

Testtafel zur Prüfung der AF-Genauigkeit und zur Messung der AF-Fehleinstellung

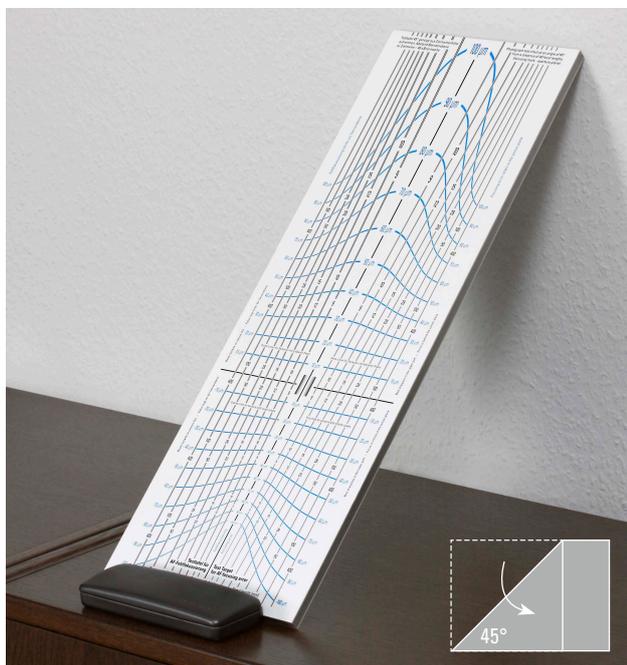
von Walter E. Schön

In letzter Zeit wurde in Fotozeitschriften, Internet-Testberichten und Internet-Foren immer wieder über mangelhafte Autofokus-Einstellgenauigkeit von SLR-Kameras mit Phasendetektions-System berichtet.

Viele Fotografen bemerken es nicht, weil sie lichtschwache Zoomobjektive verwenden oder ihre lichtstärkeren Objektive abblenden. So wird die Fehleinstellung von der Schärfentiefe kaschiert. Falls mit offener Blende lichtstarker Objektive unscharfe Aufnahmen entstehen, vermuteten die Fotografen oft eigene Fehler (zu hastiges Arbeiten, ungenaues Anpeilen) oder mangelhafte Bildqualität des Objektivs.

Eine zuverlässige Prüfung der AF-Genauigkeit war bisher nur grob möglich („scharf“ oder „unscharf“ sowie „vor“ oder „hinter“ der Sollentfernung), nicht aber quantitativ so, um entscheiden zu können, ob das AF-System, falls möglich, kalibriert oder beim Kamera-/Objektivhersteller reklamiert werden soll.

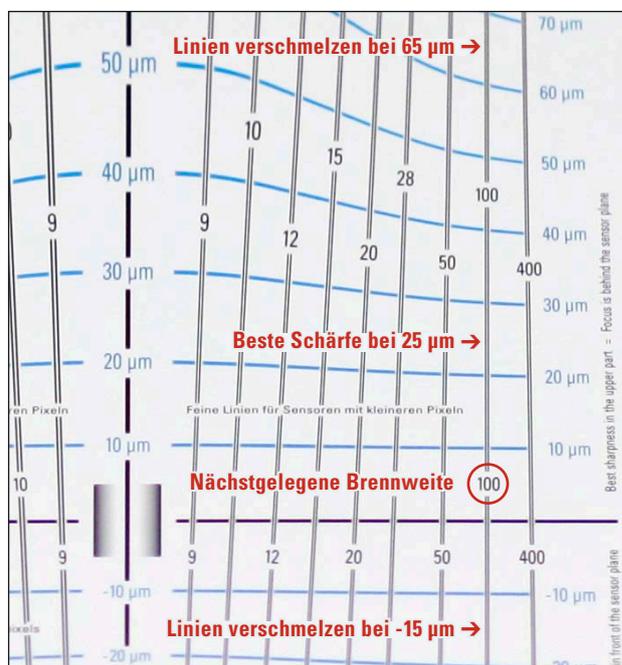
Diese Testtafel ermöglicht nicht nur eine Prüfung auf Fehlfokussierung wie andere übliche Hilfsmittel (z. B. ein schräg fotografiertes Lineal oder Millimeterpapier), sondern sie liefert für alle AF-Objektive ab 9 mm Brennweite je nach Blende bis auf $\pm 5 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$) genaue Zahlenwerte für die bildseitige Abweichung der Ebene bester Schärfe vor oder hinter der Sensorebene im Bereich von $\pm 0,1 \text{ mm}$.



45°-Neigung mit einem Geodreieck oder einfacher mit einem wie oben in der Zeichnung gefalteten Blatt Schreibpapier überprüfen.

Kurzanleitung (siehe auch Zeichnungen der folgenden Seiten)

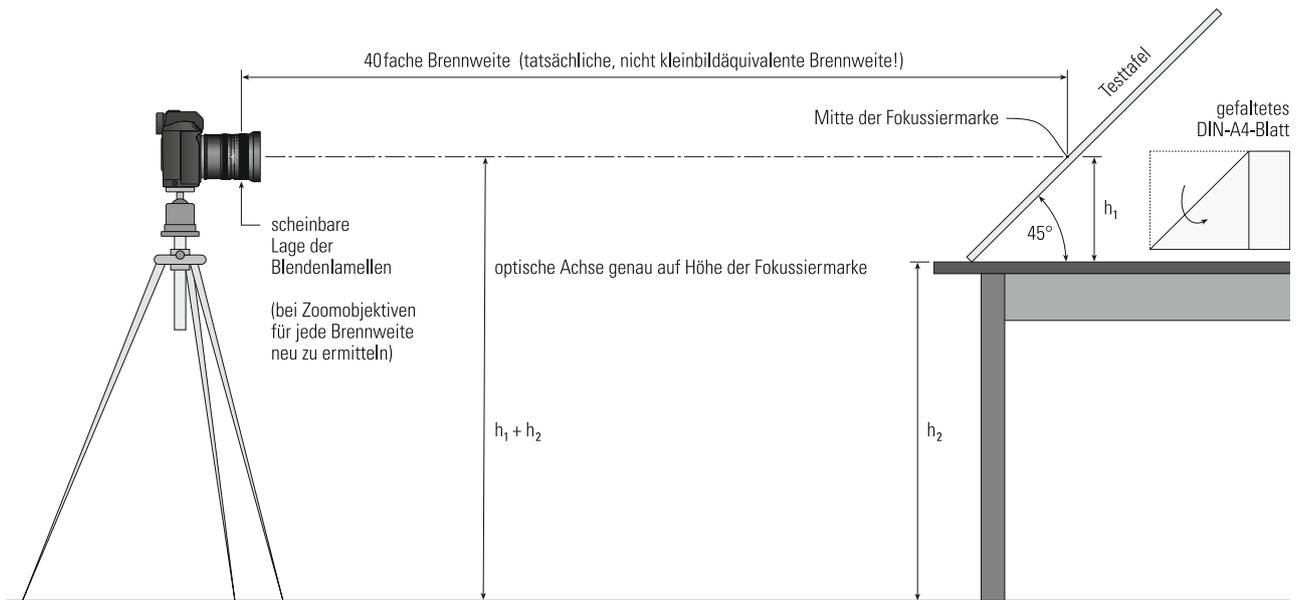
1. Testtafel auf eine etwa 21 x 63 cm große Platte legen oder besser kleben (z. B. Pappe, Resopal, Sperrholz, Hartschaum).
2. Auf einem Tisch oder kleinen Schrank 45° schräg aufstellen; Winkel mit gefaltetem Blatt Papier prüfen (siehe Zeichnung).
3. Kamera so auf ein Stativ montieren, dass die Objektivachse horizontal genau in Höhe der Zielmarke der Testtafel verläuft.
4. Kamera im Abstand der 40fachen Objektivbrennweite aufstellen (der Abstand ist ab Blende ebene bis Zielmarke zu messen).
5. Empfindlichkeit auf ISO 100, Belichtungsmessung auf mittentbetont oder Spot und Belichtungskorrektur auf +1 EV einstellen.
6. Kamera präzise so ausrichten, dass die Zielmarke der Testtafel in der Mitte des Sucherbildes im AF-Messfeld zentriert ist.
7. Fünf Aufnahmen im AF-Modus auslösen, wobei jeweils vorher die Entfernungseinstellung auf kürzere Distanz verstellt wird.
8. Fünf weitere Aufnahmen im AF-Modus auslösen, wobei die Entfernungseinstellung vorher auf längere Distanz verstellt wird.



Beispiel 85-mm-Objektiv (wegen eines hochauflösenden Sensors mit sehr kleinen Pixeln konnten die rechten Doppellinien benutzt werden).

9. Aufnahmen auf den Computer übertragen und in 100 % Größe auf dem Monitor betrachten (1 Sensorpixel = 1 Monitorpixel).
10. Diejenigen zwei Doppellinien (je eine links und rechts) auswählen, deren Zahl der Objektivbrennweite am nächsten kommt.
11. Auf diesen Doppellinien den Ort bester Schärfe ermitteln (in der Mitte zwischen den Stellen, an denen die Doppellinien zu einer einzigen dickeren und unscharfen Linie verschmelzen).
12. Die blauen Zahlen der blauen Linien durch den so gefundenen Ort bester Schärfe geben an, um wieviel μm ($1/1000 \text{ mm}$) das scharfe Bild der Zielmarke vor oder hinter der Sensorebene liegt.
13. Der Mittelwert der ersten fünf Ergebnisse gibt die mittlere AF-Fehlfokussierung für das Fokussieren von nah nach fern und der Mittelwert der zweiten fünf Ergebnisse die für das Fokussieren von fern nach nah an (beide können unterschiedlich sein!).
14. Die Differenz zwischen dem kleinsten und größten Messwert für den Ort bester Schärfe aller Aufnahmen ist die Streubreite.
15. Bei AF-Fehlfokussierung oder Streubreite über $\pm 20 \mu\text{m}$ ist eine Kalibrierung (falls möglich) oder Reparatur zu empfehlen.

So fotografieren Sie die Testtafel und werten die Ergebnisse am Computermonitor aus



Vorbereiten der Testtafel

Wenn Sie die Testtafel nicht bereits einsatzfertig auf eine Hartschaumplatte aufgezogen gekauft haben, besorgen Sie sich als Unterlage einen stabilen Karton oder noch besser eine Sperrholz-, Resopal- oder Hartschaumplatte im Format 21 cm x 63 cm oder ein wenig größer. Legen oder kleben Sie die Testtafel auf die Platte, damit sie schräggestellt eben bleibt und sich nicht durchbiegt. Zum Kleben eignet sich am besten ein flächig aufzutragender Sprühkleber (bitte beachten Sie dessen Anleitung und legen Sie beim Sprühen großflächig alte Zeitungen unter). Sie vermeiden Luftblasen, wenn Sie die Testtafel beim Aufkleben auf der Platte „abrollen“ und nach außen glattstreichen.

Aufbauen der Testtafel und der Kamera

Stellen Sie die Testtafel mit einer Neigung von genau 45° auf einen Tisch oder ein Schränkchen (siehe Bild). Benutzen Sie zur Kontrolle dieses Neigungswinkels ein Geodreieck oder ein DIN A4 großes Blatt Papier, das Sie so falten, dass eine kurze Kante genau auf der benachbarten lange Kante liegt (siehe Bild oben).

Messen Sie mit einem Maßband, wie hoch die horizontale Linie durch die Fokussiermarke über dem Fußboden liegt (oder addieren Sie die Höhe über der Tischplatte h_1 + Tischplattenhöhe h_2).

Stellen Sie die Kamera horizontal ausgerichtet auf ein stabiles Stativ und ziehen Sie die Stativbeine und/oder die Mittelsäule so weit aus, dass die Objektivachse (Mitte des Objektivs) exakt so hoch wie die waagerechte Linie durch die Fokussiermarke der Testtafel ist ($h_1 + h_2$). Überprüfen Sie das mit dem Maßband.

Schauen Sie von vorn ins Objektiv und schätzen Sie ab, wo etwa die Blendenebene des Objektivs zu liegen scheint. Es kommt nicht darauf an, wo die Blendenebene tatsächlich ist, sondern wo man sie von vorn durch die Linsen hindurch sieht. Falls Sie bei offener Blende nicht erkennen können, wo die Blende liegt, schalten Sie die Kamera ein, stellen die Verschlusszeit auf „B“ und die Blende auf 11 oder 16. Wenn Sie nun auslösen und den Auslöser gedrückt halten, schließt sich die Springblende auf den eingestellten Wert, und Sie können von vorn sehr gut die Blendenlamellen erkennen. Genau dort liegt die gesuchte scheinbare Blendenebene. Merken Sie sich diese Stelle oder markieren Sie sie außen an der Fassung, z. B. mit einem Klebeband.

Multiplizieren Sie die (bei Zooms: eingestellte) Brennweite des Objektivs (die tatsächliche, nicht die kleinbildäquivalente) mit 40. Das ergibt den ab der Blendenebene zu messenden Aufnahmeabstand, in dem die Kamera von der Testtafel-Fokussiermarke entfernt aufzustellen ist. Die in obiger Zeichnung strichpunktierte optische Achse muss von oben betrachtet rechtwinklig zur Testtafelvorderkante verlaufen (siehe Bild rechts oben).

Richten Sie nun die Kamera ohne Änderung des Abstandes und der Kamerahöhe genau auf die Fokussiermarke aus. Sie sehen im Sucher einer Spiegelreflexkamera in der Mattscheibenmitte eine meistens quadratische Markierung des zentralen Autofokus-Messfeldes, bei anderen Kamera sowie bei Spiegelreflexkameras im Liveview-Modus sehen Sie eine ebensolche Autofokus-Messfeldmarkierung auf dem LCD-Monitor. Die Kamera ist dann korrekt ausgerichtet, wenn die Testtafel-Fokussiermarke mittig in der AF-Messfeldmarkierung abgebildet wird.

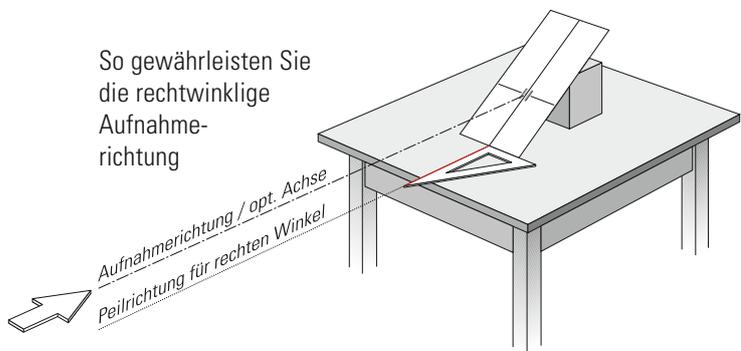
Die Kamera sollte weder nach links noch nach rechts verkippt sein. Orientieren Sie sich an der vertikalen Mittellinie der Testtafel, die im Bild möglichst genau senkrecht stehen soll. Falls Ihre Kamera das Einblenden von Gitterlinien auf dem LCD-Monitor erlaubt, helfen Ihnen diese beim korrekten Ausbalancieren.

Die Testtafel füllt nur einen kleinen Teil des Aufnahmeformats aus. Was außerhalb der Testtafel auf den Fotos zu sehen sein wird, ist belanglos. Es kommt nur auf die Testtafel selbst an.

Optimale Beleuchtung und korrekte Belichtung

Die Testtafel sollte gleichmäßig und weich beleuchtet sein. Das ist am einfachsten mit einem Aufsteck-Blitzgerät mit Schwenkreflektor zu erreichen, wenn Sie mit fast senkrecht nach oben gegen die Zimmerdecke gerichtetem Reflektor blitzen. Falls Sie bei schönem Wetter die Fotos draußen machen möchten, ist diffuses Himmelslicht stets direkter Sonne vorzuziehen. Ein Platz im Schatten einer Hauswand wäre also bei Sonnenschein besser.

Stellen Sie die Belichtungsmessung möglichst auf mittigenbetont oder Spotmessung ein, damit bevorzugt bzw. nur die Testtafel gemessen wird, und geben Sie eine Belichtungskorrektur von +1 (mittenbetont) bis +2 EV-Stufen (Spotmessung) ein. Die Aufnahmen sollen nämlich so belichtet werden, dass die weiße Hintergrundfläche der Testtafel auch auf den Fotos fast weiß



ist. Ohne Belichtungskorrektur würde automatisch so belichtet, dass die zum Messen anvisierte Fläche hell- bis mittelgrau abgebildet wird (fast wie eine Graukarte mit 18 % Reflexionsgrad).

Die eingestellte Empfindlichkeit sollte nicht über ISO 100 sein, damit die bei höheren Einstellungen automatisch wirksamen Rauschunterdrückungsmaßnahmen nicht die Schärfe mindern. Die Pixelauflösung ist auf den höchsten Wert und die JPEG-Kompression auf höchste Qualität zu stellen. Sie benötigen keinen RAW-Modus für die Testaufnahmen. Er erfordert nur höheren Aufwand, ohne Ihnen hier einen Nutzen zu bringen.

Fotografieren der Testaufnahmen

Machen Sie alle Testaufnahmen im normalen AF-Modus, nicht im Liveview-Modus. Da es immer eine gewisse Streuung gibt, reicht eine einzige Testaufnahme nicht aus. Sie sollten mindestens 10 Aufnahmen machen, wobei Sie vor jeder Aufnahme die Entfernungseinstellung manuell verändern, um die Kamera neu fokussieren zu lassen. Verändern Sie vor dem automatischen Fokussieren die Entfernungseinstellung bei der Hälfte der Testaufnahmen in Richtung kürzerer und bei der anderen Hälfte in Richtung weiterer Entfernung. Es ist nämlich möglich, dass Sie je nach Laufrichtung der Autofokussierung verschiedene Ergebnisse erhalten. Bei 10 Aufnahmen bekommen Sie schon einen recht zuverlässigen Eindruck von der Streubreite sowie einen statistisch bereits ausreichend gut abgesicherten Mittelwert.

Fehlfokussierung erkennen Sie am deutlichsten in Aufnahmen mit offener Blende. Fotografieren Sie daher auch Ihre Testaufnahmen mit offener Blende. Bei sehr lichtstarken Objektiven mit einer Anfangsblende ab etwa 1,8 bis 1,2 ist es sinnvoll, auch Testaufnahmen mit Blende 2,8 oder 4 zu machen, weil viele dieser Objektive bei offener Blende eine Fokusdifferenz relativ zu mittleren Blenden aufweisen, die Sie so erkennen können. Noch weiteres Abblenden erschwert die Auswertung wegen der schnell zunehmenden Schärfentiefe und macht sie ungenauer.

Falls Sie mehrere Objektive oder mit verschiedenen Blenden testen, notieren Sie Objektiv, Blendenwert und Bildnummern, um die Aufnahmen später richtig zuordnen zu können.

Betrachten der Aufnahmen auf dem Computermonitor

Übertragen Sie die Aufnahmen auf Ihren Computer. Auf dem LCD-Monitor der Kamera sehen Sie selbst in stark vergrößerter Darstellung noch zu wenig, um präzise urteilen zu können.

Hängen Sie ein Kürzel für die Objektivbrennweite und die benutzte Blende an die von der Kamera erstellten Dateinamen. Ändern Sie z.B. `_MG_1759.JPG` in `_MG_1759_1-8_85.JPG`, um kenntlich zu machen, dass Sie diese Aufnahme bei Blende 1,8 mit einer Brennweite von 85 mm gemacht haben.

Falls Sie ein Bildbearbeitungsprogramm besitzen, können Sie für kleinere Dateien alles außerhalb eines Rechtecks um die Testtafel abschneiden (löschen). Sie brauchen zur Auswertung nur das Bild der Testtafel; alles andere ist unnötiger Ballast.

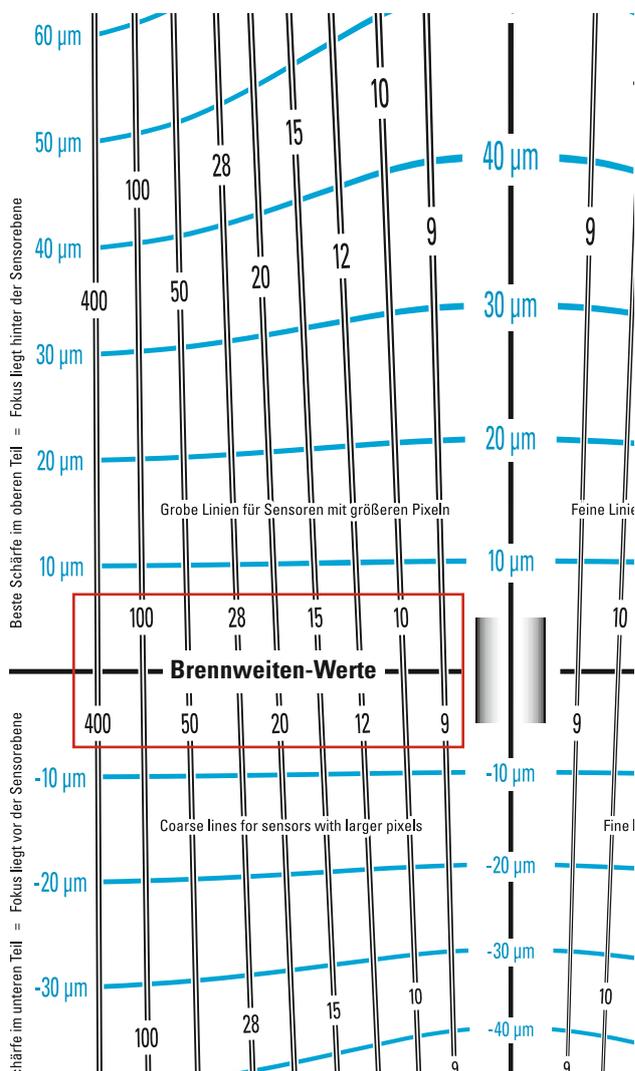
Betrachten Sie nun die Testtafel auf dem Monitor in großer Darstellung, idealerweise in 100 % Größe (ein Bildpixel = ein Monitorpixel), möglichst nicht in „krummen“ Größe, um die Auflösung nicht durch Interpolation zu verschlechtern.

Je nach Blendenwert ist nur ein mehr oder weniger hoher horizontaler Streifen scharf; darüber und darunter wird das Bild zunehmend unscharf. Uns interessiert der Ort bester Schärfe.

Steigerung der Genauigkeit durch Doppellinien

Suchen Sie links und rechts der Mitte die mit derjenigen Zahl beschrifteten Doppellinien, die der Brennweite des Objektivs entspricht oder ihr am nächsten kommt. Beim zuvor erwähnten 85-mm-Objektiv wären es die beiden mit „100“ beschrifteten Doppellinien. Diese Doppellinien verlaufen, wenn die Kamera nicht seitlich verkippt war, vertikal im Bild und haben über ihre volle Länge konstanten Abstand und konstante Strichstärke. In der linken Hälfte sind Strichstärke und Doppellinien-Abstand deutlich größer als in der rechten. Falls Ihr Kamerasensor sehr kleine Pixel hat, können Sie in Ihren Testaufnahmen vielleicht die in der rechten Hälfte gewählte Doppellinie innerhalb ihrer scharfen Zone noch trennen. Benutzen Sie dann zur weiteren Auswertung diese rechte Doppellinie. Falls Sie dort nur eine dicke unscharfe Linie sehen, weil Ihr Kamerasensor dafür zu große Pixel hat, verwenden Sie die kräftigere linke Doppellinie.

Wenn Sie an der für die Pixelgröße Ihres Sensors am besten geeigneten Doppellinie den Ort bester Schärfe gefunden haben, können Sie an den etwas wellig verlaufenden dicken blauen Linien über und unter der Fokussiermarke den exakten Betrag der AF-Fehlfokussierung ablesen. Positive Werte (z.B. 30 µm)



bedeuten, dass das scharfe Bild der Fokussiermarke um diesen Wert hinter der Sensorebene liegt, negative Werte dagegen bedeuten, dass das scharfe Bild vor der Sensorebene liegt.

Der fließende Übergang zwischen scharf und unscharf erschwert es, eine klare Grenze anzugeben, besonders bei lichtschwächeren Objektiven wegen deren größerer Schärfentiefe. Anhand der Doppellinien sind aber die Stellen, an denen die Linien zu einer einzigen unscharfen Linie verschmelzen, sicher zu identifizieren. Und weil der nach oben zunehmende Abstand und die ebenso zunehmende Stärke der Doppellinien auf der 45° schräg liegenden Testtafel so berechnet sind, dass sie in den Fotos für die zur Brennweite gehörende Doppellinie von oben bis unten konstant bleiben, liegt der Ort bester Schärfe genau mittig zwischen der oberen und der unteren Vereinigung des Linienpaars.

Beispiel: Wenn die relevante Doppellinie oben bei 60 µm und unten bei -30 µm zu einer dicken unscharfen Linie zusammenfließt, so liegt die beste Schärfe beim Mittelwert, der sich als die halbe Summe ergibt: $(60 \mu\text{m} - 30 \mu\text{m})/2 = 30 \mu\text{m}/2 = 15 \mu\text{m}$. Das positive Vorzeichen des Mittelwerts bedeutet, dass das Objektiv ein scharfes Bild des fokussierten Gegenstands, also der Fokussiermarke, um 15 µm hinter der Sensorebene erzeugt. Damit Sie sich die Bedeutung des Vorzeichens nicht zu merken oder sie hier in der Anleitung nachzulesen brauchen, ist sie am Testtafelrand in deutscher bzw. englischer Sprache vermerkt.

In den Testaufnahmen sind übrigens auch die zur ausgewählten vertikalen Doppellinie gehörenden Brennweitzahlen von oben bis unten gleich groß, während die nicht der Brennweite Ihres Objektivs entsprechenden Zahlen aller anderen, etwas schräg stehenden Doppellinien entweder von oben nach unten oder von unten nach oben allmählich größer werden. Sie können daher die Brennweitzahlen der für Ihr Objektiv geltenden Doppellinien zusätzlich zur Beurteilung der Schärfe verwenden.

Farbige Unschärfe durch chromatische Aberration

Speziell bei lichtstarken Objektiven mit Anfangsblende 1,8 oder größer zeigen die unscharfen Linien und Zahlen außerhalb der einigermaßen scharfen Zone oft eine leichte Färbung („Farbwolken“), im oberen Teil meistens grünlich und im unteren lila bis violett. Das hat mit der hier untersuchten AF-Fehlfokussierung nichts zu tun, sondern ist die Folge unvollständiger Behebung der „chromatischen Längsaberration“ und des „Gaussfehlers“ (= chromatische Variation der sphärischen Aberration), zweier bei lichtstarken Objektiven auffälliger Abbildungsfehler.

Erstellen Sie eine kleine Tabelle zur Auswertung

Beispiel für eine Tabelle mit Testergebnissen (unter „Start“ steht die Ausgangs-Entfernungseinstellung vor der AF-Auslösung):

Teleobjektiv 1,8/85 mm mit offener Blende

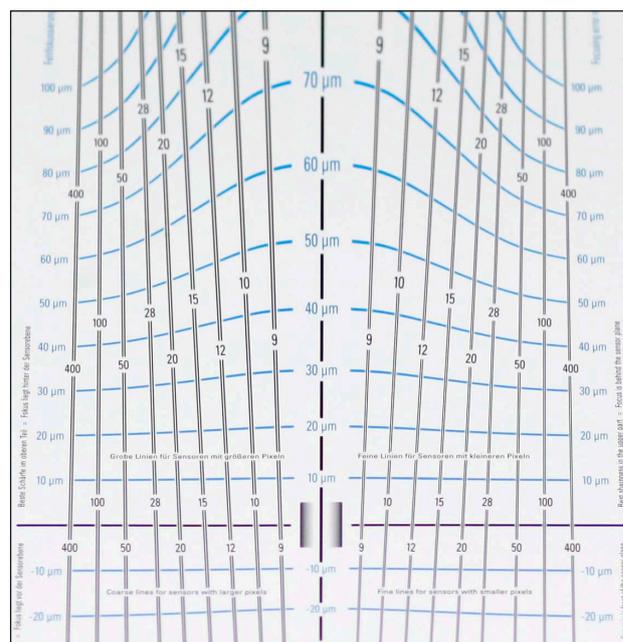
	Start	obere Grenze	untere Grenze	schärfste Stelle	Mittelwert
1.	nah	60 µm	-30 µm	15 µm	16 µm
2.	nah	80 µm	-10 µm	35 µm	
3.	nah	50 µm	-30 µm	10 µm	
4.	nah	50 µm	-40 µm	5 µm	
5.	nah	60 µm	-30 µm	15 µm	
6.	fern	40 µm	-50 µm	-5 µm	0 µm
7.	fern	50 µm	-50 µm	0 µm	
8.	fern	30 µm	-60 µm	-15 µm	
9.	fern	50 µm	-40 µm	5 µm	
10.	fern	60 µm	-30 µm	15 µm	

Wann ist eine Reklamation oder Reparatur angezeigt?

Sie werden sich vermutlich wundern, dass die Schwankungen von Aufnahme zu Aufnahme größer als von Ihnen erwartet ausfallen. Aber Sie müssen mit gewissen Toleranzen rechnen; keine Spiegelreflexkamera-Autofokuseinstellung ist perfekt. Da Ihre Testtafel aufnahmen unter idealen Voraussetzungen erfolgen (Kamera auf einem Stativ, klare Struktur einer kontrastreichen Fokussiermarke und gute Beleuchtung), sollte sowohl die Streubreite als auch die mittlere Abweichung nicht wesentlich über ca. ±20 µm liegen. In der zuvor als Beispiel gezeigten Tabelle liegt die mittlere Abweichung beim Fokussieren von einer kürzeren („nah“) wie auch von einer weiteren („fern“) Ausgangs-Entfernungseinstellung gut innerhalb der Toleranz: Die Streubreite bei Ausgangs-Entfernungseinstellung „nah“ ist 5 µm bis 35 µm (Differenzbetrag 30 µm) und bei Ausgangs-Entfernungseinstellung „fern“ -15 µm bis 15 µm (Differenzbetrag ebenfalls 30 µm), also jeweils ±15 µm. Nur die Gesamt-Streubreite aller zehn Aufnahmen von -15 µm bis 35 µm (Differenzbetrag 50 µm) liegt mit ±25 µm ein wenig über der obengenannten Grenze. Da aber beide Mittelwerte 16 µm und 0 µm gut innerhalb ±20 µm liegen, kann dieses Ergebnis noch akzeptiert werden.

Falls Ihre Objektive schlechter abschneiden, sollten Sie beim Händler oder Kamera-/Objektivhersteller reklamieren und ihm die ermittelte Fehlfokussierung (Mittelwert) und Streubreite mitteilen. Einige SLR-Kameras ermöglichen eine individuelle Justage für eine beschränkte Zahl von Originalobjektiven (siehe Kameraanleitung) durch den Anwender selbst. Da die mit dieser Testtafel gewonnenen Werte genau proportional zu den Justier-einheiten der Kamera sind, kommen Sie sehr schnell ans Ziel.

Bei Fremdobjektiven kann es aber schwierig werden, den Verursacher der Fehlfokussierung zu finden. Dann wird es notwendig, die Kamera auch mit mehreren Objektiven des Kameraherstellers zu prüfen. Schneiden sie ähnlich schlecht wie das Fremdobjektiv ab, ist sehr wahrscheinlich die Kamera verantwortlich. Schneiden sie jedoch deutlich besser als das Fremdobjektiv ab, liegt die Ursache so gut wie sicher beim Fremdobjektiv. Weitere Gewissheit kann dann ein Test des Fremdobjektivs an einer anderen Kamera bringen, deren Autofokus mit anderen Objektiven einwandfrei arbeitet und zuverlässig scharfe Bilder liefert.



Testaufnahme mit Objektiv 1,8/85 mm. Wenn die feineren Doppellinien auf der rechten Seite nicht getrennt würden, müssten die größeren Doppellinien auf der linken Seite benutzt werden.