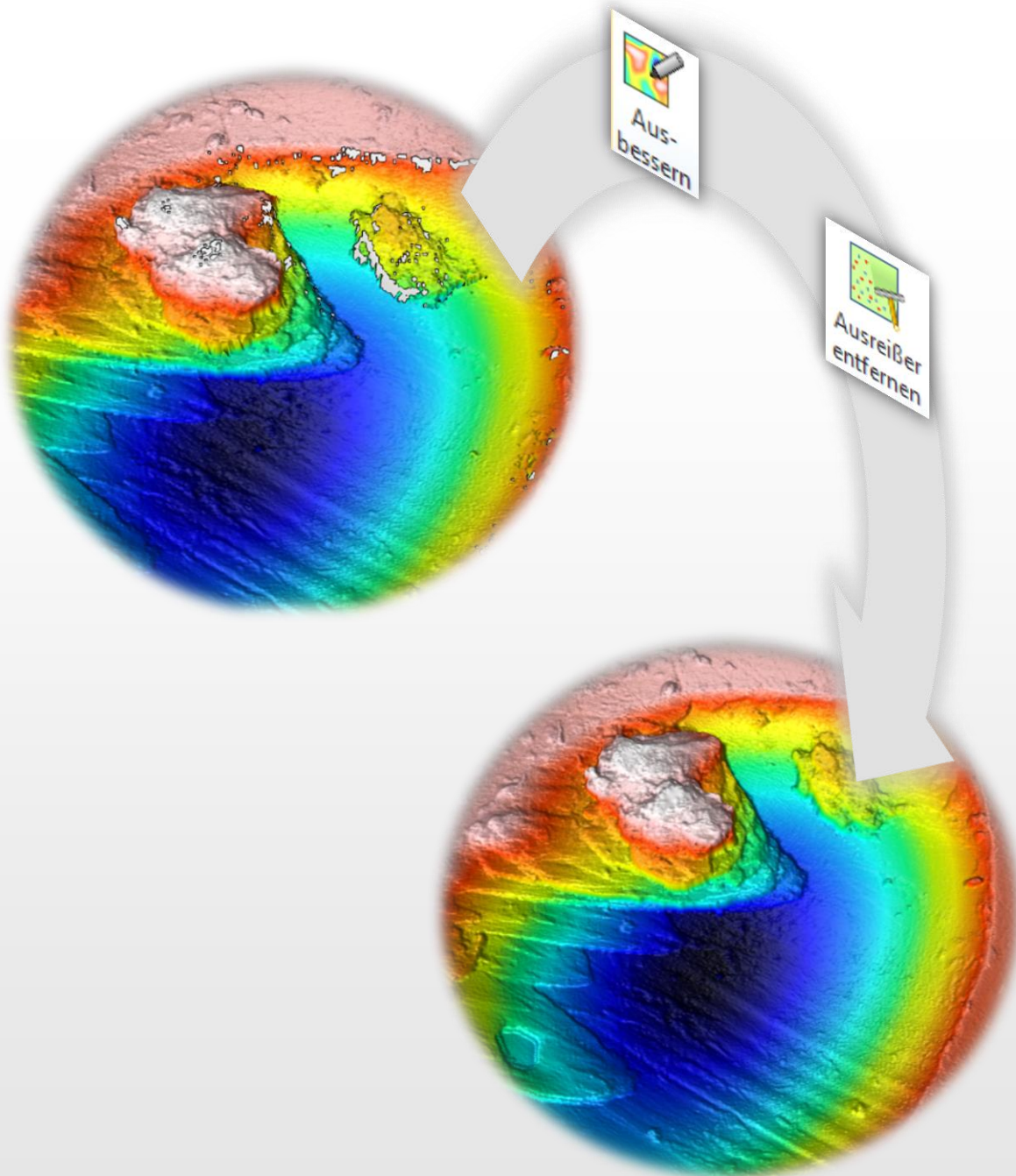


# Der NanoFocus-Expertentipp

## Tipp 15 Messdaten für die Analyse vorbereiten- Teil 2



# Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

## Ausbessern und Ausreißer beseitigen

Der erste Teil des Tipps „Messdaten für die Analyse vorbereiten“ (Nr. 14) umfasste die **grundsätzlich zu verwendenden Operatoren**, die für alle Versionen der  $\mu$ soft analysis verfügbar sind.

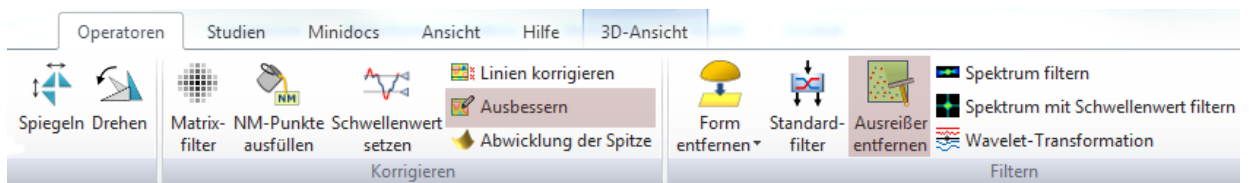
Sie haben den Tipp 14 verpasst?

Alle Expertentipps stehen zum Download auf unserer [Website](#) bereit. Oder schreiben Sie eine Email an [newsletter@nanofocus.de](mailto:newsletter@nanofocus.de) und wir senden Ihnen den gewünschten Tipp umgehend zu.



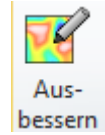
Ergänzend zu Tipp 14 erhalten Sie nun einen Überblick über die Möglichkeiten, **vereinzelte Oberflächenpunkte** gezielt nach bestimmten Kriterien zu maskieren und falls notwendig Bereiche auszubessern. Dafür werden die Operatoren „Ausbessern“ und „Ausreißer entfernen“ (nur in  $\mu$ soft analysis Version 7 Premium verfügbar) verwendet.

Die folgenden Seiten beschreiben die Funktionen der Operatoren und geben Hinweise zur richtige Anwendung.



# Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

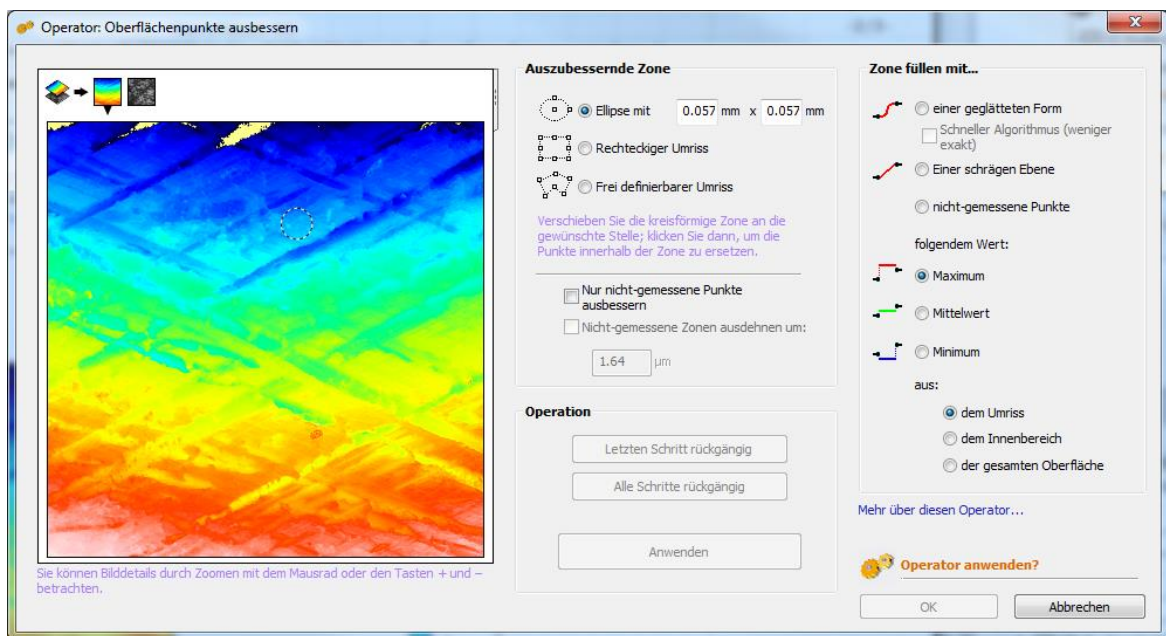
## Operator: Ausbessern



Mit diesem Operator lassen sich einzelne Bereiche der Oberfläche – z.B. Verschmutzung oder Beschädigung der Oberfläche – manuell beseitigen. Weiterhin können Fehler an den Übergängen zu nicht gemessenen Bereichen korrigiert werden. Die manuelle Ausbesserung kann sowohl an der Topografie als auch an den Reflexionsdaten durchgeführt werden.

Der Operator sollte mit Sorgfalt und Bedacht verwendet werden, da die Änderungen auf einer subjektiven Einschätzung des Nutzers beruhen und die Gültigkeit der Ergebnisse davon anhängig ist. Die Auswirkung auf das Analyseergebnis sollte kritisch betrachtet und beurteilt werden. Für die Verbesserung der visuellen Darstellung ist der Operator hingegen empfehlenswert.

**Tipp:** Für eine präzise Einstellung kann mit dem Mausrad in das Vorschaubild der Messung gezoomt und mit den Pfeiltasten eine Verschiebung vorgenommen werden.



# Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

## Operator: Ausbessern

### Auszubessernde Zone

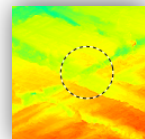
Im Vorschaubild wird der zu bearbeitende Bereich gewählt. Es können nacheinander mehrere Zonen mit verschiedenen Optionen verbessert werden. Die ausgewählten Punkte werden entsprechend ausgebessert oder ausgetauscht.

- Wählen Sie den Austausch aller Messpunkte, wenn Sie Schmutz oder andere störende Partikel auf Ihrer Oberfläche retuschieren möchten. Der Bereich muss dazu sorgfältig ausgewählt werden, um die verwendbaren Messpunkten nicht zu ersetzen.

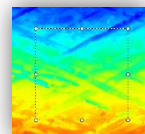
Meist ist es jedoch sinnvoll, nur die nicht gemessenen Punkte zu bearbeiten (Option: *nur nicht-gemessene Punkte ausbessern*) und zusätzlich den Bereich vorher auszudehnen (zur Verwendung: siehe *Tipp 14 Teil 1: Schritt 6 - Nicht gemessene Bereiche ausdehnen*).

- Wählen Sie diese Option, um Kanten an Löchern oder an andere steil abfallende Flanken zu korrigieren.

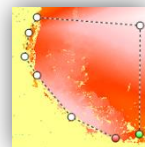
**Ellipsenwerkzeug:** Definieren Sie die Größe in Millimeter. Fahren Sie mit der Maus über das Vorschaubild, wird die Ellipse angezeigt. Klicken Sie mit der Maus, wird die aktuell ausgewählte Ellipse ausgebessert.



**Rechteckiger Umriss:** Definieren Sie die Größe des Rechtecks in dem Sie die im Vorschaubild angezeigten Punkte verschieben. Ziehen Sie das Rechteck über die komplette Messfläche um alle Datenpunkte auszuwählen. Gehen Sie anschließend auf „Anwenden“, um den Bereich auszubessern.



**Frei definierbarer Umriss:** Definieren Sie mit der Maus die Punkte der Form im Vorschaubild. Gehen Sie mit der Maus auf einen der Punkte, kann dieser nachträglich verschoben werden. Der letzte und der erste Punkt werden automatisch zu einer Form verbunden. „Anwenden“ bessert den gewählten Bereich aus.



- Diese Form eignet sich besonders beim Ausbessern von kleinen Bereichen oder wenn das Messobjekt nicht den kompletten Messbereich abdeckt, d.h. ein großer Bereich nicht gemessener Punkte vorhanden ist.

# Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

## Operator: Ausbessern

### Auswahl der Ausbesserungsmethode

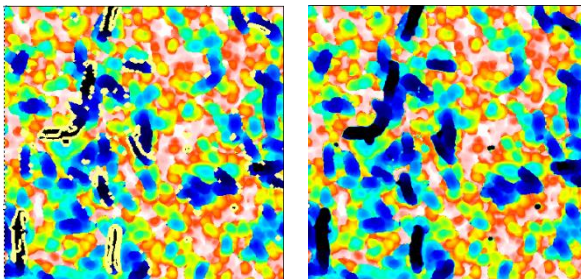
*Geglättete Form:* Es werden Punkte aus einer Interpolation der Nachbarpunkten eingefügt, wodurch die Korrektur fast unsichtbar erscheint.

→ Kleine Bereiche lassen sich mit dieser Methode gut ausfüllen. Für größere Bereiche ist diese Methode bedingt geeignet.

*Schräge Ebene:* Aus dem ausgewählten Bereich wird eine schräge Ebene rekonstruiert und eingesetzt.

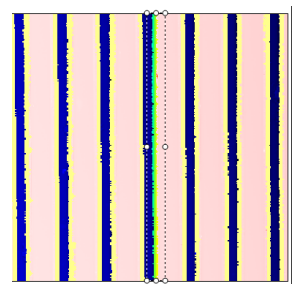
*Nicht gemessene Punkte:* Der gewählte Bereich wird durch nicht gemessene Punkte ersetzt.

*Konstanter Wert:* Hier kann zwischen dem Maximum, dem Mittelwert oder dem Minimum gewählt werden. Zusätzlich kann der Bereich, aus dem der Wert ermittelt wird festgelegt werden. Alle Punkte außerhalb des gewählten Bereichs (Umriss), der gewählte Bereich (Innenbereich) oder die gesamte Oberfläche können zur Wertermittlung herangezogen werden.



*Ausbesserungsmethode:*  
*Geglättete Form*

Zum Ausfüllen kleinerer Bereich eignet sich diese Interpolationsmethode besonders gut.



*Ausbesserungsmethode:*  
*Schräge Ebene*

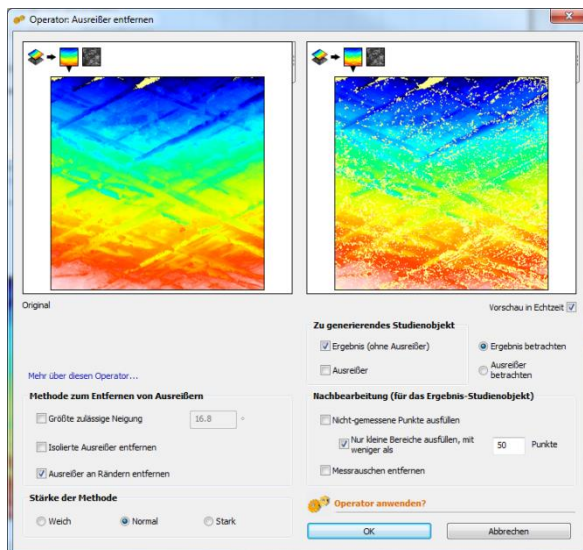
Für Übergänge zwischen einzelnen Ebenen, falls die geglättete Form nicht geeignet ist.

# Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

## Operator: Ausreißer entfernen

Im Gegensatz zum Operator *Ausbessern* ermöglicht *Ausreißer entfernen* eine automatisierte Entfernung von ungewollten Spitzen und Ausreißern. Mit den zur Verfügung stehenden Funktionen lassen sich die Oberflächen auf einen maximal zulässigen Winkel prüfen oder auch einzelne lokale Spitzen detektieren und beseitigen.

Im Gegensatz zum Operator *Ausbessern* ist keine Einschränkung des zu bearbeitenden Bereichs möglich.



### Methode wählen

Die Methode wird anhand der Probeneigenschaften gewählt. Die mit den verschiedenen Methoden ermittelten Ausreißer werden maskiert und als nicht gemessene Punkte gesetzt. Alle Methoden lassen sich in den Stärken: weich , normal und stark anwenden, wobei zunächst mit „weich“ geprüft werden sollte, ob bereits gute Ergebnisse erzielt werden.

# Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

## Operator: Ausreißer entfernen

### Größte zulässige Neigung

Bestimmt die Gültigkeit eines Pixels anhand der Betrachtung des relativen Winkels zu den Nachbarpixeln. Überschreitet einer der Winkel die angegebene Grenze, wird das Pixel maskiert.

- Verwenden Sie diese Methode, falls Ihre Messung vorzugsweise Artefakte an steilen Flanken hat.

Welcher Wert für die Probe gültig ist, hängt von der Oberflächenbeschaffenheit der Probe ab. Ist die Oberfläche sehr glatt können die Werte direkt aus der numerischen Apertur des Objektivs berechnet werden. Bei rauen, streuend reflektierenden Oberflächen nimmt das Objektiv auch Reflexionen aus deutlich größere Winkeln auf. Daher liegt es an dem Nutzer und dessen Kenntnis über die Probe, den richtigen Wert zu finden.

Die Numerischen Apertur des Objektivs berechnet sich aus dem Sinus des halben Öffnungswinkels des Objektivs. Die Werte für die gebräuchlichsten µsurf-Objektive zeigt die Tabelle rechts.

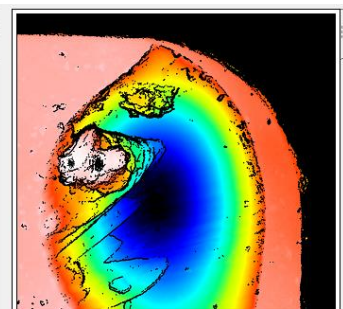
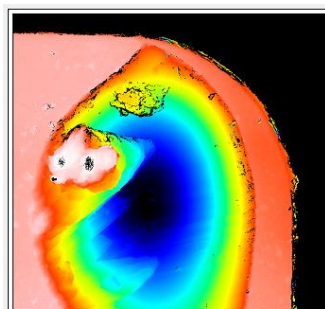
| Objektiv | NA   | $\alpha$ |
|----------|------|----------|
| 1600S    | 0,3  | 18°      |
| 800S     | 0,45 | 27°      |
| 800XS    | 0,6  | 37°      |
| 320S     | 0,8  | 53°      |
| 320XS    | 0,95 | 71°      |
| 160S     | 0,9  | 64°      |

$$NA = n \cdot \sin \alpha$$

NA=numerische Apertur  
n= Brechungsindex des Mediums  
 $\alpha$ = halber Öffnungswinkel des Objektivs

Verschleiss an Werkzeug.  
(gemessen mit 160S)

Links: Originalmessung  
Rechts: Nach Filterung der größten zulässigen Neigung



Original

Vorschau in Echtzeit ☒

## Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

### Operator: Ausreißer entfernen

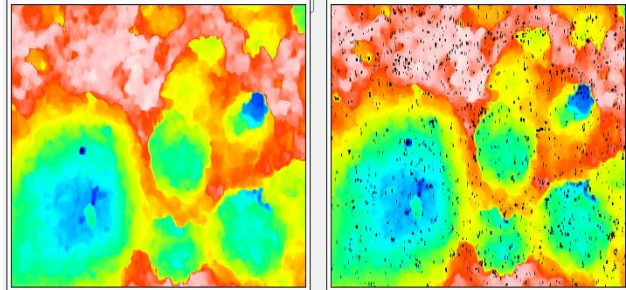
#### *Isolierte Ausreißer entfernen*

Zeigt die Messung einige lokal begrenzten Spitzen auf, wird diese Methode verwendet. Die betroffenen Pixel werden maskiert.

Die Messung durchläuft einen rauschunterdrückenden Medianfilter. Dabei werden nur Pixel korrigiert, wenn der Z-Wert innerhalb des oberen oder unteren Quartils der Nachbapixel liegt. Je nach Stärke erhöht sich die Filtergröße (Stark: 13\*13) und der prozentuale Anteil der maskierten Werte.

Porige Struktur  
(gemessen mit konfokalem  
Punktsensor)

Links: Originalmessung  
Rechts: Messung korrigiert um  
einzelne Ausreißer an der Poren-  
struktur



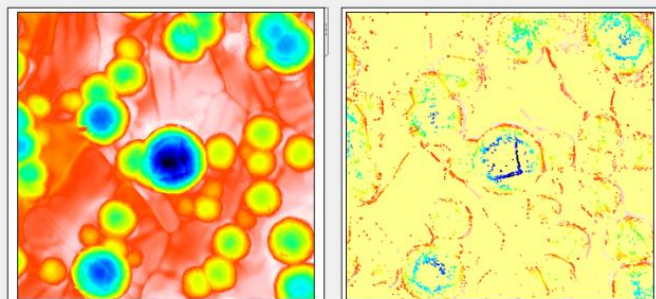
#### *Ausreißer an Rändern entfernen*

Diese Korrektur sollte nur bei fehlerhaften Einzelmesspunkten (Überhöhungen) an sehr steilen Kanten z.Bsp. zu Löchern eingesetzt werden.

Diese Methode verwendet einen morphologischen Filter, der die Spitzen anhand eines Öffnungsfilters lokalisiert. Von diesen wird je nach Stärke der Methode ein bestimmter prozentualer Anteil als ungültig markiert.

Strukturiertes Blech.  
(gemessen mit 800S)

Links: Originalmessung  
Rechts: Ausreißer an den Rändern



## Tipp 15 : Messdaten vorbereiten II

### Ausreißer entfernen

#### Nachbearbeitung

##### *Nicht gemessene Punkte ausfüllen*

Der Operator bietet die Möglichkeit, die zuvor maskierten Punkte auszufüllen.

Wie im Operator *NM-Punkte ausfüllen* wird eine geglättete Form aus den

Nachbarpunkten berechnet. Zusätzlich kann eine Einschränkung der maximal auszufüllenden Fläche in Punkten vorgenommen werden (Anwendungshinweise siehe *Tipp 14 Teil 1: Schritt 6*)

#### Nachbearbeitung (für das Ergebnis-Studienobjekt)

☐ Nicht-gemessene Punkte ausfüllen

☒ Nur kleine Bereiche ausfüllen, mit weniger als

50

Punkte

☐ Messrauschen entfernen

#### *Messrauschen entfernen*

Die Oberfläche wird zusätzlich mit einem glättenden Gaußfilter mit 5x5 Pixeln bearbeitet .

#### *Ergebnisexport und Darstellung*

Für die aktuelle Darstellung im Operatorfenster kann zwischen dem Ergebnis (*Ergebnis betrachten*) und den maskierten Ausreißern (*Ausreißer betrachten*) gewählt werden.

Das resultierende Studienobjekt kann als *Ergebnis (ohne Ausreißer)* und/ oder als *Ausreißer* in das Analyseprotokoll eingefügt werden.

☒ Ergebnis betrachten

☐ Ausreißer betrachten

☒ Ergebnis (ohne Ausreißer)

☐ Ausreißer