



Bundesanstalt für Arbeitsschutz  
und Arbeitsmedizin

## **Automatische Erkennung, Klassifizierung und Auszählung von Asbest-Fasern**

J. Schumann, T. Peters, H. Schiweg, K. Kämpf, A. Meyer-Plath

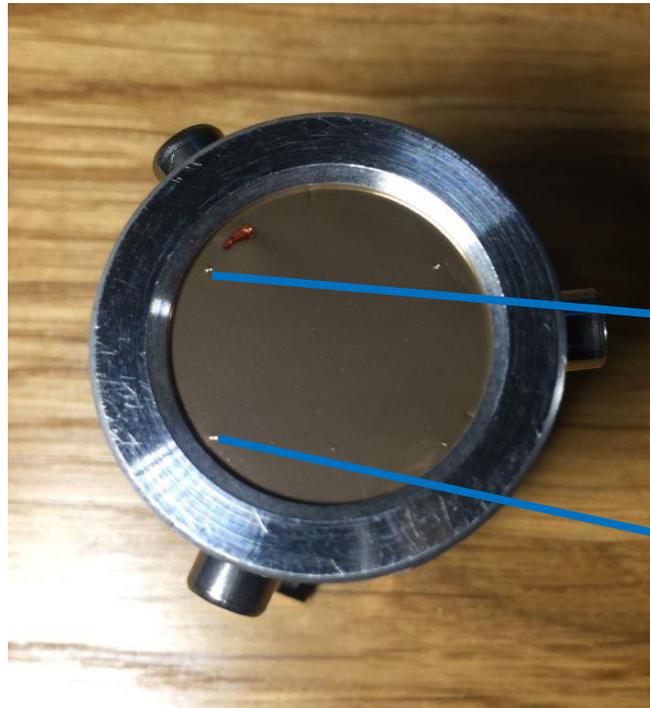
# Identifizierung von lungengängigen Fasern auf Filterproben



Sammeln luftgetragener Partikel auf Goldfilter

SEM Hitachi SU8200

# Automatisierte Bilderfassung



**Punktdaten anzeigen**

Bild

Bild exportieren    Bild extern öffnen

**Punktinformationen**

Projektname: Chrysotile A (2016-126)  
Bilddatei: MTP\_2022\_11\_02\_001.tip  
Kommentar: MTP\_2022\_11\_02\_001

**TiNa 2.4.4 - Tischnavigation - MTP\_2022\_11\_02\_001.tin**

Projektübersicht: MTP\_2022\_11\_02\_001 / Chrysotile A (2016-126)    Datenbank

**Steuerung**

Hitachi SEM SU8200,8600,8700,5000  
Verbinden    Trennen

**Probenorientierung**

Referenzpunkt: 1    Messen  
Bild hinzufügen    Anzeigen    Anfahren

**Punktmessung**

An    Aus    34 von 35

ID	Pos	Neu	Anfahren
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Speichern    Anzeigen

Automatischer Bildeinzug ab Position    Start

**Protokoll**

09:13:59 - Projekt beendet  
09:15:04 - Probe >MTP\_2022\_11\_02\_001< geles  
09:15:47 - Neues Projekt angelegt  
09:15:48 - Projekt gespeichert in Datei: >D:\TiNa\  
09:16:09 - 2 Zufallspunkte mit dem Mindestabstan  
09:16:22 - Die aktuelle Orientierung wurde verwor

**Ablauf: Keine externe Verbindung nötig**

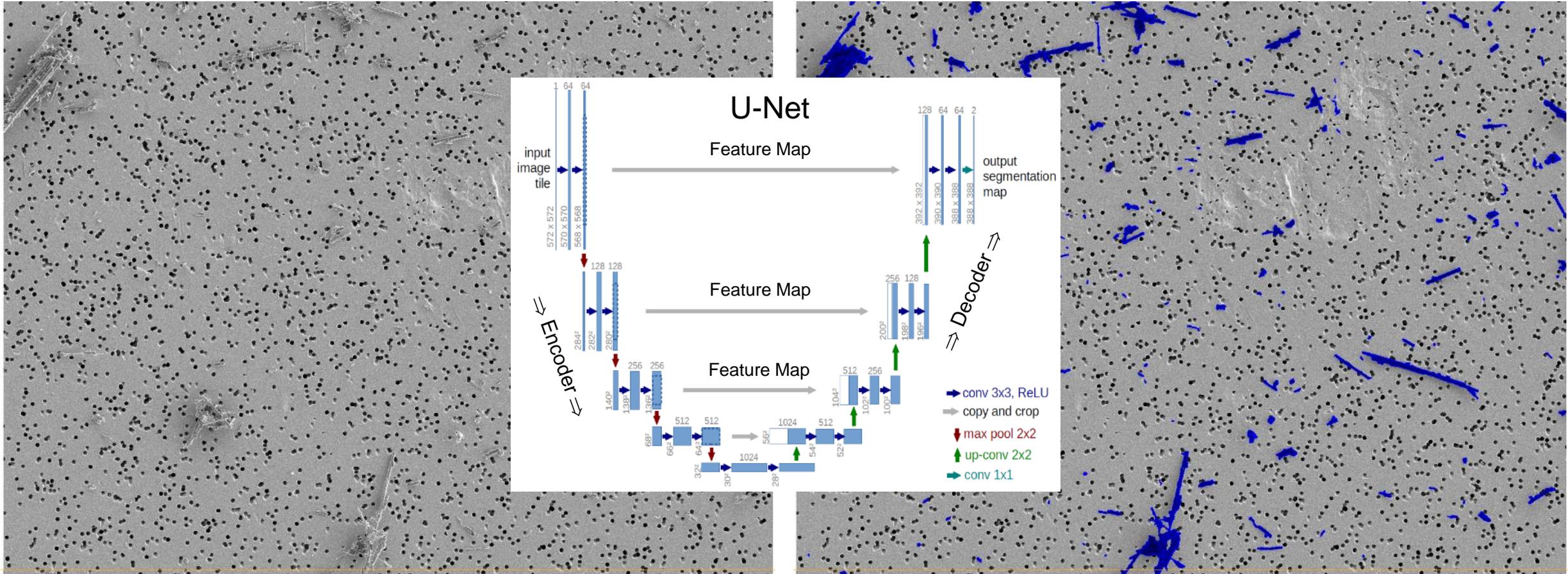
S	Datenerfassung	Mikroskop	Tisch	Segmentierung
●	TiNa Ablauf	Hitachi SEM SU8200,8600...	Standard/Spielsteuerung/Tischkorre...	keine

Orientierung der Probe

Zufällige Positionen

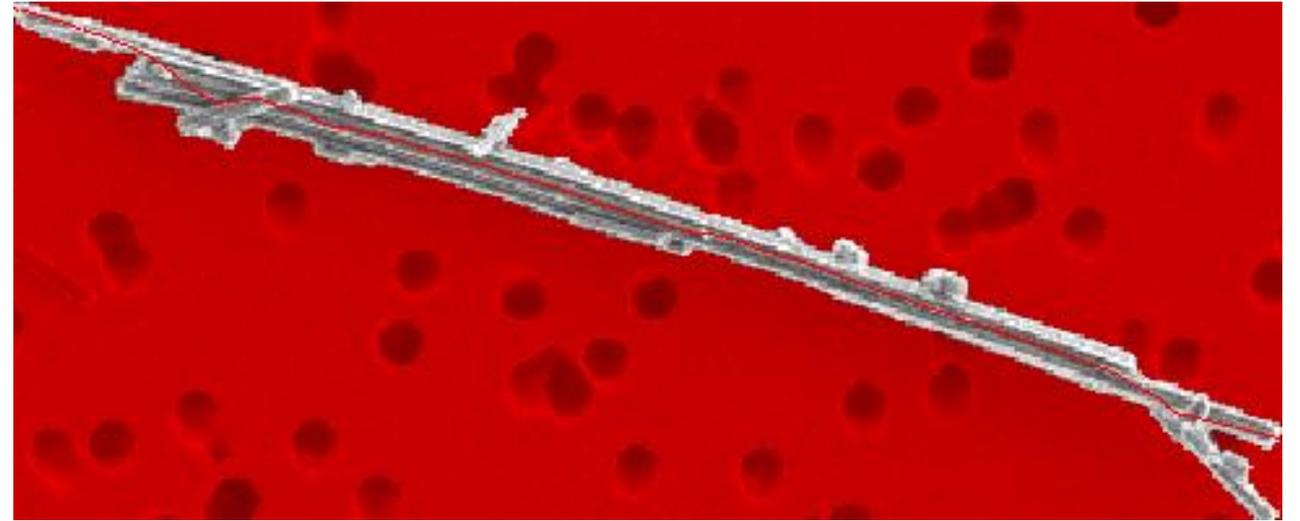
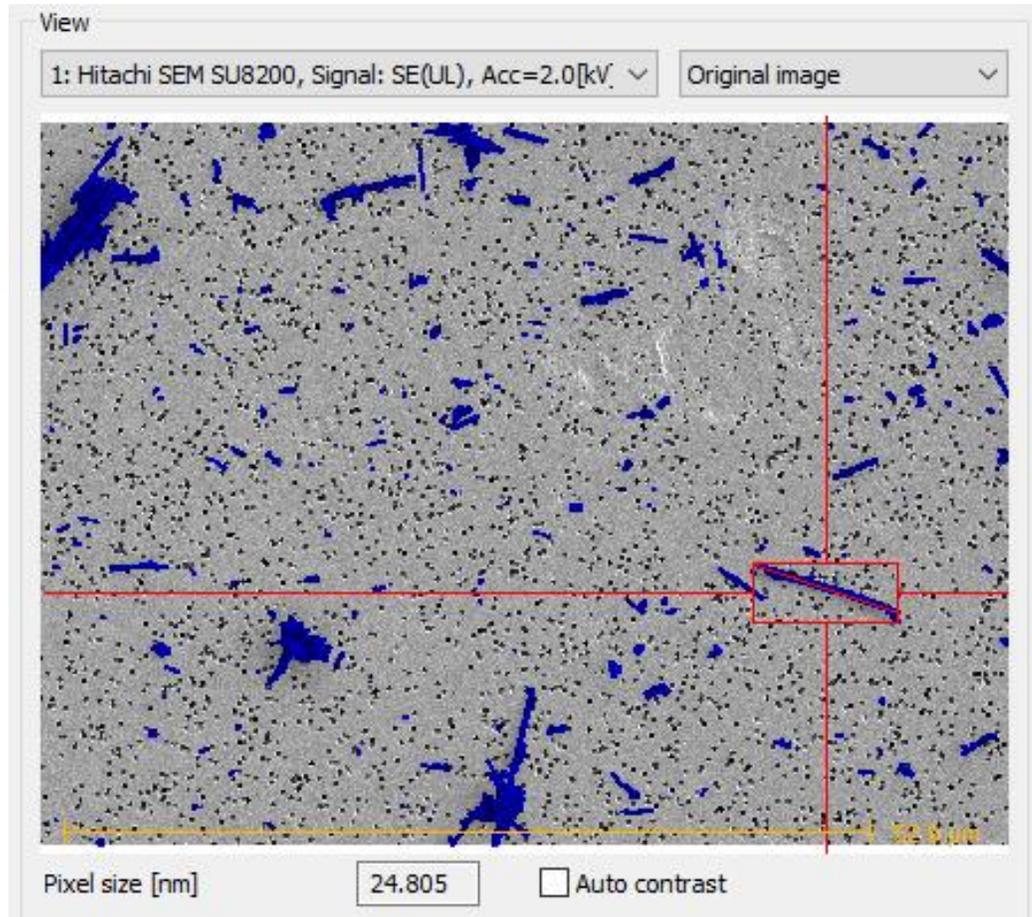
Ein Bild / EDS-Mapping für jede Position

# Segmentierung der REM-Bilder mit KI-Methoden



Künstliches Neuronales Netz (KNN)

# Formerkennung der Segmente



Segment ist faserförmig



Objekt als Faser erkannt

Faserlänge 10,2  $\mu\text{m}$  und mittlere Faserbreite 0,5  $\mu\text{m}$  – „WHO-Faser“

# Stoffliche Identität von Fasern durch EDS-Elementerkennung

## Quantifizierung von EDS-Spektren

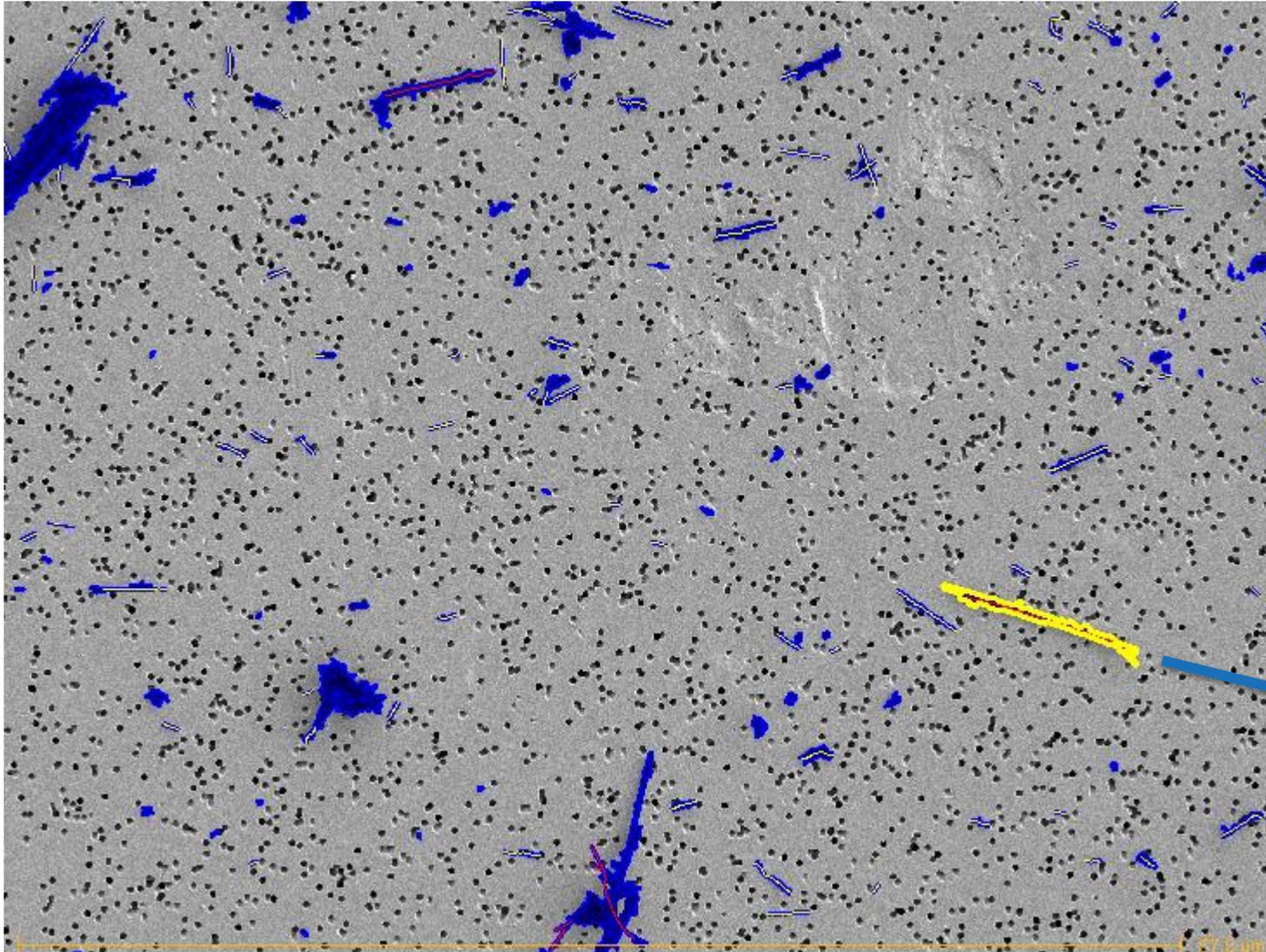
KI-basierter Algorithmus zur Elementerkennung (in Entwicklung)

## Erkennung des Materials

The screenshot displays the FibreDetect CNN 1.5.3 software interface. The main window is titled "FibreDetect CNN 1.5.3 - MTP\_2022\_11\_02\_002.fib\* - Bearbeiter: FibreDetect". The interface is divided into several panels:

- Bilderliste:** A list of image files with columns for "S", "Bildnr.", and "Ursprung". The list contains 18 entries, with the 12th entry (0012) selected.
- Bildansicht:** A plot titled "1: Hitachi SEM SU8200, Signal: SE(UL), Acc=2.0[kV], Originalbild". The y-axis is labeled "counts per pixel" and the x-axis is labeled "KV". The plot shows a spectrum with several peaks, with the most prominent one at approximately 2.1 KV. The pixel size is indicated as 24.805 nm and the image size is 20 KV.
- Objektklassifizierung:** A table listing classified objects with columns for "KI", "Typ", "Status", "Länge/...", and "Fläch". The table contains 12 rows of data, with the first row (KI: HARFO (F)) selected.
- Segment:** A red image showing a fiber segment with a white outline. The segment is labeled "Segment: 0086 aus Bild: 0012:3 von UNet\_240110\_BfJc.pth". The length is 10221 ± 94 nm and the width is 446 ± 32 nm. The ratio is 23 ± 2 and the material is "unbekannt (neu)".

# Automatische Erkennung und Klassifizierung des Materials



Auszählung aller erkannten  
Asbestfasern

Asbestfaser  
Krokydolith

# Technische Voraussetzung

## Mikroskope REM mit EDS

- REM: Hitachi, DISS5/6, Phenom
- EDS: Bruker XFlash, Oxford

Für TiNa z. Zt. in Entwicklung

## Software (BAuA Entwicklungen)

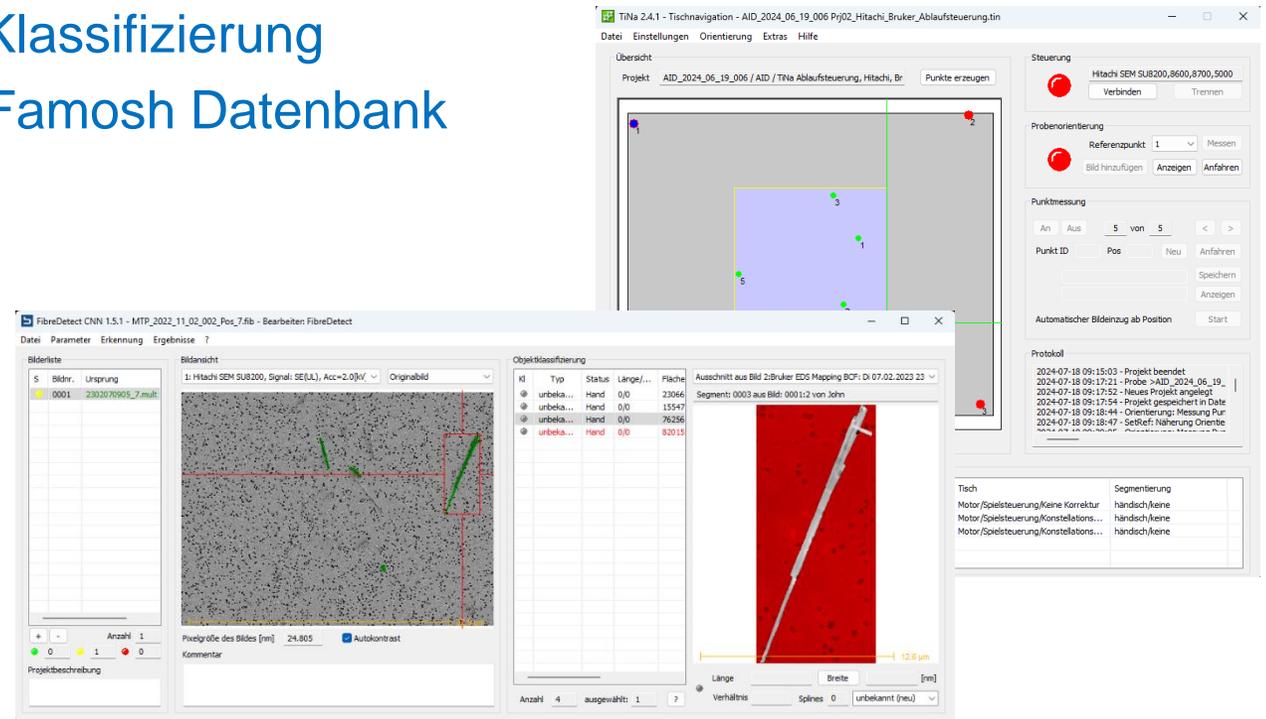
- TiNa zur Bild- und EDS-Spektrenerfassung
- FibreDetect zur Objekterkennung und Klassifizierung
- Famosh Datenbank



Hitachi SU8230

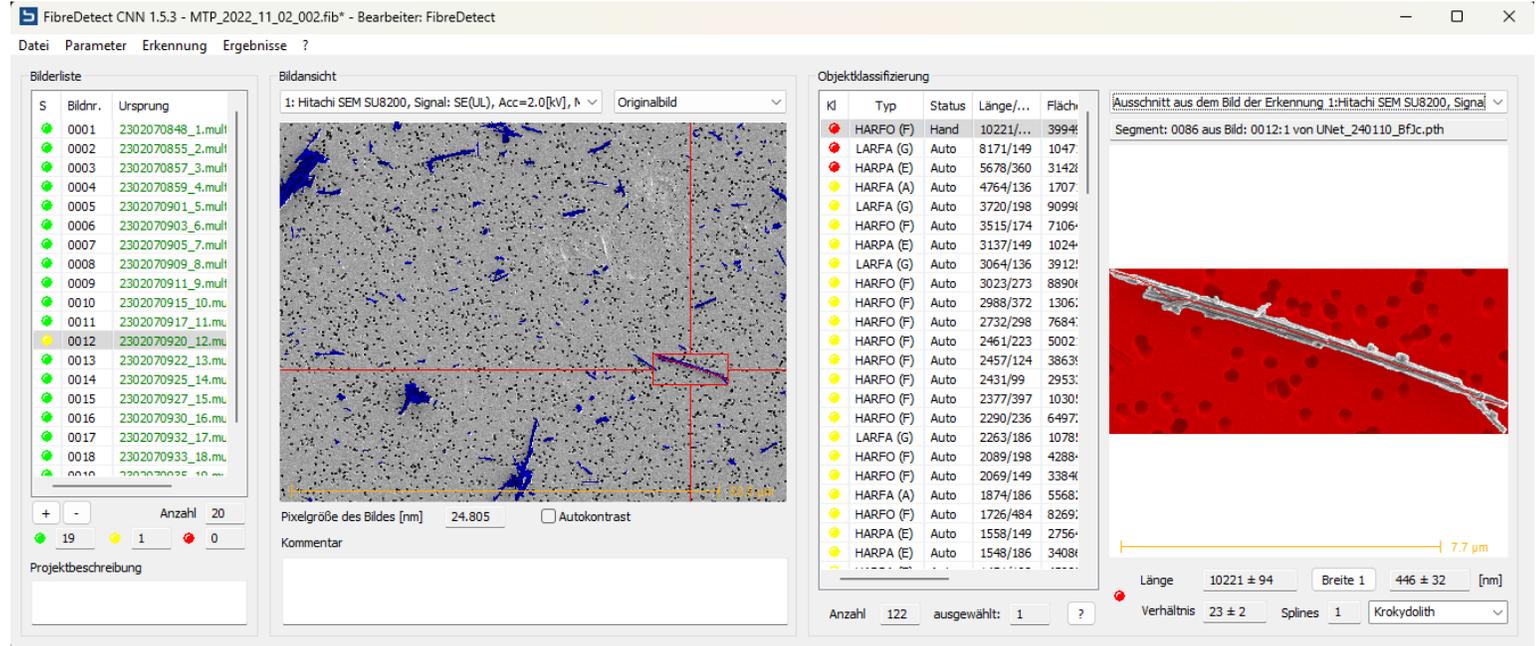
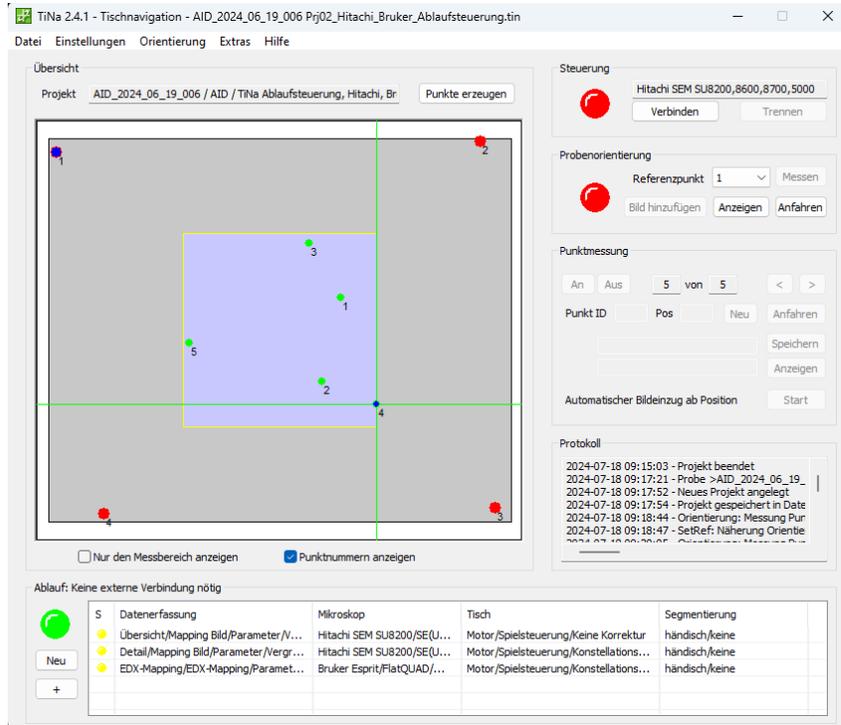


Bruker XFlash



TiNa und FibreDetect

# Verfügbarkeit der BAuA Software



TiNa + FibreDetect ist kostenlos über die BAuA erhältlich  
Bruker und DISS gegen Lizenzgebühr  
Training von KNNs bisher noch offen