

# FISHEYE-OBJEKTIVE VERZEICHNUNG MIT SYSTEM

Normalerweise spricht man von „Verzeichnung“, wenn seitlich entworfene Bildpunkte nicht an der durch die Gesetze der Zentralperspektive bestimmten Stelle liegen. Die Verzeichnung äußert sich auffallend darin, wenn in Wirklichkeit gerade verlaufende Linien zum Bildrand hin zunehmend stark verbogen erscheinen.

Praktisch alle Weitwinkelobjektive sind mit einer leichten Verzeichnung behaftet, die man noch tolerieren kann. Gelegentlich fällt ins Auge, daß diese als „verzeichnungsfrei“ geltenden Weitwinkelobjektive die Dinge zur Peripherie hin widernatürlich verbreitern, ja verzerren. (Mehr über die „projektive Verzerrung“ auf Seite 86 in diesem Heft.) Aus solchen Beobachtungen ergeben sich Zweifel am verzeichnungsfreien Bild. Tatsächlich macht die Abbildungsart des „verzeichnungsfreien Objektivs“ z. B. das Abschätzen von Flächenanteilen und Raumwinkel nach der fotografischen Aufnahme zu einem schwierigen Unterfangen. Bitte verstehen Sie diese Zeilen nicht als Kritik an der verzeichnungsfreien Abbildung, die sicherlich den höchsten Wahrheitsgehalt in den Aussagen über Perspektive, Raum und Gestalt hat – zumindest solange die Bildwinkel nicht allzu groß werden. Wer sich mit Fisheye-Objektiven genauer beschäftigen will, muß etwas umdenken und die herkömmlichen Anschauungen bezüglich Verzeichnung und Perspektive über Bord werfen. Die Fisheye-Objektive „verzeichnen“ nämlich eigentlich nicht, sondern sie bilden nach anderen Funktionen ab. Streng genommen dürfte man den Begriff „Verzeichnung“ nur dann anwenden, wenn Abweichungen zur gewollten Projektion (Abbildungsart) vorkommen.

Für unsere technisch und naturwissenschaftlich interessierten Leser – vor allem aber auch für spezielle Fisheye-Anwendungen – stellen wir die vier wichtigsten Abbildungsarten (Projektionen) vor:

1. Verzeichnungsfrei (gnomonische Projektion)
  2. Flächentreu (equisolidangle-Projektion)
  3. Abstandstreu (äquidistante Projektion)
  4. Orthografische Abbildung
- Die mathematischen Beziehungen für diese Abbildungsarten sind in einem Tableau zusammengefaßt (Abb. 1). Zum besseren Verständnis der Be-

① <u>Abbildungsarten</u>	
1. Verzeichnungsfrei (gnomonische Projektion)	$y' = f \times \tan \alpha$
2. Flächentreu ("equisolidangle"-Projektion)	$y' = 2f \times \sin \frac{\alpha}{2}$
3. Abstandstreu (äquidistante Projektion)	$y' = k \times \alpha$
4. Orthografisch (orthografische Projektion)	$y' = f \times \sin \alpha$

griffe und Formelzeichen sollte man Abb. 2 heranziehen. Es bedeuten:  $y'$  = Bildpunktabstand zur Bildmitte (opt. Achse);  $f$  = Objektivbrennweite;  $\alpha$  = objektseitiger Winkel zur optischen Achse.

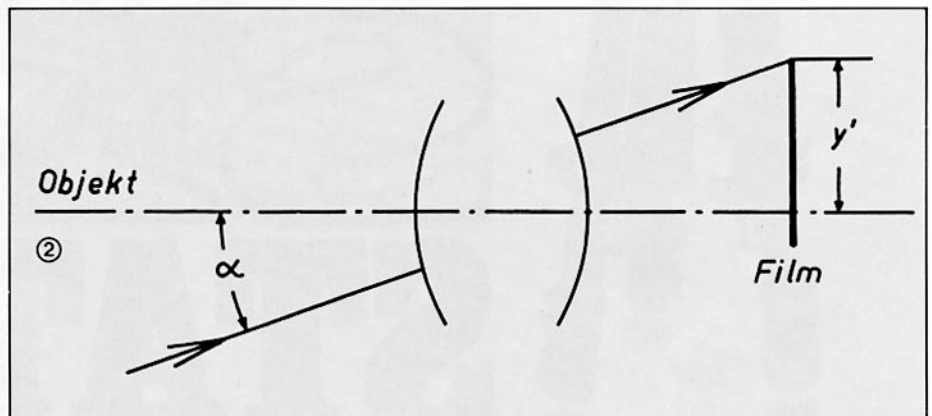
## VERZEICHNUNGSFREIE ODER GNOMONISCHE PROJEKTION

Das ist die Abbildungsart der üblichen Weitwinkelobjektive. An dieser Stelle dient ihre Beschreibung hauptsächlich Vergleichszwecken. Bei der gnomonischen Projektion werden trotz gleichen Winkelintervalls die Abstände zwischen den Bildpunkten zum Bildrand immer größer. Auch die Bildpunkte selbst werden zum Rand hin immer großflächiger abgebildet. Die Abb. 3 entstand nach einer Versuchsaufnahme mit einem verzeichnungsfreien 15-mm-Weitwinkelobjektiv. Nach einer Winkeldrehung um jeweils  $10^\circ$  schalteten wir eine in größerem Abstand fest angebrachte Lichtquelle kurz ein. Die Lichtquelle bildete sich folglich im  $10^\circ$ -Intervall auf dem Film ab.

Bei der verzeichnungsfreien oder gnomonischen Projektion ist der bildseitige Hauptstrahlwinkel immer gleich dem objektseitigen Winkel. Rechnet man nach Formel 1, wird für den Halbwinkel von  $90^\circ$  (das entspräche einem Bildwinkel von  $180^\circ$ ) der Bildpunktabstand  $y'$  unendlich groß. Auch das ist ein Beweis dafür, daß sich mit verzeichnungsfreier Abbildung ein Bildwinkel von  $180^\circ$  nicht erreichen läßt. (Darüber mehr im Beitrag ab Seite 86.)

## FLÄCHENTREUE ABBILDUNG

Bei formatfüllend arbeitenden Fisheye-



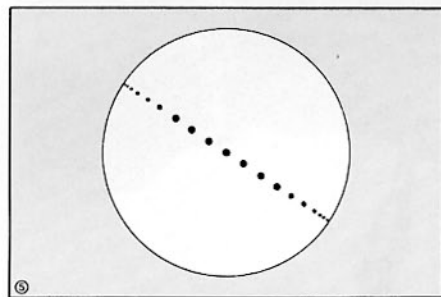
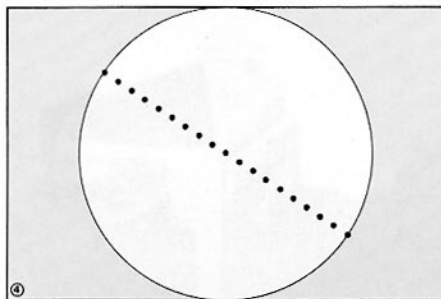
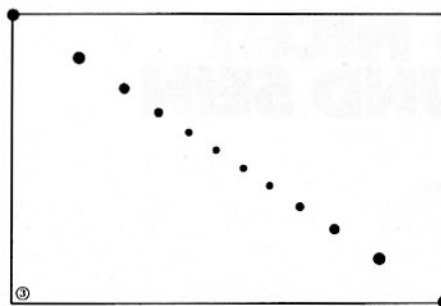
Objektiven hoher Qualitätsstufe (rechteckiger Bildausschnitt) darf man davon ausgehen, daß sie ziemlich genau flächentreu abbilden. In technischen Daten findet man für diese Abbildungsart auch den Terminus „equisolidangle“. Gerade Objektlinien werden vergleichsweise wenig durchgebogen und das Bildformat wird bis in die äußersten Ecken ohne merklichen Lichtabfall ausgezeichnet. Deshalb lassen sich flächentreu abbildende Fisheye-Objektive besonders vorteilhaft in der kreativen Fotografie einsetzen.

Bei der flächentreuen Abbildung (Formel 2) stehen Bildflächen und objektseitige Raumwinkel in einer festen (proportionalen) Beziehung zueinander. Raumwinkel lassen sich aus den Aufnahmen quantitativ bestimmen. Beispielsweise ist die Messung oder direkte Abschätzung des Bewölkungsgrades im flächentreuen Fisheye-Bild möglich.

#### ABSTANDSTREUE ODER ÄQUIDISTANTE ABBILDUNG

Hochwertige Rundbild-Fisheye-Objektive bilden (mit einer Ausnahme – siehe nächsten Abschnitt) äquidistant oder abstandstreu ab. Unter gleichen Winkelschritten stehende Objektpunkte erscheinen auf dem Bild in gleichen Abständen. Wie eine in  $10^\circ$ -Intervallen aufgenommene Lichtquelle abgebildet wird, zeigt Abb. 4. Diese Abbildungsart ist für die technisch-wissenschaftliche Fotografie von großer Bedeutung, kann man doch auf dem Fisheye-Foto ausgemessene Bildpunktabstände unmittelbar in objektseitige Winkel umrechnen. Das ist interessant für Positionsbestimmungen von Himmelskörpern, für die Messung des Höhenwinkels von Horizontlinien und für ähnliche Aufgaben.

Die mathematische Beziehung für die abstandstreu Projektion (Formel 3) ist sehr einfach. Man multipliziert den objektseitigen Winkel mit einer Konstante „k“ und erhält den Bildpunktabstand. Die Konstante „k“ nimmt beispielsweise den Wert der Äquivalenzbrennweite oder den reziproken Wert der nominellen Brennweite an. Für Kleinbildobjektive mit  $180^\circ$  diametralem Bildwinkel und 23 mm Bildkreisdurchmesser ist „k“ meist um 0,13. Die



Brennweite liegt demzufolge zwischen 7,5 und 8 mm. Einige Objektive haben auch  $220^\circ$  diametralen Bildwinkel und 6 mm Brennweite (Nikon).

#### MIT ORTHOGRAFISCHER PROJEKTION...

... arbeitet nur das OP-Fisheye-Nikkor 5,6/10 mm. Damit es exakt die vorgegebene Abbildungsart einhält, wurde es mit einer stark asphärisch verformten Frontlinse ausgestattet. Der diametrale Bildwinkel beträgt  $180^\circ$  und der Bildkreisdurchmesser 20 mm. Das OP-Fisheye-Objektiv ist ein Spezialobjektiv für die technisch-wissenschaftliche Fotografie, das beispielsweise zur Ermittlung des Himmelsfaktors beim Städtebau herangezogen wird. Die Abbildungscharakteristik ist gegenläufig zur verzeichnungsfreien Projektion, wie auch aus Abb. 5 zu ersehen (wiederum die Abbildung einer Lichtquelle in  $10^\circ$ -Intervallen). Es gilt für Berechnungen die Formel 4. Die orthografische Abbildungsart ist aus dem Geographie-Unterricht bekannt, denn in dieser Projektion wird die Erdoberfläche auf einem zylindrischen Mantel um den Äquator abgebildet.

Wer nicht selbst rechnen und sich trotzdem ein wertemäßiges Bild über die Projektionsarten machen will, sollte unsere Tabelle genau studieren. Beispielsweise kann man daraus entnehmen, wie sich der Bildpunktabstand bei der abstandstreuen (äquidistanten) Projektion für jeden  $10^\circ$ -Winkelintervall um gleichmäßig 1,3 mm (genau 1,33 mm) verändert. Daher also der Name „abstandstreu“ oder „äquidistant“.

Josef Scheibel

#### Wertetabellen für verschiedene Abbildungsarten

(für Kleinbildformat 24 x 36 mm)

Winkel zur optischen Achse $\alpha$	Bildpunktabstand $y'$ zur opt. Achse		
	Super-Wv. $f = 13 \text{ mm}$	Rundbild-FE. $f = 7,5 \text{ mm}$	Rechteck-FE. $f = 16 \text{ mm}$
$10^\circ$	2,3 mm	1,3 mm	2,8 mm
$20^\circ$	4,7 mm	2,7 mm	5,6 mm
$30^\circ$	7,5 mm	4,0 mm	8,3 mm
$40^\circ$	10,9 mm	5,3 mm	10,9 mm
$50^\circ$	15,5 mm	6,7 mm	13,5 mm
$60^\circ$	(22,5 mm)	8,0 mm	16,0 mm
$70^\circ$		9,3 mm	18,4 mm
$80^\circ$		10,7 mm	20,6 mm
$90^\circ$		12,0 mm	(22,6 mm)
Abbildungsarten	verzeichnungsfrei	äquidistant	flächentreu

© Labor Scheibel