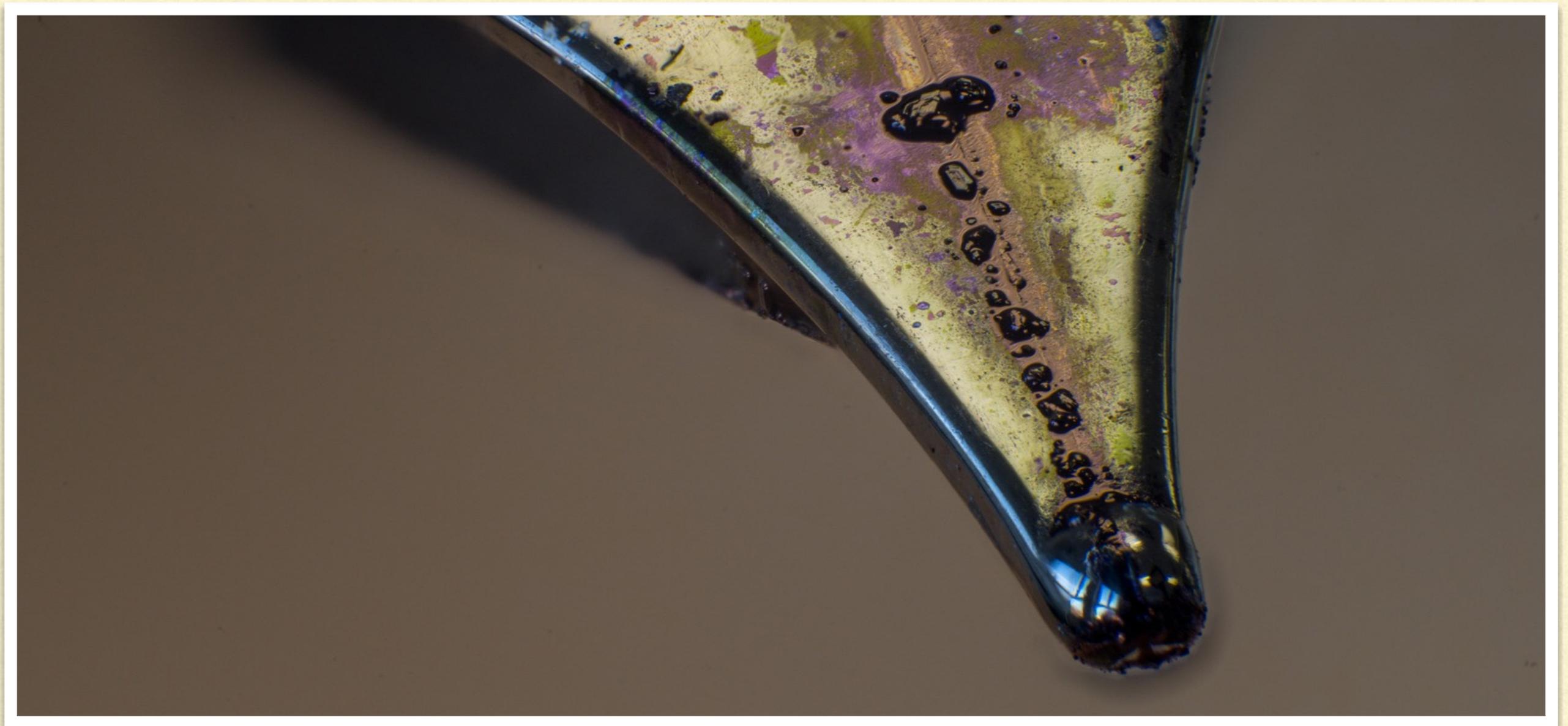

SCHÄRFEN-**TIEFE**-SCHÄRFE

Martin Loddoch, Mai 2021





SCHÄRFEN-**TIEFE**-SCHÄRFE

Das Verstehen und Beeinflussen der Schärfe in der Aufnahme

SCHÄRFEN-**TIEFE**-SCHÄRFE

- ▶ Was ist „Schärfe“ in der Fotografie
- ▶ Was beeinflusst die „Schärfe“ im Bild
- ▶ Hyperfokale Distanz - wirklich keine Magie ...
- ▶ Anwendungsbereiche für das Focus Stacking
 - ▶ Landschaftsfotografie
- ▶ Bildbearbeitung - von der Serie zum Einzelbild
- ▶ Software zum Stacken
- ▶ Abgrenzung
- ▶ Literatur / Quellen



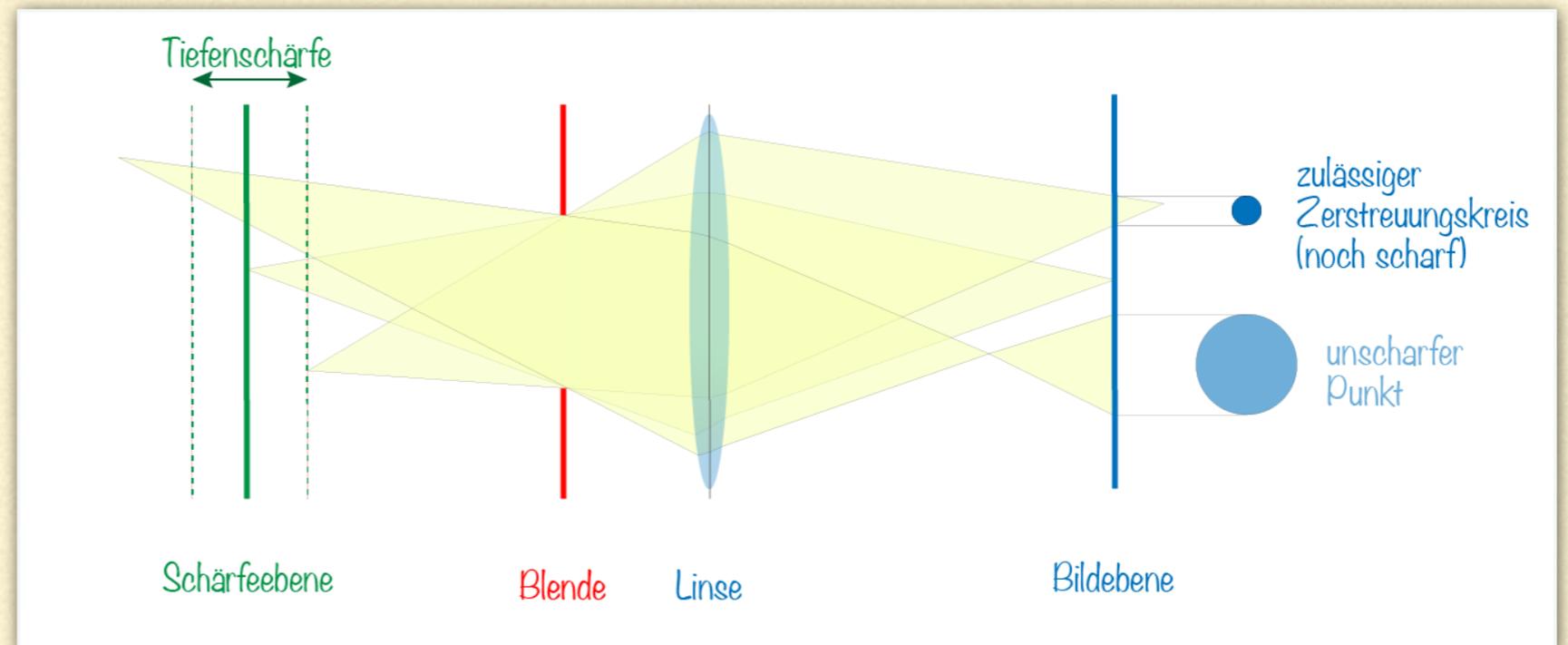
**SCHÄRFE
GIBT'S
BEIM
INDER**

” *Schärfe wird nicht
überbewertet, aber
Unschärfe wird definitiv
unterbewertet.“*

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE WAS BEEINFLUSST DIE „SCHÄRFE“ IM BILD

Alles klar, „*Schärfe gibt's beim Inder*“, aber wann sehen wir denn etwas in einer Aufnahme als „SCHARF“ an? Dabei vergessen wir einfach mal die Unschärfe vom Verwackeln, Bewegungsunschärfe oder die noch zu erwähnende Beugungsunschärfe.

Vereinfacht gesagt betrachten wir jeden Punkt als scharf, dessen Zerstreuungskreis kleiner als „zulässig“ ist. Die Größe von „zulässig“ ergibt sich aus der Größe des Sensors und kann berechnet werden mit:



$$Z = \sqrt{\text{Sensorbreite}^2 + \text{Sensorhoehe}^2} / 1500$$

Drei typische Beispiele für zulässige Zerstreuungskreise sind

Kleinbild : 0,029 mm AF-C : 0,019 mm MFT : 0,014 mm

<https://www.erkunde-die-welt.de/2016/06/13/schaerfentiefe-hyperfokale-distanz/>

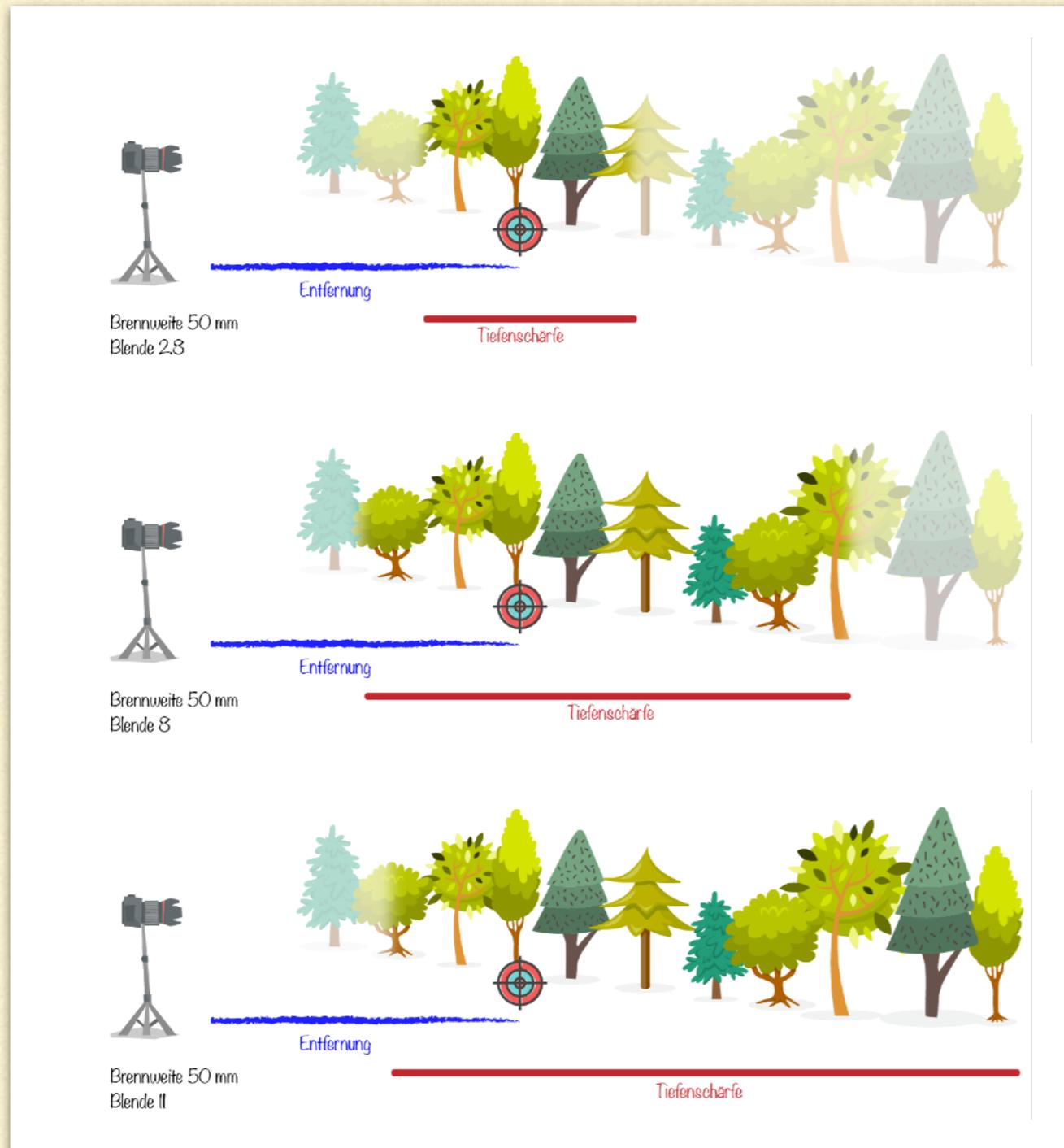
Was hat es nun mit der „1500“ auf sich?

- ▶ Es gibt eine schärfste Stelle im Bild, die liegt auf einer Ebene parallel zur Bild/Film/Sensorebene irgendwo zwischen der Naheinstellgrenze und unendlich.
- ▶ Sobald man sich von dieser Ebene entlang der optischen Achse wegbewegt, nimmt die Unschärfe zu.
- ▶ Es gibt ein gewisses Mass an Unschärfe das wir „tolerieren“, darunter bezeichnen wir etwas als „scharf“ darüber hinaus als „unscharf“.
- ▶ Das hat mit dem individuellem Sehvermögen des Betrachters zu tun (100% Sehvermögen = Auflösung von einer Bogenminute).
Je nach Abweichung davon ziehen Betrachter unterschiedliche Grenzen von „scharf“.
- ▶ Definition: bei 100% Sehvermögen kann der Betrachter ein Papierbild aus dem Abstand seiner Diagonalen betrachten und in der Diagonalen 1500 Bildpunkte auflösen/unterscheiden.
- ▶ In der digitalen Welt kann man aber Werte mit 10 - 1000% Ansichten betrachten und somit ist die Erwartungshaltung heute oft eine andere.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Auflösungsvermögen>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Winkelminute>

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE WAS BEEINFLUSST DIE „SCHÄRFE“ IM BILD FORTSETZUNG



Der Bereich der in einer Aufnahme scharf abgebildet wird, hängt vom **Motivabstand**, der verwendeten **Brennweite** und der eingestellten **Blende** ab.

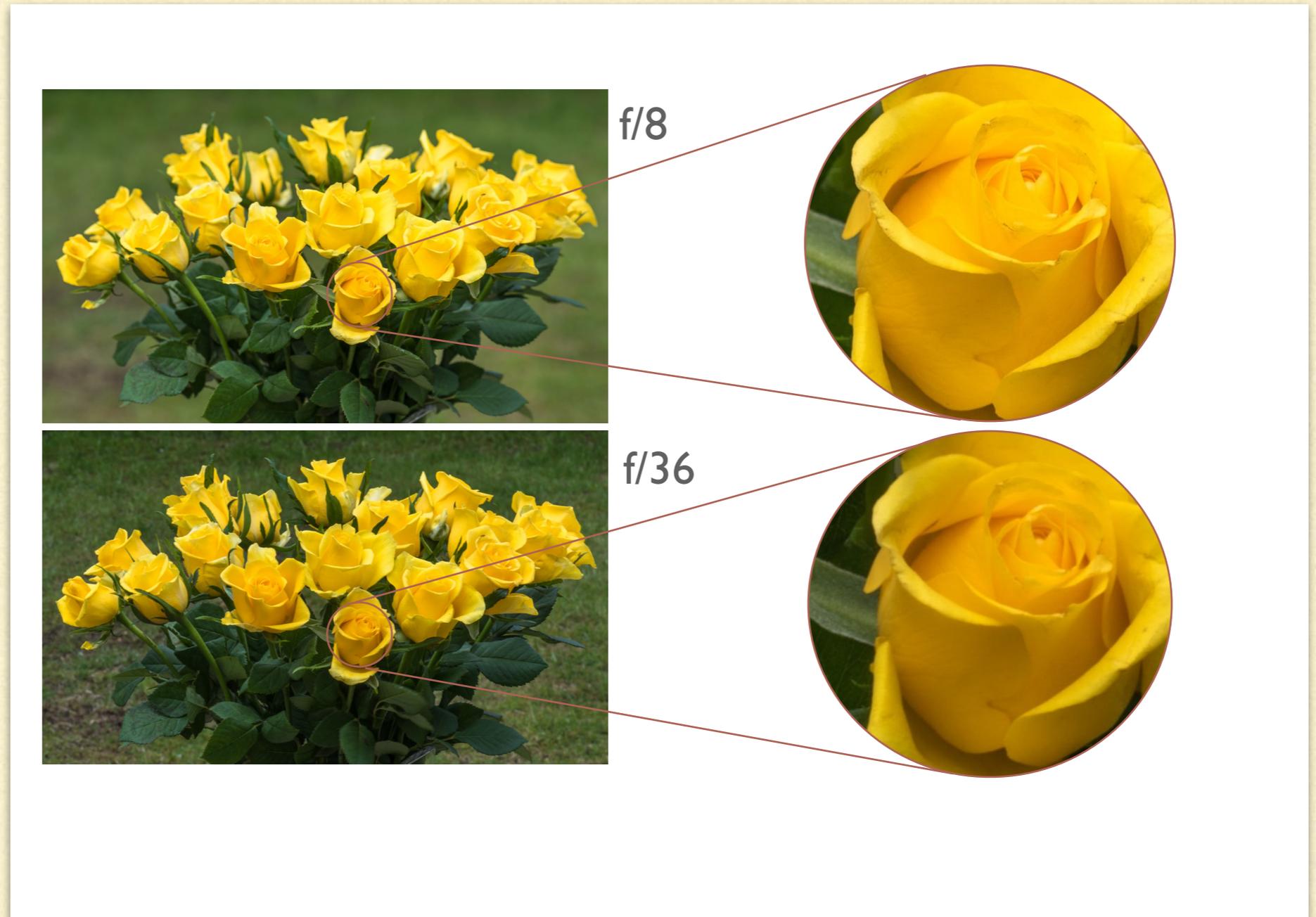
Je kleiner die Öffnung der Blende, desto größer ist der Bereich der scharf abgebildet wird. Typischerweise gibt es vor und nach dem Fokuspunkt einen scharfen Bereich.

Wenn nun eine kleine Blende gewählt wird und der Fokuspunkt so gewählt wird, dass nahezu das gesamte Bild scharf abgebildet wird, spricht man von „**Hyperfokaler Distanz**“. Bei sehr nahen Gegenständen im Vordergrund gelingt das allerdings oft nicht.

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE GRENZEN DER TIEFENSCHÄRFEN ERWEITERUNG

Eine sehr kleine Blendenöffnung sorgt allerdings selber auch wieder für einen negativen Effekt auf die Abbildungsschärfe der Aufnahme - Beugungsunschärfe, beginnt unter Umständen schon bei $f/11$

Die Aufnahme mit $f/36$ erscheint insgesamt schärfer, aber die Detailwiedergabe ist insgesamt weicher und wirkt dadurch unschärfer.



Brennweite 105mm, ca. 1m Abstand, Fokus auf der untersten Blüte

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE HYPERFOKALE DISTANZ

Nachdem wir nun wissen wieso und weshalb etwas als „scharf“ bewertet wird ... wie kommen wir nun zur *Hyperfokalen Distanz*? Nun, wir können eine Formel benutzen:

$$HD = \text{Brennweite} * (1 + \text{Brennweite}/(\text{Blendenzahl} * Z))$$

Kann man machen, muss man aber nicht. Klar, dafür gibt es diverse Apps für's Smartphone, aber es geht auch etwas leichter mit einer kleinen Tabelle. Denn letztendlich verwenden wir immer die gleichen Objektive an der gleichen Kamera.

Also sieht eine Tabelle z.B. so aus:

Fokussiert man nun ein Motiv in der hyperfokalen Distanz an, so ist alles von der halben Strecke dahin bis ins Unendliche „scharf“.

Hyperfokale Distanz					
Nikon D5, D850, Z7 SDX II		Crop 1,00		Sensor ID	5
				Sensorbreite:	35,9 mm
				Sensorhöhe:	23,9 mm
	f/16	f/13	f/11	f/8	f/4
10,0 mm	0,23 m	0,27 m	0,32 m	0,44 m	0,88 m
16,0 mm	0,57 m	0,68 m	0,80 m	1,13 m	2,24 m
20,0 mm	0,89 m	1,05 m	1,25 m	1,76 m	3,50 m
24,0 mm	1,28 m	1,51 m	1,79 m	2,53 m	5,03 m
35,0 mm	2,70 m	3,20 m	3,80 m	5,36 m	10,69 m
50,0 mm	5,48 m	6,51 m	7,74 m	10,92 m	21,79 m
55,0 mm	6,63 m	7,87 m	9,35 m	13,21 m	26,36 m
70,0 mm	10,72 m	12,74 m	15,13 m	21,37 m	42,68 m
Zerstreuungskreisdurchmesser:				0,02875 m	
Brennweite:				35,0 mm	equiv 34,9 mm
Blende:				f/8	
Hyperfokale Distanz:				5,36 m	
Copyright © 2017 Michael Mantke modifiziert mit Sensortabelle, 6.2019 malo				www.erkunde-die-welt.de	

<https://www.erkunde-die-welt.de/2016/06/13/schaerfentiefe-hyperfokale-distanz/>

Wie kann man jetzt dieses Wissen nutzen um sich z.B. in der **Streetfotografie** keine Gedanken mehr über die Schärfe machen zu müssen?

1. Ich wähle Blende $f/11$ um möglichst viel scharf zu bekommen, bei meinem 35 mm Objektiv beträgt die hyperfokale Distanz 3,80 m, d.h. alles ab 1,90 m ist scharf.
2. Die 3,80 m messe ich mir einmal aus und stelle auf diesen Probepunkt scharf. Dann stelle ich die Kamera auf manuelle Fokussierung um.
3. Ich klebe mir mit Gewebepband den Fokusring am Objektiv fest damit ich den nicht versehentlich verstelle.
4. Ab jetzt kümmere ich mich nur noch um die Bildgestaltung auf alles was weiter weg ist als die 1,90 m - nicht mehr um die Fokussierung.

Immer dann, wenn trotz kleiner Blende und der Berücksichtigung der hyperfokalen Distanz nicht der gewünschte Inhalt einer Aufnahme scharf abgebildet werden kann, oder die o.g. Beugungsunschärfe vermieden werden soll, ist das ein möglicher Anwendungsfall für **FOCUS STACKING**.

Häufige Anwendungsfälle sind:

- ▶ Makrofotografie
Bedingt durch die besonderen Abbildungsmaßstäbe, ist der Bereich der scharf abgebildet werden kann, stark eingegrenzt.
- ▶ Landschaftsfotografie (mit einem bildwichtigen nahen Vordergrund)
Z.B. soll der schöne Stein im Vordergrund genauso scharf abgebildet werden wie die in der Entfernung zu sehenden Berge.

- ▶ Analyse des Motivs, wieviele Ebenen kann ich identifizieren, z.B. Vordergrund - Mittelgrund - Hintergrund
- ▶ Wahl der optimalen Blende, also der bei der mein Objektiv die beste Abbildungsleistung bietet (ausprobieren, Info aus dem Netz)
- ▶ Für jede identifizierte Ebene einen Fokuspunkt bestimmen
- ▶ Ein Stativ benutzen. Es geht auch ohne, dann aber bei jeder Aufnahme versuchen den gleichen Ausschnitt zu wählen!
- ▶ Jeweils auf den ausgewählten Fokuspunkt scharfstellen (mit den Hilfsmitteln der Kamera) und Aufnahme machen
- ▶ Wie bei allen Mehrfachbelichtungen: für gleichmässige Belichtung sorgen damit es später keine ungewollten Unterschiede gibt (es sei denn das ist Absicht, z.B. der Steg im YouTube Beispiel von Stephan Wiesner).

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE
FOCUS **STACKING** - LANDSCHAFTSFOTOGRAFIE TEIL 2



Bilddaten

Name:

Stack_Brücke_AI.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/8.0

ISO:

64

Stativ

Fokussiert auf den
Pfosten rechts im Bild

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE
FOCUS **STACKING** - LANDSCHAFTSFOTOGRAFIE TEIL 3



Bilddaten

Name:

Stack_Brücke_A2.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/22.0

ISO:

64

Stativ

Fokussiert auf den
Pfosten rechts im Bild

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE
FOCUS **STACKING** - LANDSCHAFTSFOTOGRAFIE TEIL 4



Bilddaten

Name:

Stack_Brücke_01..04.jpg

weite:

mm

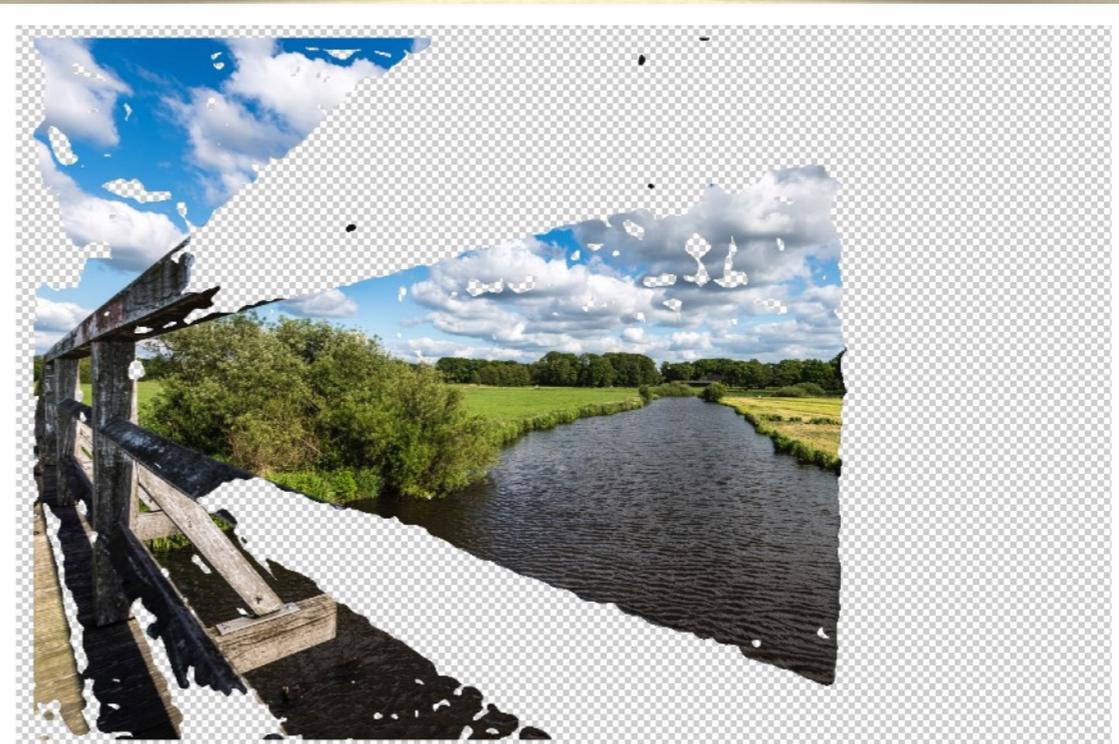
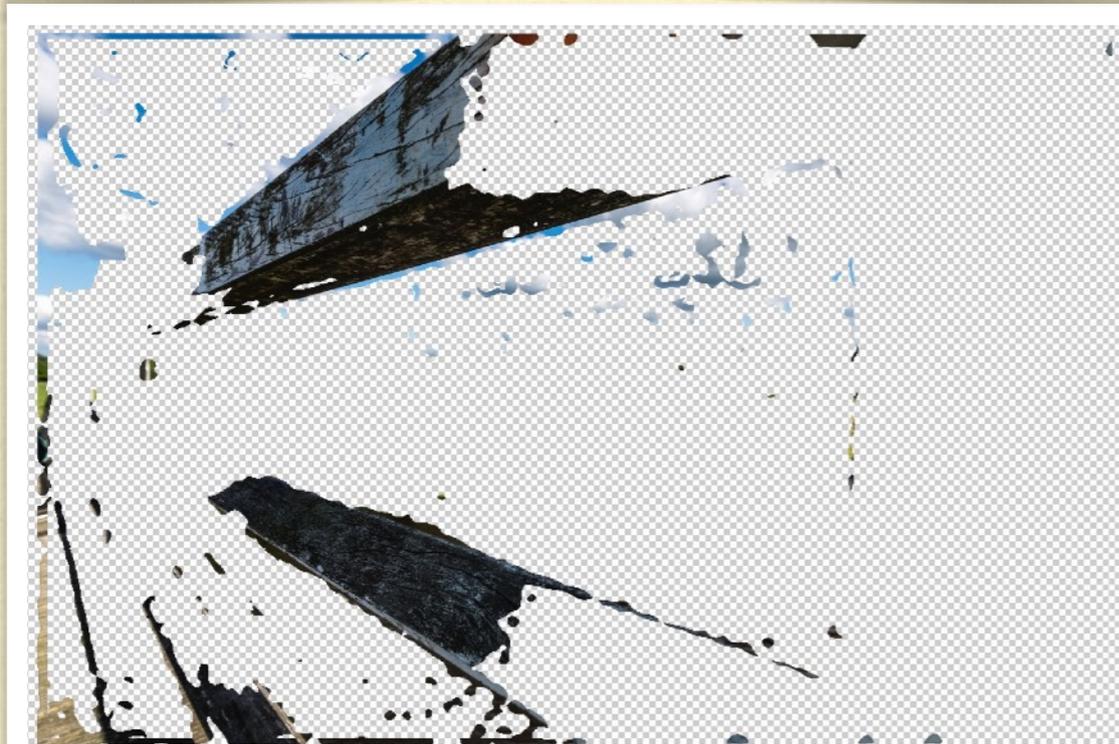
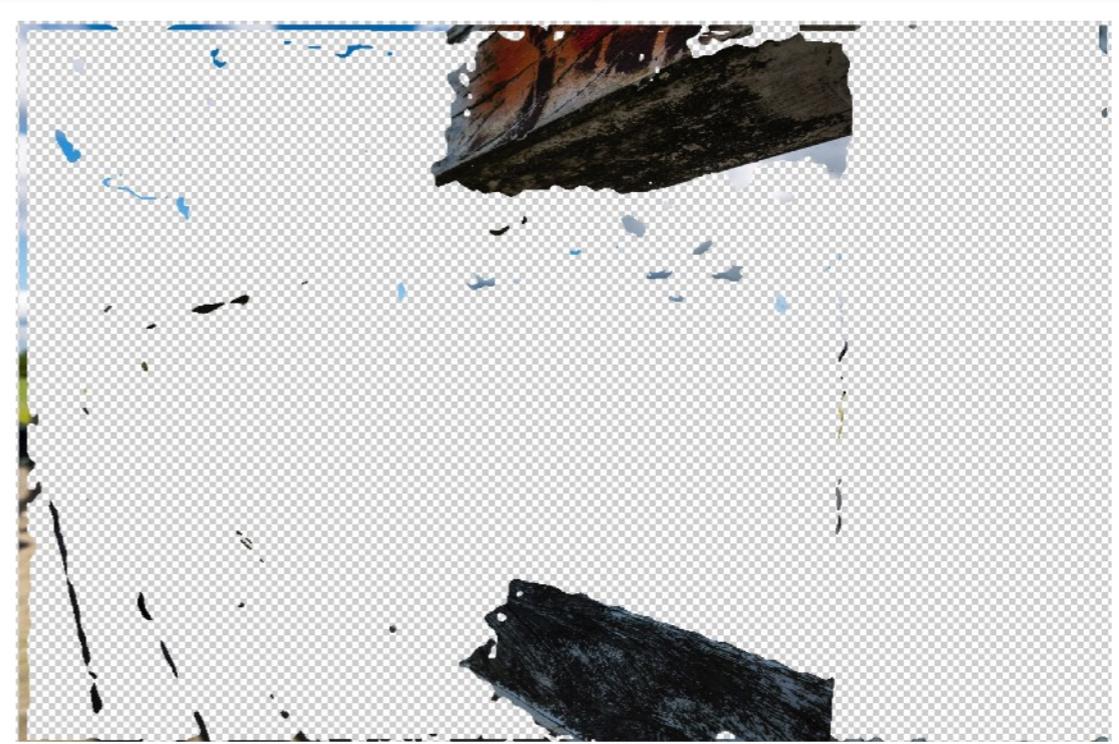
te

von 10.

Das Ergebnis der zuvor genannten Methoden ist nun eine mehr oder weniger große Serie an Basis Aufnahmen (Landschaft üblich 3-5, Makro üblich 20-100). Diese Einzelaufnahmen müssen nun zu einem Einzelbild zusammen gerechnet werden - es wird also die digitale Dunkelkammer benötigt.

- ▶ Die Rohbilder mit den üblichen Methoden bearbeiten - Weißabgleich richten - Belichtung korrigieren - Kontraste korrigieren ... (nach dem Stacking ist das Ergebnis ein JPG oder TIFF mit reduzierter Bittiefe und daher reduzierten Bearbeitungsreserven).
- ▶ Dazu dann auch eine Stapelverarbeitung für die Serie verwenden, zum Beispiel „synchronisieren“ in Lightroom.
- ▶ Export/Übergabe der Einzelaufnahmen an eine Stacking Software um das Bild zusammen zu setzen. Die beiden Beispiele habe ich mit Adobe Photoshop nach dieser Anleitung gestackt: <https://pictor.photography/focus-stacking/>
- ▶ Danach das Bild wie gewünscht beschneiden und in der nötigen Auflösung exportieren.

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE
FOCUS **STACKING** - VON DER SERIE ZUM EINZELBILD TEIL 2



SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE
FOCUS **STACKING** - LANDSCHAFTSFOTOGRAFIE TEIL 5



Bilddaten

Name:

Stack_Brücke_all.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/5.6

ISO:

64

Stativ

Serie aus 4 Einzelaufnahmen, erzeugt mit Nikon D850 „Fokusverlagerung“. Erster Fokus auf den Pfosten rechts und dann Abstand „10“ gewählt.

Zusammengesetzt mit Photoshop CC

SCHÄRFEN-TIEFE-SCHÄRFE SOFTWARE ZUM STACKEN

- ▶ Helicon Focus
 - ▶ Zerene Stacker
 - ▶ CombineZP
 - ▶ Adobe Photoshop
 - ▶ Affinity Foto
 - ▶ Adobe Photoshop Elements + Layers XXL
-
- ▶ LR/enfuse Plugin
 - ▶ FOCUS Project Pro

	Focus Stacking Programme			Grafikprogramme		
	Helicon Focus	Zerene Stacker	Combine ZP	Adobe Photoshop	Affinity Photo	Adobe PSE + Layers XXL
Preis	einmalig: 229,95 € (1)	einmalig: versions-abhängig: \$89, \$189, \$289 + 19% MwSt	kostenlose Freeware	jährlich: 141,94 €	einmalig: 54,99 €	je einmalig: PSE 50€ - 100€ inkl. 19% MwSt + Layers XXL \$49,95 + 19% MwSt
Stand: 08/2017						
preisgünstige Studentenversion	-	\$39 + 19% MwSt		-	-	-
Testversion	30 Tage	30 Tage	-	30 Tage	14 Tage	30 Tage
Sprache	de	en	en	de	de	de
	Betriebssysteme					
Windows	X	X	X	X	X	X
OsX (Mac)	X	X	-	X	X	-(5)
Linux	-	X	-	-	-	-
	Qualität					
Farbtiefe	16 bit	16 bit	8 bit	16 bit	16 bit	8 bit
Öffnen von DNG-Bildern	X	-	-	X	X	RAW-Converter als Zwischenschritt pro Bild
Algorithmen ⁽⁶⁾	3	2	6	1	1	1
Ausrichten der Bilder	automatisch	per Auswahl	per Auswahl	per Auswahl ⁽⁷⁾	automatisch	per Auswahl ⁽⁷⁾
Randbereich	Wiederholen von Pixeln	Wiederholen von Pixeln	Wiederholen von Pixeln	inhaltsbasiertes Auffüllen	inhaltsbasiertes Auffüllen	bis PSE 12: wird nicht aufgefüllt ab PSE 13: inhaltsbasiertes Auffüllen

<https://www.alternativen.pro/blog/focus-stacking>



Bilddaten

Name:

Stack_Park_AI.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/8.0

ISO:

64

Fokussiert auf den das rote Schild.

Bei 16 mm und Blende f/8 beträgt die hyperfokale Distanz ca. 1.13 m, das ist der Abstand zum Schild. Die hyperfokale Nahpunkt ist somit bei ca. 57 cm, das ist kurz bevor das Massband die Bank berührt (75 cm). Die Schärfe geht bis in die Ferne.



Bilddaten

Name:

Stack_Park_A2.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/22.0

ISO:

64

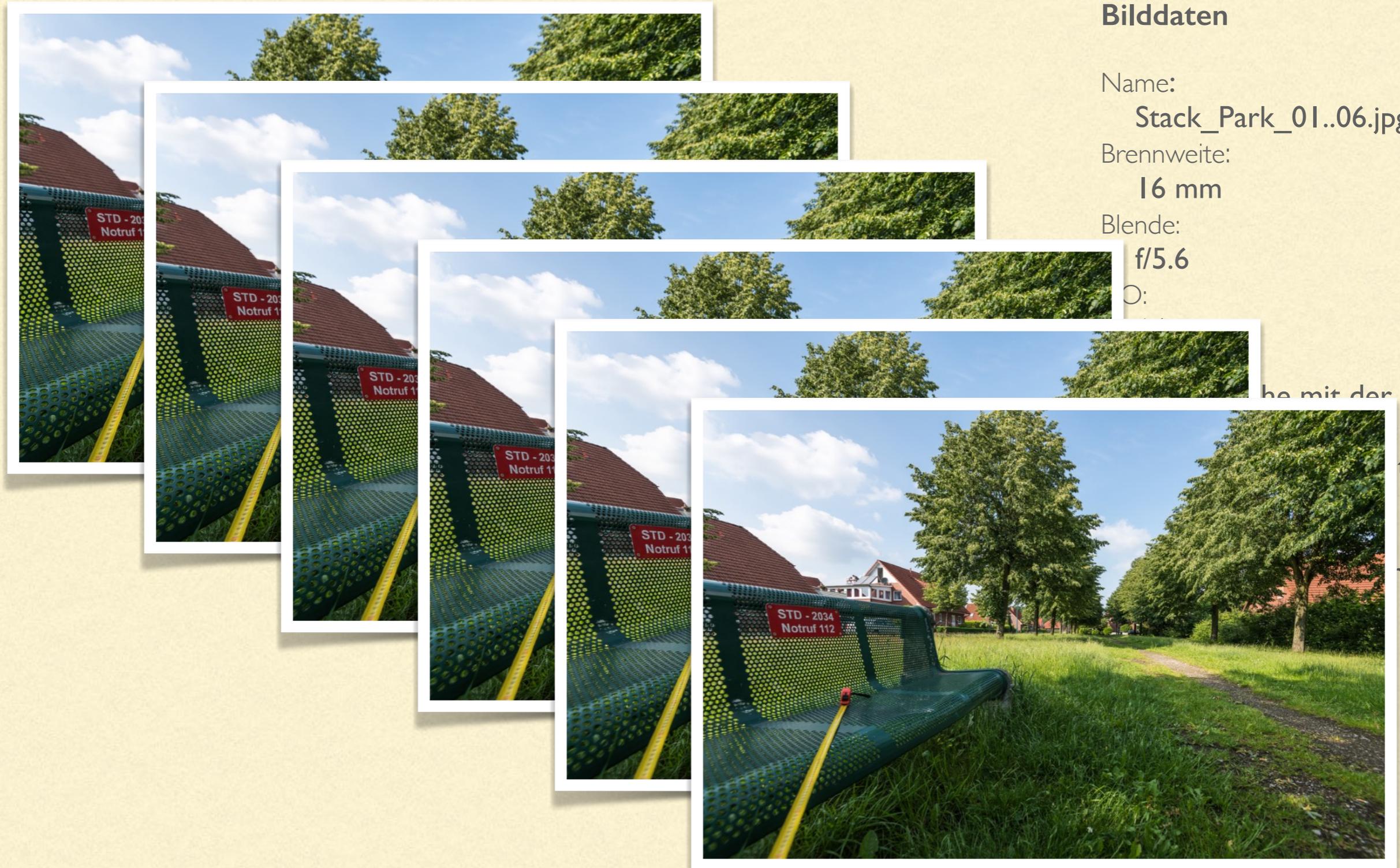
Fokussiert auf den das rote Schild.

Bei f/22 beträgt die hyperfokale Distanz 39 cm und der hyperfokale Nahpunkt also knapp 20 cm, das heißt, alles auf dem Bild ist scharf.

Allerdings haben wir Beugungsunschärfe.

SCHÄRFEN-**TIEFE**-SCHÄRFE

ABGRENZUNG HYPERFOKALE DISTANZ - FOCUS **STACKING** TEIL 3



Bilddaten

Name:

Stack_Park_01..06.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/5.6

O:

he mit der

te

nt



Bilddaten

Name:

Stack_Mass_all_ps.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/5.6

ISO:

64

Serie aus 6

Einzelaufnahmen, erzeugt mit Nikon D850

„Fokusverlagerung“. Erste Fokussierung auf den Schnittpunkt Bank mit Massband, dann insgesamt 6 Aufnahmen mit einer Schrittweite von „1“.

Zusammengesetzt mit Photoshop CC



Bilddaten

Name:

Stack_Mass_all_hf.jpg

Brennweite:

16 mm

Blende:

f/5.6

ISO:

64

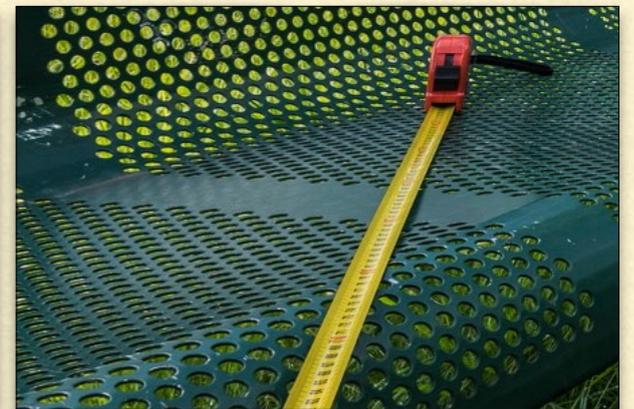
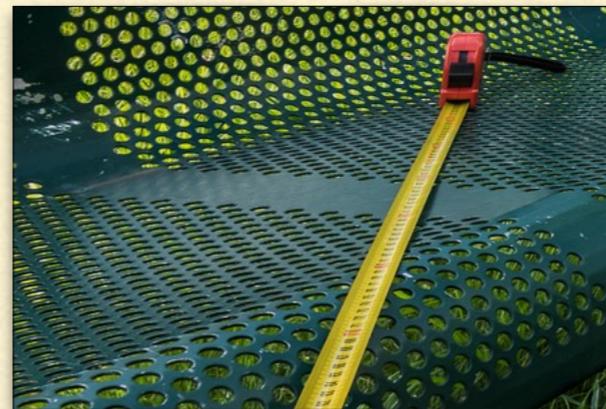
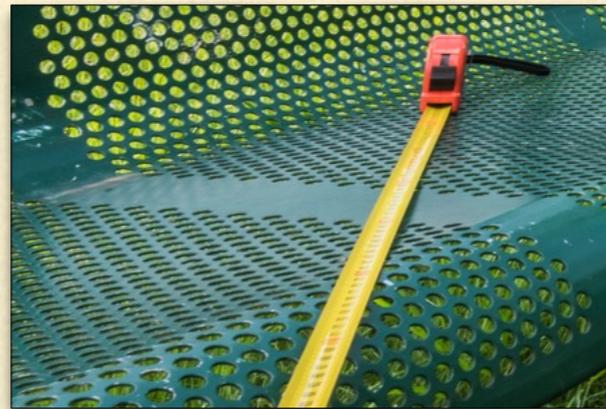
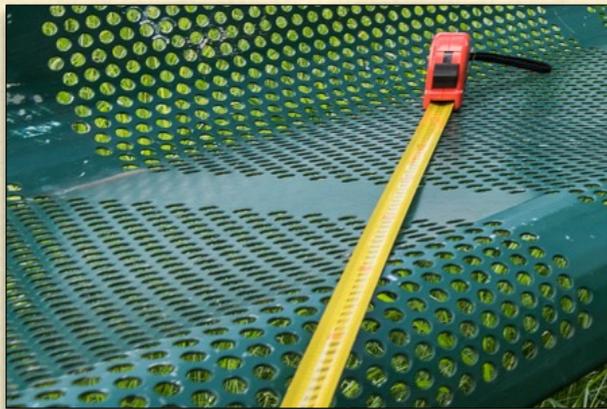
Serie aus 6

Einzelaufnahmen, erzeugt mit Nikon D850

„Fokusverlagerung“. Erste Fokussierung auf den Schnittpunkt Bank mit Massband, dann insgesamt 6 Aufnahmen mit einer Schrittweite von „1“.

Zusammengesetzt mit HeliconFocus

Vergleich der Details



Original f/8

Original f/22

Stack mit PS

Stack mit HF

Wenn der Vordergrund **VOR** der hyperfokalen Distanz unscharf bleiben kann, ist das die Methode der Wahl

Ist Schärfe über den kompletten Bildbereich nötig, ist Focus Stacking die Methode der Wahl.

Schlussfolgerung



Original f/8 in hyperfokaler Distanz



Stack mit PS mit optimaler Blende

Wenn es darauf ankommt, dass der wesentliche Teil der Aufnahme „scharf“ abgebildet wird, ist die Verwendung der hyperfokalen Distanz die Methode der Wahl. Wenn der unmittelbare Vordergrund bildwichtig ist, hilft **Focus Stacking** auch in der **Landschaftsfotografie**.

Aber der beste Tipp von allen ist, wie immer ...

PROBIERT ES SELBER AUS!

... ansonsten vielen Dank für's zuhören.

Bücher

- ▶ Jürgen Gulbins, Rainer Gulbins; Multishot-Techniken in der digitalen Fotografie; dpunkt.verlag 2017
<https://dpunkt.de/produkt/multishot-techniken-in-der-fotografie/>

Webseiten

- ▶ Ralf Mittermüller; Focus Stacking - Ein Vergleich mehrerer Programme zum Focus Stacking
<https://www.alternativen.pro/blog/focus-stacking>
- ▶ Thorsten Kamann; Rundum scharf - wie Sie mit Focus Stacking der Schärfentiefe ein Schnippchen schlagen
<https://pictor.photography/focus-stacking/>
- ▶ Kurt Wirtz; Focus Stacking – ein Blick in die Makro- und Mikrowelt
<https://www.fotointern.ch/archiv/2017/11/05/fokus-stacking-ein-blick-in-die-makro-und-mikrowelt>
- ▶ Kurt Wirtz; Wenn die Schärfentiefe nicht reicht ...
<https://www.fotointern.ch/archiv/2017/09/17/wenn-die-schaerfentiefe-nicht-reicht>

Webseiten (Fortsetzung)

- ▶ Dr. Schuhmacher; Focus-Stacking
<https://www.foto-schuhmacher.de/artikel/focus-stacking.html>
- ▶ Wikipedia - Hyperfokale Entfernung
https://de.wikipedia.org/wiki/Hyperfokale_Entfernung
- ▶ Digitipps - Hyperfokale Distanz
<https://www.digitipps.ch/fototechnik/die-hyperfokale-distanz/>
- ▶ Erkunde die Welt - Schärfentiefe und hyperfokale Distanz
<https://www.erkunde-die-welt.de/2016/06/13/schaerfentiefe-hyperfokale-distanz/>
- ▶ Thomas Striewisch - Der Fotolehrgang
https://www.fotolehrgang.de/2_9.htm
- ▶ Erik Krause - Schärfentiefenrechner
<http://www.erik-krause.de/schaerfe.htm>

Videos

- ▶ Nick Schmid; Endliche SCHARFE Landschaftsfotos Focus Stacking
<https://www.youtube.com/watch?v=fd4NhejWc8c&frags=pl%2Cwn>
- ▶ Stephan Wiesner; Focus Stacking in der Landschaftsfotografie
<https://www.youtube.com/watch?v=8w5iEOHNgDU>

Software Bezug

- ▶ Helicon Focus
<https://www.heliconsoft.com/heliconsoft-products/helicon-focus/>
- ▶ Zerene Stacker
<https://zerenesystems.com>
- ▶ CombineZP
... leider nicht mehr verfügbar ...
- ▶ Affinity Foto
<https://affinity.serif.com/de/photo/>
- ▶ LR/enfuse Plugin
<http://www.photographers-toolbox.com/products/lrenfuse.php>
- ▶ FOCUS Project Pro
<https://www.franzis.de/fotografie/fotobearbeitung-raw/focus-projects-professional-download>



maloso@me.com
