

# Alles über Fisheye-Objektive (I)

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

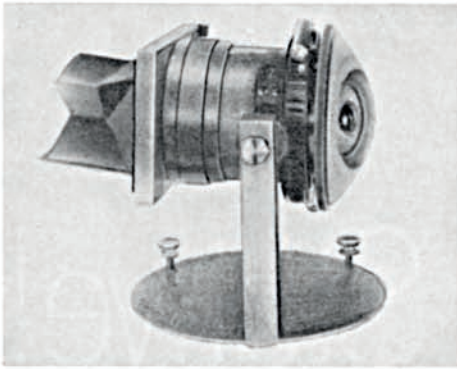


Abb. 1: Die erste Kamera mit „Fisheye-Objektiv“: AEG-Weitwinkelkamera

Der Weg des Super-Weitwinkel-Objektivs begann in der meteorologischen Himmelsfotografie. Die ersten „Fisheye-Objektive“ lösten den unhandlichen und wenig vollkommenen Himmelsspiegel ab. Bereits 1950 berichtete A. V. Carlin in seiner Arbeit „Photographic Measurement of Amount of Cloudiness in the Sky“ über die Eigenschaften und die Anwendung der sogenannten AEG-Weitwinkelkamera (Abb. 1). Dem Prüfschein des National Bureau of Standards vom 1. Oktober 1948 ist zu entnehmen, daß die AEG-Weitwinkelkamera mit einem Objektiv bestückt war, das mit 15,2 mm Brennweite auf dem 6 x 9-Rollfilm ein kreisförmiges Bild von ungefähr 50 mm Durchmesser entwarf. Die Abbildungsart folgte recht genau den Bedingungen für die äquidistante Projektion (s. nächster Abschnitt), so daß man mit Fug und Recht von einem „Fisheye“ nach dem heutigen Sprachgebrauch reden darf. Dem ersten Fisheye-Objektiv folgte 1957 das Fisheye-Nikkor 1:8/16,3 mm mit 180° Bildwinkel und ebenfalls etwa 50 mm Bildkreis-Durchmesser. Es wurde im Rahmen des Forschungsprogramms zum Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58 von der japanischen Firma Nippon Kogaku KK. auf den Markt gebracht. Inzwischen stehen dem fotografierenden Wissenschaftler und Techniker, aber auch dem kreativ arbeitenden Fotografen mehrere verschiedenartige Fisheye-Konstruktionen zur Auswahl. Im ersten

Teil dieses Berichts stehen Erläuterungen zur Abbildungsart, die optische und mechanische Konstruktion der bekannten Fisheye-Objektive und ein Überblick über Anwendungsmöglichkeiten im Vordergrund. Der zweite Teil wird sich mit Fisheye-Vorsatz-Optiken, dem Spezialobjektiv Peri-Apollar (das nur bedingt zu den Fisheye-Objektiven gerechnet werden kann) und der Möglichkeit des „Umbildens“ (Entzerrung durch Rückvergrößerung oder Projektion) sowie mit einem speziellen „Umbildungs-Objektivsatz“ beschäftigen.

## Fisheye-Objektive sehen die Welt anders

Was ist eigentlich unter einem „Fisheye-Objektiv“ zu verstehen? Nun, der Name soll angeblich vom Aussehen der vorgewölbten Frontlinse herrühren, womit aber nichts über die Funktion selbst ausgesagt ist. Eine charakteristische Eigenschaft des Fisheye-Objektivs ist der große Bildwinkel von 180 Grad und mehr. Weiterhin ist es erkennbar an der „sphärischen Perspektive“ des Bildes. Andererseits ist der kreisförmige Bildausschnitt keineswegs typisch für Fisheye-Objektive. Jedes rotationssymmetrisch aufgebaute Objektiv – dazu gehören praktisch alle Foto-Objektive mit Ausnahme der Anamorphoten – entwirft schließlich ein kreisförmiges Bild, von dem durch die Bildfeldmaske der Kamera nur ein rechteckiger oder quadratischer Ausschnitt genutzt wird. So entwirft beispielsweise das Kinoptik Tegea 1:1,8/9,8 mm (107° Bildwinkel) für die Alpa-Reflex-Kameras ein kreisförmiges Bild mit 27 mm Durchmesser, kann aber aufgrund seiner Abbildungsart (übliche gnomonische Projektion) nicht zu den Fisheye-Objektiven gerechnet werden. Im Gegensatz dazu leuchten die in Tabelle 6 zusammengefaßten Fisheye-Objektive das rechteckige Bildformat bis in die äußersten Ecken scharf aus. Halten wir also fest: Zum Fisheye-Objektiv gehört ein Bildwinkel um 180 Grad und die „sphärische Perspektive“. Nach der „klassischen“ Terminologie der Foto-Optik spricht man von Verzeichnung, wenn seitlich entworfenen Bildpunkte nicht an der durch die Gesetze der Zentralperspektive bestimmten Stelle liegen. Mit anderen Worten:

Ein Objektiv verzeichnet, wenn in Wirklichkeit gerade verlaufende Linien auf dem Bild gebogen erscheinen. Werden gerade Linien über das gesamte Bildfeld wieder gerade (nicht verbogen) abgebildet, gilt das Objektiv als „verzeichnungsfrei“. Nur fällt auf, daß auch „verzeichnungsfrei“ abbildende Weitwinkelobjektive die Dinge zur Peripherie hin widernatürlich verbreitern, ja verzerren. Aus dieser Beobachtung resultieren Zweifel am verzeichnungsfreien Bild. So schreibt beispielsweise Heinrich Freytag in seinem Beitrag „Die perspektivische Darstellung in der Fotografie“ (MFM, 12/70-738, 739): „... diese Verbreiterung am Bildrand – man ist versucht, von Verzeichnung zu reden, wenn dieser Ausdruck nicht der Verbiegung von Linien am Rande vorbehalten bliebe...“ Tatsächlich macht die Abbildungsart des „verzeichnungsfreien“ Objektivs das Abschätzen von Flächenanteilen und Raumwinkel nach der fotografischen Abbildung zu einem recht schwierigen Unterfangen. Obwohl es selbstverständlich möglich ist, diese Auswertedaten nach einer Rückrechnung über die Abbildungsfunktion zu erhalten. Die vorstehenden Überlegungen sind nicht als Kritik an verzeichnungsfrei arbeitenden Objektiven oder allgemein eingeführten Begriffsbestimmungen zu verstehen. Ohne Zweifel hat die verzeichnungsfreie Abbildung den höchsten Wahrheitsgehalt in den Aussagen über Perspektive, Raum und Gestalt. Doch muß man, will man sich näher mit der Abbildungsart von Fisheye-Objektiven beschäftigen, etwas umdenken. Das beginnt mit der Erkenntnis, daß es verschiedene Abbildungsarten (Projektionen) geben muß und gipfelt in dem Schluß, daß der Begriff „Verzeichnung“ nur dann zu gebrauchen ist, wenn Abweichungen zur gewollten Projektion vorliegen. Mit diesem fundamentalen Rüstzeug fällt es leichter, nachstehenden Ausführungen über verschiedene Abbildungsarten zu folgen. Manchen dürfte es überraschen, daß es nicht nur die verzeichnungsfreie Abbildung der üblichen Objektive und die „sphärische Perspektive“ der Fisheye-Objektive gibt. Vielmehr müssen bei den Fisheye-Objektiven des Marktes insgesamt drei unterschiedliche Projektionsarten auseinandergelassen werden. Die Bezeichnung „sphärische Perspektive“ ist eine umschreibende und bildhafte Erklärung – als Gegenstück zur „linearen Perspektive“ mit geraden Linien zu verstehen. Eine exakte Aussage über die Abbildungsart beinhaltet sie nicht.

## Verzeichnungsfreie oder gnomonische Projektion

Bei dieser Abbildungsart ist der bildseitige Hauptstrahlwinkel immer gleich dem objektseitigen Winkel. Gemäß Abb. 3 ist:

$$y' = f \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Die nach dieser Beziehung für 15 mm Brennweite (z. B. Zeiss Hologon 1:8/15 mm) gerechnete Wertetabelle (Tabelle 1) gibt näheren Aufschluß über die Funktion der Abbildungsart. Je weiter sich der Bildpunkt von der Bildmitte (optischen Achse) entfernt, um so größer wird der Bildpunktabstand für

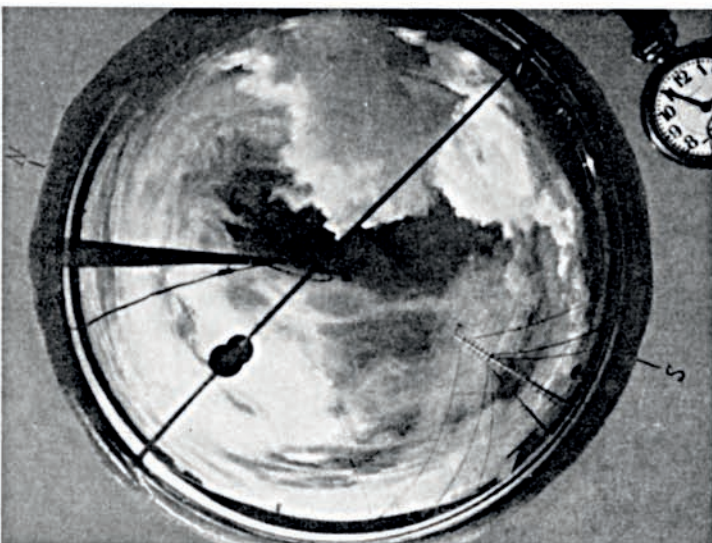


Abb. 2: Himmelsspiegelaufnahme eines tropischen Sturms. Die Sonne wurde durch Blenden abgeschattet; die Kamera mit ihrer Stütze erscheint mitten im Bild. Mit freundlicher Genehmigung des VEB Fotokinoverlages aus dem Buch „Fotografie in der Meteorologie“ von Koldovsky

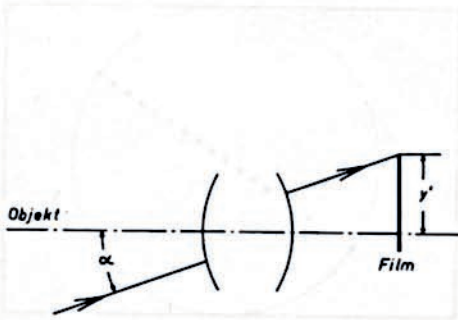


Abb. 3: Es bedeuten:  $\alpha$  = objektseitiger Winkel zur optischen Achse,  $y'$  = Bildpunktabstand zur Bildmitte

ein gleichbleibendes Winkelintervall. Wenn also zwei markante Objektpunkte zum Kamerastandpunkt hin unter einem Winkel von 10 Grad zueinander erscheinen, so werden sie in der Bildmitte mit etwa 2,6 mm Abstand, am Bildrand aber mit maximal ca. 6,5 mm Abstand auf dem Film abgebildet. Das erklärt die oft zu beobachtende Verbreiterung abgebildeter Objektteile am Bildrand. Um diese Verhältnisse anschaulich zu machen, wurde die Kamera mit dem Hologon 15 mm auf einem Stativ mit genauen Winkelkopf befestigt. Nach einer Winkeldrehung von jeweils 10 Grad schalteten wir eine in größerem Abstand fest angebrachte Lichtquelle kurz ein. Diese Lichtquelle bildete sich folglich im 10-Grad-Intervall auf dem Film ab. Nach der (aus versuchstechnischen Gründen nicht sehr sauberen) Aufnahme wurde die Zeichnung in Abb. 4 erstellt. Man sieht deutlich, daß zur Bildecke hin trotz gleichem Winkelintervall die Abstände zwischen den Lichtquellenbildern immer größer werden, wobei gleichzeitig auch die Lichtquelle selbst größer abgebildet wird. Das wesentliche aber ist: Durch die Übereinstimmung zwischen objekt- und bildseitigem Winkel zur optischen Achse bleiben gerade Linien auch am Bildrand gerade. Die geometrische Identität zwischen Objekt und Bild ist gewahrt.

Bei einer verzeichnungsfreien Abbildung im üblichen Sinne kann der Bildwinkel nicht beliebig groß werden. Selbst wenn es gelänge, mit einem Objektiv von nur 5 mm

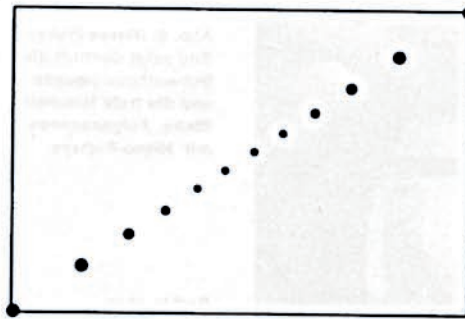


Abb. 4: Bei der gnomonischen Projektion werden trotz gleichen Winkelintervalls die Abstände zum Bildrand hin größer (am Beispiel des Hologon 15 mm)

Brennweite das Kleinbildformat bis in die Ecken auszuzeichnen, so wäre (nach obiger Formel) der gesamte Diagonal-Bildwinkel doch nur 154 Grad. Ein Bildwinkel von 180 Grad läßt sich nicht realisieren, weil der Tangens für den halben Winkel von 90 Grad gegen Unendlich geht. Daraus folgt: Für 180 Grad gesamten Bildwinkel müßte die Brennweite unendlich kurz sein.

**Orthografische Projektion**

Wählt man diese Abbildungsart, liegt ein gesamter Bildwinkel von 180 Grad durchaus im Bereich der Möglichkeiten. Die orthografische Projektion dürfte aus dem Geographie-Unterricht bekannt sein, denn in dieser Projektionsart wird die Erdoberfläche auf einem zylindrischen Mantel um den Äquator abgebildet. Doch von rein theoretischen Darlegungen zum „fotografischen Effekt“ der orthografischen Projektion. Geht man wieder von Abb. 3 aus, erfolgt die Abbildung nach der Funktion:

$$y' = f \cdot \sin \alpha$$

Die Wertetabelle für das orthografisch abbildende Nikkor OP 1:5,6/10 mm zeigt eine genau gegenläufige Tendenz zur „verzeichnungsfreien“ Projektion. Unter dem gleichen Winkel erscheinende Objektpunkte werden in der Bildmitte in einem ziemlich großen Abstand, am Bildrand in einem sehr kleinen Abstand wiedergegeben. Wie aus Abb. 5 er-

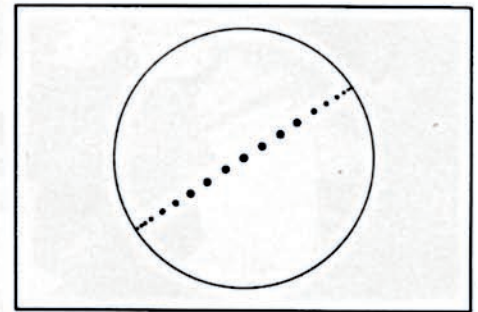


Abb. 5: Bei der orthografischen Projektion werden trotz gleichen objektseitigen Winkelintervalls die Punktabstände zum Bildrand hin kleiner (am Beispiel des Nikkor OP 1:5,6/10 mm)

sichtlich, nimmt auch die Abbildungsgröße zum Bildrand hin stark ab. Das einzige orthografisch abbildende Fish-eye-Objektiv Nikkor OP 1:5,6/10 mm mußte mit einer asphärisch gestalteten Frontlinse ausgestattet werden, um der theoretischen Abbildungsfunktion möglichst genau zu folgen. Aufgrund seiner Abbildungsart eignet es sich hervorragend für Aufgaben beim Städtebau, in der Städteplanung (Ausleuchtungsrechnungen, Ermittlung des „Himmels-Faktors“) sowie bei Problemen der Feuerverhütung (Ausdehnung bzw. Fortpflanzung von Hitze und Feuer).

**Äquidistante Projektion**

Betrachtet man die aus dem lateinischen kommende Bezeichnung „äquidistant“ näher, weiß man bereits alles über diese Abbildungsart. Gleiche Intervalle des objektseitigen Winkels führen zu gleichen Abstandsintervallen auf dem Bild. Erscheinen zwei Punkte beispielsweise unter einem Winkel von 20 Grad, werden sie an jedem Ort des Bildfeldes mit genau gleichem Abstand abgebildet. So einfach wie die Funktion ist auch die zugehörige mathematische Beziehung. Sie lautet:

$$y' = k \cdot \alpha$$

Darin ist k eine Konstante, die beispielsweise den Wert der sogenannten „Äquivalenzbrennweite“ oder den reziproken Wert der nomi-

Tabelle 1: Werte für eine „verzeichnungsfreie“ Abbildung (Idealisierte, gerechnete Werte) am Beispiel des Zeiss Hologon 1:8/15 mm

Winkel zur optischen Achse ( $\alpha$ in Grad)	Bildpunktabstand zur Bildmitte (mm)	Änderung des Bildpunktabstandes bei gleichem Winkelintervall (mm)
5	1,3	1,3
10	2,6	1,4
15	4,0	1,5
20	5,5	1,5
25	7,0	1,7
30	8,7	1,8
35	10,5	2,1
40	12,6	2,4
45	15,0	2,9
50	17,9	3,5
55	21,4	

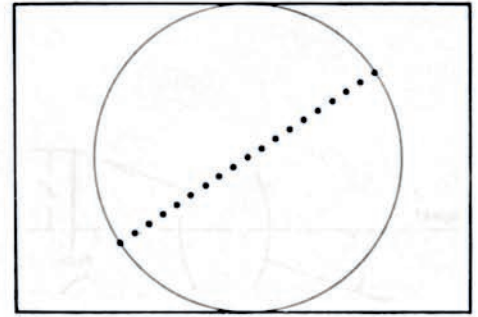
Tabelle 2: Werte für orthografische Projektion

Abbildungsart sogenannter „Fish-eye-Objektive“; am Beispiel des Nikkor OP 1:5,6/10 mm. (Idealisierte, gerechnete Werte)

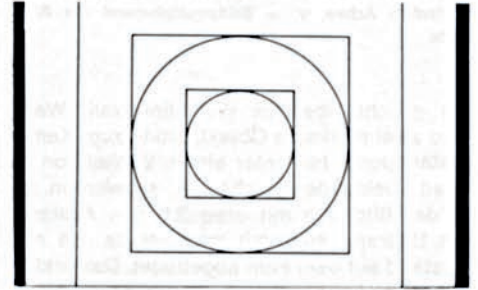
Winkel zur optischen Achse ( $\alpha$ in Grad)	Bildpunktabstand zur Bildmitte (mm)	Änderung des Bildpunktabstandes bei gleichem Winkelintervall (mm)
10	1,7	1,7
20	3,4	1,6
30	5,0	1,4
40	6,4	1,3
50	7,7	1,0
60	8,7	0,7
70	9,4	0,4
80	9,8	0,2
90	10,0	



Links:  
Abb. 6: Dieses Fisheye-Bild zeigt deutlich die Bebauungsilhouette und die freie Himmelfläche. Aufgenommen mit Nikon-Fisheye



Rechts oben:  
Abb. 7: Bei der äquidistanten Projektion entsprechen die Bildpunktabstände den objektseitigen Winkelintervallen (Darstellung am Beispiel des Nikkor 1:5,6/7,5 mm)



nellen Brennweite annimmt. In Tabelle 3 wird der Beweis geführt, daß bei der äquidistanten Projektion in der Tat gleiche Intervalle des objektseitigen Winkels zu gleichen Bildpunktabständen führen. Auch Abb. 7 zeigt die Eigenart dieser Projektion deutlich.

Die äquidistant abbildenden Nikkor-Objektive 1:5,6/6 mm; 1:2,8/6,3 mm; 1:5,6/7,5 mm und 1:2,8/8 mm eignen sich bestens für alle wissenschaftlichen Aufgaben, bei denen Winkelmessungen auf dem Foto durchgeführt werden. So beispielsweise bei Winkelmessungen zur Positionsbestimmung von Gestirnen, für die Messung des Höhenwinkels von Horizontlinien, Bergen, Gebäuden etc. Dazu ein Beispiel:

Auf einem nach äquidistanter Projektion entstandenen Fisheye-Foto (Nikkor 1:5,6/7,5 mm) erscheint die Sonne in 5,33 mm Abstand zur Bildmitte bzw. optischen Achse.  $k$  ist  $1/f = 0,133$ . Der Winkel zur optischen Achse errechnet sich (ohne Zuhilfenahme einer goniometrischen Tafel) einfach aus:

$$\alpha = \frac{y'}{k} = \frac{5,33}{0,133} = 40 \text{ Grad}$$

Wollte man den Winkel z. B. nach einer Abstands-messung in einem „verzeichnis-freien“ Bild (gnomonische Projektion) bestimmen, müßte folgendermaßen gerechnet werden: (Beispiel Hologon-15-mm-Aufnahme)

$$\text{tg } \alpha = \frac{y'}{f} = \frac{12,59}{15} = 0,84$$

$$\alpha = 40 \text{ Grad}$$

**Equisolidangle-Projektion**

In der Überschrift wurde bewußt die Originalbezeichnung des japanischen Fisheye-Herstellers Minolta benutzt. Hier steht also der Abstand zur Bildmitte ( $y'$ ) in einer festen Beziehung zum Raumwinkel. Folgende Formel kennzeichnet die Abbildungsfunktion:

$$y' = 2f \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

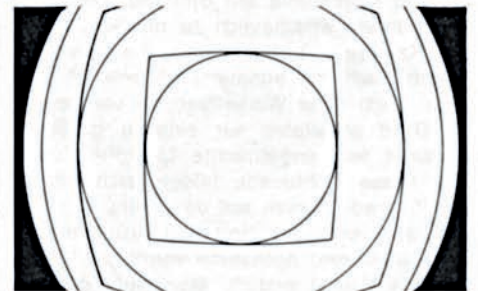


Abb. 8: Mitte Reproduktionsvorlage; darunter das mit dem Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm erhaltene Bild. Aus „Das Minolta Buch“ von J. Scheibel (Heering-Verlag)

Die in Tabelle 6 aufgeführten Objektive von Asahi und Minolta bilden in equisolidangle-Projektion ab. Das zugehörige Bildformat

Tabelle 3: Werte für äquidistante Projektion

Abbildungsart sogenannter „Fisheye-Objektive“; am Beispiel des Nikkor 1:5,6/7,5 mm. (Idealisierte, gerechnete Werte)

Winkel zur optischen Achse ( $\alpha$ in Grad)	Bildpunktabstand zur Bildmitte (mm)*	Änderung des Bildpunktabstandes bei gleichem Winkelintervall (mm)
10	1,33	durchgehend 1,33
20	2,66	
30	3,99	
40	5,33	
50	6,66	
60	7,99	
70	9,33	
80	10,66	
90	11,99	

\* Diese Werte verlaufen – wie auch der Änderungswert in der dritten Spalte – in den Kommastellen periodisch weiter.

Tabelle 4: Werte für die „equisolidangle“-Projektion

Abbildungsart sogenannter „Fisheye-Objektive“; am Beispiel des Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm. (Idealisierte, gerechnete Werte)

Winkel zur optischen Achse ( $\alpha$ in Grad)	Bildpunktabstand zur Bildmitte (mm)	Änderung des Bildpunktabstandes bei gleichem Winkelintervall (mm)
10	2,8	2,8
20	5,6	2,7
30	8,3	2,6
40	10,9	2,6
50	13,5	2,5
60	16,0	2,4
70	18,4	2,2
80	20,6	2,0
90	22,6	
	(21,6)*	

\* effektiver Endwert des Rokkor 2,8/16 mm

wird voll ausgezeichnet, wobei der gesamte Bildwinkel über die Diagonale 180 Grad beträgt. Betrachtet und vergleicht man die Wertetabelle für das Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm (Tabelle 4), kommt man zu dem Schluß, daß bis ungefähr zum halben Winkel ( $\alpha = 50$  Grad) in guter Näherung äquidistant abgebildet wird. Von dort nach dem Bildrand zu (größere Winkel) ist ein allmählicher Abfall in Richtung der orthografischen Projektion festzustellen, ohne daß diese streng wertemäßig erreicht wird. Deshalb sind die Fisheye-Objektive mit equisolidangle-Projektion sehr vorteilhaft für die kreative Fotografie einzusetzen. Sie leuchten das Negativformat bestens aus (rechteckiger Bildausschnitt) und gleichzeitig werden gerade Linien vergleichsweise wenig durchgebogen. Abb. 8a zeigt eine Vorlage, die – mit dem Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm fotografiert – das Bild in Abb. 8b ergibt. Daß die kurzen Seiten rund beschnitten sind, hat nichts mit der Formatausleuchtung zu tun. Vielmehr war die Vorlage auf eine schwarze Pappe aufgezogen. Die Außenkante der Abb. 8b entspricht dem ausgezeichneten Kameraformat.

Bedingt durch die Abbildungsfunktion stehen die Bildwinkel für Diagonale, Formathöhe und Formatbreite in einer ungewohnten Relation zueinander. Das hängt unmittelbar damit zusammen, daß die Minolta und Asahi Fisheye-Objektive ein Objektfeld mit kissenförmiger Gestalt erfassen (Abb. 9).

#### Allgemeine Bemerkungen zur Fisheye-Abbildung

Bei Superweitwinkelobjektiven mit der üblichen verzeichnungsfreien Abbildung erhält man einen beachtlichen „natürlichen“ Lichtabfall und außerdem einen Abfall durch konstruktionsbedingte Vignettierung. Er geht in die Größenordnung von mehreren Blendenstufen für die Bildecken. Um so mehr erstaunt es, daß bei den Fisheye-Objektiven mit ihren erheblich größeren Bildwinkeln praktisch überhaupt kein Lichtabfall in den Bildecken auftritt. Das gilt sogar für die extrem lichtstarken Fisheye-Objektive Nikkor 1:2,8/6,3 mm und 1:2,8/8 mm sowie ganz besonders für das „formatausleuchtende“ Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm.

Für alle Fisheye-Objektive (und Fisheye-Vorätze) gilt prinzipiell:

- Linien am Bildrand werden mehr oder weniger durchgekrümmt wiedergegeben, so daß im Vergleich mit der üblichen gnomonischen Projektion von einer stark tonnenförmigen Verzeichnung gesprochen werden könnte. Wie schon eingangs erwähnt, ist diese Charakterisierung aber irreführend, weil es sich um Abbildungen nach sehr unterschiedlichen Gesetzen handelt.
- Alle Linien, die durch die Bildmitte verlaufen (oder in Richtung der Bildmitte), werden ohne zusätzliche Durchbiegung abgebildet.

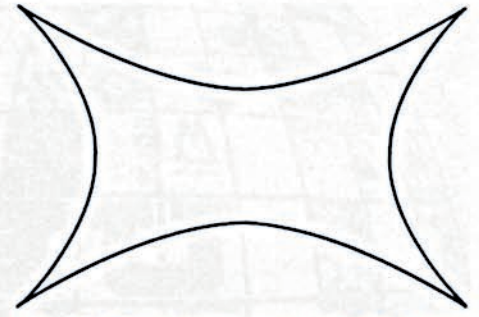


Abb. 9: Kissenförmiges Objektfeld des Rokkor 12,8/16 mm (trifft auch auf die beiden anderen Objektive in Tabelle 6 zu). Aus „Das Minolta Buch“ von J. Scheibel (Heering-Verlag)

- Konzentrische Kreise erscheinen auf dem Bild kreisrund. Je weiter sich der Mittelpunkt der Kreisfläche von der Bildmitte bzw. optischen Achse entfernt, um so stärker wird der Kreis deformiert erscheinen.
- Bei Fisheye-Objektiven mit kreisförmigem Bildausschnitt entarten zentrisch liegende Quadrate am Bildrand zu Kreisen.

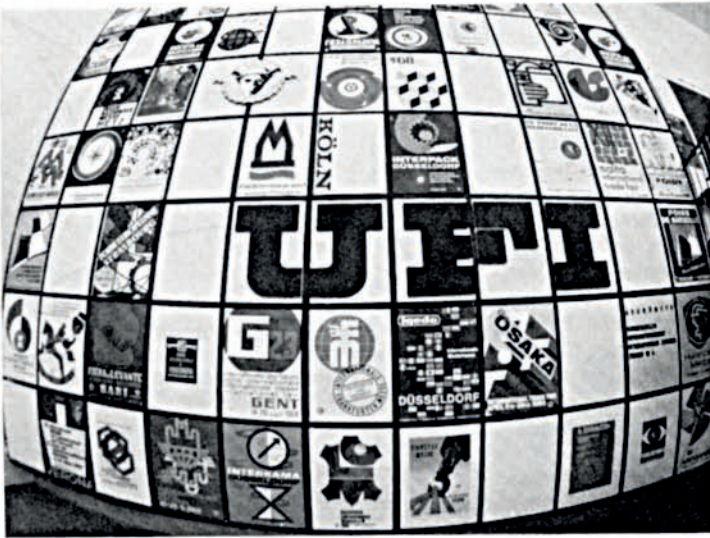
#### Marktübersichten über Fisheye-Objektive

Tabelle 5 beinhaltet die Fisheye-Objektive mit kreisförmiger Bildbegrenzung. Einige Angaben fehlen, weil uns diese Daten nicht von den Hersteller- oder Vertriebsfirmen genannt wurden und auch keine Gelegenheit

Tabelle 5: Fisheye-Objektive mit kreisförmig begrenzten Bildern

Bezeichnung	Beroflex Fisheye-Obj.	Kowa	Nikkor	Nikkor	Nikkor	Nikkor	Nikkor-OP	
Brennweite	12 mm	19 mm	6 mm	6,3 mm	7,5 mm	8 mm	10 mm	
Blendenbereich	8-16	4,5-22	5,6-22	2,8-22	5,6-22	2,8-22	5,6-22	
Kamera-Anschlüsse	M 42-Gew. Exakta-Baj.	Kowa-Six	alle Objektive für Nikon F und Nikkormat					Nikkor-OP
Blendenart	Rastblende	autom.	Rastblende	autom.	Rastblende	autom.	Rastblende	
Einstellung über Spiegelrefl.sucher	ja	ja	Spezialsucher	ja	Spezialsucher	ja	Spezialsucher	
Entfernungseinstellung ab	Fixfocus	0,4 m	Fixfocus	0,25 mm	Fixfocus	0,3 m	Fixfocus	
Linien/opt. Glieder	7 / 4	14 / 9	9 / 6	12 / 9	9 / 6	10 / 8	9 / 6	
Bildwinkel (diametr.)	145°/120°	180°	220°	220°	180°	180°	180°	
ausgeleuchteter Bildkreis ( $\phi$ )	36 mm	ca. 50 mm	21,6 mm	23 mm	23 mm	23 mm	20 mm	
Abbildungsart			äquidistant	äquidistant	äquidistant	äquidistant	orthografisch	
Fassungsdurchmesser	75 mm	136 mm	92 mm	235 mm	82 mm	123 mm	84 mm	
Fassungslänge	60 mm	167,5 mm	81 mm	171 mm	44 mm	140 mm	122 mm	
Gewicht	270 g	2180 g	430 g	5200 g	300 g	1000 g	400 g	
weiteres		mit eingebautem Zentralverschluss	Filter eingebaut	Filter eingebaut; Offenblende-Simulator	Filter eingebaut	Filter eingebaut; Offenblende-Simulator	Filter eingebaut; Verwendung asphärischer Linsenflächen	

Anmerkung: Das Kowa-Fisheye-Objektiv ist für das 6 x 6-Format bestimmt, alle anderen Objektive für das Kleinbild-Format 24 x 36 mm.



Links:

Abb. 10: Dieses Bild zeigt anschaulich die Wirkung der equisolid-angle-Projektion. Aufnahme mit Asahi Super Takumar Fisheye 1:4/17 mm

Rechts:

Abb. 11: Obwohl auch das Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm in equisolid-angle-Projektion abbildet, konnte durch geschickte Standortwahl jede auffällige „Verzeichnung“ vermieden werden



dazu bestand, die Objektive selbst auszumessen. Das Beroflex Fisheye-Objektiv 1 : 8/12 mm liefert ein kreisförmiges Bild mit 36 mm Durchmesser, ist aber nur für das Kleinbildformat vorgesehen. Das führt zu Bildern, die über die kürzere Formatkante kreisförmig begrenzt sind (Abb. 12). Der ausgeleuchtete Bildkreis des Kowa 1 : 4,5/19 mm konnte nur aufgrund vorliegender Abbildungen geschätzt werden.

In Tabelle 6 sind die Daten der Fisheye-Objektive mit voller Formatausleuchtung zusammengestellt. Diese drei Objektive bilden gemäß der equisolidangle-Projektion ab. Für die Besitzer von Schlitzverschlußkameras mit Objektiv-Anschlußgewinde M 42x1 (dem sogenannten „Praktica-Gewinde“) dürfte das Takumar 1 : 4/17 mm von Interesse sein. Einige Fisheye-Objektive sind aus besonderen Gründen nicht in den Tabellen aufgeführt.

Für die Topcon-Kameras mit Schlitzverschluß wurde bereits auf der photokina 1968 das RE Auto Topcor Fisheye 1 : 4/7 mm vorgestellt. Das Muster hatte folgende Daten: Bildwinkel 180°; 12 Linsen in 8 Gruppen; kreisförmiges Bild mit 20 mm Durchmesser; automatische Blende. Nach Auskunft der Vertriebsfirma ist der Lieferbeginn für dieses Objektiv noch nicht abzusehen.

Ebenfalls vorgestellt, aber noch nicht lieferbar ist das Canon Fisheye 1 : 5,6/7,5 mm. Auf der photokina 1970 haben wir folgende Daten notiert: 180° Bildwinkel; manuelle Blende; 11 Linsen in 8 Gruppen; eingebaute Filter.

Minolta kann neben dem Rokkor 1 : 2,8/16 mm für seine SR-Kameras in begrenzter Stückzahl auch noch das UW-Rokkor 1 : 9,5/18 mm liefern. Seine Daten: 180° Bildwinkel, 7 Linsen in 5 Gruppen; Fixfokus (auf 3 m); manuelle Blende; eingebaute Filter; Abbildungsart ähnlich wie Rokkor 1 : 2,8/16 mm (volle Formatausleuchtung).

Tabelle 6: Fisheye-Objektive mit voller Formatausleuchtung

Bezeichnung	Asahi Super-Takumar Fisheye	Asahi Super-Takumar 6 x 7	Minolta MC Fisheye-Rokkor
Brennweite	17 mm	35 mm	16 mm
Blendenbereich	4-16	4,5-22	2,8-16
Kamera-Anschluß	M 42-Gewinde (Asahi Pentax)	Bajonett Asahi Pentax 6 x 7	Bajonett Minolta SR-T 101 und SR-M
Blendenart	autom.	autom.	autom.
Einstellung über Spiegelreflexsucher	ja	ja	ja
Entfernungseinstellung ab	0,2 m	0,4 m	0,3 m
Linsen/opt. Glieder	11 / 7	11 / 7	11 / 8
Bildwinkel; diagonal	180°	180°	180°
horizontal	130°	142°	137°
vertikal	87°	112°	86°
ausgeleuchtetes Aufnahmeformat	24 x 36 mm	55 x 70 mm	24 x 36 mm
Fassungsdurchmesser	66,6 mm	102 mm	73 mm
Fassungslänge	38,8 mm	73 mm	63,5 mm
Gewicht	228 g	932 g	445 g
weiteres	eingebaute Filter	eingebaute Filter	eingebaute Filter; Offenblende-Simulator

#### Das Fotografieren mit Fisheye-Objektiven

Selbst flachste Filter und kürzeste Gegenlichtblenden würden die großen Bildwinkel der Fisheye-Objektive beschneiden. Deshalb sind in zahlreiche Fisheye-Objektive mehrere Filter eingebaut. Das Minolta Rokkor 1 : 2,8/16 mm verfügt darüber hinaus über eine angebaute Gegenlichtblende. Sie ist genau dem objektseitigen Strahlenbündel angepaßt und erhielt auf diese Weise eine etwas ungewohnte Gestalt.

Einige Fisheye-Objektive können nicht über den Spiegelreflexsucher eingestellt werden. Für die Bildkontrolle gibt es aufsteckbare Spezialsucher. Weil jedoch etwas Parallaxe auftritt und die Sucher oft nicht das gesamte Bildfeld des Objektivs zeigen, ist besondere Vorsicht mit Stativbeinen, Händen usw. angebracht. Sie können leicht unbeachtet ins Bild ragen. Überhaupt sollte man anfangs die Auswirkungen der übergroßen Bildwinkel beachten. Der abgespreizte kleine Finger, die allzu großzügig den Entfernungsring umfassende Hand, Füße, Handtaschen, Bereitschaftstaschen-Vorderteile usw. kom-

Werkfotos:

Abb. 10 (Asahi Pentax),  
Abb. 12 (Beroflex),  
Abb. 14 (Kowa),  
Abb. 15 (Minolta),  
Abb. 6, 13 und 18 (Nikon).  
Übrige Abbildungen vom Verfasser

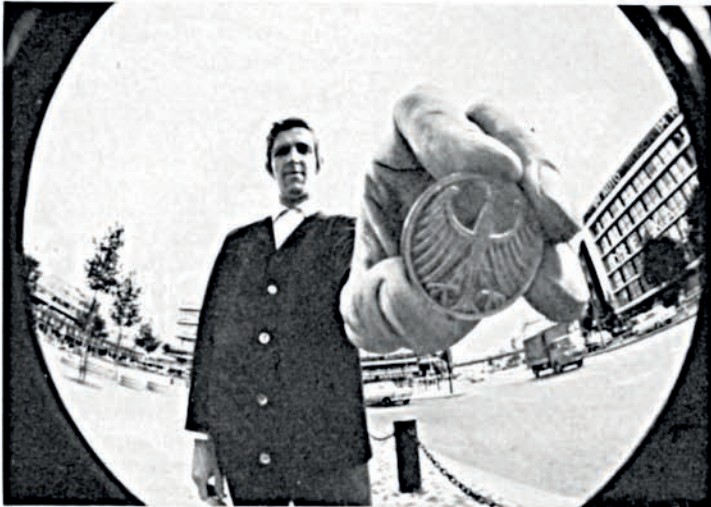


Abb. 12: Das Beroflex Fisheye-Objektiv 1:8/12 mm zeichnet das Kleinbildformat nicht ganz aus. Hier wird zugleich die große Schärfentiefe und steile Perspektive drastisch demonstriert

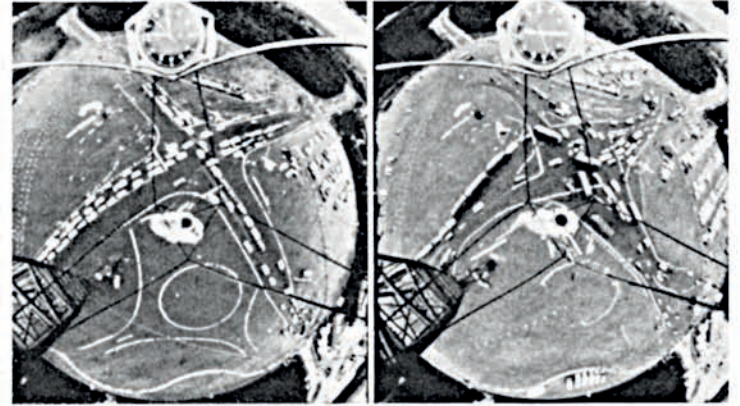


Abb. 13: Aufnahmen des englischen Road Research Laboratory, einem Verkehrsforschungsinstitut, von einem hohen Turm aus. Links die alte Kreuzungsform, rechts die verbesserte (ADAC Motorwelt, Mai 1969. Wiedergabe mit freundlicher Genehmigung des Kirschbaum Verlages, Bonn-Bad Godesberg)

men leicht mit aufs Bild. Wenn man auf dem Fisheye-Bild sieht, ob die Fotografie während der Aufnahme offene oder geschlossene Schuhe, Mini-, Midi- oder Maxikleidung trug, welches Muster die Krawatte des Fotografen hatte oder ob er zu denen gehört, die eine Taschenuhr an der Kette tragen, dann ist das Bild meistens unbrauchbar. Die Belichtungsmessung kann bei Fisheye-Aufnahmen problematisch sein. Der Motivkontrast ist meistens ungewohnt groß. Es empfiehlt sich, alle im Bildwinkel liegenden wichtigen Details auszumessen und die Meßergebnisse auf einen Mittelwert zu kalkulieren.

**Anwendungsbeispiele für Fisheye-Objektive**

Die nachstehende Aufzählung soll die eine oder andere Anregung vermitteln. Sie erhebt keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit.

- für ungewohnte und überraschende Effekte in der kreativen Fotografie, vor allem auch in der Werbefotografie
- Registreraufnahmen in der Astronomie und Geophysik

- Aufnahme meteorologischer und astronomischer Phänomene
- Wolkenfotografie (Bewertung des Bewölkungsgrades visuell oder mit Planimeterausmessung auf Bildern mit äquidistanter Projektion)
- Gleichzeitige Registrierung der Situation (großräumig) und bestimmter Meß- und Anzeigeräte (große Schärfentiefe!). Beispiel: Verkehrs-Situation und Instrumentenbrett des Fahrzeuges auf einem Bild; Uhr, Kalender etc. an den Bildrand halten.
- Der Biologe hat die Möglichkeit, auf einem Bild Flora oder Fauna in Großaufnahme und gleichzeitig das Biotop aufzunehmen
- Meteorologie; Übersichtsaufnahmen aus Wetterballons
- Bei Städtebau und Planung kann die Verbauungssilhouette fotografisch kontrolliert und analysiert werden (bei unterschiedlicher Wetterlage und Bewölkung, zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten).
- Aufnahmen für Verkehrsforschung und Planung
- Winkel-Zeit-Verlauf astronomischer Objekte

- Winkelmessungen auf dem Foto für Positions- und Höhenbestimmungen,



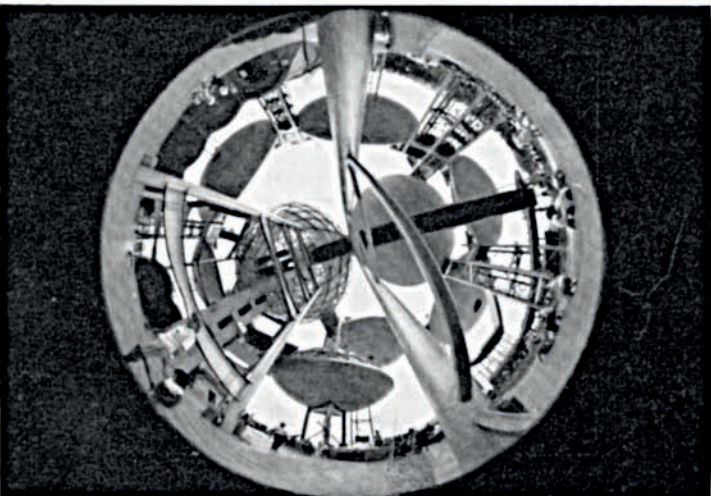
▲ Abb. 14



▲ Abb. 15

▼ Abb. 16

Abb. 17: 220-Grad-Aufnahme von der Weltausstellung in Osaka. Objektiv Nikkor 1:2,8/6,3 mm



Rechts:

Abb. 14: Ansicht und Schnittbild des Fisheye-Nikkor 1:6,3/2,8 mm

Abb. 15: Ansicht und Schnittbild des Fisheye Kowa 1:4,5/19 mm (mit eingebautem Zentralverschluss)

Abb. 16: Ansicht und Schnittbild des Minolta Rokkor 1:2,8/16 mm (mit angebaute Gegenlichtblende)



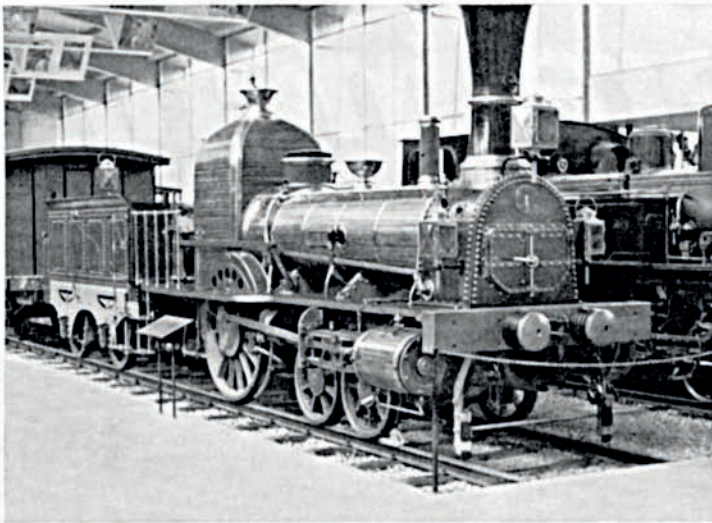


Abb. 10 a: Diese Aufnahme (Lokomotive der ältesten Schweizer Bahn von Baden nach Zürich, ausgestellt im Verkehrshaus der Schweiz in Luzern) soll das Zurückdrängen von Bildteilen demonstrieren. Hinter der Lokomotive befindet sich eine andere Maschine, die stört, aber nicht weggestellt werden konnte

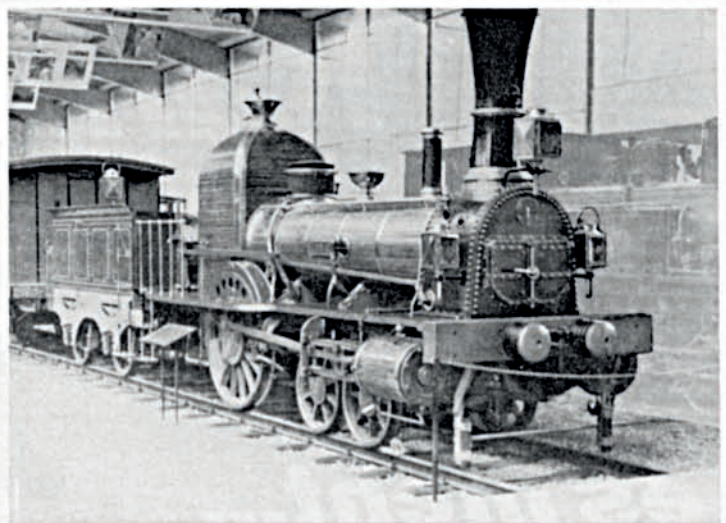


Abb. 10 b: Hier wurde die hintere Maschine nach dem im Text beschriebenen Verfahren soweit zurückgedrängt, daß sie nicht stört. Man kann aber noch erkennen, daß es sich um eine Lokomotive handelt

gibt man etwa 20 – 30 cm<sup>3</sup> in eine Schale mit 200 – 300 cm<sup>3</sup> Wasser, mischt gut durch und taucht das teilweise ausgebleichte Bild unter ständiger Bewegung hinein. In dieser Lösung erscheinen nun die ausgebleichten Bildteile langsam in gelber Färbung, und zwar die hellsten Stellen zuerst. Nur langsam steigt die Kraft der dunklen Partien. Ist dies zu langsam, dann kann durch Nachguß der Stammlösung der Vorgang beschleunigt werden, aber Vorsicht, die Lösung muß sehr gut

durchgeführt sein, ansonst leicht unerwünschte Teilwirkung aufkommt.

Ist die gewünschte Deckung erreicht, so wird abgespült, in 10 % neutralem Fixierbad fixiert und danach gewässert und getrocknet. Abb. 9 veranschaulicht die Resultate. Das so erhaltene gelblichorange Restbild kann nun noch in der Reproduktion beeinflusst werden. Erfolgt diese auf einer nur blauempfindlichen Emulsion, so wird das Restbild am kräftigsten (Gelb = Schwarz), wogegen eine Re-

produktion auf orthochromatischer Schicht ev. mit Gelb- oder Orangefilter die Zurückdrängung noch weiter betonen kann. (Gelb = Weiß). Aber nur, wenn das Restbild, das aus Bromsilber besteht, nicht durch zu starke Weißlichtbeleuchtung verschwärzt wurde. Von der so erhaltenen Vorlage können beliebige Vergrößerungen angefertigt werden. Es ist eine sehr elegante Manipulation, die nichts vom Bilde wegnimmt, nur Teile davon in sehr verflachter Gradation präsentiert.

Josef Scheibel

## Alles über Fisheye-Objektive (II)

Im ersten Teil dieses Beitrags (MFM 10/71) wurden die wichtigsten und bekanntesten Fisheye-Objektive vorgestellt und ihre Abbildungsarten eingehend erläutert. Dieser zweite und letzte Teil beschäftigt sich mit Fisheye-Vorsatz-Optiken, der „Umbildung“ von Fisheye-Aufnahmen und dem Spezialobjektiv „Peri-Apollar“.

### Fisheye-Vorsatz-Optiken

Nachdem Erno den Vorsatz von Sun nicht mehr liefert, sind noch zwei verschiedene Fisheye-Vorsätze aus vier Quellen zu haben:

1. Soligor Fisheye-Conversion-Lens (AIC Fototechnik, Neckermann)
2. Beroflex Maxwider-Multi-Weitwinkel-Vorsatz (Beroflex, Braun-Nizo)

Die beiden Fisheye-Vorsätze sind recht unterschiedlich konzipiert, wie auch aus den nachfolgenden Kurzbeschreibungen hervorgeht.

Objektiv-Vorsätze erbringen im allgemeinen nicht ganz die optische Leistung, die man von qualitativ hochwertigen Spezialobjektiven her kennt. Dieser Grundsatz hat auch für die Fisheye-Vorsätze seine Gültigkeit. Man muß eben etwas stärker abblenden, um eine ausreichende Randschärfe zu erhalten. Auch kann durch das Zusammenwirken der Vorsatz-Optik mit unterschiedlichen Grundobjektiven die Bildqualität sowohl positiv wie auch negativ beeinflusst werden.

Die Abbildungsart (Projektion) der Fisheye-Vorsätze wird seitens der Lieferanten nicht angegeben. Wie eigene Versuche ergaben, folgen die Abbildungen nicht hinreichend ge-

nau den bekannten mathematischen Beziehungen. Das ist jedoch ohne größere Bedeutung, wenn man die Hauptanwendungsfelder für Fisheye-Vorsätze in der kreativen Fotografie sieht. Hierbei ist vor allem von Vorteil, daß die Fisheye-Vorsätze in Verbindung mit beliebig großen oder kleinen Aufnahmeformaten angewandt werden können. Braun-Nizo propagiert beispielsweise den Beroflex-Vorsatz für das Super 8-Filmformat. Andererseits kann man die Fisheye-Vorsätze auch an eine 9 x 12-cm- oder gar 18 x 24-cm Großbildkamera anschließen. Für die Vorsatzoptiken spricht letztlich auch der günstige Preis.

### Soligor Fisheye-Conversion-Lens

Dieser Fisheye-Vorsatz kann über einen drehbaren Anschluß mit Feststellschraube (die Skalen lassen sich damit nach oben drehen) und besondere Adapterringe mit fast allen Objektiven verbunden werden (Abb. 18). Der Adapterring wird in das Filtergewinde des Grundobjektivs eingeschraubt. Folgende Größen sind von der AIC Fototechnik erhältlich: Einschraubgewinde 29,5; 39; 40,5; 43; 46; 48; 49; 52; 55; 58; 62; 67 mm und Serie VI; VII sowie Rollei-Bajonett I; II. Mit die-

Abb. 18: Der Soligor Fisheye-Vorsatz am Standardobjektiv



### Brennweiten, Bildkreise und Blendenbereich beim Soligor Fisheye-Vorsatz

Brennweite des Grundobjektivs*	ausgeleuchteter Bildkreis-Durchmesser	Blenden-Einstellbereich
30 mm	12 mm	3,5–16
35 mm	14 mm	4–16/22
40 mm	16 mm	4/5,6–22
50 mm	20 mm	5,6–22/32
55 mm	22 mm	5,6/8–32
70 mm	28 mm	8–32/45
85 mm	34 mm	8/11–45
100 mm	40 mm	11–45/64
120 mm	48 mm	11/16–64
135 mm	54 mm	16–64/90
150 mm	60 mm	16/22–90
200 mm	80 mm	22–90/128

\* vorausgesetzt wurden „normal gebaute“ Objektive, also keine ausgesprochenen Tele- oder Retrofokus-Konstruktionen. Kann der Vorsatz nicht unmittelbar vor der Frontlinse des Grundobjektivs angebracht werden (z. B. durch die Fassung behindert), wird ein kleinerer Bildkreis ausgeleuchtet.

sem Adaptersortiment müßte eigentlich fast jeder Anschlußwunsch zu erfüllen sein. Paßt es einmal nicht ganz genau, greift man zusätzlich auf die bekannten Übergangsringe zurück oder bemüht einen Mechaniker. Vorsicht! Die Objektivfassung ragt um etwa 2 mm über die Anlagefläche des Adapterrings nach hinten heraus und kann deshalb bei manchen Grundobjektiven mit der Frontlinse kollidieren. Ist das der Fall, schraubt man einen leeren Filterring als Abstandshalter zwischen Adapterring und Objektiv.

Der Soligor-Vorsatz besitzt eine eigene Blende (halbstufig gerastet) und wird am voll geöffneten Grundobjektiv verwendet. Weil der Blendenwert aber von der Brennweite des Grundobjektivs abhängt, hat man dafür eine Vorwahlrichtung eingebaut. So dreht man beispielsweise den roten Punkt an die grüne 100 ( $f = 100 \text{ mm} = \text{Brennweite des verwendeten Grundobjektivs}$ ) und die Blendenskala zeigt die zutreffenden Werte an. Erreicht wird

diese „Automatik“ durch eine einfache aber sinnreiche Kupplung zwischen Blenden- und Brennweiten-Einstellring. Die Brennweiten-skala reicht von 30 bis 200 mm (s. auch obige Tabelle).

Der Durchmesser des Bildes – und damit die Tatsache, ob man mit einem bestimmten Aufnahmeformat ein kreisförmiges, geschnittenes oder formatfüllendes Bild erhält – ist ebenfalls direkt von der Objektivbrennweite abhängig, wird aber zusätzlich davon beeinflusst, ob der Vorsatz nahe an die Frontlinse des Grundobjektivs herankommt bzw. wie das Grundobjektiv optisch aufgebaut ist (Tele- oder Retrofokus-Konstruktionen).

Bei kreisförmig begrenzten Bildern beträgt der Bildwinkel diametral etwa 180 Grad. Weitere Daten: Optischer Aufbau aus 11 Linsen in 6 Gruppen; Nahgrenze bis auf wenige Zentimeter ab Frontlinse (je nach Grundobjektiv); Brennweitenfaktor 0,15; max. Länge

80 mm, größter Durchmesser etwa 60 mm, Gewicht 270 Gramm.

### Beroflex Maxwider-Multi-Weitwinkel-Vorsatz

Im Gegensatz zum vorher beschriebenen Soligor-Vorsatz handelt es sich beim Beroflex-Vorsatz nicht um ein in sich abgeschlossenes optisches System mit eigener Blende. Der Soligor-Vorsatz projiziert seine Austrittspupille etwa in die Blendenebene des Grundobjektivs. Dagegen ist der Beroflex-Vorsatz ein optisches System mit hoher Öffnung (Hinterlinse ca. 50 mm freie Öffnung), in der Wirkung etwa vergleichbar mit dem vorderen Teil eines in Retrofokus-Bauweise ausgeführten Super-Weitwinkel-Objektivs. Abgeblendet wird am Grundobjektiv. Das hat unter anderem den Vorteil, daß sich der Beroflex-Vorsatz auch sehr gut an lang und kompliziert gebauten Grundobjektiven (z. B. Vario-Objektiven) verwenden läßt. Diesen Gedanken griff Braun-Nizo auf und setzte den Weitwinkel-Vorsatz auf das Variogon 1:2,5/10. .80 mm der Nizo S 80. Erreicht wurde eine effektive Brennweite von 3,8 mm (mit der kürzesten Brennweite des Grundobjektivs) und ein horizontaler Bildwinkel von 70 Grad. Das Super 8-Format ist voll ausgeleuchtet (siehe auch J.G. Staab „Mehr als ein Vorsatz... ein Programm“ in MFM 7/71-381).

### Daten des Beroflex-Weitwinkel-Vorsatzes:

Brennweitenfaktor 0,38; 9 Linsen; max. 180 Grad Diagonal- (bzw. Diametral-) Bildwinkel; Einschraubfassung für Filtergewinde 49 mm; Naheinstellung (je nach Grundobjektiv) bis auf wenige Zentimeter Abstand zur Frontlinse; Länge 64 mm, Durchmesser 65 mm, Gewicht 210 Gramm. Der Vorsatz leuchtet in Verbindung mit einem 50-mm-Objektiv das Kleinbildformat bis in die Ecken aus.

Um den Beroflex-Vorsatz an andere Filtergewinde als 49 mm ansetzen zu können, bedient man sich handelsüblicher Adapterringe.

Abb. 19: Aufnahme mit dem Soligor Fisheye-Vorsatz (Minolta SR-T 101 mit Rokkor 1:1,7/55 mm; Agfapan 100 Professional; Blende 16; 1/30 sek)



Abb. 20: Aufnahme mit dem Beroflex-Weitwinkel-Vorsatz am 50-mm-Objektiv einer Kleinbildkamera







Abb. 21: Rokkor-OK 1:2,8/8,4 mm, das Aufnahmeobjektiv des Minolta All-Sky-Systems

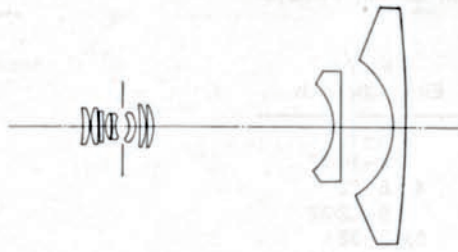


Abb. 22: Schnittbild des P-Rokkor DJ 1:2,0/10,5 mm, dem Projektions-Fisheye-Objektiv im Minolta All-Sky-System

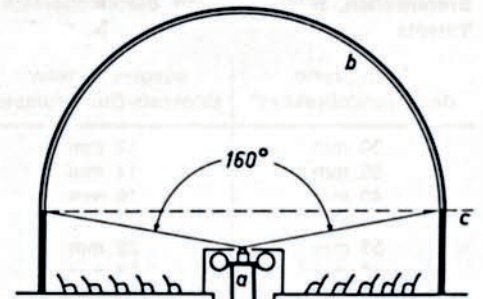


Abb. 23: Projektions-Situation (Planetariumskuppel) bei der All-Sky-Projektion von Minolta. a = Filmprojektor, b = Projektionsfläche, c = Horizontlinie. Vom diametralen Bildwinkel werden 160° genutzt

**Was versteht man unter „Umbilden“?**

Gemeint ist damit die Wiederherstellung des objektseitigen Strahlenbündels analog zur Aufnahmesituation. Umbildungsverfahren werden hauptsächlich bei der photogrammetrischen Auswertung von Luftbildern eingesetzt, um Verzerrungen (verursacht durch das Objektiv) und Verzerrungen (durch Schräglagen etc.) mit umgekehrter Abbildung rückgängig zu machen. Mit anderen Worten: Wenn die Projektion oder Rückvergrößerung mit dem gleichen Objektiv in umgekehrter Anordnung (der Film bleibt – unbelichtet oder fertig entwickelt – in seiner Stellung zum Objektiv) erfolgt, werden die Verzerrungsfehler dieses Objektivs bei der Wiedergabe aufgehoben. Darüber hinaus ist es dann noch erforderlich, die Projektionsebene ähnlich der ursprünglichen Objektlage einzurichten. Das klingt alles sehr theoretisch, deshalb ein praktisches Beispiel:

Mit einem Fisheye-Objektiv entsteht ein 180-

Grad-Bild mit kreisförmiger Begrenzung. Das Fisheye-Objektiv bildet einen halbkugelförmigen Raum auf einer Ebene ab und das erhaltene Bild gibt die tatsächlichen Relationen in einer bestimmten Abbildungsart wieder. Wir können uns nun mit diesem Bild zufrieden geben, es auswerten oder wegen seiner gelungenen „Verfremdung“ mit Genuß betrachten. Wir können es aber auch „umbilden“, indem wir das gleiche Fisheye-Objektiv vor einem Projektor anbringen. Die Bildmitte erscheint dann in realistisch wirkender Abbildung auf der Projektionswand, aber mit dem Bildrand stimmt nichts mehr. Vor allem ist die Projektionswand zu klein, gleichgültig was man dagegen unternimmt. Der Grund: Wie schon im ersten Teil des Beitrags festgestellt und mathematisch bewiesen, können 180 Grad Bildwinkel nicht auf einer Ebene dargestellt werden. Wenn vorstehend davon die Rede war, daß das Fisheye-Objektiv einen halbkugelförmigen Raum auf einer Ebene abbildet, so muß man ihm jetzt die Gele-

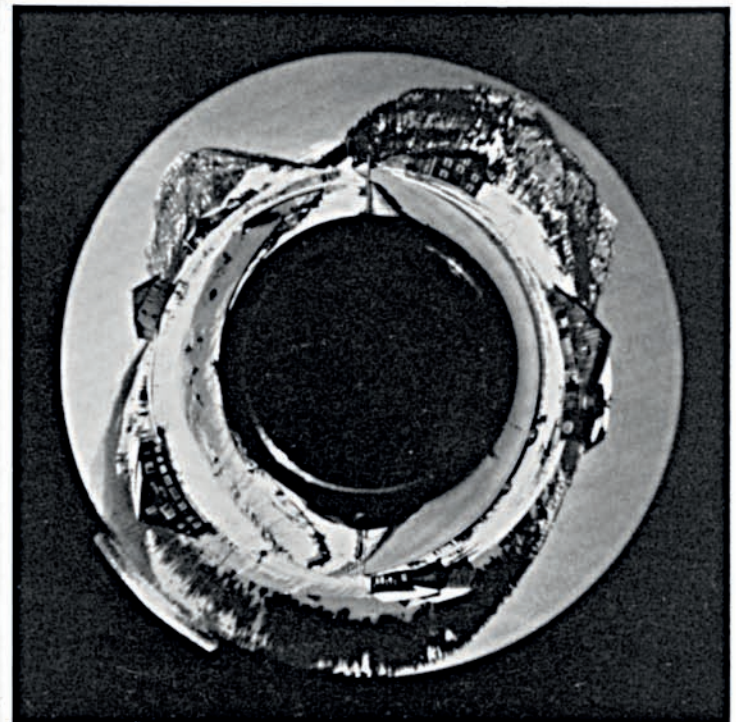
genheit geben, beim Umbilden die ebene Abbildung (das Negativ oder Diapositiv) wieder in einen halbkugelförmigen Raum abzubilden, also in eine Kuppel – ähnlich wie bei Planetarien gebräuchlich – zu projizieren. Erst dann ist der Umbildungseffekt vollkommen.

Genau genommen könnte man in der Praxis tatsächlich mit dem gleichen Fisheye-Objektiv aufnehmen und projizieren, wenn es nicht einige technische Hinderungsgründe dafür gäbe. Erstens besitzen Aufnahme-Objektive Kittflächen, Filter und Fassungssteile, die der thermischen Belastung bei der Projektion nicht gewachsen sind. Deshalb empfiehlt es sich auch, unseren prinzipiell skizzierten Versuch nicht oder nur mit größter Vorsicht durchzuführen. Bei zu starker Hitzeeinwirkung könnte das Aufnahme-Objektiv irreparabel beschädigt werden. Zweitens baut man aus lichttechnischen Gründen Projektions-Objektive anders auf als Aufnahme-Objektive. In der Regel empfängt ein Aufnahme-

Abb. 24: Einzelbildvergrößerung aus einem mit dem Rokkor 1:2,8/8,4 mm aufgenommenen Film (Originalvorlage farbig)



Abb. 25: Aufnahme mit dem Peri-Apollar



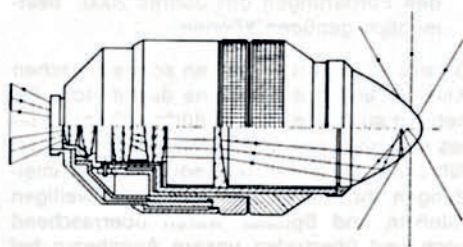


Abb. 26: Schnitt durch das Volpi Peri-Apollar

Objektiv vom Objekt her ein überwiegend diffuses Strahlenbündel, während das Projektionsobjektiv vom Diapositiv her mit gerichtetem Licht (durch den Kondensator gelenkt) durchstrahlt wird. Für ein Fisheye-Umbildungs-System benötigt man demzufolge aufeinander abgestimmte Aufnahme- und Projektionsobjektive.

#### Das Minolta-Umbildungs-System

Minolta bietet ein spezielles Fisheye-Umbildungssystem an, das aus dem Aufnahme-Objektiv Rokkor-OK 1:2,8/8,4 mm (Code-Nr. 3724; Abb. 21) und dem Projektions-Objektiv P-Rokkor-DJ 1:2,0/10,5 mm (Code-Nr. 3725; Abb. 22) besteht. Das System wurde in erster Linie für die Kombination mit Minolta Planetarien entwickelt, kann aber bestens für andere Aufgaben in Wissenschaft, Öffentlichkeitsarbeit und Werbung eingesetzt werden.

Man projiziert beispielsweise statt in einen Planetariums-Dom von innen in eine mattierte Plexiglas-Halbkugel, die von außen betrachtet wird. A propos Planetarium: Würde man den Sternenhimmel mit dem Rokkor-OK 1:2,8/8,4 mm fotografieren oder filmen und die Aufnahmen anschließend mit dem P-Rokkor-DJ 1:2,0/10,5 mm in eine Planetariumskuppel projizieren, wäre die volle „natürliche“ 180-Grad-Sicht ohne jede Verzeichnung gegeben. Daher auch der offizielle Name „Minolta All-Sky-System“.

#### Daten des Aufnahme-Objektivs Rokkor-OK 1:2,8/8,4 mm:

Brennweite: 8,4 mm; Blenden von 2,8 bis 16 (Rastblende).  
Bildwinkel (diametral): 200 Grad; ausgezeichnetes Bildfeld: 23,2 mm  $\phi$ .  
Optische Konstruktion: 11 Linsen in 8 Gruppen; equisolidangle-Projektion (Abbildungsart – s. auch 1. Teil des Beitrags).  
Nächste Einstellentfernung: 0,4 m; korrigiert für Unendlich-Einstellung.

Das Objektiv ist mit Leica-Gewinde ausgerüstet und paßt mit 28,8 mm Auflagemaß an Gewinde-Leicas (bzw. M-Leicas mit Gewinde-Adapter). Üblicherweise wird das Objektiv an Filmkameras verwendet (35-mm-Normalfilm), bei denen zweckmäßigerweise der Bildschritt von 4 auf 5 Perforationsschritte (Löcher) vergrößert wird, um den Bildkreis nicht zu beschneiden. Dieser Umbau wurde bereits an Kameras vom Mitchell-Typ realisiert.

#### Daten des Projektions-Objektivs P-Rokkor-DJ 1:2,0/10,5 mm:

Brennweite: 10,5 mm; relative Öffnung: 1:2,0 (Blende ist nicht eingebaut; der Strahldurchtritt ist für Projektionszwecke angepaßt).

Bildwinkel (diametral): 180 Grad; ausgezeichnetes Bildformat: 24 mm  $\phi$

Optische Konstruktion: 10 freistehende Linsen (keine Kittflächen!).

Abbildung nach equisolidangle-Projektion.

Maße: Aufnahme-Durchmesser für Projektionsgerät = 86 mm, größter Durchmesser (Frontteil) = 200 mm, Länge ges. = 317 mm, Gewicht = 3800 Gramm.

Auch der verwendete Filmprojektor ist für 5 Perforationsschritte modifiziert. Oder der Film wird so umkopiert, daß die kreisförmigen Bilder auf der Kopie einen kleineren Durchmesser aufweisen. Daß bei auf 5 Perforationsschritten veränderten Aufnahme- und Vorführgeräten die üblichen Tonfilm-Einrichtungen nicht zu verwenden sind, ist von untergeordneter Bedeutung, weil die Fisheye-Projektion (oder „All-Sky-Projektion“) meistens als Mixed-Media-Schau betrieben und in solchen Fällen der Ton besser von einem synchronisierten Tonbandgerät abgespielt wird. Selbstverständlich lassen sich die beiden Objektive auch für die Stehbild-Aufnahme auf Kleinbildfilm (wie schon erwähnt, paßt das Aufnahme-Objektiv an die Leica) und die Diaprojektion einsetzen.

In Abbildung 23 ist eine Projektions-Situation dargestellt, bei der „nur“ 160 Grad des gesamten zur Verfügung stehenden Bildwinkels ausgenutzt werden. In ähnlicher Weise wurde das Minolta All-Sky-System auf der Weltausstellung in Osaka präsentiert.

#### 360 Grad-Rundumblick mit dem Peri-Apollar

Eines sei gleich vorweg gesagt: Es handelt sich beim Peri-Apollar nicht um ein Fisheye-Objektiv üblichen Zuschnitts, vielmehr um ein sehr ungewöhnliches Panorama-Objektiv. Aber wo sind da die Grenzen zu ziehen? Denn eigentlich beschäftigt sich auch dieser Beitrag hauptsächlich mit speziellen Abbildungsarten, wobei der eingeführte Begriff „Fisheye-Objektiv“ wegen seiner Popularität mit verwendet wurde. So besehen, gehört das Peri-Apollar zum Thema. Mit dieser von H. Brachvogel (Volpi AG, CH-8902 Urdorf-Zürich) entwickelten Optik ist man in der Lage, 360 Grad nahtlos in einem Bild zu erfassen. Das Bild ist kreisförmig (Abb. 25). Richtet man die Kamera mit dem Peri-Apollar senkrecht nach oben, liegt der eigene Standpunkt in der (abgedeckten) Bildmitte. Der innere Rand des Kreisrings stellt die Bild-Unterkante, der äußere Rand die Bild-Oberkante dar. Die Abbildung findet nach den Gesetzen der Zentralprojektion statt, weil alle Senkrechten des Objektfeldes radialsymmetrisch im Bildmittelpunkt zusammenlaufen. Durch die Eigenart der optischen Konstruktion ist eine absolute Winkeltreue gewährleistet und der Horizont ist durch die Aufstellungshöhe des Objektivs bei der Aufnahme eindeutig und meßbar festgelegt.

Das in das herausragende Glasei (asphärische Linse) des Objektivs eintretende Licht wird beim Übergang zwischen Luft und Glas nach innen gebrochen und anschließend an der gegenüberliegenden Grenzfläche totalreflektiert (Schnittbild Abb. 26). In diesem Glasklotz entsteht praktisch das ringförmige Bild. Es wird noch durch eine korrigierende Linse geschickt und von einem Objektiv beinahe konventioneller Bauweise auf den Film projiziert.

#### Daten des Volpi Peri-Apollar:

(als Beispiel die Ausführung für Kleinbildkameras)

Brennweite der Peri-Linse (das Glasei): 20 mm; rel. Öffnung 1:1,0.

Brennweite des gesamten Objektivs: 40 mm; rel. Öffnung 1:5,6.

Innen- und Außendurchmesser des Bildes: 8 und 23 mm.

Bildwinkel: horizontal 360 Grad; vertikal 2 x 30 Grad (je 30 Grad oberhalb und unterhalb des Horizonts). Optischer Aufbau aus 8 Linsen.

Blenden-Einstellung: 5,6 bis 22.

Entfernungseinstellung: 0,1 m bis  $\infty$ .

Das Peri-Apollar kann wie jedes andere Wechselobjektiv mit Adapterringen an praktisch alle Kleinbild-Spiegelreflexkameras angesetzt werden. Außerdem gibt es Peri-Apollare für 16-mm-Filmkameras (auch Fernseh-kameras) und 70-mm-Film.

Auch mit dem Peri-Apollar kann man eine „Umbildung“ betreiben. Die Firma Volpi bietet dafür sogar einen speziellen Projektionsapparat (Volpi-Peri-Projektor) an. Zum Projizieren wie zum Vergrößern verwendet man wieder das Peri-Apollar, dessen Frontlinse man zylindrisch mit der Projektionsfläche oder mit dem Fotopapier umgibt. Auf diese Weise können auch beliebige Bildausschnitte entzerrt werden.

Zum Abschluß noch einige Anwendungsbeispiele:

Dokumentationsfotografie oder Fernsehbeobachtung in größeren Hohlkörpern wie Röhren, Kanälen, Brunnen, Bohrungen und Tanks. Umfassende Registrieraufnahmen von Laboraufbauten. Panorama-Aufnahmen des Tatortes in der Kriminaltechnik. Rundum-Verkehrsbeobachtungen. Projektion in Simulatoren.

Wer mit dem Peri-Apollar fotografiert oder filmt, sollte die Kamera sorgfältig senkrecht ausrichten und mit gestreckten Armen nach oben halten, damit er nicht mit aufs Bild kommt. Bei Stativaufnahmen empfiehlt es sich, unter der Kamera in Deckung zu gehen. Für Aufnahmen in horizontaler Richtung ist das Peri-Apollar nicht gedacht. Das schließt aber nicht aus, daß unter besonderen Bedingungen auch solcherart aufgenommene Fotos sinnvoll und aussagestark sein können. Stellen Sie sich beispielsweise vor, daß Sie mitten unter einer großen Brücke stehend das Peri-Apollar waagrecht halten. Die Aufnahme wird den Brückenbogen, die Stützpfeiler und die Wasserfläche (Boote etc.) in einem 360 Grad-Rundumblick zeigen.