



ASA-WERTE ZUR BESCHREIBUNG DER EMPFINDLICHKEIT IRREFÜHREND

## Retrospektives Vermächtnis aus der Filmzeit

**Die Normen der American Standards Association (ASA) sind ein Relikt aus Zeiten des Negativ- und Dia-Films. Sie beschreiben die einstellbare Empfindlichkeit bei digitalen Fotoapparaten und die maximale Empfindlichkeit bei Hochgeschwindigkeitskameras. Beide Angaben führen den Nutzer in die Irre.**

Bei Farbnegativ- und Dia-Filmen wurde über die ASA- (DIN-) Zahlen des Filmmaterials die Empfindlichkeit des Films angegeben. Allerdings hatte die jeweilige Empfindlichkeit auch Auswirkungen auf den maximal möglichen Kontrastumfang und das Auflösungsvermögen des Films, denn mit steigender Empfindlichkeit des Films wurden die lichtempfindlichen Kristalle, die das Filmmaterial schwärzten, immer größer, was am Ende auch als sogenanntes Korn

im Film sichtbar wurde. Somit wusste der Fotograf oder der Kameramann, dass Filme mit niedrigen ASA-Zahlen eine hohe Auflösung und hohen Kontrastumfang lieferten, aber auch entsprechend längere Belichtungszeiten und/oder große Blendenöffnungen brauchten. Bei Szenen mit geringem Licht musste man mit grobkörnigen Bildern leben.

Beim Übergang ins Zeitalter der digitalen Kameras mit ihren CCD- und CMOS-Bildsensoren wurde diese Beurteilung der Empfindlichkeit in Abhängigkeit von den ASA-Werten einfach beibehalten. Im Standard ISO 12232:2006 der International Organization of Standardization (ISO) wird beschrieben, wie die ISO Speed (das ist der ASA-Wert) bei digitalen Kameras zu bestimmen ist [1]. Dabei gibt es mehrere Verfahren und auch Werte:



sprechen würde, wird schon ein Teil des Lichtsignals aufgrund der Natur des Lichts, das ja ein natürliches Rauschen hat, abgeschnitten. Deshalb soll so gemessen werden, dass durch die Obergrenze gerade eben kein Teil des Signals im Bild abgeschnitten wird.

Diese Empfindlichkeit begünstigt Bildsensoren mit einer hohen Fullwell-Kapazität, das heißt mit einem großen Fassungsvermögen für Ladungsträger. Sie sagt nichts über das Rauschverhalten bzw. die Bildqualität im Niedriglichtbereich und auch nichts über die Dynamik aus. Allerdings liefert sie ein gutes maximales Signal-Rausch-Verhältnis, sprich, ein Bildsensor mit einem supergroßen Pixel hätte die höchste sättigungsbegründete Empfindlichkeit, nur keine Bildinformation.

#### Rauschenbegründete Empfindlichkeit

Die rauschenbegründete Empfindlichkeit beschreibt die Belichtung, bei der ein bestimmtes Signal-Rausch-Verhältnis erreicht wird, was eine bessere Auskunft über die Signalqualität bei wenig Licht gibt. Hierzu sind zwei Werte definiert, passend zu zwei unterschiedlichen Signal-Rausch-Verhältnissen:  $S_{\text{noise}40}$  mit einem Verhältnis 1:40, was als exzellente Bildqualität angesehen wird, und  $S_{\text{noise}10}$  mit einem Verhältnis von 1:10, was als gerade noch akzeptable Bildqualität betrachtet wird.

#### Standard-Ausgangs-Empfindlichkeit

Die Standard-Ausgangs-Empfindlichkeit (Standard Output Sensitivity, SOS) soll ei-

nen Zusammenhang zwischen den Belichtungseinstellungen und dem digitalen Ausgangswert im Bild herstellen. Sie ist definiert als Verhältnis  $S_{\text{SOS}} = 10/H_{\text{SOS}}$ , wobei  $H_{\text{SOS}}$  die Belichtung ist, die in einem 8-bit-Bild einen Zahlenwert von 118 erzeugt, was einem Wert von 18 Prozent der Sättigung bei einem sRGB-Bild entspricht. Zusätzlich wird eine ISO Speed Latitude empfohlen, also ein Bereich, der dem nutzbaren Dynamikbereich nicht unähnlich ist. Hierzu zwei Beispiele:

- $S_{\text{noise}40} = 105$ ,  $S_{\text{noise}10} = 1696$ ,  $S_{\text{Sat}} = 53$ : Gemäß dem ISO-Standard sollte eine solche Kamera so beschrieben werden: ISO 100 (Tageslicht), ISO Speed Latitude (Empfindlichkeitsbereich) 50–1600, ISO 100 (SOS, Tageslicht),
- $S_{\text{noise}40} = 38$ ,  $S_{\text{noise}10} = 842$ ,  $S_{\text{Sat}} = 210$ : Da hier die Sättigungsempfindlichkeit größer ist, muss eine solche Kamera folgendermaßen beschrieben werden: ISO 200 (Tageslicht).

Wie man sieht, können sich für eine eigentlich schlechtere Kamera durchaus höhere ISO-Werte ergeben, doch kann man hieraus noch keine Rückschlüsse auf die Eignung der jeweiligen Kamera für eine bestimmte Anwendung ziehen. Dies zeigt lediglich, dass ein einzelner ASA-Wert nicht genügend Auskunft über die Empfindlichkeit einer Kamera gibt. Darüber hinaus wird deutlich, dass man heute im Gegensatz zu früher aus dem ASA-Wert keine Rückschlüsse mehr ziehen kann auf Empfindlichkeit und Dynamik beziehungsweise Kontrastumfang. »

#### Sättigungsbegründete Empfindlichkeit

Die sättigungsbegründete Empfindlichkeit  $S_{\text{Sat}}$  beruht auf der Messung der Sättigungsbelichtung  $H_{\text{Sat}}$ . Bevor das Bild ganz weiß wird, was einer Vollaussteuerung ent-



## BILDVERARBEITUNG FÜR IHRE AUFGABENSTELLUNG

Entdecken Sie den neuesten Stand der Bildverarbeitung bei Europas größtem Technologielieferanten. Profitieren Sie von den Spitzenprodukten führender Hersteller, unserer Kompetenz und einem Service, der Sie stärker macht. **Imaging is our passion.**

Telefon +49 89 80902-0 · [www.stemmer-imaging.de](http://www.stemmer-imaging.de)

**STEMMER**<sup>®</sup>  
IMAGING





## Qualität durch Kalibrierung und Umwelt- simulation

- ▶ **Schwingprüf- und regelsysteme** mit Schwingregnern von DC bis 50 kHz
- ▶ **Kalibriersysteme und -dienstleistungen** in der Schwingungstechnik und Akustik

**SPEKTRA-Fachseminare**  
Kalibrieren in der Schwingungstechnik und Akustik  
09. – 11. Okt. / Dresden



**SPEKTRA**  
Schwingungstechnik und  
Akustik GmbH Dresden

[www.spektra-dresden.de](http://www.spektra-dresden.de)

Heidelberger Straße 12  
01189 Dresden, Germany  
Telefon +49 351 400 24-24  
Telefax +49 351 400 24-99  
sales@spektra-dresden.de

DAkKS-Nr.: D-K-15183-01-00  
DIN EN ISO/IEC 17025:2005

**APS** is a subsidiary of **SPEKTRA**

### ASA-Einstellung hat nichts mit Empfindlichkeit zu tun

Nun werden die ASA-Empfindlichkeiten unterschiedlich verwendet. Bei digitalen Fotoapparaten überlässt man es entweder der Automatik des Apparats, die „richtige“ Einstellung des der Beleuchtung der Aufnahmeszene entsprechenden ASA-Werts zu wählen, oder man kann diesen wie bei den etwas hochwertigeren Kameras selber einstellen. Kann diese Einstellung nun die Empfindlichkeit der Kamera tatsächlich beeinflussen? In den allermeisten Fällen geht das nicht.

Die Empfindlichkeit und die Intra-Szenen-Dynamik des jeweils eingesetzten Bildsensors werden durch drei Parameter bestimmt: das Ausleserauschen, die Sättigungs- oder Fullwell-Kapazität und den nutzbaren Quantenwirkungsgrad. Hierbei gibt das Ausleserauschen (das Rauschen des Ausleseverstärkers) die kleinste notwendige Signalmenge vor. Die Sättigungskapazität entspricht dem maximalen Fassungsvermögen eines jeden Pixels für Ladungsträger. Und der nutzbare Quantenwirkungsgrad beschreibt den Zusammenhang zwischen erzeugten Ladungsträgern und auf den Pixel auftreffenden Lichtteilchen. Die Intra-Szenen-Dynamik ergibt sich aus dem Verhältnis von Sättigungskapazität zu Ausleserauschen.

Angenommen, es handelt sich um einen Bildsensor mit einer Dynamik von 1:256 (entsprechend 8 bit). Bei Sonnenlicht und niedrigster ASA-Einstellung liefert er bei der eingestellten Blende im Bild in manchen Bereichen Vollausschlag mit digitalen Bildwerten von 255, was Weiß entspricht. Nun wechselt der Fotograf in ein Gebäude und erhält bei der niedrigen ASA-Einstellung nur noch Spitzenwerte im Bild von 30, was schon Dunkelgrau bedeutet. Stellt man den ASA-Wert nun auf einen größeren Wert, dann wird das aufgenommene Bild dadurch heller. Aber hier ist keineswegs die Empfindlichkeit verbessert, sondern lediglich das elektrische Signal verstärkt worden. Allerdings wird auch das Rauschen 8-fach verstärkt; das Signal-Rausch-Verhältnis hat sich also nicht geändert.

Auch sind nicht mehr Informationen (Anzahl der unterscheidbaren Helligkeitsstufen) im Bild hinzugekommen. Man könnte das Bild auch ohne die ASA-Erhöhung aufnehmen und hinterher im Computer so anpassen, dass es heller dargestellt wird, dies hätte die gleiche Wirkung. Dass es mittlerweile in der Praxis manchmal

### Quellen

- 1 ISO 12232:2006 „Photography – Digital still cameras – Determination of exposure index, ISO speed ratings, standard output sensitivity, and recommended exposure index“, [www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=37777](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=37777)
- 2 [www.phantomhd.com/pdf\\_files/ds-web\\_flex.pdf](http://www.phantomhd.com/pdf_files/ds-web_flex.pdf)
- 3 [www.idtvision.com/imaging/y5.php](http://www.idtvision.com/imaging/y5.php)
- 4 [www.nacinc.de/downloads/memrecamhx4\\_specificationsheet11.05.12.pdf](http://www.nacinc.de/downloads/memrecamhx4_specificationsheet11.05.12.pdf)
- 5 [www.emva.org/cms/index.php?idcat=26&lang=1](http://www.emva.org/cms/index.php?idcat=26&lang=1)

### Alle QZ-Praxistipps

[www.qz-online.de/praxistipp](http://www.qz-online.de/praxistipp)

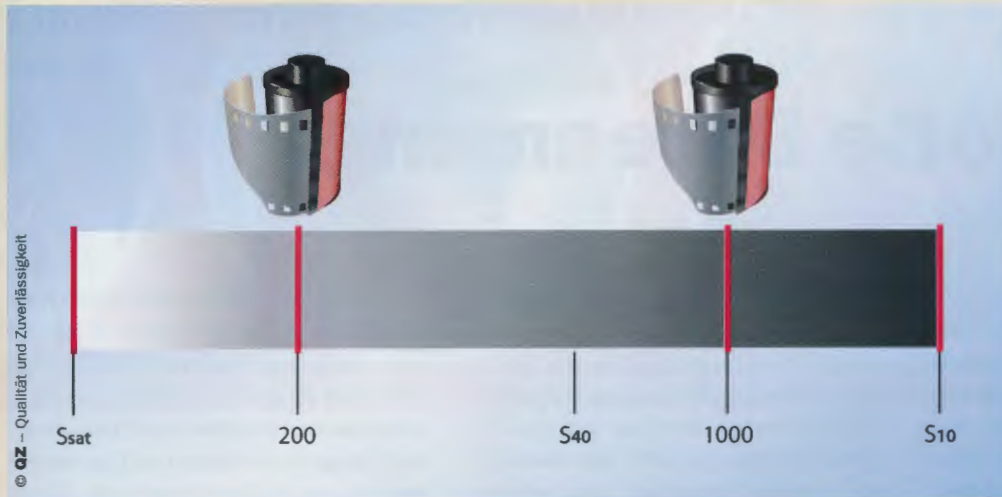
besser aussieht, wenn man diese „Verstärkung“ im Fotoapparat durchführen lässt, liegt an der aufwendigen Bildverarbeitung und Filterung in modernen Digital-Kameras, denen irgendwie eine Verschönerung des Bilds gelingt. Es liegt aber nicht an der vermeintlichen Empfindlichkeitsänderung – diese findet nämlich gar nicht statt.

### ASA-Zahlen als Leistungsparameter innerhalb der Marketing-Strategie

Da die ASA-Werte gemäß dem Standard ISO 12232 eine Bewertung der Empfindlichkeit gestatten sollen, werden sie in der Beschreibung von High-Speed-Kameras gerne als Leistungsparameter hergenommen, vor allem wenn sie in der Filmbranche oder auch im Sicherheitsversuch (Crash-Test) eingesetzt werden sollen. Da findet man Angaben wie „1200 ISO“ [2], wobei in kleinerer Schrift dann aufgeklärt wird, dass es sich um „ISO 1200 (measured using ISO 12232 SAT method)“ handelt. Oder man liest „Sensitivity ASA = 3000 ISO Mono and 1000 ISO Color“ [3] und „ISO Rating 40000 Mono and 10000 Color“ [4], woraus sich so gut wie gar nichts ableiten lässt. Wenn es sich hier tatsächlich um eine sättigungsbegründete Empfindlichkeit von 1200 handelte, wäre dies ja ein schlechter Wert, weil die Sättigungskapazität des Bildsensors gering sein müsste und er in folgedessen auch eine sehr geringe Dynamik hätte.

Damit ist nicht gesagt, dass die jeweilige Kamera schlecht ist, sondern nur, dass





**Bild 1.** Graustreifen, der die Situation von viel Licht (weiß) und wenig Licht (schwarz) symbolisiert, mit den Positionen der verschiedenen Empfindlichkeitswerte  $S_{\text{Sat}}$ ,  $S_{10}$  und  $S_{40}$  und zwei angenommenen Filmempfindlichkeiten 200 ASA und 1000 ASA

die Angaben für eine Beurteilung der Kamera hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit nicht ausreichen, zumal die früheren Gleichungen „niedriger ASA-Wert = geringe Empfindlichkeit und hoher Kontrastumfang“ sowie „hoher ASA-Wert = hohe Empfindlichkeit und geringer Kontrastumfang“ nicht mehr gültig sind. Falls Sie also eine Anwendung haben, bei der die Empfindlichkeit der Ka-

mera eine wichtige Eigenschaft darstellt, sollten Sie von den Herstellern zusätzliche Informationen verlangen, um die Kamera besser beurteilen zu können. Alternativ dazu können Sie auch nach den EMVA 1288-Daten [5] fragen: Die European Machine Vision Association (EMVA) hat den Standard for Measurement and Presentation of Specifications for Machine Vision

Sensors and Cameras definiert, um Anwendern zu helfen, Bildsensoren und Kameras miteinander zu vergleichen. □

**Dr. Mona Clerico**

► **PCO AG**

[info@pco.de](mailto:info@pco.de)

**T 09441 2005-0**

[www.pco.de](http://www.pco.de)



## FIKTION WIRD REALITÄT

Die neue Ensenso N10 Stereo 3D Kamera  
Echtzeit-3D – schnell, einfach, präzise

- Global-Shutter CMOS Sensoren
- Integrierter Patternprojektor
- Vorkalibriert
- Mehrkamerabetrieb
- Kostenloses Softwarepaket



**Ensenso N10 – die erste Stereo 3D Kamera von IDS.** Der kompakte und robuste Problemlöser für alle Anwendungsbereiche, die schnelle und exakte Echtzeit 3D-Informationen von bewegten oder stehenden Objekten benötigen. Mit einer Bildrate von 30 fps bei voller Auflösung mit 752 x 480 Pixeln eignet sie sich perfekt zur schnellen Volumenbestimmung, für Vollständigkeitskontrollen oder für Robotergreiftechnik. Out of the box: Vorkalibrierte Kamera anschließen und über das MVTec HALCON Interface oder objektorientierte API loslegen. It's so easy!

**IDS**  
[www.ids-imaging.com/ensenso](http://www.ids-imaging.com/ensenso)