

39 – 63
15 – 25%

141 – 166
55 – 65%

0 – 13
0 – 5%

14 – 38
5 – 15%

39 – 63
15 – 25%

64 – 89
25 – 35%

90 – 115
35 – 45%

116 – 140
45 – 55%

141 – 166
55 – 65%

167 – 191
65 – 75%

192 – 216
75 – 85%

217 – 242
85 – 95%

243 – 255
95 – 100%

II
51

VI
153

0
0

I
25

II
51

III
76

IV
102

V
127

VI
153

VII
178

VIII
204

IX
229

X
255

Digitales Zonensystem - kurz

Was würde Ansel Adams heute machen?

167 – 191
65 – 75%

VII
178

243 – 255
95 – 100%

X
255

192 – 216
75 – 85%

VIII
204

64 – 89
25 – 35%

III
76

39 – 63
15 – 25%

II
51

90 – 115
35 – 45%

IV
102



1. Analoger Film 3

- 1.1 Analoges Zonensystem von Ansel Adams. 4
- 1.2 Eigene Testreihen mit Großformatnegativen. 4
- 1.3 Mein analoges Zonensystem. 7
- 1.4 Ausblick. 7

2. Digitales Zonensystem 8

- 2.1 Sensorkurve. 9
- 2.2 Einfacher Test. 9
- 2.3 Was ist wichtig? 10
- 2.4 Wie ergibt sich mittleres Grau? 11
- 2.5 Photonenfüllung des Sensors und Zonensystem. 11
- 2.6 Beurteilung der Tonwerte im RawDigger. 14

3. Fazit 17

- 3.1 Was würde Ansel Adams heute machen? 18
- 3.2 Bilder in der Qualität eines großformatigen Negativs erstellen. 18
- 3.3 Selber Drucken. 18
- 3.4 Fazit 19

4. Epilog 20

- 4.1 Tieferes Verständnis 21

IX

01

1. Analoger Film

III

1.1 Analoges Zonensystem von Ansel Adams.

Ansel Adams prägte eine Epoche mit seinen Bildern, basierend auf seinem Zonensystem. Wer vom Zonensystem spricht, denkt an den Graukeil mit 11 Zonen von 0 bis X. Zone Null ist reines Schwarz, Zone X reines Weiß. Der Ankerpunkt ist Zone V mit einem Grautonwert von 18 % Reflexion. Alle Stufen zwischen Zone I und IX sind jeweils um einen Blendenwert voneinander entfernt. Adams entwickelte sein Zonensystem, um Negative so zu belichten und zu entwickeln, dass sie jeden Motivkontrast auf Papier normaler Gradation wiedergeben. Viele Fotografen folgten seinem Beispiel.

1.2 Eigene Testreihen mit Großformatnegativen.

Auch ich lernte diese Technik über Workshops bei Peter Gasser und Bob Werling, die noch mit Adams zusammenarbeiteten. Es gibt keine Abkürzungen; jeder Fotograf muss für einen Film (bei mir Kodak T-Max 400, 8x10") eigene Tests machen. Es geht darum, bei welcher Belichtung erste Schwärzungen in der Filmemulsion auftreten, und das für alle Entwicklungsstufen von N bis N \pm 1, 2, 3. Ansel Adams beschreibt Zone I als „Near black, no detail. Effective threshold. First step above complete black in the print. Slight tonality, but no texture.“ ([Tab. 1 auf Seite 5](#)).

Was damit gemeint ist, sehen wir aus dem nebenstehenden Beispiel.

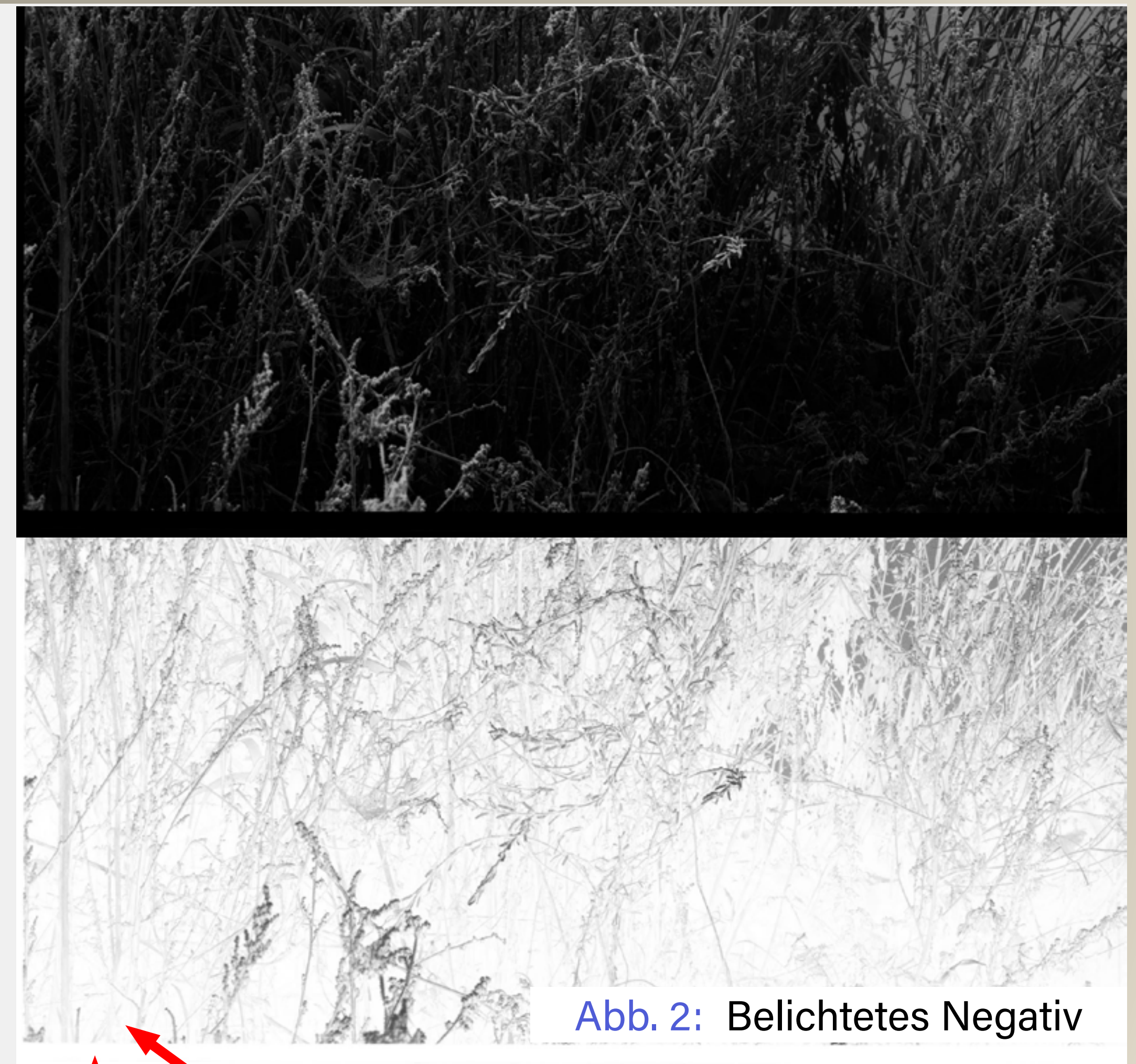


Abb. 2: Belichtetes Negativ

Abgesetzt vom weißen Rand erkennen wir im belichteten Negativ einen Hauch von Schwärzung; eine erste Abstufung noch ohne Details; diese kommen erst später.

Weißer Rand im Negativ ergibt pures schwarz im Bild.

DR: Dynamic range
TR: Textural range

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.	
		Sha- dow	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.	
		Aver- age	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		High- light	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 over-flow. Rendered as the maximum white value of the paper surface	
Tab. 1: Zone descriptions. (Adapted from Ansel Adams)					



Grenze für Papierweiß.
Kreise zeigen „analoges Clipping“.

Schwellenwert
Erste Schwärzung

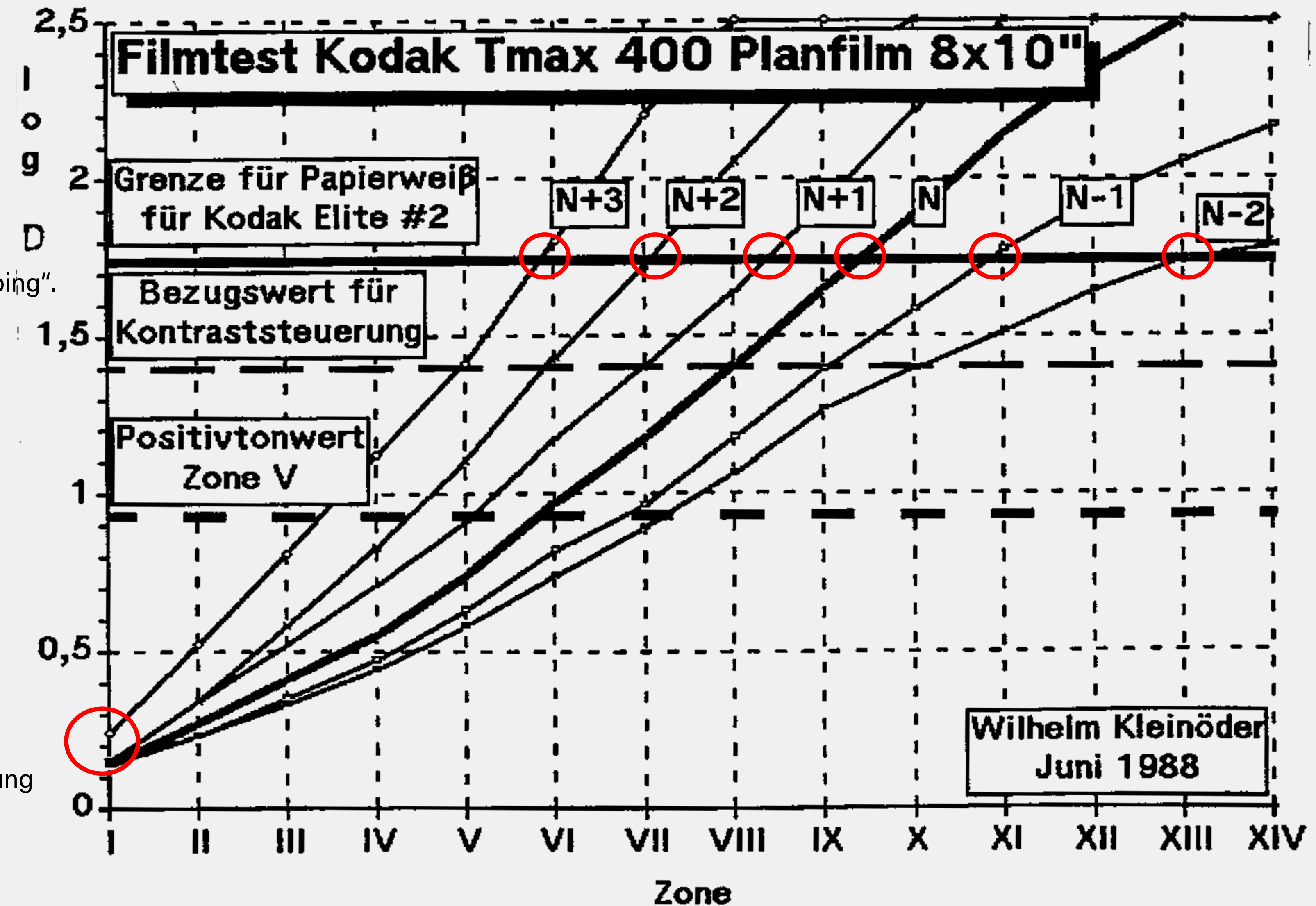


Abb. 3: Filmtest Kodak Tmax 400

1.3 Mein analoges Zonensystem.

Die Kurven zeigen zwei wichtige Grenzwerte:

- den Schwellenwert ([Abb. 2 auf Seite 4](#)) und
- den Grenzwert für papierweiß ([Abb. 3 auf Seite 6](#)).

Der Negativfilm reagiert nicht besonders gutmütig, wie die steilen, linearen Kurven zeigen. Fotografen müssen ihr Material gut kennen, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Ansel Adams ging immer vom fertigen Print aus, und papierweiß ist reines Weiß, das gezielt nur an wenigen Stellen im Print vorkommt. Eine zu hohe Dichte im Negativ entspricht dem Clipping im Sensor („analoges Clipping“ - meine Wortschöpfung). Der Film ist aber dahingehend sehr flexibel, da er sowohl bei geringen als auch bei hohen Motivkontrasten das gewünschte Ergebnis liefern kann. Innerhalb der Entwicklungsstufen reagiert er jedoch wie ein digitaler Sensor. Es gibt nur eine korrekte Belichtung und Entwicklung für eine konkrete Lichtsituation und ein konkretes Motiv, um einen Print mit allen gewünschten Tonwerten zu erstellen.

1.4 Ausblick.

Was würde Ansel Adams heute in der digitalen Welt machen? Und was mache ich mit diesem Wissen?



02

2. Digitales Zonensystem

2.1 Sensorkurve.

Zu Beginn meiner digitalen Fotografie verstand ich das analoge Zonensystem besser als den digitalen Sensor. Ich wusste nur, dass es eine lineare Gerade gibt, die ich für die Belichtung und die digitale Entwicklung nutzen musste. Ich wünschte mir einen analogen Film, um diese Gerade zu verbiegen. Dann entdeckte ich die Software „RawDigger“, die mir ein korrektes Histogramm meiner Dateien zeigte. Besonders der Link in [Abb. 5](#) änderte meine Denkrichtung vom analogen Zonensystem (Messung der dunklen/mittleren Tonwerte) hin zum rechten Rand, wo beim Sensor wirklich Ende ist, aber auch die meisten Tonwerte vorhanden sind (Messung und Belichtung auf die Lichter).

2.2 Einfacher Test.

Nach dem Link in [Abb. 5](#) machte ich zwei Belichtungen einer Graukarte: eine im Automatikmodus und eine manuell mit maximaler Überbelichtung, um Clipping zu erzeugen. Ich erwartete, dass der grüne Kanal bei der ersten Aufnahme bei EV0 liegt. Tatsächlich liegt er 2/3 EV-Werte niedriger, was einem Grauwert von 8,2 % entspricht (siehe [Tab. 2 auf Seite 10](#)).

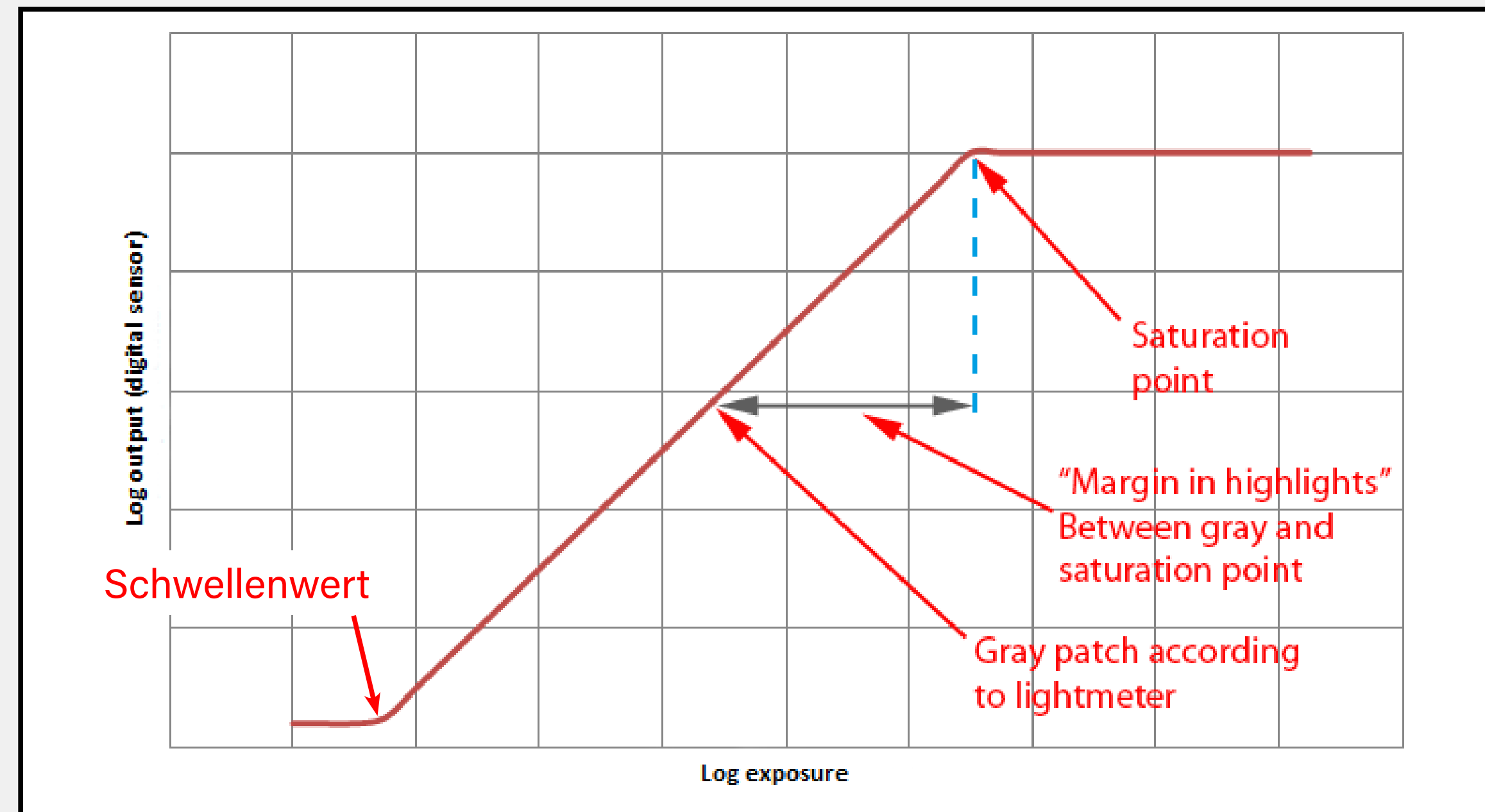


Abb. 5: Grenzbereiche für den Sensor

siehe: <https://www.rawdigger.com/howtouse/lightmeter-calibration>

Sony Alpha 99MII			
Kanal	Mittelwert Grünkanal	Grauwert	Abstand zur Sättigung
Rot	515	3,25 %	4,95 LW
Grün	1306	8,23 %	3,60 LW
Blau	892	5,62 %	4,15 LW
Grün	1306	8,23 %	3,6 LW
Sollwert	2048	12,5 %	3,00 LW
Maximalwert für die Sättigung im Grünkanal Gmax =15871; der Standard Grauwert sollte 12,5 % sein.			
Tab. 2: Messwerte aus Abb. 6 und Abb. 7 ermittelt mit dem RawDigger: https://www.rawdigger.com/			

2.3 Was ist wichtig?

Ab diesem Zeitpunkt wurde mir klar, dass der digitale Sensor so belichtet werden muss, dass die bildwichtigen Lichter den Clippingpunkt gerade nicht überschreiten. Diese Erkenntnis sollte jedem Fotografen als Erstes beigebracht werden, wenn er heute mit einer digitalen Kamera zu fotografieren beginnt.

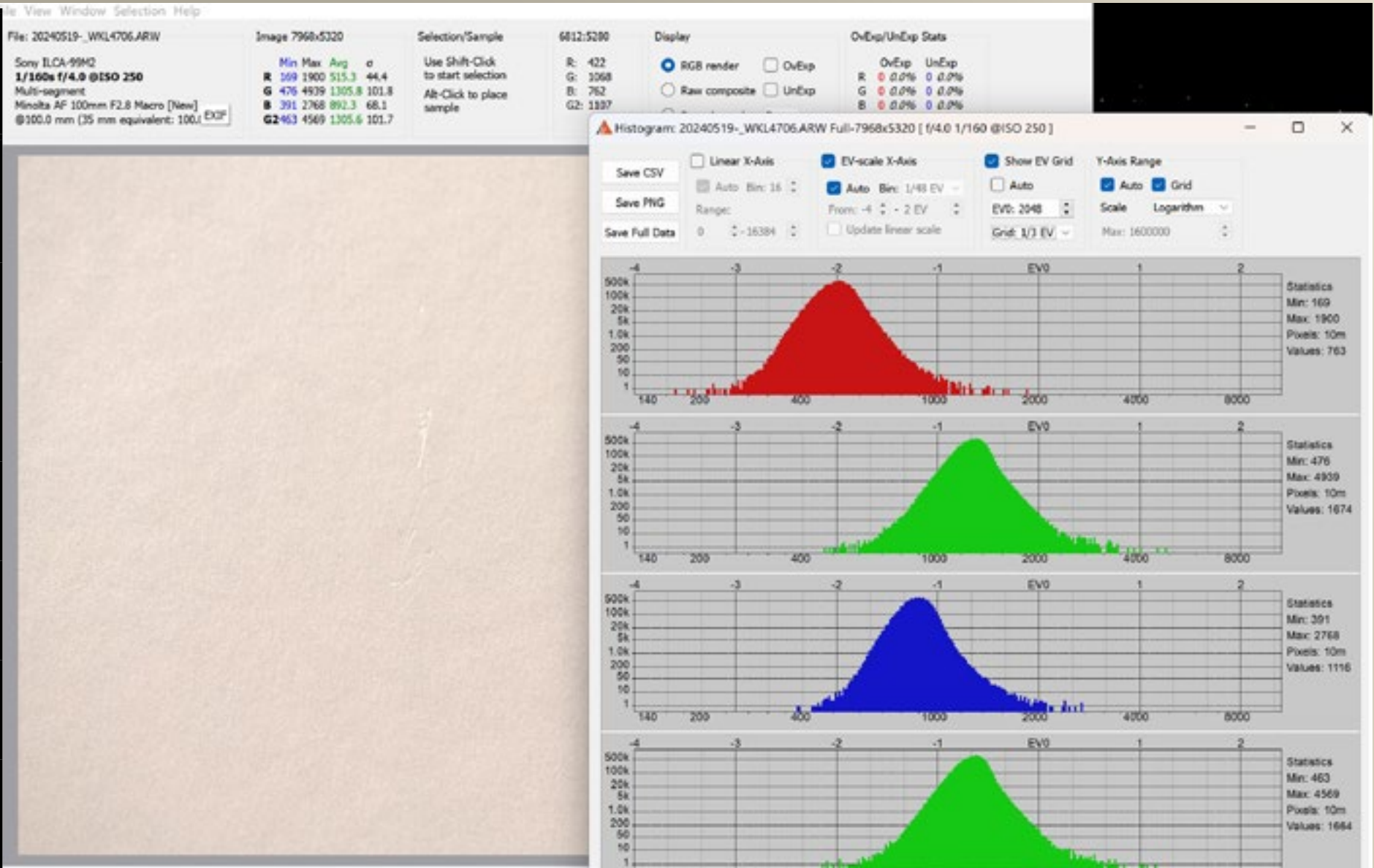


Abb. 6: Belichtung im Automatikmodus

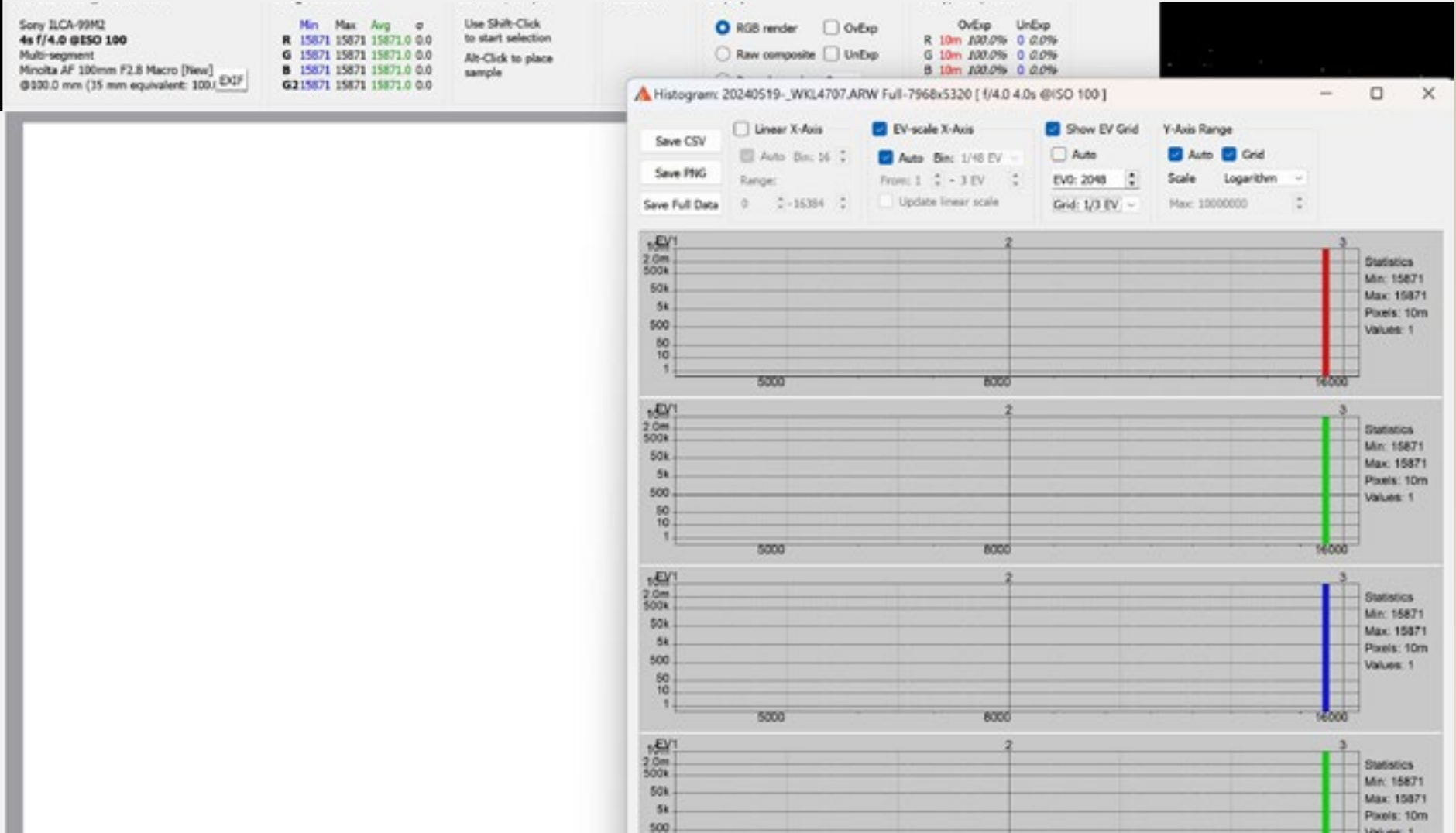


Abb. 7: Belichtung Manuell, maximales Clipping



2.4 Wie ergibt sich mittleres Grau?

Heute müssen wir dazu bei Weiß beginnen. Bereits das erste Pixel und alle weiteren oberhalb der Clippinggrenze sind reines Weiß und damit in Zone X. Die Blendenwerte unterhalb des Clippingpunkts entsprechen den Zonen IX, VIII, VII usw. Diese 3 EV-Werte unterhalb des Clippingpunkts definieren heute den Wert für mittleres Grau bei digitalen Sensoren. Der Graupunkt liegt also bei 12,5 %, genau 3 Lichtwerte (LW bzw. EV = Exposure Value) unterhalb des Sättigungspunkts ($\log_2(0,125) = -3$) oder 0,5 LW weniger als bei der Graukarte mit 18 %. Für JPG-Aufnahmen gilt weiterhin der Wert von 18 % und damit $\approx 2,5$ LW unterhalb des Sättigungspunkts ($\log_2(0,18) = -2,47$). Dieser „Graupunkt“ des digitalen Sensors wird mit EV0 bezeichnet.

2.5 Photonenfüllung des Sensors und Zonensystem.

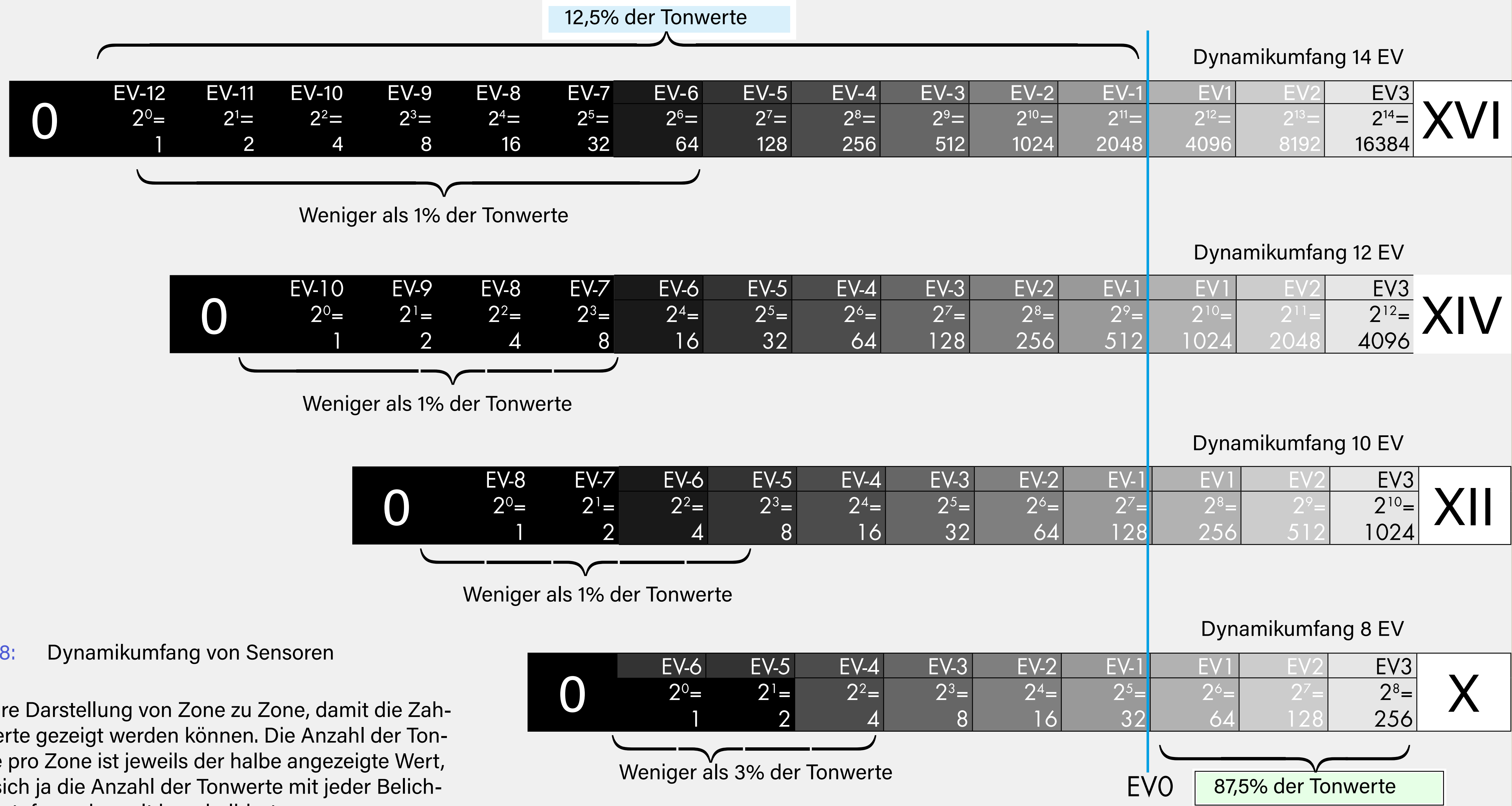
([Abb. 9 auf Seite 13](#)) Der Sensor meiner Sony Alpha 99 M2 hat ca. 40 Millionen Sensorpixel. Wenn ich nach rechts (ETTR) belichte, sind einige Pixel bis zum oberen Rand mit Photonen(*) gefüllt, einige vielleicht auch im Clipping-Bereich. Das zeigt mir das RawDigger-Histogramm genau an. Alle weiteren Pixel sind je nach Bildhelligkeit mehr oder weniger gut gefüllt. Die blauen Balken zeigen die Zonenskala nach Ansel Adams. Die Grafik zeigt, dass die nachfolgenden Zonen nur einen halben EV-Wert vom vorherigen entfernt sind. Das ist korrekt, da Adams' System mit dem belichteten und entwickelten „Fine-Art-Print“ endet. Sein Photopapier (natürlich auch meines und die meisten Photopapiere für den Digitaldruck auch heute noch) hatte eine logarithmische Dichte von $\log D = 1,5$, innerhalb derer er seine 11 Zonen unterbringen musste. In der Mitte liegt $\log D = 0,75$. Die Zahlen in [Tab. 3 auf Seite 13](#) zeigen bei $\log D 0,75$ die Zone V und bei $\log D = 1,5$ die Zone 0. Hier schließt sich der Kreis zu meiner Beschreibung der Belichtung und Entwicklung, bei der eine erste Schwärzung erkennbar wird ([Abb. 2 auf Seite 4](#)). Für Ansel Adams und jeden, der heute Bilder zu Papier bringt, geht es darum, den gesamten Tonwertumfang auf das Papier zu übertragen, das im Vergleich zum digitalen Sensor nur einen geringen Dichteumfang bietet.

Auf meiner Kurve für den Filmtest ([Abb. 3 auf Seite 6](#)) erkennt man, dass die logarithmische Dichte meines Papiers Kodak Elite 2 bei 1,75 lag. Ziehe ich den Schwellenwert von etwa 0,2 ab, liege ich wieder bei den Werten von Ansel Adams mit $\log D = 1,5$. Negative können eine viel höhere Dichte haben, aber das lässt sich nicht mehr zu Papier bringen, wie meine Markierungen mit der „analogen Clippinggrenze“ zeigen. Vergleichen wir den blau umrandeten Graukeil mit dem Dynamikumfang der Sensoren in [Abb. 9 auf Seite 13](#), sehen wir, dass der Umfang dem eines 8-Bit-Sensors entspricht, von dem aber nur die rechte Hälfte genutzt wird. Heute nennen wir das ETTR; im Zonensystem ergibt sich das automatisch aus den unterschiedlichen Entwicklungsstufen für $N \pm 1, 2, 3$. Ansel Adams belichtete, wie auch ich damals, auf die dunklen Tonwerte, sorgte aber mit der Entwicklung dafür, dass die Belichtung je nach Motivkontrast optimal bis zum rechten Rand reicht (siehe analoges Clipping Kap. [1.3 auf Seite 7](#)). Wie genial ist das denn! Wie gesagt, wir betrachten hier einen fertigen „Fine-Art-Print“.

(*)Photonen, auch Lichtquanten oder Lichtteilchen, sind anschaulich gesagt die Energie-„Pakete“, aus denen elektromagnetische Strahlung besteht.

Abb. 8: Dynamikumfang von Sensoren

Lineare Darstellung von Zone zu Zone, damit die Zahlenwerte gezeigt werden können. Die Anzahl der Tonwerte pro Zone ist jeweils der halbe angezeigte Wert, weil sich ja die Anzahl der Tonwerte mit jeder Belichtungsstufe verdoppelt bzw. halbiert.



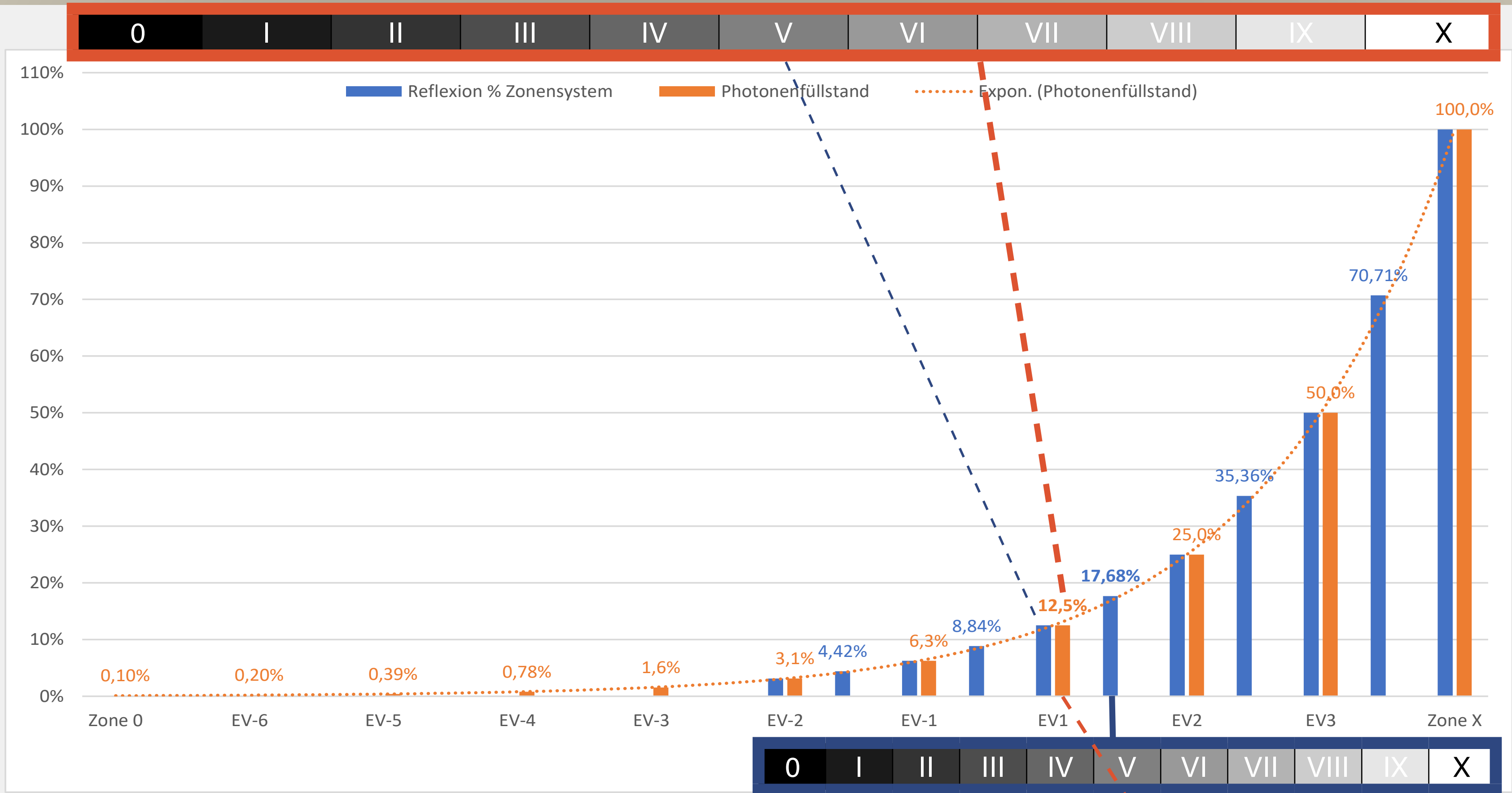


Abb. 9: Photonenfüllung des Sensors und Zonensystem

Graukeil Kodak Q13 Log D	3,00	2,85	2,70	2,55	2,40	2,25	2,10	1,95	1,80	1,65	1,50	1,35	1,20	1,05	0,90	0,75	0,60	0,45	0,30	0,15	0,00
Reflexion % D	0,10%	0,14%	0,20%	0,28%	0,40%	0,56%	0,79%	1,12%	1,58%	2,24%	3,16%	4,47%	6,31%	8,91%	12,59%	17,78%	25,12%	35,48%	50,12%	70,79%	100,00%

Zonensystem Ansel Adams											0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Reflexion % Zonensystem											3,13%	4,42%	6,25%	8,84%	12,50%	17,68%	25,00%	35,36%	50,00%	70,71%	100,00%
Exposure Value	Zone 0	EV-6	EV-5	EV-4	EV-3						EV-2	EV-1	EV1		EV2	EV3					Zone X

Tab. 3: Zahlenwerte zu den Grafiken



2.6 Beurteilung der Tonwerte im RawDigger.

Die Histogramme in unseren Kameras und Bildbearbeitungsprogrammen sind für eine korrekte Belichtungsbewertung ungeeignet.

Werden die Helligkeiten der Sensorpixel auf 256 Tonwerte heruntergerechnet ist am rechten Rand im JPG-Histogramm keinerlei Differenzierung mehr erkennbar. Das liegt daran, dass allein in der höchsten Blendenstufe 50 % aller Tonwerte liegen. Durch diese hohe Anzahl einzelner Tonwerte sind von jedem Tonwertbereich auch nur wenige erforderlich. Die Tonwertkurve ist damit sehr flach und in der linearen Darstellung praktisch nicht sichtbar. Im RawDigger kann ich die logarithmische Darstellung wählen und sehe sofort, wie weit ich am rechten Rand bin.

2.6.1. Beispiel 1: Dunkle Tonwerte (Bild [Seite 8](#)).

Im JPG-Histogramm dominieren die dunklen Tonwerte, aber über zwei Drittel im rechten Bereich ist nur ein heller Strich erkennbar. Im Raw-Histogramm sehe ich durch die logarithmische Darstellung, dass ich korrekt bis zum rechten Rand belichtet habe.

Im unteren Histogramm ist die x-Achse linear; das wird durch die Halbierung der Lichtmenge je Blendenwert sichtbar. Der Grünkanal ist ca. eine halbe Blende vom Clippingpunkt entfernt. Die dunklen Tonwerte sind an den linken Rand gepresst, was sie bei diesem Bild ja auch waren.

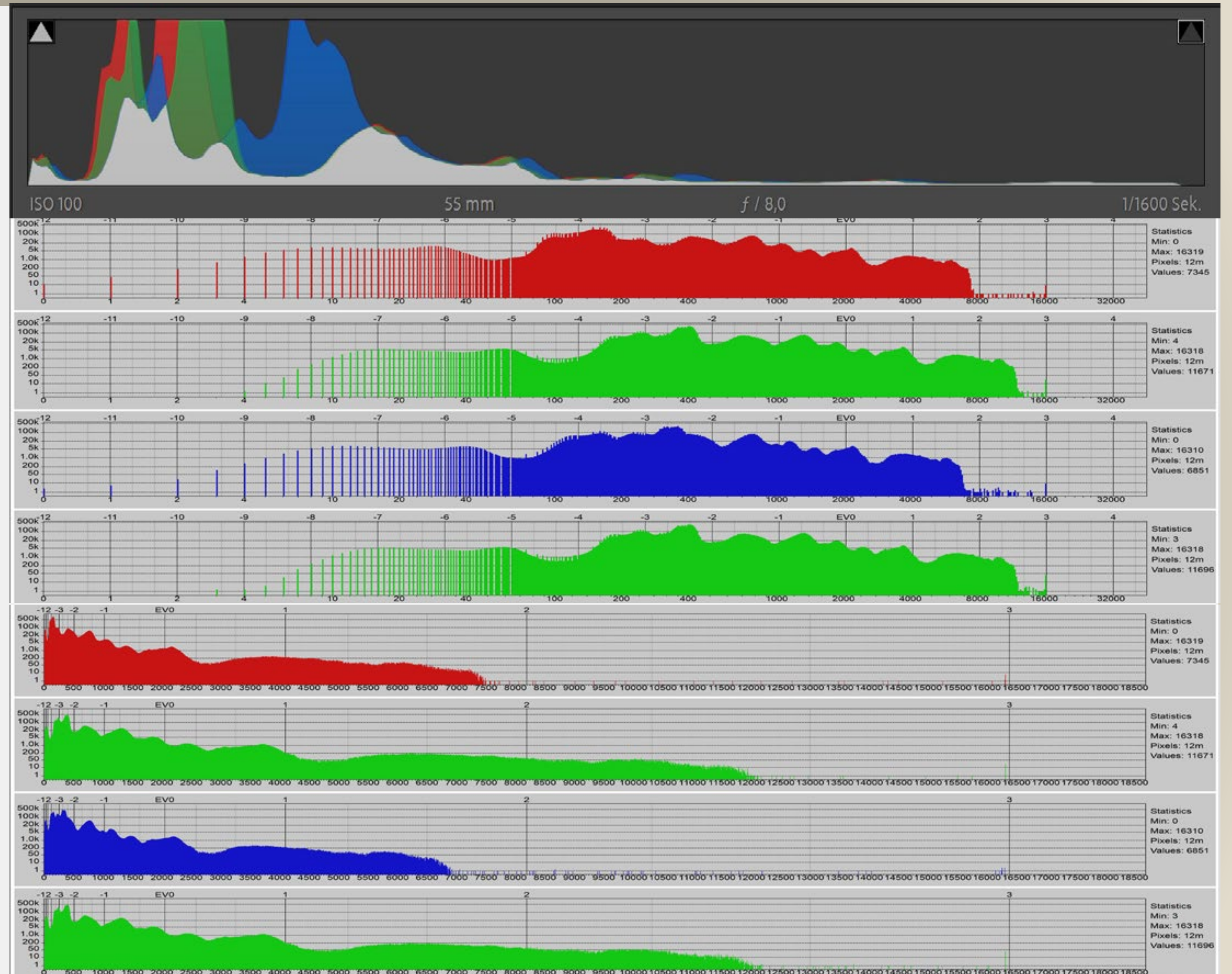


Abb. 10: Dunkle Tonwerte?

2.6.2. Beispiel 2: Mittlerer Tonwertverlauf (Bild [Seite 17](#)).

In diesem Bild dominieren die mittleren Tonwerte. Nur in den Raw-Histogrammen erkenne ich mit einem Blick, dass ich korrekt bis zum rechten Rand belichtet habe. Das untere Histogramm zeigt, wie sich die Tonwerte von Blendenwert zu Blendenwert halbieren. Deshalb gibt es am linken Rand wieder die Konzentration bei den immer kleiner werdenden Abständen. Da es dort weniger Tonwerte je EV-Stufe gibt, ist dort natürlich deren Anzahl sehr viel höher als bei den hellen Tonwerten.

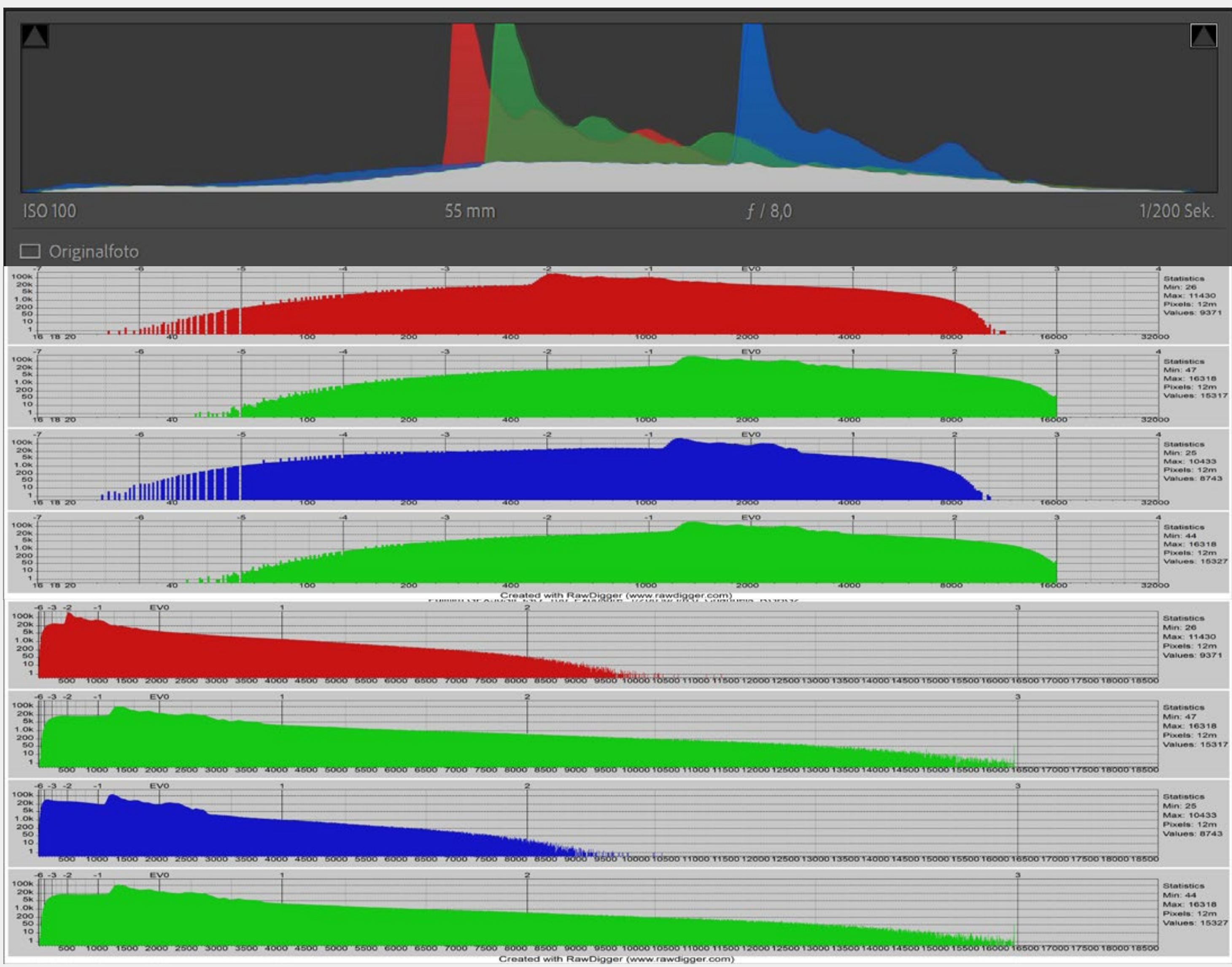


Abb. 11: Mittlerer Tonwertverlauf



2.6.3. Beispiel 3: Dunkel und hell (Bild [Seite 20](#)).

Auch hier wurde perfekt bis zum rechten Rand beleuchtet. Im JPG-Histogramm ist das nur zu vermuten, im Raw-Histogramm haben wir sofort Gewissheit. Im unteren Raw-Histogramm sehen wir sehr schön, wie die Tonwerte von EV3 bis EV0 langsam ansteigen und danach wieder abfallen. Das ist der rechte Peak im JPG-Histogramm. Nach diesem Abfall steigen dann die Tonwerte wieder bis zum Ende der Skala am linken Rand an. Ein gewohnter Effekt, weil ja bei den niederen EV-Stufen die Anzahl der verfügbaren Tonwerte abnimmt und damit deren Häufigkeit zunimmt.

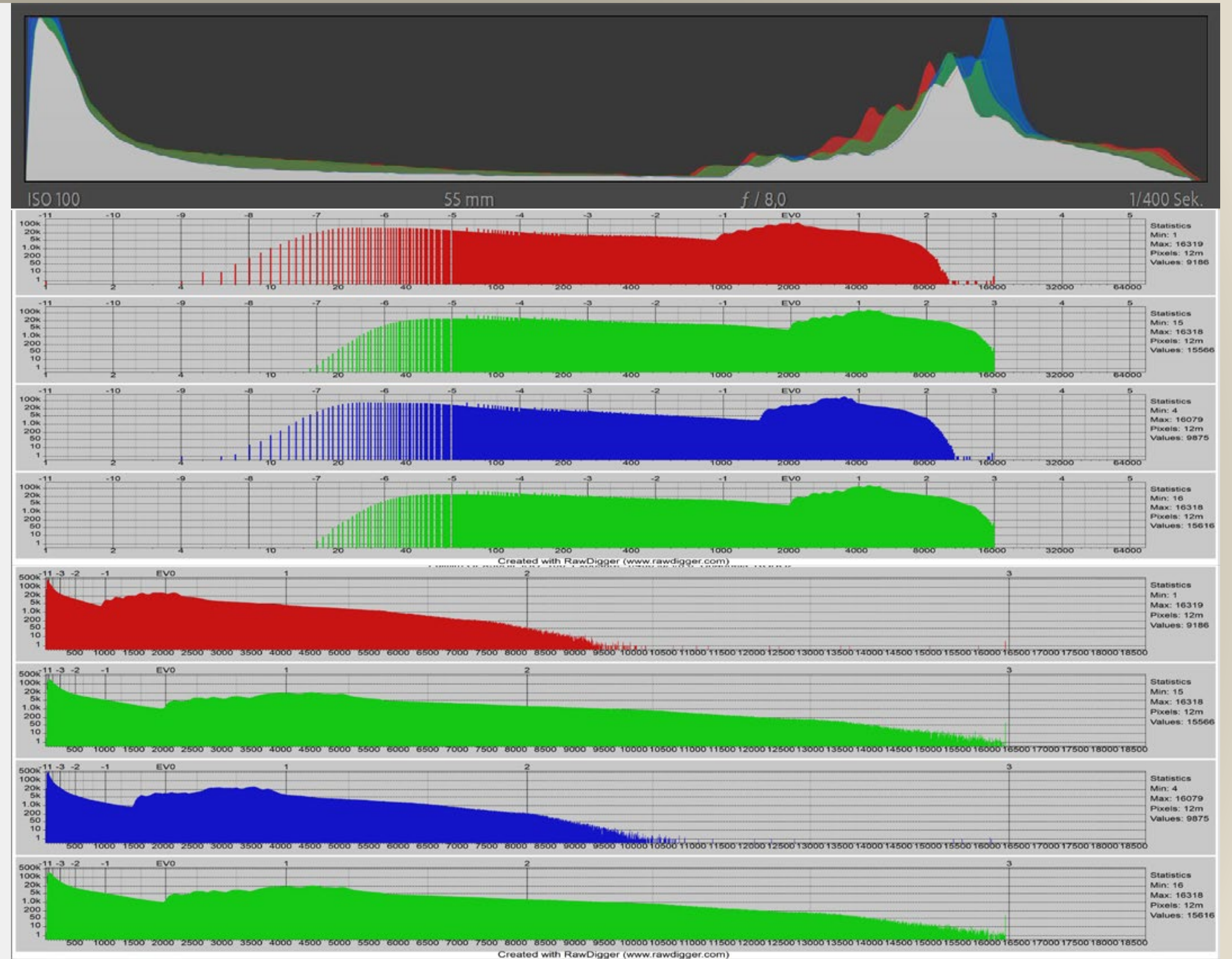


Abb. 12: Dunkel und hell



03

3. Fazit

3.1 Was würde Ansel Adams heute machen?

Auch Ansel Adams hätte schnell erkannt, dass man in der digitalen Welt das Zonensystem vom rechten Rand aus aufbaut und nicht von der dunklen Seite, wie er es in seinem analogen Zonensystem tat. Er will ebenfalls die feinsten Abstufungen in den hellen Tonwerten beibehalten, so wie er es im analogen System mit den dunklen Tonwerten gemacht hat. Die Graukarte und den Spotbelichtungsmesser würde er aus seinem Fotorucksack verbannen und er würde die Kamerahersteller auffordern, uns ein echtes Raw-Histogramm anzuzeigen, wenn wir an der Kamera von JPG auf RAW umschalten.

3.2 Bilder in der Qualität eines großformatigen Negativs erstellen.

Natürlich würde Ansel Adams Bilder in der Qualität eines großformatigen Negativs erstellen wollen. Dazu sind zwei Voraussetzungen zu erfüllen: ein korrekt nach rechts belichtetes Bild (ETTR) und die Bereitschaft, in der digitalen Dunkelkammer das Bild final zu bearbeiten. Beides kann man lernen. Ich gebe regelmäßig Kurse dazu und biete Skripte und YouTube-Videos an:

- [Skripte \(https://meine-art-zu-sehen.de/produkte-zum-download/\)](https://meine-art-zu-sehen.de/produkte-zum-download/) und
- [YouTube-Videos \(https://www.youtube.com/watch?v=GEprZiUleC0\)](https://www.youtube.com/watch?v=GEprZiUleC0).

3.3 Selber Drucken.

Was Ansel Adams heute natürlich auch wieder machen würde, ist, dass er seine Bilder wie gewohnt selbst druckt. Ich drucke meine Bilder ebenfalls selbst und verwende hierzu die ICC-Profile der Papierhersteller.

So schön es auch ist, mit dem riesigen Dynamikumfang unserer modernen Sensoren in Lightroom und Photoshop zu spielen, die Wahrheit liegt im finalen „Fine-Art-Print“, den Ansel Adams perfekt beherrscht hat.

Wir müssen uns aber nicht verstecken, denn mit unseren heutigen Apps können wir das ebenfalls erreichen.

3.4 Fazit

Es ist falsch, die Gedankenwelt des analogen Zonensystems auf die digitale Welt zu übertragen. Ansel Adams Ziel war die Erstellung eines perfekten „Fine-Art-Prints“. In der digitalen Welt geht es um ein korrekt bis zum rechten Rand belichtetes digitales RAW-Bild. Die Tonwerte am rechten Rand bestimmen die Bildqualität. All dies wird nur in einem echten RAW-Histogramm sichtbar.

Dieser Kurs hätte genauso gut **„Belichten lernen“** heißen können, denn darum geht es im Zonensystem von Ansel Adams. Richtig belichten kann man lernen. Dazu wünsche ich weiterhin „Gut Licht“.

Euer Wilhelm



04

4. Epilog

4.1 Tieferes Verständnis

Die Zusammenstellung der alten Daten zum analogen Zonensystem und deren Aufbereitung für ein digitales Zonensystem war eine große Herausforderung. Zuerst entstand das lange Script und das YouTube-Video für meinen Workshop, nun die Kurzversion. Durch diese intensive Auseinandersetzung verstehe ich das analoge Zonensystem heute besser als vor 40 Jahren. Damals folgte ich lediglich den Anweisungen von Peter Gasser und Bob Werling und erstellte die Kurven als Basis für die praktische Arbeit. Erst jetzt wurde mir bewusst, dass diese Kurven für die digitale Fotografie elementare Dinge wie ETTR enthalten.

Digitales Fotografieren könnte wirklich einfach sein, wenn die Kamerahersteller uns endlich ein echtes Raw-Histogramm zur Verfügung stellten, um die Unsicherheit bei der Aufnahme zu überwinden. Bis jetzt verlasse ich mich auf das blinkende Signal vom Sensor, der genau weiß, wann Clipping eintritt. Ich muss nur noch entscheiden, ob und wie viel Clipping ich in den hellen Zonen zulasse.

Danke für eure Aufmerksamkeit.

Alle meine im Text genannten Hinweise auf meine früheren Scripte können von meiner Webseite unter [Downloads](#) heruntergeladen werden (teilweise kostenpflichtig):

<https://meine-art-zu-sehen.de/produkte-zum-download/>

Wilhelm Kleinöder

wilhelm.kleinoeder@w14r.de

+49 9131 31791

+49 9152 3271 6969

<https://meine-art-zu-sehen.de/>

<https://foto-aktiv.meine-art-zu-sehen.de/>