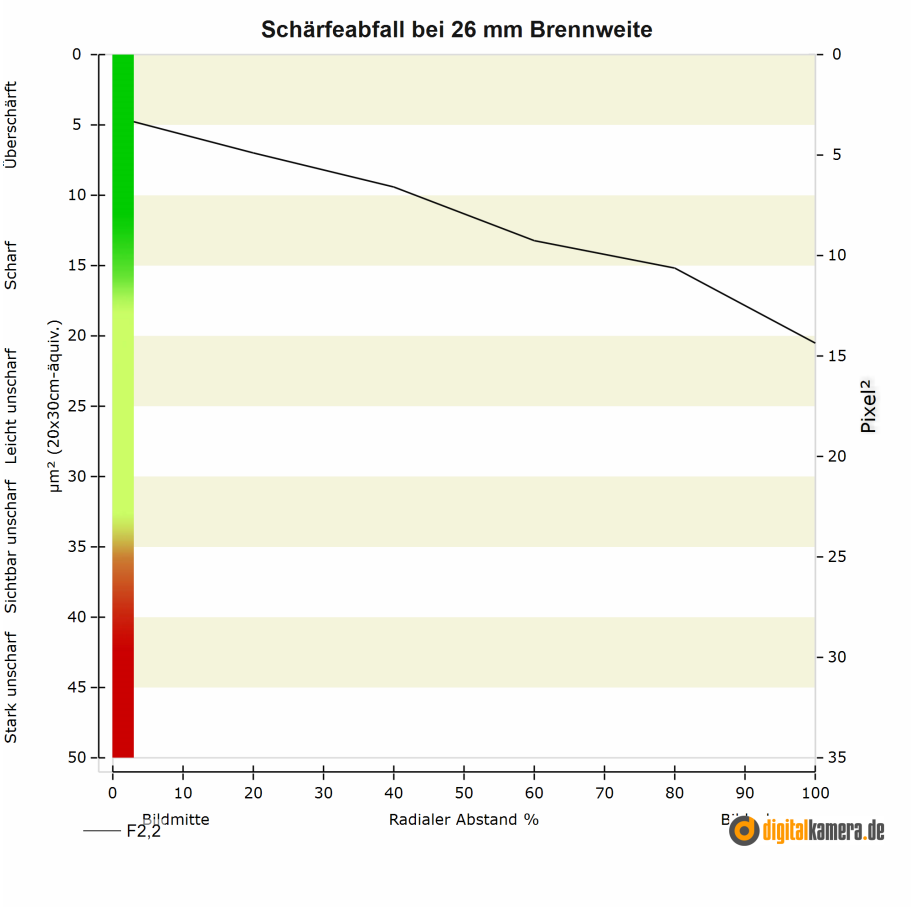
Labortest-Protokoll (v6.1)

Nokia Lumia 1020 (v6.1)

2013-10-11 Dieses Labortest-Protokoll besteht aus umfangreichen Bildqualitäts-Labormesswerten in Form von Diagrammen und Tabellen sowie Messwerten zur Auslöseverzögerung. Gemessen wird dabei in JPEG. Alle Brennweiten in diesem Protokoll sind äquivalent zum 35-Millimeter-Kleinbildformat angegeben. Einige Messwerte beziehen sich zur Vergleichbarkeit unterschiedlich auflösender Digitalkameras auf einen 20 x 30 Zentimeter großen Fotodruck. Die Auflösung wiederum wird zur Vergleichbarkeit unterschiedlich großer Sensoren auf einen 24 x 36 Millimeter großen Kleinbildsensor umgerechnet.

Schärfeabfall

Der Schärfeabfall gibt an, wie die Bildschärfe einzelner Motivpunkte von der Bildmitte bis zum Bildrand dargestellt wird. Bezugssystem ist ein 20 x 30 Zentimeter großer Ausdruck beziehungsweise Abzug, so dass Objektive von Kameras unterschiedlicher Auflösung annähernd vergleichbar werden. Auf der rechten Skala ist der absolute Schärfewert auf dem Bildsensor dargestellt. Hier ist ein scharfes Bild bis 1,5 Pixel² gegeben, ab 2,5 Pixel² wird die Unschärfe sichtbar.

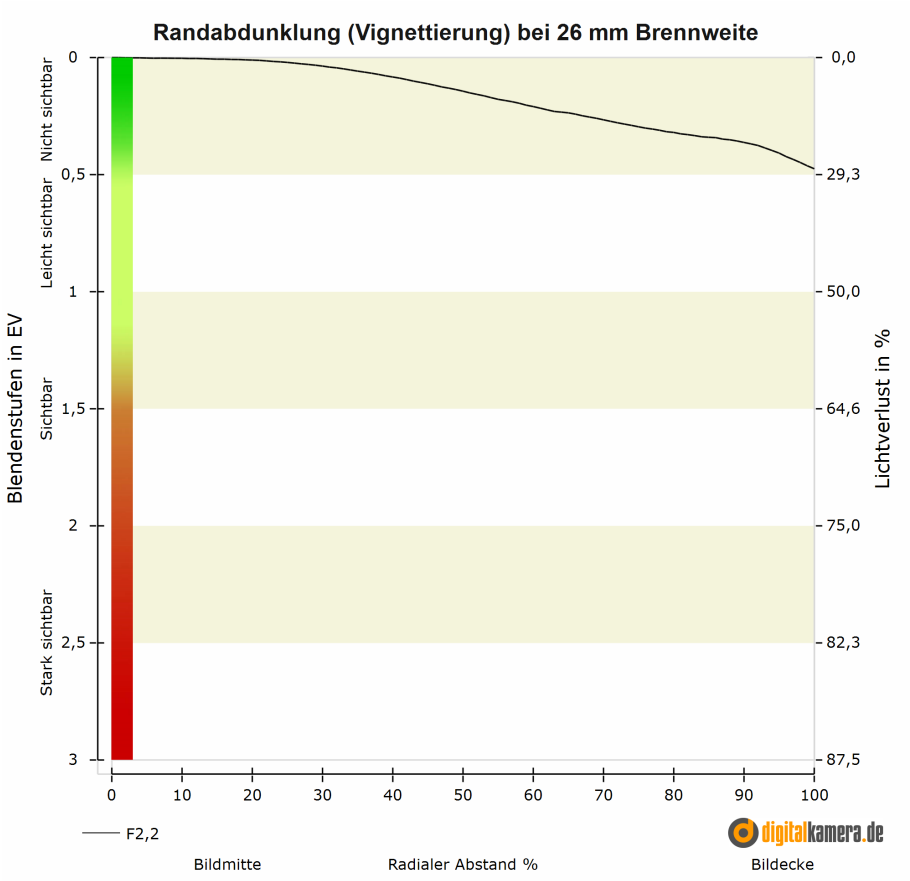


Randabdunklung (Vignettierung)

Die Randabdunklung oder Vignettierung zeigt an, wie die Helligkeit von der Bildmitte zum Bildrand abfällt. Vignettierung ist ein natürlicher Effekt. Sollte sie sehr klein sein, so deutet das entweder auf einen großen Bildkreis des Objektivs hin oder aber die Vignettierung wird elektronisch von der Kamera korrigiert. Letzteres hat möglicherweise vor allem höheres Rauschen in den Bildecken zur Folge, kann aber auch die Randschärfe verschlechtern.

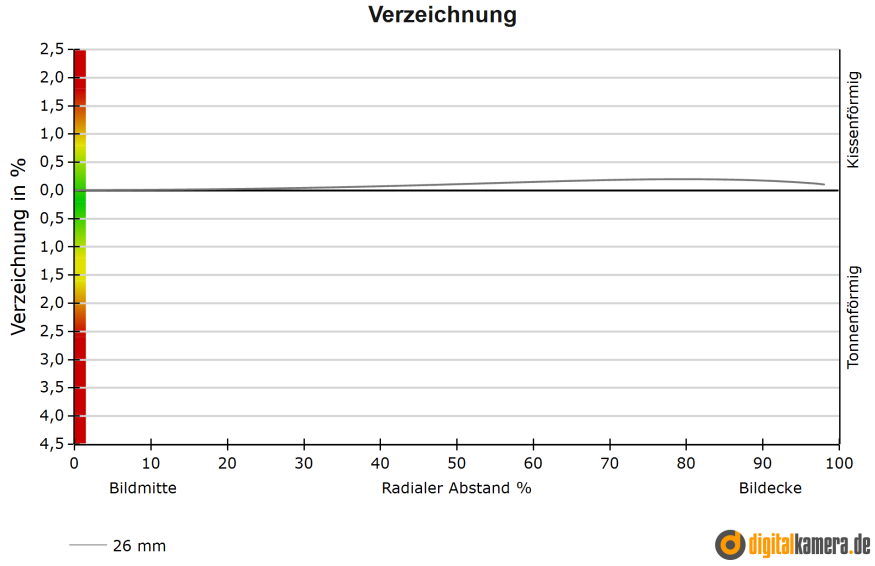
Maximale Randabdunklung

	26 mm
F2,2	35 % (0,6 EV)



Verzeichnung

Als Verzeichnung wird eine lokale Veränderung des Abbildungsmaßstabs optischer Systeme bezeichnet. Nimmt die Vergrößerung zu den Rändern des Bildfelds zu, spricht man von kissenförmiger Verzeichnung. Werden dagegen die Bildränder kleiner abgebildet, spricht man von tonnenförmiger Verzeichnung. Tonnenförmige Verzeichnung, bei der parallele Linien zum Bildrand nach außen gebogen erscheinen, wird vom Betrachter als natürlicher wahrgenommen. Im Gegensatz zur kissenförmigen Verzeichnung, bei der parallele Linien zum Bildrand hin gebogen erscheinen. Verzeichnung nimmt vor allem am Bildrand zu. Besonders unangenehm und auch digital schwer zu korrigieren ist eine wellenförmige Verzeichnung, die erst zu- und am Bildrand wieder abnimmt. Bei Zoomobjektiven ohne nennenswerte gemessene Verzeichnung ist eine kamerainterne digitale Korrektur sehr wahrscheinlich.



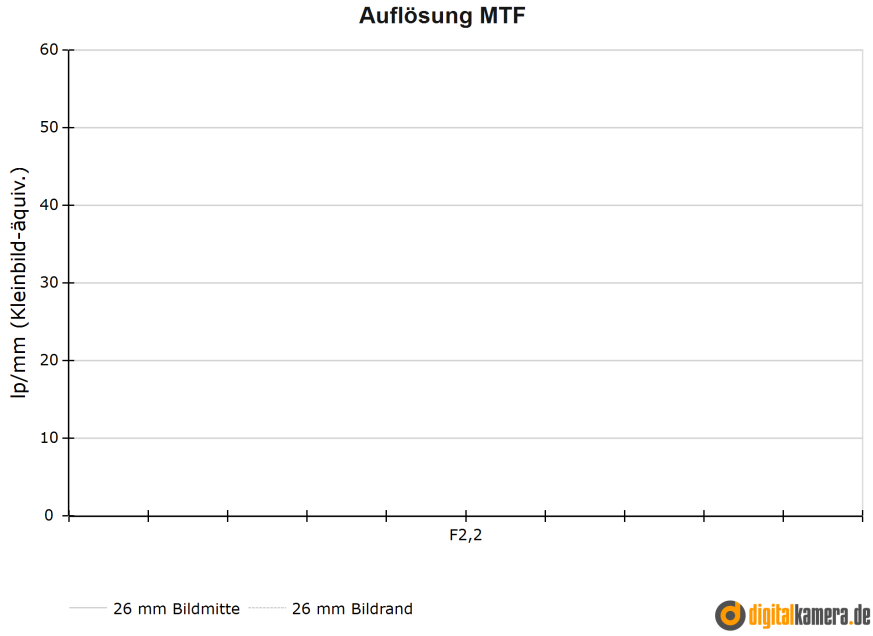
Chromatische Aberration

Gemessen wird hier die laterale Chromatische Aberrationen (CAs), auch Farbquerfehler genannt. Diese entsteht dadurch, dass die Lichtbrechung von der Wellenlänge (also Farbe) abhängt. CAs zeigen sich als Farbsäume an Kontrastkanten und sind am Bildrand stärker ausgeprägt als im Zentrum. Daher stellt das Diagramm einen Mittelwert sowie den Maximalwert dar. Ein hoher Farbquerfehler deutet auf eine minderwertig korrigierte optische Rechnung hin beziehungsweise auf eine schlechte apochromatische Korrektur.

	F2,2
26 mm Max. CA	96,3 µm (2,4 px)
26 mm Mittlere CA	16,3 µm (0,4 px)

Auflösung (MTF)

Die gemessene Auflösung in der Bildmitte und am Bildrand leitet sich direkt aus der gemessenen MTF-Kurve ab. Sie stellt die Auflösung des Gesamtsystems aus Objektiv, Bildsensor und Bildverarbeitung für verschiedene Kontraste dar. MTF ist die Abkürzung für Modulation Transfer Function. Bewertet wird die Auflösung bei 50 Prozent Motivkontrast (MTF50), da die Darstellung aller gemessenen MTF-Kurven den Rahmen dieses Labortestprotokolls sprengen würde. Zwar gilt der bei fünf bis zehn Prozent Kontrast gemessene Wert als höchste darstellbare Auflösung. Die Praxis jedoch hat gezeigt, dass der MTF50-Wert aussagekräftiger ist: Einerseits reagiert das menschliche Auge auf Kontraste von etwa zehn Prozent nicht besonders empfindlich, zum anderen ist der Unterschied zwischen guten und schlechten Objektiven bei MTF50 viel offensichtlicher und vergleichbarer. Ebenfalls zur Erhöhung der Vergleichbarkeit zwischen Kameras mit unterschiedlichen Sensorgrößen wird die Auflösung in Linienpaaren pro Millimeter (lp/mm) bezogen auf einen Kleinbildsensor (36 x 24 Millimeter) angegeben.



	F2,2
26 mm Bildmitte	43,5 lp/mm
26 mm Bildrand	23,6 lp/mm

Schärfeartefakte

Bildsensoren können keine scharf abgegrenzten Hell-Dunkel-Kanten wiedergeben, steile Änderungen der Helligkeiten stellen sie als weichen Verlauf dar. Dadurch würde ein unbearbeitetes Bild als unscharf wahrgenommen werden. Um dem zu begegnen, schärft die Bildaufbereitung in der Kamera die Aufnahmen nach, indem sie Kantenkontraste erhöht. Je stärker nachgeschärft wird, desto höher steigt die Auflösung. Allerdings nehmen damit auch Störungen wie Schärfeartefakte und Überschwinger zu. Die Stärke dieser Artefakte gibt dieser Messwert wieder. Hohe Werte sind nicht generell unerwünscht, sie stehen für eine starke Aufbereitung des Sensorsignals wie sie für die Ausgabe der Aufnahmen auf einem Monitor oder Papierabzug meist gewünscht ist. Eine geringe Artefaktrate ist von Vorteil, wenn die Aufnahmen am PC nachbearbeitet beziehungsweise aufbereitet werden sollen.

	F2,2
26 mm Bildmitte	3,8 %
26 mm Bildrand	0,9 %

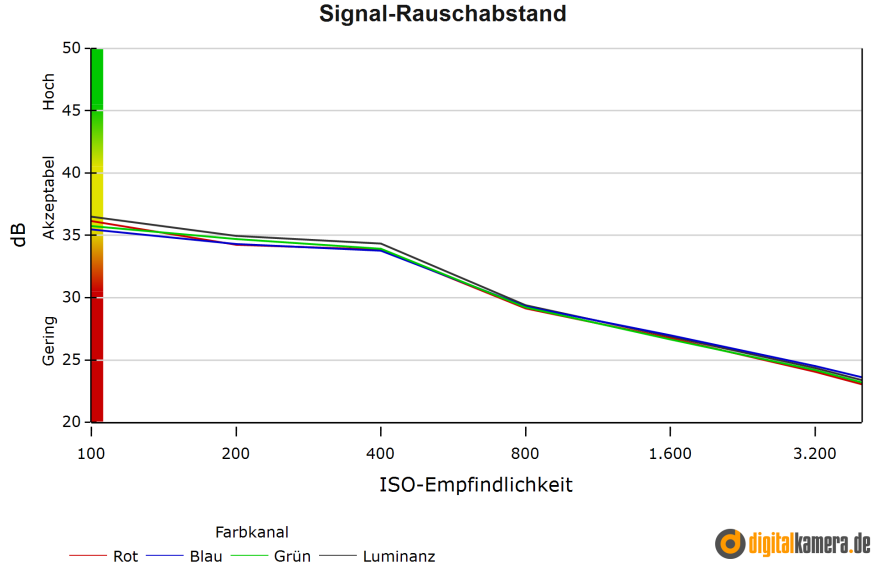
ISO-Empfindlichkeit

Die meisten Kameras beziehungsweise Hersteller nehmen es mit der Einhaltung der ISO-Empfindlichkeit nicht so genau. Diese Tabelle gibt Messwerte der tatsächlichen Empfindlichkeit wieder, die bei der jeweiligen ISO-Einstellung erreicht wird. Ist die Kamera durchgehend empfindlicher als eingestellt, so weist dies auf eine latente Überbelichtung hin, umgekehrt belichtet eine Kamera bei niedrigeren realen Empfindlichkeiten eher knapper. Ob sich dieser Effekt aber auch in der Praxis zeigt, hängt unter anderem davon ab, ob die automatische Belichtung diese Abweichungen berücksichtigt und wie die Kamera die Bilder intern weiter verarbeitet. Aber auch Blenden- und Belichtungszeiteinstellungen werden in der Regel nicht penibel eingehalten.

Eingestellte ISO-Empfindlichkeit	100	200	400	800	1.600	3.200	4.000
Gemessene ISO-Empfindlichkeit	75	140	283	539	1.103	2.137	2.629

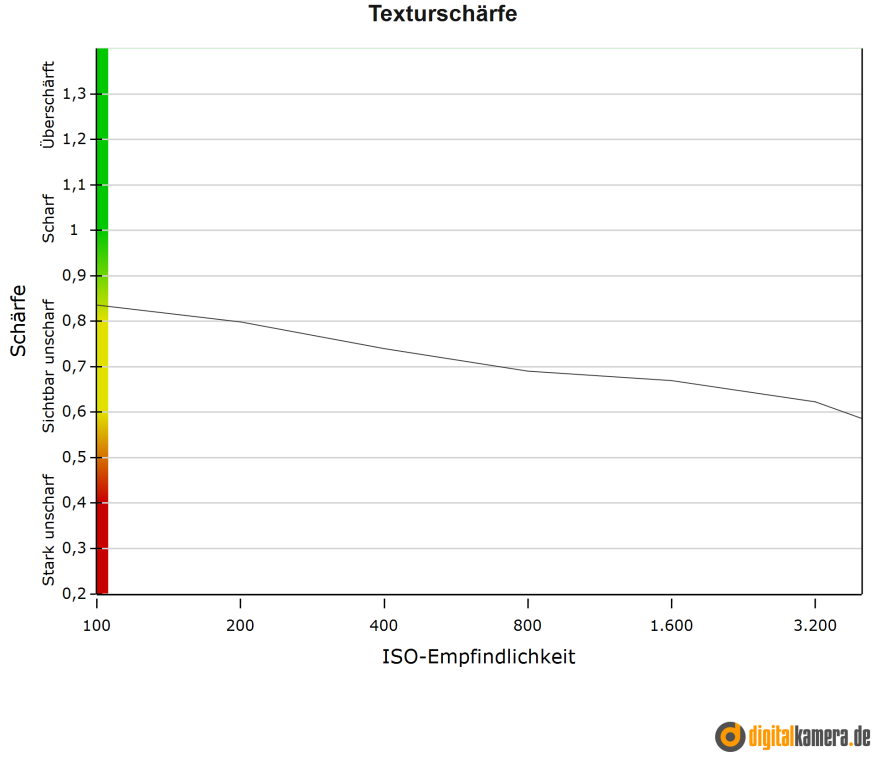
Signal-Rauschabstand

Hier wird das Verhältnis des Bildsignals zum Rauschsignal (Störsignal) gemessen. Die Maßeinheit der Pegelmessung ist Dezibel (dB). Je größer der Wert, desto deutlicher ist das Signal und desto geringer ist das störende Rauschen. Ein kleiner Wert bedeutet, dass vor allem schwache Bildsignale, etwa feine Bilddetails mit niedrigem Kontrast, vom Rauschsignal überlagert werden, so dass die Bilddetails im Rauschen untergehen.



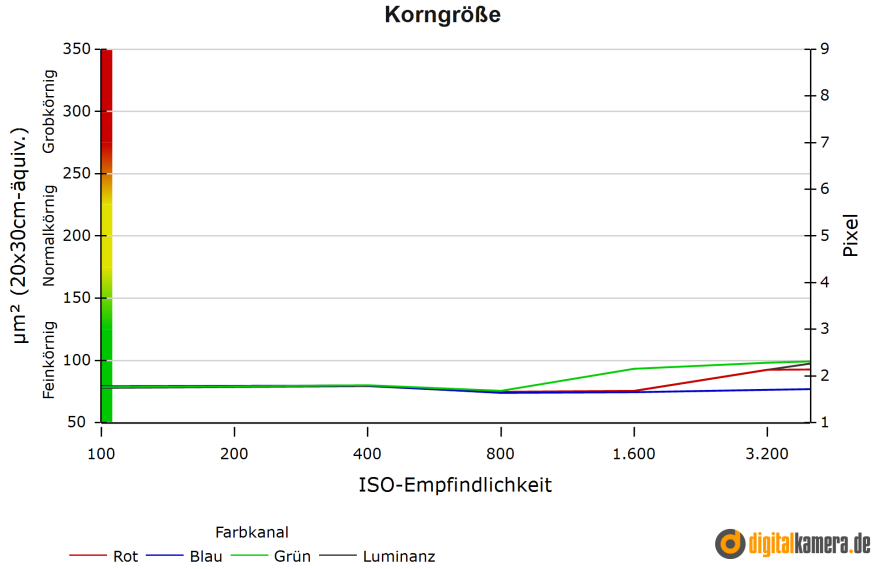
Texturschärfe

Zur Ermittlung der Texturschärfe wird ein Testchart mit einem unregelmäßigen Muster unterschiedlicher Grauwerte bei verschiedenen ISO-Stufen aufgenommen. Dadurch kann der Grad des Detailverlustes in den verschiedenen ISO-Stufen ermittelt werden. Hervorgerufen wird dieser Verlust durch das Bildrauschen, aber vor allem auch die Rauschunterdrückung der Kamera, die neben dem Rauschen als Nebeneffekt auch Details aus den Bildern entfernt. Ein Texturschärfewert von 1,0 ist das Ideal, Werte darüber bedeuten, dass die Kamera durch die Detailaufbereitung wie etwa Nachschärfung den Fotos künstlich Details beziehungsweise Artefakte hinzufügt. Bei Werten unter 0,9 wird eine Unschärfe und damit ein Detailverlust sichtbar, Werte unter 0,7 sind bereits deutlich sichtbar verlustbehaftet und Werte unter 0,5 zeigen einen inakzeptablen Detailverlust.



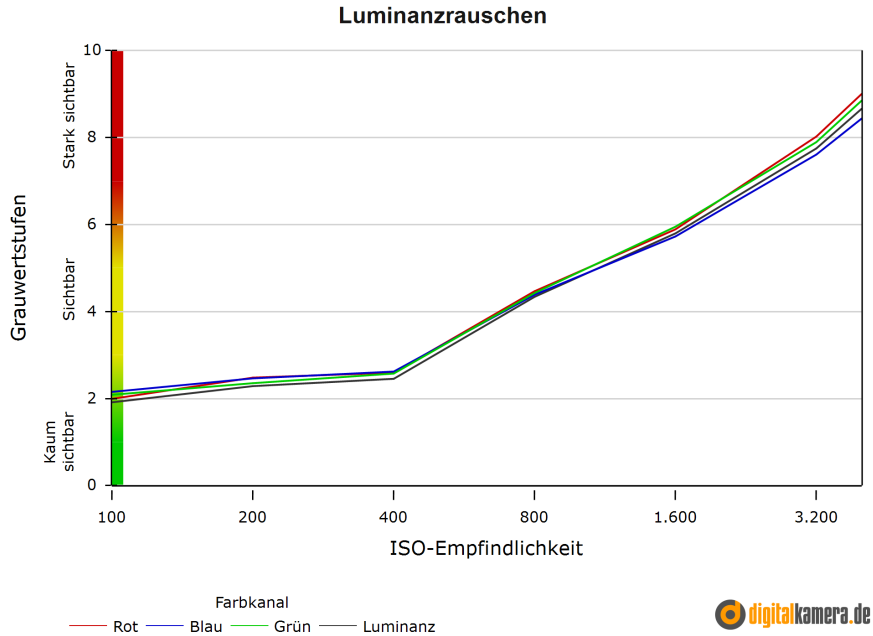
Korngröße

Die Korngröße des Rauschens gibt an, wie grobkörnig das Rauschen erscheint (in etwa vergleichbar mit analogem Filmkorn). Ein feines Rauschen wird als angenehmer empfunden als ein grobes. Hierbei kommt es oft vor, dass einzelne Farbkanäle ein gröberes Rauschen aufweisen als andere. Da bei einer festgelegten Ausgabegröße die Körnigkeit und damit Sichtbarkeit des Rauschens auch von der absoluten Auflösung des Sensors abhängt, wird, zur besseren Vergleichbarkeit unterschiedlicher Sensoren, die Körnigkeit in Mikrometern (µm) bezogen auf einen 20 x 30 Zentimeter großen Abzug beziehungsweise Ausdruck angegeben.



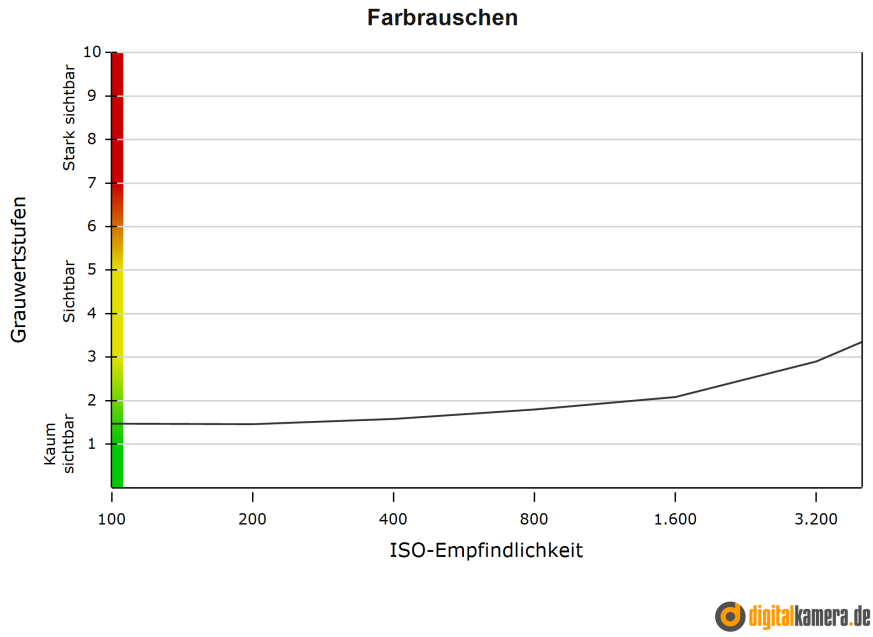
Luminanzrauschen

Das Luminanzrauschen beschreibt, wie stark Helligkeitsrauschen im Bild auftritt. Je größer die Abweichung (in Grauwertstufen) ist, desto stärker weicht die Helligkeit vom Sollwert ab. Das heißt Luminanzrauschen wird stärker sichtbar, wenn dieser Wert steigt.



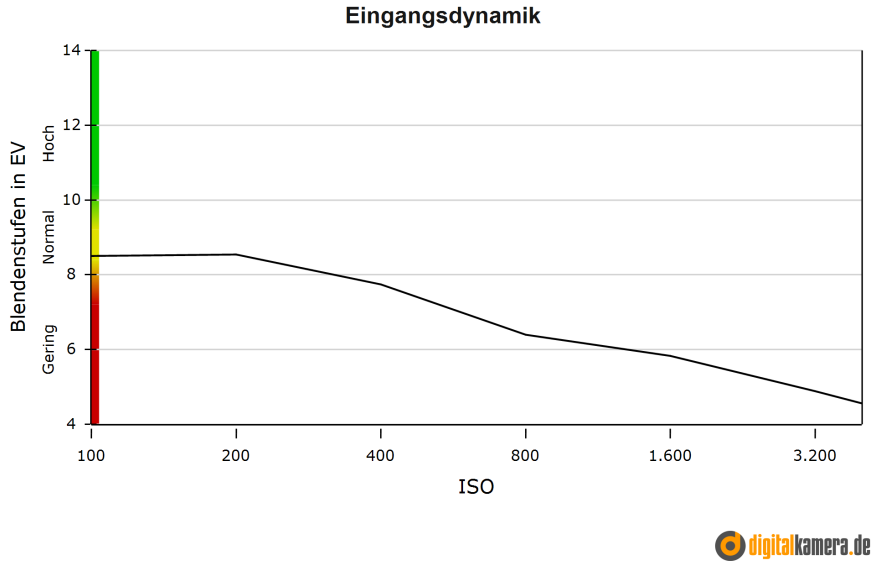
Farbrauschen

Farbrauschen spielt eine entscheidende Rolle bei der Bildqualität, da dieses im Gegensatz zu Helligkeitsrauschen (Luminanzrauschen) unangenehmer auffällt. Beim Farbrauschen streuen die Pixel statt in der Helligkeit in zufällig gefärbte Pixel, was als störend wahrgenommen wird.



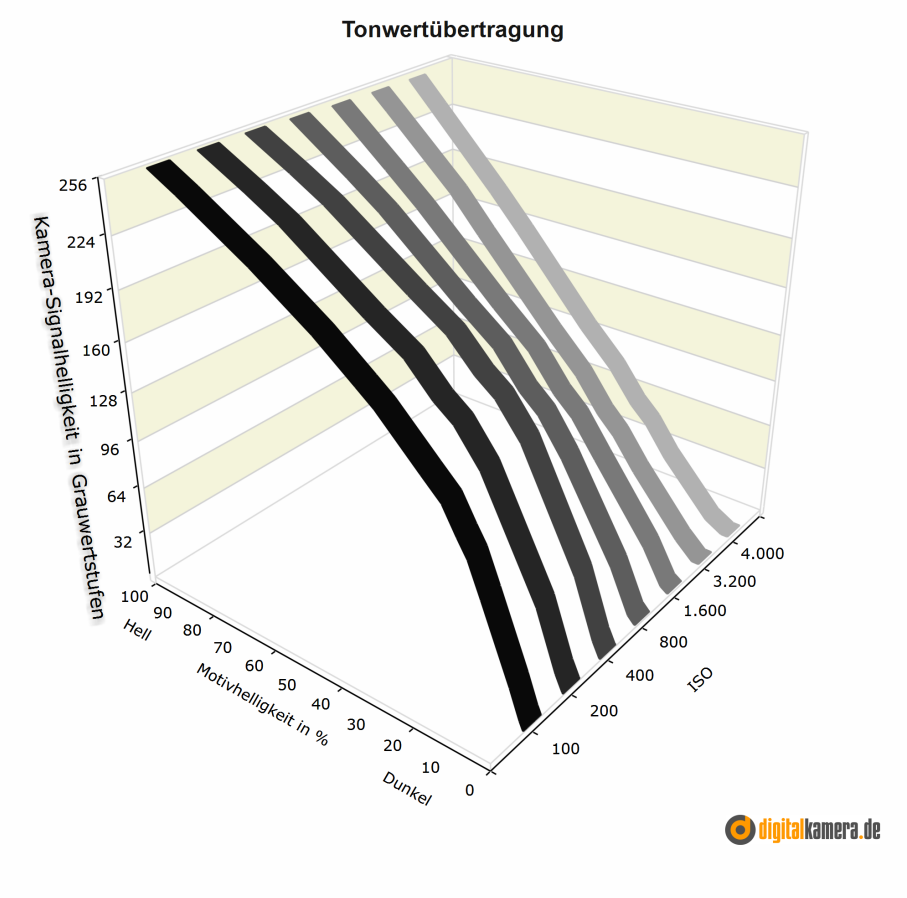
Eingangsdynamik

Die Eingangsdynamik (in EV) gibt an, welchen Motivkontrast die Kamera bewältigt, ohne dass es zu Unter- oder Übersteuerungen kommt. Übersteuerung äußert sich in ausbrennenden Lichtern, bei Untersteuerung laufen die Tiefen zu. Die Eingangsdynamik wird bei verschiedenen ISO-Stufen ermittelt und sinkt in der Regel mit zunehmender Empfindlichkeit. Ist sie jedoch bei geringster Empfindlichkeit (meist ISO 100) kleiner als bei nächsthöherer ISO-Stufe (ISO 200), wird das Sensorsignal elektronisch gedämpft.



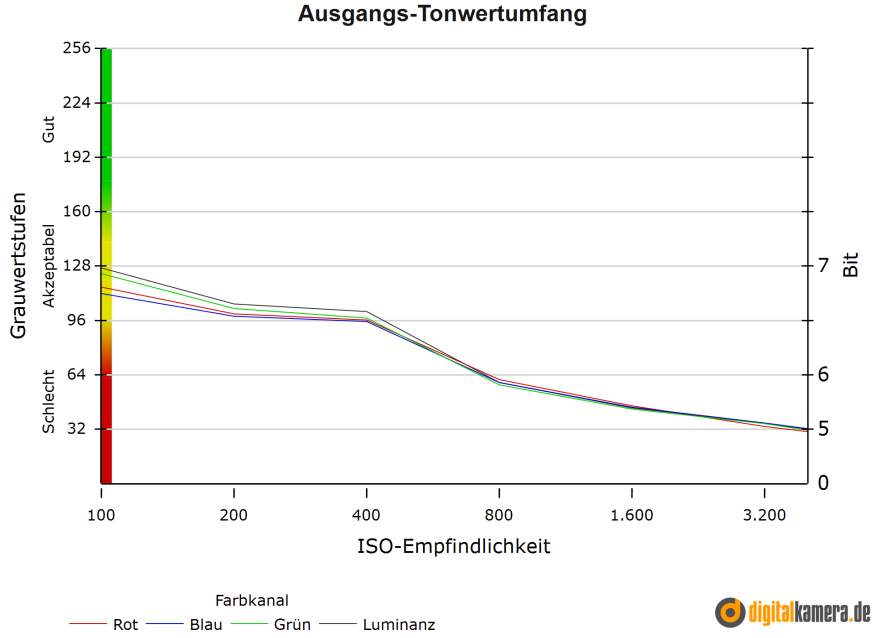
Tonwertübertragung

Da das menschliche Auge Helligkeitsunterschiede nicht linear wahrnimmt, muss die Tonwertkurve bei der Bildausgabe angepasst werden. Die Tonwertübertragung ist kein Qualitätskriterium einer Kamera, deshalb wird sie auch nicht bewertet. Die Diagramme dienen also lediglich zur Information, wie die Kamera Tonwerte überträgt. Verläuft die Kurve zunächst recht flach und fällt dann nach rechts (dunkle Tonwerte) rasch ab, wird das als kontrastreich empfunden. Strebt die Kurve eher gleichmäßig nach unten, differenziert die Kamera dunkle Tonwerte besser, das Bild wird aber eher als flau wahrgenommen.



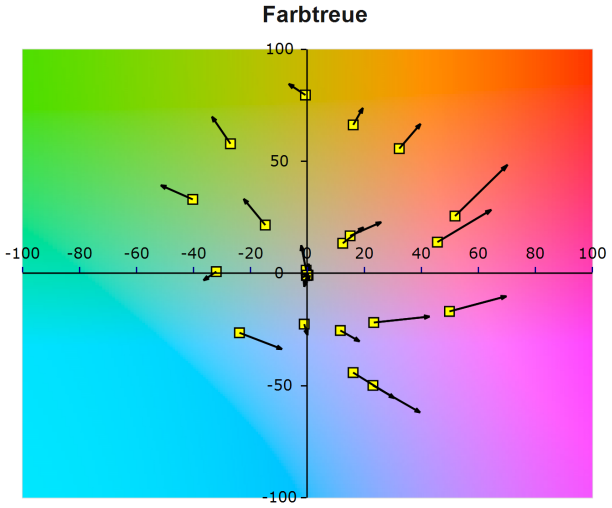
Ausgangs-Tonwertumfang

Der Tonwertumfang gibt die effektive Zahl an Graustufen wieder, die die Kamera differenzieren kann. Das theoretische Maximum von 8 Bits (256 Stufen) ist kaum erreichbar, aber bereits 7 Bit (128 Stufen) gelten als gut. Da dieser Messwert vom Rauschen negativ beeinflusst wird, korrespondiert ein hoher Wert mit geringem Rauschen.



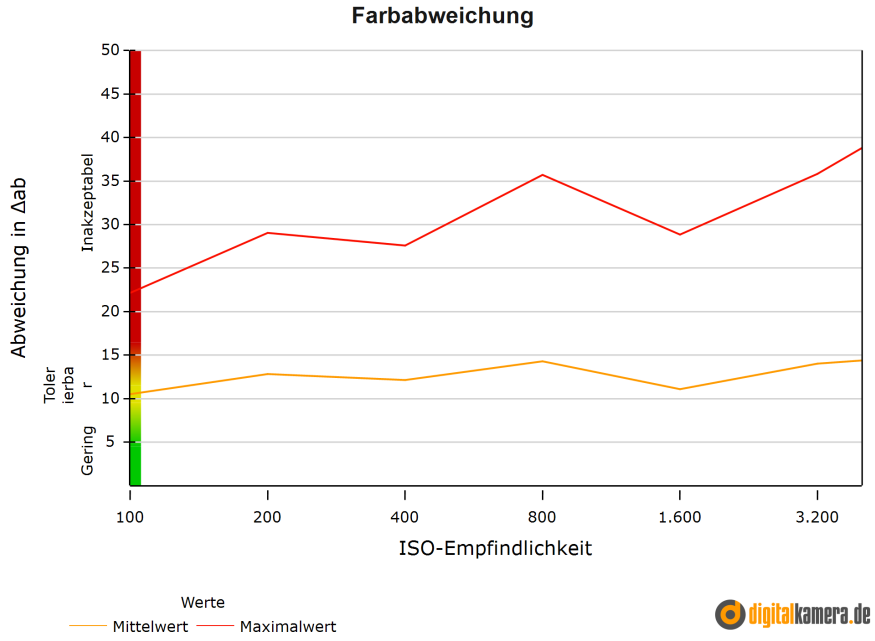
Farbtreue

Die Messung und Darstellung der Farbwiedergabe einer Kamera erfolgt im geräteunabhängigen Lab-Farbraum. Dabei steht L für die Helligkeit, a für die Farbachse Rot-Grün und b für die Farbachse Blau-Gelb. Im Lab-Farbraum entspricht der geometrische Abstand zweier Farbwerte gut den visuell wahrgenommenen Farbabständen. Das Farbtreue-Diagramm stellt den Farbversatz von 24 gemessenen Farben (18 Farb- und sechs Grauwerte) dar, im Hintergrund zeigt es die Lab-Farben. Jedes Quadrat stellt im Diagramm eine Originalfarbe dar, die Pfeile verweisen auf den entsprechenden Farbton, wie er von der Kamera wiedergegeben wird. Liegt der Pfeil auf einer Gerade zwischen Mess- und Diagrammmittelpunkt, bedeutet dies lediglich eine Änderung der Sättigung durch die Kamera (also der Farbintensität) nicht jedoch des Farbtons. Mögliche Fehler durch ungenauen Weißabgleich/Belichtung werden bei der Messung berücksichtig und eliminiert, die Messergebnisse verschiedener Kameras lassen sich also direkt miteinander vergleichen.



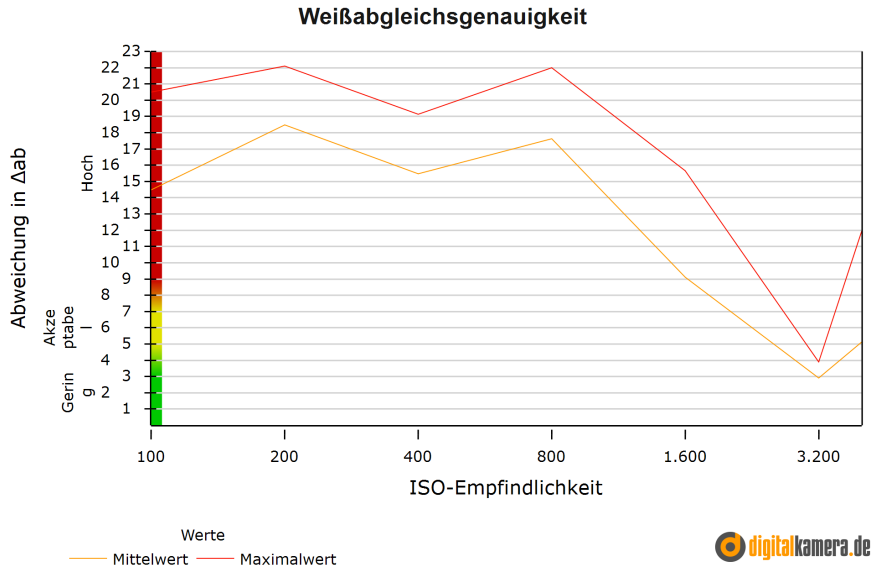
Farbabweichung

Dieses Diagramm bricht die einzelnen Farbabweichungen (Delta-ab) aus dem obigen Diagramm auf einen Mittelwert hinunter und zeigt diesen über alle ISO-Empfindlichkeiten an. Dabei entspricht eine Abweichung von bis zu acht Delta-ab einer akkuraten Farbwiedergabe, Werte bis 15 Delta-ab werden zwar schon sichtbar, sind aber dem Toleranzbereich der Kamerahersteller zuzuordnen, die in der Regel eine individuelle Farbwiedergabe pflegen.



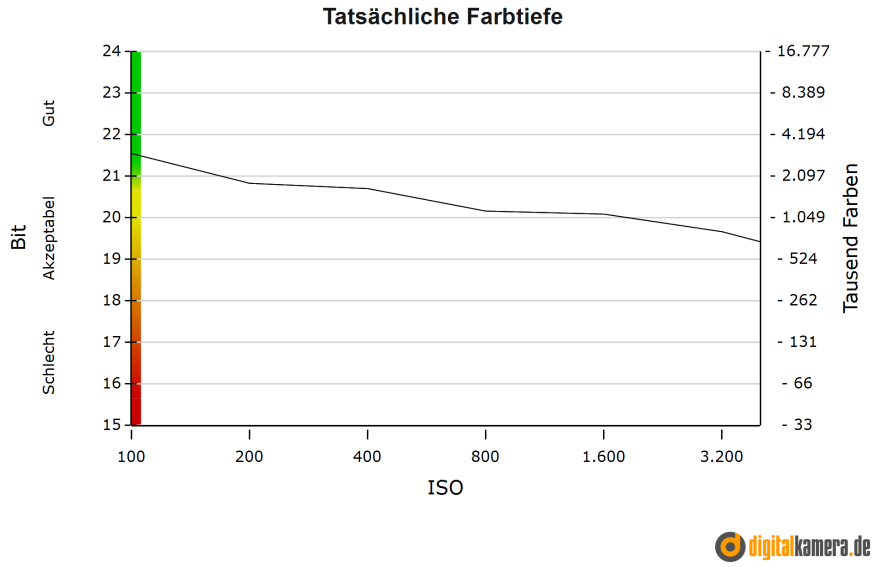
Weißabgleichsgenauigkeit

Die mittlere und maximale Farbabweichung der sechs farbneutralen Messfelder von Weiß über vier Grautöne bis Schwarz wird zur Weißabgleichsgenauigkeit zusammen gefasst, wobei der Kamera-Weißabgleich für alle Farbmessungen manuell eingestellt wird. Geringe Abweichungen etwa bis fünf Delta-ab sind gut und kaum sichtbar, selbst Werte bis acht Delta-ab sind noch als korrekter Weißabgleich anzusehen. Inakzeptabel ist eine Abweichung von mehr als elf Delta-ab.



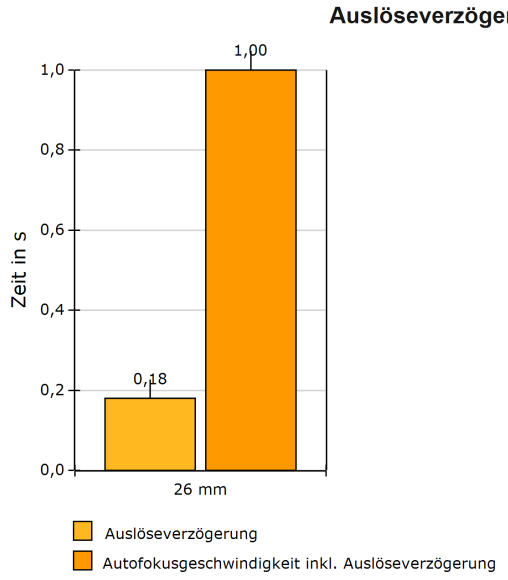
Tatsächliche Farbtiefe

Der tatsächliche Farbtiefe gibt die effektive Anzahl an Farben wieder, die die Kamera differenzieren kann. Das theoretische Maximum von 24 Bits (16,7 Millionen Farben) ist kaum erreichbar, aber bereits etwa 21 Bit (zwei Millionen Farben) gelten als gut. Da auch dieser Messwert genau wie der Tonwertumfang vom Rauschen negativ beeinflusst wird, korrespondiert ein hoher Wert mit geringem Rauschen.



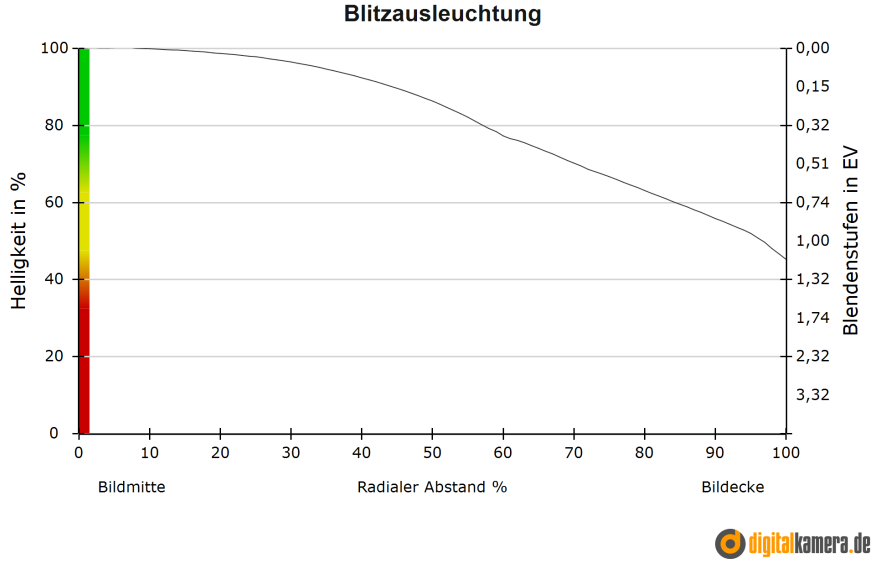
Auslöseverzögerung und Autofokusgeschwindigkeit

Sofern die Kamera es zulässt, wird für diese Messung die Kamera zunächst auf unendlich fokussiert. Dann wird die Zeit ermittelt, die die Kamera braucht, um auf ein Objekt in zwei Meter Distanz scharf zu stellen und auszulösen. Die Autofokusgeschwindigkeit zusammen mit der Auslöseverzögerung ist die Zeit, die vom Drücken des Auslösers bis zur eigentlichen Aufnahme vergeht. Werte unter 0,3 Sekunden sind gut bis sehr gut, bis etwa 0,6 Sekunden sind befriedigend, bis etwa 1,0 Sekunden ausreichend und darüber schlecht. Die Auslöseverzögerung zeigt, wie lange die Kamera nach erfolgter Fokussierung vom Drücken des Auslösers bis zur Aufnahme braucht. Unter 0,05 Sekunden sind sehr gut, 0,1 Sekunden gut, Werte über 0,2 Sekunden sind schlecht. Vorteilhaft ist eine gleichmäßige Auslöseverzögerung bei allen Messungen, dadurch kann der Fotograf sich an den Wert gewöhnen, um im richtigen Moment auszulösen. Bei DSLRs wird sowohl der Phasen-Autofokus als auch der meist langsamere Kontrast-Autofokus im LiveView-Betrieb gemessen. Die Messung erfolgt bei Lichtwert 11 (entspricht 1/250s bei Blende F2,8 und ISO 100).



Blitzausleuchtung

Ermittelt wird hier, wie stark bei Ausleuchtung mit dem internen Blitz der Kamera die Bildhelligkeit vom Bildzentrum zu den Rändern hin abnimmt. Die Blitzhelligkeit kann nie über den gesamten Bildbereich 100 Prozent betragen, da der Blitz eine nahezu punktförmige Lichtquelle ist, die zudem nicht innerhalb der optischen Achse sitzt. Der Lichtverlust ist im Diagramm sowohl in Prozent als auch in Blendenstufen angegeben.



Dieser Labortest erfolgte am 18.09.2013.

Die Bildqualität in diesem Test wurde mit DXO Analyzer von DxO Labs (http://www.dxo.com) ermittelt.