

## ROSTIGE AUSSICHTEN

Jeder, der das Vergnügen hat, an einem Binokular arbeiten zu dürfen, wird wissen, dass man dabei in eine Welt abtaucht, die einer ganz eigenen Ästhetik folgt. Statische Gesetze scheinen hier völlig aufgehoben und es gibt Dinge von beinahe absurder Fragilität und Sonderlichkeit. Ungeschützt in der großen Welt zerfallen diese Kleinheiten ungesehen und unweigerlich binnen kürzester Zeit. Denjenigen unter den Restauratorenkollegen, die vielleicht die Nase rümpfen, angesichts der Vorstellung, sich Tage oder Wochen mit einem rostigen Spaten und ähn-

lichen Alltäglichkeiten aus dem Fundus der archäologischen Routine beschäftigen zu müssen, sei gesagt, dass es unter dem Mikroskop ganz gleich ist, ob eine keltische Fibel oder ein fränkischer Sargnagel zu bearbeiten ist. Gelegentlich gibt es gehörigen Trost für die Mühen in Form von besonders schön gelungener Vergänglichkeit.

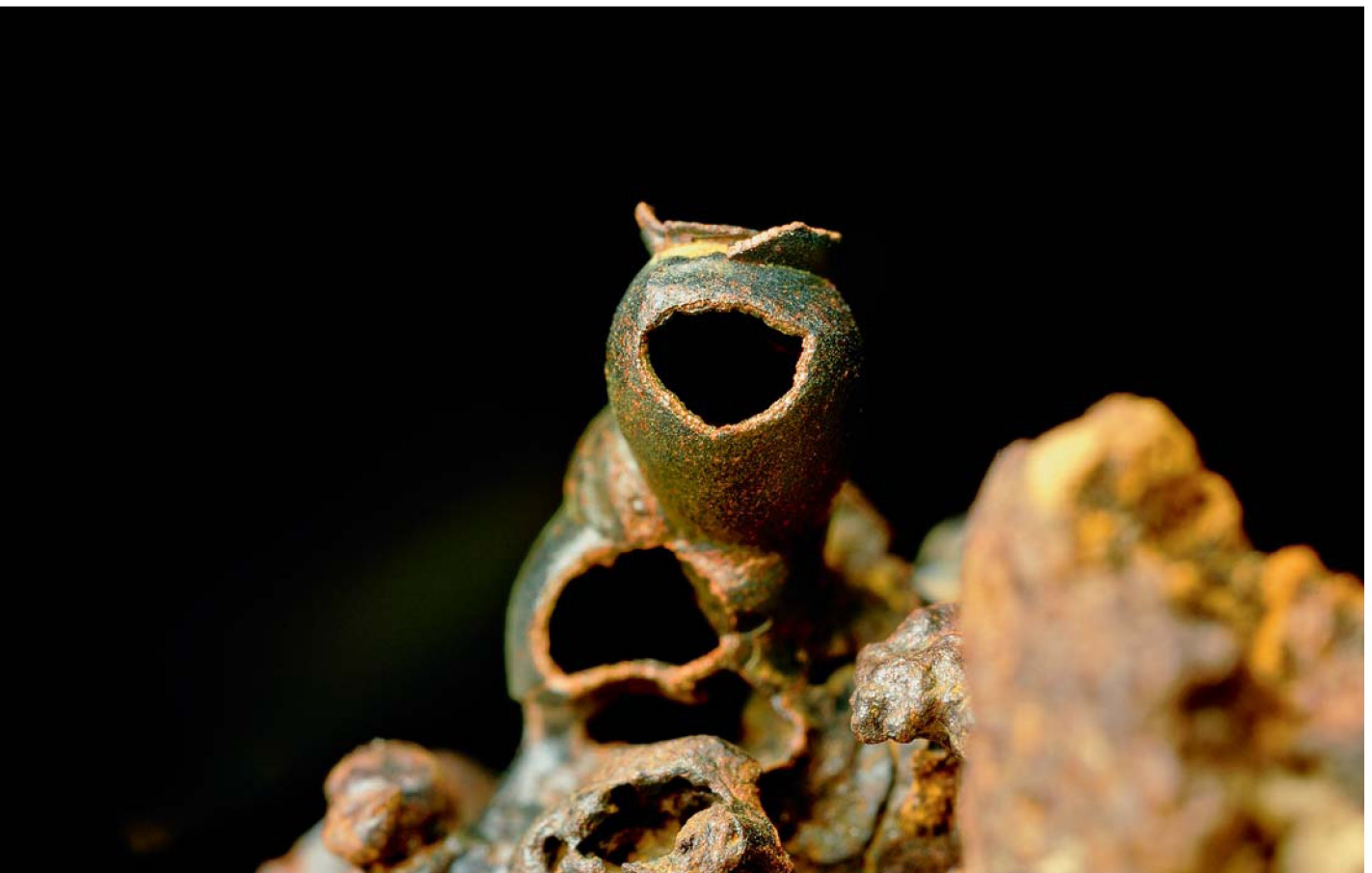
Einige dieser Naturwunder habe ich fotografisch festgehalten und freue mich sehr über die Einladung, verschiedene Fotos hier abbilden zu dürfen.



**Abb. 1** »Versteinertes Pärchen am Lagerfeuer«: Das innig umschlungene Paar am Lagerfeuer wurde auf einem eisernen Nietbeschlag aus einem fränkischen Grab entdeckt. Die Mikrostelten sind nur etwa 4 mm hoch. Aufnahme mit Apo-Rodagon N 80 mm, Blende 8 (Foto D. Bach).



**Abb. 2** »Der Schiefe Turm« wuchs auf der Unterseite des Bügels einer Gürtelschließe Richtung Erde bzw. Leichnam. Höhe etwa 4 mm (Foto D. Bach).



**Abb. 3** Beim »Froschkönig« handelt es sich wahrscheinlich um das Resultat der gefürchteten Kügelchen, wie wir sie gelegentlich an neudurchfeuchteten Eisenobjekten finden, wenn die Stücke zu »weinen« beginnen. Der Korrosionsverlauf an dieser Gürtelschließe setzte in dem fränkischen Sarg wohl zunächst bei extremer Luftfeuchtigkeit ein und im Zusammenhang mit den Leichensäften auch in einem komplexen chemischen Milieu. Wahrscheinlich war der Sarg über einen längeren Zeitraum stabil geblieben, sodass die Umschließung des fortgeschritten korrodierten Objektes mit Erdeinschlammung erst spät stattgefunden hat. So hatte die Struktur Zeit genug, sich zu verfestigen. Das Froschmaul ist nur etwa 0,5 mm breit. Aufnahme mit Apo-Rodagon N 80 mm, Blende 8 (Foto D. Bach).



a



b

**Abb. 4** a Lepidokrokit im Inneren einer Rostblase. Das Bild wurde aus 170 Einzelfoklen errechnet. Die notwendigen Mikroschritte von etwa 0,02 mm Weite wurden mit einem manuellen Präzisions-XYZ-Lineartisch von Newport ermöglicht. Das gesamte entstandene Datenvolumen für diese Aufnahme liegt bei mehr als 5 GB! Die Gesamtbreite der Aufnahme beträgt etwa 4 mm. – b Zum Vergleich eine Einzelaufnahme bei Blende 8 mit verschwindender Tiefenschärfe (Foto D. Bach).



**Abb. 5 a-c** »Akaganeitpilze«: Warum zerfällt unser Eisen eigentlich? Im Falle des Akaganeitbäumchens wurde eine segmentale Schärfe- stapelung erzeugt. Die Höhe der »Felswand«, also der abgesprengten Korrosionsschichten (Magnetit, Limonit), liegt bei 1,5 mm. Die Akaganeitsäulen wachsen vom Eisenkern empor und drücken die darüber liegenden Schichten weg. – **d** Akaganeit. Die Säulenlandschaft ist hier auf der Unterseite einer abgesprengten Rostscholle entstanden, Breite etwa 2 mm (Fotos D. Bach).



**Abb. 6** »Lepidokrokitnest« unter einer abgesprengten Blase auf einer römischen Lanzen Spitze. Das Foto wurde aus drei Segmenten erstellt, die jeweils wieder aus etwa 20 Fokusschritten errechnet worden waren. Die Gesamtauflösung liegt bei 25 Millionen Pixel. Breite der unteren Bildkante ca. 20mm (Foto D. Bach).





**Abb. 7** »Lokführender Abzug«: Bei dieser Aufnahme hätte die physikalische Tiefenschärfe des Nikon Mikro 60mm bei Blende 8 nicht ausgereicht, um alle Ebenen scharf abzubilden. Hier wurde deshalb ein Schärfenstapel von etwa 20 Einzelaufnahmen mit *Helicon-Focus*-Software zu einer gesamtcharfen Aufnahme zusammengerechnet (Foto D. Bach).

**Abb. 8** Auch für diesen Colt wurde ein Schärfenstapel erzeugt. Hier konnten die 80 Einzelaufnahmen wegen der Verwendung des Autofokusobjektivs über eine PC-seitige Kamerasteuerung automatisch erzeugt werden. Einmal alle Blitzbelichtungswerte, den vorderen und den hinteren Fokus vorgegeben, führt die Kamera die eingestellten Fokusschrittweiten selbstständig aus und belichtet jeweils die Einzelbilder in Serie (Foto D. Bach).









**Abb. 10** »KeineZeit« (Foto D. Bach).

Gegenüber analoger Technik bietet die digitale Fotografie heute derart viele Vorteile und völlig neue Möglichkeiten, dass sie in unserer effizienzorientierten Denk- und Arbeitsweise zwangsläufig Einzug nehmen musste. Der Hauptvorteil liegt zweifellos darin, dass auch der fotografische Laie problemlos alltagstaugliche Fotos erstellen kann, beispielsweise für arbeitsbegleitende Dokumentationen. Nicht nur im extremen Makrobereich ist es auch bei besten technischen Voraussetzungen bei-

nahe unerlässlich, die Ergebnisse sofort am Bildschirm beurteilen zu können.

Richtig neu gegenüber der analogen Fotografie werden die Möglichkeiten aber erst im nächsten Schritt der digitalen Aufbereitung. Von einem Objekt werden nicht mehr nur Einzelaufnahmen gemacht, sondern gleich ganze Stapel von Fotos, mit jeweils leicht variierender Fokussierung (»photo stacking«). Aus diesen Schärfestapeln errechnen Computerprogramme vollständig tiefenscharfe Bil-

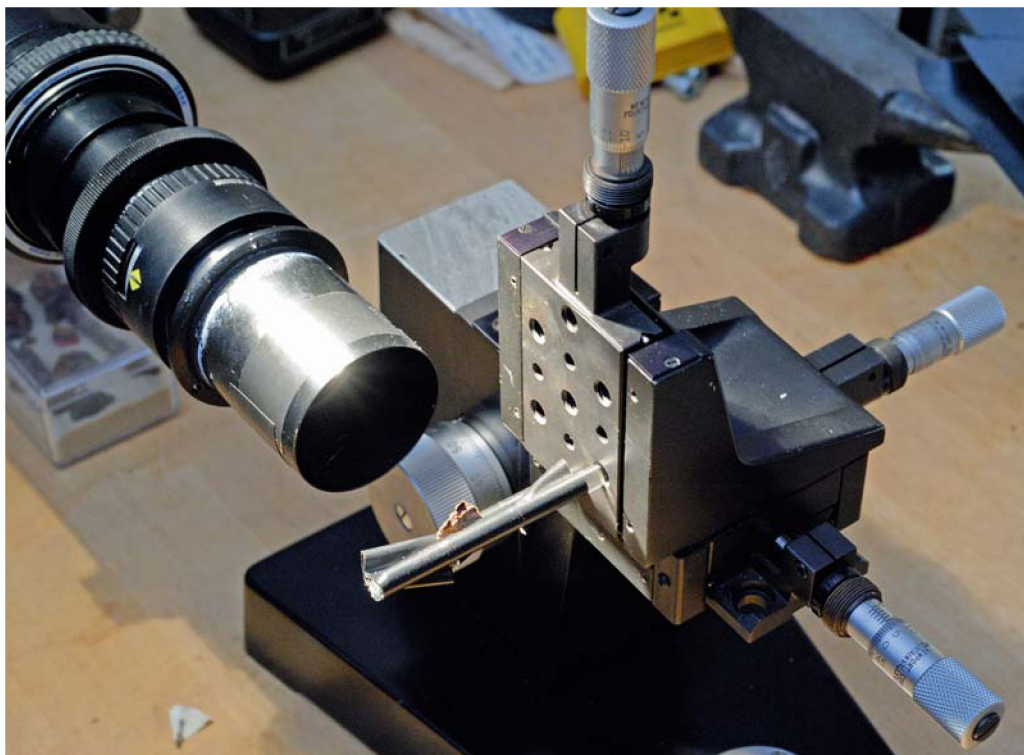
**Abb. 9** »Zeitgeschehen«. Bei der Taschenuhr wurde bewusst auf die Anwendung der Schärfenerweiterung verzichtet, um den natürlichen Tiefeneindruck nicht zu verfälschen. Untere Bildkante ca. 18 mm, Apo-Rodagon 80 mm (Foto D. Bach).

der. Ich arbeite z.B. mit dem Programm *Helicon Focus Pro*. Die typischerweise im Makro und Mikrobereich extrem kleinen Schärferebenen erfordern unter Umständen schon einmal weit über 100 Einzelaufnahmen, bis ein Objekt vollständig scharf abgebildet werden kann. Diese kleinen Schritte von z.B. 0,01 mm Weite ermöglicht mir ein XYZ-Mikrolinear-tisch (Abb. 11). Ich fokussiere also nicht durch ein Verschieben der Optik zur Kamera oder von Kamera und Optik, sondern nach Möglichkeit verschiebe ich das Objekt selbst.

Eine weitere Neuerung besteht in der Möglichkeit, hochauflösende Panoramen oder Collagen anzufertigen. Hierbei werden einzelne Abschnitte eines Objektes überlappend abgelichtet und anschließend im Rechner zusammengesetzt (»photo stitching«). Wenn so z.B. eine Schwertklinge in sieben oder mehr Einzelaufnahmen mit jeweils 12 Millionen Bildpunkten abgelichtet wird, erreicht man nach der Zusammensetzung im Rechner schnell Auflösungen von weit über 50 Millionen Bildpunkten. Dies ist freilich nur dann interessant, wenn wirklich großforma-

tige hochauflösende Abzüge erforderlich sind oder wenn eine Aufnahmesituation auch mittels extremen Weitwinkelobjektiven nicht mehr einfach erfasst werden kann.

Eine interessante Steigerung dieser Montagetechnik entsteht durch die Kombination von Panoramamontage (»photo stitching«) und dem »photo stacking«, also den durchgeschärften Aufnahmen. Am Beispiel der Lepidokrokitinsel (Abb. 6) konnte so ein gesamtcharfes Bild der Kristalle in einer Auflösung erzeugt werden, die mit bezahlbaren Kamerasystemen nicht zu verwirklichen ist. Ich habe solche »gestackten« Mikropanoramen gelegentlich aus über 1500 Einzelaufnahmen zusammengerechnet. Diese großen Serien können mit aktuellen Kameras automatisiert erstellt werden, wobei der Rechner dabei die Schärferebene automatisch verschiebt und selbsttätig die Kamera auslöst. Der Festplattenbedarf bei diesen Projekten liegt dann allerdings schnell im mehrfachen 100-GB-Bereich. Wir können gespannt sein, wohin die technische Entwicklung noch führt ...



**Abb. 11** Der XYZ-Lineartisch von Newport erlaubt eine Feinstjustierung von kleineren Gegenständen mit einem Hub von jeweils 17 mm in drei Achsen (Foto D. Bach).