



EDITION
PROFFOTO



FÜR KUNST UND
WISSENSCHAFT

GERHARD ZIMMERT
BEATE STIPANITS

MIKROFOTOGRAFIE

EINLEITUNG	11
----------------------	----

DANKSAGUNG	14
----------------------	----

Kapitel 1

BILDBEISPIELE	17
-------------------------	----

Steinkrebs (<i>Austropotamobius torrentium</i>)	18
Wiener Nachtpfauenaug (<i>Saturnia pyri</i>)	20
Goldaugenbremse (<i>Chrysops relictus</i>)	22
Blutbuchen-Blatt (<i>Fagus sylvatica f. purpurea</i>)	24
Marine Schnecke (<i>Raphitoma horrida</i> (Monterosato 1884))	26
Ulmensamen (<i>Ulmus minor</i>)	28
Sumpfporst (<i>Rhododendron tomentosum</i>)	30
Ruderfußkrebs	32
Kieselalge (<i>Pleurosigma angulatum</i>)	34
Zieralge (<i>Micrasterias rotata</i> , Ralfs)	36
Nickel-Eisen-Meteorit (Gibeon Oktaedrit/IVA)	38
Blaumohnsamen (<i>Papaver somniferum</i>)	40
Nickel-Eisen-Meteorit (Muonionalustra)	42
Resorcin	44
Granit	46
Glimmer (Muscovit)	48
Weißbeerige Mistel (<i>Viscum album</i>)	50
Sumpfporst (<i>Rhododendron tomentosum</i>)	52
Rosskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	54
Wollschweberbein (<i>Bombylius sp.</i>)	56



Inhalt



Kapitel 2

GRUNDLAGEN DER MAKROFOTOGRAFIE 59

2.1	Belichtung und Histogramm	60
2.2	Sensoren	80
2.3	Abbildungsmaßstab	82
2.4	Schärfentiefe	84
2.5	Kernschärfe	89
2.6	Auflösung	90
2.7	Bildkreis	96
2.8	Filter	97
2.9	Verringerung von Erschütterungen/Vibrationen.	100
2.10	Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Kamera-Objektiv-Kombination	103
2.11	Allgemeine Erläuterung zum MTF-Diagramm	114



Kapitel 3

MAKROFOTOGRAFIE 119

3.1	Abbildung bis zur natürlichen Größe (Makrofotografie bis 1:1)	121
3.2	Abbildung zwischen 1:1 und 8:1 mit Lupenobjektiven (outdoor)	144
3.3	Abbildung zwischen 1:1 und 16:1 mit Lupenobjektiven (indoor)	160
3.4	Abbildung zwischen 4:1 und 50:1 mit Mikroskopobjektiven	174



Kapitel 4

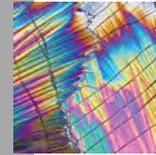
BELEUCHTUNG IN DER MAKROFOTOGRAFIE 181

4.1	Grundlegendes	182
4.2	Beleuchtung im Studio (indoor)	188
4.3	Das Setzen von Licht	202
4.4	Beleuchtung in der freien Natur (outdoor).	203
4.5	Praxisbeispiele	203

Kapitel 5

GRUNDLAGEN DER MIKROSKOPIE/MIKROFOTOGRAFIE 215

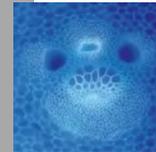
- 5.1 Wie viele Megapixel braucht man? 216
- 5.2 Numerische Apertur 225
- 5.3 Immersionsmittel. 226
- 5.4 Deckglaskorrektur. 227
- 5.5 Schärfentiefe. 228
- 5.6 Leere Vergrößerung. 231
- 5.7 Förderliche Vergrößerung 232
- 5.8 Die Köhler'sche Beleuchtung. 233
- 5.9 Kontrastverfahren 237
- 5.10 Einstellungen am Mikroskop 245



Kapitel 6

AUFBAU DES MIKROSKOPS 253

- 6.1 Stereomikroskop. 254
- 6.2 Lichtmikroskop 267



Kapitel 7

POLARISATIONSMIKROFOTOGRAFIE 283

- 7.1 Durchlicht 284
- 7.2 Auflicht 301



Kapitel 8

FLUORESCENZ-/UV-MIKROFOTOGRAFIE 307

- 8.1 Lichtquellen. 308
- 8.2 Durchlicht 311
- 8.3 Auflicht 315



Inhalt



Kapitel 9

MIKROSKOPKAMERA-ADAPTIONEN 325

- 9.1 Adaption auf das Stereomikroskop 326
- 9.2 Adaption auf das Endlich-Mikroskop 338
- 9.3 Adaption auf das Unendlich-Mikroskop 348
- 9.4 Adaption einer Okularkamera. 353
- 9.5 Qualitätskontrolle der Kamera-Adaption. 353



Kapitel 10

MESSEN IN DER MAKRO-/MIKROFOTOGRAFIE 363

- 10.1 Größenermittlung in der Makrofotografie 364
- 10.2 Größenermittlung in der Mikrofotografie 368
- 10.3 Winkelmessung in der Mikrofotografie 371



Kapitel 11

PRÄPARATION 375

- 11.1 Präparation von Makroobjekten 377
- 11.2 Präparation von planktischem Material. 381
- 11.3 Pflanzliche Frischpräparate (Schnitt) 384
- 11.4 Dauerpräparat 386
- 11.5 Dauerpräparat (mit Einbettung) 396
- 11.6 Schmelz-/Lösungspräparate 402
- 11.7 Mikrosublimation 403
- 11.8 An-/Dünnschliffe von Gestein. 405
- 11.9 Keramikbruch 421
- 11.10 Mikrotom-Messer 422
- 11.11 Schneiden mit dem Mikrotom 428

Kapitel 12

GRUNDLAGEN DES DIGITALEN WORKFLOWS 437

- 12.1 Dateiformate TIFF, PSD/PSB, JPG, NEF, CR2 438
- 12.2 Farbmodelle kontra Farbraum 439
- 12.3 Gamma. 442
- 12.4 Gradation/Gradationskurve 443
- 12.5 Kalibrierung/Linearisierung 443
- 12.6 Kameraprofil 444
- 12.7 Objektivprofil 445
- 12.8 Profilierung 446
- 12.9 Rendering Intent 446
- 12.10 Schwarzpunkt. 448
- 12.11 Tonwert/Tonwertkorrektur 449
- 12.12 Weißpunkt. 450
- 12.13 Weißabgleich 450



Kapitel 13

DIGITALER WORKFLOW 453

- 13.1 Der digitale Workflow als Prozess 454
- 13.2 RAW-Konvertierung 461
- 13.3 Verarbeitung von Stackingdaten 466
- 13.4 Stitching, die Verrechnung zum Panorama 471
- 13.5 Finale Bildaufbereitung in Photoshop 474



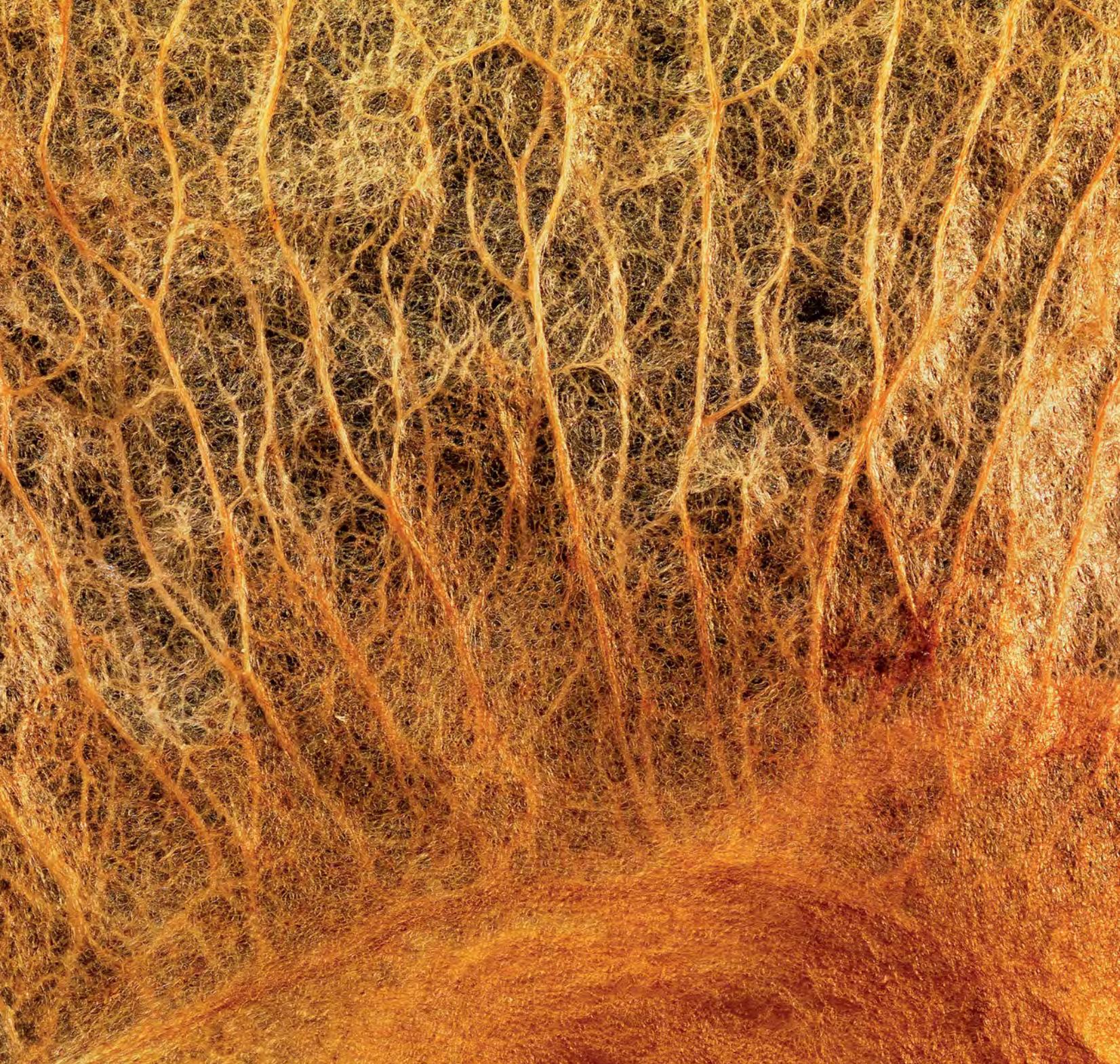
INTERNETLINKS 481



LITERATURLISTE 483

INDEX. 484





KAPITEL 1

Bildbeispiele

Steinkrebs (<i>Austropotamobius torrentium</i>)	18
Wiener Nachtpfauenaug (<i>Saturnia pyri</i>)	20
Goldaugenbremse (<i>Chrysops relictus</i>)	22
Blutbuchen-Blatt (<i>Fagus sylvatica f. purpurea</i>)	24
Marine Schnecke (<i>Raphitoma horrida</i> (Monterosato 1884))	26
Ulmensamen (<i>Ulmus minor</i>)	28
Sumpfporst (<i>Rhododendron tomentosum</i>)	30
Ruderfußkrebs	32
Kieselalge (<i>Pleurosigma angulatum</i>)	34
Zieralge (<i>Micrasterias rotata</i> , Ralfs)	36
Nickel-Eisen-Meteorit (Gibeon Oktaedrit/IVA)	38
Blaumohnsamen (<i>Papaver somniferum</i>)	40
Nickel-Eisen-Meteorit (Muonionalustra)	42
Resorcin	44
Granit	46
Glimmer (Muscovit)	48
Weißbeerige Mistel (<i>Viscum album</i>)	50
Sumpfporst (<i>Rhododendron tomentosum</i>)	52
Rosskastanie (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	54
Wollschweberbein (<i>Bombylius sp.</i>)	56

◀ Ulmensamen (*Ulmus minor*)

STEINKREBS (*Austropotamobius torrentium*)

Flusskrebse generell sind durch den Verlust ihrer Lebensräume (naturnahe Flussläufe), Krankheiten und durch die Konkurrenz mit nicht einheimischen Arten (Signalkrebs) stark in ihren Beständen gefährdet. In Oberösterreich gibt es Anstrengungen zum Schutz der heimischen Arten.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

ca. 1:4

Aufnahmeort:

Oberösterreich, Feldaist

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D X

Makroobjektiv Canon EF 1:2,8/100 mm L IS, Blende 2,8

Beleuchtung:

Morgenlicht vor Sonnenaufgang, ein Aufheller links neben der Kamera

Digitaler Workflow:

Manuelles Fokussieren am Schneckengang des Makroobjektivs

Qualitätskontrolle der RAWs im Capture One Pro, Entwicklung und RAW-Optimierung im DxO Optics Pro, da dieser RAW-Konverter im »Prime Mode« die beste Rauschunterdrückung bietet. Wegen der frühen Morgenstunde musste mit einer hohen Empfindlichkeit (ISO 800) gearbeitet werden. Bildoptimierung in Photoshop.

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Das ursprüngliche Ziel, schöne Morgenstimmungen an einem oberösterreichischen Bachlauf zu fotografieren, wurde urplötzlich nebensächlich, als ich mit den Seminarteilnehmern einen Krebs im Bach sitzen sah. Zunächst musste ein Aufnahmeplatz vorbereitet werden. Eine flache Mulde war gefragt und vor allem das Licht sollte mehr als eine halbe Stunde konstant bleiben und Sonnenflecken sollten zu keiner unbewältigbaren Kontrastsituation führen. Vorsichtig wurde der Krebs in Fotoposition gebracht und die Aufnahmen gemacht. Da der Platz für den Steinkrebs scheinbar optimal war, verhielt er sich sehr kooperativ und wir konnten etliche Aufnahmen machen, bevor er sich wieder ins tiefere Wasser verabschiedete. Je besser man das Verhalten und die Bedürfnisse der (tierischen) Modelle kennt, desto eher gelingen die Aufnahmen. Das Wohl des Tieres muss aber immer im Vordergrund stehen und es muss sichergestellt sein, dass das Individuum keinen Schaden davonträgt!

Die Aufnahmesituation am Bach erlaubte weder das Verwenden eines Stativs noch eines Bohnensacks und trotz Image Stabilizer und mit 1/40 Sekunde Belichtungszeit ist bei diesem Abbildungsmaßstab mit viel Ausschuss zu rechnen.

Tipps

Gerade wenn die Aufnahmebedingungen nicht optimal erscheinen, machen Sie möglichst viele Aufnahmen und sortieren Sie im Anschluss die Ergebnisse am Computer kritisch aus. Ich habe 160 Mal ausgelöst und bei der Kontrolle bei 200 % Vergrößerung (da erkennt man die Unterschiede besser) sind acht Bilder in die engere Wahl gekommen. Tatsächlich aber gibt es nur ein wirklich kernscharfes Bild.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Makro, Einzelbild, Freiland



WIENER NACHTPFAUENAUGE (*Saturnia pyri*)

Das Wiener Nachtpfauenaug ist der größte heimische Schmetterling Mitteleuropas.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

ca. 1:5

Aufnahmeort:

Nordbulgarien

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D X

Makroobjektiv Canon EF 1:2,8/100 mm L IS, Blende 3,5

Steuerung: Manuelles Drehen am Schneckengang des Makroobjektivs (die Kamera-Objektiv-Kombination befand sich am Stativ). Der vordere Fokuspunkt wurde mittels Live View eingestellt.

Beleuchtung:

Diffuses Tageslicht, ein Aufheller. Es war zwar prinzipiell auch direktes Sonnenlicht vorhanden, der Aufnahmeort selbst lag aber im Schatten.

Digitaler Workflow:

Stack, bestehend aus 16 Einzelaufnahmen. Der Abstand zwischen den einzelnen Bildern beträgt ca. 1 mm.

Bildbearbeitung: Capture One Pro, Zerene Stacker Pro, Photo-shop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Das Wiener Nachtpfauenaug stand schon viele Jahre auf meiner Wunschliste. Eines Morgens saß es – ein Männchen – dann auf der Wand unseres Urlaubsdomizils in Bulgarien. Unweit des Fundorts befand sich ein alter Apfelbaum, der sich als Hintergrund anbot, und daher wurde der Nachtfalter vorsichtig dorthin übersiedelt. Das ist bei der Größe dieser Art gar nicht einfach. Eine unmittelbare Berührung ist zu vermeiden, denn dies würde zum Beschädigen der Schuppen führen.

Nachtfalter suchen sich für die Ruhephase während des Tages einen schattigen, windgeschützten Ort. Das ist bei einer Übersiedelung zu berücksichtigen, denn wird der Falter dabei gestresst, beginnt er sich mit schnellen vibrierenden Bewegungen aufzuwärmen. Wenn das passiert, ist es meist zu spät und seine Flucht ist nicht mehr aufzuhalten. Vorsicht ist also geboten, er muss freiwillig auf das angebotene Transportmedium umsteigen. Beim Tragen ist auf Erschütterungen und auf die Vermeidung von Wind einfluss zu achten. Ich hatte Glück; da der Stamm des Apfelbaums zu seinen natürlichen Sitzwarten gehört, war er sehr relaxt und ich konnte einige Stacking-Serien anfertigen.

Warum habe ich ein so großes Objekt nicht einfach mit einem Einzelbild fotografiert und dabei ordentlich abgeblendet? Für den Stack sprechen drei Gründe:

Nur in der Kernschärfenebene ist die Schärfe am besten (kleinster Zerstreuungskreis). Durch Addition der Kernschärfenebenen der Einzelbilder im Stack wird eine bestmögliche Kantenzeichnung über das gesamte Objekt erreicht.

Bei der idealen Blende (in diesem Fall 3,5) ist die höchste Qualität für den Workflow zu erzielen (besten Kontrast/Auflösungskompromiss), im Falle einer Einzelaufnahme müsste mindestens auf Blende 11 abgeblendet werden.

Der Wechsel zwischen Schärfe und Unschärfe im Untergrund sorgt dafür, dass sich der Falter besser vom Untergrund abhebt.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Makro gestackt, Freiland



GOLDAUGENBREMSE (*Chrysops relictus*)

Porträtansicht einer Goldaugenbremse, in der freien Natur aufgenommen.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

ca. 3:1

Aufnahmeort:

Nordbulgarien

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D Mark IV

Lupenobjektiv Canon MP-E 1:2,8/65 mm, Blende 3,2

Steuerung: Manuelles Drehen an der Mikrometerschraube des Einstellschlittens (Eigenbau), der vordere Fokuspunkt wurde mittels Live View eingestellt.

Beleuchtung:

Die Aufnahme wurde bei Sonnenaufgang gemacht, das Sonnenlicht durch einen Flächendiffuser gesoftet (im Hintergrund sehen Sie das unbeeinflusste, warme Morgenlicht, das eine Wiese beleuchtet). Es wurden zwei Aufheller verwendet und so ausgerichtet, dass die Unterseite von beiden Seiten aufgehellt wird.

Digitaler Workflow:

Stack bestehend aus 123 Einzelaufnahmen. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt ca. 50 µm.

Bildbearbeitung: Capture One Pro, Zerene Stacker Pro, Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Am Motiv der Goldaugenbremse habe ich über mehrere Jahre gearbeitet, bis ich das vorliegende Ergebnis erreicht habe. Genaues Studium des Verhaltens und viele Fehlversuche haben zu der Erkenntnis geführt, dass die Goldaugenbremsen beim ersten Morgenlicht das dringende Bedürfnis verspüren, zu trinken. Am Vorabend wurde die Aufnahmelocation festgelegt und dazu musste ein Ruheplatz von mehreren Exemplaren gefunden und markiert werden.

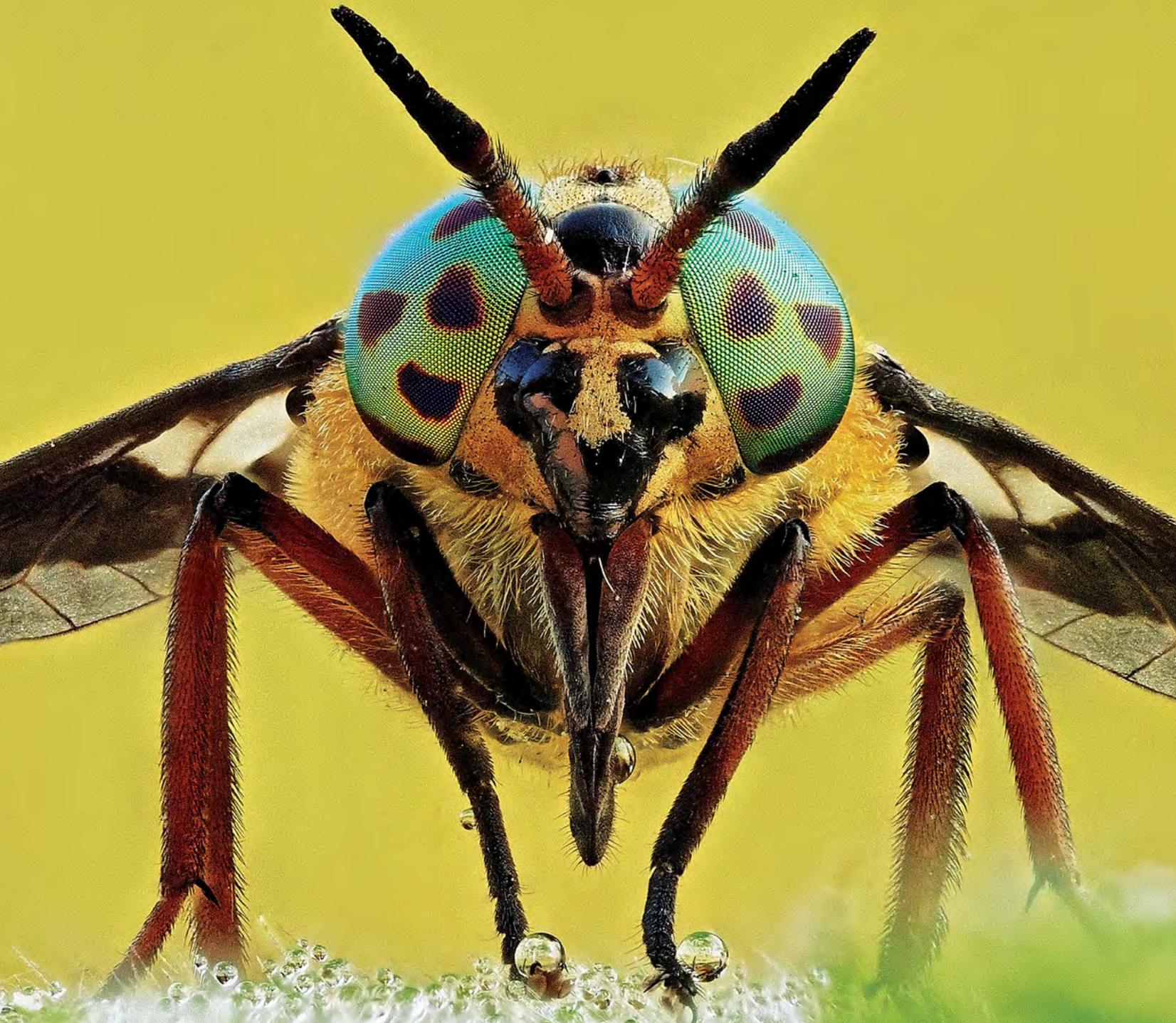
Ich habe der Bremse den »Frühstückstrunk kredenzt« und sie umgesetzt. Selbstständig ist sie dann die letzten Schritte in Aufnahmeposition gegangen und hat sich am Morgentau gütlich getan. Die Bremse war schon recht lebhaft und es musste bei der Aufnahme schnell gehen. Daher habe ich auf Einzelbilder verzichtet und bin mit Serienbild (die Canon 1D Mark IV schafft 10 Bilder in der Sekunde) an die Belichtung der Aufnahmen gegangen. Nach ca. 38 Bildern schlug dann der volle Pufferspeicher der Kamera zu. Das war besonders ärgerlich, weil ich bis zu diesem Zeitpunkt sehr gleichmäßig am Trieb des Einstellschlittens drehen konnte. Ein voller Pufferspeicher bedeutet, dass die Kamera langsamer auslöst und man seine Drehbewegung am Trieb ebenfalls verlangsamen muss, damit man pro Strecke weiterhin die notwendige Anzahl von Schichten fotografieren kann. Dass man eine Verzögerung der Drehgeschwindigkeit im Verlauf einer Aufnahmeserie nur schwer umsetzen kann, ist leicht nachvollziehbar.

Tip

Muss bei einer Aufnahmeserie der Schwingspiegel permanent nach oben geschwenkt sein und sieht man das Objekt daher durch den Sucher nicht – es muss also *blind* gearbeitet werden –, hilft ein Kabelauslöser, weil man so das Objekt direkt beobachten kann.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Lupenobjektiv, Stack, Freiland



BLUTBUCHEN-BLATT (*Fagus sylvatica f. purpurea*)

Ausschnitt aus einem herbstlich gefärbten Blatt der Blutbuche

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

ca. 3,5:1

Aufnahmeort:

Fotostudio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D X

Rodenstock APO Rodagon D 1:4,5/75 mm II am Balgengerät mit Verlängerungstubus (Eigenbau)

Beleuchtung:

Es wurden vier Fostec-Kaltlichtleuchten eingesetzt. Drei Lichteinheiten DCR II haben zwei Singleflächenleuchten und eine Duoflächenleuchte betrieben. Vor den Flächenleuchten wurde jeweils ein Diffusor montiert und jeweils zwei Flächenleuchten wurden als Lichtzange eingesetzt, um einen Kegel-Diffusor von allen vier Seiten anzuleuchten.

Digitaler Workflow:

Das Bild wurde als Focus-Stack geplant. Um die gewünschte Tiefe abdecken zu können, wurden 21 Einzelbilder (z-Achse) mit einem Schichtabstand von 50 µm angefertigt. Die Schrittsteuerung hat ein Cognisys-Schrittmotor übernommen, dessen Steuerung ein MacBook Air mit Zerene Stacker Pro als Softwaretreiber. Das Objekt wurde nach unten bewegt. Die Kamera-Balgen-Kombination war fest auf der vertikalen Stacking-Einrichtung montiert. Das APO Rodagon wurde 2/3 Blendenstufen abgeblendet, um die Abbildungsleistung zu steigern.

Die Kamera wurde mit dem EOS Utility ferngesteuert; RAWs wurden im Capture-One-Pro-RAW-Konverter entwickelt, die TIFF-Daten im Zerene Stacker Pro (PMax-Standardberechnung). Die Retusche erfolgte zur Gänze in Photoshop.

Tip

Repro-Objektive, vor allem die APO-Rodagon-D-Objektive von Rodenstock, vertragen sich exzellent mit den aktuellen Digitalkameras und sind immer wieder günstig gebraucht erhältlich. Im Gegensatz zu den Vergrößerungsobjektiven müssen diese nicht in Retrostellung betrieben werden. Das eingesetzte 75er ist für die Reproduktion von Diapositiven auf Mittelformatfilm gerechnet. Daher erreicht man selbst an der Hasselblad H bis in die Bildecken eine hervorragende Abbildungsqualität bei Abbildungsmaßstäben von 1:1 und 3,5:1 (mehr Auszug ist am Balgen – selbst mit Zwischentubus – nicht sinnvoll erreichbar).

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Die Idee zu diesem Bild ist mir im Zuge der Sommerakademie in der Prager Fotoschule gekommen. Es war aber unverkennbar, dass nicht die richtigen Bedingungen für eine Aufnahme herrschten, denn der Sonnenschein ließ die Blätter rasch vertrocknen. Damit war schnell klar, die Aufnahmeserien konnte nur bei Regen mit einem frisch vom Baum gefallenen Blatt im Studio realisiert werden. Beim nächsten Regen wurden frisch abgefallene Blätter gesammelt, ins ein paar Meter entfernte Studio getragen, mit doppelseitigem Klebeband auf der Rückseite eines Fotokartons aufgeklebt und fotografiert. Bereits kurz nach der Aufnahmeserie begannen sich die Blattränder wegen der fortschreitenden Trocknung einzudrehen. Man sieht, selbst bei einem scheinbar einfachen Objekt kann man in Zeitdruck kommen.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Focus-Stack im Studio



MARINE SCHNECKE (*Raphitoma horrida* (MONTEROSATO 1884))

Für den Ausstellungssprint in Höhe von 90 cm dieses Hauses einer marinen Schnecke musste ein Pano-Stack, bestehend aus drei Einzelstapeln, angefertigt werden. Das gezeigte Motiv entspricht den wissenschaftlichen Anforderungen, aus ästhetischen Gründen würde man unter Umständen eine andere Perspektive wählen.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

ca. 5×5 mm

Aufnahmeort:

Fotostudio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D X

Leitz Photar II 1:2,0/25 mm am Balgengerät

Beleuchtung:

Es wurden drei Fostec-Kaltlichtleuchten eingesetzt. Zwei Lichteinheiten DCR II haben jeweils eine Singleflächenleuchte betrieben (Lichtzange). Eine dritte Lichteinheit wurde für den Betrieb eines Projektionsspot benötigt, der das Hauptlicht bildete. Zum Soften des Lichts wurde rund um das Schneckengehäuse ein Kegel-Diffusor positioniert.

Digitaler Workflow:

Das Bild wurde als Pano-Stack geplant. Um die gewünschte Fläche (x- und y-Achse) abzudecken, waren drei Einzelstapel nötig. Für die Abdeckung der Tiefe (z-Achse), wurden Stapel mit 509, 617 und 552 Einzelbildern mit einem Schichtabstand von 5 µm angefertigt. Die Schrittsteuerung hat ein Cognisys-Schrittmotor übernommen, dessen Steuerung ein MacBook Air mit Zerene Stacker Pro als Softwaretreiber. Das Objekt wurde nach unten bewegt. Die Kamera-Balgen-Kombination war fest am Mikro-Reprogestell montiert. Das Photar wurde 1/3 Blendenstufen abgeblendet, um die Abbildungsleistung zu steigern.

Die Kamera wurde mit dem EOS Utility ferngesteuert; die RAWs wurden im Capture-One-Pro-RAW-Konverter entwickelt, die TIFF-Daten im Zerene Stacker Pro (PMax-Standardberechnung). Die Retusche erfolgte zur Gänze in Photoshop.

Tipp

Durch die Anwendung der Panoramatechnik bei Makro-/Mikromotiven (einreihig oder mehrreihig) kann die Qualität der Bilddaten auch bei der Ausgabe großer Endformate (Prints) deutlich verbessert werden. Diese Aufnahmetechnik erlaubt, die technischen Grenzen eines kleinen Sensors im Vergleich z.B. zum Effekt eines Sensors einer Mittelformatkamera zu überwinden. Um die Einzelbilder richtig positionieren zu können, müssen der Software ausreichend viele Kontrollpunkte zur Verfügung stehen. Das erreicht man z.B. durch eine Überschneidung der Aufnahmen von 15–20 %. Vor der Panoramaverrechnung müssen die Fokusstapel verrechnet werden. Nur im Schärfebereich können Kontrollpunkte ermittelt werden.

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Zum Reinigen kommt das Schneckenhaus in ein Ultraschallbad und wird anschließend mit Druckluft trockengeblasen. Mit dem Pinsel und mit dem Blasebalg werden letzte Verunreinigungen entfernt, am besten unter dem Stereomikroskop. Dabei setze ich verkleinernde Objektive zwischen 0,8x und 0,32x ein, erhalte damit einen großen Arbeitsabstand und kann ohne jegliche Einschränkung hantieren.

Das Schneckenhaus wurde – direkt auf schwarzem Samt liegend – fotografiert. Das hat einen erhöhten Retusche-Aufwand zur Folge. Heute würde ich einen Aufbau wie beim Blaumohnsamen (siehe Seite 40) wählen.

Der Samt war auf einem Mikrokreuzschlitten mit Nivellierbasis drapiert. So kann eine exakte Position für die drei Einzelbilder im Vorfeld auf der Skala ermittelt werden. Das Remote-Live-Bild am Bildschirm ist dabei eine große Erleichterung. Mit der Nivellierfunktion wird die optimale Planlage zum Sensor sichergestellt, um keine Perspektivverfälschungen bei einer Vermessung zu bekommen.

Hinweis

Zum Bestimmen von Mollusken werden die Gehäuse in drei definierten Stellungen vor schwarzem Hintergrund fotografiert.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Lupenobjektiv, Studio, Pano-Stack



ULMENSAMEN (*Ulmus minor*)

Ausschnitt aus dem Flugkörper des Samens der Feldulme

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Seitenlänge der aufgenommenen Fläche beträgt 3 mm.

Aufnahmeort:

Fotostudio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 7D

Mikroskop: Eigenbau

Objektiv: Nikon CFI60 4x Plan Fluor

Tubulinse: Nikon-Tubulinse für die Unendlich-Serie

Beleuchtung:

Es wurden vier Fostec-Kaltlichtleuchten eingesetzt. Drei Lichteinheiten DCR II haben zwei Singleflächenleuchten und eine Duoflächenleuchte betrieben. Vor den Flächenleuchten wurde jeweils ein Diffusor montiert und jeweils zwei Flächenleuchten wurden als Lichtzange eingesetzt, um einen Kegel-Diffusor von allen vier Seiten anzuleuchten.

Digitaler Workflow:

Das Bild wurde als einzelner Focus-Stack geplant. Um die gewünschte Tiefe abdecken zu können, wurden 597 Einzelbilder (z-Achse) mit einem Schichtabstand von 5 µm angefertigt. Die Schrittsteuerung hat ein Cognisys-Schrittmotor übernommen, dessen Steuerung ein MacBook Air mit Zerene Stacker Pro als Softwaretreiber. Das Objekt wurde nach oben bewegt. Die Kamera-Mikroskop-Kombination war fest am Mikro-Reprogestell montiert. Bei der eingesetzten Konstruktion ist keine Aperturblende vorhanden, es wurde mit der vollen NA des Objektivs gearbeitet.

Die Kamera wurde mit dem EOS Utility ferngesteuert; die RAWs wurden im Capture-One-Pro-RAW-Konverter entwickelt, die TIFF-Daten im Zerene Stacker Pro (PMax-Standardberechnung). Eine erste Retusche der Konturen erfolgte in der Stacking-Software, die endgültige in Photoshop.

Zu beachten ist, dass rund um das Bild ca. 2 cm Rand weggenommen werden müssen, denn diese Art der Objektivmontage führt – mit der Tubulinse und dem 4x-Mikroskopobjektiv – zu einer leichten Vignettierung (ab dem 5x bis zum 20x gibt es keine Vignettierung). Das ist der Preis für den Einsatz der nicht vergrößernden Tubulinse. Es empfiehlt sich daher, die so entstandenen Bilddaten auf eine endgültige Breite von 30 cm zu reduzieren (das heißt, die 5184×3456 Pixel der Kamera werden auf 3543×2362 verkleinert – mit anderen Worten von den 17,9 Megapixeln der Kamera bleiben 8,4 übrig – der Qualitätsfaktor ist also ca. 2, konkret bedeutet das eine Reduktion der RAW-Daten auf 47 %).

Tip

Durch die Berücksichtigung des Qualitätsfaktors bei der Berechnung der Ausgabegröße von Bildern werden – visuell – Linsenfehler verkleinert und das Rauschen reduziert.

Zur Qualitätsverbesserung setze ich Photo Zoom Pro ein (die Software bietet eine Vielzahl an unterschiedlichen Rendering Intents und man kann sich einen zum Objekt passenden aussuchen). Photoshop bietet eine weit geringere Auswahl – de facto sind hier nur zwei für diese Aufgabe einsetzbar.

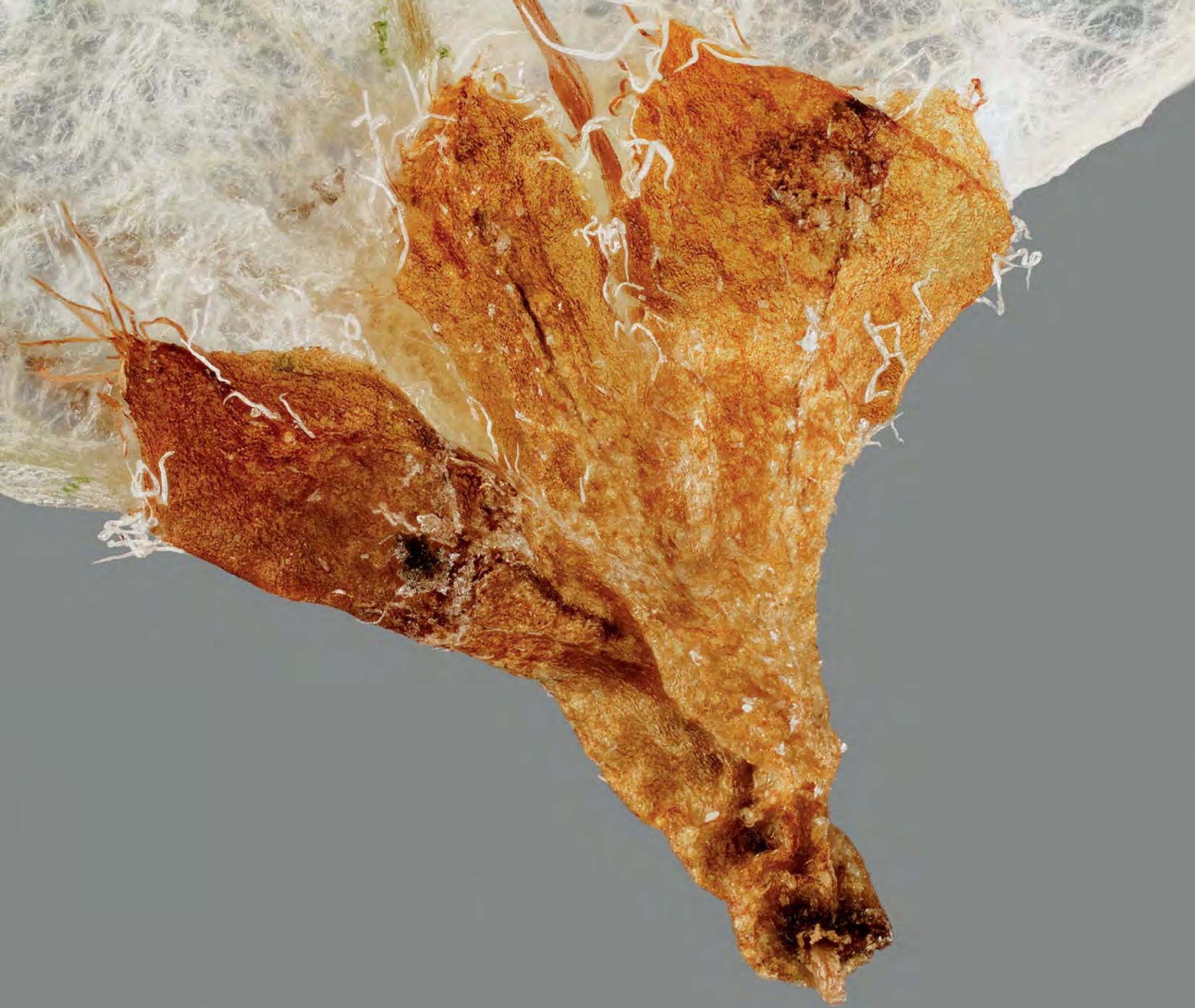
Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Das gezeigte Objekt ist mir beim Mittagessen im Hof des »Alten AKHs« zugeflogen. Ich habe den Ulmensamen mittels Loctite-Superkleber an einen Draht geklebt. Das andere Ende des Drahtes wurde auf eine Beilagescheibe geklebt. Diese Montage hat den Vorteil, dass das Objekt vom Untergrund freigestellt ist und man sogar die Möglichkeit hat, Licht unter das Objekt zu projizieren.

Ulmensamen werden über den Wind verbreitet, sie schweben mittels Drehbewegung, abhängig von der Windgeschwindigkeit, mehrere Hundert Meter durch die Luft.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Mikroskopobjektiv am Balgen, Stack



SUMPFORST (*Rhododendron tomentosum*)

Querschnitt durch den Spross des Sumpfpforsts (ca. 10 cm unterhalb des Blütenstands). Das Material wurde im nördlichen Waldviertel (Niederösterreich) gesammelt.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Der Durchmesser des Sprosstells beträgt 1,8 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D Mark IV

Olympus BHS

100-Watt-Lampenhaus

Trinokulartubus

Objektiv: S PLAN APO 10x

Projektiv: 1,67 NFK

Farbkorrekturfilter: LBD

Beleuchtung:

Der Farbkorrekturfilter wurde unmittelbar in das Lampenhaus eingesetzt (vor den Wärmeschutzfilter).

Der Kondensor wurde zentriert, die Beleuchtung gekühlt und dann der Kondensor leicht abgesenkt. Die Aperturblende wurde nur um ca. 10 % geschlossen, um eine möglichst hohe Auflösung zu erhalten.

Die Lampenleistung wurde auf die obere Grenze des Fotobereichs der Anzeige gestellt, das entspricht ca. 85 % der Lampenleistung.

Digitaler Workflow:

Pano-Stack bestehend aus zwölf Fokusstapeln, die in drei Reihen zu jeweils vier Stapeln angeordnet wurden. Jeder Stapel besteht aus 27 Einzelbildern, daraus ergibt sich die Gesamtzahl von 324 Einzelbildern. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch das EOS Utility.

Bildbearbeitung: Capture One Pro, Zerene Stacker Pro, PTGui Pro, Photo Zoom Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

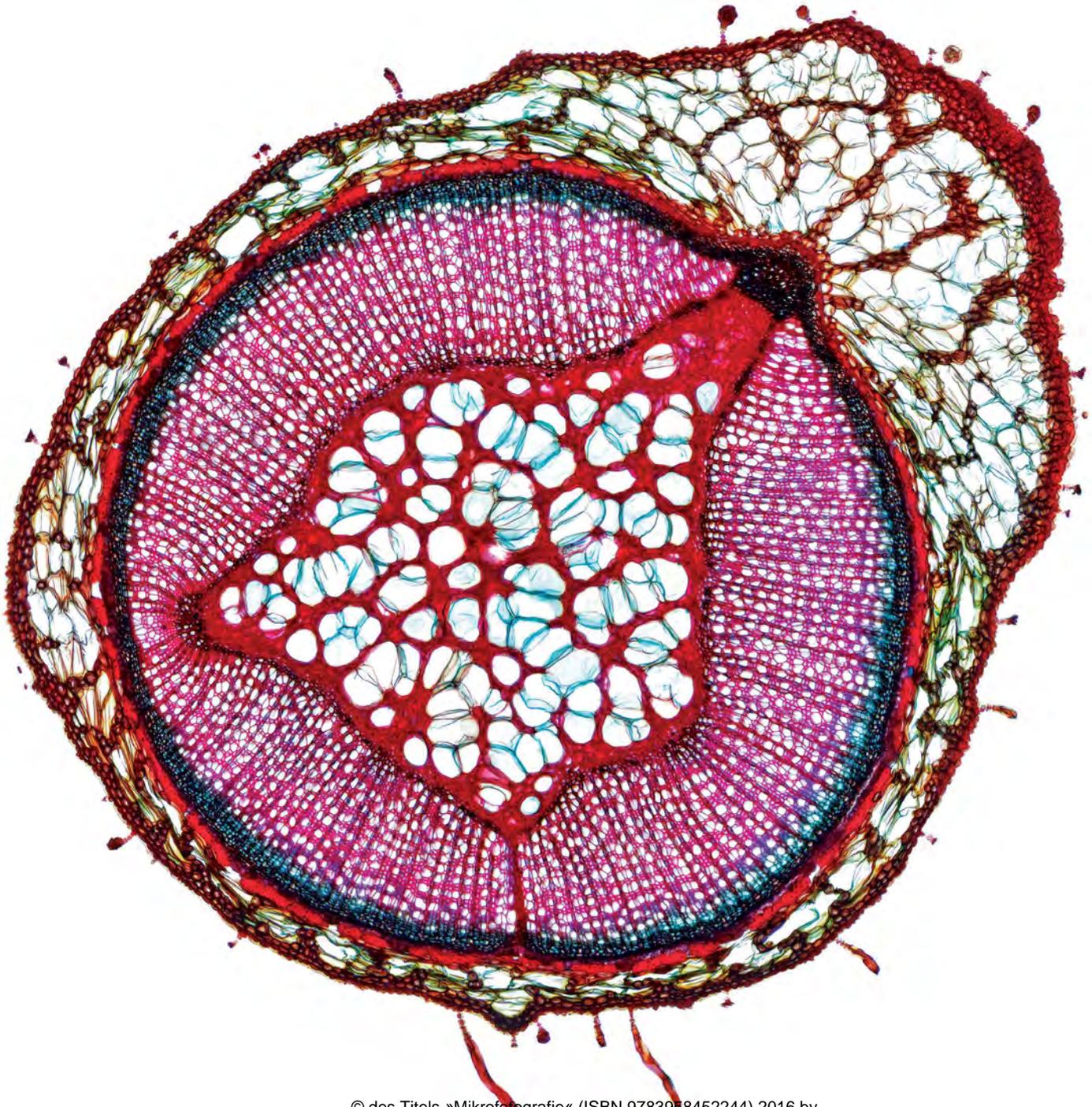
Beim Sammeln wurden die Sprosstiele in ca. 18 mm lange Stücke geschnitten und in ein Gefäß mit Schweingruber'scher Lösung (für verholztes Gewebe gedacht) gegeben. Die 25 µm dicken Schnitte wurden am Jung HN-40 Mikrotom mit Einmal-klingen geschnitten und mit der zweiteiligen Wackerfärbung unter dem Stereomikroskop gefärbt. Da für eine Ausstellung eine 85×85-cm-Ausbelichtung angefertigt werden sollte, war absolute Exaktheit gefragt, denn bei der Nachvergrößerung sieht man jeden Fehler übergroß.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Durchlicht, Hellfeld am Mikroskop, Pano-Stack

Hinweis

Die Halogenlampe verändert durch die Leistungsverstellung/-reglung ihre Farbtemperatur. Aus diesem Grund befindet sich beim Olympus BHS am Stativfuß eine Anzeige, auf der der für das Fotografieren empfohlene Bereich gekennzeichnet ist. Wenn für Aufnahmen Farbkorrektheit wesentlich ist und man mit einer definierten Farbtemperatur (z.B. 5000 Kelvin) arbeitet, muss auch der Farbkorrekturfilter berücksichtigt werden. Zum Überprüfen eignet sich ein Colorimeter oder das entsprechende Menü im RAW-Konverter.



RUDERFUSSKREBS

Abgebildet ist ein lebender Ruderfußkrebs.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge des Krebses beträgt 1,24 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D X

Olympus BHS

100-Watt-Lampenhaus

Trinokulartubus

Objektiv: S PLAN APO 10x

Projektiv: 1,67 NFK

Beleuchtung:

Die Aufnahmen wurden mit einem von mir umgebauten 100-Watt-Lampenhaus beleuchtet. Anstelle der Halogenlampe befindet sich ein Lichtleiter, die zweite Seite des Lichtleiters kommt aus einer Lichtweiche (Prisma). In der Lichtweiche wird das Blitzlicht von einem Quantum-X2-Blitzgerät und das Einstelllicht von einer Fostec-Kaltlichtleuchte mittels Lichtleiter zusammengeführt.

Hinweis

Das Einstelllicht muss so zurückgeregelt werden, dass es im Verhältnis zum Blitzlicht nicht sichtbar wird. Das hat zwei Gründe: Erstens würde die unterschiedliche Farbtemperatur zu einem nur schwer korrigierbaren Farbstich führen und zweitens würden – durch die Bewegung des Objekts – Geisterbilder entstehen.

Digitaler Workflow:

Der Stack besteht aus 243 Einzelbildern. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Die Schrittsteuerung hat ein Cognisys-Schrittmotor übernommen, dessen Steuerung ein MacBook Air mit Zerene Stacker Pro als Software-

treiber. Das Objekt wurde nach oben bewegt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch Canon EOS Utility.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro (Verkleinerung auf 40 cm), Zerene Stacker, Photo Zoom Pro und Photoshop. Da dieses Objekt teiltransparent ist, muss bereits in der Stacking-Software entschieden werden, welche Schichten im endgültigen Bild sichtbar sein sollen. Wird das nicht gemacht, kommt es zu unschönen Überschneidungen der inneren Organe. Im Stack entsteht der Eindruck, alle Organe würden sich auf einer Ebene befinden, was von manchen Betrachtern als zu unnatürlich empfunden wird. Hier muss jeder selbst entscheiden, ob er Einzelbilder einem Stack vorzieht.

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Der Krebs wurde mit einem Planktonnetz in einem Waldviertler Moor gefangen. Im Probengefäß wurden einige Exemplare in ihrem Biotopwasser bei leicht geöffnetem Deckel ins Studio transportiert. Mit der Pipette wurde er mit etwas Wasser auf den Objektträger übertragen. Zielsetzung ist es, unter dem Deckglas eine möglichst dünne Wasserschicht zu erzeugen, ohne unmittelbaren Druck auf den Ruderfußkrebs (und damit verbundene Deformation) auszuüben. Es erfordert einige Versuche, bis sich das Objekt in der gewünschten Stellung befindet.

Tipp

Durch einen Tropfen einer wässrigen Lösung eines Beruhigungsmittels verlangsamt man die Bewegungen. Achtung: Zu viel davon führt zum schnellen Tod!

Es war die Anfertigung von mehreren Aufnahmeserien nötig – Bewegungen im Bereich der für das Stacking benötigten Kernschärfezone verhindern, dass die Bilddaten verrechenbar sind. Dabei muss durch Wasserzugabe am Deckglasrand sichergestellt werden, dass das Objekt nicht zerdrückt/gequetscht wird.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Durchlicht, Blitzlicht am Mikroskop, Stack



KIESELALGE (*Pleurosigma angulatum*)

Abgebildet ist eine einzelne Kieselalge (Diatomee) aus einem Diatomeen-Testpräparat. Solche Testpräparate dienen eigentlich dazu, das Auflösungsvermögen unterschiedlicher Mikroskopobjektive zu überprüfen.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge der Diatomee beträgt 0,12 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D Mark IV

Olympus BH2-MJL

100-Watt-Lampenhaus

Trinokulartubus

Objektiv: D PLAN APO 40x oil

Projektiv: 1,67 NFK

Farbkorrekturfilter: LBD

Beleuchtung:

Die Dunkelfeldbeleuchtung bei Durchlicht erfordert einen Dunkelfeldkondensator, der hier eingesetzt benötigt Öl als Immersionsmittel.

Hinweis

Beim Immersieren mit einem Immersionsmittel (z.B. Immersionsöl oder Wasser) erreicht man die erwünschte Wirkung nur, wenn beide Luftschichten (zwischen Kondensator und Objektträger und zwischen Deckglas und dem Objektiv) durch das Immersionsmittel ersetzt/überbrückt werden. Wird nur an einer Seite immersiert, verringert die verbleibende Luftschicht die maximale NA auf 0,95.

Das Licht kommt vom Lampenhaus und passiert die Feldblende (*field iris*), der Dunkelfeldkondensator hat keine Aperturblende (*aperture iris*), das Licht tritt also unbeschränkt durch den Dunkelfeldkondensator und dringt durch die am Kondensator befindliche Immersionsölschicht, den Objektträger, das Objekt und das Deckglas. Über dem Deckglas geht das Licht durch die nächste Ölschicht und kommt im Objektiv an. Dort wird mit dem für Dunkelfeld geeigneten Objektiv das Licht durch die Iris beschränkt (verstellbare Blende im Objektiv). Die Lichtstrahlen beleuchten bei dieser Beleuchtungsart das Objekt aus einer seitlichen Position und produzieren Streiflicht, der Untergrund erscheint schwarz. Nach dem Objektiv entsteht wie bei den anderen Durchlichtverfahren auch das Zwischenbild, das über das Projektiv im Trinokulartubus in Richtung Kamerasensor gebracht wird.

Tipp

Es gibt auch Dunkelfeldkondensatoren für die Verwendung ohne Immersionsöl bzw. Phasenkontrastkondensatoren mit einer Dunkelfeldstellung.

Digitaler Workflow:

Stack bestehend aus 11 Einzelbildern. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte mittels EOS Utility.

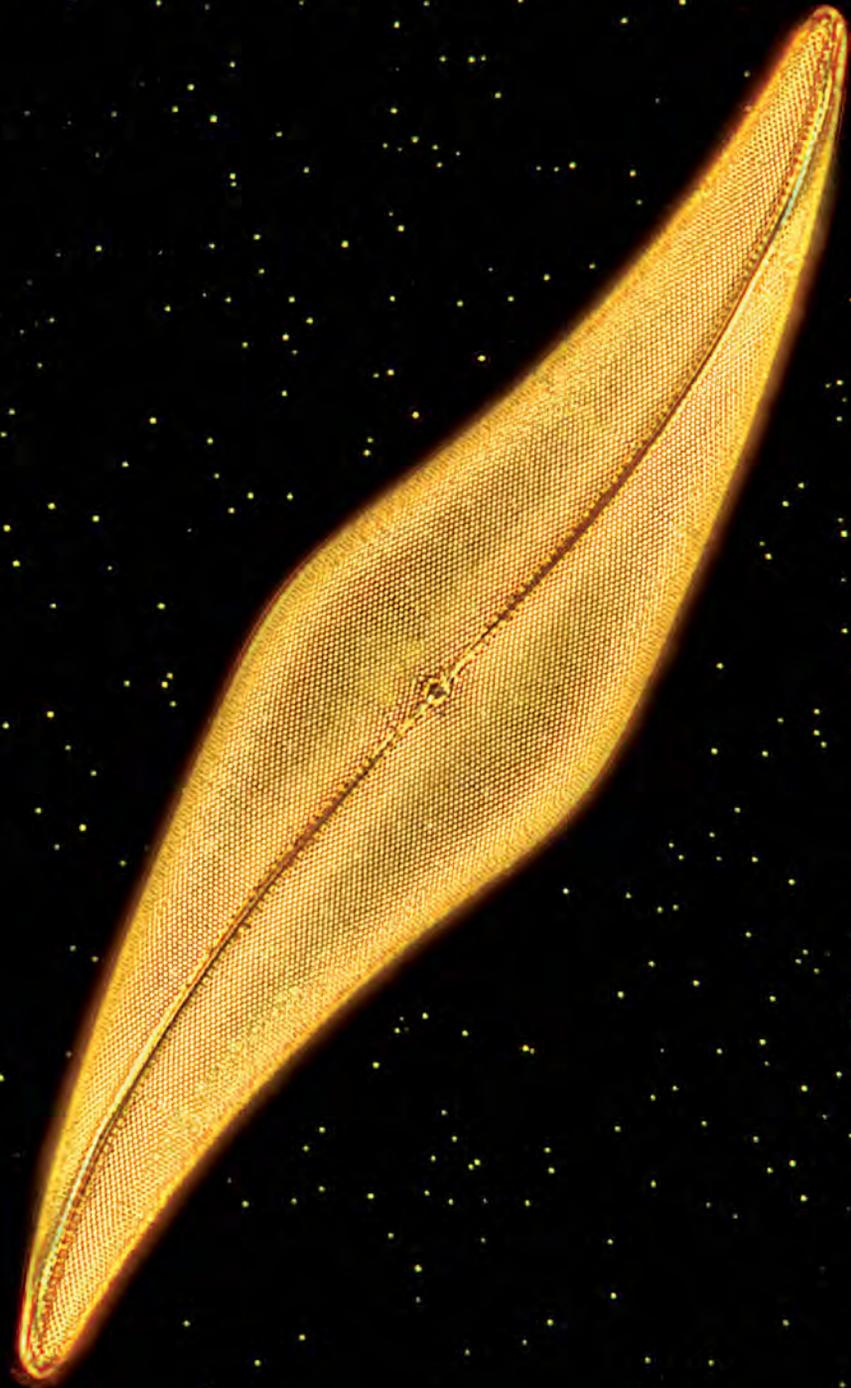
Bildbearbeitung: DxO Optics Pro (auf 30 cm Ausgabegröße beschränkt), Zerene Stacker Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Bei diesem Präparat handelt es sich um ein käuflich erworbenes Diatomeen-Präparat. Das Eindeckmittel enthält feine Luftbläschen, diese müssten retuschiert werden.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Durchlicht Dunkelfeld, Stack



ZIERALGE (*Micrasterias rotata*, Ralfs)

Bei der Zieralge *Micrasterias rotata* handelt es sich um eine in den Tiroler Mooren häufiger anzutreffende Spezies, die aufgrund ihrer Größe ein gern gesehenes Fotoobjekt darstellt.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge der Zieralge beträgt ca. 0,9 mm (Größenvergleich mit dem Objektmikrometer).

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Nikon D810

Olympus BHS

externes Lampenhaus umgebaut zur Mikroblitzeinrichtung

DIK-Einrichtung

Trinokulartubus

Objektiv: D PLAN 10x UV

Projektiv: 2,5 NFK

Beleuchtung:

Die Aufnahme wurde mit der Mikroblitzeinrichtung (Eigenbau) beleuchtet, als Einstelllicht diente LED-Licht, das durch den Reflektor und durch die Blitzröhre leuchtet. Die Leuchtzeit des Blitzes betrug $1/16000$ s (t 0,5), diese Blitzzeit ist nötig, um die Bewegungen innerhalb der Zelle *einzufrieren*.

Digitaler Workflow:

Es handelt sich um ein Einzelbild, das im RAW-Format mit dem elektronischen Verschluss der Nikon D810 aus dem Live View heraus aufgenommen wurde. Bei dieser Aufnahme war die Aufnahmeverzögerung der Kamera kein Problem. Die Alge hat zwar leicht rotiert, das hielt sich aber in Grenzen und daher konnte die Schärfeneinstellung trotzdem über den Bildschirm gemacht werden.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Mit der Spritze (ohne Nadel) wurden Wasserproben in den Mooren rund um den Pillersee gezogen und mit der Lupe vor Ort auf groben Inhalt untersucht. Für diese Aufnahme wurde Wasser mit der Pipette in eine Probenschale übergeführt und unter dem Stereomikroskop mit einer kleineren Spritze (mit Nadel) eine Vereinzelung durchgeführt. Die Alge wurde mit einem Wassertropfen auf den Objektträger übertragen und mit einem Deckglas abgedeckt.

Tip

Das Einhalten des exakten Abstands zwischen Projektiv und Sensorebene stellt Parfokalität zwischen dem gesehenen und dem aufgenommenen Bild sicher.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Durchlicht DIK, Einzelbild



NICKEL-EISEN-METEORIT (Gibeon Oktaedrit/IVA)

Abgebildet ist ein Ausschnitt aus einer vergoldeten Scheibe des aus Namibia stammenden Gibeon Meteoriten. Die Scheibe wurde für das Ziffernblatt einer Uhr angefertigt.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge des Ausschnitts beträgt 3x3 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Nikon D7100

Wild M3C

Wild-Auflichteinheit (Lichtleiter an eine Fostec DCR II angeschlossen)

Wild-Monokulartubus (plus Wild-Iriseinheit)

Objektiv: Wild Plan 1,6x

Projektiv: Wild-10x-Fotookular mit 0,32x-Wild-Adapterlinse für Vollformat

Wild S-Type Stativadapter

Beleuchtung:

Die Aufnahme wurde mit der Wild-Auflichteinheit (Hellfeld) und zwei seitlich aufgestellten Flächenleuchten (Lichtzange) beleuchtet. In diesem Lichtaufbau wird das Licht einer externen Fostec-DCR-II-Lichteinheit via Lichtleiter zur passenden Kollektorlinse in Richtung des Strahlenteilers geleitet (Eigenbau).

Die Iris wurde um eine Stufe zugezogen, dies sorgt für eine Verbesserung der Abbildungsleistung. Mit der Lichtzange wurden die Schatten in den Vertiefungen aufgehellt und damit der gesamte Motivkontrast reduziert. Auf den Einsatz eines Kegel-diffusors wurde verzichtet, da die Fotoadaption bereits sehr viel Licht schluckte (die Belichtungszeit der Aufnahme beträgt 32 Sekunden).

Digitaler Workflow:

Einzelbild, die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch Helicon Remote.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro (Verkleinerung auf 30 cm), Photoshop und Photo Zoom Pro (für die genauere Steuerung der Schärfung, inklusive weiterer Verkleinerung für den Druck).

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

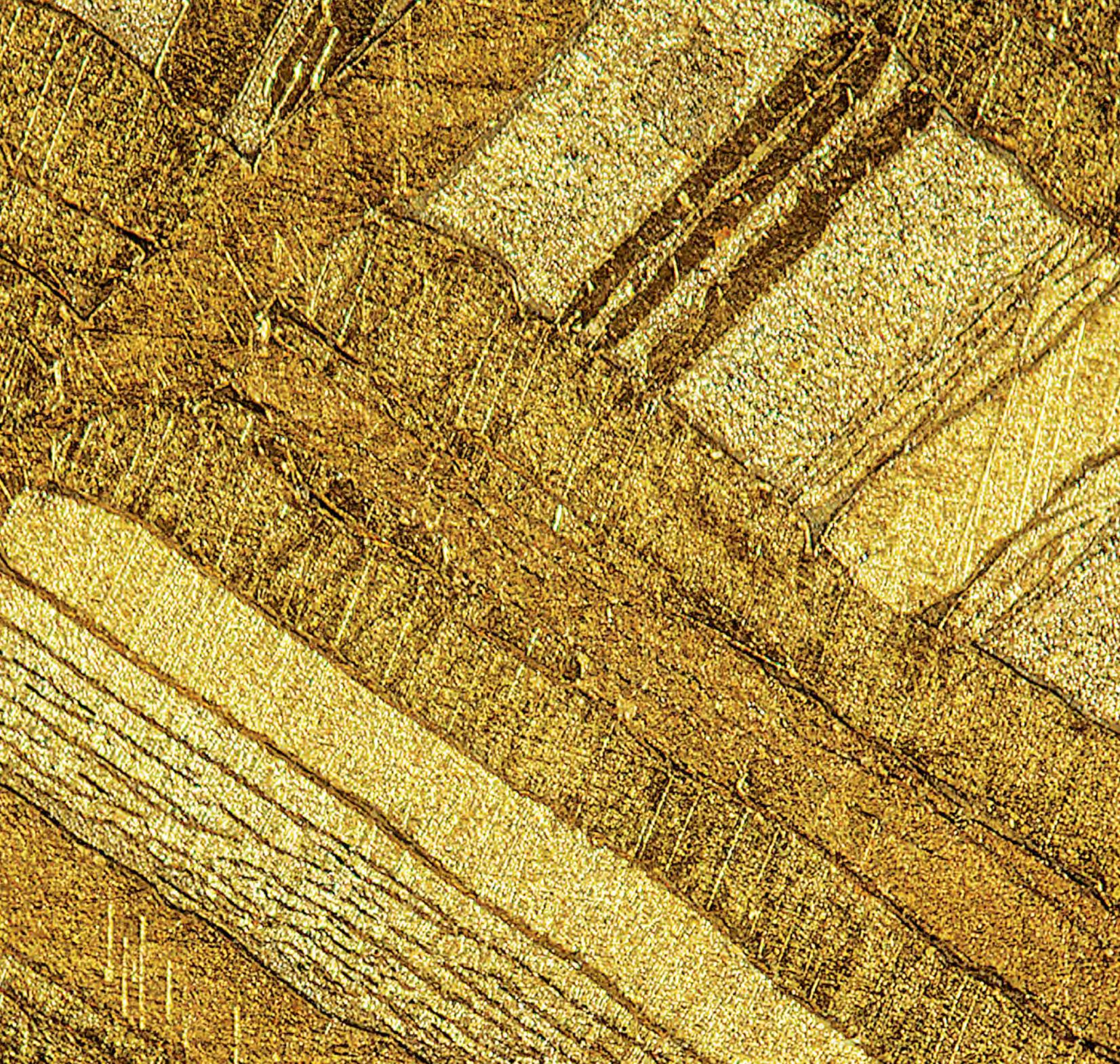
Die geätzte Meteoritenscheibe wurde vergoldet. In diesem Zustand habe ich sie gekauft. Die Scheibe wurde auf einen schwarzen Fotokarton gelegt und konnte so ohne zu zerkratzen auf der Grundplatte des Stereomikroskops bewegt werden. Da ich nur eine Einzelaufnahme anfertigen wollte, habe ich auf den Einsatz des Mikrokreuztisches verzichtet. Hätte ich ein Panorama aufnehmen wollen, wäre er für die genaue Positionierung der Einzelbilder unverzichtbar gewesen.

Tipp

Das Auflicht durch das Stereomikroskop und das Auflicht einer externen Beleuchtungseinheit kann zur Kontraststeuerung kombiniert werden, wenn beide Lichtquellen dieselbe Farbtemperatur aufweisen (Korrekturfilter).

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Auflicht, Hellfeld am Stereomikroskop, Einzelbild



BLAUMOHNSAMEN (*Papaver somniferum*)

Abgebildet ist ein einzelnes Samenkorn. Der Samen wird als Nahrungsmittel und zur Ölgewinnung eingesetzt, die Pflanze ist mit Ausnahme des Samens giftig.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge des Samens beträgt 1,2 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Nikon D7100

Olympus BH2-MJL

UMA (Auflichteinheit mit DF-Einsatz)

100-Watt-Lampenhaus

Trinokulartubus

Objektiv: NEO S PLAN 5x NIC.

Projektiv: 2,5 NFK.

Farbkorrekturfilter: LBD

Beleuchtung:

Die Aufnahmen wurden mit der UMA-Auflichteinheit und einem DF-Prisma beleuchtet. In diesem Fall wird das Licht des Lampenhauses über die passende Kollektorlinse in Richtung des Strahlenteilers geleitet. Bei der Dunkelfeldbeleuchtung wird das Aufnahmelicht am optischen System des Objektivs vorbeigeleitet (das eigentliche optische System sitzt bei den Dunkelfeldobjektiven in der Mitte und es gibt einen Lichtschacht rundherum). Richtung Objekt sitzt ein Prisma am Ende des Lichtschachts, das das Licht auf den richtigen Arbeitsabstand (WD) des Objektivs projiziert.

Digitaler Workflow:

Pano-Stack bestehend aus zwei Fokusstapeln, A1 (573 Einzelbilder) und B1 (514 Einzelbilder), das entspricht einer Gesamtanzahl von 1087 RAWs. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch Helicon Remote.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro (Verkleinerung auf 40 cm), Zerene Stacker Pro, Panorama Studio Pro, Photo Zoom Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Für diese Aufnahme habe ich einen quadratischen Objektträger (48×48 mm) auf einem schwarzen Fotokarton erhöht montiert. Als Distanz zwischen dem Fotokarton und dem Objektträger habe ich zwei Streifen des 1,27 mm dicken Fotokartons montiert. Damit ist das Samenkorn vom Hintergrund freigestellt und schwebt sozusagen über einem unscharfen schwarzen Hintergrund. Das Samenkorn habe ich aus vielen unter dem Stereomikroskop ausgewählt, Form und Oberfläche waren für mich die Kriterien.

Tipp

Wenn bei Dunkelfeld im Auflicht fotografiert wird, ist ein stabiler Aufnahmeplatz notwendig, die Belichtungszeiten liegen durchaus im Bereich von 15 bis 60 Sekunden.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Auflicht, Dunkelfeld am Mikroskop, Pano-Stack



NICKEL-EISEN-METEORIT (Muonionalustra)

Das Bild zeigt einen Ausschnitt der Widmanstätten-Figuren einer Scheibe des Muonionalusta Meteoriten. Dieser Nickel-Eisen-Meteorit wurde erstmals 1906 in Schweden gefunden. Das gefundene Material hat ein Gewicht von 230 kg, die abgebildete Scheibe einen Durchmesser von 318 mm und eine Dicke von 0,5 mm.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die aufgenommene Fläche ist ein Quadrat mit 20 mm Seitenlänge.

Aufnahmeort:

Fotostudio

Aufnahmeequipment:

Nikon D7100

Olympus BH2-MJL

UMA (Auflichteinheit mit DF-Einsatz)

100-Watt-Lampenhaus

Trinokulartubus

Objektiv: NEO S PLAN 5x NIC

Projektiv: 1,67 NFK

Beleuchtung:

Das Licht der UMA, Dunkelfeldbeleuchtung, wurde mit zwei Stück Fostec-Kaltlichtleuchten kombiniert. An den beiden Kaltlichtleuchten war jeweils eine Flächenleuchte mit vorgesetztem Diffusor angeschlossen. Die beiden Flächenleuchten dienten als Lichtzange, um einen Kegel-Diffusor von links und rechts anzuleuchten (Aufstellung im rechten Winkel). Das Dunkelfeld wurde für die Hauptbeleuchtung herangezogen, die Lichtzange zur Aufhellung der Tiefenstruktur. Um eine annähernd gleiche Farbtemperatur sicherzustellen, wurde in der UMA ohne Korrekturfilter gearbeitet und die Spannung auf 11 Volt gestellt. Die Kaltlichteinheiten wurden auf 85 % gestellt und die Anpassung der Helligkeit über die Iris der Lichtaustrittsöffnung eingestellt. Der Weißabgleich wurde in diesem Fall manuell auf 3000 Grad Kelvin eingestellt (messtechnische Überdeckung der 3 Farbkanäle RGB).

Das Bild wurde als Panorama geplant. Um die gewünschte Fläche abbilden zu können, waren 11 Einzelbilder (x-Achse) in 15 Reihen (y-Achse) notwendig, insgesamt also 165 Einzelbilder. Durch das Schließen der Aperturblende um ca. 25 % konnte auf die Anfertigung von Bildern in der z-Achse verzichtet werden.

Digitaler Workflow:

Die Kamera wurde mit Helicon Remote ferngesteuert; der Transport am Kreuztisch wurde manuell durchgeführt; die RAWs wurden im RAW-Konverter DxO Optics Pro im Prime Mode entwickelt; aus Qualitätsgründen (Rauschen, Kantenschärfe, Auflösungsempfinden, Verkleinerung der Linsenfehler ...) wurde eine dreistufige Verkleinerung gewählt:

1. Im RAW-Konverter wurde die Ausgabegröße auf 40 cm Breite reduziert (Standard bei der eingesetzten Kamera ist 60 cm).
2. Die 165 Einzelbilder wurden mit Panorama Studio Pro zu einem zylindrischen Panorama verrechnet, die Ausgabegröße wurde dabei auf 50 % gesetzt. Das so entstandene Ausgangsbild hat bei 300 dpi eine Breite/Höhe von 160 cm und kann daher problemlos als großflächiger Ausstellungsprint verwendet werden.
3. Das Bild wurde für dieses Buch mit Photo Zoom Pro verkleinert.

Aufnahmevorbereitung/Präparation

Das gezeigte Objekt habe ich käuflich erworben, keine eigene Präparation.

Hinweis

Widmanstätten'sche Strukturen werden sichtbar, wenn Eisenmeteorite vom Typus Oktaedrit angeschliffen, poliert und mit methanolhaltiger Salpetersäure abgeätzt werden. Das Nickel-arme Kamacit wird dabei stärker angegriffen/aufgelöst als der Nickel-reiche Taenit.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Auflicht am Mikroskop gemischt mit zusätzlicher Beleuchtung, Pano-Stack



RESORCIN

Ausschnitt einer Kristallisation aus einer Lösung von Resorcin

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge des Ausschnitts beträgt 1,2 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D Mark IV

Olympus BHS

100-Watt-Lampenhäus

Trinokulartubus

Objektiv: S PLAN 20x

Projektiv: 1,67 NFK

Farbkorrekturfilter: LBD

Beleuchtung:

Die Aufnahmen wurden mit dem externen 100-Watt-Lampenhäus durch die darin befindliche Mattscheibe beleuchtet. Die Polfilter in der Polarisations Einheit KPA und im Leuchtfeldblenden-einsatz sind auf die X-Stellung eingestellt (Kreuzstellung). Der Beleuchtungsstrahlengang wurde geköhlet, die Aperturblende um ca. 10 % geschlossen.

Digitaler Workflow:

Fokusstapel bestehend aus 13 Einzelbildern. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte mittels Canon EOS Utility.

Bildbearbeitung: Capture One Pro, PT-GUI Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Für diese Aufnahme habe ich eine Lösung aus Resorcin in auf 60 Grad erhitztem Wasser am Magnetrührer hergestellt. Mit der Pipette wurde die gesättigte Lösung auf – im Sterilisator vorgeheizte – Objektträger getropft und mit einer Spatel ausgestrichen. Anschließend wurden die Objektträger zum Auskristallisieren auf den Heizkörper gelegt und der Fortschritt mit einer 10-fach-Lupe kontrolliert.

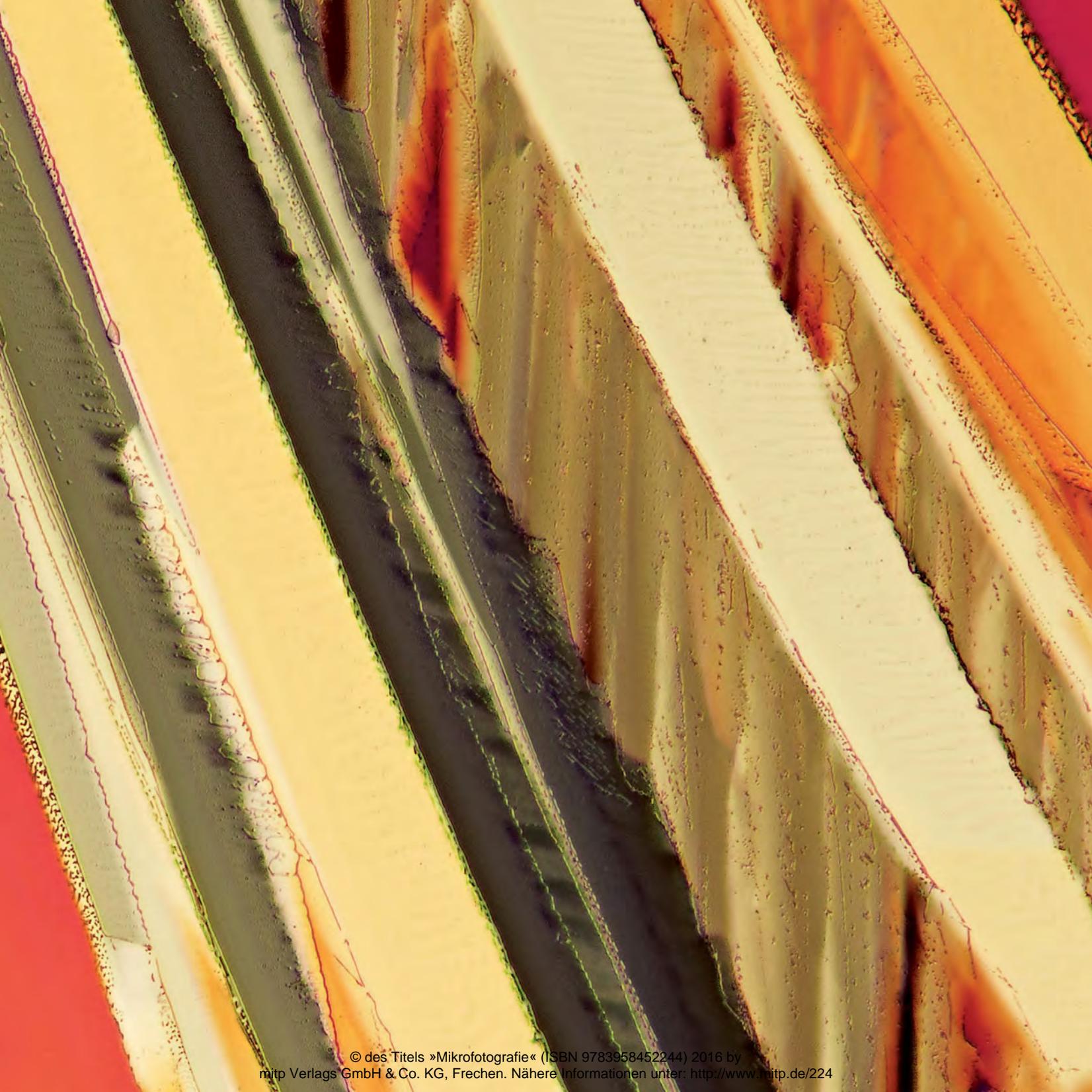
Auf den Einsatz eines Deckglases habe ich verzichtet. Das hat den Vorteil, dass das Kristallwachstum flächiger erfolgt, den Nachteil, dass dickere Präparate entstehen.

Tipp

Das Anfertigen von Kristallisationspräparaten aus einer Lösung (Resorcin, Vitamin C, Weinsäure ...) ist für viele Fotografen und Fotografinnen der Einstieg in die Mikrofotografie. Man kommt schnell zu Präparaten und es reicht die einfachste Polarisations-einrichtung (2 Polfilter).

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Durchlicht, Polarisation, Stack



GRANIT

Ausschnitt eines von Waldviertler Granit (Gegend von Schrems/Niederösterreich) angefertigten Dünnschliffs

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Länge des Ausschnitts beträgt 11 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Nikon D7100

Olympus-BHSP-Polarisationsmikroskop

100-Watt-Lampenhaut

Trinokulartubus

Objektiv: S PLAN APO 10x

Projektiv: 2,5 NFK

Farbkorrekturfilter: LBD

Beleuchtung:

Die Aufnahmen wurden mit dem externen 100-Watt-Lampenhaut und der darin befindlichen Mattscheibe beleuchtet. Am Polarisationsmikroskop sind die beiden Polfilter in der X-Stellung eingestellt (Kreuzstellung). Der Beleuchtungsstrahlengang wurde geköhlt, die Aperturblende um ca. 15 % geschlossen.

Digitaler Workflow:

Die Aufnahme ist ein mehrreihiges Panorama, bestehend aus 62 Einzelbildern. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte mittels Nikon Remote 2.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro, Panorama Studio Pro, Photo Zoom Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Den Gesteinsbrocken habe ich vor Ort eingesammelt, mit der Diamantsäge geschnitten, geschliffen und poliert, auf den Objektträger geklebt, auf Dicke geschliffen, endpoliert und eingedeckt.

Der gesamte Präparationsprozess lag also in meiner Hand.

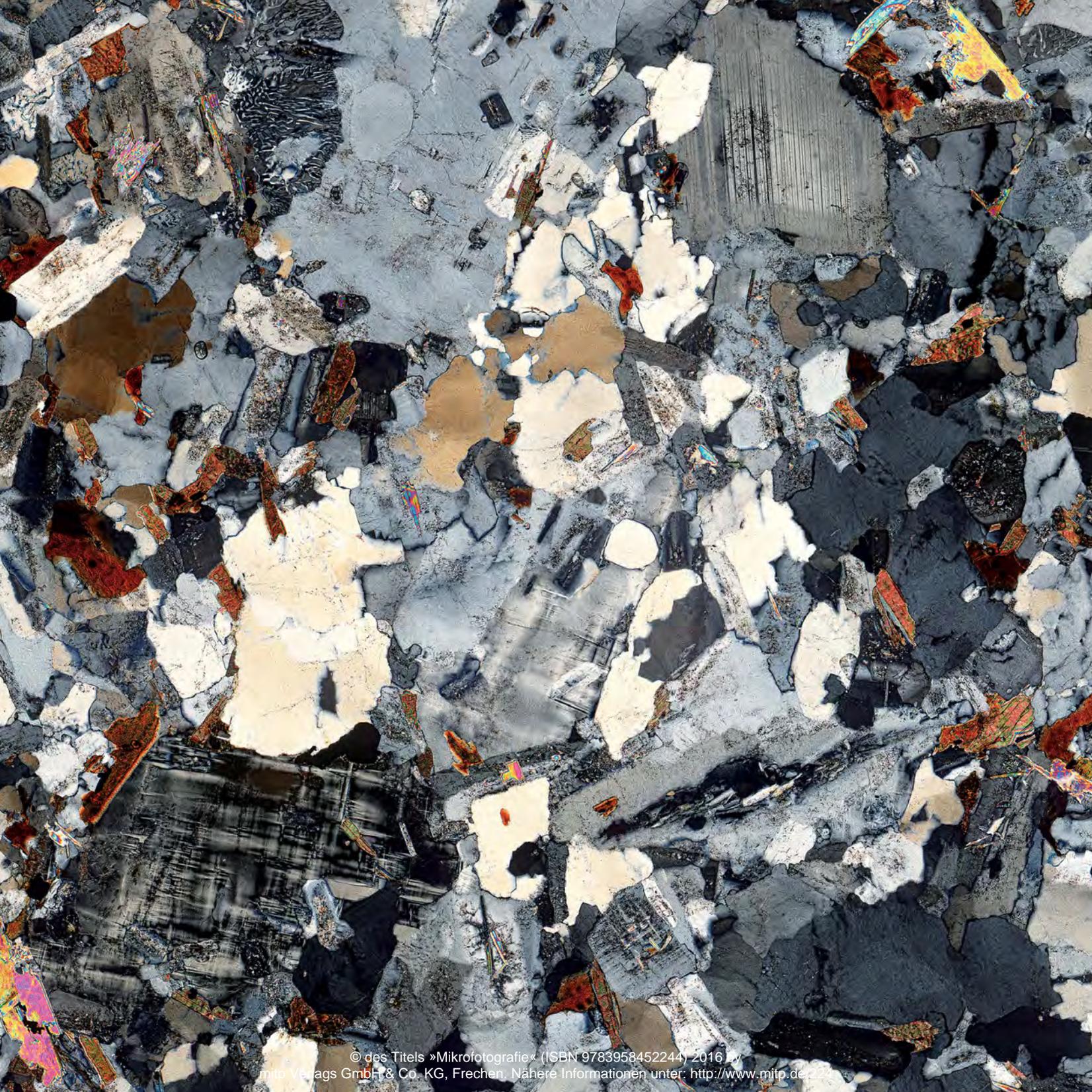
Nachträglich hat sich als Problem herausgestellt, dass der Granit im Steinbruch gesprengt worden war, was man an den Trümmerskristallen in der Außenschicht/Bruchstelle erkennen konnte. Hätte ich das bereits beim Sammeln gewusst, hätte ich ein größeres Gesteinsstück sammeln müssen und nur Material aus dem Kernbereich verarbeiten dürfen.

Hinweis

Bei dieser Art der Aufnahme ist es entscheidend, dass die Gesteinsschicht absolut parallel zum Objektträger geschliffen ist, eine geringe Abweichung würde sich bei 11 mm Verfahrensweg (für das Panorama) unweigerlich in Unschärfe auswirken.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

XPL Polarisation, Pano-Stack



GLIMMER (Muscovit)

Achsenbild eines ausgerichteten Dickschliffs von Glimmer

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

400fach-Vergrößerung

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Nikon D7100

Olympus-BHSP-Polarisationsmikroskop

100-Watt-Lampenhaut

Trinokulartubus

Objektiv: D PLAN APO 40x oil

Projektiv: 1,67 NFK

Farbkorrekturfilter: LBD

Beleuchtung:

Die Aufnahmen wurden mit dem externen 100-Watt-Lampenhaut und der darin befindlichen Mattscheibe beleuchtet. In diesem Fall muss die Leuchtfeldblende vollständig geöffnet sein. Am Polarisationsmikroskop sind die beiden Polfilter in der X-Stellung eingestellt (Kreuzstellung), über die fokussierbare Bertrand-Linse wird die Lichterscheinung des Achsenbildes fokussiert.

Digitaler Workflow:

Es handelt sich um eine Einzelaufnahme.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro (Verkleinerung auf 30 cm), Photo Zoom Pro und Photoshop. Die Herausforderung bei dieser Aufnahmeart liegt auf der Scharfzeichnung (man muss stärker als bei anderen Aufnahmen scharfzeichnen, wodurch die Gefahr von Überschärfungssäumen entsteht).

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Dieses Präparat – einen Dickschliff – habe ich dankenswerterweise von einem Experten zur Verfügung gestellt bekommen. Meine vorausgegangenen Versuche mit eigenen Dünnschliffen waren nicht von Erfolg gekrönt, da die Kristalle im Gestein in allen möglichen Stellungen vorkamen und ich keinen *ausgerichteten* finden konnte (die Achsen lagen ausnahmslos schief).

Das gezeigte Bild ist 45 Grad gegen den Uhrzeigersinn von der Normalstellung entfernt.

Hinweis

Wie viele Ordnungen Sie in der kreisrunden Abbildung sehen, ist von der NA des eingesetzten Objektivs abhängig. Mit der NA 0,65 habe ich nur den mittleren Ausschnitt dessen gesehen, was Sie in dieser Abbildung sehen (das verwendete D PLAN APO 40x oil hat eine NA von 1,0).

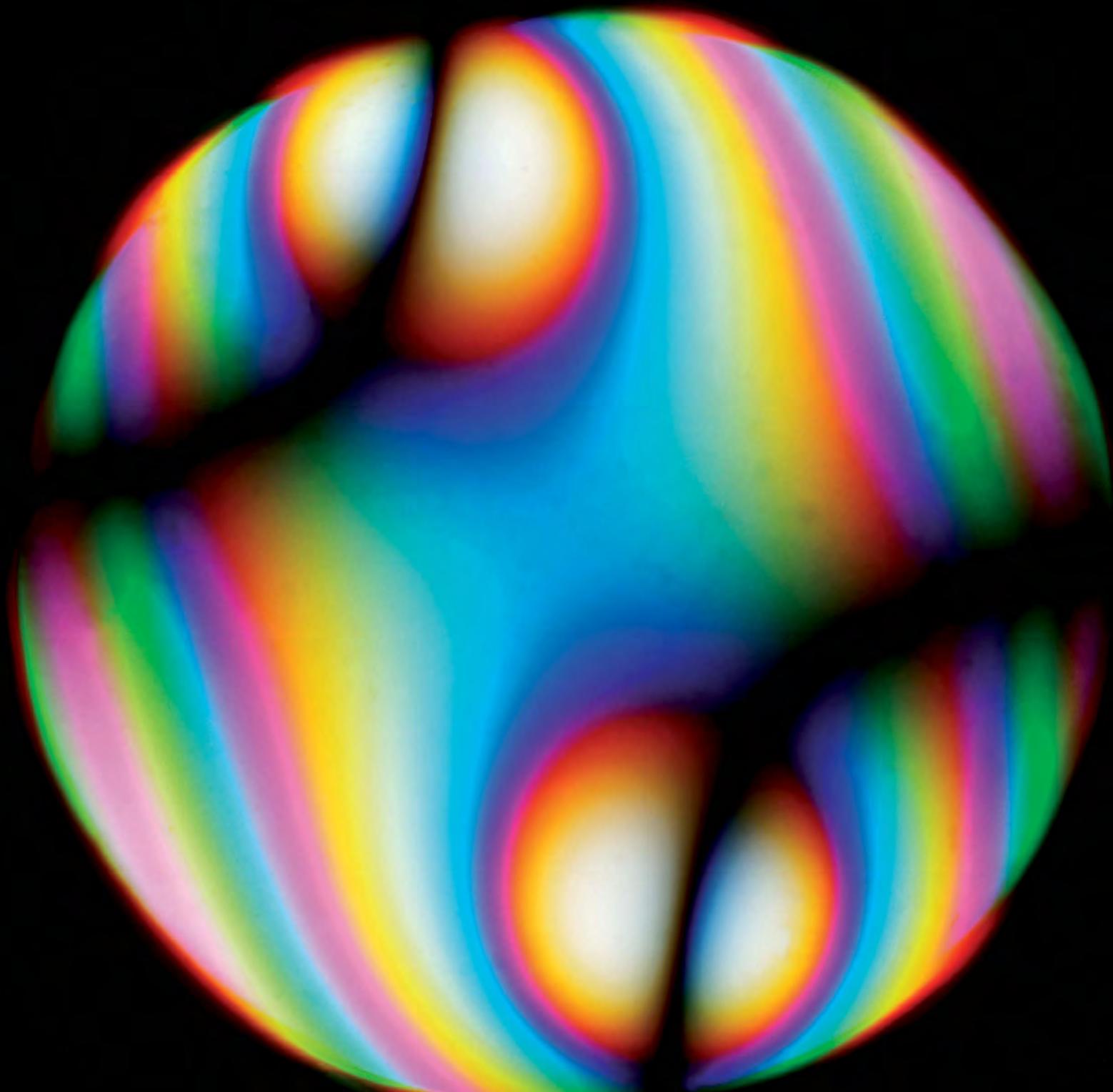
Zwischen Dickschliff und Objektiv kam Immersionsöl. Es musste mit der Bertrand-Linse die richtige Fokusposition gefunden werden. Parallel wurde die Fotoadaptation, die Sensorebene tiefer gestellt (Verkürzung des Abstands des Projektivs zur Sensorebene). Das hat zwar eine Verbesserung der Schärfleistung gebracht, allerdings mit dem Nachteil, nicht mehr parfokal zu sein und die Einstellung am Remote-Live-Bild (am Monitor) durchführen zu müssen.

Tipp

Wenn Sie nicht über eine fokussierbare Bertrand-Linse verfügen, können Sie das Einstellteleskop für die Betrachtung heranziehen (Sie müssen auf das Zwischenbild fokussieren).

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Achsenbildpolarisation, Konoskopie, Einzelaufnahme



WEISSBEERIGE MISTEL (*Viscum album*)

Die Weißbeerige Mistel lebt als Halbschmarotzer auf Laubbäumen. Abgebildet ist ein Querschnitt aus einem ca. 5 mm dicken Sprossstiel.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Breite des abgebildeten Bereichs beträgt ca. 1,8 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D Mark IV

Olympus BHS

RFCA (Auflichteinheit für Fluoreszenz)

HBO 100 W

Trinokulartubus

Objektiv: D PLAN APO 10x

Projektiv: 2,5 NFK

Fluoreszenz-Filterwürfel: BI

Beleuchtung:

Bei dieser Aufnahme wurde ausschließlich Auflicht eingesetzt, das Licht der Lampe HBO-100 wurde mit dem Filterwürfel BI gefiltert. Um Reflexe aus dem Durchlicht-Strahlengang zu verhindern, wurde dieser mit dem in Abbildung 8.12 gezeigten Lichtschutz-Schieber gesperrt.

Digitaler Workflow:

Pano-Stack bestehend aus 20 Fokusstapeln, mit einer Gesamtanzahl von 1087 RAWs. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch Helicon Remote.

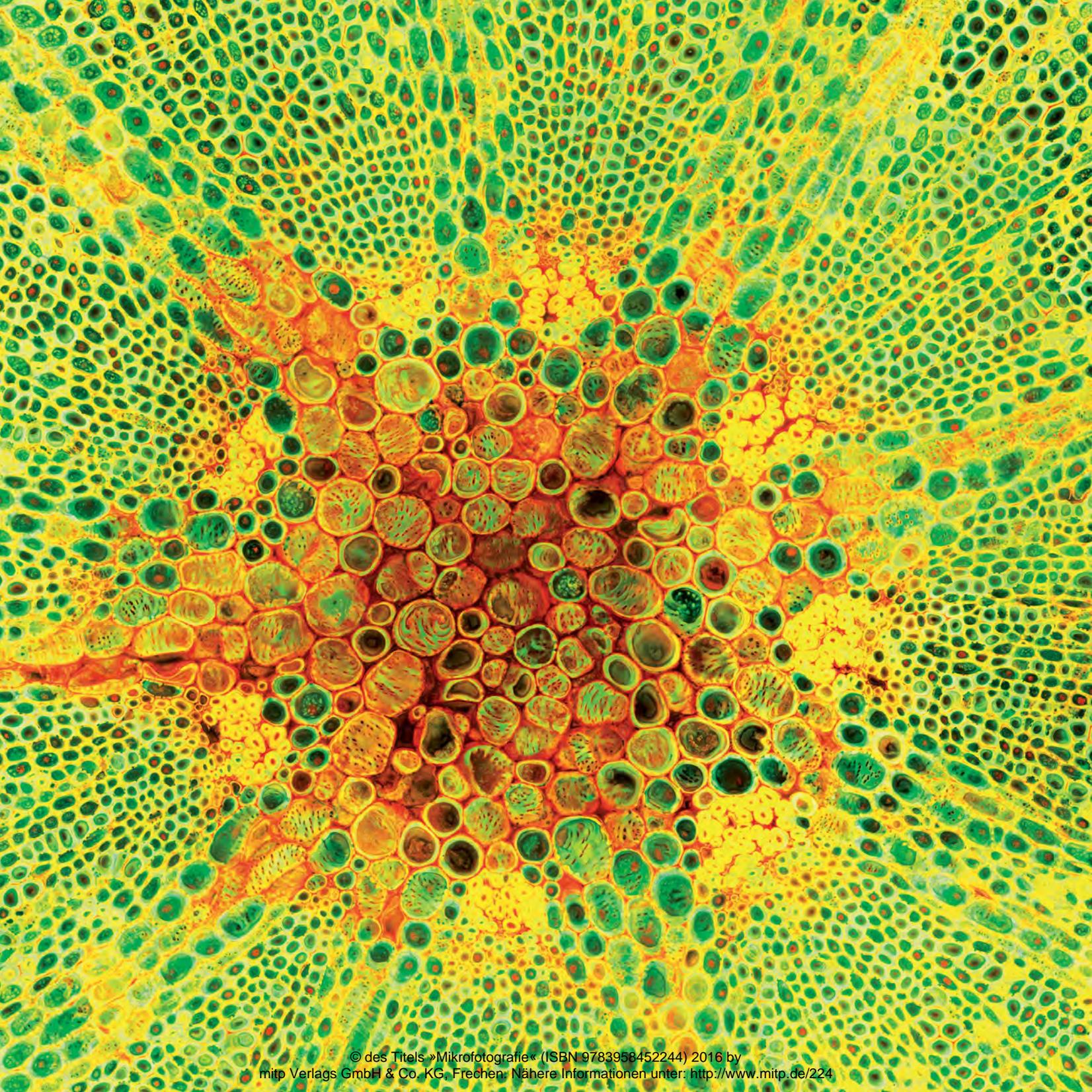
Bildbearbeitung: Capture One Pro, Zerene Stacker Pro, Panorama Studio Pro, Photo Zoom Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Die Mistel habe ich im Wienerwald gesammelt und in AFE fixiert. Geschnitten wurde am Jung HN-40 mit einem B-Messer. Die Schnittstärke beträgt 25 µm. Gefärbt wurde mit dem zweiteiligen Wacker-Färbesatz.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Fluoreszenzanregung, Auflicht, Pano-Stack



SUMPFORST (*Rhododendron tomentosum*)

Querschnitt aus einem ca. 4 mm dicken Stamm des Sumpforsts. Das Material wurde im nördlichen Waldviertel (Niederösterreich) gesammelt.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Breite des abgebildeten Bereichs beträgt ca. 2,5 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Canon EOS 1D Mark IV

Olympus BHS

RFCA (Auflichteinheit für Fluoreszenz)

HBO 100 W

Zusätzlich 100-Watt-Lampenhaus (im Durchlichtstrahlengang)

Trinokulartubus

Objektiv: D PLAN APO 10x

Projektiv: 2,5 NFK

Farbkorrekturfilter: LBD (Durchlichtstrahlengang) Fluoreszenz-Filterwürfel G

Beleuchtung:

Bei dieser Aufnahme wurde Auf- und Durchlicht gemischt. Im Auflicht-Strahlengang wurde das Licht der Lampe HBO-100 gefiltert durch den Filterwürfel G eingesetzt, im Durchlicht das Licht des externen Lampenhauses. Beide Lichtquellen mussten aneinander angeglichen werden. Da die HBO-Lampe nicht regelbar ist und aus Sicht der 100-Watt-Lampe deutlich dunkler ist, musste die 100-Watt-Lampe mit einem Graufilter – im Filterhalter über der Leuchtfeldblende eingeschoben – abgeschwächt werden.

Ziel war es, die Ausleuchtung so zu steuern, dass das Gewebe komplett ausgeleuchtet ist. Hätte ich nur mit Auflicht gearbeitet, würden nur jene Bereiche dargestellt, die sich anregen lassen.

Digitaler Workflow:

Pano-Stack bestehend aus 12 Fokusstapeln zu je 10 Bildern. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch Helicon Remote.

Bildbearbeitung: Capture One Pro, Zerene Stacker Pro, Panorama Studio Pro, Photo Zoom Pro und Photoshop

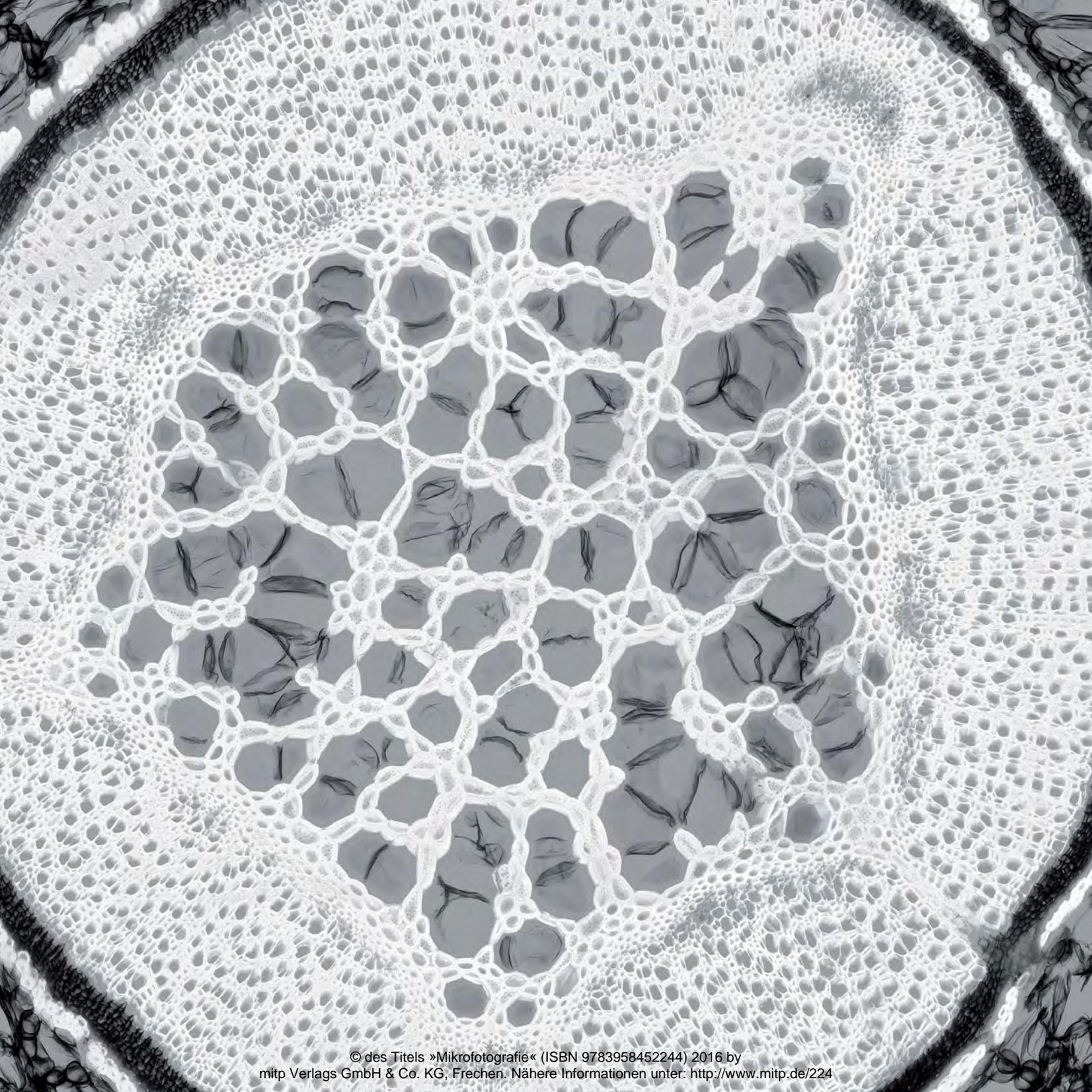
Die Schwarz-Weiß-Umwandlung erfolgte in Photoshop.

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Nach dem Sammeln wurde der Sumpforst in AFE fixiert. Geschnitten wurde am Jung HN-40-Mikrotom mit einem B-Messer, die Schnittstärke beträgt 25 µm. Gefärbt wurde mit der zweiseitigen Wackerfärbung.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Fluoreszenzanregung, Mischlicht, Pano-Stack



ROSSKASTANIE (*Aesculus hippocastanum*)

Querschnitt aus einem ca. 6 mm dicken Ästchen des Blütenstandes der Rosskastanie

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Breite des abgebildeten Bereichs beträgt ca. 1,2 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Nikon D7100

Olympus BHS

RFCA (Auflichteinheit für Fluoreszenz)

HBO 100 W

Trinokulartubus

Objektiv: D PLAN APO 10x

Projektiv: 1,67 NFK

Fluoreszenz-Filterwürfel: BI

Beleuchtung:

Bei dieser Aufnahme wurde ausschließlich Auflicht eingesetzt, das Licht der Lampe HBO-100 wurde mit dem Filterwürfel BI gefiltert. Um Reflexe aus dem Durchlicht-Strahlengang zu verhindern, wurde dieser mit dem in Abbildung 8.12 gezeigten Lichtschutz-Schieber gesperrt.

Digitaler Workflow:

Pano-Stack bestehend aus 2 Fokusstapeln mit insgesamt 22 Bildern. Der Abstand zwischen den einzelnen Schichten beträgt jeweils ca. 1 µm. Den Transport habe ich manuell durchgeführt. Die Fernsteuerung der Kamera erfolgte durch Camera Remote 2.

Bildbearbeitung: DxO Optics Pro, Zerene Stacker Pro, Panorama Studio Pro, Photo Zoom Pro und Photoshop

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

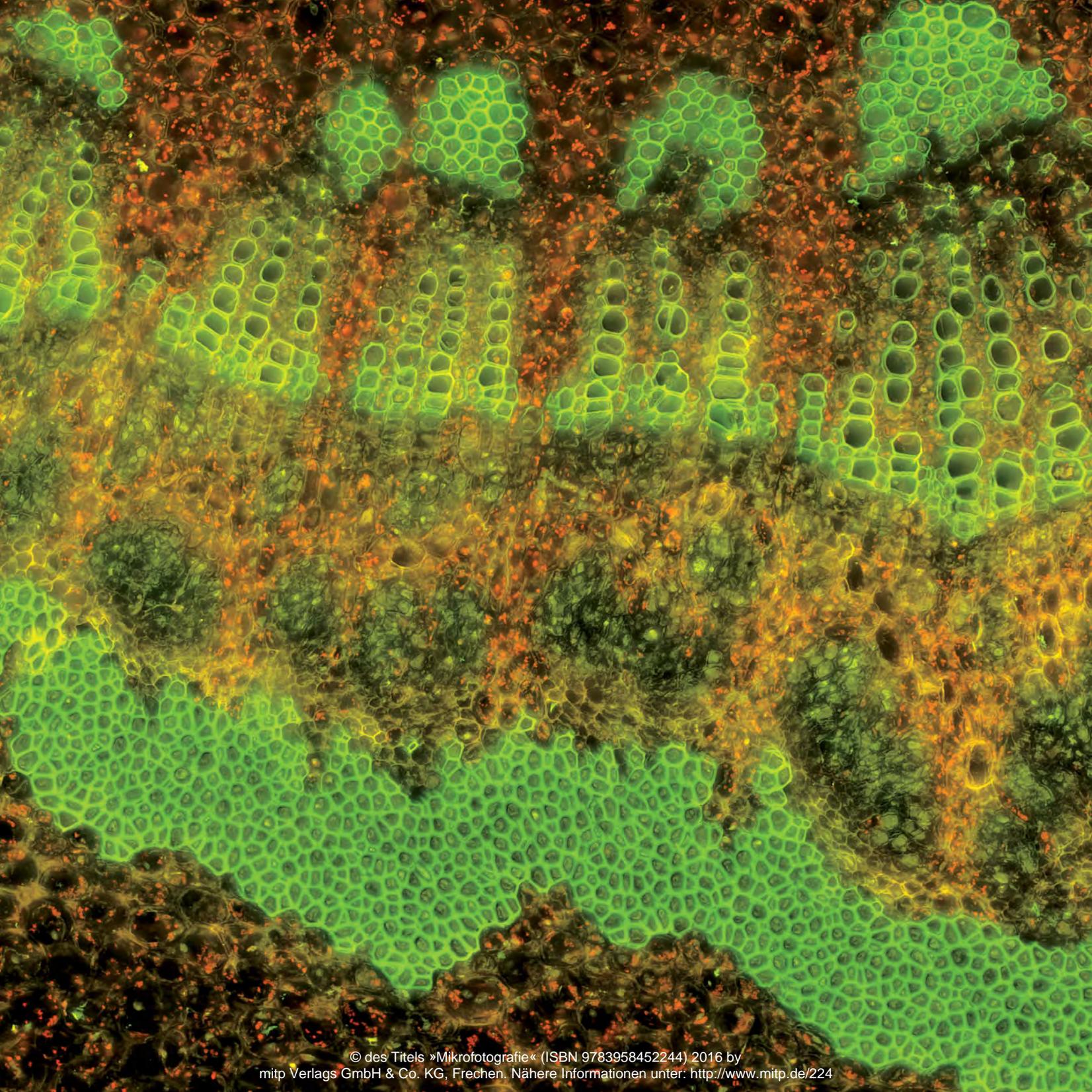
Der Blütenstand wurde frisch vom Baum geschnitten. Die Schnitte wurden mit dem Handmikrotom erzeugt und hatten eine Dicke von 35 µm.

Der Schnitt wurde in vorher abgekochtes, entmineralisiertes Wasser übergeführt und dieses mehrmals getauscht, bevor der Schnitt in einem Glycerin-Wasser-Gemisch (ca. 20 % Glycerin, entmineralisiertes Wasser) für die Überführung auf den Objektträger vorbereitet wurde. Das Präparat wurde eingedeckt und in den optischen Strahlengang des Mikroskops gelegt.

Die Primärfluoreszenz nimmt nach einer Weile (ein paar Minuten) noch zu, bevor sie anschließend wieder abnimmt. Man hat damit bei diesem Präparat ca. 60 Minuten zum Fotografieren.

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Primärfluoreszenz, Pano-Stack



WOLLSCHWEBERBEIN (*Bombylius sp.*)

Abgebildet ist die Umgebung des Gelenks zwischen Schenkel (Femur) und Schiene (Tibia) eines Wollschweberbeins. Wollschweber sind kleine Insekten, die zur Familie der Zweiflügler (Diptera) gehören. In Abbildung 2.11 ist ein Wollschweber als Ganzes abgebildet.

Abbildungsmaßstab/abgebildete Fläche:

Die Breite des abgebildeten Bereichs beträgt ca. 1 mm.

Aufnahmeort:

Studio

Aufnahmeequipment:

Zeiss-SIGMA-Elektronenmikroskop

Beleuchtung:

Beim Elektronenmikroskop findet keine Beleuchtung im eigentlichen Sinne statt. Mittels Hochspannung wird der Elektronenstrahl über das in Vakuum befindliche Objekt geführt.

Digitaler Workflow:

Das Elektronenmikroskop liefert TIFFs in 8 oder 16 Bit, in diesem Fall 16 Bit.

Das Bild ist ein Einzelbild, die Steuerung der Kamera erfolgte durch die Zeiss-eigene Software des Elektronenmikroskops.

Die Bildbearbeitung der Monochromdaten erfolgte in Photoshop. Um die Daten aufbereiten zu können, wurden diese in RGB umgewandelt, eine Steuerung der Tonalität kann dadurch mit der selektiven Farbkorrektur durchgeführt werden.

Aufnahmevorbereitung/Präparation:

Der Wollschweber stammt aus Nordbulgarien. Das tote Objekt wurde im Ultraschallbad gereinigt, luftgetrocknet und sezirt. Das Bein wurde für die Untersuchung im Elektronenmikroskop besputtert (Fachbegriff für die Beschichtung der Oberfläche des zu untersuchenden Objekts – die Schicht wird durch Niederschlag aus dem in der Gasphase befindlichen Metalldampf gebildet).

Schwerpunkttechnik der Aufnahme:

Rasterelektronenmikroskop



Index

A

- Abbildungsmaßstab 82
 - 1:1 121
 - bis 16:1 160
 - bis 50:1 174
 - bis 8:1 144
 - messen mit Lineal 365
- Adapter
 - PM-ADF 340
- Adaption
 - DSLR-Adaption am Monokulartubus 343
 - Trinokulartubus 334
- AFE (Alkohol, Formalin, Eisessig) 387
- Anschliff
 - Gestein 405
- Aperturblende 234, 250
- Archivlösung
 - Strasburger 387
- ASA Siehe ISO
- Auflagemaß 334
- Aufflicht 186, 315
 - DIK/NIK 279
 - Hellfeld 278
- Aufflicht-Einheit 258
- Aufflicht-Mikroskop 276
- Auflösung 90, 224
 - Objektive im Test 92
 - Testtarget 91

B

- Balgengerät 124, 131, 148, 347
 - Contax 164
 - Mamiya 165
 - Novoflex-Automatikbalgen 163
 - shift 138
 - swing 139
 - tilt 138
- Bayer-Farbfiltermuster 217
- Beleuchtung 182
 - Aufflicht 186
 - Dunkelfeld 208
 - Durchlicht 186
 - Gegenlicht 186
 - indoor 188
 - Köhler'sche 233

- Kunstlicht 183
- Mikroskop 245
- Mischlicht 183
- Mitlicht 185
- outdoor 203
- schiefe 234
- Seitenlicht 186
- Streiflicht 186
- Tageslicht 182
- Unterlicht 186

- Beleuchtungsstrahlengang
 - Mikroskop 233
- Belichtung 60, 68
 - Korrekturfaktor 71
- Belichtungsmesser 69
- Bildfeldebahnung 355
- Bildkreis 96
- Bildstabilisator 100
- Binokulartubus 259, 270
- Blende 60
 - Aperturblende 234, 250
 - Einstellmöglichkeiten 61
 - Feldblende 233, 250
 - maximale Öffnung 60
 - und ISO und Zeit 64
- Blitzgerät 189
- Bohrensack 136
- Brille 260

C

- Chromatische Aberration 354
- Colorchecker 444
- CR-Dateiformat 439
- Crop-Faktor 82

D

- Dateiformat 438
- Dauerpräparat 386, 396
- Deckglaskorrektur 227
- Diffusor 137
- Digitaler Workflow 454
- DIK (Differenzieller Interferenz-Kontrast) 241
 - Aufflicht 279
- DIN Siehe ISO
- Displaylupe 155

- Drehtisch 371
- Dunkelfeld 278
 - Kontrastverfahren 237, 278
- Dunkelfeldbeleuchtung 208
- Dünnschliff
 - Gestein 405
- Durchlicht 186, 311
 - Kontrastverfahren 284
- Durchlicht-Mikroskop 267

E

- Eigenfluoreszenz 318
- Eindecken 393
- Einmalklinge 425
- Einstellschlitten 132, 154
 - mit Mikrometerschraube 154, 176
- Empfindlichkeit Siehe ISO
- Endlich-Mikroskop
 - Kamera-Adaption 338
 - Zwischenbildebene 338
- Entparaffinieren 401
- EOS
 - Kamera-Adaption 346

F

- Farbechtheit
 - prüfen 457
- Färbeverfahren
 - FCA-Färbung nach Etzold 391
 - W-3A nach Wacker 389
- Farbmodell 439
 - Lab 440
- Farbraum 439
- Farbtemperaturfilter 183
- Feldblende 233, 250
- Filter 97
 - Anti-Moiré 80
 - Farbtemperaturfilter 183
 - Graufilter 99
 - Hochpass 80
 - Klarglas-Schutzfilter 99
 - Polarisationsfilter 97, 301
 - Schutzglas 80
 - Tiefpass 80, 222
 - UV-Filter 99

Fixierlösung
 AFE 387
 nach Schweingruber 387
Flächenleuchte 199
Fluoreszenz 308
 Eigenfluoreszenz 318
 primär 319
 sekundär 319
 Sekundärfluoreszenz 319
Focus-Stacking 145, 466
Fokusebene 84
Fotookular
 Mikroskop 329
Fototubus
 Mikroskop 348
Fresnel-Linse 201

G

Gamma 442
Gegenlicht 186
Gestein
 An-/Dünnschliff 405
Gradation 443
Gradationskurve 443
Graufilter 99
Grundempfindlichkeit 63
Gyrosensor 101

H

Haarlineal 408
Halogenlampe 188, 311
HBO-Lampe 248, 309
Histogramm 60, 72
Hochpass-Filter 80
Hotspot 357

I

Image Stabilizer 100
Immersionmittel 226
Indoor
 Beleuchtung 188
Industriekamera 331
Industrie-Mikroskoplösung 350
Interferenzkontrast
 Differenzieller Interferenz-Kontrast (DIK)
 241
ISO 63
 Grundempfindlichkeit 63
 Rauschverhalten 63
 und Blende und Zeit 64
 Werte 63

J

JPG-/JPEG-Dateiformat 438
Justiereinrichtung 167

K

Kabelausröser 136
Kalibrieren 443
Kaltlicht-Einheit 189
Kamera 216
 Displaylupe 155
 Grundeinstellungen 458
 Industriekamera 331
 Kameraprofil 444
 Leistungsfähigkeit bestimmen 103
 Okulkamera 353
 Test 124
Kamera-Adaption
 auf Stereomikroskop 326
 Balgengerät 347
 DSLR am Trinokulartubus 344
 Endlich-Mikroskop 338
 EOS 346
 Industrie-Mikroskopielösung 350
 Monokulartubus 332, 340
 Okulkamera 353
 Qualitätskontrolle 353
 Unendlich-Mikroskop 348
 Zwischenbildebene 327

Kamera-Adaption

 auf Stereomikroskop 326
 Balgengerät 347
 DSLR am Trinokulartubus 344
 Endlich-Mikroskop 338
 EOS 346
 Industrie-Mikroskopielösung 350
 Monokulartubus 332, 340
 Okulkamera 353
 Qualitätskontrolle 353
 Unendlich-Mikroskop 348
 Zwischenbildebene 327

Kameraprofil

 generic 128
Kamerasensor 80, 217
 Crop-Faktor 82
 Filter 80
 Format 80
 reale Auflösung 81
 theoretische Auflösung 80

Kamera-Zwischenbildebene

 Adaption 327
Kernschärfe 89
 Kernschärfenebene 84

Kippkompensator 372

Klappkondensator 270

Klarglas-Schutzfilter 99

Klebedresse 411

Kleber 410

 Araldite 2020 411

 Körpox 439 412

 UV-Kleber 413, 414

 Zweikomponentenkleber 410

Köhler'sche Beleuchtung 233

Kompensator

 Mikroskop 285

Kondensator 270

 Klappkondensator 270

 Mikroskop 248, 286

Kontrastumfang 66

Kontrastverfahren 237

 Auflicht 301, 315

 Differenzieller Interferenz-Kontrast (DIK)
 241, 279

 Dunkelfeld 237, 278

 Durchlicht 284, 311

 Hellfeld 278

 Phasenkontrast 242

 Polarisation 284

 Schieflicht 237

Kreuzeinsteilschlitten 154

Kreuzpolarisation 296

Kunstlicht 183

L

Lab 73

Lab-Farbmodell 440

Lampe

 Halogenlampe 188, 311

 HBO 248, 309

 LED 188

 UV-LED 310

LED-Lampe 188

Licht

 Arten 182

 doppelt polarisiert 295

 hartes 185

 linear polarisiert 295

 polarisiertes 98

 setzen 202

 unpolarisiertes 98

 UV-Licht 313

 weiches 185

Licht-/Windschutzzelt 155

Lichtabfall 358

Lichtformer 193

 Flächenleuchte 199

 Fresnel-Linse 201

 Projektionsspot 200

 Ringlicht 201

 Spot 201

 Strip light 200

Lichtmessung 70

Lichtmikroskop 267

 Komponenten 270

Lichtquelle 189

 Blitzlicht 189

 Kaltlicht-Einheit 189

 Studioblitz 189

Lichtwert 65
Lineareinheit 168
Linearisieren 443
Linientarget 354
Live View 102
Lux 65
L-Winkel 135

M

Makrofotografie 121
Makroobjekte
 Präparation 377
Makroobjektiv 121
Makrostativ 135
Maximum aperture 116
Megapixel 216
Messen 364
 alternativer Größenvergleich 365
 auf Pixelbasis 366
 Haarlineal 408
 Lineal 365
 Messsoftware 370
 Messtarget 365
 Objektmessung 364
 Objektmikrometer 368
 Winkelmessung 371
Messuhr 168
Messung
 Licht 70
 Objekt 70
Mikrojustiereinrichtung 167
Mikrometer-Okular 370
Mikrometerschraube 134, 154, 176
Mikroskop
 Auflicht-Einheit 258
 Auflicht-Mikroskop 276
 Beleuchtung 245
 Beleuchtungsstrahlengang einstellen
 233
 Bestandteile 258
 Binokulartubus 259, 270
 Drehtisch 371
 Durchlicht-Mikroskop 267
 Einstellungen 245, 288, 302, 312
 Endlich 338
 Endlich-Mikroskop 338
 Fotookular 329
 Fototubus 348
 Kippkompensator 372
 Klappkondensator 270
 Kompensator 285
 Kondensator 248, 270, 286

konoskopischer Strahlengang 296
Lampenhaut 245
Lichtmikroskop 267
Mikrometer-Okular 370
Mikroskop-Tisch 167
Monokulartubus 340
Objektiv 259, 271
Okular 260, 272
Okular mit Strichplatte 369
Polarisations-Einrichtung 260
Projektiv 341, 345
Stativ 261, 272
Stereomikroskop 254
Strahlengang 267
Transportdom 262
Trinokulartubus 259, 270, 334
Unendlich 348
Vergrößerungswechsler 262, 273
Winkelmessokular 371
Zeichentubus 263, 273
Mikroskopobjektiv 174, 217
 Arbeitsabstand 176
 Mitutoyo 176
 Nikon 174
Mikroskop-Tisch 167
Mikrosublimation 403
Mikrotom 428
 Handmikrotom 429
 Rotationsmikrotom 431
 Schlittenmikrotom 430
 Tischmikrotom 430
 Typen 428
Mikrotom-Messer 422
 Abziehhülse 425
 Aufbereiten 425
 Messertypen 422
 Montage 431
Mischlicht 183
Mitlicht 185
Moiré-Effekt 223
Moiré-Schutzfilter 80
Monokulartubus
 Kamera-Adaption 332, 340
 Mikroskop 340
MTF-Diagramm 114, 130, 152

N

Nahlinse 124
NEF-Dateiformat 439
Neutralgrau 73
Normweiß 460
Numerische Apertur 225

Nyquist-Shannon-Abtasttheorem 222

O

Objektiv
 Auflöschungstest 92
 Blendeneinstellmöglichkeiten 61
 Leistungsfähigkeit bestimmen 103
 Lupenobjektiv 144, 160
 Makroobjektiv 121
 Mikroskopobjektive 174, 271
 Stereomikroskop 259
 Test 124, 150
Objektiv-/Stativschelle 134
Objektivprofil 445
Objektmessung 70, 364
Objektmikrometer 368
Offenblende 116
Okular 260
 Mikrometer-Okular 370
 Mikroskop 272
 mit Strichplatte 369
 und Projektiv 345
Okularkamera 353
Outdoor
 Beleuchtung 203

P

Panorama
 Stitching 471
Panoramadrehplatte 133
Pano-Stack 146
Paraffin-Blöckchen 397
Pflanzenstängelhalter 132
Phasenkontrast 242
Photoshop 474
Pixel 216
Planktisches Material
 Präparation 381
Polarisation
 Ausrüstung 284
 Kontrastverfahren 284
Polarisations-Einrichtung 260
Polarisationsfilter 97, 301
 lineare 98
 nach Käsemann 98
 zirkulare 98
Polfilter Siehe Polarisationsfilter
Poliermaus 409
Präparation 376
 Anschlüsse 405
 Dauerpräparat 386, 396
 Dünnschliffe 405

Eindecken 393
Entparaffinieren 401
Klebpresse 411
Makroobjekte 377
Mikrosublimation 403
Paraffin-Blöckchen anfertigen 397
Pflanzenfrischpräparat 384
planktisches Material 381
Poliermaus 409
Schmelz-/Lösungspräparat 402
Profilieren 446
Projektionsspot 200
Projektiv 349
 Mikroskop 341, 345
 und Okular 345
PSB-Dateiformat 438
PSD-Dateiformat 438

R

Rauschunterdrückung 458
Rauschverhalten 63
RAW-Datei 128
RAW-Konverter 124
RAW-Konvertierung 461
Reflektor 137
Reflexion 357
Rendering Intent 446
Ringlicht 201

S

Schärfentiefe 84, 228
 geometrisch-optisch 229
 Wellen-optisch 231
Scheimpflug'sche Regel 137
Schieflicht 234, 237
Schlitzverschluss 62
Schmelz-/Lösungspräparat 402
Schutzfilter
 Klarglas 99
Schutzglas 80
Schwarzpunkt 448
Seitenlicht 186
Sekundärfluoreszenz 319
Sensor Siehe Kamerasensor
Shift 138
Software
 Grundeinstellungen 459
 Messsoftware 370
Spiegelvorauslösung 101
Spot 201
Stabilisator 100
Stackingdaten

 verarbeiten 466
Stacking-Vorrichtung
 horizontal 161
 vertikal 160
Stativ
 Makrostativ 135
 Mikroskop 272
Stereomikroskop 254
 Kamera-Adaption 326
Stitching 146, 471
Strahlengang 313
Strahlenspot 267
 Mikroskop 272
Strahlenteiler 334
Strasburger Lösung 387
Streiflicht 186
Strichplatte 260
Strip light 200
Studio
 Beleuchtung 188
Studioblitzgerät 189
Swing 139

T

Tageslicht 182
Test
 Kamera 124
 Kamera-Objektiv-Kombination 103
 mit Millimeterpapier 106
 Objektiv 124
Testen
 mit Testtargets 107
Testtarget 104
 Auflicht 106
 Auflösung 91
 Durchlicht 105
 Linientarget 105, 354
 Siemensstern 105
 USAF 1951 HI RES 105
Tiefpass-Filter 80, 222
TIFF-Dateiformat 438
Tilt 138
Tonwert 449
Transportdom 262
Trinokulartubus 259, 270
 Kamera-Adaption 334
 Mikroskop 334
Tubulinse 175

U

Unendlich-Mikroskop
 Kamera-Adaption 348
Unterlicht 186

UV-Filter 99
UV-LED 310
UV-Licht 313
UV-Schutzschild 316

V

Vergrößerung
 förderliche 232
 leere 231
Vergrößerungswechsler 262
 Mikroskop 273
Verlängerungsfaktor 71
Verschluss 62
 elektronischer 63
 Schlitzverschluss 62
 Zentralverschluss 62
Verschlusszeit
 und ISO und Blende 64
Verzeichnung 355
Vibration 100, 360
Vignettierung 358

W

W-3A-Färbung nach Wacker 389
Weißabgleich 304, 450
Weißpunkt 450
Windschutzzelt 155
Winkelmessokular 371
Winkelmessung 371
Winkelsucher 136
Workflow
 digitaler 454

X

xy-Lineareinheit 168
xy-Mikrojustiereinrichtung 167

Z

Zeichentubus 263
 Mikroskop 273
Zentralverschluss 62
Zerstreuungskreis 84
Zielfarbraum 475
Zwischenbild 219
Zwischenbildebene
 Endlich-Mikroskop 338
Zwischenbildgröße 219
Zwischenring 122