

A photograph of two puffins facing each other against a sunset background. The puffin on the left is in sharp focus, showing its dark cap, white cheek, and bright red beak. The puffin on the right is slightly out of focus. The background is a soft, warm glow from the setting sun over a dark landscape.

Blende und Schärfe

Der Einfluss der Blende auf die Schärfe

Tierfotografie in Island

Die Blende hat einen grossen Einfluss auf die Schärfentiefe, das weiss jeder. Aber warum eigentlich?
Wenn wir schon dabei sind: warum hat die Blende eigentlich einen Einfluss auf die Schärfe?

Was passiert bei der Blende überhaupt und was ist eigentlich Schärfe?

Gibt es Probleme mit der Blende?
Was bedeutet Beugungsunschärfe?

Um diese Fragen zu beantworten holt Karl wieder einmal etwas aus und ich versuche es so einfach wie möglich wieder zu geben.

Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe



Um zu verstehen, was es mit den Begriffen Schärfe, Schärfentiefe und Blende auf sich hat, bedarf es einer Auseinandersetzung mit einigen Grundlagen der Optik.

Beginnen wir von vorne:

Schärfe

Wir starten mit unserem Auge, genauer gesagt beim Auflösungsvermögen unserer Netzhaut.

Die Netzhaut hat Rezeptoren, dank denen wir etwas sehen.

Wir haben eine beschränkte Anzahl von Rezeptoren (ca. 6 Mio. Farb und ca. 120 Mio. Schwarz/Weiss), daher ergibt sich auch beim Auge eine beschränkte Auflösung, analog zu den Pixeln auf dem Sensor.

Das Auge hat eine Auflösung von ca. 1/10 mm oder als Winkel ausgedrückt einer Bogenminute ($1/60^\circ$).

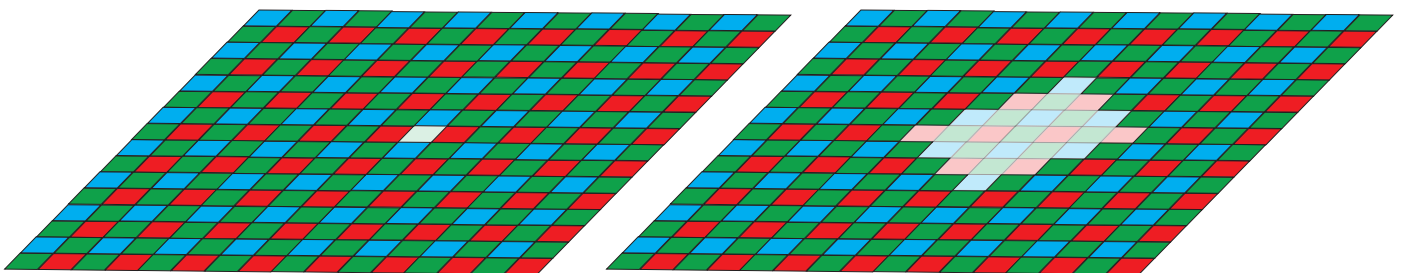
Definiton der Schärfe

Die Definition für die Schärfe auf einem Foto ergibt sich aus dem Betrachtungsabstand.

Bei einem Bild sollte der Betrachtungsabstand im Minimum der Diagonale entsprechen.

Bei einer Bildgrösse von 18x24 cm und dem empfohlenen Betrachtungsabstand (ca. 35 cm), sollte der Zerstreuungskreis nicht grösser als 1/10 mm sein, dies empfinden wir beim Betrachten als gleich scharf wie ein idealer Punkt.

Daraus folgt: der Bereich vor oder hinter dem fokussierten Objekt wird als scharf angesehen, solange der Zerstreuungskreis auf dem Sensor 30 μm nicht übersteigt.



Pixel Peeking

ein Pixel ca. 4 μm

Schärfe gemäss Definiton

eine Pixelgruppe ca. 30 μm

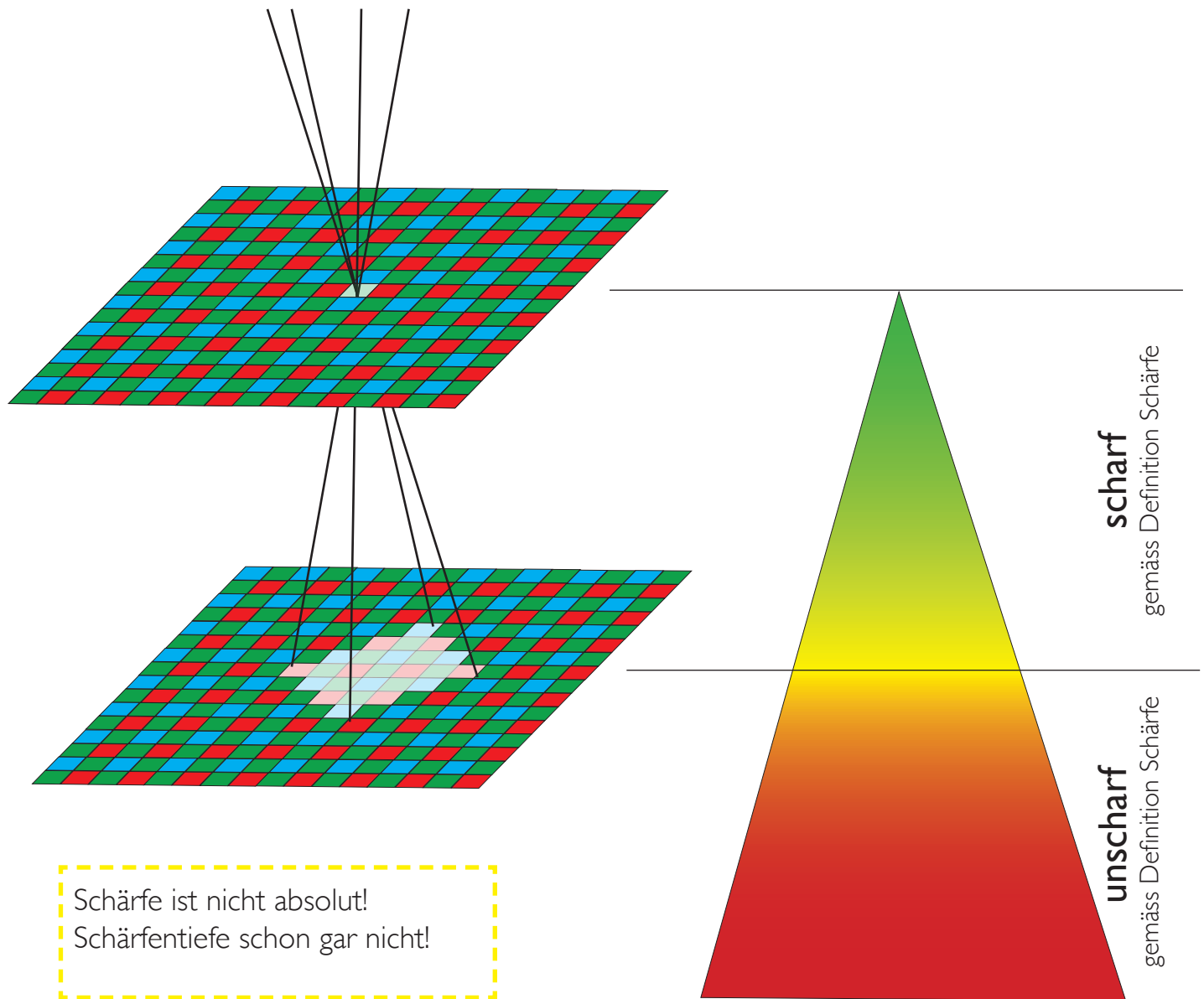
Ein moderner Sensor arbeitet mit Pixeln in der Gösse von ca. 4 μm , entsprechend klein ist die angestrebte Schärfe.

So würde die Schärfe gemäss Definition auf einem modernen Sensor aussehen (45 Mp) solange der Zerstreuungskreis kleiner als 30 μm ist.

Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe

Schärfentiefe



Die Schärfentiefe definiert den Bereich, der scharf abgebildet wird.

Der Bereich innerhalb des Zerstreuungskreises gilt als scharf ($30\text{ }\mu\text{m}$), was darüber hinaus geht, gilt als unscharf.

Warum sind die Resultate bei Schärferechner unterschiedlich ?

Das liegt unter anderem daran dass der Zerstreuungskreis unterschiedlich definiert wird.

Es gibt aber auch Schärferechner bei denen die Pixelgrösse des Sensors berücksichtigt wird COC (circle of confusion).

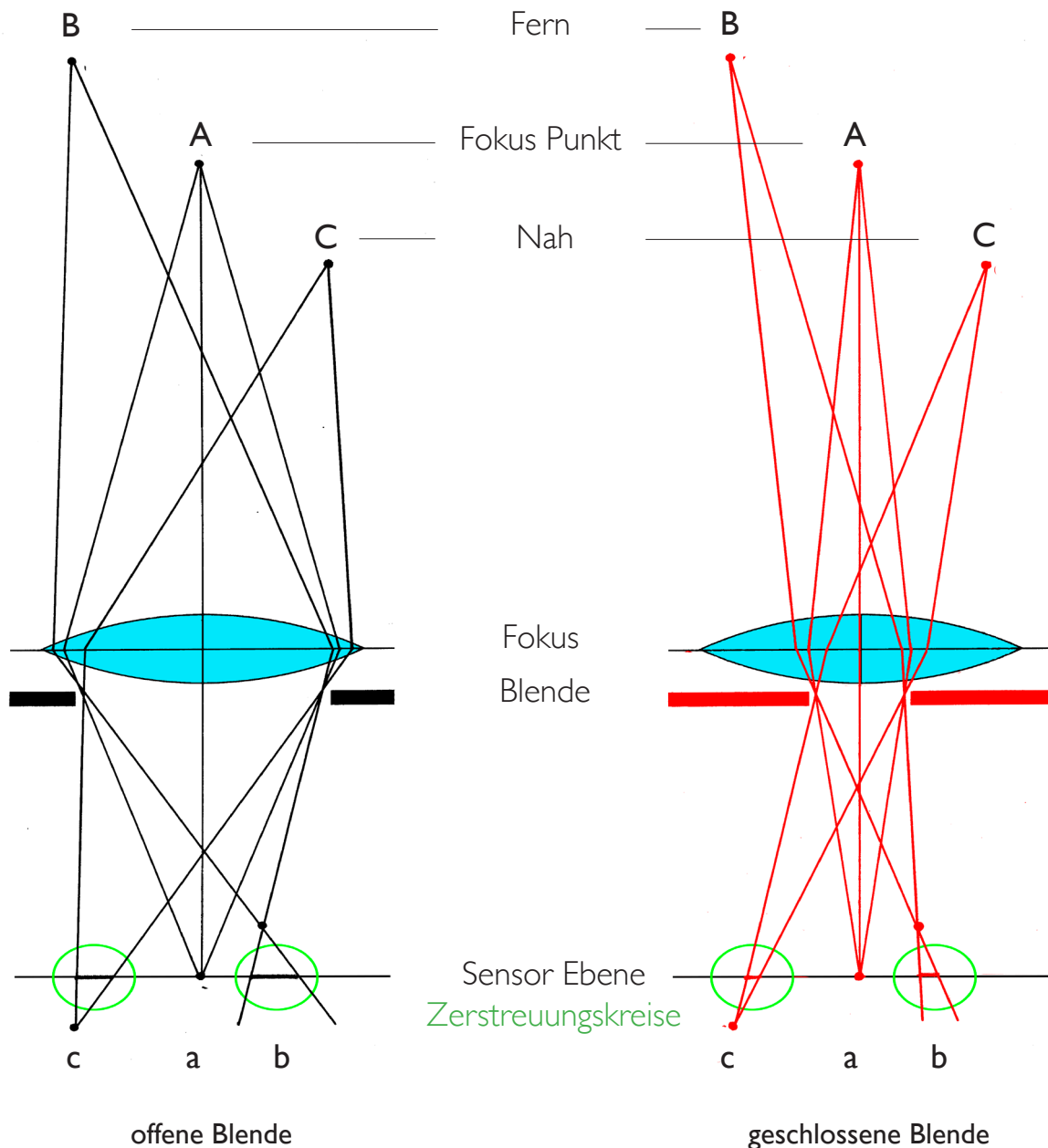
Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe



Einfluss der Blende auf die Schärfe

Wir sehen hier den Strahlenverlauf, den fokussierten Punkt A, einen entfernten Punkt B und der nähere Punkt C. Durch das fokussieren wird nur der Punkt A auf der Sensorebene a absolut scharf dargestellt. Die Punkte b und c liegen vor beziehungsweise hinter der Sensorebene. Diese Punkte werden deshalb als weniger scharfe oder unscharfe Kreise, den Zerstreuungskreisen abgebildet.



Durch die Offene Blende werden die zerstreungskreise grösser.
Die schärfentiefe wird kleiner.

Bei gleichem abstand der objekte, sind beiden Zerstreungskreise deutlich kleiner geworden.
Was nichts anderes bedeutet, als dass nun diese Punkte visuell als schärfer angesehen werden.
Die schärfentiefe wird grösser.

Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe



Blende



Ganze Blenden, jeweils eine der Halbierung der Öffnungsfläche

$f / 2.8$
offen

$f / 4$

$f / 5.6$

$f / 8$

$f / 11$
abgeblendet

$f / 16$

$f / 22$

Einsatzbereich der Blende



Zoom Objektiv



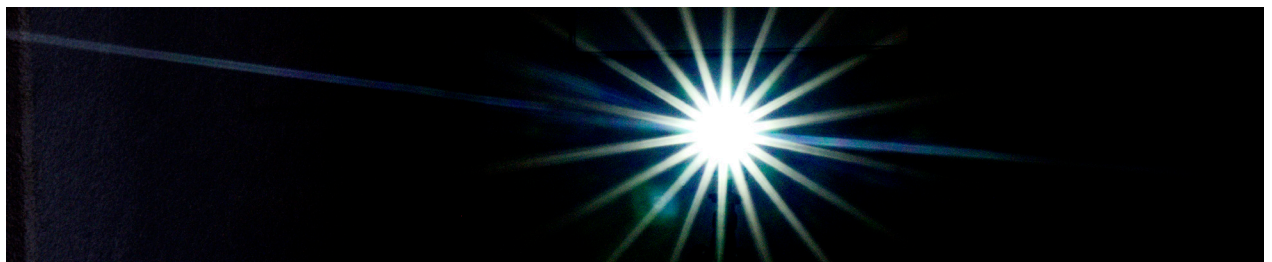
Festbrennweite

1. Die Schärfentiefe nimmt bei gleicher Blende zu je kleiner die Brennweite ist
2. Die Schärfentiefe nimmt bei gleicher Blende zu je weiter das fokussierte Objekt entfernt ist
3. Die Schärfentiefe nimmt zu je stärker abgeblendet wird
4. Die Schärfentiefe nimmt zu je kleiner der Sensor ist

ACHTUNG:

zu Punkt:

3. Es ist nicht ratsam zu stark abzublenzen, denn an der Kante der Blende gibt es einen Störfaktor die Beugungsunschärfe. Dieser Effekt macht sich bei kleinen Blenden immer stärker bemerkbar. Man kennt diesen Effekt auch als Blendensterne bei den Lichtquellen im Bild.



Ergänzung zu Punkt:

4. Dies weil es für den gleichen Bildausschnitt eine kürzere Brennweite braucht. Bei einem Vollformatsensor 24 x 36 mm ergibt sich mit einem 50 mm Objektiv ein Bildwinkel von ca. 39 Grad. Bei einem Iphon mit einem Sensor von 4.5 x 3.4 mm darf die Brennweite nur 6 mm betragen und den gleichen Bildausschnitt zu fotografieren. (Siehe auch Sensor und Schärfentiefe Seite 8)

Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe



Fokus

Schärfe erreichen wir ohne Fokus nicht.

Jedes Objektiv hat Linsen zum fokussieren diese werden näher oder weiter weg von der Sensorebene bewegt. Wir haben uns in unkosten gestürzt und einen Testaufbau gefertigt um das fokussieren zu demonstrieren.



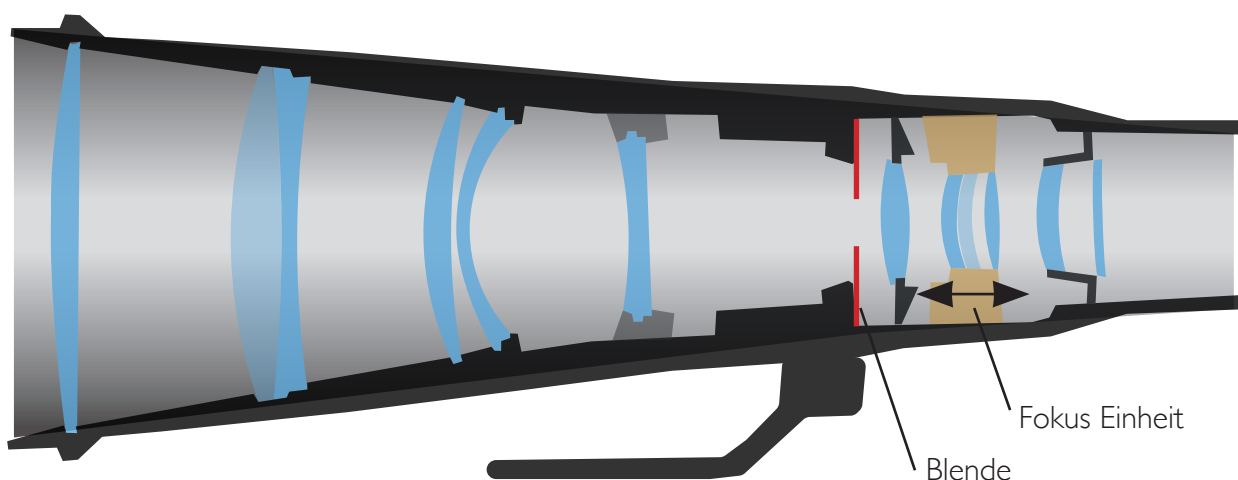
Eigentlich würde es zum Fokussieren genügen wenn man die Linse etwas näher oder wieder von Sensor bewegt um vom gewünschten Objekt ein scharfes Abbild zu erhalten. (Siehe unser versuch oben)
Um aber die Ansprüche der modernen Fotografie zu erfüllen, genügt eine Linse nicht.

Um aber die Ansprüche der modernen Fotografie zu erfüllen, genügt eine Linse nicht.

Das Beispiel zeigt schematisch ein 400mm f 2.8 Objektiv

Es zeigt auf wie viel komplexer der Aufbau ist. Da werden Linsen mit speziellem Schliff und aus unterschiedlichen Gläsern verwendet. Die Oberflächen der Linsen werden speziell beschichtet um Reflektionen zu vermindern.

Zum Fokussieren werden meist mehrere Linsen bewegt, zum teil in verschiedene Richtungen.



Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe

Bildgrösse und Schärfe



Wie bereits abgehandelt ist die schärfe auch vom betrachtungsabstand abhängig.

Betrachtungsabstand > Diagonale



Bild Karl Meier

Dieses Bild einer 45 Mp Kamera mit einer Auflösung von 8512x5504 Pixel.

Der blaue Rahmen 1200 x 800 Pixel zeigt den Ausschnitt, der aus diesem Bild gemacht werden kann um immer noch den 30µm Zerstreuungskreis nicht zu überschreiten Bildgrösse 18 x 24 cm.

Die Grösse des Blauen Rechtecks ergibt sich aus einer Sensorbreite von 36 mm / 30µm = 1200 Pixel

Wo ausser für die Ausschnittvergrösserung bringt die hohe Auflösung denn noch einen Nutzen?

Soll ein Foto sehr gross ausgedruckt werden und trotzdem kleinste Details aus der Nähe betrachtet noch ersichtlich sein.

Bleiben wir beim obigen Bild. Das Bild im blauen Rahmen auf eine Grösse von 24 x 18 cm gedruckt ist im Abstand von ca. 35 cm für unser Auge scharf. Wenn wir nun das ganze Bild in dieser Auflösung drucken wird das gesamte Bild 170 x 124 cm gross. aber wir dürfen dies immer noch aus 35 cm Abstand betrachten.

Dieses Bild müssten wir aber um die Verhältnisse von oben beizubehalten von einer Distanz von 2.4 m betrachten. Dann darf aber der Punkt einen Durchmesser von 0.7 mm haben was heisst das unser obiges Bild dann 12 x 8 m sein dürfte.

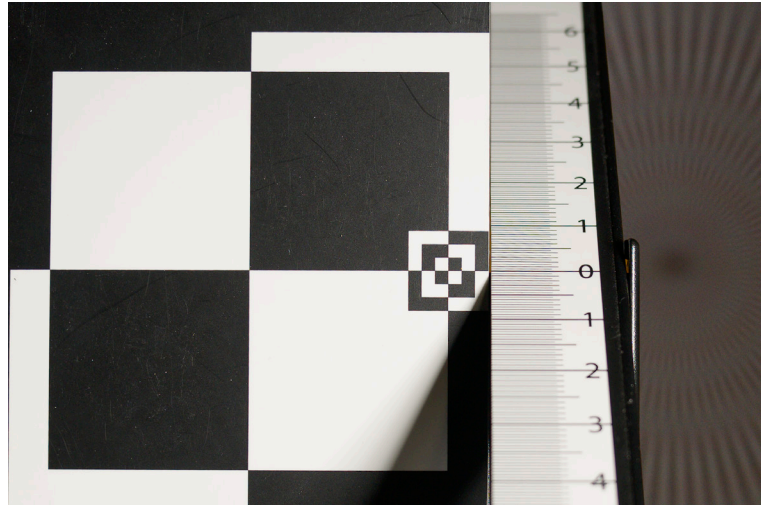
Vom Licht zum Bild

Blende und Schärfe

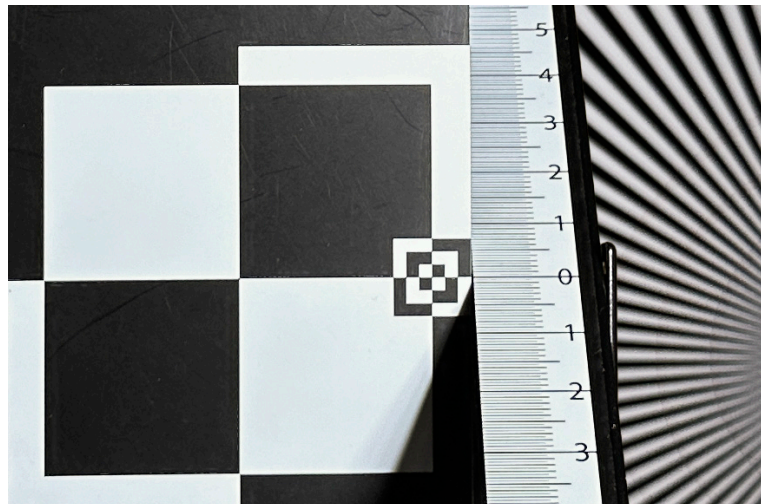
Sensor und Schärfentiefe



Nikon Z8
Grosser Sensor 36 x 24 mm
Objektiv 24 mm
Blende $f/2.8$



Iphone 14 Pro/Max
Kleiner Sensor 5.7 x 4.3 mm
Objektiv 6.8 mm entspricht 24 mm
Blende $f/1.8$



Das bedeutet, dass Handys grundsätzlich immer eine grosse Schärfentiefe haben und ein Freistellen durch bewusste Unschärfe schlecht möglich ist. (mit Bildbearbeitung im Handy wird dies zum Teil nachgeahmt)

Mein Fazit:

Schon seit geraumer Zeit schärfe ich meine Bilder nicht mehr für den Export, mit diesem Wissen, wie in der Fotografie der Begriff Schärfe definiert ist mache ich das auch weiter so.

Der Begriff Schärfe ist in der Praxis nicht absolut. Die Blende werde ich auch bei Landschaftsaufnahmen weiterhin mit bedacht wählen.

Wir sehen das moderne Kameras ein Qualitätsstand erreicht haben die es uns erlauben riesige Bilder zu drucken, dass auch mit starker Ausschnittvergrösserungen immer noch brauchbare Bilder möglich sind.