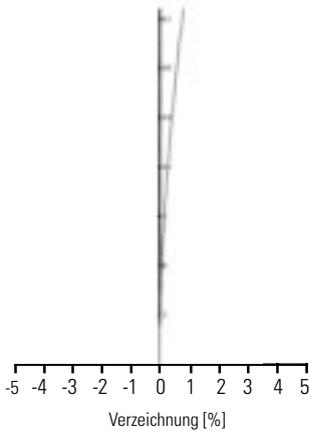
Volle Blende [2,8]



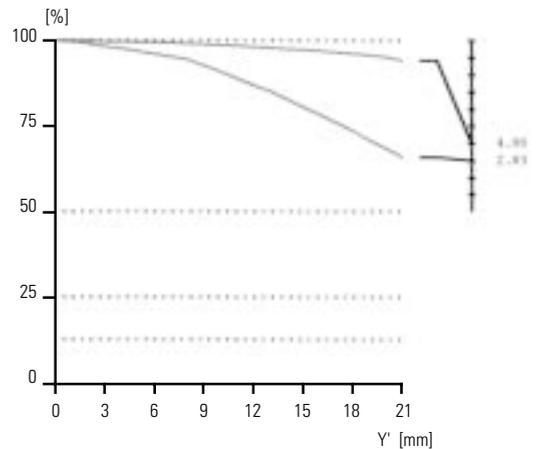
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung

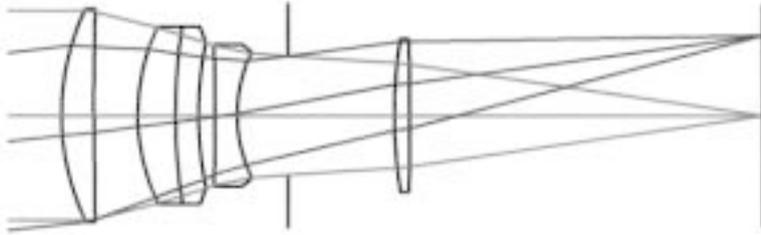


Vignettierung



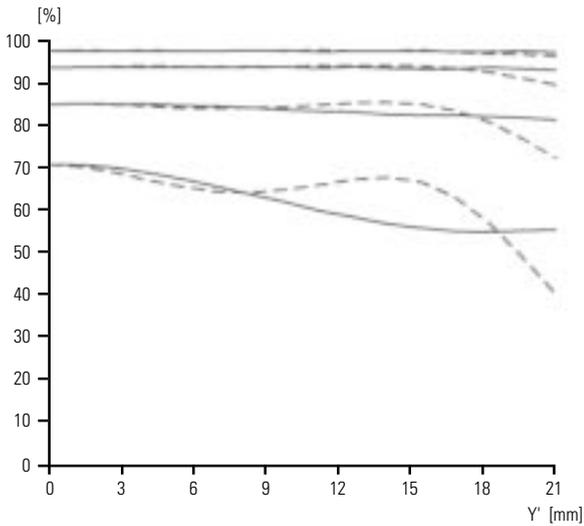
Apo Telyt M 1:3.4/135

Kurzkommentar

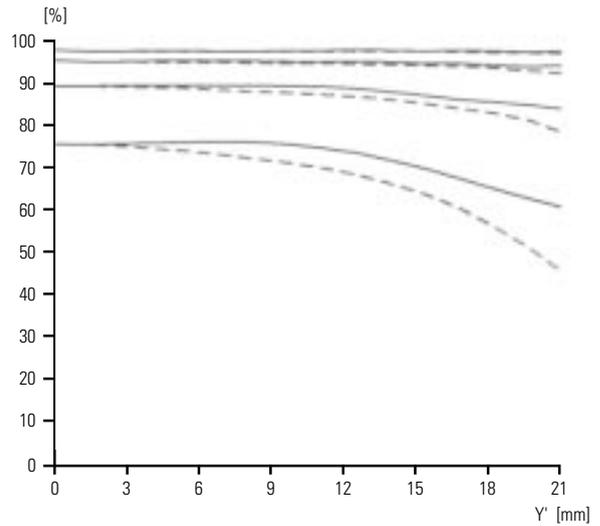


Hoher Gesamtkontrast, herausragende Klarheit kleiner Bilddetails, sehr saubere Farben und Objektkonturen mit hohem Kantenkontrast sind die Merkmale der apochromatischen Konstruktion, wie sie von Leica gepflegt wird. Voll geöffnet erweitert dieses Objektiv die Möglichkeiten des Leica M Gehäuses zu einer Bildqualität, die nicht ihresgleichen hat.

Volle Blende [3,4]



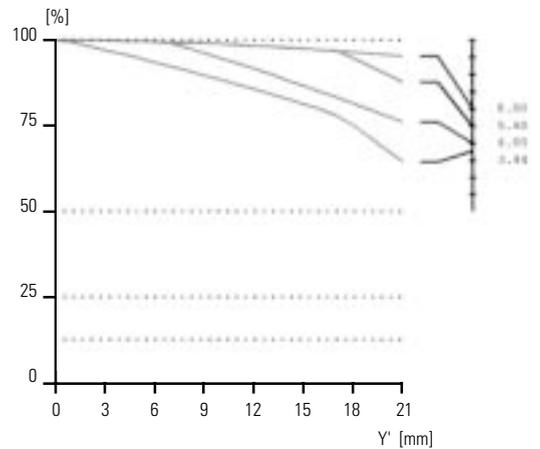
Optimale Blende [5,6]



Verzeichnung



Vignettierung





Professor Dr. Max Berek

Wenn man über die Anfänge der Leica schreibt, sollten die Verdienste von Oskar Barnack, der die Ur-Leica konstruierte, und von Ernst Leitz, der den Beginn ihrer kommerziellen Produktion 1924 entschied, gewürdigt werden. Ernst Leitz hatte diese Entscheidung alleine getroffen, da alle seine Berater gegen die Produktion gestimmt hatten. Dies bedeutete in der Tat ein großes Risiko, da die Mikroskopfirma noch keine Erfahrung mit fotografischen Kameras hatte. Wollen wir nach dem Erfolg die Leica forschen, müssen wir die Leica Objektive untersuchen. Das erste Objektiv für die auf dem Markt kommende Version der Leica war von Prof. Max Berek konstruiert worden. Er ist deshalb in gewissem Sinn für den weltweiten Erfolg der Leica verantwortlich.

Max Berek wurde am 16. August 1886 in der Kleinstadt Ratibor als Sohn eines Fabrikarbeiters geboren. Wie viele seiner Zeitgenossen zu Ende des 19. Jahrhunderts, als Deutschland eine kulturelle und wissenschaftliche Explosion erlebte, besuchte er eine Universität, um seine Kenntnisse auszuweiten. Er begann seine Studien in Mathematik und Mineralogie 1907 in Berlin und beendete sie dort mit einer berühmten Forschungsarbeit über Kristallografie.

1912 lud ihn Ernst Leitz ein, der erste wissenschaftliche Mitarbeiter zu werden, den Leitz beschäftigte. Wir sollten die untrügliche Fähigkeit von Ernst Leitz bewundern, Spitzentalente für seine Firma auszuwählen. Berek ist bis zu seinem Tod am 15. Oktober 1949 bei Leitz geblieben. Berek's Forschungsgebiet betraf die Mikroskopie, besonders die Polarisations-Mikroskopie. Auf diesem Gebiet erreichte er Weltruhm und seine Erfindungen, der Berek-Kompensator und die Formel zur Berechnung der Tiefenschärfe bei der Mikroskopie, werden noch heute benutzt. Er schrieb mehrere Bücher über die Grundlagen der mikrosko-

pischen Technik. Dieser Hintergrund war außergewöhnlich hilfreich, als Ernst Leitz ihn bat, ein fotografisches Objektiv für „Barnacks Kamera“ zu konstruieren. Das Objektiv war ein Triplet 1:3,5/50 mm, dessen drei Hinterlinsen zu einem Glied verkitet waren. Anfangs mit „Leitz Anastigmat“ graviert, wurde es später auf „Elmax“ umbenannt. Der Name „Elmax“ ist vermutlich von ErnstLeitzMaxBerek abgeleitet. Fünf Glieder trugen dazu bei, diesem Objektiv eine herausragende Leistung mitzugeben, und heute durchgeführte MTF-Messungen würden ihm sehr hohe Werte zuschreiben.

In einem Interview bemerkte Berek 1940, dass die Wahl der Öffnung 1:3,5 durchaus überlegt war. Es wäre leicht gewesen, bemerkte er, vom Gesichtspunkt des Konstrukteurs aus eine größere Öffnung vorzusehen. Die Leica Kamera war aber neu auf dem Markt und sollte dort Erfolg haben. Deshalb war die Qualität des „Leicabildes“ von größtmöglicher Bedeutung. Die Öffnung 1:3,5 ergab eine exzellente optische Leistung und, wichtiger noch, eine größere Schärfentiefe. Selbst wenn der Leica Benutzer sich bei der Entfernungseinstellung etwas verschätzte, konnte er doch sicher sein, hochwertige Aufnahmen zu erhalten. Berek nahm zu Recht an, dass der Benutzer dieses neuen Instrumentes mit weiten Öffnungen und dem Fokussieren erst Erfahrung sammeln müsse. Er sollte von den Ergebnissen nicht enttäuscht werden, nicht einmal beim Experimentieren und Lernen.

Die optische Korrektur des ELMAX nahm ihren Ausgangspunkt bei den älteren Anastigmat-Generationen. Diese waren für das grün bis purpurne Spektrum korrigiert, weil die Emulsionen jener Zeit nur für diesen Teil des Spektrums sensibilisiert waren. Wiederum nahm Berek an, dass der Benutzer ein Objektiv benötigt, welches für das gesamte Spektrum korrigiert war, und deswegen errechnete er ein Objektiv, das für den roten Teil des Spektrums ebenfalls korrigiert war. Er bemerkte, dass jedes Objektiv, das für einen panchromatischen Film korrigiert sei, auch für den Farbfilm korrigiert sei. Aber für einen panchromatischen Film muss das Objektiv für jede Wellenlänge des sichtbaren Spektrums korrigiert sein, weil jede Wellenlänge eine unscharfe Wirkung haben kann. Beim Farbfilm wird die Empfindlichkeit des menschlichen Auges in die Gleichung eingeführt, weswegen das Objektiv hauptsächlich für den gelben (den mittleren Teil) des Spektrums korrigiert sein sollte.

Diese Überlegungen verraten einen Geist, der für die Bedürfnisse und Wünsche der Leica Benutzer sehr empfänglich war und der das Innerste Wesen der Leica Kamera und der Leica Philosophie verstand.

Berek entwickelte 23 Objektive für die Leica: das letzte war das SUMMAREX 1:1,5/85 mm im Jahr 1940. Es wurde ihm bei der Pariser Weltausstellung 1937 ein persönlicher Preis für seine Errungenschaften verliehen. Bis heute hat Leica etwa 65 verschiedene Objektive für das Entfernungsmessersystem hergestellt. Berek allein ist für mehr als 35 % der Leica Objektive für die Meßsucherkamera verantwortlich, und seine Konstruktionsüberlegungen kann man noch immer in den heutigen Entwicklungen bemerken. 1940 sagte Berek in einem Interview, dass ein Bild hoher Qualität weniger eine Frage der optischen Leistung als der technischen Kennerenschaft des Benutzers ist. Diese Auffassung ist auch heute noch gültig.

Seine Ansichten über die Konstruktion von Objektiven wurden in einem Buch mit dem Titel „Grundlagen der praktischen Optik“ (Untertitel: Analyse und Synthese optischer Systeme) veröffentlicht. Es erschien 1936 und erlebte viele Nachdrucke bis 1986, als die letzte Ausgabe gedruckt wurde. Das Buch ist wegen seines Denkansatzes und seines Inhalts noch immer sehr interessant. Das Handbuch M. von Rohr, „Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkt der geometrischen Optik“, 1920 veröffentlicht, war das wesentliche Nachschlagewerk in der optischen Welt. Berek verbesserte mit seinem Werk die Theorie der geometrischen Optik. Er und Merté (von Zeiss) waren in einem kleinen wissenschaftlichen Disput über die Prinzipien der geometrischen Optik verwickelt. Diese wissenschaftliche Debatte fand ihre Entsprechung in den Zeiss- und Leitz-Objektiven für die gekuppelten Entfernungsmessersysteme der dreißiger Jahre, der Contax und der Leica II.

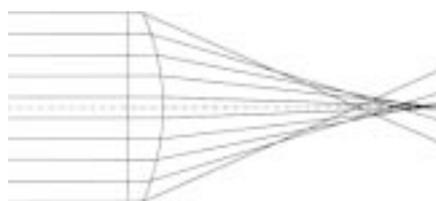
Berek liebte es, nachts zu arbeiten, wenn alles ruhig war. Er pflegte sich mit einer Teekanne und seinem Rechenschieber in sein Zimmer zurückzuziehen, Zigarren zu rauchen und die schwierigen Strahlen zu verfolgen, um die nötigen Korrekturen zu errechnen. Er spielte sehr gut Flöte und wirkte in vielen Kammermusikaufführungen mit. Wenn man die enge Verwandtschaft von optischen Wellen und Schallwellen bedenkt, verwundern seine Errungenschaften auf beiden Gebieten nicht.

Glossar der Bildfehler

Die sphärische Linse ist der Grundbaustein optischer Systeme. Die zwei wichtigsten Eigenschaften sind **Brechungsindex** (Brechzahl) und **Krümmungsradius** der beiden Flächen. Es ist bekannt, dass Lichtstrahlen abgelenkt werden, wenn sie von einem Medium (Luft) in ein anderes Medium (Glas) übergehen. Wie groß diese Ablenkung ist, wird mit einer Zahl angegeben: der **Brechzahl**. Da die Brechzahl auch von der Wellenlänge λ abhängt, kann man ein Glas mit einer Zahlenreihe definieren. Diese Abhängigkeit nennt man **Dispersion**. Das sichtbare Licht hat einen Spektralbereich von 400 nm bis 780 nm (nm = Nanometer). Die Brechzahl hat bei 400 nm (Beispiel Schottglas: BK7: 1,53026) einen höheren Wert als bei 700 nm (1,512894). Diese Brechzahländerung ist für jede Glasart unterschiedlich und ihr Wert kann mehr als 4% betragen. Eine normierte Angabe dieses Wertes der Dispersion liefert die **Abbesche Zahl**. Eine große (kleine) Abbesche Zahl bedeutet dann geringe (große) Dispersion. Glas mit einer Abbeschen Zahl über 50 bezeichnet man als Flintglas und unter 50 als Kronglas, aber es gibt auch Ausnahmen. Die Glashersteller teilen ihre Glaskataloge in drei Gruppen ein: Vorzugsglas (auf Lager), Standardglas (wird in regelmäßigen Zeitintervallen geschmolzen) und Anfrageglas (wird auf Anforderung geschmolzen, wenn es eine hinreichende Menge gibt).

Wenn eine punktförmige Lichtquelle (Gegenstand) von einer sphärischen Linse auf der Einstellebene (Filmebene) abgebildet wird, erwartet man wieder eine punktförmige Abbildung. Das Brechungsgesetz sagt, daß ein Lichtstrahl, der unter einem bestimmten Winkel auf das Glas fällt, in einem bestimmten Verhältnis zu diesem Winkel abgelenkt wird. Ändert sich der Winkel, dann ist auch die Ablenkung verschieden. Eine gebogene Linse bedeutet aber, dass der Einfallswinkel für parallel auffallende Strahlen zum Rand größer wird und somit die Strahlen zum Rand stärker gebrochen werden.

Aus der Abbildung erkennt man, dass die Schnittpunkte der Strahlen nicht in einem Bildpunkt liegen, sondern auf der Achse verteilt sind. Dieser Fehler ist der grundlegende **sphärische Fehler**, auch

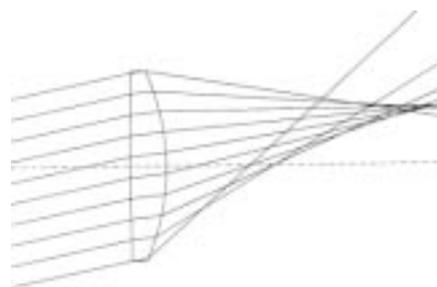


Öffnungsfehler oder sphärische Aberration genannt. Es ist ein monochromatischer Fehler, was in diesem Fall bedeutet, dass für jede einzelne Wellenlänge die achsfernen Strahlen einen Punkt bilden, der vor dem Punkt liegt, welcher von den achsnahen Strahlen erzeugt wird. Statt eines Bildpunktes wird ein Zerstreungskreis gebildet. Die Strahlen, die in der Nähe der Achse verlaufen, werden in einer Lage fokussiert, die man die Gaußsche Bildebene nennt. Das Punktbild hat hier einen kleinen hellen Kern mit einem großem Schleier.

Blendet man ab, so werden die achsfernen Strahlenbündel weggeschnitten und die Lage des Bildpunktes ändert sich, aber auch die Form des Punktbildes. Der Kern wird größer und der Schleier wird kleiner. Diese Veränderung der Lage wird als **Blendendifferenz** bezeichnet. Da man immer bei offener Blende einstellt, ist es logisch, dass man eine Einstellebene wählt, bei der der Kontrast bei voller Öffnung am Besten ist. Einen hohen Kontrast erhält man, wenn der Schleier klein ist, auch wenn dann der leuchtende Punkt vielleicht etwas größer ist als bei der Gaußschen Bildebene (GBE). In der Praxis geht es hier um Änderungen, die sehr klein sind und diese Größenordnung zeigt auch die Dimensionen der Welt des optischen Rechners. Wenn wir einen Bildkern auf der GBE mit 0.02 mm Durchmesser und mit einem Schleier von 0.08 mm Durchmesser annehmen, ist der Kern auf der besten Einstellebene etwas größer, nämlich 0.025 mm, aber der Schleier ist jetzt auf

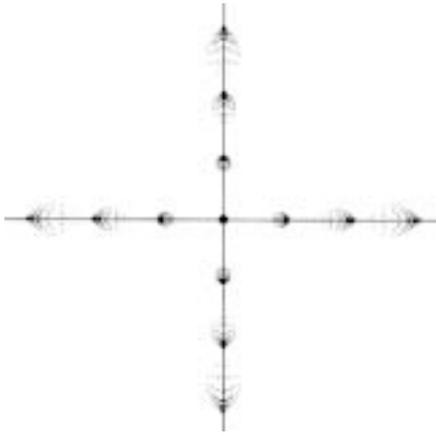
0.04 mm reduziert. Es ist klar, dass dieser Bildpunkt weniger Überstrahlung hat und kontrastreicher wirkt. Die theoretische Auflösung hat sich um einen Bruchteil verringert, weil der Bildkern etwas größer ist. In der Praxis wird man diese Auflösung sowieso nicht erreichen, weil der Schleier den Kontrast herabgesetzt hat und das ganze Bild flau wirkt. Dieses Beispiel zeigt, wie genau der Optikdesigner zu arbeiten hat, um ein optisches System zu optimieren und auch welche geringe Toleranzen man bei der Fertigung hat.

Der Öffnungsfehler wirkt sich bei der Abbildung der Punkte aus, die auf oder in der Nähe der optischen Achse liegen (alle Lichtstrahlen sind parallel zur optischen Achse). Rückt der abzubildende Objektpunkt weg von dieser Achse, wird das Strahlenbündel schief und asymmetrisch.

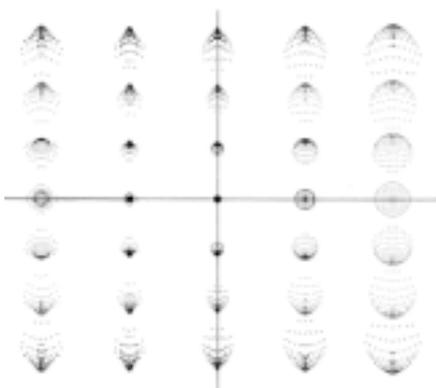


Der zweite (monochromatische) Bildfehler wird dann auch **Asymmetriefehler** oder **Koma** genannt. Auch dieser Fehler wird durch die unterschiedliche Brechung der Lichtstrahlen verursacht, bedingt durch die verschiedenen Einfallswinkel der Strahlen an der gekrümmten Glasfläche. Aus der Abbildung sieht man, dass die von unten kommenden Strahlen stärker abgelenkt werden als die oberen Strahlen. Bei dem Öffnungsfehler hat man es mit einem kleinen leuchtenden Kern zu tun, der von Schleierzonen umrandet ist, welche alle einen gemeinsamen Mittelpunkt haben (die Achse). Bei Koma sieht man die gleichen Strukturen (Kern und Schleierzone), aber jetzt wird wegen der Asymmetrie jeder Ring auf der Bildebene eine andere

Lage und eine andere Form haben. Der Bildpunkt wird einseitig auseinander gezogen und nimmt die Form eines Punktes mit leuchtendem Kern und dreieckig geformten Schleierzonen an, wodurch ein kometenartiges Bild entsteht.



Man kann sich ein Strahlenbündel wie einen Kegel vorstellen, bei dem der spitze Punkt genau auf die Bildebene trifft. An dieser Stelle haben wir einen Punkt, wenn auch von Schleierzonen umgeben. Wenn dieser Kegel, wie bei Koma gezeigt, schief eintritt und auf die Bildebene gelangt, wird dort kein Punkt mehr zu sehen sein, sondern der Kegel wird wie ein dreidimensionales Büschel an zwei Stellen durchschnitten. Der Objektpunkt (Spitze des Kegels) wird in



zwei zueinander senkrechten Bildstreifen abgebildet. Statt eines Punktes sieht man zwei Linien, weil in der senkrechten Ebene eine andere Brechung erfolgt als in der horizontalen Ebene. Dieser Fehler wird als Punktlosigkeit oder **Astigmatismus bezeichnet**. Weil man eigentlich den Punkt in zwei ver-

schiedenen „Ebenen“ findet, spricht man auch von **Zweischalenfehler**, wobei die eine Schale vor der anderen liegt. Zwischen beiden befindet sich eine Lage, in welcher der Punkt am wenigsten unscharf ist.

Astigmatismus ist schwierig vorzustellen, wenn man nicht gleichzeitig einen vierten Bildfehler berücksichtigt. Wegen der sphärischen Gestalt der Linsenoberfläche wird der Gegenstand auch auf einer gewölbten Fläche abgebildet. Die Filmebene ist plan und deshalb entstehen Unschärfen. Dieser (monochromatische) Bildfehler wird als **Bildfeldwölbung** benannt. Liegt dieser Fehler vor, dann nimmt die Schärfe zum Bildrand immer mehr ab. Die Abbildung ist schalenförmig wegen der Kugelgestalt der Linse. Das ist auch beim Astigmatismus der Fall. Hätte man beide Bildfehler gleichzeitig, hätte man die von einander getrennten Bildschalen. Hat man also den Astigmatismus beseitigt, bleibt noch immer die Wölbung übrig. Diese drei Schalen sind meistens in die gleiche Richtung (nach vorne) gebogen. Der Unterschied in der Lage zwischen diesen drei Schalen liegt in einer Größenordnung von 2% der Brennweite. Der Optikdesigner kann den Astigmatismus beseitigen, aber auch in die andere Richtung überkorrigieren und dann damit die Bildfeldwölbung kompensieren. Damit wird ein Rest von weniger als 0.4% der Brennweite übrigbleiben. (als Zahlenbeispiel).

Alle diese Bildfehler sind Schärfefehler und damit wird die Schärfe der Abbildung herabgesetzt. Aber es gibt auch einen Fehler, der nur die Form des Bildes ändert, auch wenn der Punkt absolut scharf wäre. Dieser fünfte (monochromatische Bildfehler) ist die **Verzeichnung**. Ein optisches System bildet ein Objekt immer in einer bestimmten Größe ab. Ein 50-mm-Objektiv, auf 10 Meter fokussiert, verkleinert jedes Objekt 200-fach. Aber man wird erwarten, dass das verkleinerte Bild geometrisch korrekt ist und der Verkleinerungsmaßstab überall im Bild konstant ist. Das wird auch als Maßstabstreue bezeichnet. Leider ist das bei den meisten Objektiven nicht der Fall und dieser Maßstab ändert sich über das Bildfeld. Wenn mit zunehmendem Ab-

stand von der optischen Achse (Richtung Bildrand) der Maßstab zunimmt, hat man kissenförmiger Verzeichnung. Nimmt der Maßstab zum Bildrand ab, spricht man von tonnenförmiger Verzeichnung.

Diese fünf Bildfehler (Öffnungsfehler, Koma, Astigmatismus, Bildfeldwölbung und Verzeichnung) werden monochromatisch genannt, weil sie bei einer einzigen Wellenlänge auftreten. Die Lichtbrechung (Farbzerstreuung) für blaues Licht ist anders als für rotes Licht. Deshalb werden die Farben unterschiedlich gebrochen, Blau z.B. wird stärker abgelenkt als Rot und man erhält verschiedene Brennpunkte. Würde man die Bildebene in die Mitte zwischen beide Extremen legen, dann sähe man einen grünen (oder gelben) Kern mit einem purpurfarbigem Saum (Rot plus Blau). Wenn man die Einstellebene verschiebt, wird sich die Farbe des Kerns von Blau zu Rot ändern. Diesen Fehler nennt man den Farblängsfehler und genau wie beim Öffnungsfehler wirkt das Bild flau, weil Kontrastverlust auftritt. In diesem Fall wird die Lage der Bilder für die Wellenlängen unterschiedlich sein. Die Dispersion des Glasmaterials bewirkt auch eine Änderung der Größe des Farbbildes bei den verschiedenen Wellenlängen. Da kurzwelliges Licht (blau) stärker gebrochen wird, werden die blauen Lichtstrahlen einen kürzeren Brennpunkt haben. Das ist identisch mit einem kurzbrennweitigen Objektiv, die Gegenstandspunkte werden dann auch kleiner abgebildet. Die Brennweite ist verknüpft mit dem Vergrößerungsmaßstab und deshalb bewirkt die Variation des Brechungsindex auch eine Variation der Vergrößerung. Dieser Bildfehler ist als **chromatische Vergrößerungsdifferenz** (Farbquerfehler) bekannt und wirkt sich vor allem auf die Wiedergabe feiner Strukturen aus. Ein weißer Bildpunkt wird in seine Farben zerlegt und als ein auseinandergezogener Regenbogen abgebildet. Ein dunkler Punkt vor einem hellen Hintergrund wird mit einem Farbsaum dargestellt, der am oberen Rand in blauer Farbe und am unteren Rand in roter Farbe abgebildet ist. Bildfehler werden oft verringert, wenn man abblendet, weil die Randstrahlen abgeschnitten werden und nicht mehr zum Fehler beitragen. Der

Farbquerfehler wird jedoch durch Abblenden nicht reduziert und ist sehr schwierig zu korrigieren. Beide chromatischen Bildfehler verstärken sich von der Bildmitte zum Bildrand.

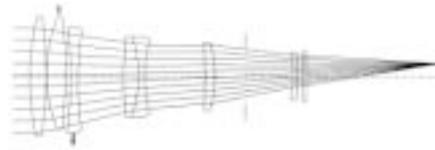
Die sieben beschriebenen Bildfehler (die fünf monochromatischen Bildfehler mit Farblängs- und Farbquerfehler) werden **Seidelsche Bildfehler** genannt, weil sie Ludwig von Seidel um 1850 als erster wissenschaftlich untersucht hat. Es gibt noch andere Aberrationen, die man als Bildfehler höherer Ordnung einstuft. Das Brechungsgesetz steht am Anfang aller Bildfehler und es wird mit dem Sinus des Ablenkwinkels gerechnet. Der Sinus kann auch als eine geometrische Reihe dargestellt werden:

$$\sin \pi = \pi - \pi^3/3! + \pi^5/5! - \pi^7/7! + \dots$$

Jedes Glied dieser Reihe bezieht sich auf eine Gruppe von Bildfehlern mit einer bestimmten Ordnung. Das erste Glied gilt für die fehlerfreie Abbildung, wie sie in der Mitte des Bildes gefunden werden kann. Dieses ganz schmale Gebiet um die optische Achse wird paraxialer Raum genannt. Das erste Glied wird als Bildfehler erster Ordnung bezeichnet. Das nächste Glied hat die Zahl '3' und wird dann auch als **Bildfehler dritter Ordnung** (die Seidelschen Aberrationen) gekennzeichnet. Weil es in dieser Reihe nur ungerade Zahlen gibt, enthält die folgende Gruppe die Bildfehler fünfter Ordnung usw.

Der Optiker kann nun eine ganze Reihe von Maßnahmen ergreifen, um die Bildfehler zu kontrollieren und die Abbildungsleistung zu bestimmen. Die Glasauswahl ist eine sehr wichtige Maßnahme und da die Glaseigenschaften in hohem Maße die Fehlerkorrektur bestimmen, ist hier ein weites Spielraum für Kreativität. Bestimmte Gläser sind jedoch 300 mal teurer als Standardglas, vielleicht schwierig zu verarbeiten, und haben ein hohes Gewicht. Die Wahl ist dann sehr kritisch. Weitere Möglichkeiten wie der Einsatz von **Asphären** und die **apochromatische Korrektur** sind im Abschnitt "Kern-technologie" beschrieben.

Die errechnete Abbildungsleistung wird nicht erreicht, wenn nicht alle anderen Einflußfaktoren unter Kontrolle sind. Einer der wichtigsten Störeinflüsse ist die mangelhafte **Zentrierung**. Jede Linse hat ihren eigenen optischen Mittelpunkt und dieser soll beim Einbau in ein



mehrlinsiges Objektiv auf einer optischen Hauptachse liegen. Ist das nicht der Fall, ist die Linse beispielsweise in vertikaler Richtung verschoben, kann die Abbildungsleistung merklich herabgesetzt werden. Eine Linse kann auch verkantet sein, das bedeutet, dass der Mittelpunkt zwar auf der richtigen Achse liegt, die Linse aber schief eingebaut ist.

Zentrierfehler beeinflussen die optische Leistung vor allem im Kontrast und der Wiedergabe feinsten Strukturen in der Bildebene außerhalb der Mitte.

Streulicht ist ein weiterer unangenehmer Störeinfluss. Mit Streulicht sind die Lichtstrahlen gemeint, die nicht zur Abbildung des Bildpunktes beitragen. Sie werden von Glasflächen reflektiert, von denen im System noch wirksamen Aberrationen zerstreut oder auch von den mechanischen Fassungen und Blendenlamellen reflektiert. All dieses Licht verursacht einen allgemeinen Schleier über der Bildebene und wird die Schatten aufhellen, die Spitzlichter überstrahlen und den Kontrast herabsetzen. Streulicht ist also das Gesamtergebnis der Restfehler, der mechanischen Konstruktion sowie Montage und der Glaseigenschaften.

Vergütung ist eine Maßnahme, die der Reflexminderung dient. Eine einfache reflexmindernde Schicht, z.B. aus Lithiumfluorid, wird in einer bestimmten Dicke auf die Glasoberfläche aufgedampft. Die Schichtdicke ist abhängig von der Wellenlänge, die man korrigieren will und beträgt $1/4$. Das bedeutet, dass durch Interferenz die Reflexminderung für diese Wellenlänge stark und für die benachbarten Wellenlängen fast vollständig ist. Die Vergütung wird auch benutzt, um die Farbcharakteristik der Objektive einander anzugleichen. In der Praxis arbeitet man auch zur Breitbandentspiegelung mit Mehrschichtsystemen. Es gibt hier nur sehr wenige Faustregeln: die Entspiegelung ist Teil des spezifischen optischen Systems und deren Eigenschaften. Letztendlich ist nicht wichtig, welche Art und

Methode der Entspiegelung eingesetzt wird, sondern dass sie wirksam ist.

Auch das bestkorrigierte Objektiv hat noch einen bestimmten Anteil restlicher Aberrationen. Ein Lichtpunkt wird immer als ein, wenn auch ganz kleiner, Lichtfleck abgebildet. Die Größenordnung bei modernen Leica Objektiven liegt bei 0.01 bis 0.02 mm im Durchmesser. Wie gesagt hat dieser Fleck die Form eines leuchtenden Kerns mit Streukreisen abnehmender Lichtintensität. Der Gesamtdurchmesser dieses Lichtfleckes ist nicht so einfach zu bestimmen, weil es von den größenmäßigen Anteilen der Streukreise abhängt, wohin man die Begrenzung legt. Dennoch gibt es ein Maß von 0.03 mm, das als Minimum der Streukreisdurchmesser definiert ist. Jeder Lichtfleck mit einem Durchmesser geringer als 0.03 mm auf der Bildebene wird als ein Lichtpunkt vom Betrachter wahrgenommen. Eine optische Abbildung kann also unschärfer sein, als sie durch die Fehlerreste im System bestimmt ist. Diese Eigenschaft kann man ausnutzen, um die eingestellte Gegenstandsebene scharf abzubilden, aber auch die Flächen, die vor und hinter dieser Ebene liegen. Da die meisten fotografischen Objekte in der Tiefe ausgedehnt sind, sollte man einen bestimmten Tiefenraum ausreichend scharf abbilden können. Der Streukreisdurchmesser bestimmt die **Tiefenschärfe** oder **Schärfentiefe**. Die Tiefenschärfenskala am Objektiv gibt Auskunft über den Entfernungsbereich, der noch ausreichend scharf abgebildet wird. Das Verhältnis zwischen Blende, Tiefenschärfe und Entfernung kann man einfach an der Skala ablesen. Dennoch soll an den Durchmesser von 0.03 mm erinnert werden, der Grundlage dieser Berechnungen ist, auch bei dem Tiefenschärfenring der Leica Objektive. Bei Vergrößerung und Projektion wird zwangsläufig die Tiefenschärfe geringer, weil alle Bildpunkte vergrößert werden. Die nutzbare Tiefenschärfe ist oft um eine bis zwei Blendenstufen geringer als angedeutet. Man sollte dann also bei der Arbeitsblende von beispielsweise 4.0 die Tiefenschärfe benutzen, die bei Blende 2.8 angegeben ist.

Impressum

Text und Redaktion: Erwin Puts, Utrecht NL
technische Beratung: Peter Karbe, Leica Camera AG
Übersetzung: Rolf Fricke, Rochester USA
Lektorat: Rolf Fricke, Rochester USA; Eckhard Muser
Fotografien: Erwin Puts, Utrecht NL
Gestaltung und Layout: Coremdia, Hamburg

www.leica-camera.com



www.leica-camera.com