Wilhelm Kleinöder

Licht und Belichtung

Inhalt

1. Einleitung 3
2. Das Zonensystem im Internet 3
3. Mein analoges Zonensystem 3
4. Digitaler Kurvenverlauf 3
5. Prävisualisierung 6
6. Eigene Belichtungsreihe 9
7. Zonentest Auswertung 10
8. Kameraeinstellungen 11
9. Belichtungsmessung mit der Kamera 11
10. Praktische Handhabung der Messaufgabe 12
10.1 Vergleich der Messmethoden 12
10.2 Modus "A" mit Spotmessung 13
10.3 Modus "M" und Spotmessung 14
10.4 Messmodus "Highlight" 15
11. Tonwerte und Zonen im Bild und in der Natur erkennen 16
12. Ende Teil 1 18
13. Belichtung im Raw-Format 19
13.1 Forderung einer Raw-Anzeige 19
13.2 Raw Belichtungs Praxis 19
14. Über mich 21

1. Einleitung

In Zeiten der analogen Fotografie war das Zonensystem nach Ansel Adams die „Hohe Schule“ der Belichtungssteuerung, die noch mit dem Handbelichtungsmesser funktionierte. Heute haben wir an den Kameras die Auswahl zwischen „Auto, P, A, S, M“ und über den Messmodus des Sensor noch zusätzlich „Multi, Mitte, Spot Standard und Groß, Durchschnitt gesamtes Bild oder Highlight“. Doch wer nutzt das oder wer versteht das überhaupt noch?

Anhand meiner Erfahrung mit dem Zonensystem werde ich zeigen, welche der genannten Messmethoden wir sinnvoll nutzen können.

Wir werden die Einstellungen P, A und S kurz behandeln und uns dann im manuellen Modus die Möglichkeiten genauer ansehen. Wenn die Kamera dann auch noch eine Spotmessung bietet, ist das eine gute Voraussetzung für perfekt belichtete Bilder nach unseren eigenen Vorstellungen. Das Handbuch der Kamera sollte hierzu die notwendige Information enthalten.

2. Das Zonensystem im Internet

Dies ist kein Kurs zum Thema Zonensystem, aber aus meinen persönlichen Erfahrungen werde ich hier die Dinge einbringen, die auch in der digitalen Welt noch ihren Nutzen haben. Die wichtigsten Fakten zum Zonensystem kann jeder selbst an vielen Stellen im Internet nachlesen. Eine gute Quelle ist wie häufig die Wikipedia Seite: https://de.wikipedia.org/wiki/Zonensystem

Und Ansel Adams muss natürlich auch genannt werden: https://de.wikipedia.org/wiki/Ansel_Adams

3. Mein analoges Zonensystem

Ziel der persönlichen Filmdaten im Zonensystem ist, dass alle Tonwerte von Zone 0 (schwarz) bis Zone X (weiß) in einem fertig entwickeltem Bild dargestellt werden können. Wirklich Sinn macht das Zonensystem nach Ansel Adams deshalb nur bei analogen Aufnahmen mit dem Großformat, bei dem jedes Negativ individuell belichtet und entwickelt wird.

Um in die Großformatfotografie einzusteigen, habe ich zunächst einen Workshop bei Peter Gasser besucht, der selbst noch von Ansel Adams gelernt hatte. Später besuchte ich noch einen Workshop bei Bob Werling, der ebenfalls noch zusammen mit Ansel Adams gearbeitet hatte. Auch wenn man bei diesen Workshops die Grundlagen zum Zonensystem vermittelt bekommt, muss man die gesamte Prozedur der Testaufnahmen mit dem Planfilm selbst durchführen. Nur basierend auf dem eigenen Handwerkszeug von der Kamera, dem Belichtungsmesser, dem Negativ- und Positivmaterial zusammen mit der individuellen Entwicklung von Negativ und Positiv, kann man die Parameter für das Zonensystem ermitteln. Das hat nicht nur viele Wochen gedauert, sondern ich habe hierzu mehr als 50 Filme belichtet, entwickelt und dichtemäßig ausgewertet (siehe nebenstehende Tabelle und die zugehörige „Abb. 1: Filmtest Kodak Tmax 400 Planfilm 8x10"“ auf Seite 4).

In den Kurven der Abb. 1 auf Seite 4 kann man erkennen, dass auf der x-Achse die Zonen nicht nur von „I bis X“ angegeben sind, sondern weiter bis in die Zone XIV reichen. Das betrifft hier jedoch den gemessenen Objektkontrast des Motivs. Der Planfilm ist bei reichlicher Belichtung zusammen mit verkürzter Entwicklung in der Lage, diesen großen Objektumfang abzubilden. Damit sind wir in der Lage, diesen Umfang auch in entsprechenden Zonen sowohl auf dem Monitor als auch auf dem Papier wiederzugeben.

Aufzeichnungen zur Filmentwicklung der Testnegative
N+3 320 ASA; HC 110 1:47, 40:00min (42:40), Film Nr. 25
N+2 250 ASA; HC 110 1:47, 16:00min (17:00), Film Nr. 29
N+1 200 ASA; HC 110 1:47, 10:30min (11:12), Film Nr. 18
N 160 ASA; HC 110 1:47, 07:30min (08:00), Film Nr. 16
N-1 125 ASA; HC 110 1:65, 07:30min (08:00), Film Nr. 20
N-2 100 ASA; HC 110 1:85, 07:30min (08:00), Film Nr. 30
Sechs der insgesamt mehr als 50 Testfilme brachten einen passenden Schwellenwert und die zugehörige Dichte entsprechend dem Zonensystem. Die tatsächlichen Filmempfindlichkeiten erreichen dabei gerade 320ASA anstatt der vom Hersteller genannten 400 ASA Nennempfindlichkeit.

Tab. 1: Filmtest Zonensystem

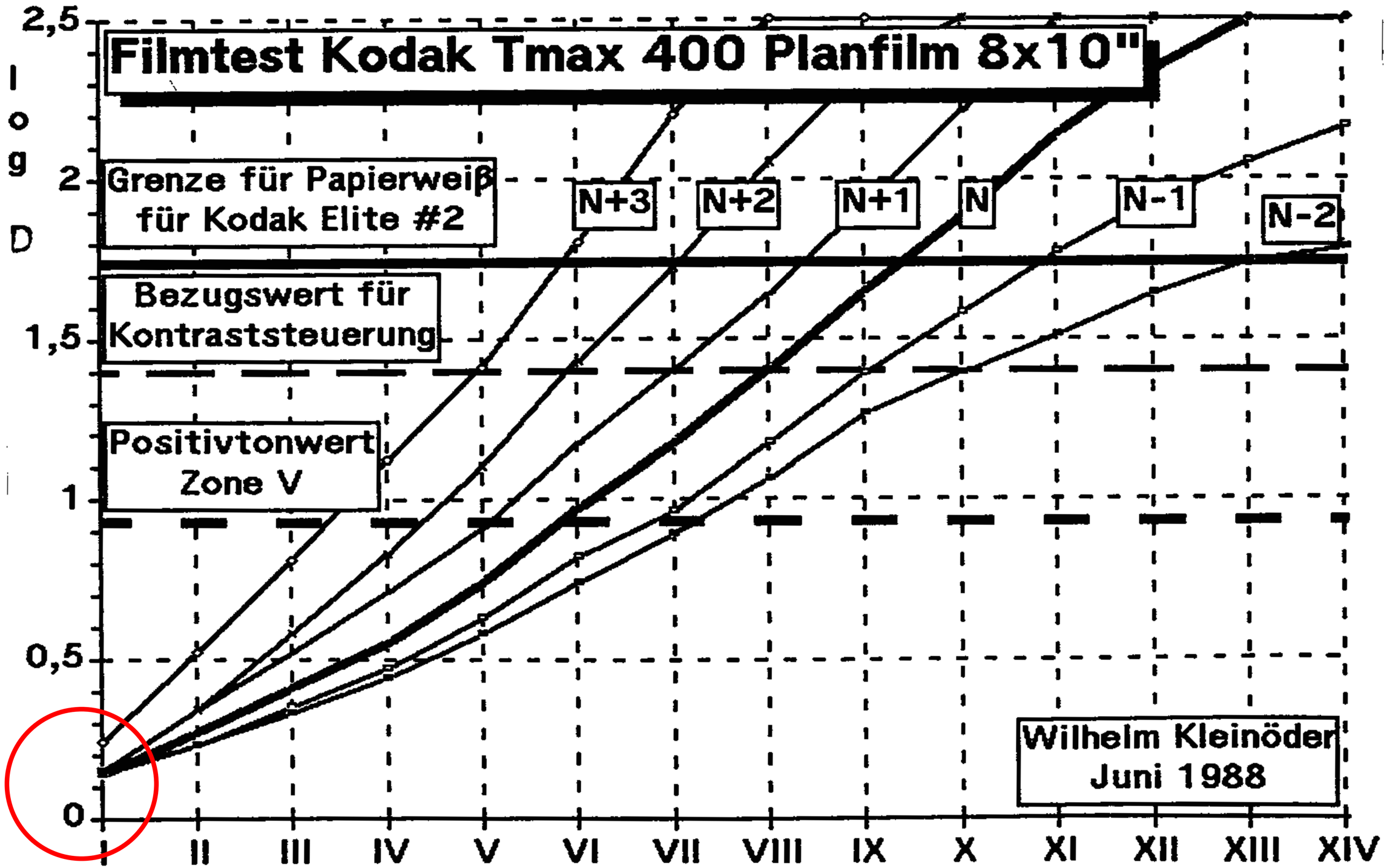


Abb. 1: Filmtest Kodak Tmax 400 Planfilm 8x10"

Motivkontrast

4. Digitaler Kurvenverlauf

Der Kurvenverlauf bei digitalen Sensoren lässt sich nicht so einfach verbiegen der des Films. Im Augenblick der Aufnahme, wenn wir den Sensor belichten, ist der Verlauf der Tonwerte von schwarz nach weiß vollkommen linear. Eine Überbelichtung führt hier unweigerlich zum totalen Tonwertverlust in den Lichtern. Eine schnelle Kontrolle bietet hier etwas vereinfacht das Histogramm, das sich jedoch auf das in der Kamera hinterlegte jpg-Bild bezieht und deshalb nicht ganz verlässlich ist. Daneben bieten die meisten Kameras auch Überbelichtungswarnungen durch „Blinken" an oder durch Zebramuster. Wer sich unsicher ist kann dies anfänglich verwenden, aber nach diesem Kurs hat jeder noch weitere Möglichkeiten zur korrekten Bestimmung der Belichtung hinzugelernt und kann dann auf die blinkenden Einstellungen der Kamera verzichten.

Was von dem mächtigen Motivumfang dargestellt werden kann, ist aus der nebenstehenden Grafik ersichtlich. Auch am Ende des Skriptes („Anhang A: Objektumfang von Motiv, Sensor/Film und Anzeige") ist eine Grafik der TUM zu diesem Thema hinzugefügt. Eine ebenfalls sehr gut gemachte Grafik und Beschreibung zum Kontrast der natürlichen Umwelt kann man auf der Webseite von Markus Wäger nachlesen:
https://www.markuswaeger.com/2011/10/21/das-zonensystem/
Auf seine Beschreibung zu den Zonen werde ich später noch einmal zurück kehren.

Eine weitere sehr gute Webseite, auf der quasi der EV-Umfang des ganzen Sonnensystems als EV-Liste beschrieben ist, findet sich bei Fred Parker:
http://www.fredparker.com/ultexp1.htm
Eine absolut lesenswerte Seite, was das Thema Belichtungsmessung und Beurteilung des Lichtes betrifft (englisch).

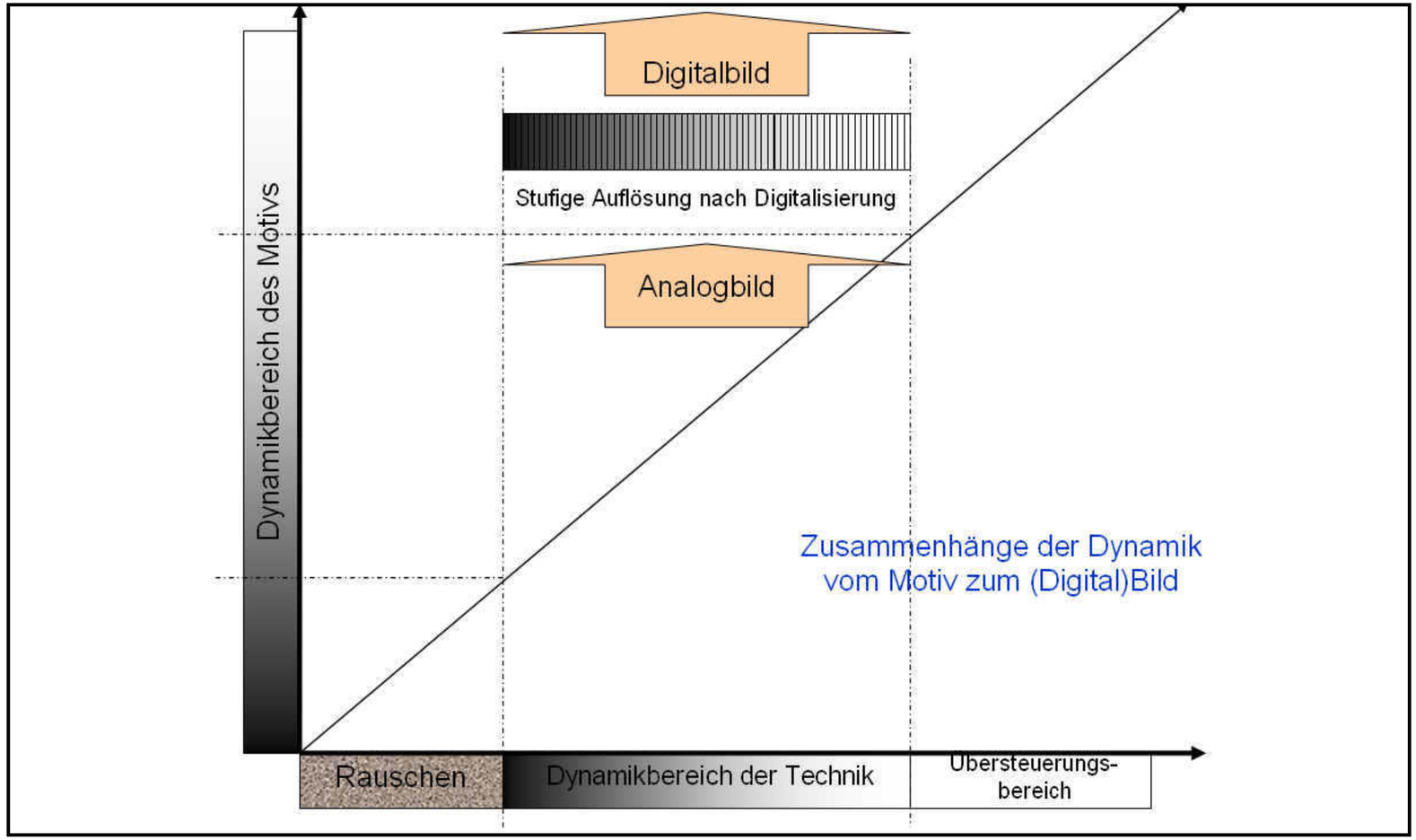


Abb. 2: Dynamikbereich von Motiv und Sensor bzw. Negativ
Quelle: Wikipedia

Erst bei der Entwicklung des Bildes im Raw-Konverter haben wir die Möglichkeit, den Verlauf der Tonwerte über die Gradationskurve zu beeinflussen und unseren Wünschen entsprechend zu anzupassen. Wurde aber bei der Belichtung ein Fehler mit Überbelichtung gemacht, sind diese Tonwerte oberhalb des Grenzwertes für immer verloren. Bei der digitalen Entwicklung sind diese Stellen ein ausgebranntes weiß. Mit einem Planfilm, bei dem man wie oben gezeigt die Entwicklungskurve genau kennt, kann einem das nicht passieren.

Aber da kommt uns entgegen, dass die meisten Sensoren heute einen dem Planfilm entsprechenden großen Dynamikumfang haben, der bei Raw-Belichtung ebenfalls bis zu 14 Lichtwerte abdeckt.

Diesen Dynamikumfang müssen wir nur ***korrekt nutzen***, um ein entsprechendes Ergebnis wie mit dem Planfilm zu erzielen. ***„Korrekt zu nutzen" heißt hier aber, die hellen Tonwerte so weit wie möglich rechts anzuordnen*** (ohne in den ausgebrannten Bereich zu kommen). Nur so können die links davon vorhandenen Tonwerte den maximalen Dynamikumfang von den genannten 14 Lichtwerten erfassen.

5. Prävisualisierung

Ab jetzt trennt sich die Spreu vom Weizen. Im Sinne des Zonensystems misst der Fotograf den Motivkontrast aus und legt die motivbestimmenden Tonwerte in eine bestimmte Zone. Dabei kann er nur einen Tonwert bestimmen, dem er eine definierte Zone zuweist. Alle anderen Tonwerte ergeben sich dann als Ergebnis seiner Kontrastmessung aus der festgelegten Empfindlichkeit des Films, der Blende und Belichtungszeit und der zugehörigen Entwicklung des Films (N ± x).

Diese Notizen bei der Aufnahme bilden die Grundlage seiner Erfahrung im festlegen von Tonwerten auch für spätere Belichtungen. Im Sprachgebrauch von Ansel Adams heißt das eben „Prävisualisierung" - festlegen und zuweisen von Tonwerten in eine bestimmte Zone. Seit den Zeiten von Ansel Adams gibt es hierzu auch entsprechende Beschreibungen zu den Tonwerten der einzelnen Zonen (siehe nebenstehende Tabelle). Diese Beschreibung von Ansel Adams ist an vielen Stellen im Internet zu finden. Man beachte aber, dass sich AA immer auf die Film- und Positiventwicklung bezieht.

Diese Tabelle findet sich z.B. bei Gisle Hannemyr: http://dpanswers.com/content/tech_zonesystem.php#zs

DR	TR	Spot	Zone	Description
Singulärer Wert: RGB 0			0	Total black. Complete lack of density, other than dark current noise (or film base density + fog in the case of a film negative). Should appear as total black in the print.
Low			I	Near black, no detail. Effective threshold. First step above complete black in the print. Slight tonality, but no texture.
	Texturaal range		II	Dark grey-black. First suggestion of texture. Very dark details in shadows. Deep tonalities, representing the darkest part of the image in which some slight detail is required.
		Shadow	III	Very dark grey. Dark textured bark on shadow side of tree. Average dark materials. Good texture and detail can be seen. This is where you will want to place shadow details.
Mid			IV	Medium-dark grey. Average dark green foliage, shadow side of skin, dark stone, landscape shadow. Details plainly visible. This where you want to place the shadow side of Caucasian portraits in sunlight.
		Average	V	Middle grey. Standard Kodak 18 % grey reflectance card. Clear northern sky (panchromatic rendering), dark skin, grey stone, average weathered wood. Excellent detail visible.
			VI	Rich mid-tone grey. Caucasian skin in sunlight, light stone and sand, shadows in snow in brightly sunlit snowscapes. Sharp fine detail visible.
High		***Highlight***	VII	Off white or bright light grey. White with texture, very light skin, silver hair, weathered white paint, snow with acute side lighting. Highest Zone that will still hold good details.
			VIII	Almost white (not blank whites). Textured snow in sun, reflected highlights on Caucasian skin. Delicate texture and some gradation exist, but no detail.
			IX	Nearly pure white without texture (must be compared to pure white to tell difference). Glaring white surfaces, snow in flat sunlight. No detail or significant texture visible.
Singulärer Wert: RGB 255			X	Pure white. Specular highlights, glares or light sources in the picture area. Danger of photon well overflow. Rendered as the maximum white value of the paper surface

Tab. 2: Zone descriptions. (Adapted from Ansel Adams)

DR: Dynamic range

TR: Textural range

Eine entsprechende Beschreibung auf deutsch findet sich auf der Webseite von Markus Wäger, die ich hier teilweise übernommen, verändert und ergänzt habe: https://www.markuswaeger.com/2011/10/21/das-zonensystem/

Meine Ergänzungen beziehen sich vor allem auf die Tonwerttafel auf Seite 8, die ich im Rahmen meines Seminars zum digitalen Zonensystem vorgestellt habe: https://foto-aktiv.meine-art-zu-sehen.de/digitales-zonensystem/

Wie sich die Struktur und Zeichnung bei verschiedenen Belichtungen nach dem Zonensystem verhält, werden wir im nächsten Abschnitt besprechen.

Zone 0	Absolutes Schwarz ohne Zeichnung (RGB 0). Solche Flächen sind praktisch frei von Information und es lässt sich auch durch Nachbearbeitung keine Struktur wiederherstellen. Bei korrekter Monitoreinstellung sind aber die Tonwertunterschiede von RGB 0 bis 26 alle differnzierbar.
Zone 1	Optisch schwarzer Tonwert, geringe Spuren von Zeichnung, allerdings für das menschliche Auge nicht zu erkennen. Durch Entwicklung lässt sich diese Zeichnung jedoch sichtbar machen. Tonwerttafel RGB 28 bis 51.
Zone 2	Beinahe schwarzer Tonwert, mit für das menschliche Auge erkennbarer Zeichnung. Beispiel: Gefieder eines Raben. Tonwerttafel RGB 51 bis 77.
Zone 3	Dunkler Tonwert mit deutlich sichtbarer Zeichnung. Beispiel: im Schatten liegende Wälder, frisch asphaltierte Straße. Tonwerttafel RGB 77 bis 102.
Zone 4	Tendenziell dunkler Tonwert mit klaren, erkennbaren Details. Beispiel: beschattete Haut, dunkler Stein. Tonwerttafel RGB 102 bis 128.
Zone 5	Mittlerer Tonwert. Beispiel: südländischer Hautton, verwittertes Holz, mittelgrauer Stein, Schotter und Kies. Tonwerttafel RGB 128 bis 153.
Zone 6	Tendenziell heller Tonwert. Beispiel: trockener Fels, heller Stein und trockener Sand, Schnee im Schatten, Handinnenfläche bei praktisch allen Menschen. Tonwerttafel RGB 153 bis 179.
Zone 7	Heller Tonwert mit deutlicher Zeichnung. Beispiel: weißgraues Haar, Gefieder einer Hausgans, verwitterter Kalkanstrich. Tonwerttafel RGB 179 bis 204.
Zone 8	Sehr heller Tonwert. Beispiel: Sonnen beschienener Schnee, in dem noch die Schneekristalle zu erkennen sind. Tonwerttafel RGB 204 bis 230.
Zone 9	Beinahe Weiß ohne erkennbare Zeichnung. In der Bildbearbeitung am Computer lässt sich aus diesen Flächen weder Farbe und Zeichnung sichtbar machen. Tonwerttafel RGB 230 bis 254.
Zone 10	Reines Weiß; Hellster Tonwert ohne Zeichnung. Aus Flächen der Zone X lässt sich auch mittels Nachbearbeitung keine Farbe oder Zeichnung restaurieren. RGB 255.

Tab. 3: Zonenbeschreibungen deutsch

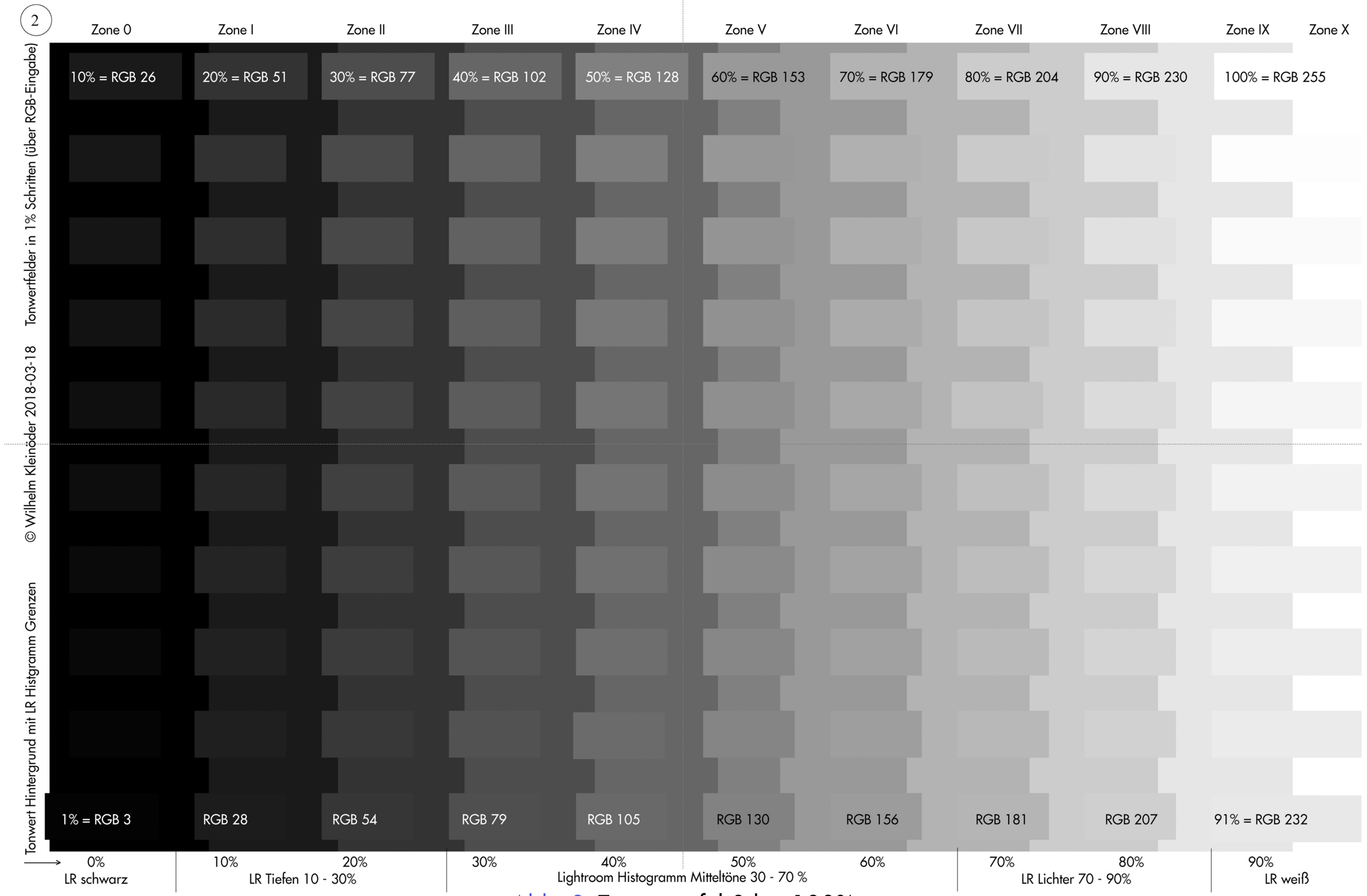


Abb. 3: Tonwerttafel 0 bis 100%

6. Eigene Belichtungsreihe

Um ein Gefühl für das bisher Gesagte zu bekommen ist es hilfreich, sich selbst mal eine Belichtungsreihe mit 11 Zonen zu erstellen. Gemessen wird auf die Graukarte, die unsere Zone V darstellt. Alle weiteren Belichtungen werden um jeweils eine Blenden-/Zeitstufe geringer oder höher belichtet.

In meiner Testvorlage war die Graukarte Zone V, die schwarze Wellpappe lag bei Zone III und der weiße Karton neben dem ColorChecker lag bei Zone VII ½. In Lightroom kann man nun sehr leicht sehen, wo noch Strukturen sichtbar sind und welche Tonwerte sich dabei ergeben.



Abb. 4: Belichtungsreihe Zonensystem

7. Zonentest Auswertung

Es gibt im Normalfall keinen Grund einen mittleren Grauton der Zone V um 5 Stufen nach oben oder unten zu verschieben. Mit diesem Versuch wollen wir herausfinden, welche der Belichtungen bei der Entwicklung in Lightroom noch brauchbare Tonwerte ergeben. Und in der Tat zeigt uns Lightroom ganz schnell, dass im hellen Bereich das verschieben der Zone V nach VIII, IX und X (wie erwartet) keine brauchbaren Tonwerte mehr liefern kann. Weiß ist ausgebrannt und die Farben sind blasser, selbst wenn die Dynamik und Sättigung angehoben werden.

Gut ist nur die Zone VI nach der Bearbeitung und mit Einschränkungen noch brauchbar auch die Zone VII.

Im dunklen Bereich sieht es deutlich besser aus. Selbst die Unterbelichtung um 5 Stufen bringt noch gute Ergebnisse. Klar, ein wenig Rauschen und auch eine Farbverschiebung, was sich aber noch weiter optimieren ließe.

Was ist die Erkenntnis aus diesem Test:
• Überbelichtung führt zum Verlust von Tonwerten und Sättigung
• Das Anheben des mittleren Tonwertes (Zone V) um eine Stufe ist noch unkritisch
• Das Anheben des mittleren Tonwertes (Zone V) um zwei Stufen führt bereits zu Tonwertverlusten in den hellen Farben und hellen Grauwerten
• Unterbelichtung bis zu 5 Stufen können von meinem Sensor brauchbar kompensiert werden

Bei hellen Tonwerten muss man gezielt die hellen Tonwerte mit dem Spotbelichtungsmesser erfassen und der gewünschten Zone zuordnen (z.B. Schnee, Brautkleid,...). Dann wird auch die Belichtung und Entwicklung keine Probleme bereiten.



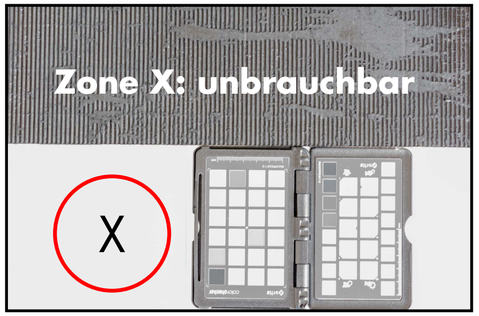
Entwicklung mit LR aus Bild der Zone 0 (f/4,5 1/1000 s). Standardentwicklungseinstellung mit ein wenig Anpassung und Korrektur der Farbtemperatur ergeben bereits ein gutes Ergebnis trotz Unterbelichtung um 5 Zonen.

Abb. 5: Auswertung der Belichtungsreihe

Entwicklung mit LR aus Bild Zone VI (f/4,5 1/15 s) und Zone VII (f/4,5 1/8 s). Standardentwicklungseinstellung mit ein wenig Anpassung ergeben bereits ein gutes Ergebnis.











8. Kameraeinstellungen

Alles automatisch richtig einstellen kann heute jede Kamera. Die im Prozessor gespeicherten Algorithmen basieren auf Millionen von Bildern und man kann annehmen, dass eigentlich nichts schief gehen kann. Also den Modus auf "Auto" und alles ist gut. Oder doch nicht?

Was macht die Kamera, wenn ich einen weißen oder schwarzen Karton vor die Linse halte (symbolisch gesprochen). Nun, die Kamera analysiert den Karton, vergleicht die Szene mit gespeicherten Werten und macht aus beiden Vorlagen jeweils ein mittleres graues Bild (Abb. 15 auf Seite 25).

Das ist aber genau das, was ich nicht wollte. Mein Ziel war, eine sehr dunkle bzw. eine sehr helle Szene zu fotografieren. Das kann die Kamera aber natürlich nicht wissen, also muss ich als Fotograf meine Vorstellungen selbst umsetzen. Und hierfür gibt es entsprechende Einstellmöglichkeiten.

Aber die verschiedenen Modi "P, A, S und M" lösen noch nicht mein Problem mit der korrekten Belichtung meiner dunklen bzw. hellen Szene. Ich kann dann zwar Zeit und Blende je nach Priorität einstellen, aber welchen Belichtungswert ich brauche muss ich über die Messung der Helligkeitswerte im Motiv ermitteln.

Im Zonensystem war das grundsätzlich ein Spotbelichtungsmesser mit einem Winkel von 1°. Wunderbar und unvergleichlich präzise, wie man damit arbeiten konnte. Ich vermisse das heute!

9. Belichtungsmessung mit der Kamera

Moderne Kameras bieten uns zur Belichtungsmessung sehr viele Alternativen. Aber möglicherweise hat sich das noch niemand wirklich so recht angesehen. Deshalb hier erst mal ein Überblick (Tabelle oben).

Messmethode	**Beschreibung**
Multi	Misst das Licht in jedem Feld, nachdem das gesamte Bild in verschiedene Felder unterteilt wurde, und ermittelt die korrekte Belichtung für das gesamte Bild (Mehrfeldmessung).
Mitte	Misst die durchschnittliche Helligkeit des gesamten Bildes unter Betonung des mittleren Bereichs (mittenbetonte Messung).
Spot	Misst nur den mittleren Bereich (Spotmessung). Dieser Modus ist zum Messen von Licht auf einem angegebenen Teil des gesamten Bildschirms geeignet. Die Größe des Messkreises kann zwischen [Spot: Standard] und [Spot: Groß] ausgewählt werden. Die Position des Messkreises hängt von der Einstellung für [Spot-Mess.punkt] ab.
GesBildsDschnitt	Damit wird die Helligkeit des gesamten Bildschirms gemessen. Die Belichtung bleibt stabil, selbst wenn sich die Komposition oder die Position des Motivs ändert.
Highlight	Damit wird die Helligkeit unter Betonung des hervorgehobenen Bereichs auf dem Bildschirm gemessen. Dieser Modus eignet sich zum Aufnehmen von Motiven bei Vermeidung von Überbelichtung.
Tipp	Wenn [Spot] gewählt und [Fokusfeld] entweder auf [Flexible Spot] oder [Erweit. Flexible Spot] eingestellt wird, während [Spot-Mess.punkt] auf [Fokuspkt.-Verknüpf.] eingestellt ist, kann der Spotmessungspunkt mit dem Fokusfeld koordiniert werden.
	Wenn [Messmodus] auf [Highlight] eingestellt und die Funktion [Dynamikb.Opt.] oder [Auto HDR] aktiviert ist, werden Helligkeit und Kontrast automatisch korrigiert, indem das Bild in kleine Felder unterteilt und der Kontrast von Licht und Schatten analysiert wird. Nehmen Sie Einstellungen auf der Basis der Aufnahmeverhältnisse vor.
Hinweis	In den folgenden Aufnahmemodi ist [Messmodus] auf [Multi] fixiert: [Intelligente Auto.] Andere Zoomfunktionen außer dem optischen Zoom. Im Modus [Highlight] kann das Motiv dunkel sein, wenn ein hellerer Teil auf dem Bildschirm existiert.

Tab. 4: Beschreibung aus Sony alpha 99II Benutzeranleitung

Was aus der Beschreibung von Sony leider nicht hervorgeht, sind die Grenzen der jeweiligen Messmethode. Z.B. wie viele Felder werden denn bei "Multi" zur Analyse gebildet und wie werden die darin gemessenen Helligkeitswerte gewichtet? Oder wie groß ist bei "Mitte" die Mitte? Welcher Zone wird bei Highlight (es gibt entgegen der Beschreibung gar keinen hervorgehobenen Bereich) der hellste Punkt zugewiesen? Zone V oder höher?

GesBildsDschnitt würden wir wohl einstellen müssen, wenn wir unseren schwarzen oder weißen Karton fotografieren wollten und der dann grau gemacht wird.

Was uns von den Messmethoden am meisten interessieren dürfte ist sicherlich die Spotmessung und ich darf es gleich mit vorweg nehmen, die Messung "Highlight" sollte auch jeder mal ausprobieren wenn es denn seine Kamera anbietet (dazu später mehr).

Einige weitere wichtige Knöpfe, mit denen wir uns vertraut machen sollten ist die Bilichtungskompensation mit +/- und auch der "AEL"-Knopf zur zwischenzeitlichen Speicherung des Belichtungswertes.

10. Praktische Handhabung der Messaufgabe

10.1 Vergleich der Messmethoden

Ich zeige hier im Vergleich die verschiedenen Messmethoden, die meine Sony alpha99ii anbietet (siehe Tabelle oben). Da der Bildausschnitt konstant ist, zeigt sich schon in der Helligkeit des Monitorbildes in etwa, was die Messmethode aus der Motivhelligkeit macht. Im Grunde genommen immer eine mittlere Helligkeit und trotzdem mit deutlich erkennbaren Unterschieden (Graukarte mit 18% Reflexion?).

Für den Vergleich steht die Kamera im Modus A (Aperture). Die Blende wurde auf f/5,0 eingestellt und die Belichtungszeit wird entsprechend dem eingestellten Messmodus angepasst. Die Beurteilung erfolgt auf der Basis des Histogramms.

Die Belichtung mit "Multi" stellt hier die beste Belichtung dar, obwohl die hellen Tonwerte im Kontrollbild heftig blinken. Aber wir wissen ja, dass sich das Histogramm auf das jpg-Bild bezieht und hier die Tonwerte bis zum rechten Rand optimal genutzt wurden.

Die "Mittenmessung" ist zu dunkel und wir wissen ja nicht wirklich was hier die "Mitte" ist.

Die beiden Spotmessungen liegen bei den grauen Wolken in der Zone V und würden bei entsprechender Korrektur um plus 2 Zonen genau wie die "Multi"-Belichtung in der Zone VII landen.

Bei der Belichtung mit "gesamterBildschDurchschnitt" wird hier eine Zone rechts verschenkt und bei "Highlight" sogar wieder zwei Zonen. Diese Methode ist aber für andere Lichtverhältnisse gedacht und für dieses Motiv nicht die beste Wahl.

ISO stand zwar auf Auto, aber es wurde jeweils mit dem Wert 100 belichtet.

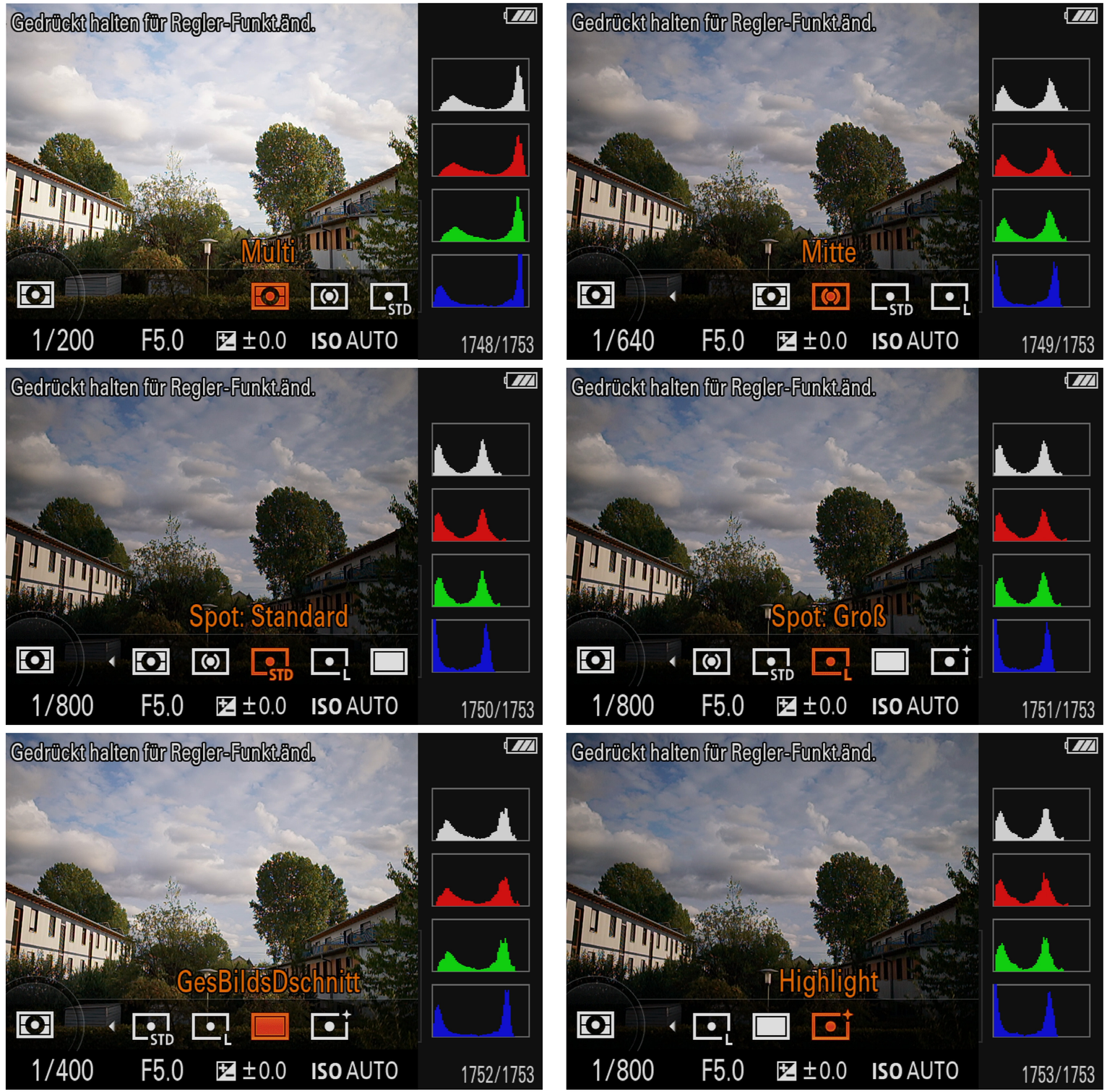


Abb. 6: Messmethoden (Aufnahmen im Raw-Modus)

10.2 Modus "A" mit Spotmessung

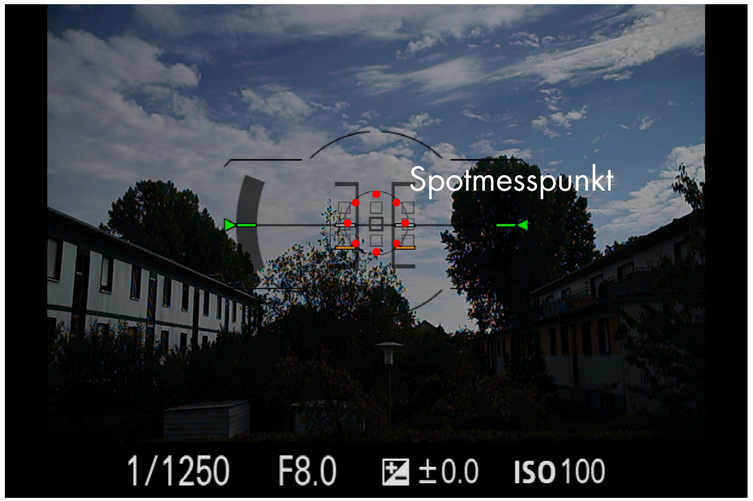
Zur Belichtung mit Blendenvorwahl stellen wir die Kamera in den Modus "A" (Aperture). Hier haben wir die Möglichkeit, die Blende den Anforderungen des Motivs entsprechend einzustellen und die zugehörige Belichtungszeit wird dann von der Kamera automatisch bestimmt. Zumindest war das bisher immer so.

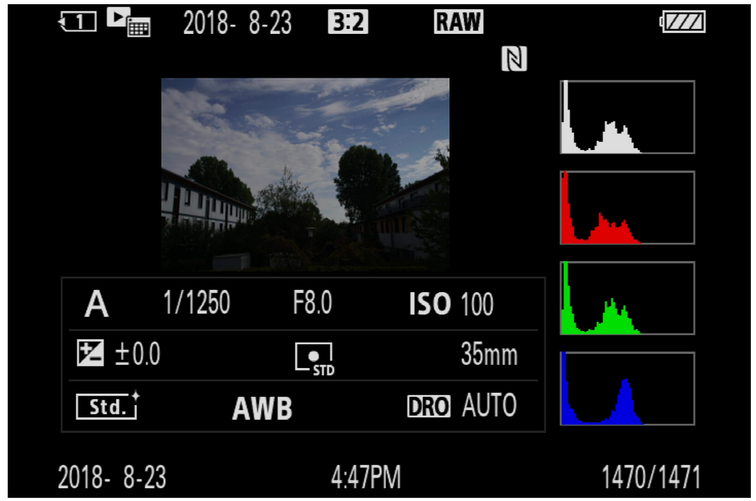
Nachdem sich bisher wohl niemand Gedanken darüber gemacht hat, welcher Messmodus an der Kamera denn eingestellt war, unterstellen wir einfach mal den Modus "Multi". Das ist ja auch wieder mal ein Messmodus, bei dem wir nicht wissen, was der Kamerahersteller dabei wirklich macht, aber in den meisten Fällen war damit unsere Belichtung Dank der intelligenten Algorithmen durchschnittlich normal belichtet.

Nun wählen wir erst einmal den Messmodus Spotmessung und beginnen damit, unser Motiv wirklich zu analysieren. Hier steht die Kamera auf dem Stativ und der Spotmesspunkt misst die grauen Wolken in der Mitte des Bildes. Lassen wir diese Einstellung so (±0.0), erfolgt die Belichtung mit einer Helligkeit, die der Zone V im Zonensystem entspricht. Das Histogramm zeigt sich dabei sehr mittig, viele Tonwerte im rechten Bereich werden verschenkt.

Wird eine Korrektur um 1 Blende (1 LW) gemacht wirkt das Bild schon besser belichtet aber erst bei einer Erhöhung um 2 Stufen auf die Zone VII im Zonensystem ergibt sich eine gute Ausnutzung der Tonwerte im Histogramm. Das ist auch typisch für Wolken bei Verwendung der Spotmessung. Die Zone VII hat hier trotzdem noch ein wenig Reserven nach oben für die manchmal lichtdurchfluteten Bereiche in den Wolken.

> Die Benutzung der Korrekturtaste für die Anpassung der Helligkeit ist gefühlsmäßig dem Zonensystem sehr nahe, da man den Wert als "Zone" wahrnimmt und dorthin verschiebt, wo man ihn haben möchte.







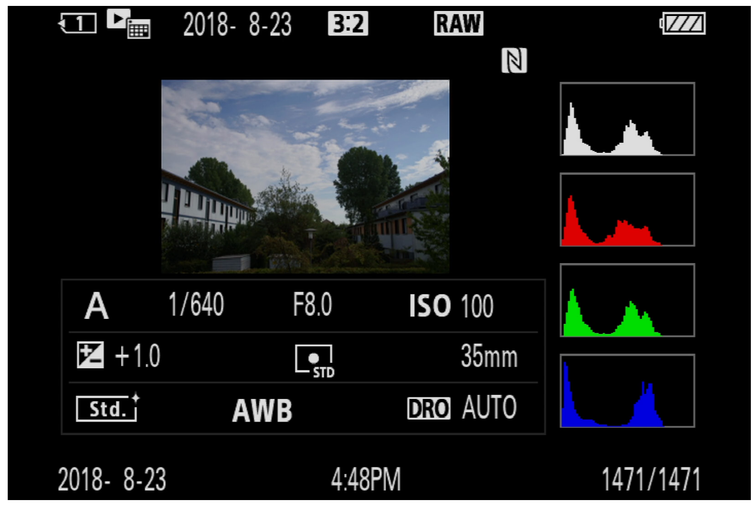






Abb. 7: Spotmessung im Modus A (Aufnahmen im Raw-Modus)

10.3 Modus "M" und Spotmessung

Während wir im Modus "A" nur die Blende fest vorgegeben hatten, und der zweite Wert, die Zeit, automatisch bestimmt wurde, müssen wir hier im manuellen Modus beides direkt selbst einstellen. Aber die Lichtwaage der Kamera unterstützt uns dabei, indem es uns signalisiert, ob die eingestellten Werte (nach interner Berechnung durch den Kameraprozessor) eine korrekte Belichtung ergeben oder zu niedrig oder zu hoch sind.

Unser Spotmesspunkt liegt hier wieder in den grauen Wolken, die hier als mittleres grau dargestellt werden und damit der Zone V entsprechen. Wie das Histogramm aber zeigt verschenken wir hierbei 2 Lichtwerte.

Im mittleren Bild zeigt die Lichtwaage an, dass die Wolken nun einen LW heller dargestellt werden, was im Zonensystem der Zone VI entspräche.

Erst eine manuelle Erhöhung auf +2 LW hebt die Wolken wieder in die gewünschte Zone VII an. Die Tonwerte im Histogramm sind damit nahezu optimal ausgenutzt. Die hellen Wolken am rechten Bildrand beginnen bereits zu blinken, was wir hier aber ignorieren können, weil es ja eine jpg-Vorschau ist.

Die "manuelle Erhöhung" erfolgt hier im manuellen Modus nicht über die Korrekturtaste der Kamera, sondern es wird explizit die Belichtungszeit verändert ausgehend von 1/1250s auf 1/640s und zuletzt auf 1/320s. Das sind hier nun die gleichen Werte wie im Modus A, nur dass wir das hier wirklich selbst bestimmt haben und die Einstellungen auch so vorgenommen haben.

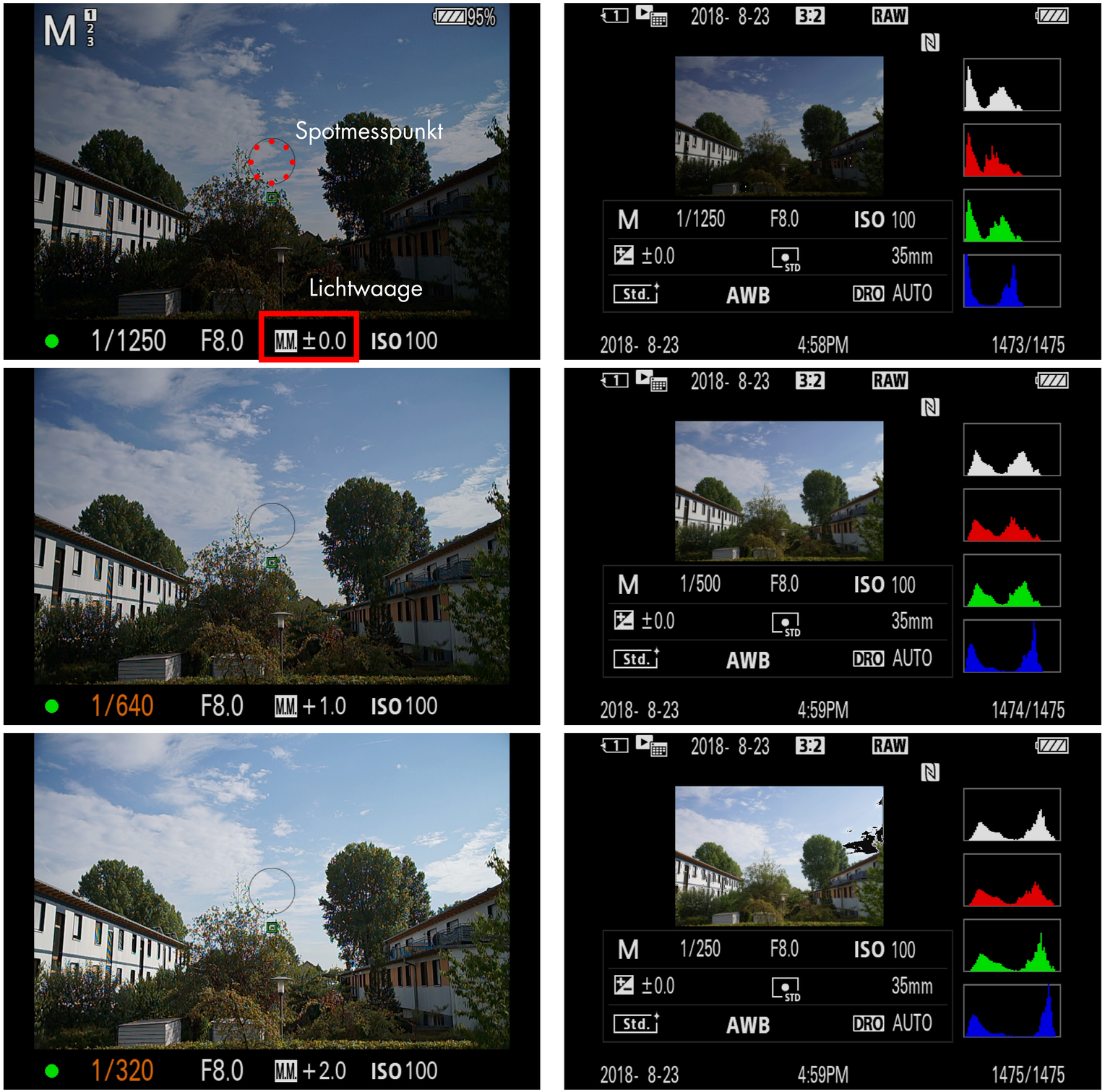


Abb. 8: Spotmessung im Modus M (Aufnahmen im Raw-Modus)

10.4 Messmodus "Highlight"

Schon bei meinen ersten Vorbereitungen für das Seminar bin ich auf den Messmodus "Highlight" gestoßen. Aus der Beschreibung im Handbuch wird man leider nicht sehr schlau. Auf dem Bildschirm sieht man auch keinen hervorgehobenen Bereich. Zumindest der Hinweis auf die Vermeidung von Überbelichtungen hat mich dann dazu veranlasst, das auszuprobieren. Im Urlaub am Weissensee gibt es immer wieder Wolkenstimmungen mit der Sonne hinter den Wolken. Das führt sehr schnell zu ausgebrannten Lichtern, wenn man dies nicht vorher gezielt mit der Spotmessung prüft und korrigiert. Bei Spotmessung gehe ich dabei nur bis Zone VI oder maximal VII, je nach Sonnenstand hinter den Wolken.

Vergleichsaufnahmen mit der Einstellung "Highlight" haben mich von der ersten Aufnahme an überzeugt. Ohne vorherige Spotmessung einfach das Motiv anvisieren und auslösen, egal wie die Sonne steht. Das Histogramm ist dabei zwar ziemlich weit nach links verschoben, aber das muss bei direkter Sonne im Bild auch so sein, damit der ausgebrannte Bereich ein Minimum wird (im Histogramm gar nicht sichtbar).

Aus unserem Belichtungstest zum Zonensystem wissen wir ja, dass sich auch unterbelichtete Bereiche von bis zu -5 Zonen wieder brauchbar darstellen lassen. Wenn dann auch noch die Lichter keine weißen Flecken mehr enthalten, kann man das Ergebnis guten Gewissens vorzeigen.

Jeder, der schon mal stundenlang an einem Bild gearbeitet hat, um die hellen ausgebrannten Bereiche zu korrigieren, hat hiermit eine Lösung, die das von vornherein vermeidet.

Hier sehen wir erstmals in der Sensorentwicklung, dass der Sensor von sich aus erkennt, wo es "brennt". In Zukunft erwarte ich hier noch mehr, nämlich, dass der Sensor in der Lage ist, den Kontrastumfang entsprechend dem Zonensystem selbst zu ermitteln und dann damit die optimale Belichtung bereits in der Kamera vornehmen kann.

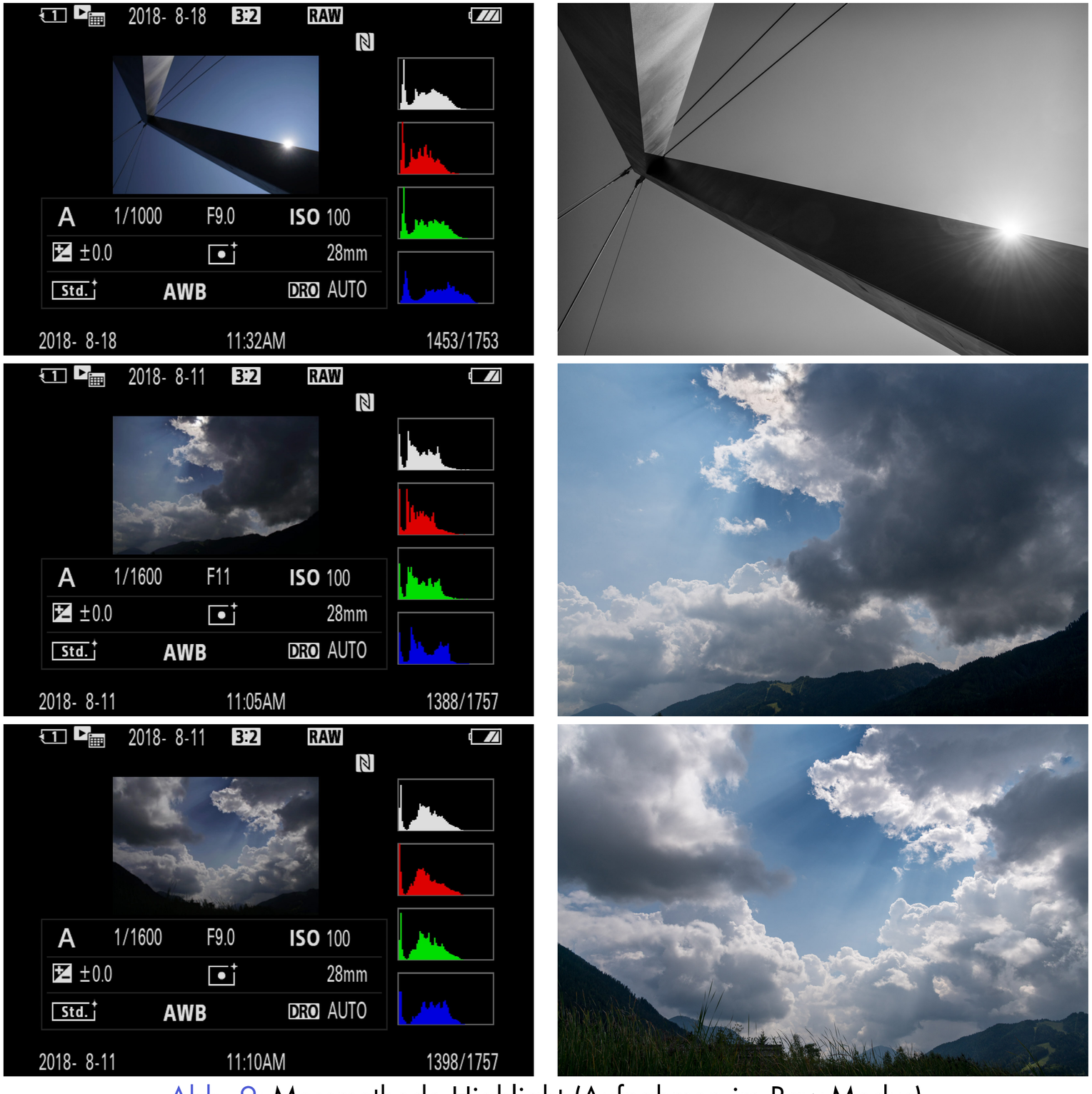


Abb. 9: Messmethode Highlight (Aufnahmen im Raw-Modus)

11. Tonwerte und Zonen im Bild und in der Natur erkennen

Wesentlich für die manuelle Belichtung ist die Bestimmung von Tonwerten im Motiv vor uns und die sich daraus ergebende passende Zuordnung zu einer Zone entsprechend dem Zonensystem. Das ist ein wenig Übungssache, das man z.B. auf gemeinsamen Fotoausflügen üben kann.

Wir wollen aber auch das Ergebnis im Rahmen des fertigen Bildes auf dem Monitor oder sogar auf dem ausgedruckten Bild überprüfen, um zu sehen, ob wir das richtig eingeschätzt haben.

Als Hilfsmittel hierzu habe ich mir einen "Graustufenkamm" erstellt. Diesen kann man sich ausdrucken und auf einem Bild hin und her schieben, aber auch bereits während der Entwicklung in Photoshop als Ebene laden und dann frei hin und her schieben.

Zuerst wird man sicher nach der Zone V im Bild suchen, die in diesem Bild im Himmel an vielen Stellen zu finden ist. Durch den Lichtreflex der Sonne erstrecken sich die Tonwerte des Himmels von Zone V bis X. Selbst Zone IV ist im Himmel noch vorhanden.

In der Stahlstruktur sieht man, dass selbst große Bereiche der Zone II noch strukturiert sind und nicht nur als dunkle Fläche dargestellt werden. Nur die Spitze des Trägers reicht bis in die Zone I hinunter und wird punktuell auch schwarz (Zone 0).

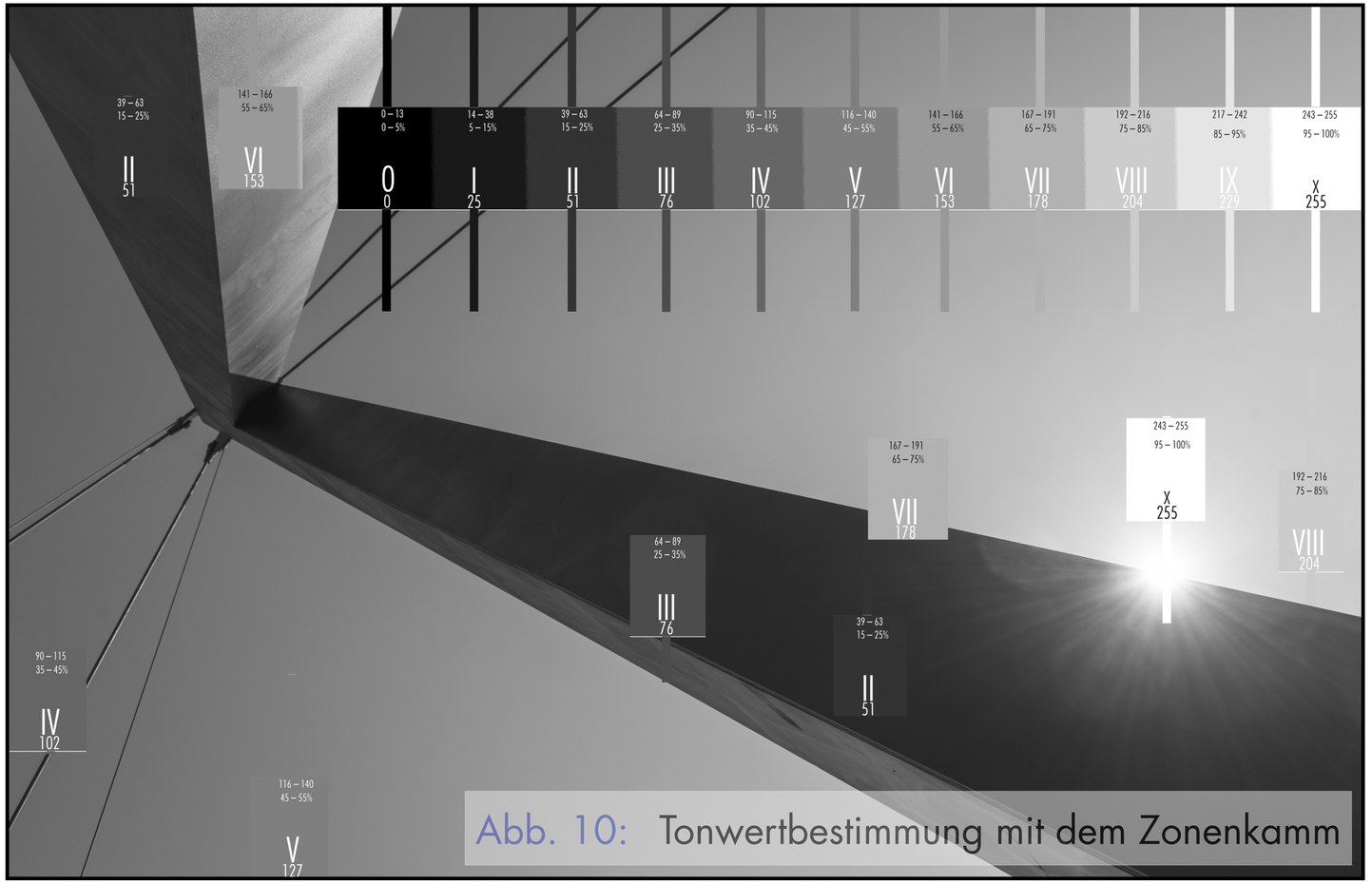


Abb. 10: Tonwertbestimmung mit dem Zonenkamm

In Lightroom lässt sich der Zonenkamm leider nicht benutzen, weil man da bislang keine Ebenen bilden kann. Aber alle anderen Bildbearbeitungsprogramme, die Ebenen erlauben, können damit benutzt werden.

Ich will hier noch einige praktische Hinweise geben, um den bestmöglichen Punkt für eine Messung mit dem Spotmeter in der Natur oder natürlich sonst wo beim fotografieren zu ermitteln.

Erstens sollte man sich natürlich einen Überblick verschaffen, wie groß der Kontrastumfang der Szene ist. Das ist so seit den Anfängen des Zonensystems. Als Orientierungspunkt für die möglichen Messpunkte benutzen wir die Zonenbeschreibungen aus „Zone descriptions.“ auf Seite 6 und „Zonenbeschreibungen“ auf Seite 7 . Dabei sollte es genügen, wenn wir uns auf die Beschreibung der mittleren und hellen Zonen beschränken, da wir dort primär unsere Ziele wählen und darauf die Zonenzuordnung platzieren (im Sinne der Prävisualisierung).

Dann ist die Frage, passt der Kontrastumfang mit dem Dynamikumfang meines Sensors zusammen. Bei Nebel habe ich keine Probleme, meinen Messpunkt zu ermitteln und diesen dann auf die passende Zone und die entsprechende Belichtung fest zu legen. Der Dynamikumfang des Sensors ist hier groß genug.

Bei einer sonnendurchfluteten Landschaft ist das schon schwieriger. Aber auch hier hilft nur, die Szene danach zu beurteilen, wo passende Messpunkte für die Spotmessung liegen und diese dann ebenfalls einer passenden Zone zuzuordnen und die Belichtung hierfür zu bestimmen.

Ist der Tonwertumfang für den Sensor zu groß, bleibt die Frage, ob ich die Lichter retten kann (oder will) und damit viel Unterbelichtung in kauf nehme, oder ob ich (bei statischen Motiven) eine HDR Aufnahme mache, um beide Bereiche bestmöglich zu belichten.

Um hiermit Erfahrung zu sammeln, sollte man sich bei solch wichtigen Entscheidungen auch die Zeit nehmen, sich entsprechende Notizen zu machen.



Wolken über dem Weissensee 2018

Wilhelm Kleinöder

12. Ende Teil 1

Das Bild auf der vorherigen Seite war als Abschlußbild für meinen Vortag gedacht. Aber genau zu diesem Zeitpunkt während meiner Vorbereitungen erschien im DOCMA Magazin ein Beitrag von Michael J. Hußmann mit dem Thema:
Wie funktioniert ein Raw-basiertes Histogramm?

Klar, das mich solche technischen Artikel interessieren. Am Ende des Artiels war dann auch noch ein Hinweis für „JPEG-Einstellungen für Raw-Shooter“. Damit sollten bei Fuji Kameras Einstellungen gemacht werden können, die ein besser ausgewogenes Histogramm in der Kamera erzeugen.

Ich habe das mal auf meine Sony übertragen wollen, bin aber damit gescheitert (was ich in den Kommentaren auch kund getan habe). Aber dann bekam ich von einem anderen Blogger den hilfreichen Link zum "FastRawViewer". Daraus entstand nun die Fortsetzung meiner Überlegungen zur optimalen Belichtung und ich muss sagen, ich habe dabei sehr viel Neues dazugelernt.

13. Belichtung im Raw-Format

13.1 Forderung einer Raw-Anzeige

Um bestmögliche Bildergebnisse zu erreichen, fotografieren wir heute fast ausschließlich im Raw-Format. Eine simple Umstellung im Menü, und schon sind wir im 14 bit-Modus (2^{14} = 16384 Stufen) anstatt bei den bescheidenen 8 bit (2^8 = 256 Stufen) im jpg-Format.

Wir merken nun lediglich auf der Speicherkarte, dass sich da was geändert hat, weil nun weniger Bilder auf die Karte passen als bei 8 bit. Alle weiteren Anzeigen in der Kamera und vor allem die Kontrolle des Ergebnisse im Life-View-Modus und im Histogramm sind unverändert.

Die Kamerahersteller haben uns so sehr daran gewöhnt, dass wir gar nicht mehr danach fragen, ob das so richtig ist.

Es ist, so wie es jetzt ist, natürlich nicht richtig! Eine jpg-Vorschau und ein jpg-Histogramm sind bei Aufnahmen im Raw Format irreführend. Lediglich aus Erfahrung weiß man, dass Blinken bei der Life-View-Vorschau noch nicht bedeutet, dass das Bild wirklich ausgebrannt ist. Auch wenn das Histogramm den rechten Rand erreicht, werden wir nicht unruhig und schauen uns das erst mal im Raw-Konverter (Lightroom, Camera Raw, ...) an und sehen, was zu retten ist.

Wirklich hilfreich für die Raw-Fotografie ist eine Raw-Vorschau und ein Raw-Histogramm. Es ist technisch absolut kein Problem, so etwas realisieren und für dem Kameraprozessor nur ein Wimpernschlag, uns das so anzuzeigen. Die Hersteller begründen ihr Nichtstun damit, dass es nicht nachgefragt wird und man müsste das dann ja den Kunden erklären. Eine schwache Begründung.

Meine Forderung ist hiermit, dass bei Umschaltung ins Raw-Format auch die Vorschau und das Histogramm im Raw-Format angezeigt werden soll (plus Statistik für Über- und Unterbelichtung). Und zwar genau so wie hier:

- https://www.fastrawviewer.com/ und hier
- https://www.rawdigger.com/

Als Begründung reicht mir im Prinzip ein Punkt:

- Wo beginnt Clipping?

Existiert hier eine Überbelichtungswarnung, dann ist das ernst zu nehmen und ich muss kürzer belichten. Alle weiteren Features aus den genannten Programmen sollten für die Kamerahersteller und deren Programmierer ebenfalls keine Herausforderung sein, sondern bestenfalls Anreiz zur Gewinnung von Kunden.

13.2 Raw Belichtungs Praxis

Was muss man denn über eine Belichtung im Raw-Format wissen; ist da alles wie bisher, oder gibt es Unterschiede? Das ist jetzt natürlich rein rhetorisch gefragt.

Ich will es anhand der beiden Bilder unten erläutern (aus: https://www.rawdigger.com/howtouse/lightmeter-calibration).

Bild unten links kennen wir bereits aus meinen eigenen Auswertungen (Abb. 1 auf Seite 4). Hierzu habe ich bereits erklärt, das sich mit meinem Filmma-

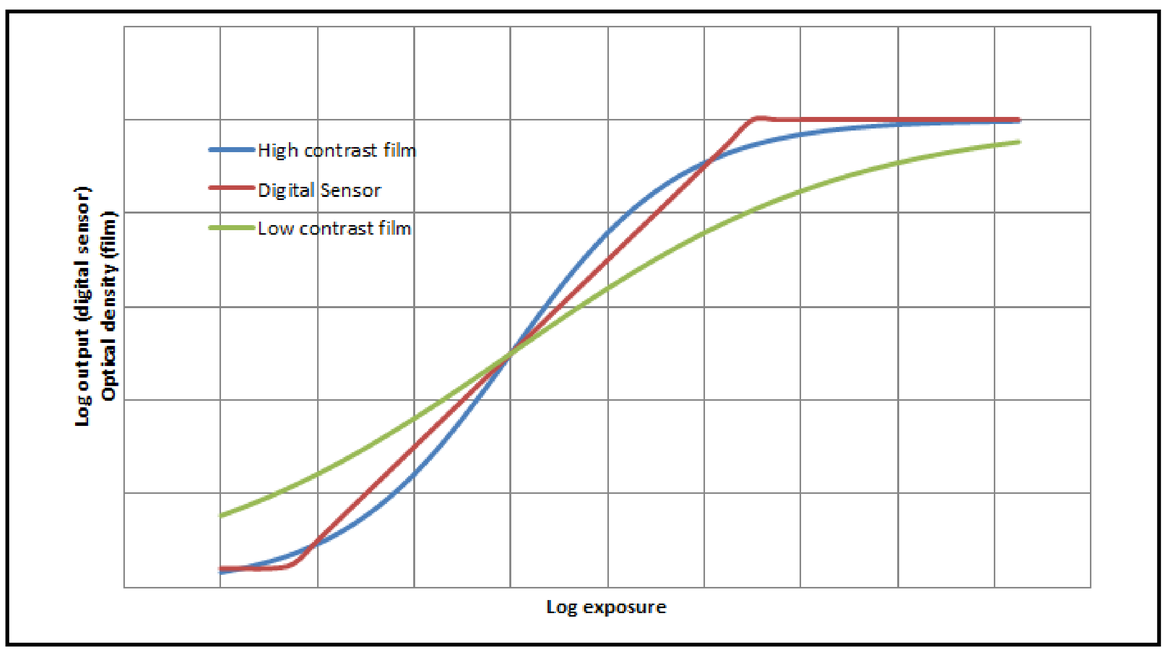


Abb. 11: Belichtungskurven für analogen Film und Sensor

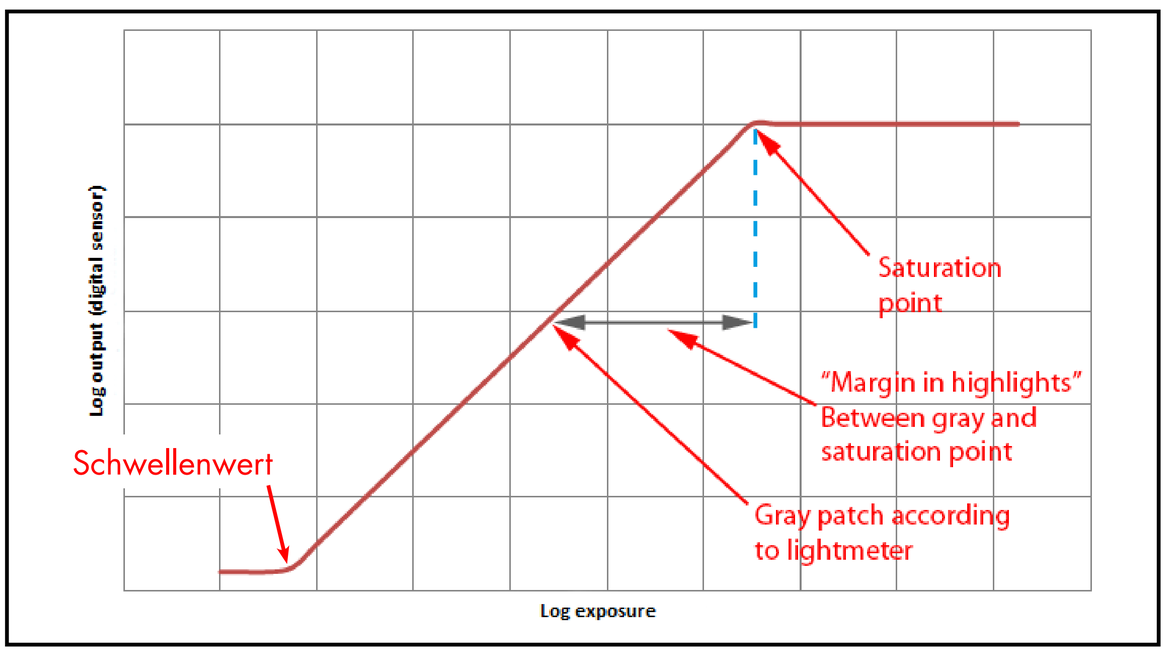


Abb. 12: Grenzbereiche für den Sensor

terial der Motivkontrast von 13 bis 14 Zonen bei entsprechender Entwicklung gut auf die 10 Zonen des Zonensystems hat übertragen lassen. Anders als hier dargestellt, müsste die grüne Kurve niedriger liegen, damit der Schwellenwert (erster Hauch von Zeichnung) korrekt erfasst wird. Die Kurve schmiegt sich dann wirklich wie auf Seite 4 gezeigt der gewünschten Zone X an. Auch die blaue Kurve ist hier zu sehr idealisiert. In Wirklichkeit schießt sie sehr steil nach oben weit über die Zonengrenze hinaus. Dafür ist sie ja gemacht, um geringe Kontraste (Nebel) auf Papier normaler Gradation zu bringen.

Entscheidend ist die rote digitale Kurve des Sensors. Die Kurve endet abrupt am Sättigungspunkt mit maximalem weiß. Nach unten in den dunklen Bereich wird die Kurve durch den Dynamikumfang begrenzt. Da gibt es verschiedene Ansätze, diesen maximalen Umfang zu ermitteln. Punkt ist, dass das Rauschen zunimmt und die Kontraste abnehmen. Wo man die akzeptable Grenze zieht wird unterschiedlich gehandhabt. Ist der Motivkontrast sehr groß, hilft heute nur die Anfertigung von HDR Aufnahmen mit ergänzenden Belichtungsstufen (nur bei statischen Motiven wirklich gut realisierbar). Allerdings wird für die nächste Kamerageneration bereits an Sensoren gearbeitet, die auch helle Lichter noch abbilden können. Ich würde mir wünschen, solch eine Kamera mal in Händen zu halten und mit einer Raw-Anzeige endlich genau zu wissen, wo Clipping beginnt.

Eine Konstante, die für mich bisher unverrückbar gegolten hat, hat sich mit der Raw-Belichtung geändert, ohne dass uns die Hersteller darüber informiert hätten. Ich habe weiter oben ja Belichtungsreihen mit allen Messmethoden gemacht und dabei ist mir schon aufgefallen, dass die Bilder ein wenig dunkel wirken. Also habe ich zusätzlich mal die Graukarte allein mit allen Messmethoden belichtet (Abb. 14 auf Seite 24; da wusste ich das, wovon ich jetzt schreibe noch nichts).

Auch hier bestätigt sich, dass das alles dunkler als 18% grau ist und damit nicht der Graukarte entspricht. Dank der neu gekauften Software RawDigger bin ich der Sache auf den Grund gegangen.

Achtung: jetzt wird es technisch!

Als erstes lernt man hier, dass bei einer Raw-Belichtung der Graupunkt nicht wie gewohnt bei 18% angesiedelt ist, sondern bei 12,5%. Das sind genau 3 LW unterhalb des Sättigungspunktes ($\log_2(0{,}125) = -3$) oder eben 0,5 LW weniger als bei der Graukarte mit 18%. Für jpg-Aufnahmen aus der Kamera gilt weiterhin der Wert von 18% und damit ≈2,5 LW unterhalb des Sättigungspunktes ($\log_2(0{,}18) = -2{,}47$).

Nun wollte ich es genau wissen und habe eine zusätzliche Kontrollserie mit 16 Belichtungen mit dem ColorChecker (Abb. 16 auf Seite 26) gemacht um den Sättigungspunkt G_{max} zu ermitteln (Maximum liegt im Grünkanal). Kennt man diesen Wert, kann man damit die Grautafeln einzeln vermessen und auswerten. Die Ergebnisse sind in der Tabelle unten zu sehen.

Wie man sieht, hat Sony hier gleich noch kräftig weiter den mittleren Grauwert abgesenkt. Das hat natürlich beträchtliche Auswirkungen auf die gezielte Belichtung, wie ich es in den Kapiteln weiter oben vermittelt habe. Die Berechnung erfolgte mit folgenden Formeln:

- Grauwert: $G/G_{max}*100$
- Abstand zur Sättigung:
  $\log_2(G_{max}/G)$ oder aus dem Grauwert mit
  $\log_2$(Grauwert in %/100)

Wenn man das weiß, ist es natürlich absolut hilfreich. Aber wer kommt da schon drauf und macht dann auch noch die notwendigen Testaufnahmen mit Auswertung.

Ich kann hierzu nun gerne meine Hilfe anbieten.

Messmethode	Negativ Nr.	Mittelwert Grünkanal G	Standard Abweichung σ	Grauwert	Abstand zur Sättigung
Multi	4889	1249,7	152,9	7,87%	3,67LW
Mitte	4890	1306,9	163,3	8,23%	3,60LW
Spot Std.	4891	1020,4	128,9	**6,43%**	**3,96LW**
Spot groß	4892	1020,9	131,6	**6,43%**	**3,96LW**
Ges. Bildsch. Durchschnitt	4893	1548,0	198,9	**9,75%**	**3,36LW**
Highlight	4894	1241,3	155,3	7,82%	3,67LW
Multi (schwarzer Karton)	4898	1348,2	118,3	8,49%	3,56LW
Multi (weißer Karton)	4899	1263,9	33,1	7,96%	3,65LW
Maximalwert für die Sättigung im Grünkanal **Gmax =15871**; der Standard Grauwert sollte **12,5%** sein.					

Tab. 5: Messwerte ermittelt mit RawDigger: https://www.rawdigger.com/

14. Über mich

Mein Name ist Wilhelm Kleinöder

INGENIEUR. HOBBYFOTOGRAF. HOBBYMALER. HOBBYMUSIKER. WEBMASTER.

Ich fotografiere seit meiner Schulzeit. Das begann mit einer Agfa Box 6x9cm und ging über eine Praktika und Olympus Spiegelreflex hoch bis zu dem Format 8x10 inch (20x25cm). Aktuell ist eine Sony Alpha 99ii im Einsatz. Bei der Musik ist es ähnlich. Gitarre spiele ich ebenfalls seit meiner Jugend. Heute ist das gemeinsame Singen im Gospelchor der Good News Singers an erster Stelle.

Ich betreibe die unten genannten Webseiten als Webmaster.

Meine erste Familienhomepage: https://w14r.de

Meine Art zu sehen: https://meine-art-zu-sehen.de

Foto Aktiv: https://foto-aktiv.meine-art-zu-sehen.de

Abschlußjahrgang 1978 (M8) der FH Nürnberg: https://m8.w14r.de

w14r_privat-CA: https://pki.w14r.de

Email: wilhelm.kleinoeder@w14r.de



Tel.: 09131 3 17 91

Mobil: 0152 32 71 69 69

Abbildungen und Tabellen

Tab. 1: Filmtest Zonensystem 3
Abb. 1: Filmtest Kodak Tmax 400 Planfilm 8x10" 4
Abb. 2: Dynamikbereich von Motiv und Sensor bzw. Negativ 5
Tab. 2: Zone descriptions. (Adapted from Ansel Adams) 6
Tab. 3: Zonenbeschreibungen deutsch 7
Abb. 3: Tonwerttafel 0 bis 100% 8
Abb. 4: Belichtungsreihe Zonensystem 9
Abb. 5: Auswertung der Belichtungsreihe 10
Tab. 4: Beschreibung aus Sony alpha 99II Benutzeranleitung 11
Abb. 6: Messmethoden (Aufnahmen im Raw-Modus) 12
Abb. 7: Spotmessung im Modus A (Aufnahmen im Raw-Modus) 13
Abb. 8: Spotmessung im Modus M (Aufnahmen im Raw-Modus) 14
Abb. 9: Messmethode Highlight (Aufnahmen im Raw-Modus) 15
Abb. 10: Tonwertbestimmung mit dem Zonenkamm 16
Abb. 11: Belichtungskurven für analogen Film und Sensor 19
Abb. 12: Grenzbereiche für den Sensor 19
Tab. 5: Messwerte ermittelt mit RawDigger: https://www.rawdigger.com/ 20
Abb. 13: Anhang A: Objektumfang von Motiv, Sensor/Film und Anzeige 23
Abb. 14: Anhang B: Graukarte fotografiert mit allen Messmethoden: 24
Abb. 15: Anhang C: Schwarzer Karton (oben) und weißer Karton (unten) 25
Abb. 16: Anhang D: Test mit ColorChecker und Graukarte 26
Abb. 17: Anhang E: Relative Auflösung vs Belichtung in EV 27
Abb. 18: Anhang F: Dynamic Range Sony α-77 and α-99 II Kameras 28
Abb. 19: Anhang G: Tonwertverteilung im Sensor (optimale Belichtung bis Sättigungspunkt) 29
Abb. 20: Anhang H: Tonwertverteilung im Sensor (2 Blenden unterbelichtet -> 75% der Tonwerte verschenkt) 30
Abb. 21: Anhang J: Tonwertverteilung im Sensor (3 Blenden unterbelichtet: 87,5% der Tonwerte verschenkt) 31
Abb. 22: Anhang K: Tonwertverteilung im Sensor für jpeg Format (optimale Belichtung bis Sättigungspunkt) 32
Abb. 23: Anhang L: Dynamikumfang von Raw-Format Sensoren und Anzahl der Tonwerte von Stufe zu Stufe (LW) 33
Abb. 24: Anhang M: Belichtungszeiten in ganzen Stufen 34

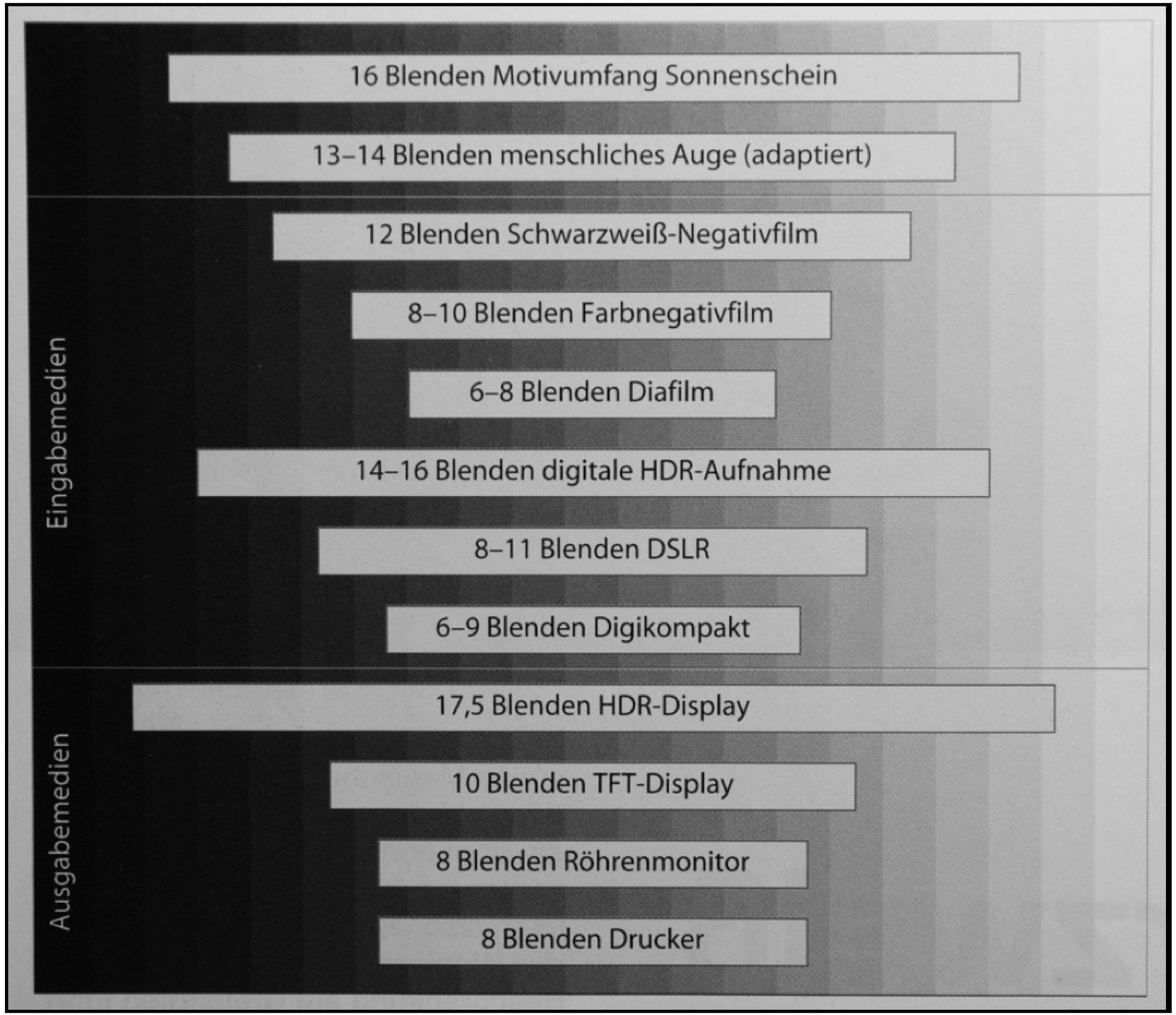


Abb. 13: Anhang A: Objektumfang von Motiv, Sensor/Film und Anzeige
Quelle: LMU München



Abb. 14: Anhang B: Graukarte fotografiert mit allen Messmethoden:
Multi, Mitte, Spot Standard und groß, Gesamt Durchschnitt und Highlight

Messmethode	Grauwert	Abstand zur Sättigung
Multi (schwarzer Karton)	8,49%	3,56LW

Messmethode	Grauwert	Abstand zur Sättigung
Multi (weißer Karton)	7,96%	3,65LW

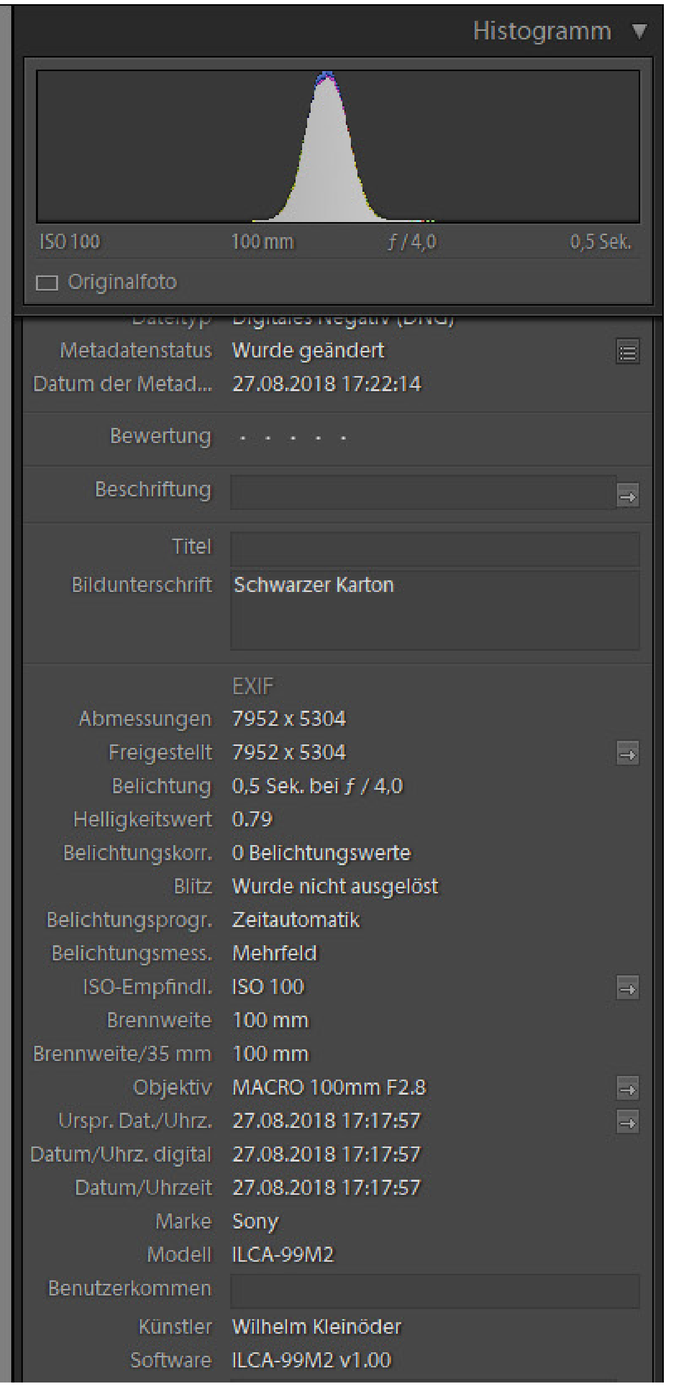
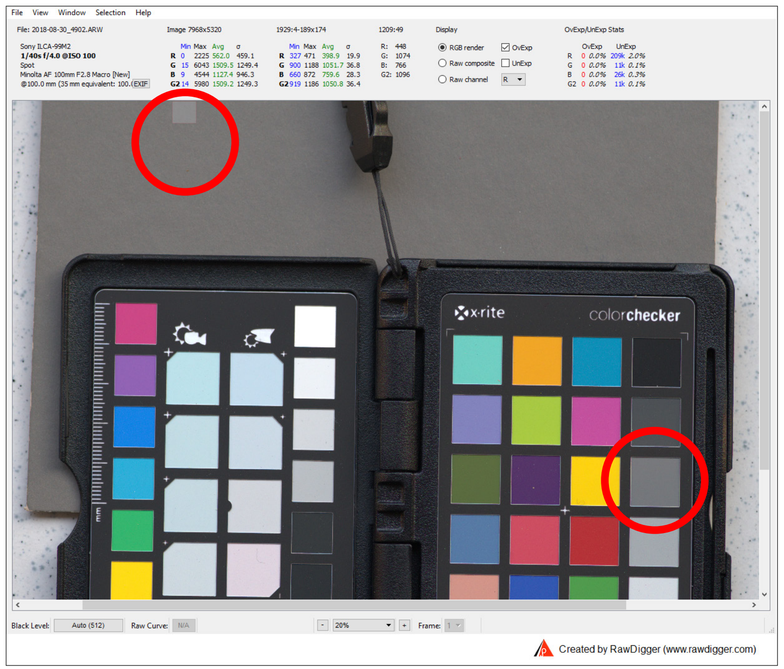
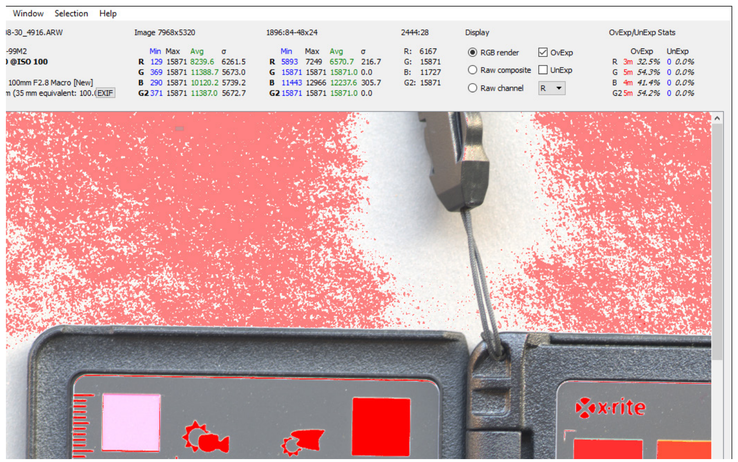


Abb. 15: Anhang C: Schwarzer Karton (oben) und weißer Karton (unten)
Meßmethode Multi



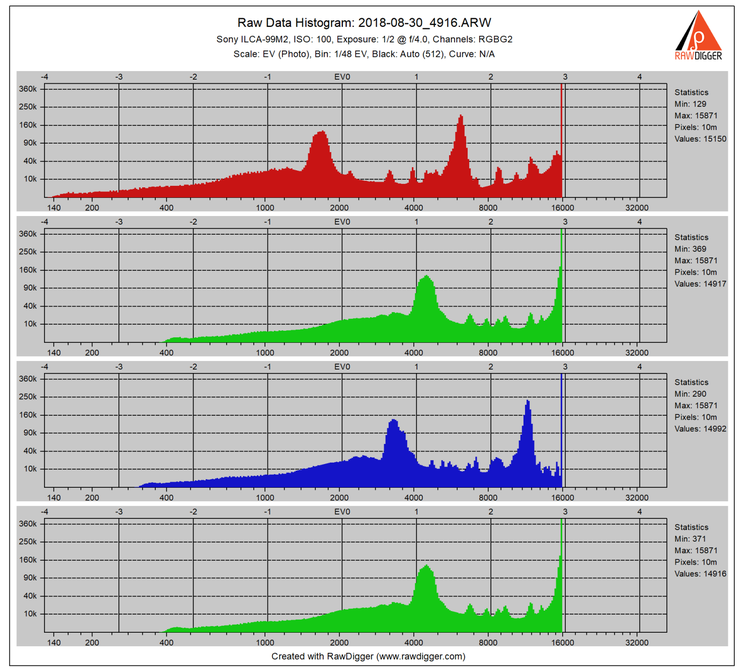
Basisbelichtung mit Spotmeter und Kamera auf Graukarte und Feld N5 (Kreis) im ColorChecker.

Bild 4902: 1/40 f/4



Grenzwert erreicht (overexposure red).
Grünkanal Gmax = 15871,
+4EV gegenüber Bild 4902

Bild 4916: 0,4s f/4



Raw Histogramm für Bild 4916

Darstellung vertikal Square Root

Alle Kanäle am rechten Rand

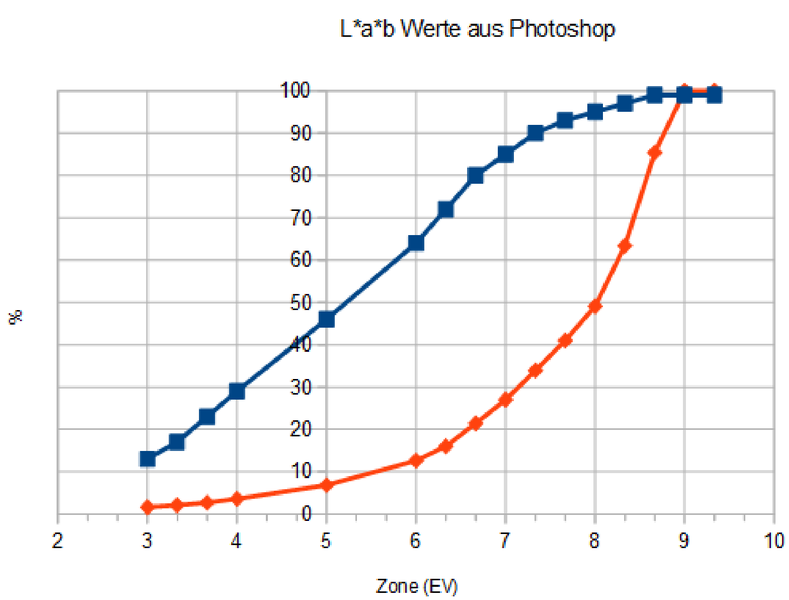


Abb. 16: Anhang D: Test mit ColorChecker und Graukarte
Meßmethode Spot Std.

Auswertung ColorChecker

Unabhängig davon, was der Sensor macht, scheint es so zu sein, dass sich die Helligkeit im oberen Bereich doch anschmiegt, wie aus den L*a*b Werten zu sehen ist (mit Farbraum Adobe RGB).

Zone V schneidet die Helligkeit bei 46% mit einer Reflexion von 6,81% (entspricht 3,88EV bis weiß). Die Zone VI schneidet die Helligkeit bei 64% und einer Reflexion von 12,6%, was ja genau der Vorgabe entsprechen würde (entspricht 2,99EV bis weiß). Aber ich habe ja die Graukarte gemessen entsprechend der Zone V. Also lass ich das jetzt so.

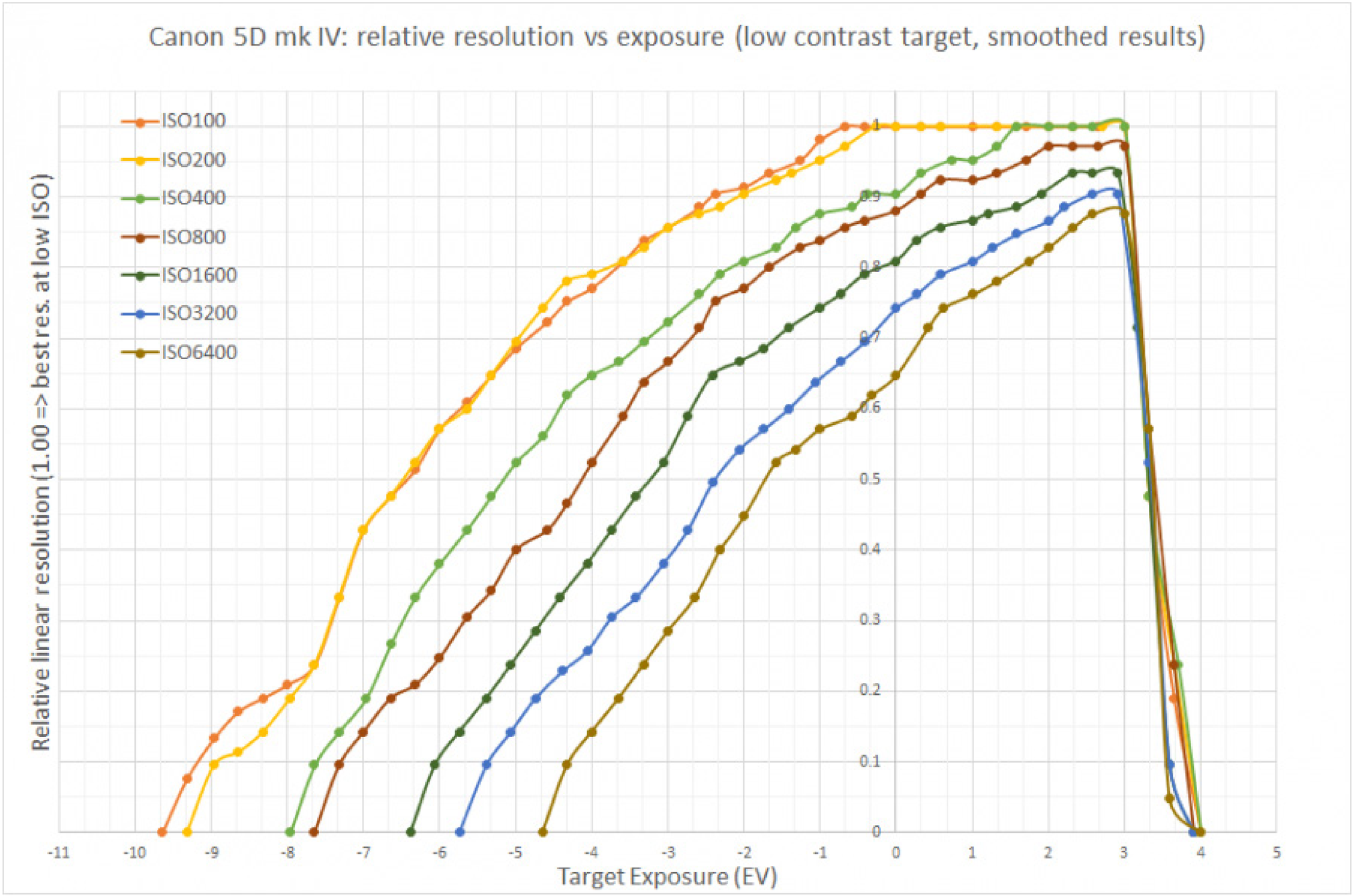


Abb. 17: Anhang E: Relative Auflösung vs Belichtung in EV
https://www.fastrawviewer.com/blog/determining-practical-dynamic-range

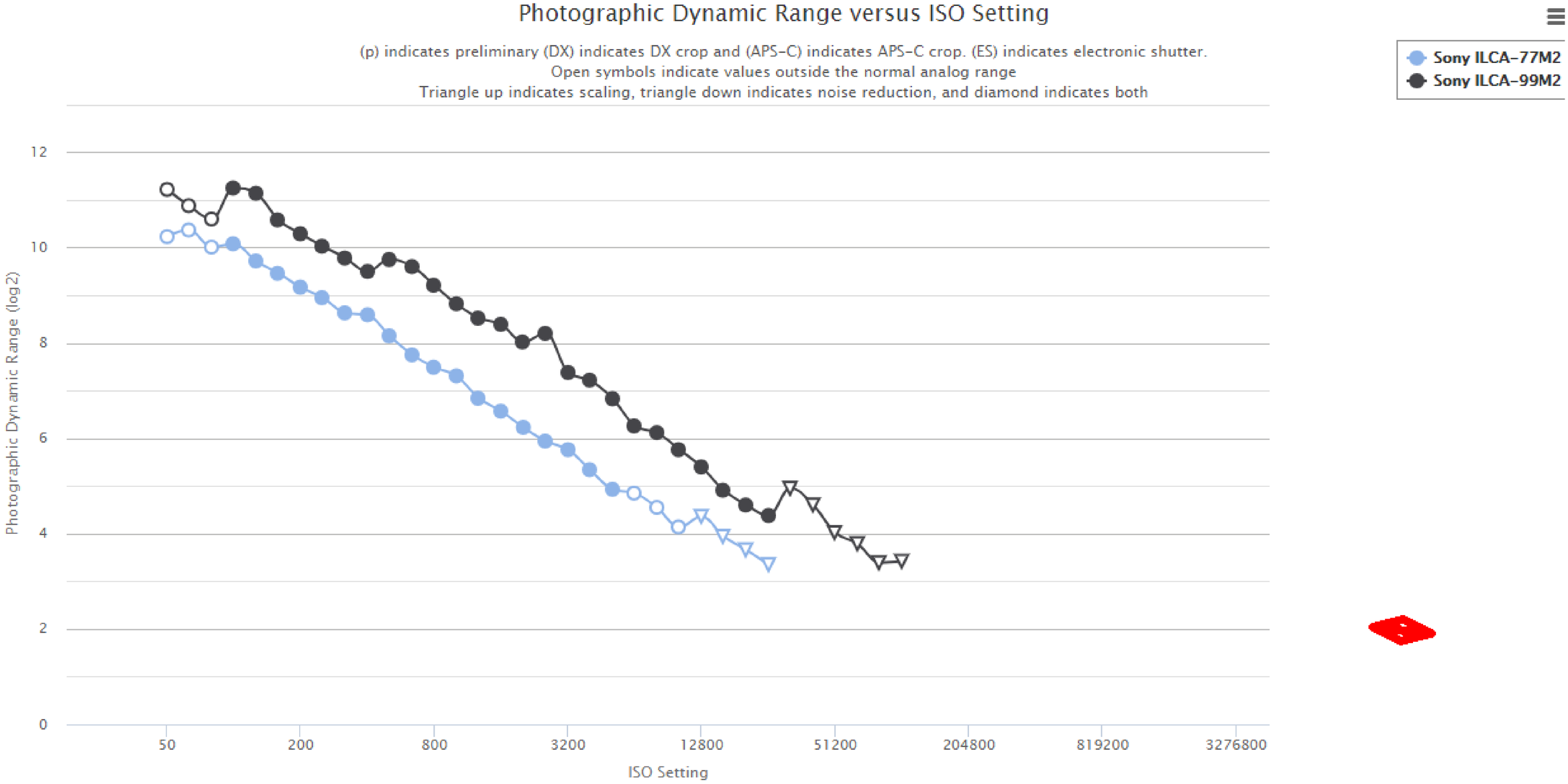


Abb. 18: Anhang F: Dynamic Range Sony α-77 and α-99 II Kameras
http://www.photonstophotos.net/Charts/PDR.htm#Sony%20ILCA-77M2,Sony%20ILCA-99M2

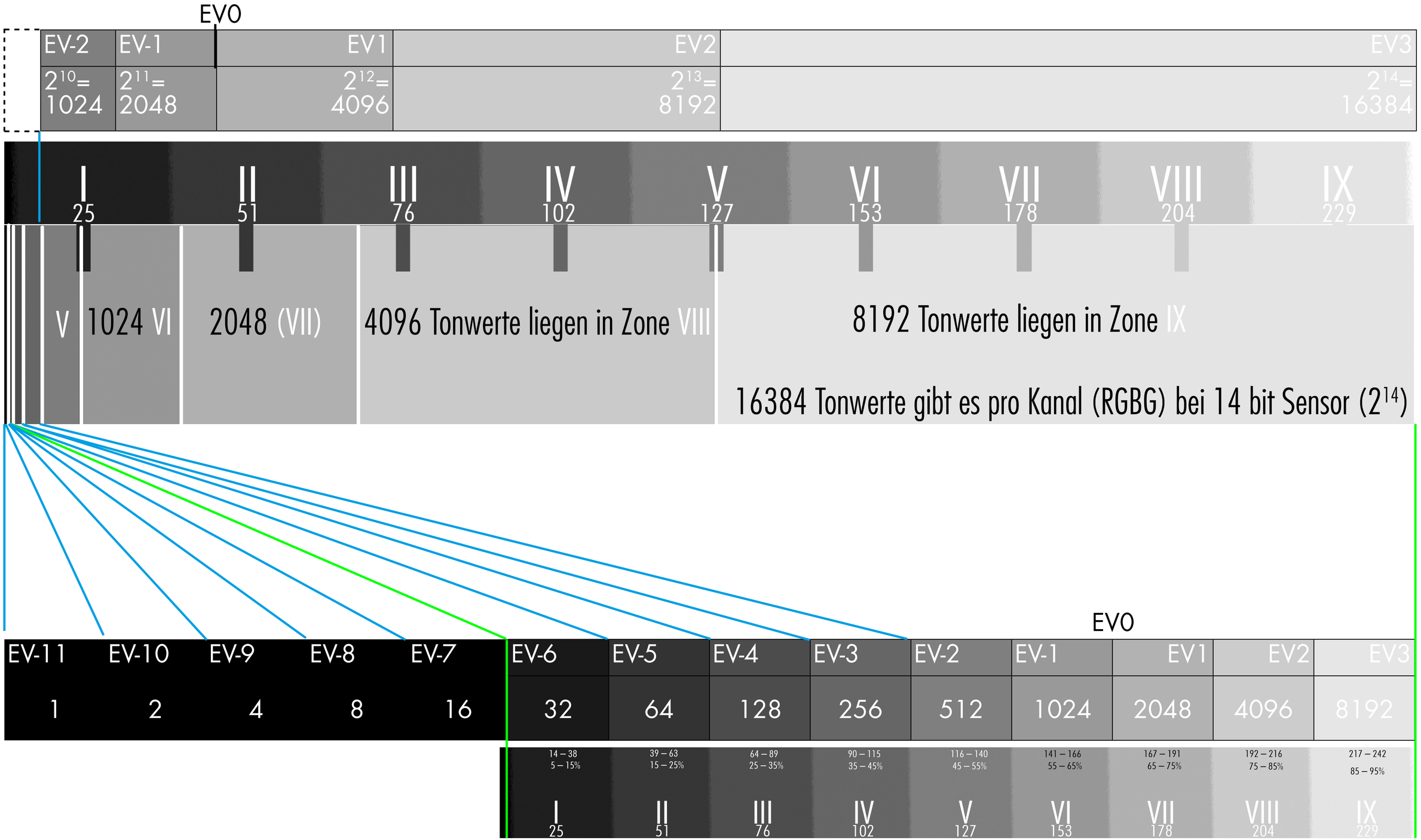


Abb. 19: Anhang G: Tonwertverteilung im Sensor (optimale Belichtung bis Sättigungspunkt)
http://dpanswers.com/content/tech_zonesystem.php#high

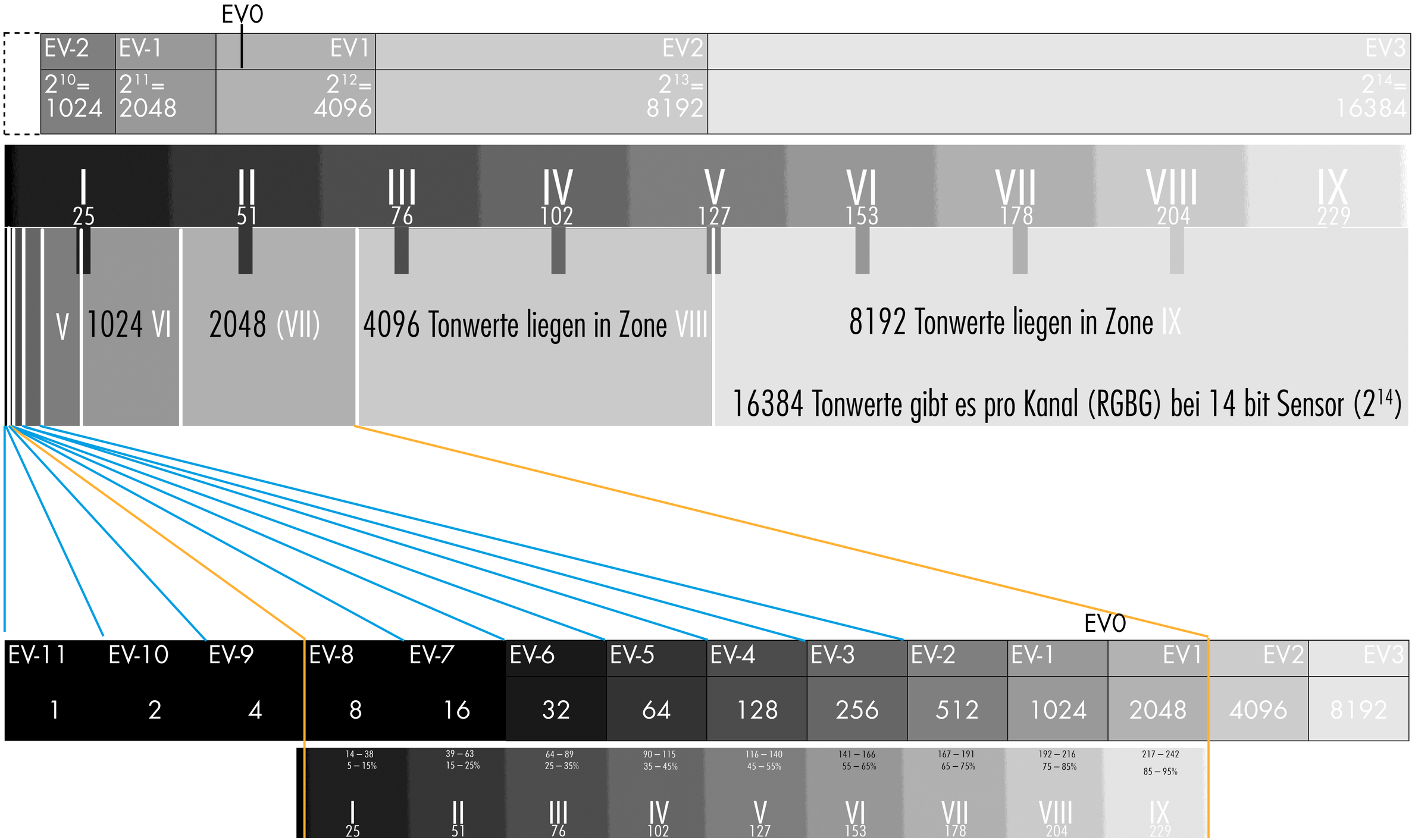


Abb. 20: Anhang H: Tonwertverteilung im Sensor (2 Blenden unterbelichtet -> 75% der Tonwerte verschenkt)
http://dpanswers.com/content/tech_zonesystem.php#high

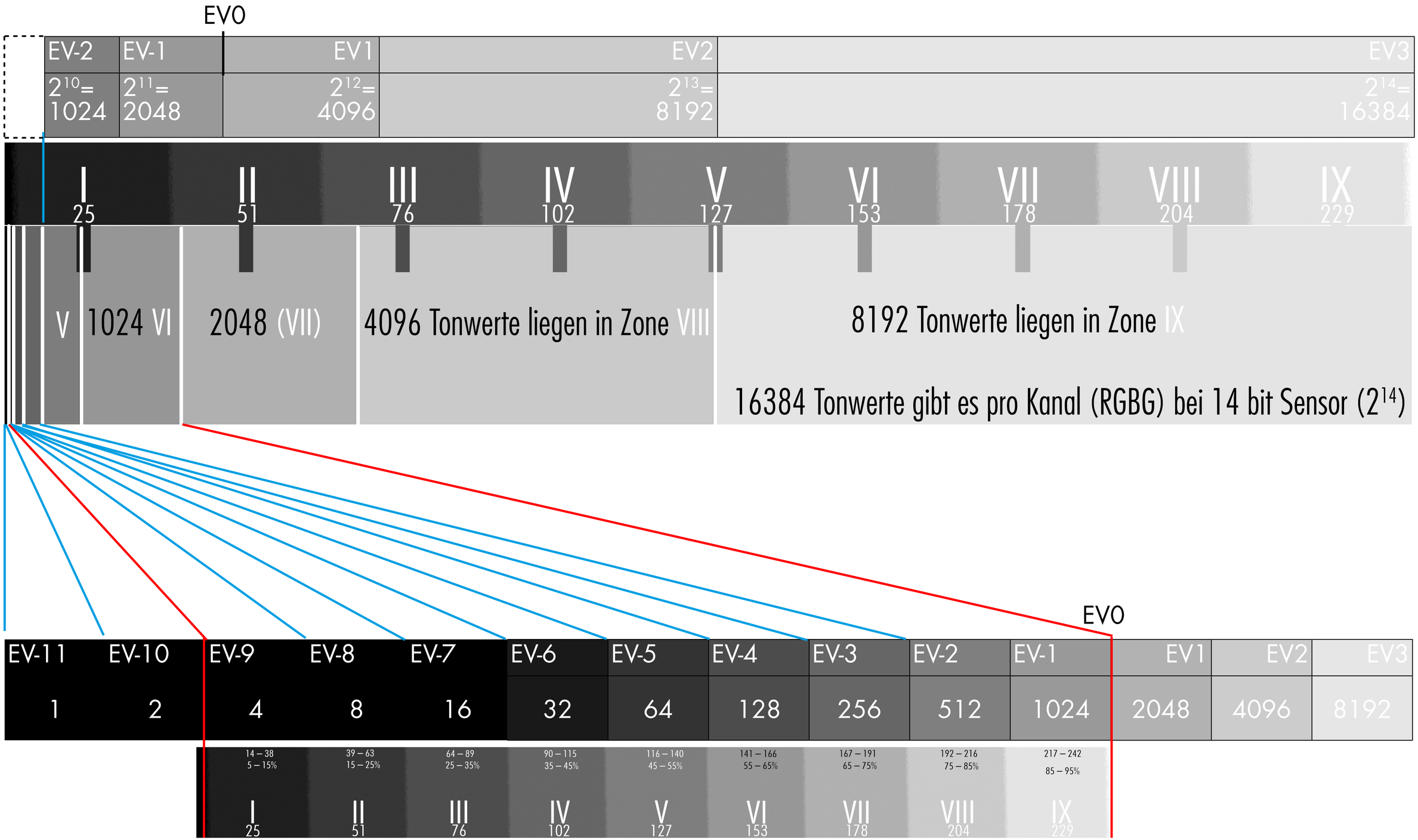


Abb. 21: Anhang J: Tonwertverteilung im Sensor (3 Blenden unterbelichtet: 87,5% der Tonwerte verschenkt)
http://dpanswers.com/content/tech_zonesystem.php#high

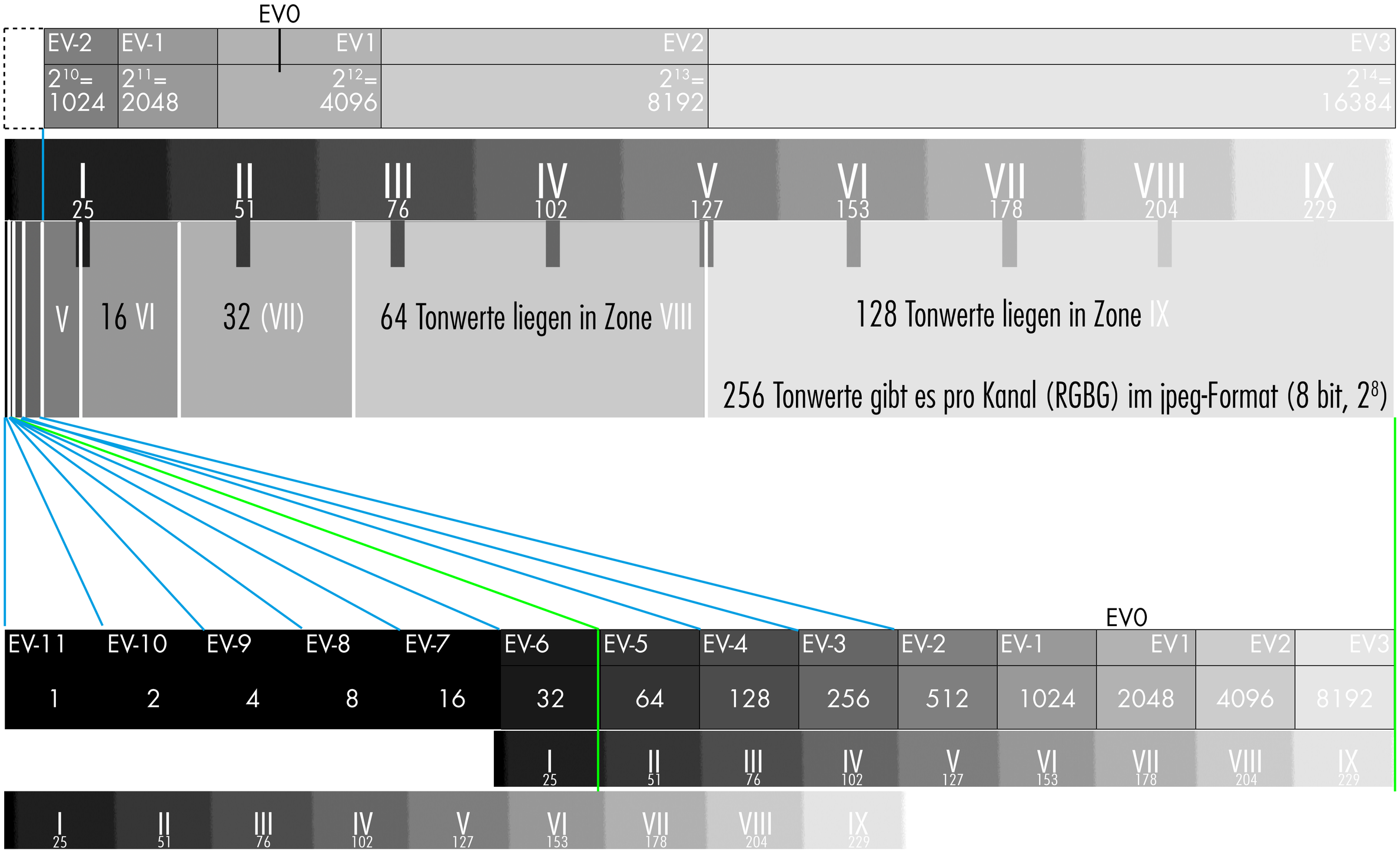


Abb. 22: Anhang K: Tonwertverteilung im Sensor für jpeg Format (optimale Belichtung bis Sättigungspunkt)

Wie der Prozessor hier die Tonwerte umrechnet, weiß ich leider nicht; auch eine Unterbelichtung ist kaum schädlich, weil ja genügend Tonwerte vorhanden sind.
jpeg kann nur Zone II bis IX darstellen; die Tonwertskala kann aber bis zum unteren Grenzwert verschoben werden.
jpeg nutzt nur 256 Tonwerte, folglich werden 16128 Tonwerte verworfen!

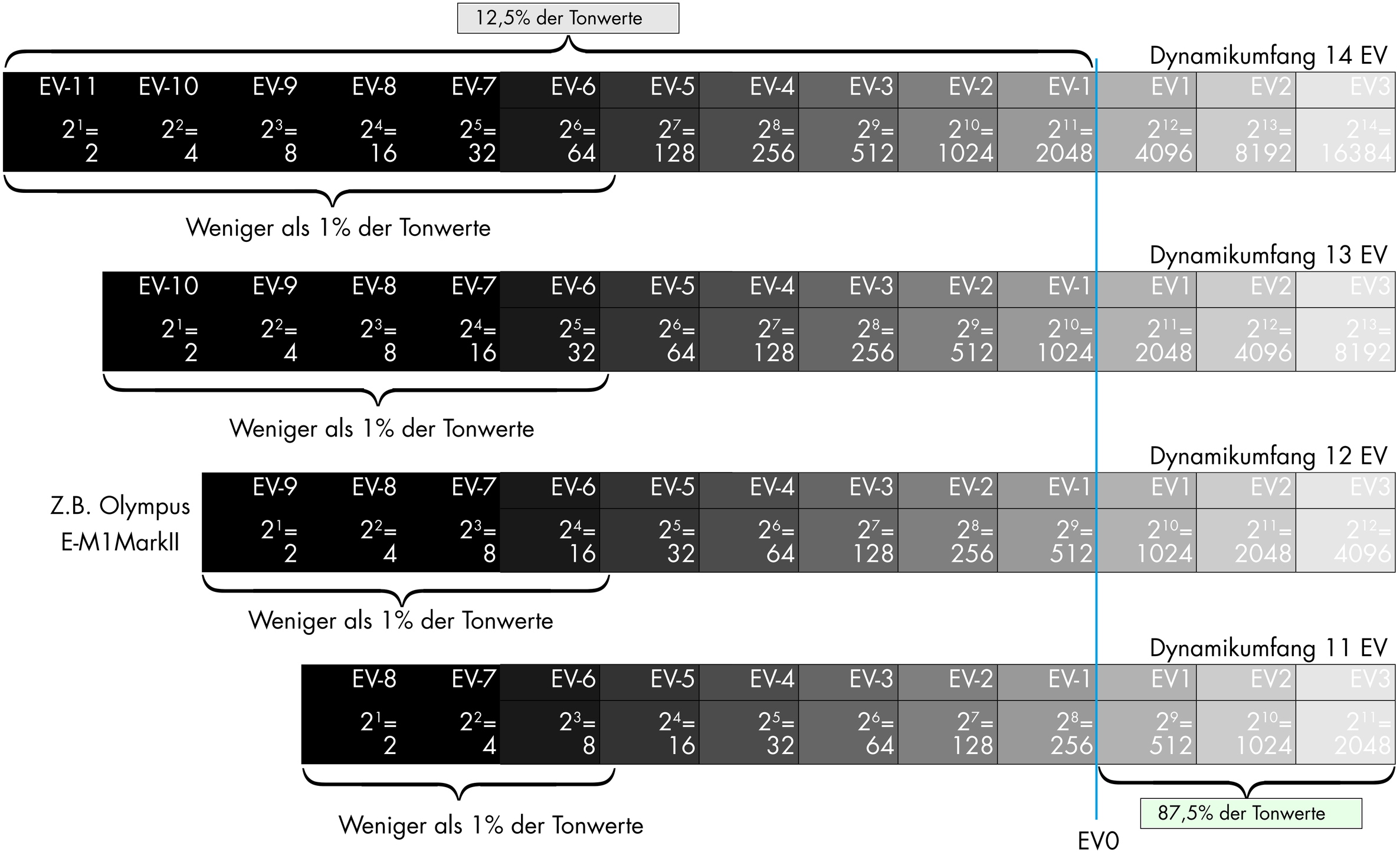


Abb. 23: Anhang L: Dynamikumfang von Raw-Format Sensoren und Anzahl der Tonwerte von Stufe zu Stufe (LW)
Lineare Darstellung, damit die Zahlenwerte gezeigt werden können.

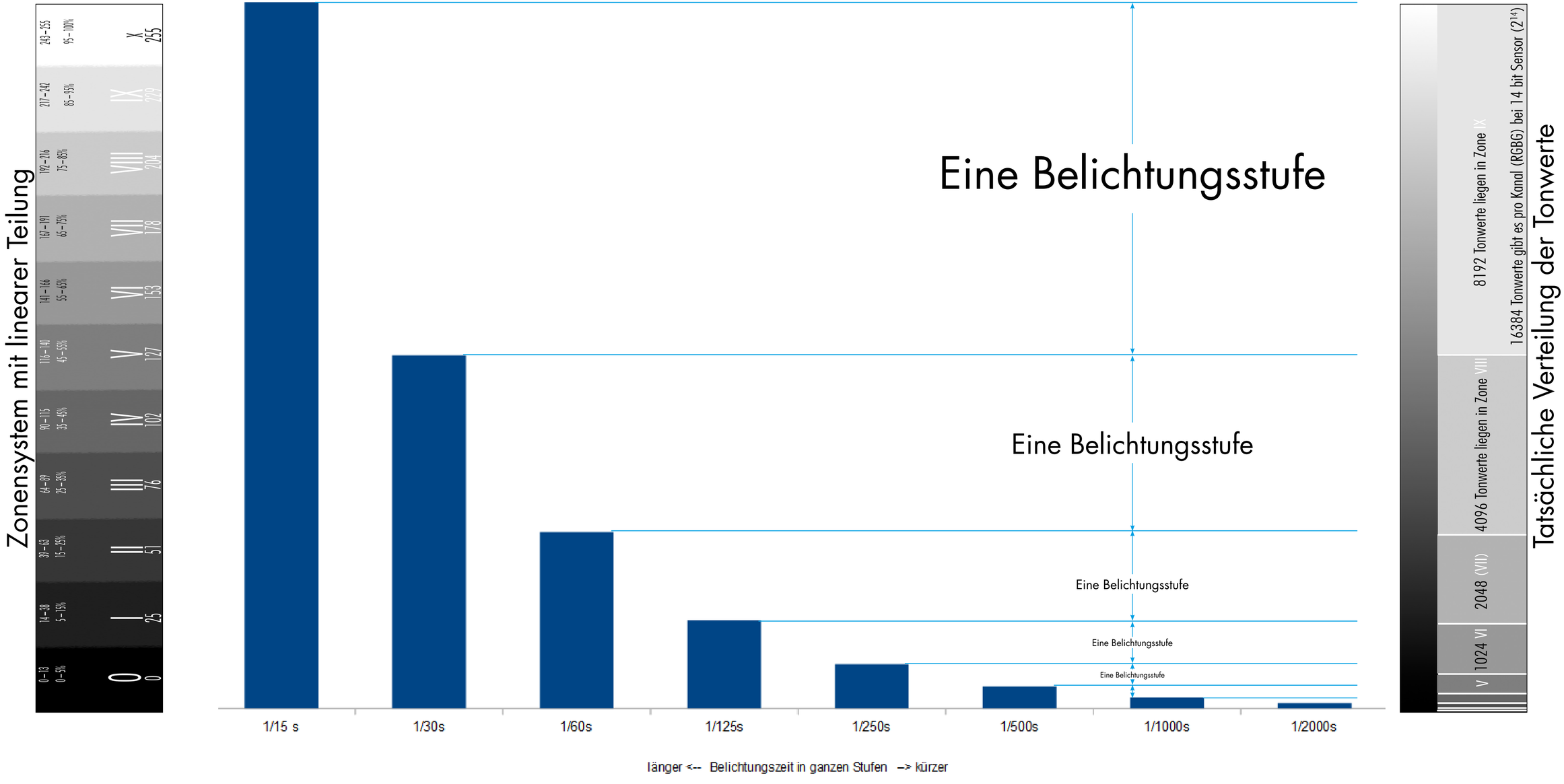


Abb. 24: Anhang M: Belichtungszeiten in ganzen Stufen

Im Vergleich zur Skala im Zonensystem sind die Abstände nicht linear geteilt sondern doppelt oder halb so groß (geometrische Reihe: $a_{n \pm 1} = a_n \cdot q$ mit $q = \pm 2$)

Raum für Notizen