

## 1. Technische Grundlagen

Fotografie bedeutet wörtlich übersetzt etwa „Zeichnen mit Licht“. Eine Bedeutung, die Sinn macht, wenn man sich die technische Entstehung eines digitalen Fotos vor Augen führt (dazu gleich mehr). Sie werden in den kommenden Kapiteln aber auch sehen, welche entscheidende Rolle Licht sowohl technisch als auch gestalterisch bei der Entstehung eines Fotos spielt.

### 1.1. Der digitale Sensor

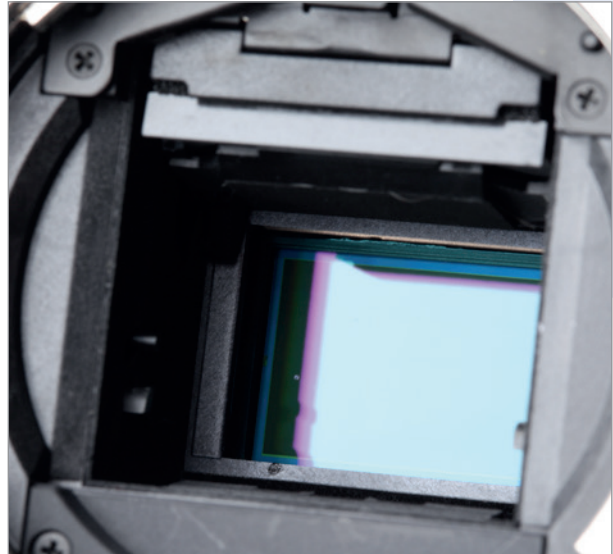
Zu Zeiten analoger Fotografie war es der Film, der das einfallende Licht aufzeichnete. In der digitalen Welt ist es ein kleiner, hochkomplexer Sensor im Inneren der Kamera, der das fotografische Herzstück bildet. Bei Spiegelreflexkameras liegt der Sensor hinter dem Spiegel und wird vom davor liegenden Verschluss nur während der Belichtung freigelegt.

Technisch betrachtet besteht der Sensor aus einer Vielzahl von kleinen Messzellen, die das Licht, das auf sie fällt, in elektrische Signale umwandeln. Je heller das Licht ist, desto stärker ist die Spannung, die erzeugt und weitergeleitet wird.

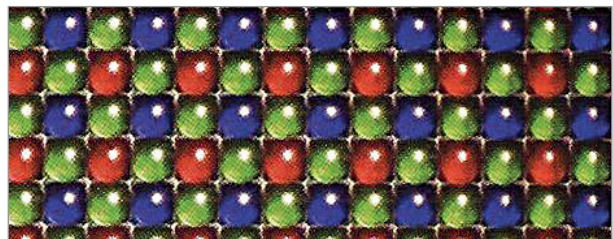
Um später zuordnen zu können, welche Farbe das Licht hatte, befinden sich über dem Sensor Farbfilter. Dadurch wird auf jeden Messpunkt jeweils nur Licht in einer von drei Farben durchgelassen: Auf eine Messzelle trifft z. B. nur der grüne Teil des Lichts, auf jene daneben nur der blaue und auf eine weitere Nachbarzelle nur der rote Teil des Lichts.

Der Sensor gibt dann die ermittelten Farbhelligkeiten von jedem Messpunkt an die Elektronik der Kamera weiter, die diese kombiniert und daraus Pixel erstellt. Fertig ist das digitale Foto.

Die Qualität und vor allem die Größe des Sensors sind maßgeblich für die Qualität des Fotos verantwortlich. Besonders deutlich zeigt sich der Unterschied bei schlechten Lichtverhältnissen. Kameras für den Amateur- und semiprofessionellen Bereich besitzen deutlich kleinere Sensoren als Profikameras.



*Der Sensor ist das Herzstück digitaler Kameras. Kleine Zellen messen die Helligkeit des Lichts, unterteilt in die drei Farben: Rot, Grün, Blau.*



#### ZUSAMMENFASSUNG

Der Sensor misst, wie hell das Licht ist, das (jeweils in einer der drei Grundfarben) auf seine Messzellen trifft. Die Kameraelektronik erzeugt aus dieser Information die Pixel, aus denen eine Datei besteht. Je größer der Sensor und je neuer dessen Technologie ist, desto besser ist die Bildqualität.

## 1.2. Belichtung

Sobald der Auslöser halb durchgedrückt wird, startet die Kamera den Prozess der Belichtungsmessung. Dabei werden die hellen und dunklen Bereiche analysiert und je nach eingestelltem Messmodus gewichtet. Das Ergebnis ist jene *Lichtmenge*, die sicher stellen soll, dass das Foto weder zu dunkel noch zu hell wird.

Eine laut Kamera korrekte Belichtung vermeidet überbelichtete und unterbelichtete Stellen im Bild, was oft, aber nicht immer sinnvoll ist. Wenn Sie bewusst zu hell oder zu dunkel belichten wollen, können Sie die Lichtmenge (EV: „Exposure Value“) mittels Belichtungskorrektur ändern – dazu mehr in Kapitel 1.2.5.

Bei der Belichtung geht es primär darum, *wie* die Kamera die notwendige Lichtmenge erreicht. Dies geschieht durch das Zusammenspiel folgender drei Faktoren, die in den nächsten Kapiteln erklärt werden:

- Belichtungszeit
- Lichtempfindlichkeit (ISO)
- Blendenöffnung

Je nach Modus, in dem Sie fotografieren, können Sie gar keine (Automatik) bzw. in den manuellen Modi einen (P), zwei (A/AV, S/TV) oder alle drei (M-Modus) dieser Faktoren selbst einstellen. Jene Einstellungen, die Sie nicht selbst treffen, werden von der Kamera automatisch ergänzt. Je nachdem, welchen der drei Faktoren Sie selbst einstellen, können Sie das Foto grundlegend gestalten: Die Belichtungszeit etwa ist ein wichtiger Faktor bei Bewegung, die Blende wirkt sich auf die Schärfentiefe aus, doch dazu gleich mehr.

Wichtig ist, dass Sie sich immer vor Augen halten: Außerhalb des manuellen Modus verändern die drei Belichtungswerte *nicht* die Helligkeit des Fotos. Sie beeinflussen nur, *wie* die Kamera die notwendige Lichtmenge erreichen soll. In den halbmanuellen Modi bewirkt die Änderung eines Wertes nur die automatische Anpassung des automatischen Faktors, zumindest solange das noch technisch machbar ist. Sobald das nicht mehr möglich ist, werden Bilder zu hell bzw. dunkel. Ändern Sie einen Faktor so, dass mehr Licht in die Kamera kommt, wird der automatische Faktor von der Kamera so angepasst, dass im gleichen Ausmaß weniger Licht zum Sensor kommt.

Veranschaulichen lässt sich dieser Zusammenhang mit der symbolischen Gleichung:  $a * b * c = 100 \%$ , wobei die Buchstaben für die drei Belichtungsfaktoren und 100% für die erforderliche Lichtmenge stehen. Wird Wert a verändert, müssen sich die Werte b und c so anpassen, dass wieder 100 % herauskommt, usw.



ISO 100 | f/8 | 1/1000



ISO 100 | f/8 | 1/1000 | EV -1



ISO 800 | f/2 | 1/400 | EV +2

Eine „korrekte“ Belichtung hat weder über- noch unterbelichtete Bereiche (1. Foto). Manchmal kann es aber auch reizvoll sein, Regeln zu brechen und kontrastreiche Situationen zu suchen: Beim 2. Foto wurde bewusst unter-, beim 3. Foto überbelichtet.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Kamera ermittelt durch die Belichtungsmessung eine erforderliche Lichtmenge, bei der das Foto weder über- noch unterbelichtet ist. Durch das bewusste Einstellen von Belichtungszeit, Lichtempfindlichkeit (ISO) und Blendenöffnung können Sie festlegen, wie die notwendige Lichtmenge erreicht werden soll. So können Sie das Foto grundlegend technisch gestalten. Sind Sie in einem halbmanuellen Modus, wird die Helligkeit des Fotos jedoch *nicht* verändert, da sich nur der automatische Wert anpasst.

### 1.2.1. Modi

Neben den voreingestellten Automatikmodi („Szenenprogramme“) gibt es auch mehrere manuelle. Die Übersicht zeigt, welches Programm welche Einstellmöglichkeiten bietet: Wozu Blende, ISO und Zeit im Detail eingestellt werden, erfahren Sie in den nächsten Kapiteln.



Zwei typische Moduswahlräder (Nikon bzw. Canon)

Modus	Wofür	Etc. *	ISO	Blende	Zeit
Automatikmodus & Szenenprogramme	Vergleich	-	-	-	-
P (Programmmodus)	„Manuell light“	x	x	-	-
S (Shutter) bzw. TV („Time Value“ = Zeitwert)	Effekte	x	x	-	x
A bzw. AV („Aperture Value“ = Blendenwert)	Alltag	x	x	x	-
M (Manuell)	Fixe Situation	x	x	x	x

\*Weißabgleich, Belichtungskorrektur, Fokus, Messmethode, usw.



Modus A/AV für fixe Blendenwahl, hier f/1.4



Modus S/TV für Zeitwahl, hier 1/25 Sekunde



M in konstanten, anspruchsvollen Situationen

Automatikprogramme für Portrait, Sport usw. sowie die grün markierte Vollautomatik verwenden vordefinierte Einstellungen und Prioritäten, die passen können oder auch nicht. Es ist darin nicht möglich, Werte zu korrigieren. Um Einstellungen selbst vornehmen zu können, ist es notwendig, in einem manuellen Modus zu fotografieren.

In den meisten Situationen ist der A- bzw. AV-Modus praktisch, da Sie einen Blendenwert anhand der erwünschten Schärfentiefe sowie die Empfindlichkeit (ISO) einstellen können. Für spezielle Effekte wie „Mitzieher“ eignet sich der S- bzw. TV-Modus wegen der vorwählbaren Belichtungszeit.

Der M-Modus ist für Aufnahmen in gleichbleibenden und kontrastreichen Situationen optimal. Bei rasch wechselnden Bedingungen eignet er sich weniger, da das richtige Einstellen aller drei Werte Zeit und Überlegungen erfordert.

## 1.2.1. Belichtungszeit

Die Belichtungszeit ist jene Zeitspanne, in der der Sensor das einfallende Licht aufzeichnet. Alles, was während dieser Zeit passiert, ist auf dem Foto zu sehen. Die Belichtungszeit wird in Sekunden – als Bruchzahl oder als ganze – angegeben. Kurze Zeiten können schnelle Bewegungen „einfrieren“. Lange Belichtungszeiten können dagegen Bewegungen dynamisch darstellen.



ISO 100 | f/22 | 1/2 Sekunde, stabilisiert



ISO 1600 | f/2.8 | 1/4000 Sekunde

*Lange Belichtungszeiten (bis zu mehreren Sekunden und Minuten) zeigen Bewegung dynamisch, erfordern aber ein Stativ. Sehr kurze Belichtungszeiten im Bereich von Tausendstelsekunden frieren einen Moment ein.*

Bei der Belichtungszeit gibt es Probleme, sobald diese *zu lange* ist. Dann werden freihändige Fotos durch das unruhige Halten der Kamera verwackelt bzw. sich schnell bewegende Motive unscharf.

Es ist daher enorm wichtig, dass die Belichtungszeit *ausreichend kurz* ist, sodass weder Ihre Bewegungen noch ggf. jene des Motivs zu sehen sind.

Da ein Foto in der Regel scharf sein muss, haben Sie zwei Möglichkeiten, Verwacklungsunschärfe zu vermeiden: Bei unbewegten Motiven (Landschaft) stabilisieren Sie die Kamera, z. B. mit einem Stativ. Bei freihändigem Fotografieren und bei Bewegungen ist es wichtig, dass Sie bestimmte (auf der nächsten Seite angeführte) Zeitlimits nicht überschreiten.

Diese Grenzen hängen von mehreren Faktoren ab: Je stärker Sie sich etwa an Ihr Motiv heranzoomen und je schneller die Bewegung ist, die Sie einfrieren möchten, desto kürzer muss die Belichtungszeit sein. Hat Ihr Objektiv oder Ihre Kamera einen Bildstabilisator, erhöht sich der Spielraum, den Sie bei unbewegten Motiven, z. B. Landschaft, haben.

Generell gilt: Ist Ihr Foto verwackelt oder die Bewegung unscharf, war die Belichtungszeit zu lange.



ISO 200 | f/5.6 | 1/25

*Ungewollte längere Belichtungszeiten verursachen Unschärfe, da Ihre eigenen Bewegungen und/oder jene des Motivs abgebildet werden. Beachten Sie daher einige Mindestwerte der Belichtungszeit!*



ISO 100 | f/2.8 | 1/40

Belichtungszeit	Relevant, weil ...
1/8000 bzw. 1/4000	Kürzeste Belichtungszeit. Auch schnelle Bewegungen werden eingefroren. Sehr kurze Zeiten sind allerdings nur bei starken Lichtquellen, z. B. Sonne, möglich.
1/2000 - <b>1/500</b>	Längste Zeit ohne Verwacklungsgefahr bei Bewegung (je nach Geschwindigkeit)
1/500 - 1/200	Längste Zeit ohne Verwacklungsgefahr bei Fotos mit Tele- oder Makroobjektiv
<b>1/60</b> - 1/10	Längste Zeit ohne Verwacklungsgefahr bei unbewegten Motiven und Objektiven mit geringerer Brennweite („Weitwinkel“). 1/10 Sekunde nur mit Bildstabilisator.
30“ (Sekunden) bzw. 60“	Längste reguläre Zeit von Spiegelreflexkameras bzw. manchen Systemkameras. Bei Kompakt- und Bridgekameras manchmal kürzer. Eine Fixierung der Kamera (z. B. auf einem Stativ) ist Grundvoraussetzung für eine Langzeitbelichtung.
„BULB“ (im M-Modus oder tlw. als eigener B-Modus)	Das Foto wird belichtet, solange der Auslöser „gedrückt“ wird. Damit können Sie individuelle (z. B. 7“) oder sehr lange (z. B. 600“) Belichtungszeiten erzeugen. Externe Auslöser sind sinnvoll, um nicht den Finger durchgehend auf die Kamera drücken zu müssen und dadurch Verwacklungen zu erzeugen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Zu lange Belichtungszeiten führen zu Verwacklungen und Bewegungsunschärfe. Es ist deswegen sehr wichtig, dass Sie die oben erwähnten Zeitlimits nicht überschreiten: Freihändig sollten Sie *mindestens* 1/60 Sekunde, bei Bewegungen mindestens 1/500 erreichen. Kürzere Zeiten sind kein Problem.

## ÜBUNG 1 – Belichtungszeit

Fotografieren Sie ein bewegtes Motiv (z. B. Wasser, fahrende Autos, etc.) mit unterschiedlichen Belichtungszeiten. Wechseln Sie dazu in den Zeitmodus bzw. die Blendenautomatik (je nach Kameramarke S bzw. TV) und wählen Sie mittels Einstellrad die gewünschte Belichtungszeit, ISO auf Automatik! Berücksichtigen Sie, dass sehr kurze bzw. sehr lange Zeiten nur bei einer sehr starken Lichtquelle bzw. bei sehr wenig Licht realisierbar sind. Achten Sie bei dieser Übung auf die unterschiedliche Dynamik sowie Schärfe. Stabilisieren Sie bei Bedarf die Kamera, z. B. durch Auflegen oder mittels Stativ!

## NOTIZEN

---

---

## 1.2.2 Lichtempfindlichkeit (ISO)

Die Lichtempfindlichkeit wird umgangssprachlich ISO genannt, was für eine dahinterliegende ISO-Norm steht. Wurde zu analogen Zeiten damit die Filmempfindlichkeit normiert, so ist es jetzt die Lichtempfindlichkeit des digitalen Sensors.

Die ISO spielt bei der Belichtung eine sehr wichtige Rolle. Je höher sie eingestellt wird, desto schneller kommt die Kamera auf die notwendige Lichtmenge. Doch dazu gleich mehr.

Im Kapitel über den Sensor haben Sie gelernt, dass die Messzellen das eintreffende Licht aufzeichnen. Die ISO-Einstellung definiert nun, wie stark dieses Licht aufgezeichnet wird.

Ein Beispiel: ISO 200 bedeutet im Vergleich zu ISO 100 eine *doppelt so hohe* Lichtempfindlichkeit. Das eintreffende Licht wird dabei digital *verdoppelt*. Da die Kamera nur die notwendige Lichtmenge erreichen muss, schafft sie das nun in *der halben Zeit*. Bei ISO 400 wird das Licht viermal verstärkt, sodass die notwendige Lichtmenge viermal so schnell aufgenommen werden kann, usw.

In halbmanuellen Modi ändert die ISO nicht die Helligkeit, sondern wirkt nur auf den automatischen Faktor. Die ISO ist deshalb das beste Hilfsmittel, um die Belichtungszeit indirekt zu verkürzen. Dies ist notwendig, um Verwacklungen zu vermeiden bzw. schnelle Bewegungen scharf festzuhalten. Höhere ISO-Werte als Mittel zum Zweck für kürzere Zeiten sind deshalb vor allem bei schlechten Lichtverhältnissen und schnellen Bewegungen notwendig. Es kann jedoch auch bei hellem Sonnenschein notwendig sein, kürzere Belichtungszeiten zu erreichen, etwa für das „Einfrieren“ von Wassertropfen.

Generell gilt: **Bei einer zu langen Belichtungszeit erhöhen Sie den ISO-Wert so weit, bis die Zeit ausreichend kurz ist.**

Nachfolgend finden Sie einige Richtwerte:

ISO-Wert	Situation (freihändig)
100–200	Landschaft bei Tageslicht, Stativ
200–800	Landschaft bei Wolken, Schatten
800–3.200	Kunstlicht, Dämmerung
400–1.600	Schnelle Bewegung bei Tageslicht
1.600–12.800	Schnelle Bewegung bei wenig Licht



ISO 100 | f/8 | 1/200



ISO 4000 | f/2.8 | 1/800



ISO 100 | f/8 | 10" (Stativ)

Die Fotos zeigen unterschiedliche Situationen:  
1. Bild: Landschaftsfoto bei Tageslicht erfordert mindestens 1/60 Sekunde, ISO 100 reicht locker.  
2. Bild: Bewegung erfordert eine kurze Zeit. Hier war ISO 4000 notwendig für 1/800 Sekunde.  
3. Bild: Dank Stativ gibt es keine Notwendigkeit einer kurzen Zeit. ISO 100 ermöglicht die beste Qualität und eine – hier erwünschte – lange Zeit.

Allerdings gibt es auch Nachteile bzw. Einschränkungen im Umgang mit hohen ISO-Werten. Die meisten neuen Kameramodelle bieten ISO-Werte bis zu 6.400 oder höher an. Das Problem ist hier, dass diese hohen Werte zwar technisch durchaus machbar sind, allerdings nicht immer eine akzeptable Bildqualität erzeugen. Denn abhängig von der Belichtung und der Qualität der Kamera, entsteht bei höheren Werten sogenanntes Bildrauschen. Dabei weisen Pixel eine andere Farbe und Helligkeit auf, als sie sollten. Dies ist besonders stark auf dunklen Flächen zu erkennen.

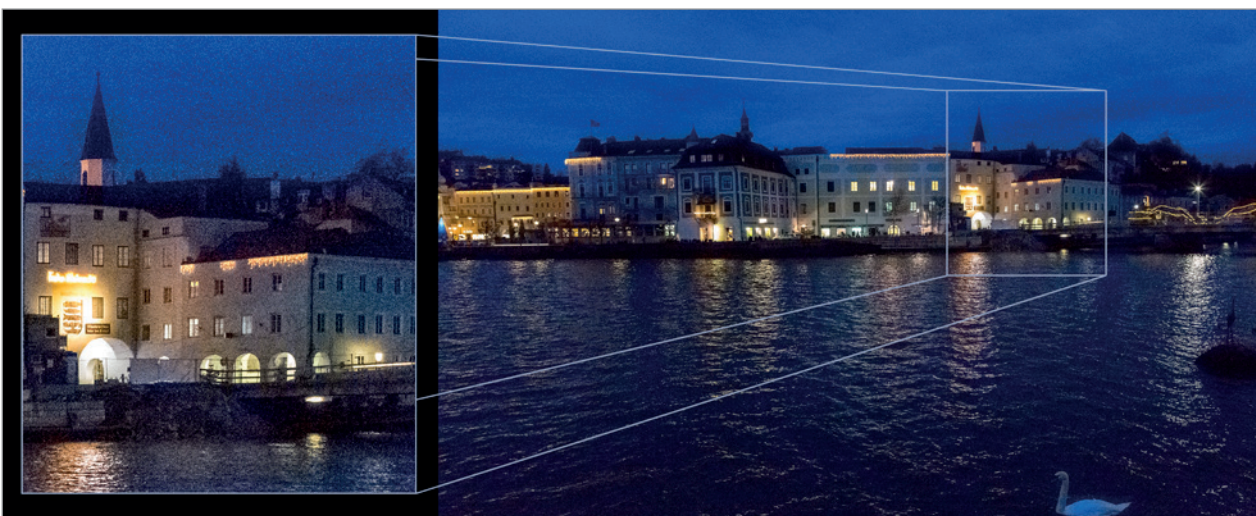
Verhindern lässt sich Bildrauschen, indem Sie sehr hohe Werte vermeiden, wenn sie nicht notwendig sind. Brauchen Sie jedoch einen vier- oder sogar fünfstelligen ISO-Wert, damit das Foto nicht verwackelt wird, ist Bildrauschen das geringere Übel.

Wie störend Bildrauschen wahrgenommen wird, hängt stark von der geplanten Verwendung des Bildes ab. Wird es verkleinert ins Internet gestellt oder nur klein gedruckt werden, ist die Toleranzgrenze größer. Soll das Foto jedoch sehr groß ausgedruckt werden, wird auch geringes Bildrauschen deutlich zu erkennen sein. Dunkle Flächen verstärken außerdem die Wahrnehmung von Bildrauschen, helle und unruhige Motive sind weniger anfällig.

Ab wann Rauschen störend auffällt, hängt stark von der Kamera und deren Sensor ab. Die folgende Liste gibt eine grobe Übersicht:



Im Menü (oft auch über eine eigene Taste) können Sie den ISO-Wert wählen. L und H („ISO-Erweiterungen“) stehen für Halbierungen bzw. Verdopplungen des letzten Zahlenwertes.



Bei hohen ISO-Werten, hier ISO 51.200, entsteht Bildrauschen. In diesem Fall war ein hoher Wert notwendig, um das Foto freihändig nicht zu verwackeln. Eine bessere Idee wäre der Einsatz eines Stativs und ISO 100.

<b>Gilt für Kameramodelle dieses Typs (Richtwerte; Abweichungen möglich!)</b>	<b>Max. einstellbarer ISO-Wert</b>	<b>Max. empfohlener ISO-Wert</b>
Handy- und billige Kompaktkameras	800–1.600	800
Bessere Kompakt- und Bridgekameras	1.600–6.400	1.600–3.200
Spiegelreflex-, Systemkameras mit MFT/APS-C-Sensor	1.600–51.200	1.600–6.400
Spiegelreflex-, Systemkameras mit Vollformatsensor	25.600–409.600	6.400–25.600

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Lichtempfindlichkeit (kurz ISO genannt) regelt, wie stark der Sensor Licht wahrnehmen soll. Bei höheren ISO-Werten wird das eintreffende Licht um den entsprechenden Faktor verstärkt. Durch die gegenseitige Beeinflussung der Belichtungswerte bewirken hohe ISO-Werte in halbmanuellen Modi kürzere Belichtungszeiten und reduzieren so die Gefahr, das Foto bei freihändigem Fotografieren zu verwackeln. Bei höheren ISO-Werten entsteht jedoch qualitätsminderndes Bildrauschen. Sofern Sie auch mit einer geringeren Lichtempfindlichkeit fotografieren können (z. B. bei Tageslicht oder beim Einsatz eines Stativs), sollten Sie einen möglichst niedrigen ISO-Wert wählen.

Ist die Belichtungszeit zu lange, um ein scharfes Foto zu schießen, z. B. unter schlechten Lichtbedingungen oder bei bewegten Motiven, müssen Sie den ISO-Wert so weit erhöhen, dass die Mindestzeit nicht mehr überschritten wird, und das auftretende Bildrauschen in Kauf nehmen.

Faustregel: So hoch wie notwendig für die ausreichend kurze Belichtungszeit, aber nicht zu hoch.

## ÜBUNG 2 – Lichtempfindlichkeit (ISO)

Fixieren Sie Ihre Kamera (mittels Stativ oder durch Auflegen) und nehmen Sie im A/AV-Modus Fotos mit folgenden ISO-Werten auf: Minimum, 800, 1600, Maximum. Betrachten Sie die Fotos vergrößert. Welcher ISO-Wert ist bei Ihrer Kamera noch akzeptabel? Wie hat sich die Belichtungszeit verändert?

## NOTIZEN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---