

FOCUS STACKING



FOCUSSTACKING

Inleiding:	De doelstelling van de workshop en verantwoording	
Focusstacking	Het principe	
Scherpte en scherpte diepte	Wat is “scherp”	
	De begrippen Airy schijfje en verstrooiing schijfje	
	Invloed diafragmeren	
	De andere invloeden	Het oog/kijk afstand/vergroting
	De afspraak wat is scherp	Wat is scherpte diepte
	Bepalen scherpte diepte	Voorbeeld van een stack
De multi shot workflow	De workflow	Opnamen Pre processing Stapelen Post processing
	De opnamen	Statief/hand Raw/JPEG Belichting/wit balans/Iso
	Het scherpstellen	De twee deling
	Pre processing	Groeperen Raw omzetting
	Stapelen	Keuze software
	Post processing	Rechtzetten/croppen/kleur/etc.
	Extra	Welke camera, instelling, bestand
	Focus stacking toepassen	voorbeeld
Werkwijze	Afmetingen/diepte	Scherpte diepte
	Enkel beeld berekenen	Aantal stappen bepalen
De extra mogelijkheden	Stapel software (4x)	Nabewerken
Perspectief beïnvloeden	Voorwerp afstand	Beeldveld/scherptediepte
Macro	Vergroting maatstaf	Beeldveld/scherptediepte
Bijlagen	Aanvulling ter verduidelijking	licht/donker overgang
	Een macro testkaart	
Uitdaging	Handmatig stacken	
Samenvatting	Wat brengt het	

Inleiding

Al sinds het begin van de fotografie heeft men ontdekt dat voor veel onderwerpen de te verkrijgen scherpte eigenlijk te klein is om het gewenste onderwerp goed vast te leggen.

Daarom is er vanaf het begin gezocht naar technieken om dit te verbeteren en aan te passen.

Met film waren de mogelijkheden beperkt maar nu met digitale technieken, met name multishot zijn er goede alternatieven bij gekomen.

De doelstelling van de workshop en verantwoording

Deze workshop is bedoeld als “kapstok” om met behulp van digitale opnamen en software “stack's” te vervaardigen ter verkrijging van meer scherpte diepte. Om precies te zijn beelden met een scherpte diepte die vele malen groter is dan bij een enkele opname.

Het is hoofdzakelijk een verhaal over techniek en niet over compositie en beeld opbouw, dus wel techniek maar niet artistiek.

Tevens wordt er aandacht besteed aan “wat is scherp”, dit kun je overslaan als je alleen in focus stacking geïnteresseerd bent echter dit inzicht maakt dat je beter gebruik kan maken van de techniek.

Doelstelling van de workshop is door kennis van de techniek, gestuurd opnamen te maken met een van tevoren bepaalde scherpte diepte.

In deze handleiding wordt het systeem van focus stacking eenvoudig uitgelegd en voorzien van een groot aantal tips en referenties.

Verder wordt er aandacht besteed aan de enorme mogelijkheden bij toepassing van meerdere multi shot technieken. (focus stacking, stitchen, HDR)

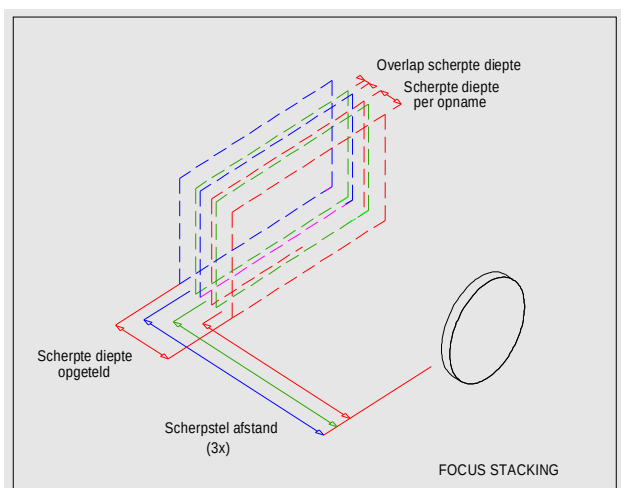
Tevens is het idee achter de workshop om focus stacking toegankelijk te maken, met als waarschuwing dat het zeer arbeid intensief en **verslavend** is.

Focus stacking

Het principe

Ook focus stacking is een multishot techniek waarbij we meerdere opnamen combineren om een bepaald resultaat te halen, hier dus meer scherpte diepte.

In principie is het eenvoudig het stapelen van opnamen met verschillende scherpstel afstanden en overlappende scherpte diepte.



Dus het idee is om een aantal opnamen te maken waarbij de scherpte diepte van de verschillende opnamen elkaar overlappen.

Daarna wordt door de software uit iedere opname de scherpe delen gefilterd waarna de opnamen gestapeld worden.

Er ontstaat dus een opname die bestaat uit al de scherpe delen van alle oorspronkelijke opnamen.

Scherpte en scherpte diepte

(kennis van dit hoofdstuk is niet direct noodzakelijk maar het helpt wel voor beter begrip/resultaat)

Voordat we ons bezig gaan houden met deze techniek moeten we eerst kijken wat verstaan we onder scherp en scherpte diepte.

Wat is scherp.

Als we met een lens een scherpe overgang (licht/donker) projecteren op de sensor dan zal opvallen dat deze afbeelding op de overgang minder scherp is dan het origineel, en dat deze mate van onscherpte kan variëren.

Oorzaak hiervan is dat licht zich gedraagt als een golf beweging en dat er buiging optreedt, los van nog andere lens fouten die er kunnen zijn (sferische aberratie, chromatische aberratie, etc)

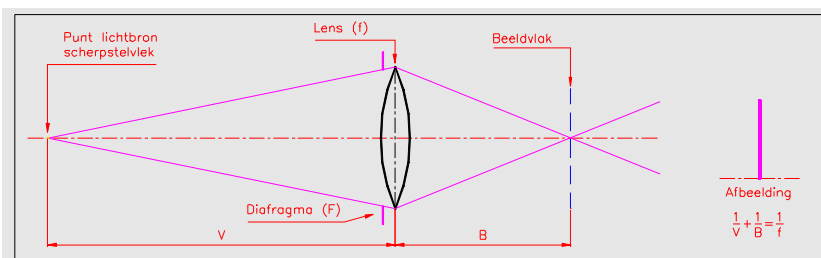
We moeten dus leven met het gegeven dat er altijd een zekere onscherpte wordt vastgelegd en dat dit volgens natuurkundige wetten verloopt.

Voor de begripsvorming een klein stukje uitleg.

De begrippen Airy schijfje en verstrooiing schijfje

Al lang geleden hebben astronomen, die door de eerste kijkers keken, opgemerkt dat een punt lichtbron (verre ster) niet als een punt wordt afgebeeld, maar als een vlekje (schijfje) en dat dit o.a. wordt beïnvloed door het diafragma.

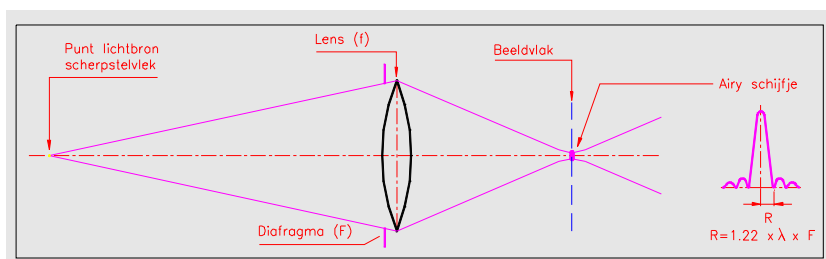
Veel later werd door een Engelse wiskundige (Sir Airy, vandaar de naam Airy schijfje) uitgewerkt hoe dit komt en wel met het volgende resultaat.



Ideale wereld

Eerst een ideale lens die een punt lichtbron afbeeld.

Er geldt de lens formule en de afbeelding zou een kleine, scherp begrensde punt moeten zijn.



Echte wereld

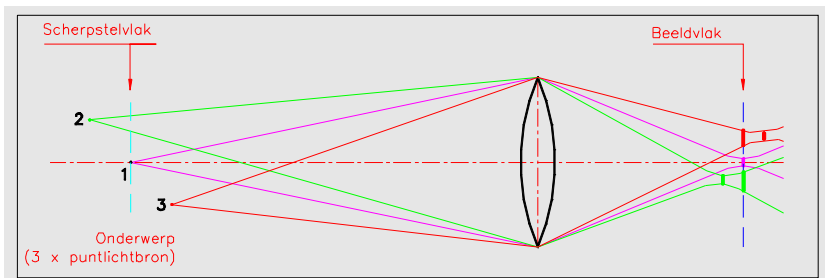
Nu de “echte” wereld

Er wordt, in werkelijkheid, een schijfje afgebeeld, het Airy schijfje, dat ontstaat door diffractie (buiging).

De grootte (straal) wordt bepaald door een constante, de golflengte van het licht en het diafragma. (De ringen aan de voet zijn dusdanig zwak dat we die verwaarlozen)

Uit de formule volgt dat de grootte van het schijfje, omgekeerd recht evenredig is met het diafragma, hoe kleiner de diafragma opening, (groter F getal) hoe groter het schijfje .

Dit is van invloed op zowel de scherpte (overgang licht/donker) als het scheidend vermogen van een lens. Nu de praktijk, een onderwerp met lichtbronnen op het scherpstel vlak, maar ook ervoor en er achter



We stellen scherp op lichtbron 1 (scherpstel vlak) waardoor we zijn Airy schijfje geprojecteerd krijgen op het beeldvlak (of te wel de sensor)
Lichtbronnen 2 en 3 liggen niet op het scherpstel vlak maar worden wel door de lens afgebeeld.

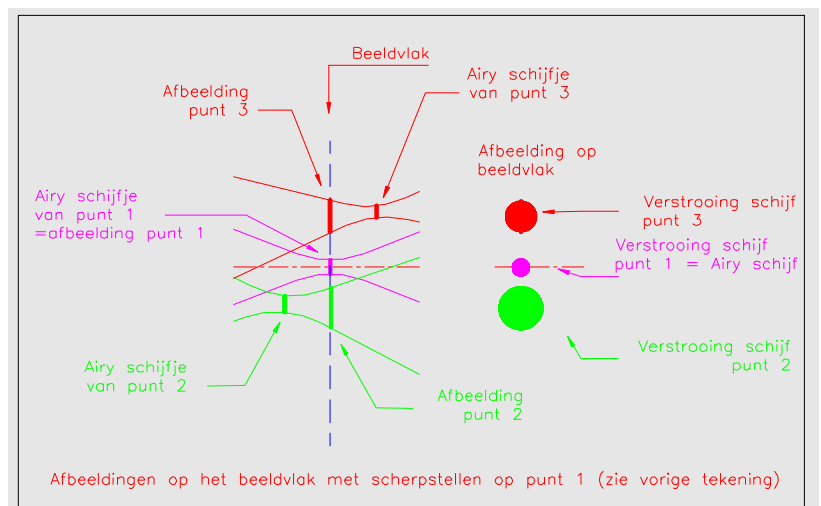
Echte wereld met diepte

De vraag is hoe worden ze afgebeeld.

Ieder lichtbron wordt door de lens afgebeeld volgens de lens formule en zal dus al naar gelang zijn voorwerp afstand een beeld afstand krijgen waar zijn Airy schijfje wordt geprojecteerd. (ergens in de ruimte)

Echter deze Airy schijfjes vallen niet op de sensor

In de tekening zien we dat bv het Airy schijfje van 2 voor de sensor ligt.



Door het uitwaaiëren van de stralen (divergentie) krijgen we nu op de sensor (beeldvlak) een vergrote afbeelding van het Airy schijfje van 2.

Dit (vergrootte) schijfje noemen we een verstrooiing schijfje, dit is dus altijd groter dan het Airy schijfje.
Voor de liefhebbers enige sites met uitgebreide informatie

http://en.wikipedia.org/wiki/Airy_disk#The_human_eye

<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/diffraction-photography.htm>



Voorbeeld

70 mm lens, op 30 cm (~ 3:1)

F=11 (FX sensor)

Scherpte diepte ca. 9,2 mm

Verstelling met de scherpstelling

Panorama van 6 opnamen (3 rijen van 2)

Stacks van 8 opnamen

Totale scherptediepte ca. 48 mm (6 x 8)

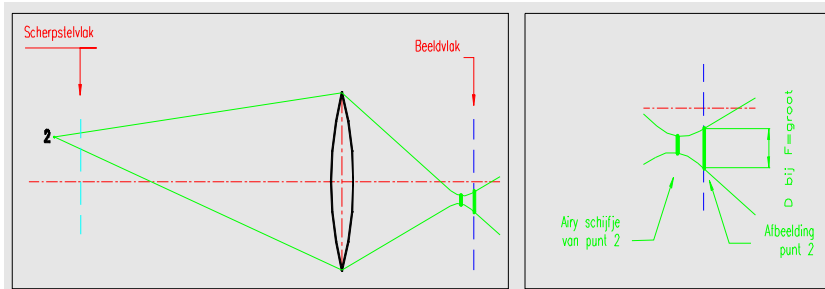
Combine ZP, uitlijnen en "soft stack"

AutopanoPro en nabewerkt in PSE

Invloed diafragmeren

We hebben gezien dat bij diafragmeren het Airy schijfje groter wordt (meer diffractie) en wel volgens de formule.

Maar wat gebeurt er met het verstrooiing schijfje, ook hiervoor een tekening.

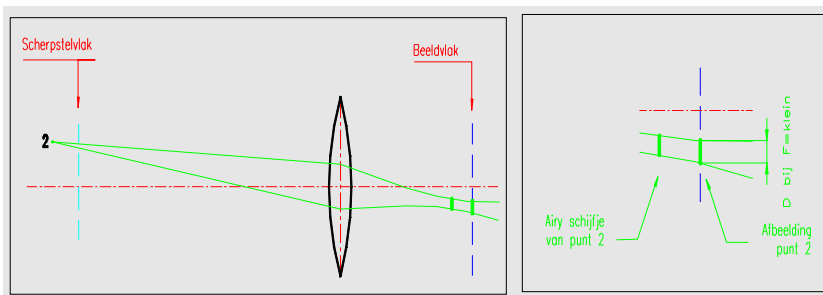


We zien de stralen gang van punt 2 en de bijbehorende Airy en verstrooiing schijf. (de afbeelding van 2 op de sensor)

Deze hebben een bepaalde afmeting.

Zoals verwacht is de verstrooiing schijfje groter als de Airy schijf.

Nu gaan we sterk diafragmeren en kijken naar de stralengang en de bijbehorende schijfjes.



Hier zien we dat het Airy schijfje (zoals verwacht) groter wordt maar dat het verstrooiing schijfje kleiner wordt doordat de divergentie afneemt.

Het verstrooiing schijfje blijft wel groter dan het Airy schijfje.

Samenvattend: Een punt op het scherpstelvlak wordt op het beeldvlak afgebeeld als een schijfje met een bepaalde afmeting (het Airy schijfje)

Een punt buiten het scherpstel vlak wordt op het beeldvlak afgebeeld als een (groter) schijfje, het verstrooiing schijfje.

Diafragmeren vergroot het Airy schijfje (meer diffractie) en verkleint het verstrooiing schijfje (minder divergentie).

De andere invloeden

We zien dus dat scherp een relatief begrip is en dat in de praktijk we altijd een zekere mate van onscherpte hebben.

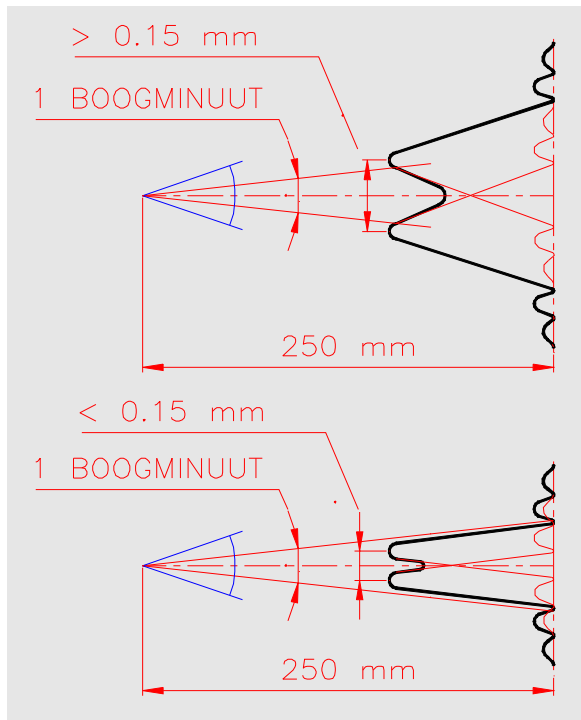
Dus zullen we moeten vaststellen welke onscherpte toelaatbaar is en welke niet. en dat wordt hoofdzakelijk bepaald door ons oog, wat zien wij en wat niet, of te wel hoe goed is on zicht om te bepalen wat scherp is en wat niet..

Uitgaande van de prestaties van het oog komen daar dan ook nog de vergroting en kijk afstand bij.

Alles bij elkaar veel variabelen die van invloed zijn daarom eerst het oog.

Het oog

Het oog heeft een oplossend of scheidend vermogen (ook wel hoek resolutie) dwz. de kleinste hoek waaronder twee punt lichtbronnen nog afzonderlijk kunnen worden waargenomen, van ongeveer 1 boog minuut.



Het menselijk oog kan dus twee naburige punten slechts afzonderlijk zien als de gezichtshoek groter is dan 1 boog minuut. We gaan nu uit van de kortste scherpstel afstand van het oog en wel 250 mm. Bij 1 boog minuut ligt dan het scheidend vermogen (de minimale afstand tussen 2 lichtpunten) op 0,15 mm.

Hier zijn 2 schijfjes naast elkaar afgebeeld, zodanig dat de afstand groter is dan 0,15 mm en dus ziet het oog 2 separate punten. Ook neemt het oog de “deuk” waar tussen de 2 punten.

In het onderste voorbeeld zijn de 2 schijfjes zo afgebeeld dat de afstand kleiner is dan 0,15 mm met als resultaat dat het oog geen verschil ziet en het waarneemt als een punt. Het verloop in intensiteit (de “deuk”) wordt in dit geval ook niet gezien.

We kunnen dus stellen dat dus details (“deuken” en gescheiden schijfjes) niet gezien worden als ze kleiner zijn dan 0,15 mm, maar let op, wel op 250 mm kijk afstand.

De kijk afstand

Op grotere kijk afstand bv. 500 mm. Blijft die boogminuut gelden echter het kleinste schijfje dat we onderscheiden is dan 0,30 mm. (2x afstand = 2x diameter schijfje)

Evenzo 1000 mm, afstand, schijfje minimaal 0.6 mm, enz, enz.

De vergroting

In de praktijk zullen wel altijd onze opname vergroten wat inhoudt dat ook de schijfjes vergroot worden. Vergroting 5x dan ook de schijfjes 5x zo groot.

Conclusie:

Hoe groter de kijk afstand, hoe groter het verstrooiing schijfje mag zijn voordat wij er iets van opmerken.

Hoe groter de vergroting, hoe kleiner het verstrooiing schijfje moet zijn voordat wij er iets van opmerken.

We zien dus, kijk afstand en vergroting zijn van invloed op de scherpte en dus ook op de scherpte diepte.

Scherpte diepte is omgekeerd evenredig met de vergroting en evenredig met de kijk afstand.

De afspraak wat is scherp

We hebben gezien dat het oog bepalend is voor wat we scherp ervaren en wat niet en dat dit bepaald wordt door de afmetingen van de buiging schijfjes in combinatie met kijk afstand en vergroting. Helaas is er in de praktijk geen vaste relatie tussen vergroting en kijk afstand, allerlei situaties kunnen voorkomen, van gunstig tot ongunstig.

Daarom is er (min of meer) een norm gesteld die zegt dat een FX opname die ca. 5x vergroot wordt op een kijk afstand van 250 mm voor het (gemiddelde) oog scherp moet zijn.

We zagen dat de grens voor het oog bij 0,150 mm ligt dus bij 5 x vergroten is de grens op de sensor $0,150/5 = 0,03 \text{ mm}$ of te wel 30 micron.

Deze waarde geeft dus de grens aan wat scherp is of niet (voor bv. een kleinere sensor geldt bovenstaande niet, je moet dan meer vergroten zodat dus voor het schijfje (op de sensor) een kleinere waarde geldt.)

Typische waarden voor het verstrooiingsschijfje bij gegeven sensor afmetingen

Formaat	Compact	1.6 DSLR	1.5 DSLR	1.3 DSLR	1 DSLR	645	
Afmetingen	6.16x4.62	22.2x14.8	23.6x15.6	27.9x18.6	24x36	44x33	mm.
Schijfje	6	18.5	20	23	30	50	micron

Over het algemeen gaat men er nu vanuit dat dit bruikbare waarden zijn, tevens gaat men er vanuit dat bij grotere vergrotingen de kijk afstand evenredig toe neemt.

Wat is scherpte diepte

Onder scherpte diepte verstaan we het gebied rondom het scherpstelpunt waarin de afgebeelde buiging schijfjes kleiner zijn dan de afgesproken waarde, terwijl die waarde weer gelinkt is aan wat het oog wel of niet kan zien. Scherp is dus eigenlijk toelaatbare onscherpte omdat het oog het toch niet kan zien.

Resultaat van diafragmeren.

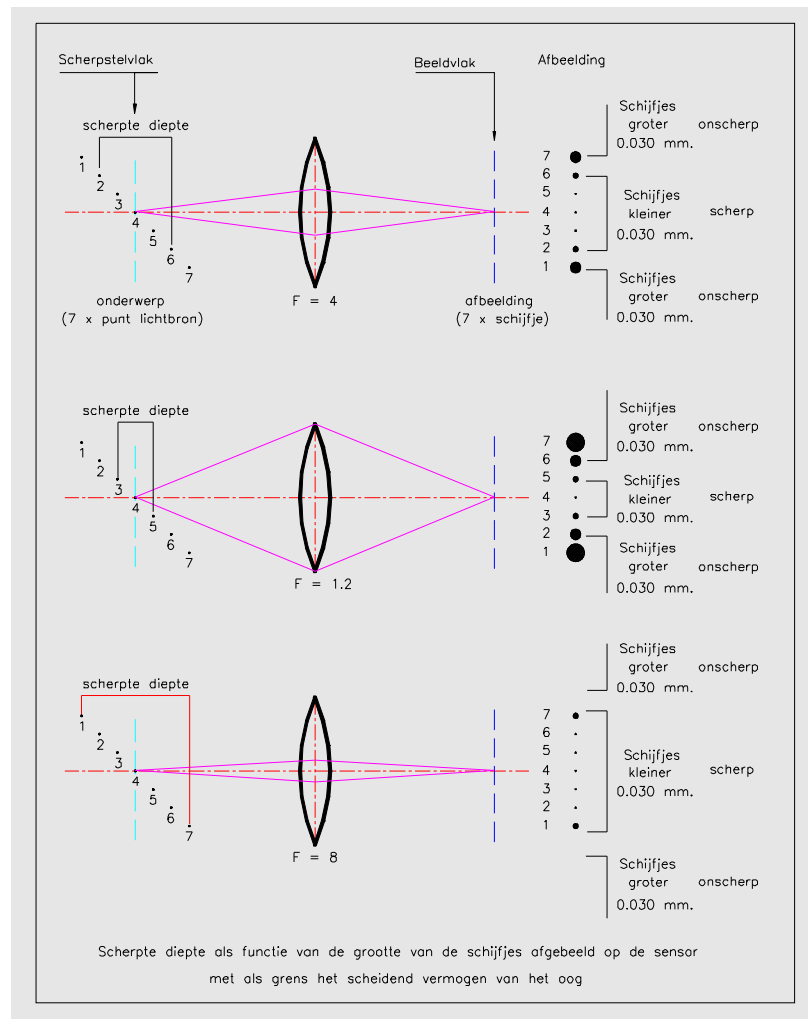
Punten 1-7 liggen rondom het scherpstelpunt 4 met als resultaat op de sensor een Airy schijfje van 4 en buiging schijfjes van 1-3 en 5-7.

Hoe verder het punt ligt van het scherpstelpunt (4) hoe groter het buiging schijfje.

Omdat we gezien hebben dat het oog (gemiddeld) 0,15 mm als grenswaarde heeft zullen we schijfjes kleiner als 0,15 als “scherp” ervaren en grotere schijfjes als “onscherp”.

Bij diafragmeren worden de buiging schijfjes kleiner met als gevolg dat punten verder weg van het scherpstel punt kleiner worden en dus onder de 0,15 mm grens komen met als resultaat “scherp”.

We zien dus dat bij diafragmeren punten verder weg van het scherpstel punt kleiner worden afgebeeld en dan dus vallen binnen de gestelde waarde die we als “scherp” definiëren.



Er is dus een direct verband tussen diafragma waarde en scherpte diepte en wel bij diafragmeren wordt de scherpte diepte (gebied wat scherp is rondom scherpstel punt)groter.

Samenvatting: Diafragmeren geeft meer scherpte diepte maar zoals altijd is er een nadeel, de absoluut bereikbare scherpte wordt minder.

Door het diafragmeren wordt het Airy schijfje groter, dus ook de minimale grootte dat je kunt afbeelden, we noemen dit diffractie

*Opm. Vele zullen opmerken dat ze nooit werken met puntlicht bronnen maar dat is wel het geval, met name ½ puntlicht bronnen, overgangen van licht naar donker .
In de bijlagen staat een nadere uitleg.*

Bepalen scherpte diepte

Omdat we bij focus stacking opnamen stapelen met overlappende scherpte diepte moeten we eerst de scherpte diepte bepalen bij gegeven afmetingen van het voorwerp, voorwerp afstand en toegepast diafragma.

Vanuit de lensformule kan een formule voor de scherpte diepte bepaald worden, en wel:

$$A_v = \frac{A_i * f^2}{f^2 + e * I (A_i - f)}$$
$$A_a = \frac{A_i * f^2}{f^2 - e * I (A_i - f)}$$

Hierin is:

A_v afstand objectief tot voorste punt scherpte diepte
 A_a afstand objectief tot achterste punt scherpte diepte
 A_i instelafstand
 f Brandpuntafstand
 I diafragma (F getal)
 e diameter toelaatbaar verstrooiing schijfje

Voor e vullen we een waarde in uit de eerder genoemde tabel, afhankelijk van de sensor grootte.

Eenvoudiger is natuurlijk om een rekenprogramma te gebruiken en daar zijn er genoeg van.

<http://toothwalker.org/optics/vwdof.html> (zeer bruikbaar)

http://www.bobatkins.com/photography/technical/depth_of_field_calc.html (goed, allen 32 bit)

<http://www.dofmaster.com/> (bekendste, uitgebreid)

<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/macro-lenses.htm> (speciaal voor macro bruikbaar)

Er zijn er ongetwijfeld nog meer echter hou wel in de gaten of wat voor waarde voor het verstrooiing schijfje (meestal COC genoemd) wordt toegepast en of dit instelbaar is.

Na al deze informatie komen we nu bij de praktijk van “focus stacking”

Voorbeeld stacking



Scherp gesteld op ontspanknop, ca. 38 cm

$F = 11$, scherptediepte ca. 14 mm.

Afbeelding maatstaf ca. 1:4



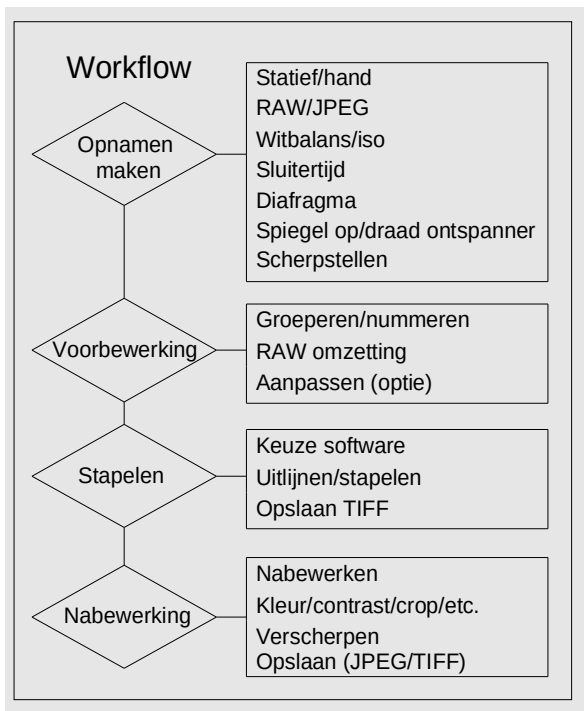
10 opnamen met stap van ca. 10 mm, via scherpstelling lens

Combine ZP, uitlijnen en “soft stack”

Resultaat iets verscherpt in PSE



De workflow



De meeste Multi shot technieken, en dus ook Focus stacking vragen naast de standaard eisen voor een goede opname ook nog enige specifieke eisen en instellingen

De hier getoonde, typische Workflow is vrij algemeen en ook van toepassing op andere technieken zoals Hdr. Panorama, etc.

Opnamen

Voorbewerking

Beelden samenstellen tot een geheel

Nabewerking

Ieder stap zal weer bestaan uit een aantal deel stappen en juist hier komen de verschillen tussen de verschillende technieken naar voren.

De specifieke eisen voor het Focus stacking zullen apart behandeld worden.

De opnamen

Voor maximaal resultaat moeten we bij de opnamen al enige maatregelen nemen om bij dit Focus stacking mogelijk te maken.

Statief/hand

Bij de meeste multishot technieken geldt dat het beste resultaat wordt verkregen door toepassing van een statief. Bij Focus stacking is het “bijna” noodzakelijk, specifiek close up en macro zijn zonder statief moeilijk te doen. (en toch zie bijlage)

Statief/hand
RAW/JPEG
Witbalans/iso
Sluiter tijd
Diafragma
Spiegel op/draad ontspanner
Scherpstellen

RAW/JPEG

In principe kun je zowel met RAW als JPEG werken, toch is het beter om met RAW te werken. Het gehele proces vraagt veel software matige bewerking waarbij iedere stap van invloed is op het eindresultaat.

Door nu al in het begin met JPEG compressie veel informatie weg te gooien is er minder voor de rest van de software om mee te werken. (zie voorbewerking)

Wit balans/Iso/sluiter tijd/diafragma.

Bij focus stacking is het aan te bevelen om de opnamen zoveel mogelijk dezelfde belichting te geven des te eenvoudiger is het voor de software.

Dus fotograferen op M anders A, dan blijft in ieder geval het diafragma gelijk.

Spiegel voor opklap en een draad ontspanner zijn altijd aan te bevelen, zeker bij macro omdat iedere extra kans op beweging direct zichtbaar is in het resultaat.

Tabel met variabelen voor de verschillende Multishot technieken

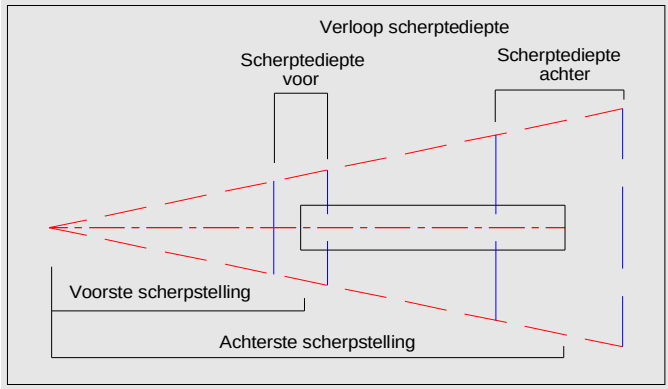
Aanbevolen instellingen verschillende multishot technieken			
Multishot techniek	focus	Panorama	HDR
	stacking		
Sluiter	vast	vast	variabel
Diafragma	vast	vast	vast
Belichting	M/A	M/A	A
ISO	vast	vast	vast
Afstand	M/software	vast	vast
Brandpunt	vast	vast	vast
Wit balans	vast	vast	vast
Statief	altijd	voorkeur	voorkeur

Het scherpstellen

Het scherpstellen voor de verschillende opnamen is juist dat wat bij Focus stacking afwijkt van de andere multi shot technieken.

Omdat we scherpte diepte willen stapelen moeten we dus een aantal opnamen maken met variabele voorwerp afstand en wel zodanig dat de scherpte dieptes overlappen.

Aller eerst bepalen we, al dan niet met een DOF programma, de scherpte diepte bij gegeven diafragma en voorwerp afstand.



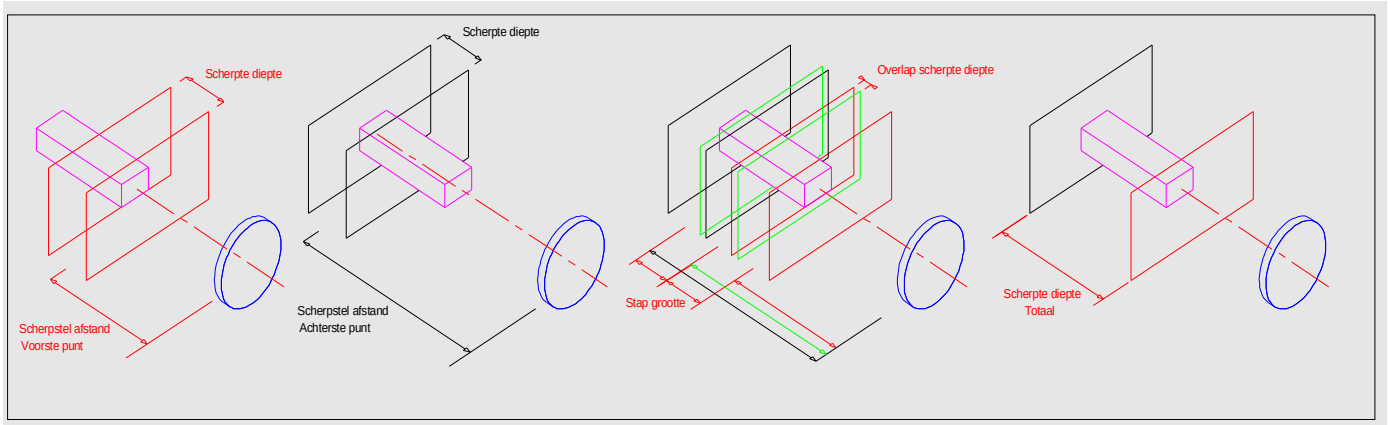
Let wel op dat je bij het berekenen van de scherpte diepte uitgaat van de voorste scherpstel afstand.

Zou je de achterste nemen dan zou de grotere scherpte diepte na het bepalen van het aantal stappen te weinig , of geen, overlap kunnen geven bij de voorste scherpstel afstand.

(als je de stapgrootte bepaald vanuit de achterste scherptediepte dan kan het zijn dat de stapgrootte groter is dan de voorste scherptediepte en dan heb je geen overlap)

Daarna stellen we scherp op het voorste gedeelte van het onderwerp en noteren dit. Het zelfde doen we met het achterste gedeelte van het voorwerp.

We weten nu de benodigde scherpte diepte voor het voorwerp waarna we aan de hand van de berekende scherpte diepte, en de gewenste overlap, bepalen hoeveel opnamen we moeten maken.



Werkwijze focus stacking

We variëren dus de scherpstel afstand en dat kan principieel op twee verschillende manieren.

Beide manieren hebben hun specifieke voor en nadelen en toepassing gebieden daarom moeten we er wat uitgebreider naar kijken.

Scherpstellen, de twee deling

Dit kan op twee manieren en wel:

Verstellen via verstelling van de lens

Verstellen door de camera plus lens te verplaatsen

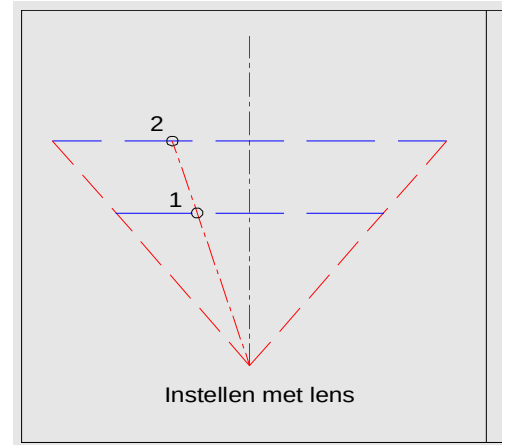
Beide methoden zijn toepasbaar maar kennen hun eigen toepassing gebieden en eigenschappen daarom eerst kijken naar de verschillen.

Verstellen via de lens

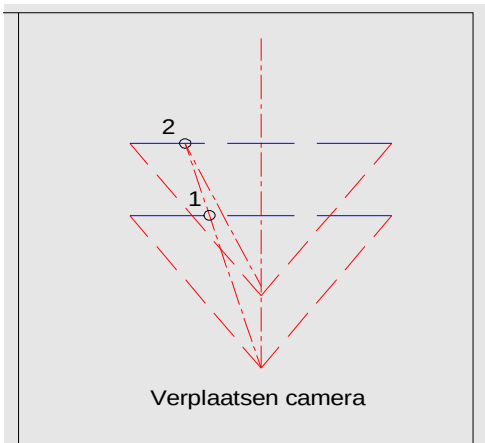
Bij instellen met de lens zien we dat de vergroting factor verandert maar dat het perspectief gelijk blijft.
(voorwerp afstand blijft gelijk)

De 2 voorwerpen blijven netjes in lijn (2 achter 1) dus behalve de vergroting verandert er niets aan de beelden.

De software kan goed overweg met de vergroting zo er is een voorkeur om op deze manier te werken.



Toch zullen we ook de tweede manier moeten bekijken in verband met verschillende variabelen bij verschillende toepassingen.



Verplaatsen camera.

We zien nu dat de vergroting verandert maar dat ook het perspectief anders wordt.
(voorwerp afstand verandert)

Bij de eerste opname gaat 2 schuil achter 1 maar bij de tweede opname komt 2 in beeld.

De opnamen zijn dus niet identiek en dat maakt het voor de software veel moeilijker

De eerste methode, via de lens verstelling, heeft dus de voorkeur, vraag waarom dan toch ook de tweede methode ?

Wel dat hangt van de toepassing af, wat willen we stacken. (bv landschap tegen over macro)

Bij het lens verstellen hebben we de camera op statief en draaien aan de scherpstel ring, terwijl bij methode 2 we (meestal) een statief met instel slede gebruiken.

De noodzakelijk verstelling, de verschillend scherpstel afstanden, bepalen wat uitvoerbaar is en dat wordt weer bepaald door de berekende scherpte diepte.

Bij een scherptediepte van bv 1,5 m zullen de stappen ca. 1 meter zijn en dat is met de lens eenvoudig te verstellen terwijl een slede 3-4 m langs zou moeten zijn.

Bij een scherptediepte van 0,5 mm zullen de stappen ca. 0,3 mm zijn en dat is met de lens niet meer in te stellen dus een slede met micro verstelling.

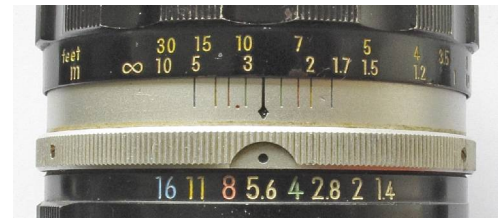
De verstelling wordt dus bepaald door hoe kan ik de stappen maken en vooral hoe groot zijn de stappen. We kijken nu eerst hoe we de stappen kunnen maken en ook daar zijn weer een aantal mogelijkheden.

Verstellingen

Lens scherpstel met de hand

Toepassing wordt bepaald door de schaalverdeling en slag van scherpstelling en is alleen geschikt voor grote stappen.

Voorbeeld de schaalverdeling van een “oude” 50 mm F1.4 lens



Lens scherpstel via de autofocus motor

Toepassing door gebruik speciale software (niet beschikbaar voor ieder type camera) en de mogelijkheden van de scherpstel motor.

Er zijn meerdere alternatieven, let wel op dat niet alles compatible is bv alle Canon camera's kunnen aangestuurd worden maar niet alle Nikons.

Sommige stacking software heeft tevens een remote functie bv Helicon:

<http://www.heliconsoft.com/heliconsoft-products/helicon-remote/>

Interessant voor Nikon:

<http://www.controlmynikon.com/>

Geschikt voor vele toepassingen en tot aan redelijk kleine stappen slechts beperkt door de nauwkeurigheid van de camera scherpstel systeem.

Slede met tandheugel



Kan handmatig gebruikt worden voor kleinere stappen afhankelijk van de tandheugel.

Schuine vertanding is nauwkeuriger dan rechte vertanding, let wel op speling in de verstelling, vooral bij macro

Voorbeeld een Nikon PB6 balg met 50 mm F 4 vergroting objectief

Slede met schroef, handmatig

Kan handmatig gebruikt worden voor kleine stappen afhankelijk van de schroefdraad.

Zijn niet veel types verkrijgbaar maar merken zoals Manfrotto en Kirk leveren goede (dure) oplossingen.

<http://www.kirkphoto.com/Focusing-Rail-Macro.html>

<http://www.manfrotto.com/micro-positioning-sliding-plate>



Manfrotto

Slede met schroef en stappen motor



De Cognisys Stack Shot

Toepasbaar voor zeer kleine stappen en zeer nauwkeurig , er is niet veel keuze, soms kom je zelfbouw tegen.
Door een fijne schroefdraad (kleine spoed) en een stappenmotor met besturing zijn (veel) zeer kleine stappen mogelijk.

Een merk levert een compleet systeem.

<http://www.cognisys-inc.com/stackshot/stackshot.php>

Samenvattend, de toe te passen methode hangt sterk af van de stap grootte die weer bepaald wordt door de (berekende) scherpte diepte.

Verder door de beperkingen van de toegepaste techniek, een slede van 1 meter is niet logisch , terwijl handmatig stappen maken van 0,5 mm met de scherpstelring ook niet zal gaan.

Onderstaande tabel geeft een richtlijn wat, wanneer gebruiken.

Soort onderwerp		Scherpstel methode							
Beschrijving	Afbeelding maatstaf	Afstand	Scherpte diepte (f/8)	aantal opnamen gemiddeld	lens scherpstel hand	lens scherpstel AF motor	Slede Tandheugel	Slede Schroef handmatig	Slede Schroef motor
Gebouw-persoon	1:100/500	3 m	1,85 m	2-6	Uitstekend	Uitstekend	Onmogelijk	Onmogelijk	Onmogelijk
Bos bloemen	1:25	0,6 m	63 mm	6-8	Goed	Uitstekend	Slecht	Slecht	Slecht
Bloem	1:3	0,2 m	5,6 mm	8-10	Uitdagend	Uitstekend	Gemiddeld	Gemiddeld	Goed
Kers	1:1	0,1 m	1 mm	16-22	Uitdagend	Goed	Goed	Goed	Uitstekend
Vlieg	2:1	0,05 m	0,3 mm	40-60	Onmogelijk	Wisselend	Onmogelijk	Uitdagend	Uitstekend
Vliegen oog	5:1	0,02 m	0,1 mm	veel	Onmogelijk	Onmogelijk	Onmogelijk	Onmogelijk	Uitstekend

Tabel relatie onderwerp/scherpstel methode bij Focus Stacking

Pre processing

Voor we gaan stapelen moeten we meestal nog wat bewerkingen uitvoeren

Groeperen/nummeren
RAW omzetting
Aanpassen (optie)

Groeperen

Groeperen en nummeren van de reeksen opnamen is niet direct noodzakelijk maar wel aan te bevelen. Je verkrijgt bij veel multishot technieken, en vooral bij Focus Stacking veel vrijwel identiek opnamen die wel bij elkaar horen. Voordat je het weet heb je een scherm vol met opnamen die door elkaar raken.

Raw omzetting

Voor focus stacking passen we het liefst RAW opnamen toe, die echter eerst moeten worden omgezet naar een bruikbaar beeld. Nu kunnen sommige programma's naar zeggen, RAW zelf omzetten, maar het nadeel is dat je dan weinig tot geen correctie mogelijkheden hebt.

Daarom is het aan te raden om zelf, in je eigen RAW converter, de RAW beelden om te zetten naar TIFF bestanden (8, soms 16 bit) en die dan in de stacking software gebruiken.

Hou voor alle opnamen de belichting correctie en witbalans gelijk, verder pas nog geen verscherping toe.

Eventuele aanpassingen voor alle opnamen gelijk, maar pas zo weinig mogelijk aanpassingen toe.

Stapelen.

Hieronder verstaan we samenstellen van de verkregen opnamen met behulp van software.

Keuze software
Uitlijnen/stapelen
Opslaan TIFF

Keuze software

Het stapelen kan zowel in sommige post processing programma's als in speciaal daarvoor ontwikkelde software.

Zoals gewoonlijk heeft ieder programma zijn voor en tegens en is er geen "beste" programma.

In Photoshop CS4 en hoger kun je ook stapelen echter het is een vrij complexe bewerking die veel kennis vraagt en arbeid intensief is. Voor een klein aantal opnamen nog wel te doen maar voor 40-60 opnamen ondoenlijk.

Beter is (zeker in het begin) speciale stapel software te gebruiken die al snel, automatisch, goede resultaten geeft. Enkele van de bekendste programma's zijn:

Heliconsoft: Een van de bekendste programma's , wel prijzig . Inclusief aansturing van de scherpstel motor in de camera en goede documentatie en ondersteuning, eenvoudige bediening en snel (Mac/Windows)

<http://www.heliconsoft.com/>

Combine ZP: Een gratis programma, vrij uitgebreid maar soms instabiel. Let op er zijn ook oudere versies maar dan kun je het resultaat alleen opslaan als JPEG
Resultaat (soms) zeer goed wel beperkte documentatie en ondersteuning (Windows)

<http://web.archive.org/web/20090123110407/http://hadleyweb.pwp.blueyonder.co.uk/CZP/News.htm>

Zerenestacker: Redelijk betaalbaar, zeer goed programma met goede documentatie en ondersteuning. Eenvoudige bediening (Mac/Windows/Linux)

<http://zerenesystems.com/cms/home>

Picolay: Gratis programma met eenvoudige documentatie (Windows, 32 bit) wordt wel onderhouden, wat ingewikkelde bediening

<http://www.picolay.de/>

Je kunt niet zeggen dat een programma het beste is maar je zou kunnen beginnen met Combine ZP en als je het een leuke, nuttige techniek vindt dan bv naar Zerene stacker gaan.. Zelf vind ik het resultaat van Zerene stacker het beste.

Als je het wil nalezen dan is hier nog een site met een uitgebreide vergelijking tussen de programma's

<http://www.laurieknight.net/article/view/7> (vergelijking)

En voor nog meer software zie:

http://en.wikipedia.org/wiki/Focus_stacking

Opslaan; Zolang het een tussen opslag is beter als TIFF (8/16 Bit) pas als laatste omzetten naar JPEG.

Post processing

Na het stapelen kunnen we de opnamen met een foto bewerking programma bewerken zoals we gewend zijn.

Rechtzetten/croppen/kleur/verscherpen/etc. kunnen naar wens aangepast worden.

Nabewerken Kleur/contrast/crop/etc. Verscherpen Opslaan (JPEG/TIFF)
--

Verscherpen zoals gewoonlijk als laatste bewerking, let wel op veel stapel programma's passen op het resultaat al verscherping toe wat soms leidt tot wat we noemen typische stacking foto's.



3 x stack van 9 opnamen, totale scherpte diepte ca. 30 mm, 70 mm lens, F 11 geeft scherpte diepte van ca. 4 mm. (~ 1:2). Combine ZP en APP, nabewerkt in PSE .

Hier zie je dat de software een vorm van verscherping toepast die bloemen “hard” doet overkomen, de weergave van de structuur van de bladen veranderd

Opslaan

Wederom als je omzet naar JPEG dan helemaal aan het eind en daarna niet meer aankomen. Tussen opslag steeds als TIFF en afhankelijk of je software het aan kan 8/16 bit.

Extra

Welke camera, instelling, bestand type

Kan in principe met elke camera waarmee handmatig kan worden scherp gesteld. Verder is het prettig als je de instellingen zelf kan bepalen (A.M.etc) en als je keuze hebt uit het gebruikte bestand type, het beste is om RAW. toe te passen.

Begin niet gelijk met extreem macro of stack's met honderden opnamen maar neem iets wat met eenvoudige middelen te doen is bv zoals de bloem hierboven.

Je hebt dan al snel goede resultaten waarna je je techniek verder kan uitbouwen, voorkom bij aanvang reeds frustraties dan blijft het enthousiasme behouden en kom je in een wereld van onbegrensde fotografische mogelijkheden

Focus stacking toepassen

Met enkele praktijk voorbeelden wordt zichtbaar wat er allemaal mogelijk is en wat de toepassingen zijn.

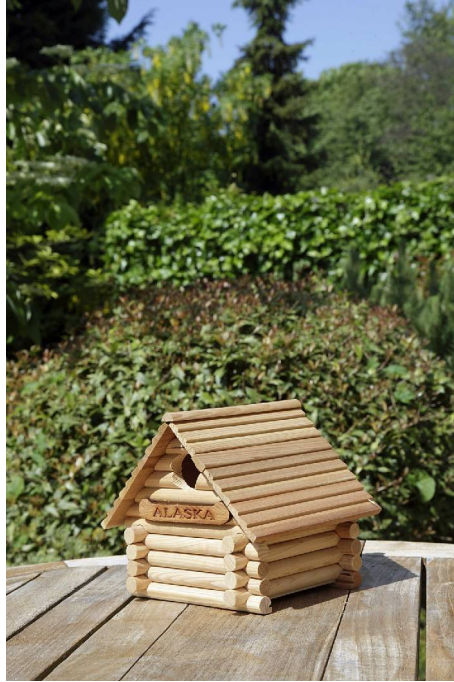
Voorbeeld 1

Klein object in de voorgrond willen we ook scherp hebben, diafragmeren is niet genoeg om alles scherp te krijgen.

Ook scherpstellen op de hyperfocale afstand is niet voldoende om alles scherp te krijgen, dus stapelen.



Afstand ∞



Afstand 1 m.



Gestapeld

70 mm en F=16 geeft op 1 m ca. 0,18 m scherptediepte, op (even voor) ∞ van ca. 5 m tot ∞ scherptediepte

Gestapeld in Combine ZP en na bewerkt in PSE

Opmerking: De tafelrand is iets overbelicht waardoor de software hier iets invult, tevens enige onscherpte in de bladeren door de wind.

De werkwijze is meestal het zelfde:

- Bepaal voorste scherpstel afstand

- Bepaal achterste scherpstel afstand

- Bereken bij gegeven diafragma en voorste scherpstel afstand de scherpte diepte

- Bepaal hieruit aantal stappen zodat er voldoende overlap is

- Maak de opnamen

- Verwerk in RAW converter en stapel programma

- Nabewerken

Uitwerking voorbeeld 2

Focus stacking toepassen, dus eerst aantal stappen bepalen.

achterste scherpstel afstand



voorste scherpstel afstand

In dit geval is de benodigde scherptediepte ca. 20 cm, terwijl we bij $F=8$ en 60 cm voorste afstand ca. 3,1 cm krijgen.

We verdelen nu de voorste en achterste afstand in 10 stappen met scherpstellen via de lens. Dat geeft 10 opnamen , te gebruiken voor het stacken.



Deze opnamen in de RAW converter omzetten in (8 bit) TIFF en gestapeld met Combine ZP. (alligning + softstack)

Daarna in PSE nabewerkt en verscherpt,

Als laatste omgezet in JPEG

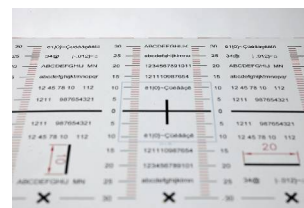
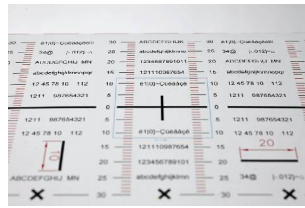
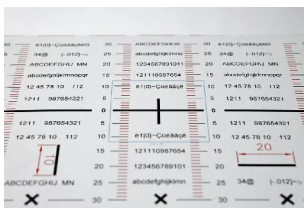
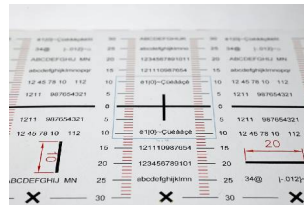
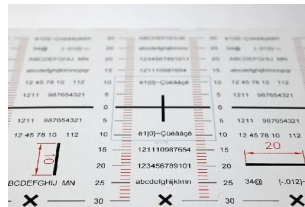
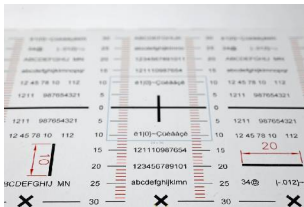


Voorbeeld 3

Hiervoor gebruiken we de testkaart uit de bijlagen die na 1;1 uitprinten de juiste afmetingen aangeeft. (zie bijlage testkaart voor de gegevens)

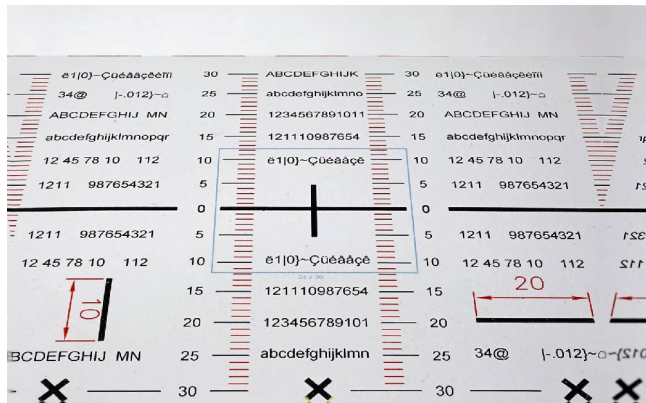
In de praktijk blijkt dat dit soort (symmetrische) onderwerpen moeilijk zijn voor de stacking software daarom zijn de opnamen in 4 programma's verwerkt met duidelijk afwijkende resultaten.

Alle bewerkingen vanuit TIFF's en door software opgeslagen als JPEG.



*Afbeelding maatstaf ca. 1:3,
onderwerp 60 mm diep,
Scherpte diepte
F=11 ca. 10 mm.
Totaal 7 stappen*

Hierna verwerkt in 4 verschillende stacking programma's.



Combine ZP

Uitlijnen en soft stack

Resultaat goed echter rechts stuk fantoom beeld
Ook bij kruisje aan de onderkant

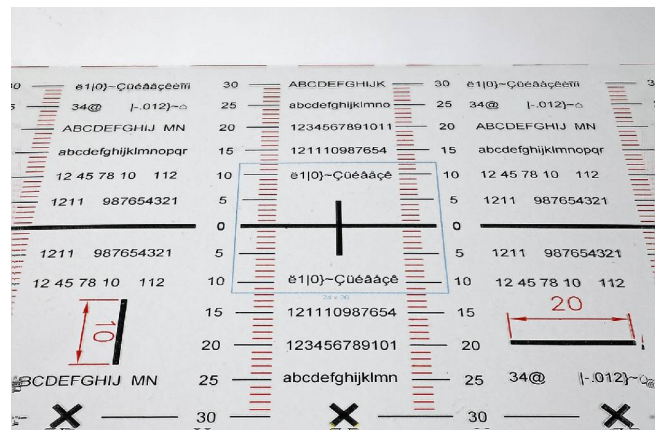
Beeld grootte (in pixels) toegenomen
Na croppen goed beeld

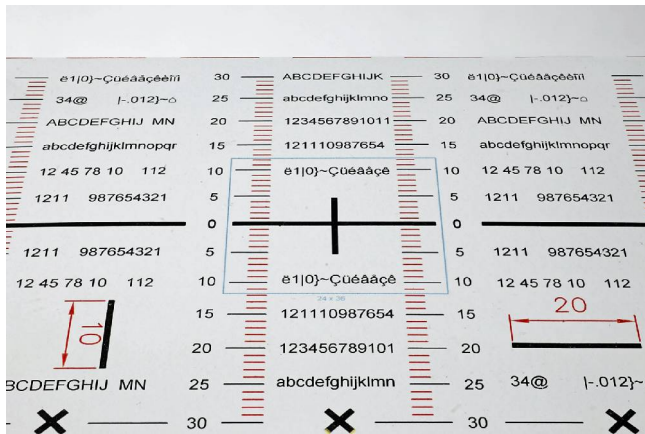
Picolee

Uitlijnen en stacken

Goed beeld echter ook hier “schaduw” bij de kruisjes.

Bewerking zeer langzaam en instellingen onduidelijk





Helicon

Methode 1

Goed beeld, zeer snel alleen bij middelste kruisje onderin wat “schaduw”

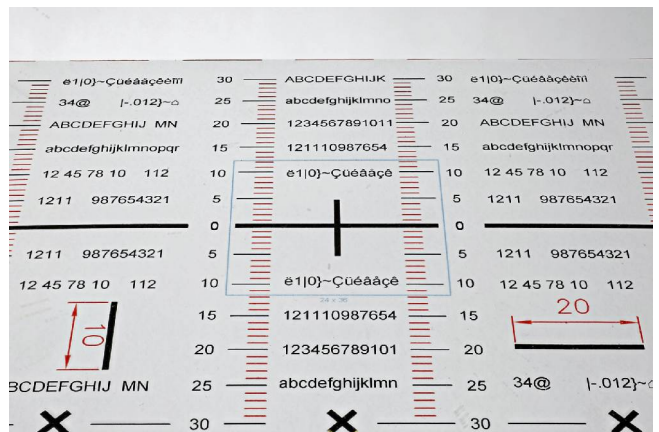
beeld iets gecropped

Zerenestacker

Uitlijnen en stacken

Zeer goed resultaat, redelijk snel

Beeld iets gecropped



Met deze (voor sommige software) moeilijke opnamen is toch in alle gevallen het resultaat bruikbaar, eventueel na wat aanpassen (bv croppen bij Combine ZP)

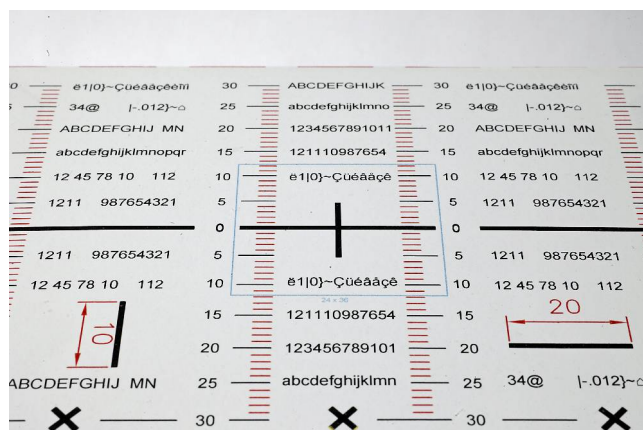
Met “echte” onderwerpen zal het resultaat over het algemeen wat beter zijn daar het onderwerp meestal niet zoveel scherpe overgangen heeft.

Voor een uitgebreide vergelijking tussen de programma's

<http://www.laurieknight.net/article/view/7>

Persoonlijk heb ik een lichte voorkeur voor Zerenestacker echter ook Combine ZP gebruik ik veel.

Nog even als vergelijk zelfde opname maar dan met F=22



De extra mogelijkheden

Multishot technieken geven de mogelijkheid om scherpte diepte, beeld grootte en dynamiek vrijwel onbegrensd aan te passen.

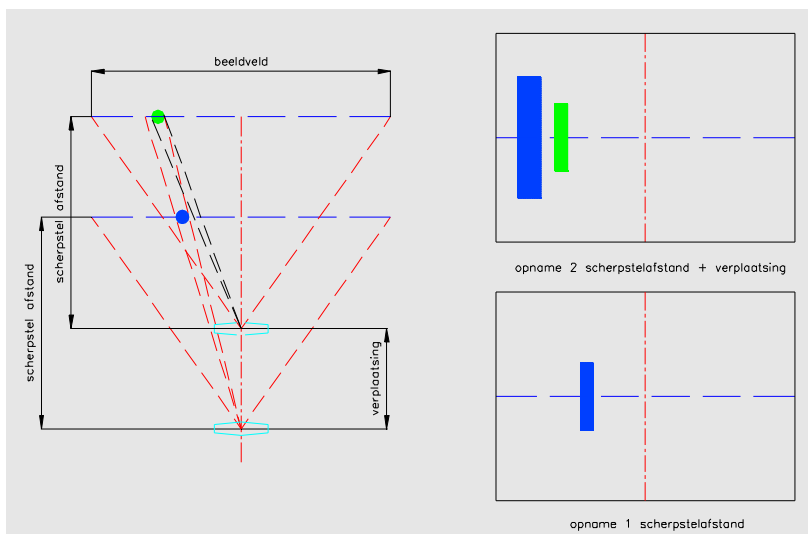
Dit, en de mogelijkheid om meerder technieken te combineren stelt ons in staat om het opname proces aan te passen aan onze wensen, zoals perspectief, beeld grootte, vergroting maatstaf en combinaties daarvan

Perspectief beïnvloeden

Perspectief wordt bepaald door de voorwerp afstand en die wordt weer bepaald door wat willen we afbeelden en hoe scherp.

Toch zijn er situaties dat het perspectief de bepalende factor is, en dus de voorwerp afstand vast staat.

Voorbeeld hiervan in deze schets.



Bij opname 1 zit het groene paaltje achter de blauwe en is onzichtbaar.

We gaan nu dichterbij.

Opname 2 laat nu zowel het groene als het blauwe paaltje zien.

Willen we dus beide paaltjes zien dan is aanpassing van voorwerp afstand en dus ook perspectief noodzakelijk

Helaas veranderd daarbij ook het beeldveld en scherpte diepte

Maar we hebben gezien dat met multi shot technieken we daar wel iets aan kunnen doen, in dit geval focus stacken voor aanpassen scherptediepte en stitchen voor aanpassen beeldveld.

Nog een voorbeeld waar perspectief aanpassing een bepaald resultaat kan opleveren.



Afstand 0,5 m met 105 mm



afstand 4,5 m met 420 mm.

Met de 420 mm kon de gehele bloem vastgelegd worden, met de 105 mm niet dus in dat geval stitchen plus stacken. (hier getoond crop van gehele opname)

Duidelijk is te zien dat met de 105 op 0,5 m een minder vlak beeld geeft met beter zicht op de kelken.

De gehele opname (beeld ca. 240 x 120 mm.) heeft nu het perspectief van macro (vergroting 1:2) met voldoende scherpte diepte (ca 80 mm.) en een relatieve sensor grootte van 120 x 60 mm (12.600 x 8400 = 105 mpixels) wat weer zeer grote vergrotingen toelaat.



Stitch van 2 x 6 opnamen, ieder bestaande uit stack's van 10 opnamen.

Macro

Te weinig scherpte diepte zal bij gewone fotografie niet zoveel voorkomen, bij landschap kan men bv. scherpstellen op de hyperfocale afstand zodat alles van $\frac{1}{2}$ hyperfocaal tot oneindig scherp is.

Maar in speciale gevallen zal focus stacken een handige toevoeging zijn.

Bv. bij product fotografie kan het toch al snel voorkomen dat niet het gehele product scherp te krijgen is, zie bv. de reeks van de slede.

Kom je bij close up en macro fotografie dan is de scherpte diepte al snel te klein en is focus stacking haast een noodzaak.

Natuurlijk kun je een kleiner diafragma gebruiken maar ten eerste is de winst beperkt en verder komt diffractie om de hoek kijken. (zie opmerking)

Dus bij macro is focus stacking goed toepasbaar zeker in combinatie met stitchen.

Het valt op dat veel mensen voetstoots aannemen dat bij macro het beeldveld kleiner wordt zodat, vooral bij grotere vergrotingen maatstaven, niet het hele onderwerp op de foto komt.

Door nu te stapelen en daarna te stichen is dit te voorkomen met als bonus een virtueel grotere sensor (meer pixels) en dus minder vergroting wat weer minder invloed van diffractie geeft.

Voorbeeld:

Bloem van ca 50 mm doorsnede en 50 mm diep

Opname met 70 mm lens op 30 cm.

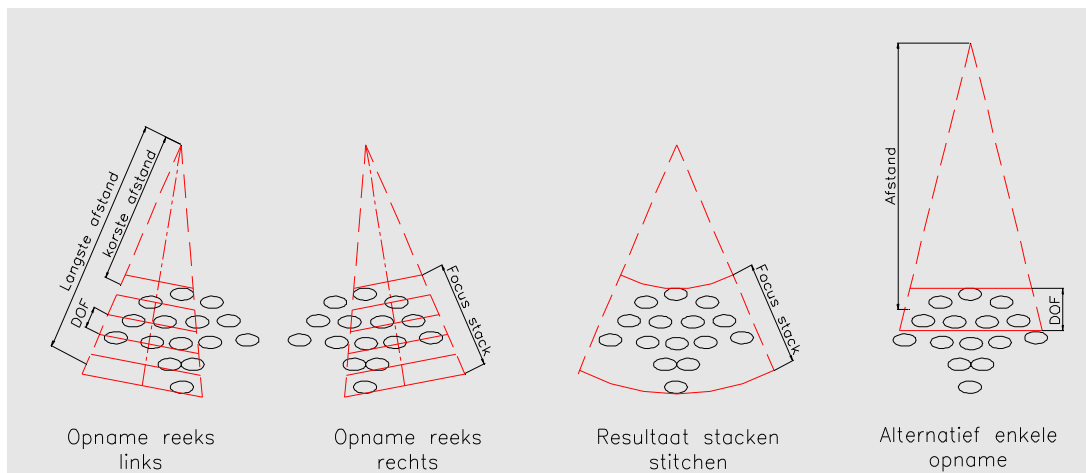
Bestaande uit 2 x 10 opnamen die na stacking zijn gestitched

(scherptediepte bij F=11 ongeveer 8 mm.)

Resultaat opname van ca. 32 mpxel

Door de beperkte scherpte diepte is focus stacking hier noodzakelijk, daarom 10 opnamen “diep” gemaakt met stappen van ca. 5 mm.

De schets laat zien hoe de opname tot stand is gekomen



Schematische voorstelling van een macro panorama met focus stacking

Kijk voor het verstellen van de scherpstel afstand in de tabel, bij grotere vergrotingen gaat verstellen via de lens niet meer omdat de stapjes te klein zijn.

In dat geval moet de gehele camera verschoven worden via een fijn instelbare slede.

Opmerking: speciaal bij macro kan diffractie zeer storend zijn omdat dit niet wordt veroorzaakt door het ingestelde diafragma, maar door het effectieve diafragma.

$$\text{Effectief diafragma} = F * (\text{vergroting maatstaf} + 1)$$

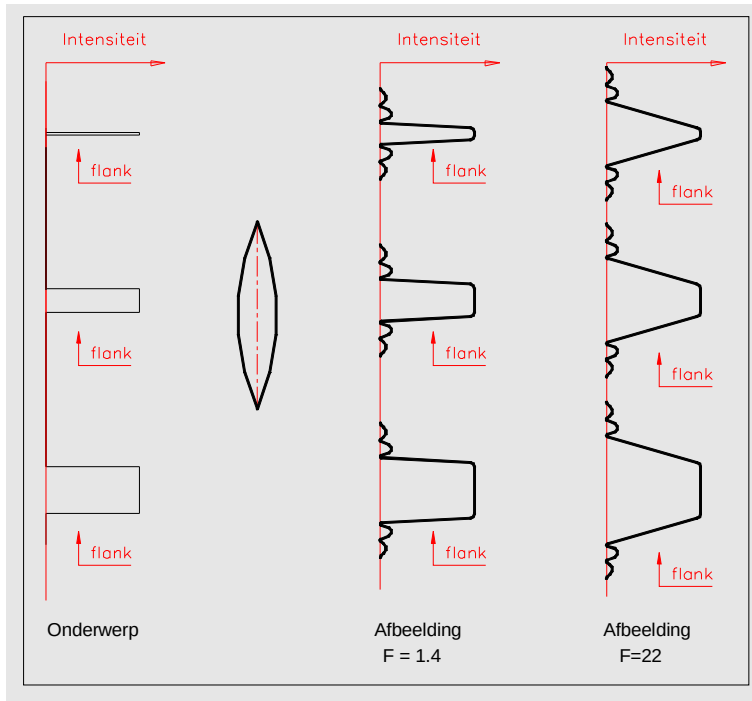
Dus bij 1:1 en een F van 16 fotografeer je met diafragma 32 en bij 5:1 met diafragma 96!

Een aanvulling ter verduidelijking

Het “scherpte” verhaal tot nu toe gaat over schijfjes en punt lichtbronnen en nu zullen er mensen zijn die zeggen die fotografeer ik nooit dus wat betekent het voor mij.

Wel dat is misschien zo maar wat je wel veel fotografeert zijn “halve” punt lichtbronnen.

De schets zal het duidelijk maken dat een scherpe overgang van licht naar donker hetzelfde effect geeft als een punt lichtbron en die overgangen komen we heel veel tegen.



Als onderwerp zijn 3 lichtbronnen getekend, en wel een punt lichtbron en 2 (veel) bredere lichtbronnen.

De punt lichtbron geeft bij afbeelden door de lens een Airy schijfje dat afhankelijk is van het diafragma.

Nu de grote lichtbronnen, wat doen die?

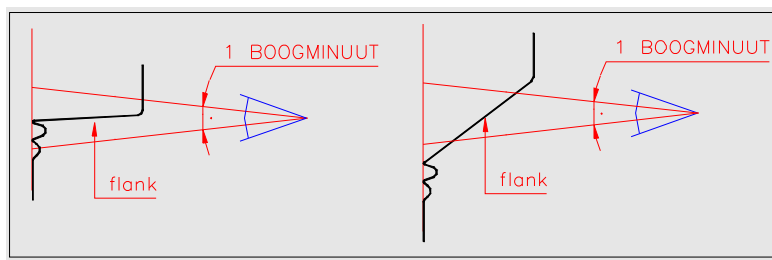
De punt lichtbron bestaat uit 2 flanken, een opgaande en een neergaande (donker-licht en licht-donker)

Deze liggen vlak bij elkaar en geven de twee flanken van het Airy schijfje.

Maar dat geldt ook voor de grote lichtbronnen, ook 2 flanken en bij de afbeelding 2 halve Airy schijfjes echter nu van elkaar gescheiden.

De rechte flanken van een lichtbron (of scherpe overgang van licht naar donker) worden door het afbeelden omgezet naar een verloop volgens het (halve) Airy schijfje.

En dan komt weer het oog kijken.



Linker flank zien we niet dus scherp, rechts zien we flank wel dus onscherp.

Zolang nu maar de flank kleiner is als wat ons oog kan zien dan noemen we het scherp.

Conclusie deze situaties, een (scherpe) overgang van licht naar donker, komen we allemaal veel tegen en er geldt dus hetzelfde als met de schijfjes.

Een macro testkaart

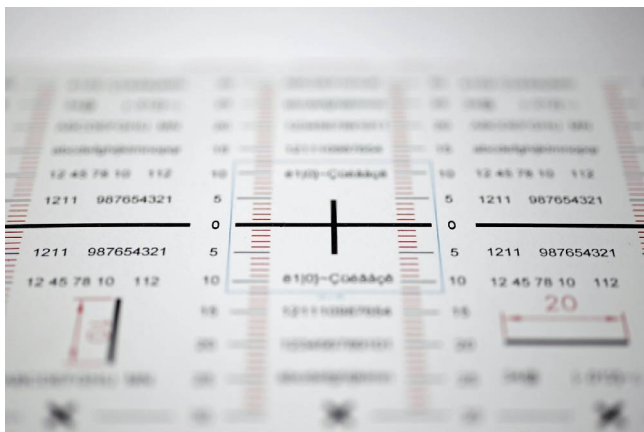
Bijgevoegde testkaart kan gebruikt worden om met stacking aan de slag te gaan, tevens is hij bruikbaar voor het bepalen van front/back focus

Na in elkaar zetten staat de kaart onder een hoek van 45° en zijn de (rode) schaalverdelingen precies 1 mm. En klopt de 10 mm streep.

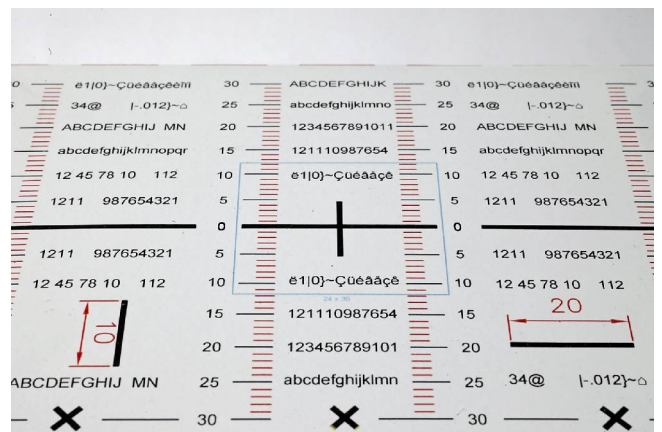
Afdrukken (hoog mogelijke kwaliteit op glanzend fotopapier) van de PDF pagina (na opening in PDF reader) met “ware grootte” aangevinkt, zal een juiste afdruk geven. (controleren met 20 mm. lijn en blauw kruis van 2 x 30 mm)

De bruikbare “diepte” van de kaart is 60 mm. terwijl het licht blauwe kader 24 x 36 / 15.6 x 23.6 mm aangeeft.

Voorbeeld van een opname met $F=2.8$ en 22 en afbeelding maatstaf van 1:3



$F = 2.8$



$F = 22$

Samenvatting

focus stacking geeft de mogelijkheid om met meer vrijheid de opname te maken zoals je het beste uitkomt.

Mocht door je eisen de scherpte diepte te klein worden dan kan via stacken dit vrijwel onbeperkt weer vergroot worden.

Dus dichtbij in verband met afbeelding maatstaf of ander perspectief dan aanpassen scherpte diepte met stacking.

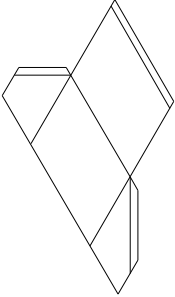
Vooraf in combinatie met stitchen zijn de mogelijkheden vrijwel onbeperkt wat met name bij macro fotografie een enorme uitbreiding van de onderwerpen geeft (extreme) vergroting wordt niet meer afgestraft met een te klein beeldveld en onvoldoende scherpte diepte.

45 ° omvouden									
30	—	ë10}-Çuéääçëñi	30	—	ABCDEFHIJK	30	—	ë10}-Çuéääçëñi	30
25	—	34@ -.012}-	25	—	abcdefghijklmno	25	—	34@ -.012}-	25
20	—	ABCDEFGHIJ MN	20	—	1234567891011	20	—	ABCDEFGHIJ MN	20
15	—	abcdefghijklmnopqr	15	—	121110987654	15	—	abcdefghijklmnopqr	15
10	—	12 45 78 10 112	10	—	ë10}-Çuéääçë	10	—	12 45 78 10 112	10
5	—	1211 987654321	5	—	23.6 x 15.6	5	—	1211 987654321	5
0	—	0	0	—		0	—	0	0
5	—	1211 987654321	5	—	ë10}-Çuéääçë	5	—	1211 987654321	5
10	—	12 45 78 10 112	10	—	121110987654	10	—	12 45 78 10 112	10
15	—	10	15	—	121110987654	15	—	20	15
20	—		20	—	123456789101	20	—		20
25	—	ABCDEFGHIJ MN	25	—	abcdefghijklmn	25	—	34@ -.012}-	25
30	—	×	30	—	×	30	—	×	30

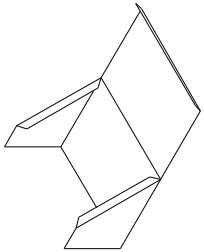
RVK 7-05-2014

Testkaart 45°

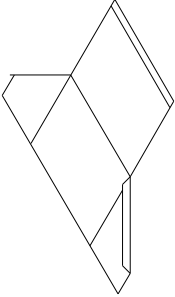
90 ° omvouden



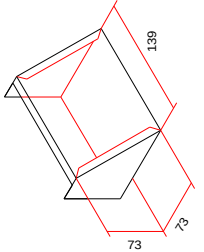
onderkant boven



steunen 90 ° omhoog vouwen
flap 45 ° omhoog vouwen

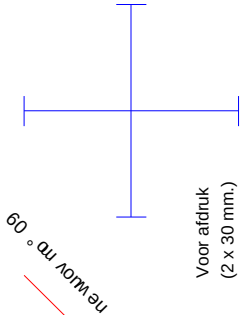


flappen 90 ° omhoog vouwen



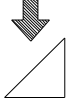
testkaart 135 ° omhoog vouwen

60 ° om vouwen

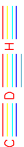


Voor afdruk
(2 x 30 mm.)

Macro testkaart
Voor horizontaal gebruik



90 ° omvouden



Handmatig stacken

Zoals gezegd wordt het beste stacking resultaat verkregen als je met een statief werkt echter, net zoals bij stitchen komt dikwijls de situatie voor dat dit niet gaat.

Daarom kun je ook proberen om uit de hand te stacken, uiteraard zal (extreem) macro niet lukken maar tot aan ca. 1 : 2 close up lukt het nog wel.

Als voorbeeld een bloem met een noodzakelijke scherpte diepte van ca 45 mm, 1 : 3 gefotografeerd met een 105 mm lens.

Ingesteld op F = 16 heb je een scherpte diepte van ca 11.5 mm en dus te weinig voor een opname.

Je kunt natuurlijk wel verder diafragmeren, met deze lens tot F = 32, maar dan verlies je wel heel veel licht en de diffractie gaat dan, zeker bij macro, sterk meespelen terwijl de scherpte diepte toch te weinig blijft.

Truc is nu door met je camera te bewegen scherp te stellen op het voorste punt (hier de stamper), je camera zo stabiel mogelijk te houden en dan een serie opnamen te maken met na iedere opname je afstand instelling een klein stukje te draaien.

Met enige oefening lukt dit meestal wel aardig alhoewel het is aan te bevelen om meerder reeksen te maken i.v.m. de grotere kans op mislukking.



*5 opnamen uit de hand,
van voren naar achter*



Gestacked in Combine ZP daarna in PS nog wat na bewerkt.

Resultaat zou zonder stacken niet te verkrijgen zijn.

Bij meer richting macro zal het steeds moeilijker worden maar de ervaring leert dat tot 1 : 2 het nog best bruikbaar is.

Zoals gezegd, kan een statief, dan zeker doen maar kan dit om wat voor redenen ook niet dan is deze techniek met wat oefenen toch een waardevolle toevoeging.