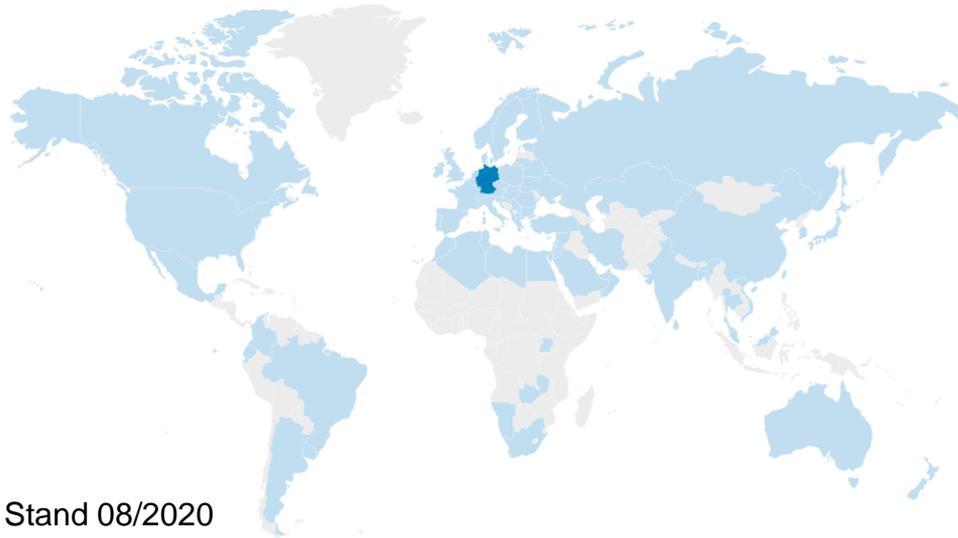


# FiVer – Software zur Faserlängenanalyse



Stand 08/2020



## Was ist FiVer?

FiVer ist eine Software zur Bestimmung der Längenverteilung von Glas- und Carbonfasern auf der Basis einer Bildanalyse. Die Fasern entstammen meist veraschten, d.h. thermisch vom Polymer befreiten Proben aus faserverstärkten Bauteilen.

## Woher kommen die Faseraufnahmen?

Wir empfehlen die Verwendung eines bestimmten hochauflösenden Flachbettscanners als Bildquelle. Die Fasern werden in Wasser dispergiert und bis auf eine sinnvolle Konzentration verdünnt. Von dieser Verdünnung werden einige Milliliter in eine Einweg-Petrischale gegeben und deren Inhalt im Durchlicht gescannt.



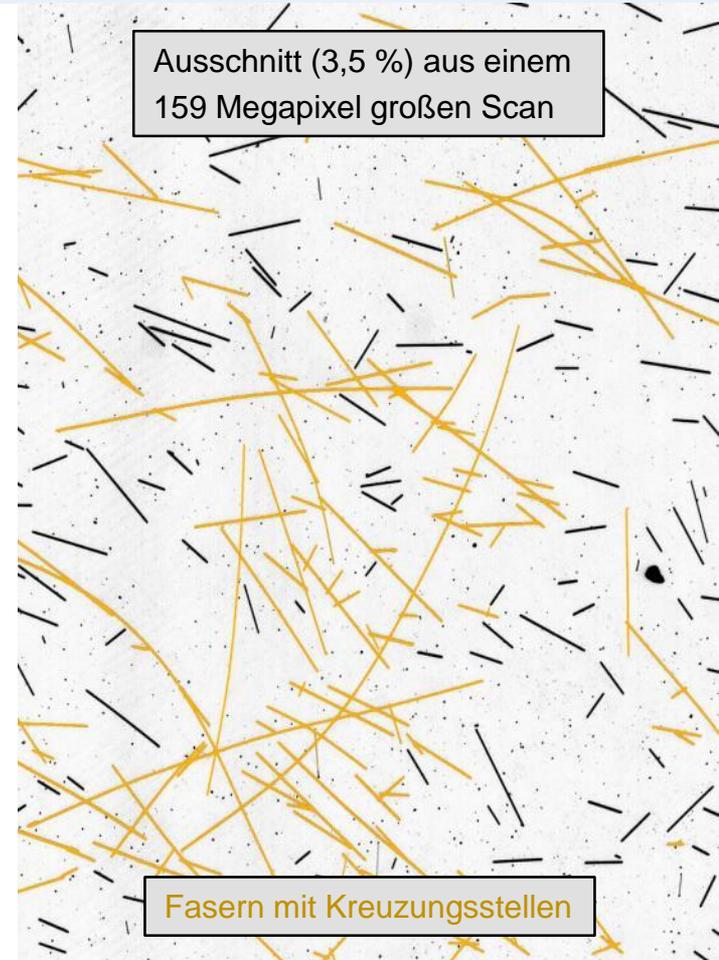
## Worin unterscheidet sich FiVer?

Programme zur allgemeinen Partikelanalyse können nur Fasern berücksichtigen, die einzeln ohne Kontakt zu Nachbarfasern liegen.

Bei sehr kurzen Fasern lässt sich dies bei entsprechender Verdünnung evtl. erreichen, bei längeren Fasern ist die Wahrscheinlichkeit von Berührungen und Kreuzungen jedoch hoch (siehe Bild).

Die langen Fasern tragen besonders positiv zu vielen mechanischen Eigenschaften bei. Sie bei der Analyse zu ignorieren nimmt dem Ergebnis völlig die Aussagekraft.

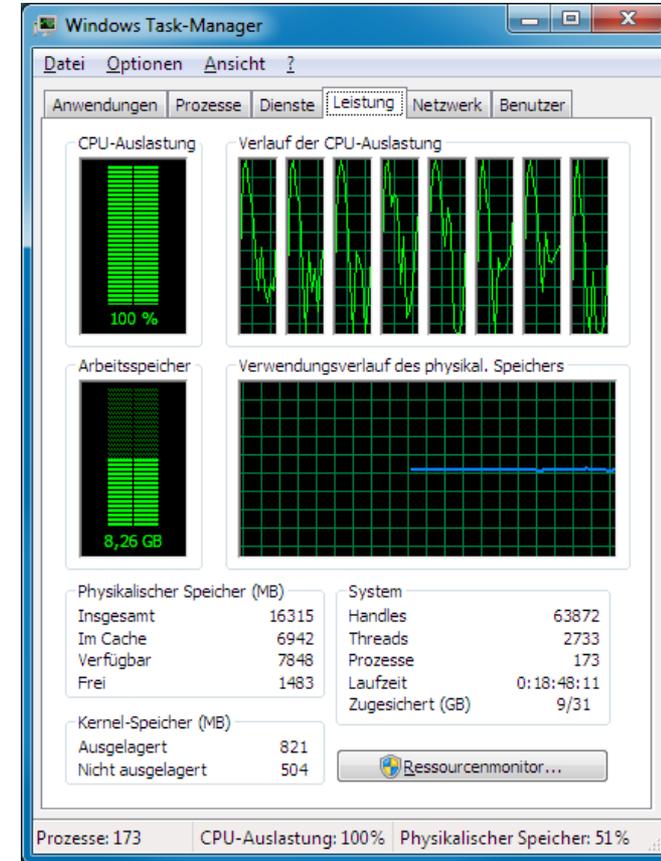
FiVer wurde daher entwickelt, um mit Fasern in einem großen Längenbereich (ca. 20  $\mu\text{m}$  bis 40 mm) umgehen zu können, die auch gebogen und mehrfach überkreuzt liegen dürfen.



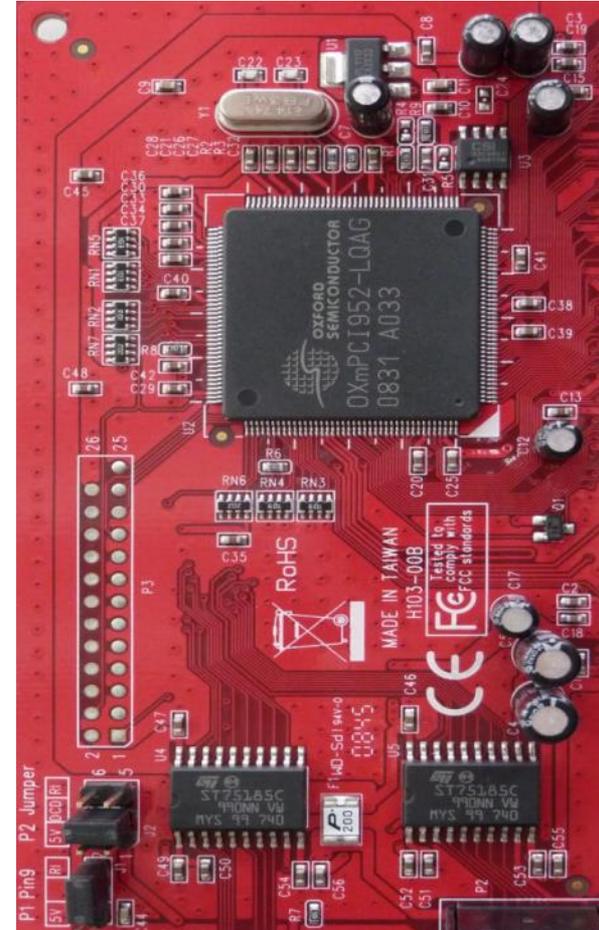
## Wie lange dauert eine Analyse?

Der eigentliche Schritt der Suche nach den Fasern im Bild dauert typischerweise weniger als 5 Sekunden. Dazu kommen noch ein paar weitere Sekunden für die einleitende Aufbereitung und Filterung des Bildes (Rauschminderung, Entfernung von Staubanteilen etc.).

Um diese hohe Geschwindigkeit zu erreichen, parallelisiert FiVer viele Rechenschritte und nutzt damit moderne Mehrkernprozessoren optimal aus.



- + Betriebssystem: Ab Windows 7 (empfohlen 64Bit-Version)
- + Installiertes Microsoft .NET-Framework V4 (ist auf dem Installationsmedium enthalten)
- + Hauptspeicher mind. 4 GB (empfohlen 8 GB oder mehr)
- + Doppelkern-Prozessor (empfohlen Quadcore oder besser, z.B. Intel i5, i7 oder i9-Familie, AMD Ryzen)
- + Mind. 100 MB freier Platz auf der Festplatte/SSD für temporäre Zwischenergebnisse





Moderne Benutzeroberfläche im Ribbon-Stil mit verschieb- und andockbaren Fenstern



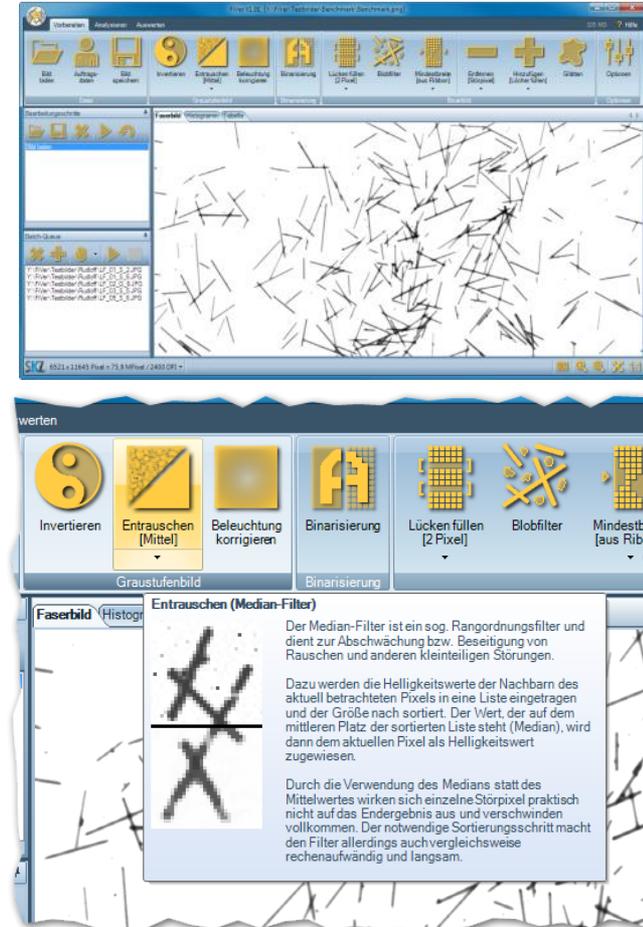
Unterstützung von Mehrkernprozessoren für eine maximale Ausführungsgeschwindigkeit auf aktuellen Rechnersystemen



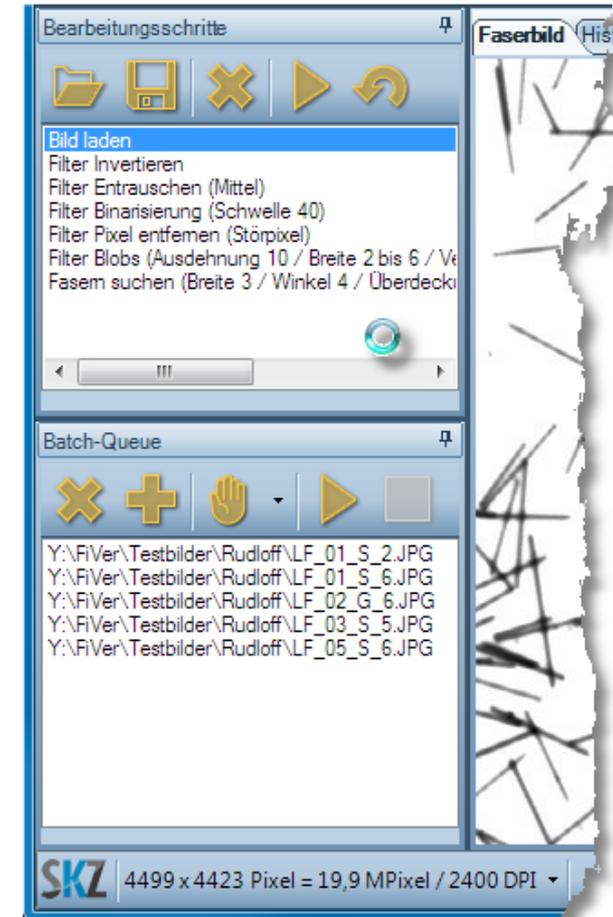
Schnelle Sofort-Hilfe über ausführliche Tooltips mit Grafiken



Vorschaufenster zur interaktiven Einstellung der Bildoptimierungsfilter. Geänderte Pixel können zur leichteren Kontrolle farblich hervorgehoben werden



-  Speicherbare Bearbeitungsschritte mit unbegrenzter Zurück-Funktion („Undo“)
-  Batch-Betrieb zur automatischen Anwendung einer Folge von Bearbeitungsschritten auf mehrere Bilder
-  Falls das Bild keinen korrekten Auflösungswert enthält, kann dieser manuell festgelegt oder durch Ausmessen einer bekannten Distanz kalibriert werden
-  Flexible Lizenzierung über USB-Dongle (ab Windows XP ist der notwendige USB-Treiber bereits Bestandteil des Betriebssystems)





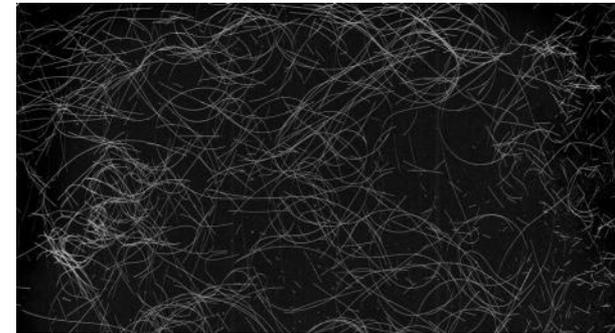
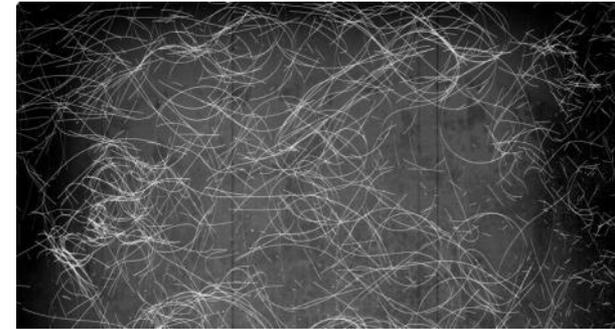
## Abschnitt „Datei“

- Das Programm kann 8 Bit-Graustufenbitmaps bis zu einer Größe von ca. 170 Megapixeln in den Formaten JPG, PNG oder TIFF laden
- Dies reicht für einen Bildausschnitt von ca. 100 x 100 mm<sup>2</sup> bei 3200 DPI bzw. 135 x 135 mm<sup>2</sup> bei 2400 DPI



## Abschnitt „Graustufenbild“

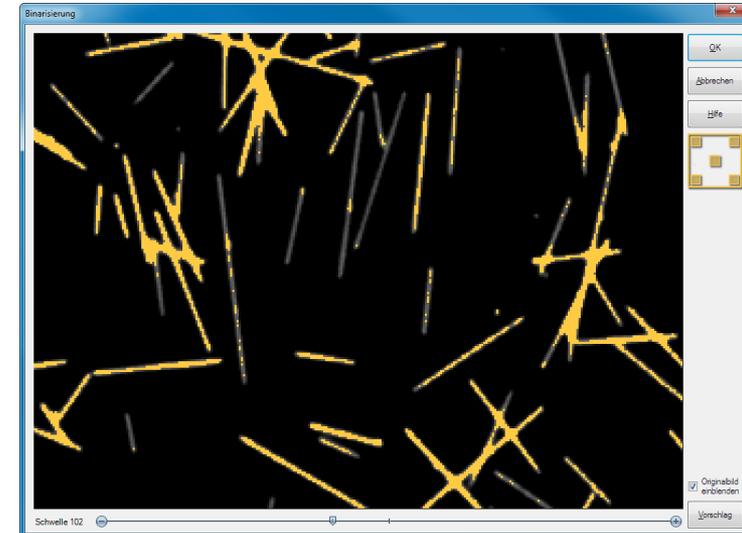
- Mikroskopiebilder zeigen oftmals einen Helligkeitsabfall von der Mitte zum Bildrand
- Mitunter sind die Bilder auch etwas körnig und verrauscht
- Mit den Filtern in diesem Abschnitt lässt sich das Ausgangsbild daher bei Bedarf noch etwas verbessern (ist für Bilder vom Scanner normalerweise nicht notwendig)





## + Abschnitt „Binarisierung“

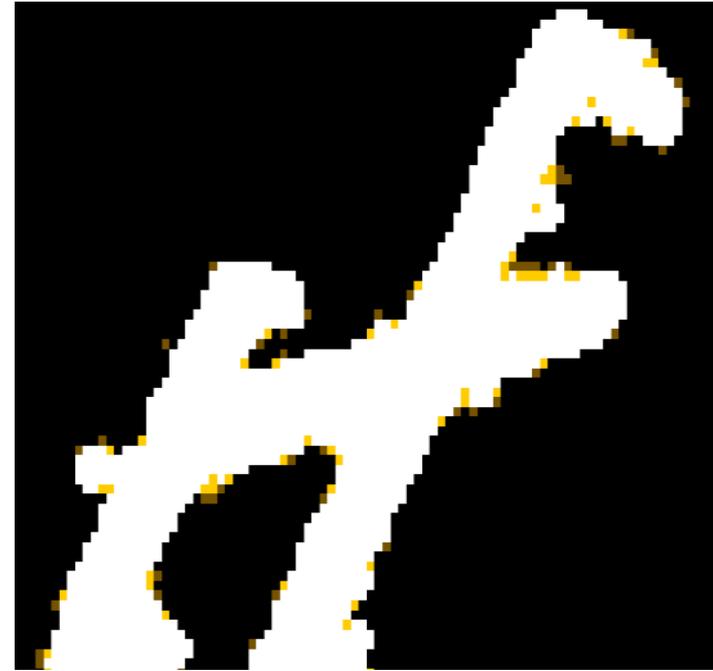
- Für die eigentliche Fasersuche ist nur entscheidend, ob ein Pixel zur Faser oder zum Hintergrund gehört. Das Graustufenbild wird daher in ein reines S/W-Bild umgewandelt
- Die Festlegung der Helligkeitsschwelle, ab der hellere Pixel zu Weiß und dunklere zu Schwarz werden, erfolgt interaktiv. In einem zoom- und scrollbaren Vorschauenfenster werden dazu die Pixel über der aktuellen Helligkeitsschwelle farblich hervorgehoben





## + Abschnitt „Binärbild“

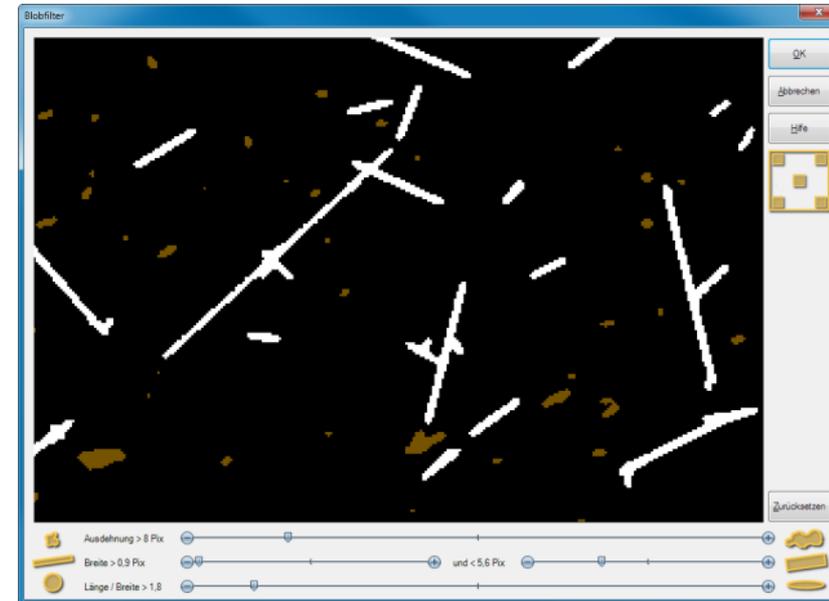
- Diese Filter dienen zur Aufbereitung und Verbesserung des S/W-Bildes (Glätten der Faserkanten, Füllen von Löchern, Entfernen von Störpixeln etc.)
- Damit Sie die Auswirkungen eines Filters besser beurteilen können, werden durch ihn entfernte Pixel in einem dunklen und hinzugefügte Pixel in einem hellen Orangeton hervorgehoben

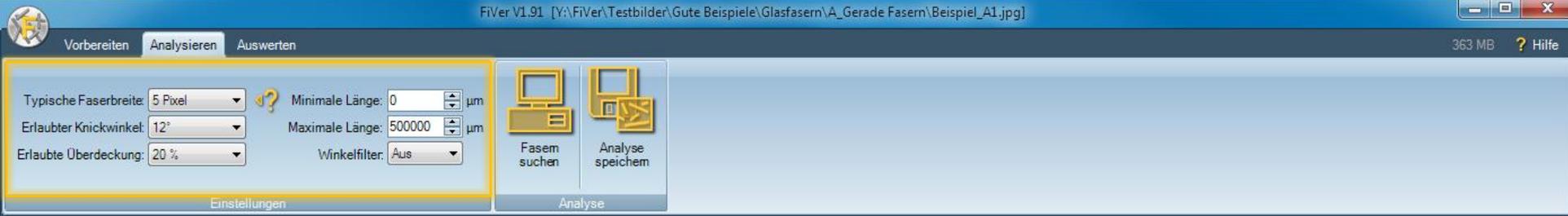




## Abschnitt „Binärbild“, Blobfilter

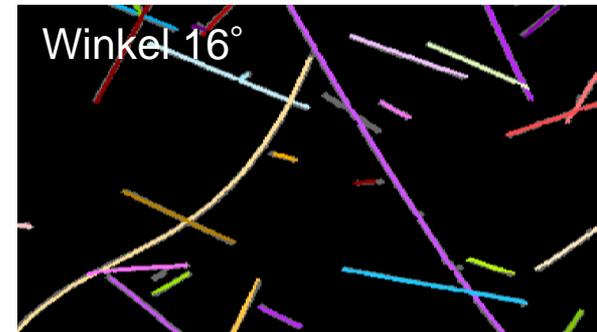
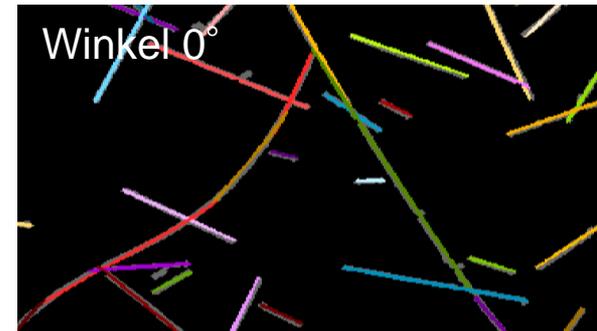
- Als Blob (**B**inary **L**arge **O**bject) bezeichnet man eine zusammenhängende Ansammlung von Pixeln gleicher Farbe
- In einem Vorschaufenster können interaktiv Blobs anhand ihrer Größe, Breite und Gestalt selektiert und anschließend entfernt werden
- Somit lassen sich kleine Staubpartikel, Luftblasen und andere Störungen ausblenden





## Abschnitt „Einstellungen“

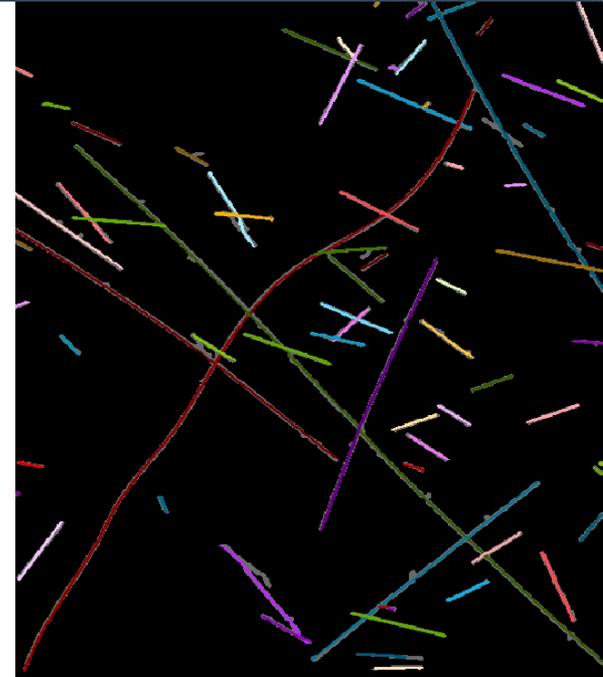
- Typische Faserbreite: Diese grobe Vorgabe wird vom Programm genutzt, um Abzweigungen und doppelt liegende Fasern zu erkennen
- Erlaubter Knickwinkel: Hiermit kann gesteuert werden, ab welcher Grenze Biegungen im Faserverlauf als Beginn einer neuen Faser gewertet werden
- Erlaubte Überdeckung: Wenn mehrere verfolgte Fasern mehr als diesen Prozentsatz deckungsgleich verlaufen, wird nur die längste Faser in die Auswertung übernommen





## Abschnitt „Analyse“

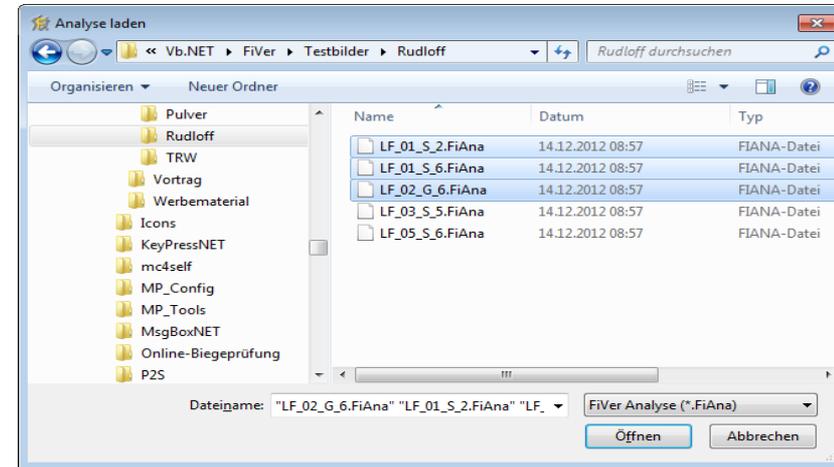
- Startet den Algorithmus zur Identifizierung der Einzelfasern
- Maximal können 65.000 Fasern pro Bild erfasst werden
- Zur leichteren Kontrolle des Verlaufs an Überkreuzungsstellen werden die erkannten Fasern zufällig in einer von 50 möglichen Farben koloriert





## + Abschnitt „Datei“

- Lädt die erkannten Fasern einer alten, abgespeicherten Analyse
- Wenn Sie im Laden-Dialog mehrere Dateien anklicken, werden deren Ergebnisse für die folgenden Auswertungen und Statistiken zusammengefasst (max. 300.000 Fasern). Damit können Sie z.B. Proben von mehreren Entnahmestellen kombinieren, um ein repräsentativeres Ergebnis zu erhalten





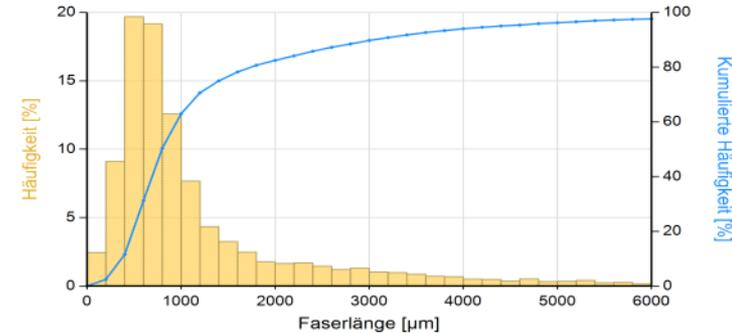
## + Abschnitt „Einstellungen“

- Bei der Angabe des Start- und Endwertes der Klassierung können Sie wahlweise echte Längen in  $\mu\text{m}$  oder Prozentwerte angeben. Ein Startwert von 10% und Endwert von 90% würde dabei bedeuten, dass die kürzesten und längsten 10% der Fasern bei der Festlegung der Klassengrenzen ignoriert werden
- Bei sehr breiten Verteilungen kann die Umschaltung auf eine logarithmische Skalierung der X-Achse sinnvoll sein
- Neben der Anzahl und der Häufigkeit (Anzahl der Fasern in dieser Längenklasse, bezogen auf die Gesamtzahl Fasern in der Auswertung) kann auch der Längenanteil (aufsummierte Länge der Fasern in dieser Längenklasse, bezogen auf die Gesamtlänge an Fasern in der Auswertung) grafisch dargestellt werden



## Abschnitt „Auswertung“

- Histogrammdarstellung der einzelnen Klassenergebnisse und des aufsummierten (kumulierten) Ergebnisses
- Tabellarische Ausgabe aller Kennwerte
- Sowohl die Grafiken als auch die Tabellen können exportiert werden
- Ausdruckbarer Bericht mit allen Informationen (Bildausschnitt, Histogramm, Tabelle etc.)



Klasse		von	bis	Anzahl	Häufigkeit [%]
1		0 µm	52 µm	19	0,0
2		52 µm	104 µm	169	0,5
3		104 µm	156 µm	484	1,4
4		156 µm	208 µm	1.017	3,4
5		208 µm	260 µm	1.357	4,6
6		260 µm	312 µm	1.741	5,5

Fasern ignoriert unter:		0 µm	Fasern ignoriert über:		12.000 µm
Arithm. Mittelwert Ln:	566,2 µm	Gewicht. Mittelwert Lp:	716,8 µm	St	
Häufigkeit d10:	254,6	d25:	370,5	d50:	519,1
Längenanteil d10:	359,9	d25:	476,6	d50:	635,0

