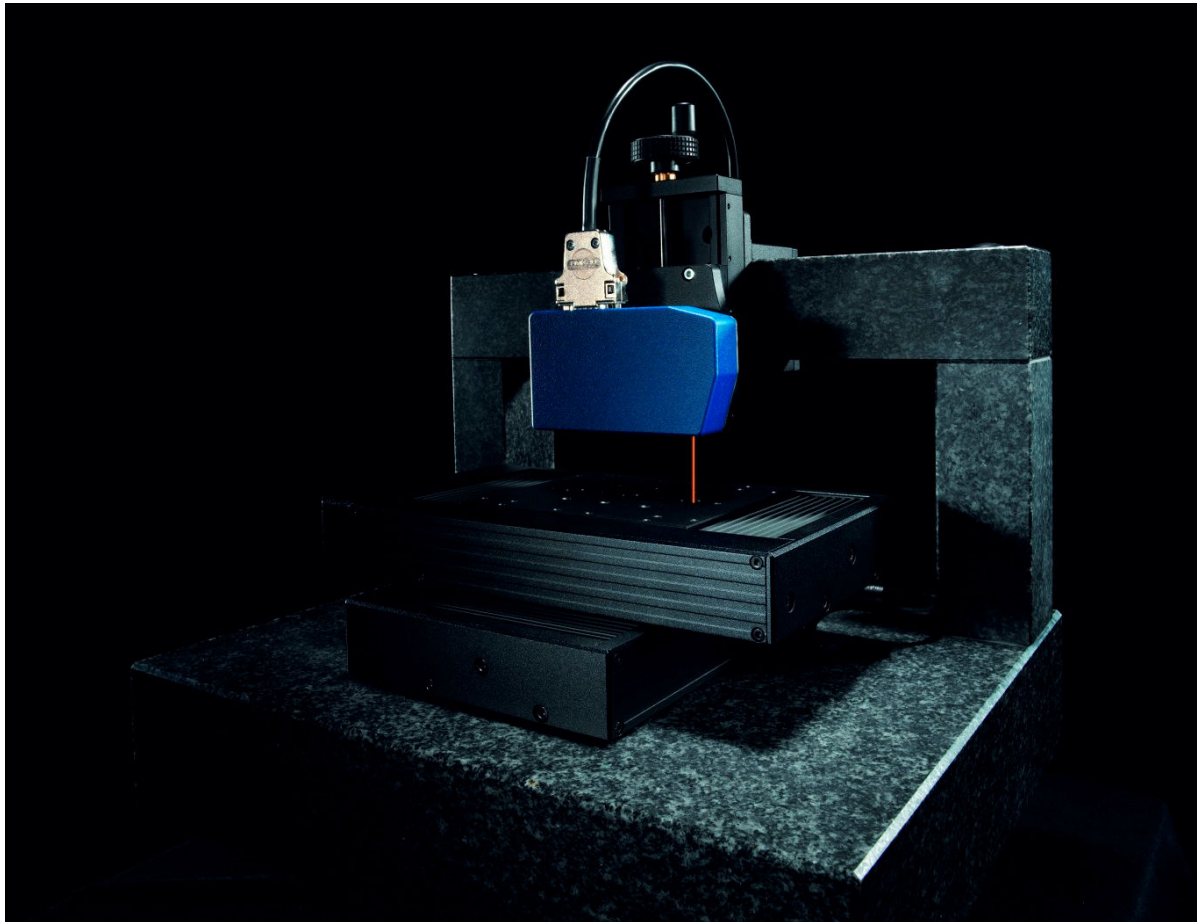


ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

OPM GmbH
Nobelstr. 7
76275 Ettlingen
Germany

Tel. 07243 52 99 42 oder -43
Fax 07243 52 44 80

Web: www.opm-messtechnik.de
Mail: info@opm-messtechnik.de



1. KURZEINFÜHRUNG	8
1.1. INSTALLATION.....	8
1.2. UPDATE.....	8
1.3. DEINSTALLATION.....	9
1.4. ZWECK DES SYSTEMS, LIEFERUMFANG, MEBBEREICH.....	10
1.5. SICHERHEITSHINWEISE (WARNHINWEISE).....	10
1.5.1. Gefahren-Klassifizierung.....	10
1.6. BESTIMMUNGSGEMÄßE VERWENDUNG.....	12
1.7. GEFAHREN DIE VON DER ANLAGE AUSGEHEN KÖNNEN.....	13
1.8. QUALIFIKATION DER PERSONALS.....	14
1.8.1. Zielgruppe.....	14
1.8.1.1. Information.....	14
1.8.1.2. Bediener.....	14
1.8.1.3. Elektrofachkraft.....	15
1.8.1.4. Fachpersonal.....	15
1.8.1.5. Unterwiesene Person.....	15
1.8.2. Autorisierte Personen.....	15
1.8.3. Pflichten des Betreibers.....	15
1.8.4. Pflichten des Bedieners.....	16
1.8.5. Zusätzliche Anforderungen an die Qualifikation.....	16
1.9. BEDIENERPOSITIONEN.....	16
1.10. SICHERHEITSMABNAHMEN WÄHREND DES BETRIEBS.....	16
1.11. SICHERHEITSEINRICHTUNGEN.....	16
1.12. NOT-AUS DRUCKSCHALTER.....	17
1.13. ABSCHALTEN UND SICHERN DER MESSANLAGE.....	17
1.14. VERWENDUNG VON HEBEZEUGEN.....	17
1.15. MECHANISCHE WARTUNGSARBEITEN.....	18
2. MONTAGE	18
2.1. LIEFERUMFANG.....	18
2.2. TRANSPORT.....	18
2.3. LAGERUNG.....	19
2.4. AUFSTELLEN UND MONTIEREN.....	19
2.4.1. Anforderungen an den Aufstellort.....	19
2.4.2. Lastanschlagstelle.....	20
2.4.3. Montieren.....	20
2.5. ERSTE INBETRIEBNAHME.....	20
2.5.1. Reinigen.....	21
2.5.2. Sichtprüfung.....	21
2.5.3. Elektrischer Anschluß.....	21
2.5.4. Anschluß Sensorkopf.....	21
2.6. AUFBAU, STANDORT, ANSCHLUB.....	22
3. HARDWAREKOMPONENTEN	22
3.1. SYSTEM PC, BILDSCHIRM, TASTATUR, MAUS.....	22
3.2. ANSCHLUBZUBEHÖR, VERKABELUNG.....	22
3.3. MEBEINHEIT.....	23
3.4. SENSOR.....	24
3.5. UMGEBUNGSBEDINGUNGEN.....	24
3.6. LAGERUNG.....	25
3.7. WARTUNG, EINSTELLMÖGLICHKEITEN.....	25
3.8. GEWÄHRLEISTUNG.....	25
3.9. SERVICE, ERREICHBARKEIT.....	25
4. SOFTWARE	26

4.1.	SOFTWARESTART BEIM EINSCHALTEN.....	26
4.2.	ERÖFFNUNGSFENSTER.....	26
	REFERENZFAHRT / TISCH EINSTELLEN.....	27
	SENSOR EINSTELLEN.....	28
4.5.	MEBBEDINGUNGEN.....	28
4.6.	PUNKTMESSUNG.....	29
4.7.	LINIENMESSUNG.....	29
4.7.1.	<i>Parameter der Linienmessung</i>	31
4.8.	FLÄCHENMESSUNG.....	32
4.8.1.	<i>Parameter der Flächenmessung</i>	33
4.9.	DATENAUFNAHME.....	36
4.10.	OPTIONEN.....	37
4.11.	MESSPROTOKOLL.....	37
5.	MEB DATEN MANIPULIEREN UND DARSTELLEN	38
5.1.	DAS MENÜ BEARBEITEN.....	38
5.1.1.	<i>Export</i>	38
5.1.2.	<i>Ausrichten</i>	39
5.1.2.1.	<i>...lineare Regression</i>	39
5.1.2.2.	<i>...nach Teilbereichen</i>	39
5.1.2.3.	<i>...Form entfernen</i>	39
5.1.3.	<i>Spiegeln</i>	39
5.1.4.	<i>Matrixfilter und Filtertypen</i>	40
5.1.4.1.	<i>Arithmetischer Mittelwert</i>	40
5.1.4.2.	<i>Median</i>	40
5.1.4.3.	<i>Minimum</i>	40
5.1.4.4.	<i>Maximum</i>	41
5.1.4.5.	<i>Gauß</i>	41
5.1.4.6.	<i>Laplace</i>	41
5.1.4.7.	<i>Gradient</i>	41
5.1.4.8.	<i>Benutzerdefiniert</i>	41
5.1.4.9.	<i>Filtergröße</i>	41
5.1.5.	<i>Werte ablesen</i>	41
5.2.	DAS MENÜ „DARSTELLEN“.....	42
5.2.1.	<i>Kanal</i>	42
5.2.2.	<i>Palette</i>	42
5.2.3.	<i>Isotrope Darstellung</i>	42
5.2.4.	<i>Achsenbeschriftung</i>	42
5.2.5.	<i>Skala</i>	43
5.2.6.	<i>Isometrie</i>	43
5.2.6.1.	<i>Drehung</i>	43
5.2.6.2.	<i>Kippung</i>	43
5.2.6.3.	<i>Palette Photo 1,Photo2</i>	43
5.2.6.4.	<i>Beleuchtung</i>	43
5.2.7.	<i>2D Profil</i>	43
5.2.7.1.	<i>Auswählen einer Zeile</i>	43
5.3.	DAS MENÜ DATEI.....	44
5.3.1.	<i>Öffnen</i>	44
5.3.2.	<i>Speichern unter</i>	44
5.3.3.	<i>Datenexport</i>	44
5.3.4.	<i>Drucken</i>	44
5.3.5.	<i>Seitenansicht</i>	45
5.3.6.	<i>Drucker einrichten</i>	45
5.3.7.	<i>Beenden</i>	45
6.	BEARBEITUNG VON LINIENDATEN	45
6.1.	ÜBERBLICK.....	45
6.2.	LADEN VON LINIENDATEN.....	45
6.3.	SPEICHERN VON LINIENDATEN.....	45

6.4.	ANZEIGE VON LINIENDATEN.....	45
6.5.	DATENEXPORT	47
6.6.	AUSRICHTEN	47
6.6.1.	Überblick.....	47
6.6.2.	Ausrichten durch lineare Regression.....	48
	Ausrichten durch lineare Regression über Teilbereiche	48
6.6.4.	Ausrichten durch Approximationsfunktionen über Teilbereiche	49
6.6.5.	Bezugspunktverschiebung.....	51
6.7.	SPIEGELN VON LINIENDATEN	52
6.7.1.	Überblick.....	52
6.7.2.	Spiegeln der Liniendaten.....	52
6.8.	FILTERN VON LINIENDATEN	53
6.8.1.	Überblick.....	53
6.8.2.	Filterung von Liniendaten	53
6.8.2.1.	Filtertypen.....	54
6.9.	RAUHEITSPARAMETER.....	57
6.9.1.	Übersicht	57
6.9.2.	Rauheitsparameter Ra	59
6.9.3.	Rauheitsparameter Rq	60
6.9.4.	Rauheitsparameter RzDIN, Rmax.....	62
6.9.5.	Rauheitsparameter Rt (Ry)	64
6.9.6.	Rauheitsparameter Rp und Rpm.....	65
6.9.7.	Rauheitsparameter Lo und Lr.....	67
6.9.8.	Rauheitsparameter Sk und K.....	68
6.9.9.	Rauheitsparameter R3z und R3zm.....	70
6.9.10.	Rauheitsparameter RzISO	72
6.9.11.	Rauheitsparameter D, NrS, Sm.....	73
6.9.12.	Rauheitsparameter Rk, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2.....	74
6.9.13.	Welligkeitsparameter Wt	76
6.9.14.	Profilparameter Pa.....	77
6.9.15.	Profilparameter Pt.....	78
6.10.	FFT	79
6.10.1.	Überblick.....	79
6.10.2.	Hinweise	79
6.10.3.	FFT.....	82
6.10.4.	inverse FFT	82
6.10.5.	Umwandlung zwischen Betrag/Phase und Realteil/Imaginärteil	83
6.10.6.	Fensterfunktionen.....	83
6.10.6.1.	Rechteckfenster	84
6.10.6.2.	Parzen-Fenster (Dreieckfenster)	84
6.10.6.3.	Welch-Fenster.....	84
6.10.6.4.	Hanning, Blackman, Blackman-Harris, Blackman-Nuttall, Flattop.....	85
6.10.6.5.	Kaiser-Fenster.....	85
6.11.	REFLEXIONSSCHWELLE VORGEBEN	86
6.11.1.	Überblick.....	86
6.11.2.	Auswahl der Reflexionsschwelle.....	86
6.12.	MANUELLE MASKIERUNG.....	87
6.12.1.	Überblick.....	87
6.12.2.	Rechteck ausschließen	87
6.12.3.	Rechteck einschließen.....	88
6.12.4.	Alle Punkte einschließen.....	88
6.13.	SUBSTITUTION MASKIERTER MEBWERTE	88
6.13.1.	Überblick.....	88
6.13.2.	Bereichsfüllung.....	88
6.14.	AUSWAHL EINES KANALS	90
6.14.1.	Überblick.....	90
6.14.2.	Auswahl eines Kanals.....	90
6.15.	LINIENSUBTRAKTION.....	90

6.16.	AUSWAHL EINER ZEILE.....	92
6.16.1.	Überblick.....	92
6.16.2.	Auswahl einer Zeile.....	92
6.17.	SKALIERUNG DER LINIENDATEN.....	94
6.17.1.	Überblick.....	94
6.17.2.	Auswahl der Anzeigegrenzen.....	95
7.	ANZEIGE UND BEARBEITUNG VON FLÄCHENDATEN	95
7.1.	ÜBERBLICK.....	95
7.2.	LADEN VON FLÄCHENDATEN.....	96
7.3.	SPEICHERN VON FLÄCHENDATEN.....	96
7.4.	DARSTELLUNGSARTEN FÜR FLÄCHENDATEN.....	96
7.4.1.	Überblick.....	96
7.4.2.	Darstellung als Liniendiagramm.....	97
7.4.3.	Falschfarbendarstellung.....	97
7.4.3.1.	Darstellungsoptionen.....	97
7.4.4.	Dreidimensionale Abbildungen.....	98
7.4.4.1.	Perspektivische Darstellung.....	99
7.4.4.2.	Parallelprojektion.....	99
7.4.5.	Darstellungsoptionen.....	99
7.4.5.1.	Anzeigepalette.....	99
7.4.5.2.	Isotrope Darstellung.....	101
7.4.5.3.	Achsenbeschriftung.....	102
7.4.5.4.	Drehung.....	102
7.4.5.5.	Kippung.....	102
7.4.5.6.	Anzeigeoptionen.....	102
7.5.	BEARBEITUNG VON FLÄCHENDATEN.....	109
7.5.1.	Datenexport.....	109
7.5.2.	Ausrichten.....	109
7.5.2.1.	Überblick.....	109
7.5.2.2.	Ausrichten durch lineare Regression.....	109
7.5.2.3.	Ausrichten durch lineare Regression über Teilbereiche.....	110
7.5.2.4.	Ausrichten durch Approximationsfunktionen über Teilbereiche.....	111
7.5.3.	Spiegeln von Flächendaten.....	113
7.5.3.1.	Überblick.....	113
7.5.4.	Filtern von Flächendaten.....	114
7.5.4.1.	Überblick.....	114
7.5.4.2.	Matrixfilter.....	115
7.5.4.3.	Filtertypen.....	116
7.5.5.	Rauheitsparameter.....	121
7.5.6.	Maskierungsoperatoren.....	121
7.5.6.1.	Schwellwert für Reflexion.....	121
7.5.6.2.	Manuelle Maskierung.....	124
7.5.6.3.	Substitution maskierter Meßwerte.....	125
7.5.7.	Auswahl eines Kanals.....	127
7.5.7.1.	Überblick.....	127
7.5.7.2.	Auswahl eines Kanals.....	127
7.5.8.	Skalierung der Flächendaten.....	127
7.5.8.1.	Überblick.....	127
7.5.8.2.	Auswahl der Anzeigegrenzen.....	127
7.5.9.	Auswahl der Darstellungsart.....	128
7.5.9.1.	Überblick.....	128
7.5.9.2.	Darstellung als Liniendiagramm.....	128
7.5.9.3.	Falschfarben-Darstellung.....	129
7.5.9.4.	Isometrische Darstellung.....	129
8.	ANZEIGE UND BEARBEITUNG DER HISTOGRAMMDARSTELLUNG	130
8.1.	ÜBERBLICK.....	130
8.2.	DARSTELLUNG EINES HISTOGRAMMS.....	131
8.2.1.	Amplitudenverteilung.....	131

8.2.2.	<i>Tragkurve</i>	132
8.2.3.	<i>Kanalauswahl</i>	132
8.2.4.	<i>Skalierung</i>	132
8.3.	BEARBEITEN DER HISTOGRAMMDARSTELLUNG	133
8.3.1.	<i>Datenexport</i>	133
8.3.2.	<i>Klassenzahl</i>	133
8.3.3.	<i>Werte ablesen</i>	133
8.3.4.	<i>Bestimmung des Material- und Luftvolumens</i>	134
9.	HTML-DRUCK	135
9.1.	ÜBERBLICK	135
9.2.	ABLAUF DES AUSDRUCKS	136
9.2.1.	<i>Übersicht über den Druckprozeß</i>	136
9.2.2.	<i>Interaktive Druckvorlagen</i>	137
9.2.3.	<i>Statische Druckvorlagen</i>	138
9.2.4.	<i>Beschränkt interaktive Vorlagen</i>	140
9.2.5.	<i>Erstellen eigener Druckvorlagen</i>	143
9.2.5.1.	Globaler namespace	144
9.2.5.2.	Objekt <Data>	145
9.2.5.3.	Objekt <Channel>	146
9.2.5.4.	Objekt <Datum>	148
9.2.5.5.	Objekt <Protokoll>	148
9.2.5.6.	Objekt <Rough>	149
9.2.5.7.	Objekt <RoughAll>	150
9.2.5.8.	Objekt <RoughItem>	150
9.2.5.9.	Objekt <Point>	151
9.2.5.10.	Objekt <Range>	151
9.2.5.11.	Konfiguration der Ausgabe	152
9.2.6.	<i>Verwendung eigener Druckvorlagen</i>	155
10.	OPTIONALE MODULE	157
10.1.	KAMERAMODUL	157
10.1.1.	<i>Hardware</i>	157
10.1.2.	<i>Software</i>	157
10.1.3.	<i>Bedienung</i>	157
10.1.4.	<i>Konfiguration</i>	158
10.1.4.1.	Bestimmung des Kameraoffsets	158
10.2.	AUTOSCAN-TABELLE	160
10.2.1.	<i>Erstellung der Tabelle</i>	160
10.2.1.1.	Bezugspunkt definieren	161
10.2.1.2.	Bezugspunkt übernehmen	162
10.2.1.3.	Meßpositionen definieren	163
10.2.1.4.	Tabelle speichern	165
10.2.2.	<i>Verwendung der Tabelle</i>	165
10.2.2.1.	Einlesen über Datei/Öffnen	166
10.2.2.2.	Drag & Drop vom Explorer	166
10.2.2.3.	Start über die Liste der zuletzt benutzten Dateien	166
10.2.3.	<i>Messung starten</i>	166
10.2.3.1.	Referenzpunktangabe ohne Kamera, bzw. mit in-line-Kamera	167
10.2.3.2.	Referenzpunktangabe mit Kameramodul und Seitenkamera	167
10.3.	MESSBEREICHSERWEITERUNG	168
10.3.1.	<i>Messbereichserweiterung für AF16</i>	169
10.3.1.1.	Übersicht	169
10.3.1.2.	Einstellungen und Aktivierung der Messbereichserweiterung	172
10.3.2.	<i>Meßbereichserweiterung für Konfokalsensoren</i>	173
10.3.2.1.	Übersicht	173
10.3.2.2.	Einstellungen und Aktivierung der Messbereichserweiterung	175
11.	WICHTIGE HINWEISE	178

Bedienungsanleitung

Inspector und Meßsystem „Hyperion“

1. Kurzeinführung

1.1. Installation

Die Meß- und Auswertesoftware Inspector ist zum Einsatz unter MS Windows XP vorgesehen. Mit Einschränkungen bezüglich Funktionalität und Stabilität ist auch ein Betrieb unter Windows98 SE, NT4.0 und Windows2000 möglich.

Zum Einsatz der Steuerungskomponente für den Sensor und die Tische sind zwei RS232 Schnittstellen erforderlich. Die UARTs müssen über ein FIFO verfügen.

Zur Installation sind Administratorrechte erforderlich. Die Installation besteht aus folgenden Schritten:

1. Installieren Sie Inspector. Starten Sie Inspector-x.y.z.exe von der Installations-CD, und führen Sie die Installation zum Abschluß.

Nach Abschluß der Installation findet sich eine Verknüpfung zu Inspector sowohl auf dem Desktop als auch im Startmenü.

1.2. Update

Normalerweise liegt bei einem Update eine Beschreibung des Vorgangs bei. Ansonsten gelten folgende Regeln:

- Wird ausschließlich Inspector aktualisiert, sollten Sie die Vorversion **nicht** deinstallieren¹. Installieren Sie das Update über die existierende Installation. Bestätigen Sie im Dialog, daß bestehende Dateien **überschrieben** werden sollen, sonst ist Ihre Installation nicht lauffähig (Abhilfe: noch einmal das Update installieren, diesmal mit Überschreiben). Falls mehrere Py-

¹ Normalerweise liegen einem Update keine Konfigurationsdateien bei. Deinstallieren Sie Inspector, und installieren Sie das Update, können Sie die Hardware wegen fehlender Konfigurationsdateien Sensors.ini und Motors.ini nicht mehr ansprechen. Wenn Sie eine Deinstallation vornehmen wollen, kopieren Sie vorher bitte Sensors.ini und Motors.ini.

thon-Versionen installiert sind, werden diese im Installationsprogramm aufgelistet. Wählen Sie eine der **2.3**-Versionen.

1.3. Deinstallation

Zur Deinstallation führen Sie bitte folgende Schritte aus:

- Suchen sie in der Systemsteuerung den Eintrag Inspector <Versionsnummer> und deinstallieren Sie Inspector.

1.4. Zweck des Systems, Lieferumfang, Meßbereich

Die Kompaktanlage Hyperion ist ein berührungsloses Profilometer für die Vermessung von Oberflächenstrukturen.

Einsatzgebiet: Qualitätssicherung und Prozeßkontrolle an mikroskopischen

Strukturen. Die Auswertemöglichkeiten umfassen u.a. die Berechnung geometrischer Kenndaten (Breiten, Höhen, Schichtdicken, Radien etc.) Berechnung statistischer Kenndaten (Rauigkeitsanalyse)

Messfunktionen: Koordinatenbezogene Aufnahme der Höhen von Profilschnitten und geschlossener Flächen.

Messtisch: Verfahrweg 50x50 mm (optional bis 200 x 200 mm),

Verfahrgeschwindigkeit max. 50 mm/s, absolute Positioniergenauigkeit < 2 µm.

Ebenheit +/- 0,5 µm / 50 mm,

Messgeschwindigkeit: 0,1 - 30 mm/s.

Probenform: vorzugsweise ebene Oberflächen bis zu 200 x 200 mm Größe

Probenlage: waagrecht

Systemkomponenten:

PC mit Schnittstellen für Sensor + Verfahrinheit,

15" Flachbildschirm, Tastatur, Maus

Anschlußzubehör / Verkabelung

Meßeinheit mit:

Granitplatte

Portal

Verfahrinheit

Sensor

Aufhängung




manuelle Z-Verstelleinheit

Anschlüsse und Kabel

1.5. Sicherheitshinweise (Warnhinweise)

1.5.1. Gefahren-Klassifizierung

Wir teilen die Sicherheitshinweise in verschiedene Stufen ein. Die nachfolgende Tabelle gibt Ihnen eine Übersicht über die Zuordnung an Symbolen und Signalwörtern zu der konkreten Gefahr und den möglichen Folgen.

Piktogramm	Signalwort	Definition und mögliche Folgen
	Gefahr!	bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr. Wenn Sie nicht gemieden wird sind Tod oder schwerste Verletzungen die Folge.
	Warnung!	bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird können Tod oder schwerste Verletzungen die Folge sein.
	Vorsicht!	bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird können leichte oder geringfügige Verletzungen die Folge sein.
	Hinweis!	bezeichnet eine möglicherweise schädliche Situation. Wenn sie nicht gemieden wird kann die Anlage oder etwas in ihrer Umgebung beschädigt werden.
	Information	Anwendungstipps oder andere wichtige oder nützliche Informationen. Keine gefährlichen oder schadenbringende Folgen für Personen oder Sachen.

Wir ersetzen bei konkreten Gefahren das Piktogramm



1.6. Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Anlage besteht aus folgenden Komponenten:

- Mesständer
- Optischer Sensor
- Steuerelektronik
- Auswerterechner



Warnung!

Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung der Messanlage

- entstehen Gefahren für das Personal,
- werden die Anlage und weitere Sachwerte des Betreibers gefährdet,
- kann die Funktion der Anlage beeinträchtigt sein

Die Maschine ist zum Einsatz in nicht explosionsgefährdeter Umgebung konstruiert und gebaut.

Die Anlage ist zur berührungslosen Topografiemessung von Messproben mit lateralen Abmessungen im Bereich Mikrometer bis Zentimeter vorgesehen. Das maximale Probengewicht darf 5kg nicht überschreiten. Die Maschine muß in einem Messraum oder vergleichbarer Umgebung eingesetzt werden. Die Maschine darf nur in trockenen und belüfteten Räumen aufgestellt und betrieben werden.

Wird die Anlage anders als oben angeführt eingesetzt oder ohne Genehmigung der Firma OPM GmbH verändert wird die Anlage nicht mehr bestimmungsgemäß eingesetzt.

Wir übernehmen keine Haftung für Schäden aufgrund einer nicht bestimmungsgemäßen Verwendung.

Wir weisen ausdrücklich darauf hin, daß durch nicht von der Firma OPM genehmigte konstruktive, technische oder verfahrenstechnische Änderungen auch die Garantie erlischt.

Teil der bestimmungsgemäßen Verwendung ist, daß Sie

- die Betriebsanleitung beachten
- die Inspektions- und Wartungsanweisungen beachten
- die technischen Grenzen der Anlage einhalten



Warnung!

Schwerste Verletzungen durch nicht bestimmungsgemäße Verwendung. Umbauten und Veränderungen der Anlage sind verboten. Sie gefährden Menschen und können zur Beschädigung der Anlage führen.

1.7. Gefahren die von der Anlage ausgehen können

Die Anlage wurde einer Sicherheitsprüfung nach EN61010 unterzogen. Die auf dieser Analyse aufbauende Konstruktion und Ausführung entsprechen dem Stand der Technik.

Es verbleibt ein Restrisiko, denn die Anlage

- arbeitet mit elektrischen Spannungen und Stömen
- arbeitet mit beweglichen Teilen
- weist eine große Masse auf.

Das Risiko für die Gesundheit von Personen durch diese Gefährdungen haben wir konstruktiv und durch Sicherheitstechnik minimiert.

Bei Bedienung und Instandhaltung der Anlage durch nicht ausreichend qualifiziertes Personal können durch falsche Bedienung oder unsachgemäße Instandhaltung Gefahren von der Maschine ausgehen.



Information

Alle Personen, die mit Montage, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung zu tun haben, müssen

- die erforderliche Qualifikation besitzen und
- diese Betriebsanleitung genau beachten.

Schalten Sie die Maschine immer ab, wenn Sie Reinigungs- oder Wartungsarbeiten vornehmen.



Warnung!

Die Anlage darf nur mit funktionierenden Sicherheitseinrichtungen betrieben werden. Schalten Sie die Anlage sofort ab, wenn Sie feststellen daß eine Sicherheitseinrichtung fehlerhaft, deaktiviert oder demontiert ist. Alle betreiberseitigen Zusatzeinrichtungen müssen mit den vorgeschriebenen Sicherheitseinrichtungen ausgerüstet sein.

Sie als Betreiber sind dafür verantwortlich.

1.8. Qualifikation der Personals

1.8.1. Zielgruppe

Dieses Handbuch wendet sich an

- die Betreiber,
- die Bediener,
- das Personal für Instandhaltungsarbeiten.

Deshalb beziehen sich die Warnhinweise sowohl auf die Bedienung als auch die Instandhaltung der Messanlage.

1.8.1.1. Information

Alle Personen, die mit der Montage, Inbetriebnahme, Bedienung und Instandhaltung zu tun haben, müssen

- die erforderliche Qualifikation besitzen
- diese Betriebsanleitung genau beachten.

Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung

- können Gefahren für das Personal entstehen,
- können die Messanlage und weitere Sachwerte gefährdet werden,
- kann die Funktion der Messanlage beeinträchtigt sein.

In dieser Anleitung werden die im Folgenden aufgeführten Qualifikationen der Personen für die verschiedenen Aufgaben benannt:

1.8.1.2. Bediener

Der Bediener wurde mit einer Unterweisung durch den Betreiber über die ihm übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet. Aufgaben, die über die Bedienung im Normalbetrieb hinausgehen, darf der Bediener nur ausführen, wenn dies in dieser Anleitung angegeben ist und der Betreiber ihn ausdrücklich damit betraut hat.

1.8.1.3. Elektrofachkraft

Die Elektrofachkraft ist aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Erfahrung sowie Kenntnis der einschlägigen Normen und Bestimmungen in der Lage, Arbeiten an elektrischen Anlagen auszuführen und mögliche Gefahren selbständig zu erkennen und zu vermeiden.

Die Elektrofachkraft ist speziell für das Arbeitsumfeld in dem sie tätig ist ausgebildet und kennt die relevanten Normen und Bestimmungen.

1.8.1.4. Fachpersonal

Fachpersonal ist aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Erfahrung sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen in der Lage, die ihm übertragenen Arbeiten auszuführen und mögliche Gefahren selbständig zu erkennen und zu vermeiden.

1.8.1.5. Unterwiesene Person

Die unterwiesene Person wurde in einer Unterweisung durch den Betreiber über die ihr übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet.

1.8.2. Autorisierte Personen



Warnung!

Bei unsachgemäßem Bedienen und Warten der Messanlage entstehen Gefahren für Menschen, Maschinen und Umwelt. Nur autorisierte Personen dürfen an der Messmaschine arbeiten!

Autorisierte Personen für die Bedienung und Instandhaltung sind die eingewiesenen und geschulten Fachkräfte des Betreibers und des Herstellers.

1.8.3. Pflichten des Betreibers

Der Betreiber muß das Personal mindestens einmal jährlich unterweisen über

- alle die Messanlage betreffenden Sicherheitsvorschriften,
- die Bedienung,
- die anerkannten Regeln der Technik.

Der Betreiber muß außerdem

- den Kenntnisstand des Personals prüfen,
- die Schulungen/Unterweisungen dokumentieren,
- die Teilnahme an den Schulungen/Unterweisungen durch Unterschrift bestätigen lassen,

- kontrollieren, ob das Personal sicherheits- und gefahrenbewußt arbeitet und die Betriebsanleitung beachtet.

1.8.4. Pflichten des Bedieners

Der Bediener muß

- die Betriebsanleitung gelesen und verstanden haben,
- mit allen Sicherheitseinrichtungen und –Vorschriften vertraut sein,
- die Maschine bedienen können.

1.8.5. Zusätzliche Anforderungen an die Qualifikation

Für Arbeiten an elektrischen Bauteilen oder Betriebsmitteln gelten zusätzliche Anforderungen:

- Arbeiten dürfen nur durch eine Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.
- Vor der Durchführung von Arbeiten an elektrischen Bauteilen oder Betriebsmitteln sind folgende Maßnahmen in der angegebenen Reihenfolge durchzuführen:
- Allpolig abschalten.
- Gegen Wiedereinschalten sichern.
- Spannungsfreiheit prüfen.

1.9. Bedienerpositionen

Die Bedienerposition ist vor der Messanlage.

1.10. Sicherheitsmaßnahmen während des Betriebs



Vorsicht!

Klemmgefahr während des Messbetriebs. Die Verfahrachsen können sich während der Datenaufnahme programmgesteuert, im Positionierbetrieb manuell gesteuert bewegen. Greifen Sie nicht in den Bewegungsbereich der Verfahrachsen. Beenden Sie die Datenaufnahme oder die manuelle Positionierung vor dem Einsetzen oder Entfernen der Messprobe.

1.11. Sicherheitseinrichtungen

Betreiben Sie die Messanlage nur mit ordnungsgemäß funktionierenden Sicherheitseinrichtungen. Setzen Sie die Messanlage sofort still, wenn eine Sicherheitseinrichtung fehlerhaft ist oder unwirksam wird.

Nach dem Auslösen oder dem Defekt einer Sicherheitseinrichtung dürfen Sie die Messmaschine erst wieder benutzen, wenn Sie

- Die Ursache der Störung beseitigt haben
- Sich überzeugt haben, daß dadurch keine Gefahr für Personen oder Sachen entsteht.



Warnung!

Wenn Sie eine Sicherheitseinrichtung überbrücken, entfernen oder auf andere Art außer Funktion setzen, gefährden sie sich und andere an der Messanlage arbeitende Personen. Mögliche Folgen sind

- Verletzungen durch Quetschungen an beweglichen Teilen,
- ein tödlicher Stromschlag.



Warnung!

Die zur Verfügung gestellten und mit der Messanlage ausgelieferten Schutzeinrichtungen sind dazu bestimmt, die Risiken einer Verletzung herabzusetzen, jedoch nicht diese vollständig zu beseitigen.

Die Messanlage ist mit folgenden Sicherheitseinrichtungen ausgestattet:

- ein selbstverriegelnder NOT-AUS Schalter

1.12. NOT-AUS Druckschalter

Der NOT-AUS-Schalter schaltet die Motorsteuerung spannungsfrei. Das Betätigen der roten Schaltfläche löst einen Not-Halt aus. Schalten Sie die Motorsteuerung über die grüne Schaltfläche wieder ein. Danach müssen Sie die Referenzfahrt wiederholen (siehe Handbuch Hyperion).

1.13. Abschalten und Sichern der Messanlage

- Ziehen Sie vor Beginn der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten den Netzstecker zur Motorsteuerung, zum Sensor und zum PC. Alle Anlagenteile sowie alle gefahrbringenden Spannungen und Bewegungen sind abgeschaltet.
- Bringen Sie ein Warnschild an der Messanlage an.

1.14. Verwendung von Hebezeugen



Warnung!

Schwerste bis tödliche Verletzungen durch beschädigte oder nicht ausreichend tragfähige Hebezeuge und Lastanschlagmittel, die unter Last reißen.

Prüfen Sie, ob die Hebezeuge und Lastanschlagmittel für die Belastung ausreichend und nicht beschädigt sind.

Beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften der für Ihre Firma zuständigen Berufsgenossenschaften oder andere Aufsichtsbehörden.

Befestigen Sie Lasten sorgfältig.

Treten Sie nie unter schwebende Lasten.

1.15. Mechanische Wartungsarbeiten

Entfernen bzw. installieren Sie vor bzw. nach Ihrer Arbeit alle für die Instandhaltungsarbeiten angebrachten Schutz- und Sicherheitseinrichtungen wie:

- Abdeckungen,
- Sicherheitshinweise und Warnschalter,
- Erdungskabel.

Wenn Sie Schutz- oder Sicherheitseinrichtungen entfernen, dann bringen Sie diese unmittelbar nach Abschluß Ihrer Arbeiten wieder an.

Überprüfen Sie deren Funktion!

2. Montage

Die Messanlage wird vormontiert geliefert.

2.1. Lieferumfang

Überprüfen Sie die Messanlage nach Anlieferung unverzüglich auf Transportschäden, Fehlmen- gen und gelockerte Befestigungsschrauben. Vergleichen Sie den Lieferumfang mit den Angaben der Packliste.

2.2. Transport



Warnung!

Schwerste bis tödliche Verletzungen durch Umfallen oder Herunterfallen von Maschinenteilen vom Gabelstapler oder Transportfahrzeug. Beachten Sie die Anweisungen und Angaben auf der Transportkiste.



Warnung!

Schwerste bis tödliche Verletzungen durch beschädigte oder nicht ausreichend tragfähige Hebezeuge und Lastanschlagmittel, die unter Last reißen.

Prüfen Sie, ob die Hebezeuge und Lastanschlagmittel für die Belastung ausreichend und nicht beschädigt sind.

Beachten Sie die Unfallverhütungsvorschriften der für Ihre Firma zuständigen Berufsgenossenschaften oder andere Aufsichtsbehörden.

Befestigen Sie Lasten sorgfältig.

Treten Sie nie unter schwebende Lasten.

2.3. Lagerung



Achtung!

Bei falscher oder unsachgemäßer Lagerung können elektrische, optische oder mechanische Maschinenkomponenten beschädigt oder zerstört werden.

Lagern Sie die verpackten oder bereits ausgepackten Teile nur unter den vorgesehenen Umgebungsbedingungen.

Beachten Sie die Anweisungen und Angaben auf der Transportkiste:

- zerbrechliche Waren (Ware erfordert vorsichtigen Handhaben),
- vor Nässe und feuchter Umgebung schützen,
- vorgeschriebene Lage der Packkiste (Kennzeichnung der Deckenfläche- Pfeile nach oben),
- maximale Stapelhöhe (nicht stapelbar, über der ersten Packkiste darf keine weitere gestapelt werden).

2.4. Aufstellen und Montieren

2.4.1. Anforderungen an den Aufstellort



Achtung!

Bevor Sie die Messanlage aufstellen, lassen Sie die Tragfähigkeit des Untergestells von einem Fachmann überprüfen. Der Boden bzw. die Hallendecke müssen das Gewicht der Maschine zuzüglich aller Beistellteile und Zusatzaggregate, Bediener sowie bevorratete Materialien und Messobjekte tragen. Gegebenenfalls ist der Untergrund zu verstärken.



Information:

Um eine gute Funktionsfähigkeit und hohe Messgenauigkeit sowie lange Lebensdauer der Messanlage zu erreichen sollte der Aufstellungsort folgende Kriterien erfüllen:

- die Anlage darf nur in trockenen, belüfteten Räumen aufgestellt und betrieben werden.
- Vermeiden Sie Plätze in der Nähe von Späne oder Staub verursachenden Maschinen.
- Der Aufstellort muß schwingungsfrei, also entfernt von Pressen, Hobel- und Fräsmaschinen sein.
- Der Untergrund muß für Meßanlagen geeignet sein. Achten Sie auf Ebenheit, Tragfähigkeit sowie Schwingungsfreiheit des Bodens.
- Abstehende Teile wie Steinecken, Brücke oder Z-Versteller sind nötigenfalls durch bauseitige Maßnahmen so abzusichern, daß Personen nicht gefährdet sind.
- Genügend Platz für Bedienpersonal, Materialtransport, PC, Tastatur, Maus und

Monitor bereitstellen. Der PC-Arbeitsplatz muß den gültigen Ergonomieanforderungen entsprechen.

- Bedenken Sie auch die Zugänglichkeit für Einstell- und Wartungsarbeiten.
- Der Netzstecker und Hauptschalter der Messanlage muß frei zugänglich sein.
- Sorgen Sie für ausreichende Beleuchtung (Mindestwert im Arbeitsbereich 300lx). Bei geringerer Beleuchtungsstärke muß eine zusätzliche Beleuchtung sichergestellt sein.
- Die Umgebungstemperatur muß im Bereich 20-25°C liegen.

2.4.2. Lastanschlagstelle

- Befestigen Sie das Lastanschlagmittel um die Granitplatte.
- Achten Sie darauf, daß ein ausgeglichener Lastanschlag erfolgt und die Messanlage beim Anheben nicht wegkippt.
- Achten Sie beim Lastanschlag, daß keine Anbauteile beschädigt werden.

2.4.3. Montieren



Warnung!

Quetsch- und Kippgefahr. Das Aufstellen der Messanlage muß von mindestens zwei Personen ausgeführt werden.

- Prüfen Sie den Untergrund und Untergestell mit der Wasserwaage auf waagrechte Ausrichtung.
- Prüfen Sie Untergrund und Untergestell auf ausreichende Tragfähigkeit und Steifigkeit.



Achtung!

Eine ungenügende Steifigkeit von Untergrund oder Untergestell führt zu Schwingungen der Messanlage. Schwingungen durch ungenügender Steifigkeit des Aufstellorts führen schnell zu schlechten Messergebnissen.

- Setzen Sie die Messanlage auf das vorgesehene Untergestell

2.5. Erste Inbetriebnahme



Achtung!

Vor Inbetriebnahme der Messanlage sind alle Schrauben, Befestigungen und Sicherheitseinrichtungen zu überprüfen.



Warnung!

Bei der ersten Inbetriebnahme durch unerfahrenes Personal gefährden Sie Menschen und Ausrüstung. Wir übernehmen keine Haftung für Schäden aufgrund einer nicht

korrekt durchgeführten Inbetriebnahme.

2.5.1. Reinigen

- Reinigen Sie die Messanlage mittels eines feuchten Tuchs von Verschmutzungen.
- Verwenden Sie zum Reinigen keine Lösungsmittel, Nitroverdünnung oder andere Reinigungsmittel.

2.5.2. Sichtprüfung

Prüfen Sie den Zustand der Faltenbälge der Verfahrachsen. Stellen Sie sicher, daß die manuelle Z-Achse ganz nach oben gefahren ist. Sichern Sie den Reiter des Portals mit den beiden Klemmhebeln.

2.5.3. Elektrischer Anschluß

Schließen Sie das elektrische Versorgungskabel an die Motorsteuerung, Sensorcontroller, PC und Monitor an.

Verdrahten Sie die Schnittstellenkabel für Motor- und Sensorsteuerung entsprechend Verdrahtungsliste.

Schließen Sie das Motorkabel an die Rückseite des Granitstativs und an die Motorsteuerung entsprechend Verdrahtungsliste an.

Verdrahten Sie Tastatur, Maus und Monitor entsprechend Verdrahtungsplan.

2.5.4. Anschluß Sensorkopf

Stecken Sie den Sensorkopf in die Sensoraufnahme. Verbinden Sie den Lichtwellenleiter mit dem Sensorkopf und dem Sensorcontroller entsprechend Verdrahtungsplan.

2.6. Aufbau, Standort, Anschluß

Das System wird von unseren Mitarbeitern komplett aufgebaut und angeschlossen.

Wählen Sie einen vor Erschütterungen geschützten Standort.

Achten Sie darauf, daß die Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit innerhalb der angegebenen Betriebsbedingungen liegen.

Zusätzlich sollte der Meßraum staubfrei sein und das Meßsystem keiner direkten Sonne ausgesetzt werden.

Das System ist auf den Standard-Netzanschluss von 230 V (optional 115 V) Wechselstrom eingestellt.

3. Hardwarekomponenten

WICHTIGER HINWEIS

Es ist nicht gestattet, die Systemkonfiguration des Rechners zu verändern. Spielen Sie niemals andere Software auf, es sei denn, dies ist von der OPM GmbH schriftlich freigegeben. Tauschen Sie niemals Rechnerkomponenten gegen andere aus, installieren Sie keine zusätzlichen Hardwarekomponenten. Das System ist auf seine Funktion hin optimiert - Veränderungen führen unvermeidbar zu Funktionsstörungen und **ZUM VERLUST JEGLICHER GARANTIEANSPRÜCHE!**

3.1. System PC, Bildschirm, Tastatur, Maus

Der **System PC** ist ein handelsüblicher Büro PC unter Windows XP. Die Ansteuerung von Sensor und Verfahreinheit erfolgen jeweils über serielle Schnittstellen; im PC sind keine zusätzlichen Komponenten installiert.

Bei dem **System-Bildschirm** handelt es sich um einen 17" Flachbildschirm.

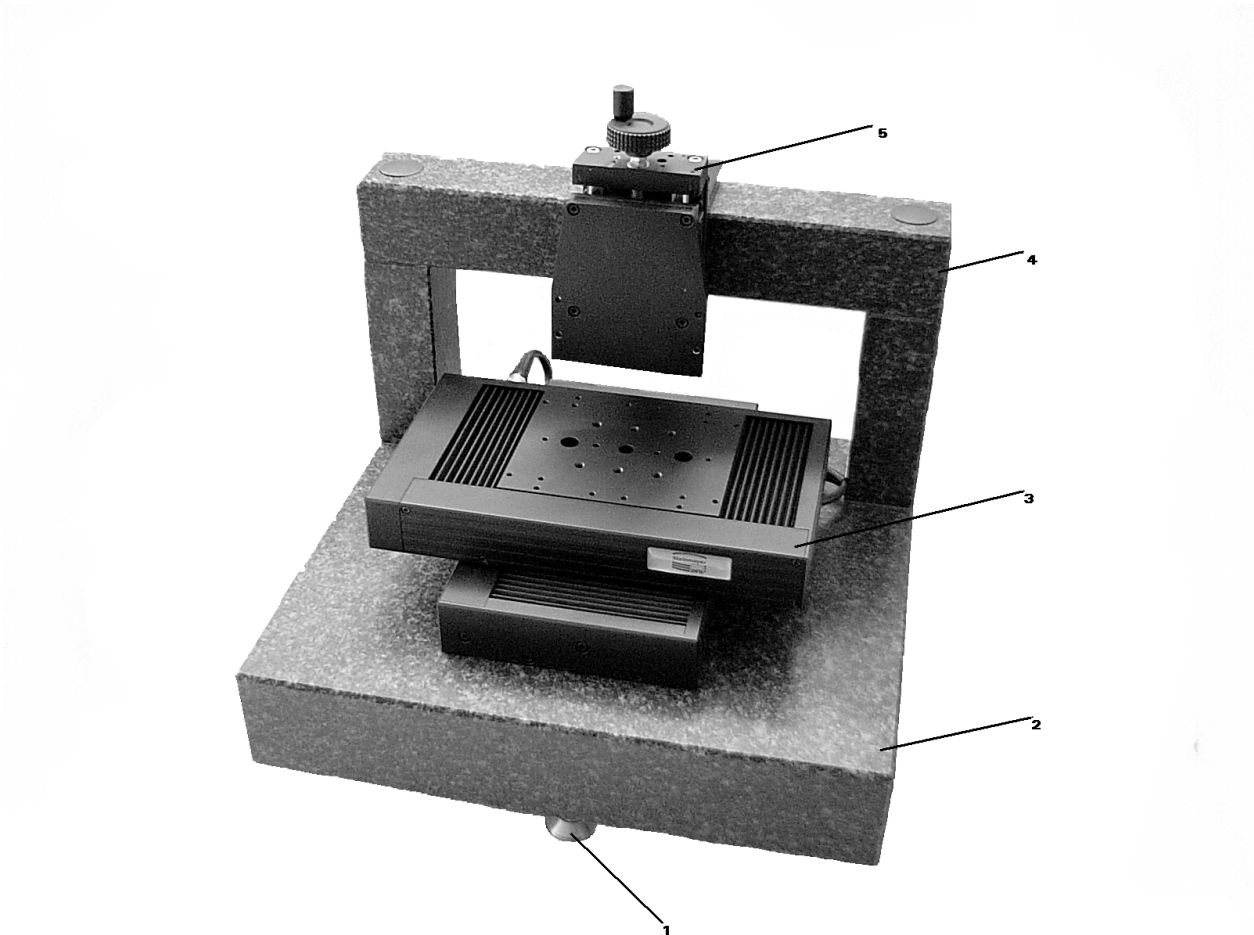
Tastatur und **Maus** entsprechen dem PS/2 Windows-Standard.

3.2. Anschlußzubehör, Verkabelung

Die Anlage ist komplett einschließlich Netzleitungen verkabelt. Bei Lieferung schließt ein Mitarbeiter von OPM alle Leitungen an, so daß hier für Sie kein Aufwand mehr entsteht.

Die Stecker und Buchsen der Komponenten sind so beschriftet, daß eine eindeutige Zuordnung jedes Anschlusses möglich ist. Anschluß- und Verdrahtungsplan sind im Anhang beigelegt.

3.3. Meßeinheit



- 1) verstellbare Gerätefüße zur waagerechten Ausrichtung der Meßeinheit
- 2) Granitplatte zur Schwingungsisolierung
- 3) Verfahreinheit
- 4) Granitportal
- 5) Aufhängung und manueller Höhenversteller zur Justage des Sensors in den Meßbereich

Der Netzschalter befindet sich hinten rechts am Meßständer. Die Einschaltkontrollen sind unter der Granitplatte von vorne sichtbar.

3.4. Sensor



- 1) Sensorcontroller
- 2) Sensor

Zum Lieferumfang des Sensors gehören: Sensorcontroller, Sensor, Sensorkabel, Netzkabel und Schnittstellenkabel.

Die Funktionsweise des Sensors sowie seine Bedienung entnehmen Sie bitte dem beiliegenden Sensormanual.

3.5. Umgebungsbedingungen

Das System mit seinen Komponenten ist für den Betrieb bei Raumtemperatur (20°C) und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30-80 % ausgelegt. Das Meßsystem darf keiner direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt werden. Der Temperaturgradient muß kleiner 0,5K/h sein. Bei der Wahl des Aufstellungsortes achten Sie bitte darauf, daß keine Erschütterungen an das Gerät gelangen. Trotz der Granitplatte können nicht alle Erschütterungen so weit gedämpft werden, daß keine Fehlmessungen entstehen würden. Im Zweifelsfall empfehlen wir die Verwendung eines passiven oder aktiven Schwingungsdämpfers. Dämpfer sind optional erhältlich.

3.6. Lagerung

Wenn Sie das Gerät über einen längeren Zeitraum nicht benutzen, sind die folgenden Maßnahmen zu treffen:

- 1) Verfahrtsche in Mittelstellung bringen
- 2) Sensor abnehmen und in zugehörigem Koffer verschließen
- 3) Koffer an einem sauberen, sicheren Ort lagern
- 4) Gerät mit einem Tuch abdecken
- 5) Netzstecker ziehen

3.7. Wartung, Einstellmöglichkeiten

Das Kompaktsystem „Hyperion“ ist weitgehend wartungsfrei. OPM empfiehlt, die Genauigkeit des Systems anhand von zertifizierten Normalen jährlich zu überprüfen. Für die Reinigung der Bildschirme ziehen Sie bitte deren Bedienungsanleitungen heran. Ansonsten können Sie das System mit einem Staubtuch reinigen. Verwenden Sie keine aggressiven Reinigungs- oder Scheuermittel! Die Grundplatte (Portal) sollte möglichst waagrecht ausgerichtet sein. Hierzu sind 3 Füße in der Höhe durch Drehen verstellbar. Drehen Sie die entsprechenden Füße solange, bis der Tisch waagrecht steht (z.B. unter Zuhilfenahme einer Wasserwaage).

3.8. Gewährleistung

OPM gewährt 24 Monate Garantie auf das System gemäß seinen Geschäftsbedingungen. Abweichende Garantiezeiten von Zuliefergeräten, z.B. Bildschirmen, bleiben hiervon unberührt.

Wichtiger Hinweis:

Veränderungen an der Soft- und Hardware des Systems sind nicht zulässig und führen zum VERLUST JEGLICHER GARANTIEANSPRÜCHE!

3.9. Service, Erreichbarkeit

Falls Sie Fragen zu Ihrem System haben oder Sie Anwendungen diskutieren möchten, wenden Sie sich bitte an die für Sie zuständige Niederlassung.

4. Software

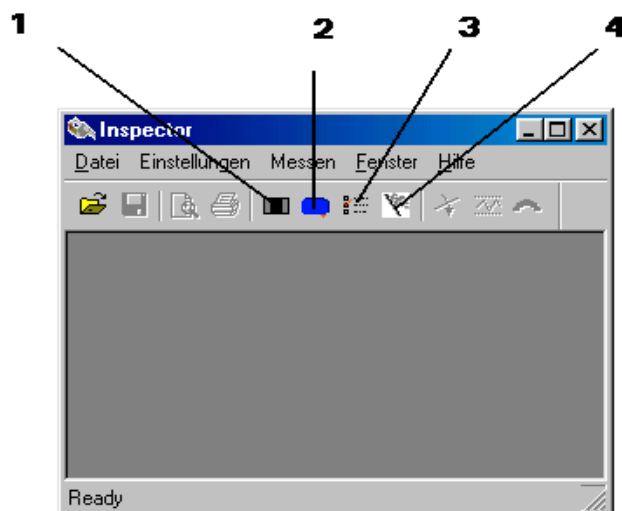
Die Software ist durchgängig wie jede übliche Windows-Anwendung aufgebaut. Die Bedienung, wie Sie sie aus anderen Windows- Programmen kennen, trifft auch für dieses Programm zu (Menüleisten, Maustasten etc.).

4.1. Softwarestart beim Einschalten

Falls die Software in der 'Autostart'-Gruppe des Windows-Startmenüs eingetragen ist, startet mit dem Einschalten des PC's automatisch die Software. Andernfalls ist die Software über das Inspector Icon manuell zu starten.

4.2. Eröffnungsfenster

Nach dem Start der Software erscheint folgender Eröffnungsbildschirm:



- 1) Icon Tisch einstellen, gleichwertig mit **Einstellungen- Tisch einstellen**.
- 2) Icon Sensor einstellen, gleichwertig mit **Einstellungen- Sensor einstellen**
- 3) Icon Meßbedingungen einstellen, gleichwertig mit **Messen- Meßbedingungen**
- 4) Icon Start Messung, gleichwertig mit **Messen- Start Messung**

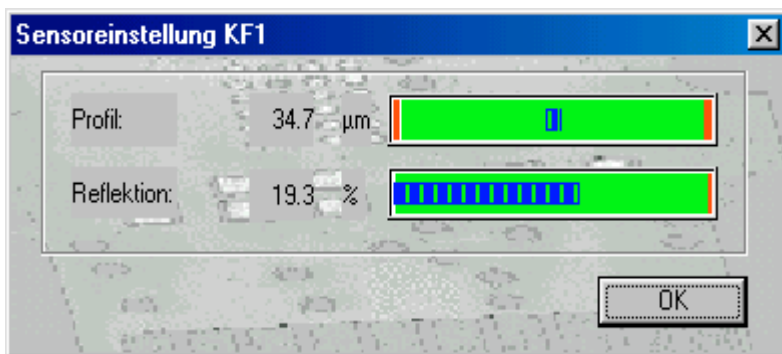


4.3. Referenzfahrt / Tisch einstellen

Einmalig nach jedem Programmstart muß eine Referenzfahrt durchgeführt werden. Die Aufgabe der Referenzfahrt besteht darin, für die Meßtische eine absolute Position festzustellen. Dies erfolgt, indem jede Achse bis in einen End- oder Indexschalter verfahren wird. Sobald der Kontakt auslöst, wird die Tischposition auf einen konfigurierten Wert eingestellt. Wird die Position in den Positioneingabefeldern rot dargestellt, ist unbedingt eine Referenzfahrt erforderlich. Vorher sind die Verfahrtische inaktiv. Die Referenzfahrt wird durch Anwahl der **Referenz**-Schaltfläche gestartet. Nach Abschluß der Referenzfahrt (ca. 30s) wird die Position aktualisiert und die Positioneingabefelder auf dunkle Schrift umgestellt. Nach der Referenzfahrt werden beide Achsen üblicherweise auf die Mitte Ihrer Verfahrswege gestellt.

Wichtiger Hinweis: Vor jeder Positionierung müssen Sie sicherstellen, daß keine Gefährdung für Personen oder Material entsteht. Weiterhin sollten Sie sicherstellen, daß der Sensor nicht durch die Positionierung beschädigt wird. Besondere Vorsicht gilt dabei einer eventuellen Probenhalterung oder anderen vorspringenden Teilen.

4.4. Sensor einstellen

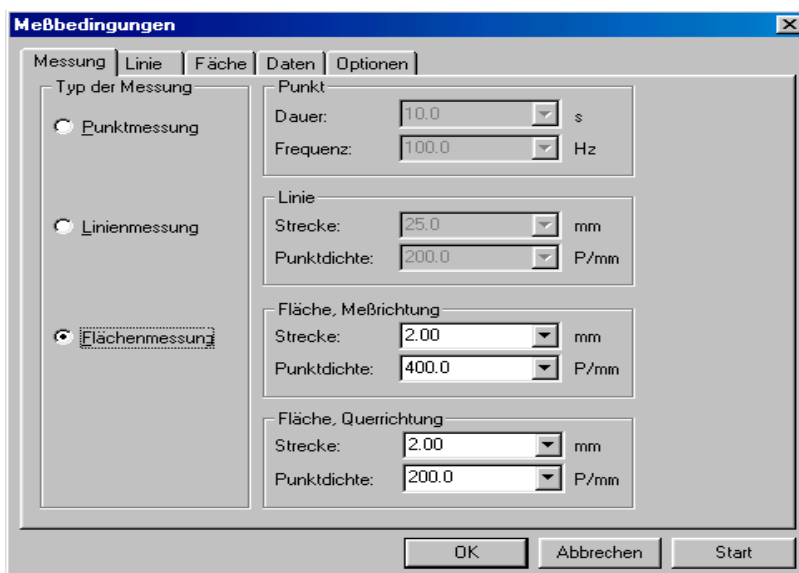


Nach dem Verfahren der Tische wird der Sensor auf der zu vermessenden Probe ungefähr in die Mitte des Meßbereiches gestellt. Bei unsymmetrischen oder profilierten Meßobjekten kann eine andere Einstellung des Sensors erforderlich werden, um Meßbereichsüberschreitung zu verhindern. Verschaffen Sie sich in diesem Fall durch eine Vorab-Messung mit niedriger Punktdichte einen Überblick über die auftretenden Profilwerte.

4.5. Meßbedingungen

Nach der Einstellung des Sensors können jetzt die entsprechenden Meßbedingungen ausgewählt werden.

Durch Anwählen des Icons **Meßbedingungen** oder unter dem Menü **Messen/ Meßbedingungen** erscheint folgendes Fenster:



Die erste Entscheidung betrifft die Art der Messung:

- 1) Soll ein Sensorwert über die Zeit (d.h. ohne Tischbewegung) gemessen werden, wählen Sie **Punktmessung**.
- 2) Soll ein Profil entlang einer Linie gemessen werden, wählen Sie **Linienmessung**.
- 3) Soll eine dreidimensionale Datenerfassung erfolgen, wählen Sie **Flächenmessung**.

Nach Anwahl der gewünschten Schaltfläche gibt Inspector die rechts daneben stehenden Eingabefelder für die zur Messung gehörenden Hauptparameter frei.

4.6. Punktmessung

Eine Punktmessung stellt eine Datenaufnahme über die Zeit dar. Einsatzgebiet ist beispielsweise Schwingungsanalyse oder Untersuchung von thermischem Verhalten. Die Eingabefelder sind verfügbar, sobald der Auswahlknopf **Punktmessung** angewählt wird. Dauer gibt die Meßzeit, Frequenz die Abtastfrequenz an. Die aufzuzeichnenden Sensorkanäle stehen unter der Registerkarte Daten zur Verfügung.

Hinweis:

Minimale und maximale Abtastfrequenz sind durch den Sensor und die Sensorschnittstelle gegeben. Bei Eingabe eines ungültigen Werts erfolgt (spätestens beim Start der Messung) eine Fehlermeldung.

4.7. Linienmessung

Diese Eingabefelder sind für die Hauptparameter einer Linienmessung vorgesehen. Die Meßachse wird neben weiteren Parametern wie Startpunkt, Meßrichtung und Geschwindigkeit unter der Registerkarte Linie eingestellt. Verfügen Sie über eine heterogene Tischkonfiguration (z.B. unterschiedliche Tischlängen oder Tischeinheit), sollten Sie zuerst unter Linie die Meßachse auswählen.

Als zweiter Parameter steht die Punktdichte, d.h. die Anzahl der Meßpunkte pro mm zur Verfügung. Der Punktabstand ergibt sich aus dem Kehrwert der Punktdichte, eine hohe Punktdichte ergibt einen kleinen Punktabstand. Sie sollten im Hinblick auf die Meßaufgabe und Sensorik realistische Werte wählen. Extrem hohe Punktdichte bringt normalerweise keine zusätzliche Information, vergrößert die Meß- und Auswertzeit hingegen drastisch. Die nutzbare Punktdichte für die verschiedenen Sensoren ist durch den Meßfleckdurchmesser und Intensitätsverteilung im Meßfleck gegeben. Allgemeingültige Aussagen sind kaum möglich, allerdings haben sich in der Praxis folgende Grenzwerte als sinnvoll herausgestellt:

- 1) Autofokus, KF2, Tele: 1000 Punkte/mm
- 2) Chromatischer Sensor: 400 Punkte/mm

Höhere Punktdichten bringen nur in Sonderfällen eine Zusatzinformation

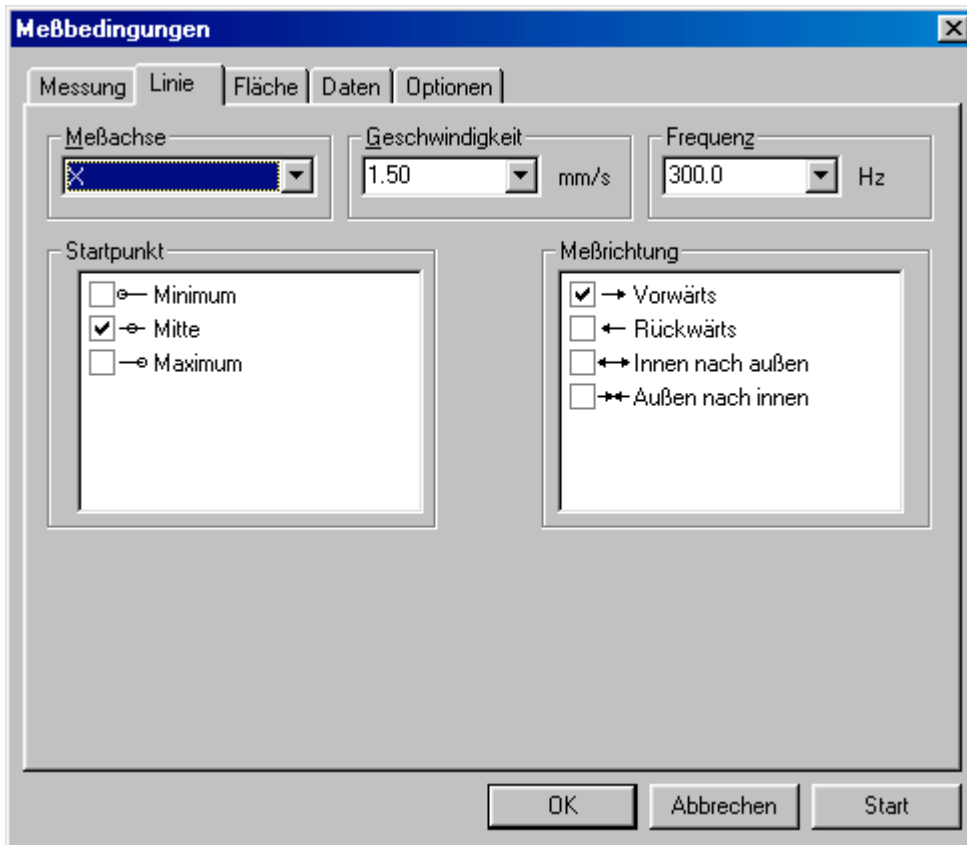
HINWEIS:

ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

Die Anzahl der Datenpunkte ergibt sich aus $1 + \text{Strecke} \cdot \text{Punktdichte}$. Neben der Oberflächentopographie bestimmt die Punktdichte (maximale Datenrate des Sensors) die zulässige Verfahrgeschwindigkeit.

Zusätzlich zur angegebenen Meßstrecke wird eine Beschleunigungs- und Verzögerungsstrecke benötigt. Diese Strecken entsprechen ungefähr der Länge, die der Meßtisch in 250ms zurücklegt.

4.7.1. Parameter der Linienmessung



Die Registerkarte **Linie** ist zur Konfiguration der Meßachse für eine Linienmessung vorgesehen. Für andere Arten der Messung (Punktmessung, Flächenmessung) sind die Einstellungen hier wirkungslos. Zur Durchführung einer Linienmessung muß mindestens eine Achse konfiguriert sein.

Meßachse:

Eine Linienmessung erfolgt entlang einer Meßachse. Diese Achse wird im Kombinationsfeld **Meßachse** eingestellt. Bei der Standardkonfiguration mit zwei Linearachsen wird die Achse, die den Tisch links-rechts verfährt, mit X, die Achse die den Tisch vor-zurück verfährt, mit Y bezeichnet.

Geschwindigkeit:

Die Datenaufnahme mit den Sensoren erfolgt aus Gründen der Meßzeit synchron zur Tischbewegung. Damit ist die Abtastfrequenz mit Verfahrgeschwindigkeit und Punktdichte multiplikativ verknüpft, d.h. eine hohe Verfahrgeschwindigkeit oder hohe Punktdichte erfordert eine hohe Abtastfrequenz. Die maximale Abtastfrequenz ist durch den jeweiligen Sensortyp festgelegt. Sie können die gewünschte Verfahrgeschwindigkeit im Kombinationsfeld für Geschwindigkeit ein-

geben, die sich ergebende Meßfrequenz wird automatisch berechnet und im Eingabefeld für die Meßfrequenz ausgegeben.

Führt die gewünschte Verfahrensgeschwindigkeit zu einer Abtastfrequenz, die über der sensorspezifischen Grenze liegt, können Sie die Punktdichte unter der Registerkarte Messung einstellen. Gegebenenfalls reduziert Inspector die Meßgeschwindigkeit selbständig.

Frequenz:

In diesem Eingabefeld können Sie die gewünschte Abtastrate des Sensors eingeben, die zugehörige Meßgeschwindigkeit wird automatisch berechnet und im Eingabefeld Geschwindigkeit ausgegeben.

Der Bereich gültiger Meßfrequenzen ist durch den Sensor festgelegt. Die entsprechenden Daten finden sich im Sensormanual.

Startpunkt:

In diesem Eingabefeld wird die Lage der Meßlinie relativ zum Startpunkt der Messung festgelegt. Üblicherweise wird der Meßtisch genau auf der Meßstelle positioniert. In diesem Fall sollten Sie als Startpunkt Mitte wählen. Die Meßlinie wird dann symmetrisch zur Startkoordinaten verlaufen. Die Einstellung Minimum bzw Maximum teilt Inspector mit, die Meßzeile ausschließlich rechts bzw. links des Startpunkts aufzunehmen.

Meßrichtung:

In diesem Feld kann die Scansequenz ausgewählt werden. Die kleinen Grafiken zeigen den Effekt einer jeden Einstellung:

Vorwärts führt eine Messung von der kleinsten zur größten Koordinate durch

Rückwärts führt eine Messung von der größten zur kleinsten Koordinate durch

Innen nach Außen unterteilt eine Messung in zwei Teile. In der ersten Hälfte wird eine Messung von der Mittenkoordinate zur kleinsten Position durchgeführt. Anschließend verfährt der Meßtisch leer, d.h. ohne Datenaufnahme, zurück zur Mitte. Dann erfolgt eine Messung von der Mitte zur größten Koordinate. Die beiden Messungen werden zu einer Gesamtmessung verschmolzen.

Außen nach Innen unterteilt die Messung ebenfalls in zwei Teile. In der ersten Hälfte wird eine Messung von der kleinsten Position zur Mittenkoordinate durchgeführt. Anschließend verfährt der Meßtisch leer, d.h. ohne Datenaufnahme, zur größten Position. Dann erfolgt eine Messung zur Mitte. Die beiden Messungen werden zu einer Gesamtmessung verschmolzen.

Die letzten beiden Sequenzen sind für den Autofokussensor nützlich, wenn eine Probe mit einem Loch gemessen werden soll (Faustformel: aus dem ebenen Bereich heraus ins Loch messen).

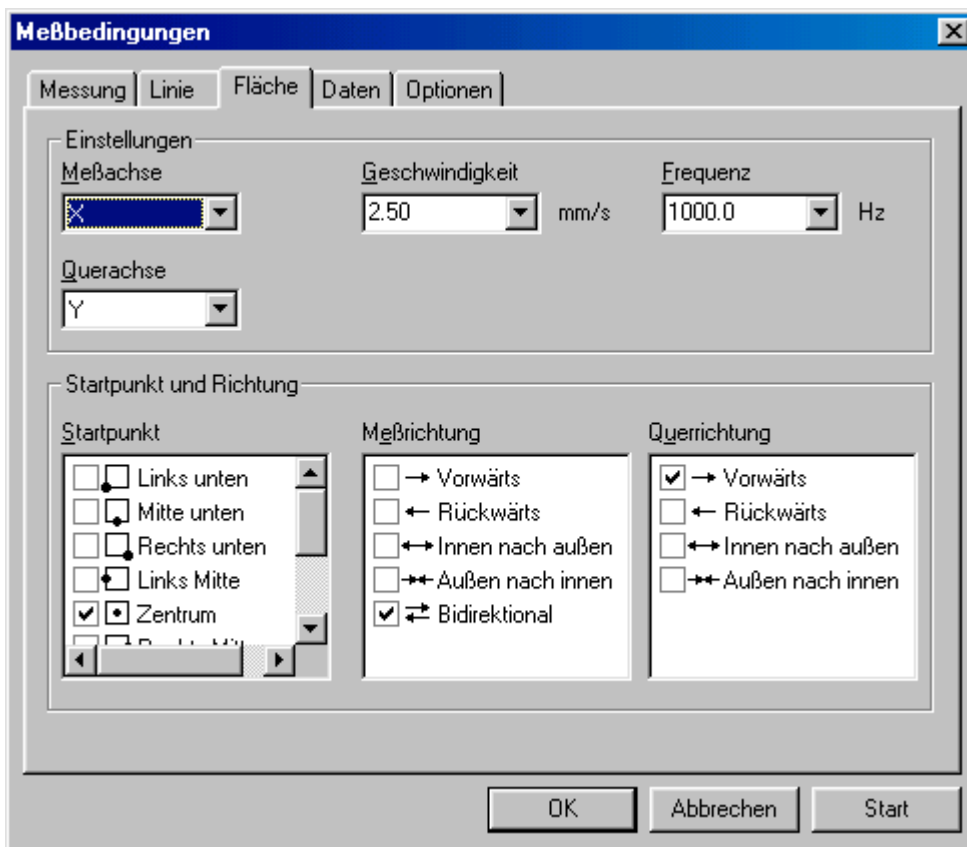
4.8. Flächenmessung

Bei einer Flächenmessung tastet der Sensor die Meßfläche zeilenweise ab, aus der Serie der Profile entsteht die Topographie. Die beiden wichtigsten Parameter für eine Flächenmessung stellen Länge und Breite des Meßfeldes, einzugeben jeweils unter Strecke, dar. Wie bei der Linienmessung kann, getrennt für Meß- und Querrichtung, die Punktdichte eingestellt werden. Es ist bei

Tastschnittgeräten nicht unüblich, in Meßrichtung eine höhere Punktdichte wie in Querrichtung anzuwenden. Sie sollten im Hinblick auf die Meßaufgabe und Sensorik realistische Werte wählen. Extrem hohe Punktdichte bringt normalerweise keine zusätzliche Information, vergrößert die Meß- und Auswertzeit hingegen drastisch.

Weitere wichtige Einstellungen für die Flächenmessung, wie die Zuordnung der Meß- und Querachse, Meßgeschwindigkeit, Startpunkt und Scansequenz finden sich unter der Registerkarte Fläche, die aufzuzeichnenden Sensorkanäle unter Daten.

4.8.1. Parameter der Flächenmessung



Die Registerkarte **Fläche** ist zur Konfiguration der Meß- und Querachse für eine Flächenmessung vorgesehen. Für andere Arten der Messung (Punktmessung, Linienmessung) sind die Einstellungen hier wirkungslos. Zur Durchführung einer Flächenmessung müssen mindestens zwei Achsen konfiguriert sein.

Meßachse:

Eine Flächenmessung erfolgt zeilenweise entlang der Meßachse. Diese Achse wird im Kombinationsfeld **Meßachse** eingestellt. Bei der Standardkonfiguration mit zwei Linearachsen wird die Achse, die den Tisch links-rechts verfährt, mit X, die Achse die den Tisch vor-zurück verfährt, mit Y bezeichnet.

Querachse:

Während der Messung werden die Einzelprofile entlang der Querachse versetzt erfasst. Diese Achse wird im Kombinationsfeld **Querachse** eingestellt.

Geschwindigkeit:

Die Datenaufnahme mit den Sensoren erfolgt aus Gründen der Meßzeit synchron zur Tischbewegung. Damit ist die Abtastfrequenz mit Verfahrgeschwindigkeit und Punktdichte multiplikativ verknüpft, d.h. eine hohe Verfahrgeschwindigkeit oder hohe Punktdichte erfordert eine hohe Abtastfrequenz. Die maximale Abtastfrequenz ist durch den jeweiligen Sensortyp festgelegt. Sie können die gewünschte Verfahrgeschwindigkeit im Kombinationsfeld für Geschwindigkeit eingeben, die sich ergebende Meßfrequenz wird automatisch berechnet und im Eingabefeld für die Meßfrequenz ausgegeben.

Führt die gewünschte Verfahrgeschwindigkeit zu einer Abtastfrequenz, die über der sensorspezifischen Grenze liegt, können Sie die Punktdichte unter der Registerkarte Messung reduzieren. Gegebenenfalls reduziert Inspector die Meßgeschwindigkeit selbständig.

Frequenz:

In diesem Eingabefeld können Sie die gewünschte Abtastrate des Sensors eingeben, die zugehörige Meßgeschwindigkeit wird automatisch berechnet und im Eingabefeld Geschwindigkeit ausgegeben. Minimale und maximale Abtastrate hängen vom Sensor ab.

Startpunkt:

In diesem Eingabefeld wird die Lage der Meßfläche relativ zum Startpunkt der Messung festgelegt. Üblicherweise wird der Meßtisch zentral auf der Meßstelle positioniert. In diesem Fall sollten Sie als Startpunkt Mitte wählen. Die Messung wird dann symmetrisch zu der Startkoordinaten erfolgen. Die anderen Einstellungen werden durch die kleinen Grafiken symbolisiert: Der Punkt bezeichnet den Startpunkt der Messung, das Rechteck die Meßfläche. Mithin zeigt die Grafik die Lage der Meßfläche in Bezug auf den Startpunkt.

Normalerweise sollten Sie als Startpunkt Mitte wählen, es ist konzeptionell am einfachsten verständlich. Die anderen Startpunkte sind hauptsächlich für automatische Meßabläufe interessant.

Meßrichtung:

In diesem Feld kann die Bewegungssequenz für die Meßachse ausgewählt werden. Die kleinen Grafiken zeigen den Effekt einer jeden Einstellung:

• **Vorwärts** führt eine Messung von der kleinsten zur größten Koordinate durch.

• **Rückwärts** führt eine Messung von der größten zur kleinsten Koordinate durch.

• **Bidirektional** führt die Linienmessung abwechselnd vorwärts und rückwärts aus. Dies spart etwas Positionierungszeit. Die Meßsequenz **Bidirektional** sollte nur mit den Konfokalsensoren KF2 und Tele unter Einsatz des Triggerkabels durchgeführt werden. Andernfalls erscheinen die Zeilen paarweise gegeneinander verschoben. Dies wird insbesondere an Stufen sichtbar

• **Innen nach Außen** unterteilt eine Messung in zwei Teile. In der ersten Hälfte wird eine Messung von der Mittenkoordinate zur kleinsten Position durchgeführt. Anschließend verfährt der Meßtisch leer, d.h. ohne Datenaufnahme, zurück zur Mitte. Dann erfolgt eine Messung von der Mitte zur größten Koordinate. Die beiden Messungen werden zu einer Gesamtmessung verschmolzen.

• **Außen nach Innen** unterteilt die Messung ebenfalls in zwei Teile. In der ersten Hälfte wird eine Messung von der kleinsten Position zur Mittenkoordinate durchgeführt. Anschließend verfährt

ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

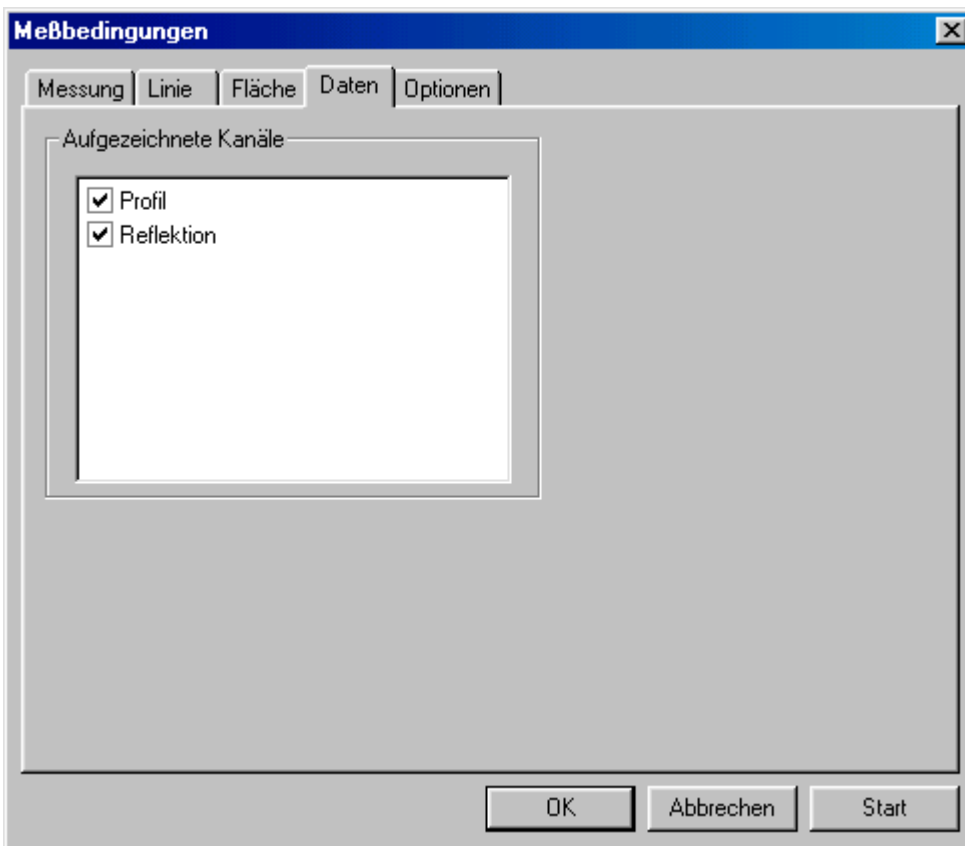
der Meßtisch leer, d.h. ohne Datenaufnahme, zur größten Position. Dann erfolgt eine Messung zur Mitte. Die beiden Messungen werden zu einer Gesamtmessung verschmolzen.

Die letzten beiden Sequenzen sind für den Autofokussensor nützlich, wenn eine Probe mit einem Loch gemessen werden soll (Faustformel: aus dem ebenen Bereich heraus ins Loch messen)..

Querrichtung:

Analog zur Sequenz für die Meßrichtung erfolgt hier die Wahl der Bewegungssequenz für die Querachse. In nahezu allen Fällen sind die Ergebnisse identisch, so daß bevorzugt die Bewegungsrichtung vorwärts einzustellen ist.

4.9. Datenaufnahme

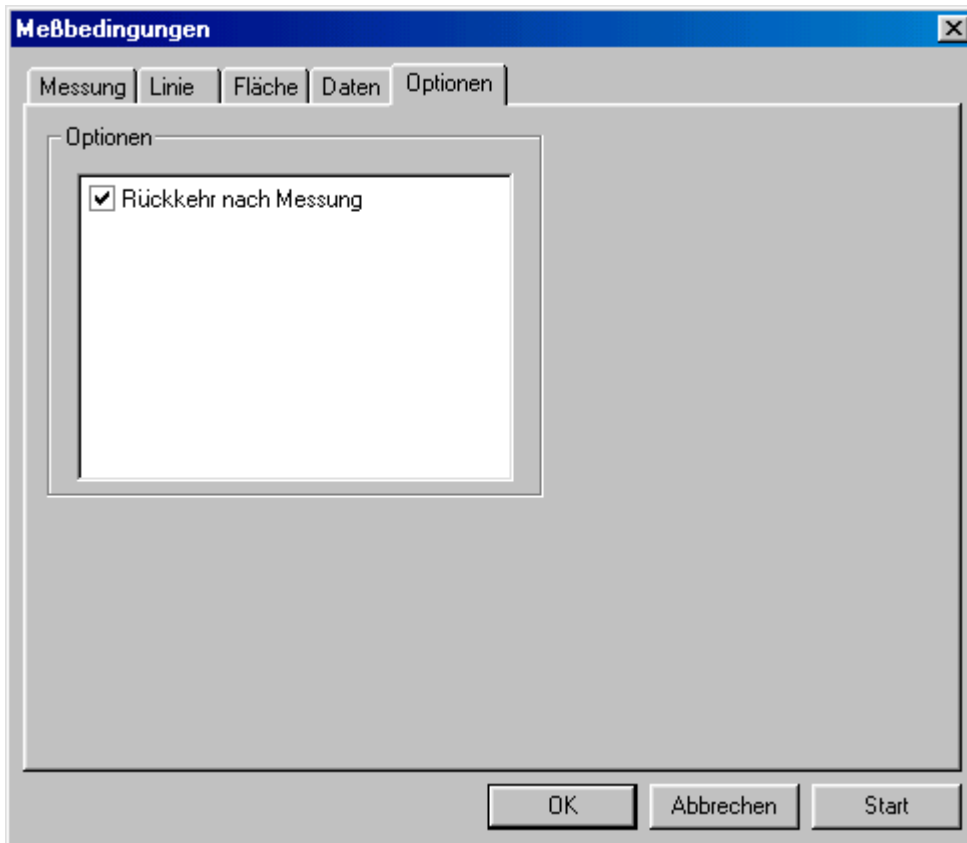


In dieser Registerkarte können Sie die aufzuzeichnenden Sensorkanäle auswählen. Das Listenfeld zeigt alle für den installierten Sensor verfügbaren Datenkanäle. Ausgewählte Datenquellen sind mit einem Haken gekennzeichnet. Sie können mehrere Kanäle auswählen. Es ist mindestens ein Datenkanal für eine Messung erforderlich. Die hier getroffenen Einstellungen gelten für Punkt-, Linien- und Flächenmessungen gemeinsam.

Der wichtigste Sensorkanal steht an oberster Position. Bei den derzeit verfügbaren Sensoren handelt es sich um den Profilkanal. Dieser Kanal enthält die Höheninformation.

Weiterhin ist oft der Reflexionskanal interessant. Dieser Kanal zeigt die Empfangsintensität ('Helligkeit') des reflektierten Lichts. Er wird oft verwendet, um Strukturgrenzen (z.B. Objektkanten) sicher zu erkennen.

4.10. Optionen



Diese Registerkarte enthält Einstellungen, die konzeptionell nicht in anderen Rubriken einzuordnen waren. Zur Zeit ist nur folgende Option verfügbar:

Rückkehr nach Messung

Aktivieren dieser Einstellung bewirkt, daß der Meßtisch am Ende der Messung wieder auf die Position vor Messungsstart verfährt. Dabei kann eine weitere Messung (z.B. mit höherer Auflösung oder größerem Meßbereich) ohne erneutes Positionieren gestartet werden.

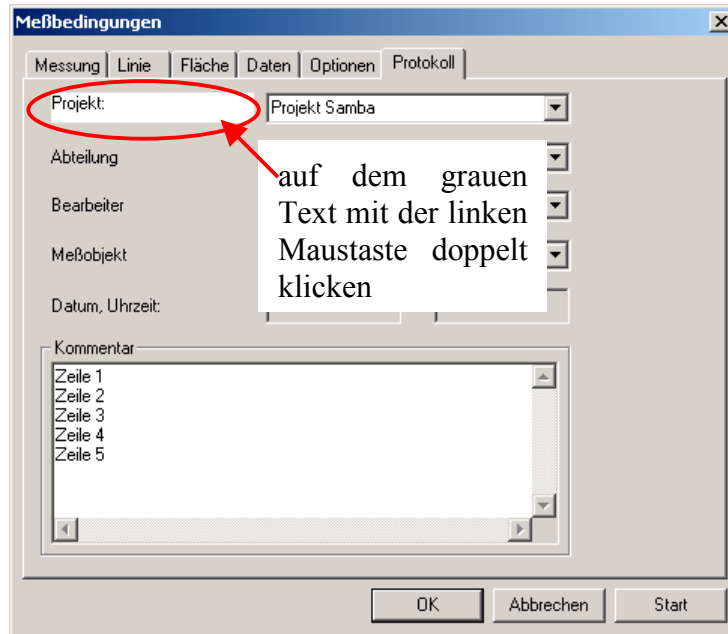
Diese Option ist für manuelle Messungen praktisch. Bei automatisierter Messung ist diese Einstellung oft unnötig.

4.11. Messprotokoll

Vor einer Messung können Informationen über das Objekt in einem Formular eingetragen werden. Das Protokoll findet sich in der Registerkarte Protokoll im Dialog Meßbedingungen.

Zur Veränderung der Vorgaben (z.B. Projekt) klicken Sie mit der linken Maustaste den grauen Text doppelt an. Sie können daraufhin die Vorgabe editieren. Die Vorgabe wird als neuer Standardwert abgespeichert, und steht zukünftig zur Verfügung. Die Vorgaben und Texte können mit

beliebigen Texten belegt werden, sie haben keine explizite Bedeutung für Inspector. Die Vorgaben und Texte können maximal 80 Zeichen lang sein, der Kommentartext maximal 2000 Zeichen. Bei der Ausgabe mit HTML-Druck kann das Protokoll mit ausgegeben werden.



Das Protokoll wird beim Export in geeigneten Datenformaten mit abgespeichert. Dabei sind Beschränkungen beim Protokollumfang möglich.

Hinweis: Die Protokolleinstellungen werden bei der *nächsten* Messung verwendet. Zur Einsicht oder Änderung des Protokolls einer *existierenden* Messung öffnen Sie die Baumdarstellung im linken Fensterteil (inneren Teiler nach rechts ziehen), expandieren Sie den Knoten **Meßdaten**, und führen Sie einen Doppelklick auf dem Eintrag **Protokoll** durch.

5. Meßdaten manipulieren und darstellen

5.1. Das Menü Bearbeiten

5.1.1. Export

Die aktuelle Grafik kann über den Menüpunkt **Export**, in **Zwischenablage kopieren** in die Zwischenablage übernommen werden. Über die Zwischenablage kann die Graphik von vielen Programmen weiter verwendet werden. Meist kann die Graphik über den Menüpunkt **Bearbeiten/Einfügen** im jeweiligen Programm eingebunden werden. Sie können die Graphik auch über den Menüpunkt **Export**, **Speichern als Graphik** im Windows Bitmap-

und EMF (Enhanced Metafile Format) abspeichern. Diese Dateien können von den meisten Text- und Bildverarbeitungsprogrammen eingelesen werden.

5.1.2. Ausrichten

Es kann vorkommen, daß Messungen aus geometrischen Gründen nicht zu den erwarteten Ergebnissen führen, so kann z.B. der Anfangsmesspunkt eines Profils tiefer liegen als der Endpunkt, d.h. die Ebene, auf der gemessen wird, steht schräg. Dies führt dazu, daß die Messergebnisse zu starke Höhendifferenzen anzeigen, um Feinstrukturen zu erkennen. Aus diesem Grund können die Datensätze vor der Auswertung noch korrigiert werden.

5.1.2.1. ...lineare Regression

Diese Operation dient dazu, ein Profil auszurichten. Das bedeutet, daß eine Gerade so durch den Profilverlauf gelegt wird, daß die kleinste quadratische Abweichung von den Meßwerten auftritt. Anschließend wird diese Gerade von den Meßwerten subtrahiert. Es handelt sich hierbei um eine Subtraktion der Höhenwerte, nicht um eine Rotation.

5.1.2.2. ...nach Teilbereichen

Bei dieser Operation wird die oben beschriebene lineare Regression nur auf vorher ausgewählte Teilbereiche des Profils angewendet und gestattet somit eine definierte Ausrichtung des Profils durch den Anwender.

5.1.2.3. ...Form entfernen

Mit Hilfe dem Operator Formunterdrückung kann die allgemeine Form einer Oberfläche mathematisch unterdrückt werden. Der Rest des Oberflächenprofils, bestehend aus der Welligkeit und der Rauheit, kann folglich separat bearbeitet werden.

Eine genauere Beschreibung finden Sie unter „Bearbeitung von Linien- und Flächendaten“

5.1.3. Spiegeln

Sie können diesen Menüpunkt als eine der drei untenstehenden Symmetrien, als eine Kombination zweier Symmetrien oder als Resultierende aller drei Symmetrien definieren. Die letzte Wahl entspricht einer zentralen Symmetrie, deren Zentrum deckungsgleich mit dem Bildzentrum ist.

- 1) Die Horizontalspiegelung kehrt West und Ost um (Achsensymmetrie im Verhältnis zur Y-Achse).
 - 2) Die Vertikalspiegelung kehrt Nord und Süd um (Achsensymmetrie im Verhältnis zur X-Achse).
 - 3) Die Profilwertspiegelung kehrt die Höhen um (Symmetrie im Verhältnis zur Ebene X,Y).
 - 4)
- Eine genauere Beschreibung finden Sie unter „Bearbeitung von Linien- und Flächendaten“

5.1.4. Matrixfilter und Filtertypen

Ein Matrixfilter wird entweder zur Verbesserung der Bilder oder zum visuellen Suchen nach Details verwendet. Mit Hilfe des Menüpunkts **Matrixfilter** kann ein Filter auf eine Oberfläche angewandt werden. Die folgende Beschreibung dient lediglich der groben Übersicht, eine genauere Beschreibung der einzelnen Filter finden Sie unter „Bearbeitung von Linien- und Flächendaten“.

5.1.4.1. Arithmetischer Mittelwert

Der Mittelpunkt wird durch das arithmetische Mittel der benachbarten Punkte ersetzt. Dieser Filter wird zum Glätten der Oberfläche benutzt, auf diese Weise wird weniger stark ausgeprägte Rauheit ('Mikrorauheit') entfernt. Die entsprechende Filterbreite kann über das Kombinationsfeld **Filtergröße** eingestellt werden

5.1.4.2. Median

Der Medianfilter ordnet die Werte benachbarter Punkte aufsteigend in einer Liste und ersetzt anschließend den Mittelpunkt durch den Wert in der Mitte der Liste. Dieses Filter ist besonders zur Filterung verrauschter Messungen interessant, feine Oberflächenstrukturen bleiben bei dieser Art der Filterung weitgehend erhalten. Die entsprechende Filterbreite kann über das Kombinationsfeld **Filtergröße** eingestellt werden

5.1.4.3. Minimum

Dieses Filter ersetzt den Mittelpunkt durch das Minimum der benachbarten Punkte. Die entsprechende Filterbreite kann über das Kombinationsfeld **Filtergröße** eingestellt werden.

5.1.4.4. Maximum

Dieses Filter ersetzt den Mittelpunkt durch das Maximum der benachbarten Punkte. Die entsprechende Filterbreite kann über das Kombinationsfeld **Filtergröße** eingestellt werden.

5.1.4.5. Gauß

Der Gaußfilter ist mit dem arithmetischen Mittelwert vergleichbar, jedoch räumt er dem Mittelpunkt im Vergleich zu den benachbarten Punkten ein Vorrecht ein. Auch durch diesen Filter wird die Oberfläche geglättet. Die entsprechende Filterbreite über das Kombinationsfeld **Filtergröße** eingestellt werden.

5.1.4.6. Laplace

Mit diesem Filter kann man Höhenübergänge wie Täler, Krater und Peaks erkennen. Die Summe der Werte um den Mittelpunkt wird (gewichtet) vom Wert des Mittelpunkts abgezogen. Die entsprechende Filterbreite kann über das Kombinationsfeld **Filtergröße** eingestellt werden.

5.1.4.7. Gradient

Der Gradientenfilter ist die Ableitung einer zweidimensionalen Funktion in eine konfigurierbare Richtung.

5.1.4.8. Benutzerdefiniert

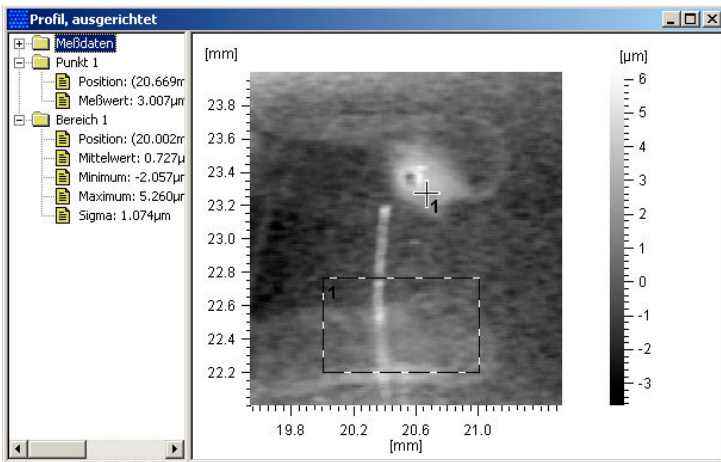
Für den Fall, daß die vorstehenden Filter nicht den Anforderungen genügen, kann hier ein benutzerdefinierter Kernel eingegeben werden. Damit sind (theoretisch) alle linearen Filteroperationen möglich.

5.1.4.9. Filtergröße

Aus diesem Kombinationsfeld kann die Filterbreite in Meßpunkten eingestellt werden.

5.1.5. Werte ablesen

Beim Liniendiagramm und bei der Falschfarbendarstellung stehen Methoden zum Ablesen von Meßwerten an einem Punkt oder innerhalb eines Bereichs zur Verfügung. Nach Anwahl des Menüpunkts



werte ablesen/an einem Punkt bzw. werte ablesen/in einem Bereich können Sie mittels der linken Maustaste Markierungen im Fenster anbringen. Beim punktwweisen Ablesen erzeugt die Betätigung der linken Maustaste einen Markierungspunkt, beim bereichsweisen Ablesen beginnt die Flächenauswahl mit der Betätigung der linken Maustaste und endet beim Loslassen der Maustaste. Die Koordinaten sowie statistische Daten werden anschließend

in einem Dialog ausgegeben und im Informationsteil des Fensters (normalerweise unsichtbar am linken Fensterrand, zur Anzeige müssen Sie den Teiler nach rechts ziehen) wie im Explorer als Baumdarstellung angezeigt. Bei einem Doppelklick auf einen 'Punkt' oder 'Bereich'-Knoten wird ein Dialog zum Ablesen von Meßwerten (Abstand, Höhendifferenz, Winkel,...) angezeigt.

5.2. Das Menü „Darstellen“

5.2.1. Kanal

Wählt den entsprechenden Kanal aus, welcher angezeigt werden soll z. B. Profil oder Reflexion. Voraussetzung für die Anzeige ist das der entsprechende Kanal während der Messung aktiviert war. Eine genauere Beschreibung finden Sie unter „Bearbeitung von Linien- und Flächendaten“

5.2.2. Palette

Auswahl von Falschfarbenpaletten und Strukturpaletten für die Höhendarstellung.

5.2.3. Isotrope Darstellung

Diese Art der Skalierung ist auch als ‚1 zu 1‘ Skalierung bekannt, d.h. die Längen der Meßachsen werden maßstäblich ausgegeben. Bei inaktiver isotroper Skalierung erfolgt

5.2.4. Achsenbeschriftung

Dieser Menüpunkt blendet die Achsenbeschriftung für die X/Y/Z Achse ein oder aus.

5.2.5. Skala

Dieser Menüpunkt ermöglicht das beliebige Skalieren des aktuellen Oberflächenprofils.

5.2.6. Isometrie

Dieser Menüpunkt ermöglicht die 3D Darstellung des aktuellen Oberflächenprofils. Nach Auswahl der Isometriedarstellung sind zusätzlich noch folgende Menüpunkte verfügbar:

5.2.6.1. Drehung

Ermöglicht die Drehung des 3D Profils in 10° Schritten.

5.2.6.2. Kippung

Ermöglicht die Kippung des 3D Profils in 10° Schritten bis 80°.

5.2.6.3. Palette Photo 1,Photo2

Ermöglicht die „photorealistische“ Darstellung des 3D Profils.

5.2.6.4. Beleuchtung

Für die „photorealistische“ Darstellung kann mit diesem Menüpunkt der Lichteinfallswinkel und die Lichteinfallrichtung gewählt werden.

5.2.7. 2D Profil

5.2.7.1. Auswählen einer Zeile

Ermöglicht das Auswählen eines Linienprofils aus einer Flächenmessung anhand der Zeilennummer. Siehe hierzu auch „Bearbeitung von Liniendaten“

5.3. Das Menü Datei

5.3.1. Öffnen

Dieser Menüpunkt ermöglicht das Öffnen von vorhandenen Meßdateien.

5.3.2. Speichern unter

Dieser Menüpunkt ermöglicht das Speichern der Meßdateien unter verschiedenen Datenformaten

5.3.3. Datenexport

Dieser Menüpunkt ermöglicht den Export der Meßdateien als Bitmap (*.bmp) oder als Metafile (*.emf). Wenn Sie die Profildaten (im Gegensatz zur Darstellung) exportieren möchten, verwenden Sie dazu **Datei/Speichern unter...**

5.3.4. Drucken

Dieser Menüpunkt ermöglicht den Ausdruck der vorhandenen Meßdateien. Konzeptionell unterscheidet Inspector zwischen einem direkten Ausdruck, und einem vorlagenbasierten Ausdruck.

- Der **Direktdruck** bringt nur die aktuelle Grafik, ohne Dekoration wie Protokoll, Positionsangaben von Markierungen usw. zu Papier. Dieser Druckstil benötigt keine weitere Software für den Druckvorgang.
- Beim vorlagenbasierten Ausdruck (**HTML-Druck**) erstellt Inspector anhand einer Vorlage ein HTML-Dokument, welches im Systembrowser angesehen und ausgedruckt werden kann². Die Vorlage bestimmt das Aussehen und die Struktur des Protokolls.

Zum vorlagenbasierten Druck gehören auch die Druckoptionen **Druck/Vordefiniert/Eins, zwei, vier Diagramme pro Blatt**.

Hinweis: Der HTML-Druck eignet sich auch zur Archivierung von Meßergebnissen. Sie können die Seite mit den entsprechenden Menüpunkten des Browser permanent abspeichern.

² Zur Ausgabe (Bildschirm oder Drucker) wird der Systembrowser verwendet. Normalerweise ist auf jedem System ein solcher (grafischer) Browser verfügbar. Wenn auf Ihrem System kein Browser installiert ist, können Sie unter <http://www.firefox.de> einen Browser downloaden (z.Zt. 5.5MB).

5.3.5. Seitenansicht

Dieser Menüpunkt zeigt die Druckvorschau des Direktdrucks. Die vorlagenbasierten Druckmodule erzeugen z.Zt. eine HTML-Datei, die im System-Browser als Vorschau zu sehen ist.

5.3.6. Drucker einrichten

Dieser Menüpunkt ermöglicht die Konfiguration des vorhandenen Druckers. Von der Einstellung ist nur der Drucker für den Direktdruck betroffen.

5.3.7. Beenden

Dieser Menüpunkt beendet nach vorheriger Abfrage für die Speicherung offener Meßdateien das Programm

6. Bearbeitung von Liniendaten

6.1. Überblick

Liniendaten stellen eine eindimensionale Funktion des Ortes oder der Zeit dar (siehe auch: Punktmessung, Linienmessung)

Liniendaten können aus einer Flächenmessung extrahiert werden (siehe: Bearbeitung von Flächendaten)

6.2. Laden von Liniendaten

Liniendateien können über den Menüpunkt **Datei/Öffnen** vom Hauptmenü oder über Drag&Drop vom Explorer aus geladen werden.

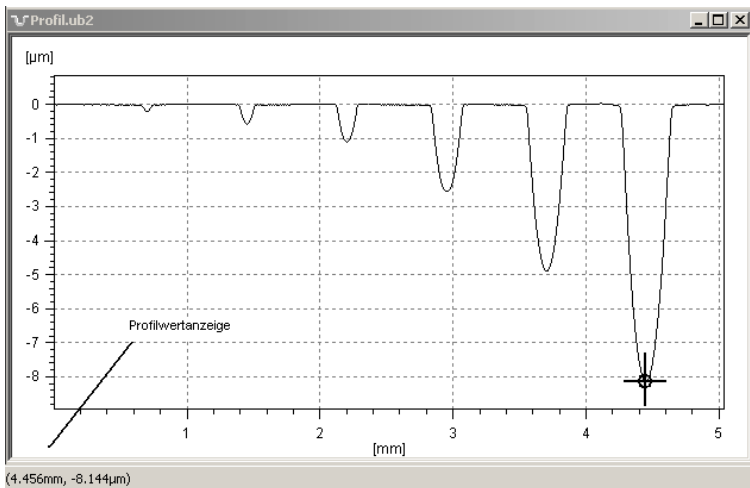
6.3. Speichern von Liniendaten

Liniendateien können über den Menüpunkt **Datei/Speichern** oder **Datei/Speichern unter** abgespeichert werden.

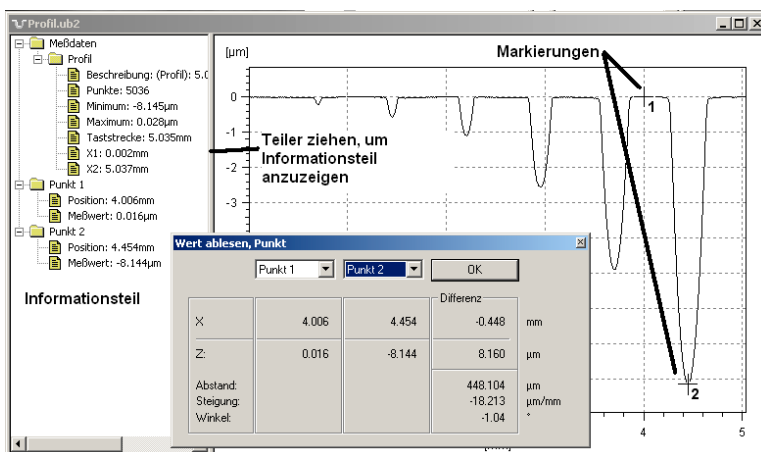
Beachte: Wenn eine Flächendatei als Linie dargestellt wird, speichert das Programm nur die aktuell dargestellte Linie.

6.4. Anzeige von Liniendaten

Im einfachsten Fall wird der Meßwert unter dem Mauszeiger in der Statuszeile angezeigt.



Detailliertere Auskunft ist über den Menüpunkt Werte ablesen, an einem Punkt möglich. Nach Anwahl des Menüpunkts erwartet Inspector die Betätigung der linken Maustaste innerhalb der Diagrammfläche. Dabei wird ein Markierungspunkt erzeugt und die Koordinaten in einem Dialog angezeigt.



Im Dialog können die Profilwerte an zwei Punkten miteinander verglichen werden. Die verfügbaren Punkte sind in den Kombinationsfeldern oben aufgelistet. In der Spalte 'Differenz' ist die Differenz zwischen dem linken und dem rechten Punkt in horizontaler und vertikaler Richtung aufgelistet. Als Abstand wird die Länge der Verbindungsgeraden ('Luftlinie', Hypotenuse) in Z-Einheiten angezeigt, Steigung ist das Verhältnis zwischen Höhenunterschied in Z-Richtung und Abstand entlang der Profilachse, und Winkel die Neigung der Verbindungsgeraden zwischen den beiden Punkten. Abstand und Winkel werden nur angezeigt, wenn die Einheiten der Profil- und Z-Achse ineinander umrechenbar sind.

Nach Anwahl der Schaltfläche 'nächster Punkt' können Sie einen weiteren Punkt eingeben. Der Dialog wird geschlossen, wenn sein Fenster inaktiv wird (z.B. durch Anklicken eines anderen Fensters, Taskwechsel mit Alt-Tab).

Hinweis: Der Dialog kann auch durch einen Doppelklick auf die Knoten Punkt x im Informationsteil aufgerufen werden.

Benötigen Sie Informationen aus einem zusammenhängenden Bereich der Meßkurve, können Sie diese über **Bearbeiten, werte ablesen, in einem Bereich** ermitteln. Wählen Sie den Startpunkt durch Betätigung der linken Maustaste innerhalb der Diagrammfläche. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt, und ziehen Sie die Maus bis zum Bereichsende. Lassen Sie den linken Mausknopf los. Dies beendet die Bereichsauswahl und ein Dialog zeigt das Ergebnis an. Die Felder X1 und X2 bezeichnen Anfang und Ende des Auswahlbereichs, Mittelwert das arithmetische Mittel innerhalb des Bereichs, Minimum (Maximum) den minimalen (maximalen) Meßwert sowie Sigma die Standardabweichung der Meßwerte innerhalb des Auswahlbereichs. In der Spalte 'Diff' ist die Differenz aus den Werten des linken und rechten Bereichs dargestellt. Abstand ist die Länge der Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der Bereiche, Verhältnis der Quotient der Differenz der z-Mittelwerte zum x-Abstand der Bereichsmitten, Winkel die Neigung der Verbindungsgeraden zwischen den Bereichsmitten.

Hinweis: Der Dialog kann auch durch einen Doppelklick auf die Knoten **Bereich x** im Informationsteil aufgerufen werden.

6.5. Datenexport

Die Liniendaten können in verschiedenen Datenformaten gespeichert werden, darunter auch ASCII-Formate. Die aktuelle Grafik kann über den Menüpunkt **Bearbeiten/ Kopieren** aus dem Kontextmenü in die Zwischenablage übernommen werden. Über die Zwischenablage kann die Graphik von vielen Programmen weiter verwendet werden.

Als weitere Möglichkeiten steht im Menü **Datei** unter **Datenexport** ein Grafikexport im Bitmap- und EMF-Format zur Verfügung. Zum Export der Meßdaten anstelle des Grafikexports verwenden Sie **Datei/Speichern unter...**

6.6. Ausrichten

6.6.1. Überblick

Oftmals ist es wünschenswert, die Lage einer Liniendatei zu verändern. Es kann beispielsweise aufgrund der Geometrie der Probe vorkommen, daß die Oberfläche eines Profils verkippt erfaßt wird, so daß die Feinstruktur der Topographie in der Darstellung nicht befriedigend sichtbar oder auswertbar ist.

Im einfachsten Fall kann die geneigte Ebene durch Berechnung einer Ausgleichsgeraden über alle Datenpunkte entfernt werden. In komplizierteren Fällen wird es erforderlich, die Formabweichung über Funktionen höherer Ordnung zu berechnen oder eine Kontrolle der Lage der Stützstellen vorzunehmen. Die folgenden Abschnitte beschreiben anhand eines Beispiels Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Verfahren. Alle Verfahren subtrahieren die Ausgleichsfunktion. Es handelt sich nicht um eine Rotation.

6.6.2. Ausrichten durch lineare Regression

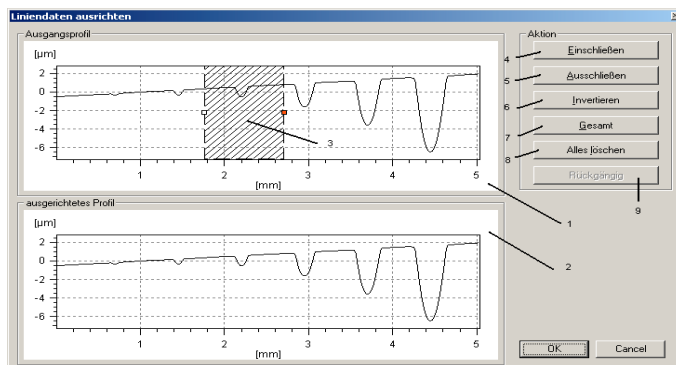
Bei diesem Verfahren berechnet die Software eine Ausgleichsgerade über die gesamte Linie. Die Ausgleichsgerade hat die Eigenschaft, den kleinsten quadratischen Fehler aufzuweisen. Durch Anwählen von **Bearbeiten/Ausrichten/lineare Regression** aus dem Menü oder **Ausrichten/lineare Regression** aus dem Kontextmenü wird die Berechnung aktiviert. Es erscheint ein neues Fenster mit den bearbeiteten Daten. Alle anderen Kanäle bleiben unverändert.

Hinweis

- Benötigen Sie die Ausgleichsgerade anstelle der ausgerichteten Liniendatei, so können Sie dies unter **Ausrichten/Form entfernen** bewerkstelligen

6.6.3. Ausrichten durch lineare Regression über Teilbereiche

Bei diesem Verfahren berechnet die Software eine Ausgleichsgerade, welche die quadratische Abweichung auf ausgewählten Bereichen minimiert. Aktivieren Sie die Funktion aus dem Hauptmenü über **Bearbeiten/Ausrichten/nach Teilbereichen** oder aus dem Kontextmenü. Es wird folgendes Dialogfenster sichtbar:



Im oberen Teil des Dialogs wird das Ausgangsprofil dargestellt. In diesem Fenster kann mittels Maus ein Auswahlfenster verschoben und durch ‚Ziehen‘ an den beiden ‚Griffen‘ in der Größe verändert werden. Positionieren Sie das Auswahlfenster nacheinander auf den gewünschten Bereichen und übernehmen Sie die zugehörigen Daten durch Anklicken der Schaltfläche **Einschließen**. Bereiche, deren Hintergrund orange hinterlegt ist, werden zur Berechnung der Ausgleichsfunktion verwendet. Anfänglich sind die Auswahlbereiche leer.

In manchen Fällen ist es einfacher, Profildsegmente von der Auswertung auszuschließen. Selektieren Sie dazu den auszuschließenden Bereich und klicken Sie die Schaltfläche **Ausschließen**. Die Schaltfläche **Invertieren** vertauscht die Rollen von eingeschlossenen und ausgeschlossenen Bereichen.

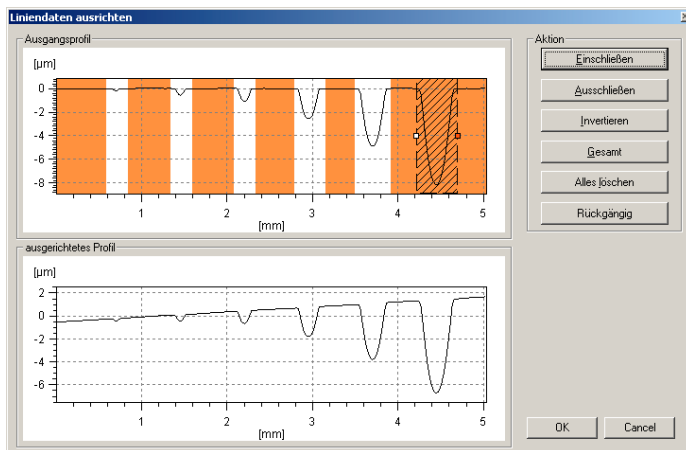
Schaltfläche **Gesamt** übernimmt alle Daten (dies entspricht der Anwahl des Menüeintrags **Ausrichten/lineare Regression** wie vorstehend beschrieben).

Die Schaltfläche **Alles löschen** entfernt alle Daten aus der Auswahl.

Das allgemeine Vorgehen soll anhand eines Beispiels erläutert werden. Das Profil eines Kreisbo-gennormals wurde bei der Messung geneigt aufgenommen. Einfaches Ausrichten über die ge-samte Taststrecke (**Ausrichten/lineare Regression**) kann die Schiefelage nicht besei-tigen. Es ist erforderlich, die Bereiche der Kreisbögen von der Berechnung der Ausgleichsgera-den auszuschließen. Je nach Situation kann man dazu entweder gültige Bereiche einschließen oder ungültige Bereiche ausschließen. Im vorliegenden Fall ist das letztere Verfahren etwas ein-facher.

Vorgehensweise:

- 1) Das Fenster mit der Liniendatei anklicken. Es wird dadurch zum aktuellen Fenster.
- 2) Dialog **Liniendaten ausrichten** entweder über das Hauptmenü **Bearbei-ten/Ausrichten/nach Teilbereichen** oder über das Kontextmenü (mit rechtem Mausknopf im Fenster klicken), Menüpunkt **Ausrichten/nach Teilbereichen** akti-vieren.
- 3) Durch Anwahl der Schaltfläche **Gesamt** alle Punkte des Profils zur Auswertung hinzufügen
- 4) Das Auswahlfenster über der ersten Rille positionieren, dabei die Breite etwas größer wie die Rille wählen. Dann die Meßpunkte der Rille durch Anklicken der Schaltfläche **Ausschlie-ßen** maskieren. Wiederholen Sie den Vorgang, bis alle Kreisbögen ausgeschlossen sind.
- 5) Sobald alle erwünschten bzw. unerwünschten Bereiche markiert sind, starten Sie die Berechnung der Ausgleichsgeraden mittels **OK**.



Auswahlvorgang vor dem letzten Bereich

Hinweis: Ein Datenpunkt wird zur Berechnung der Ausgleichsfunktion verwendet, wenn er in-nerhalb eines Einschlußbereichs liegt. Überlappen sich Einschlußbereiche (z.B. durch mehrmali-ges **Einschließen**), wird der Datenpunkt nur ein Mal verwendet.

6.6.4. Ausrichten durch Approximationsfunktionen über Teilbereiche

In manchen Fällen ist es erforderlich, an die Profilkurve eine analytische Funktion anzupassen bzw. zu subtrahieren. Ein typisches Beispiel ist die Formentfernung einer gewölbten Struktur,

oder langwellige Geradheitsabweichung einer ‚weichen‘ Meßprobe wie Papier, Folie oder Kunststoff. In derartigen Fällen ist eine Subtraktion der Regressionsgerade oftmals unzureichend.

Durch Anwahl von **Bearbeiten/Ausrichten/Form entfernen** aus dem Hauptmenü (oder **Ausrichten/Form entfernen** aus dem Kontextmenü) erscheint ein ähnlich dem im vorstehenden Abschnitt beschriebenen Dialog. Hinzugekommen ist das Kombinationsfeld **Ausrichtmethode** für den Typ der Approximationsfunktion sowie Auswahlfelder für das gewünschte Ergebnis.

Als Approximationsfunktionen stehen zur Verfügung:

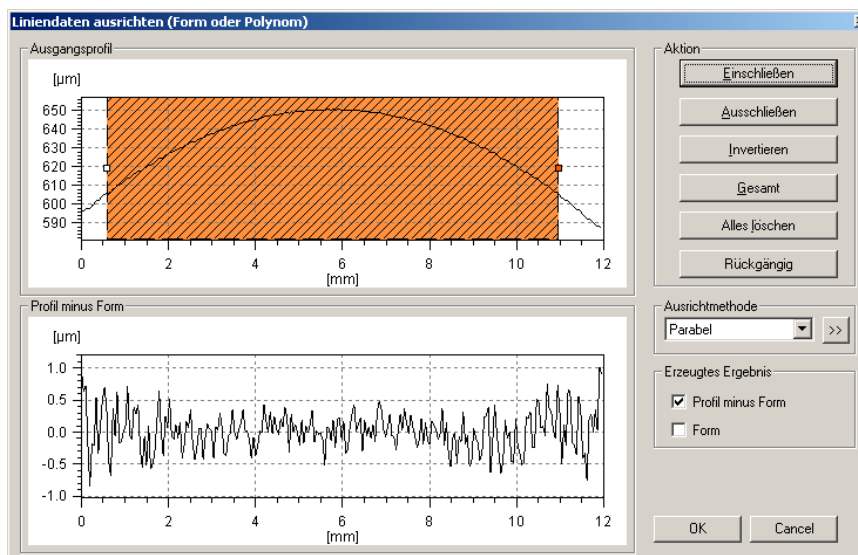
Konstante. Bei Auswahl dieser Funktion wird die Kurve in Richtung der Y-Achse so verschoben, daß der ausgewählte Bereich auf der Ordinate 0.0 zu liegen kommt.

Gerade: Das Programm berechnet eine Ausgleichsgerade, wie in den beiden vorstehenden Kapiteln beschrieben.

Parabel: Parabel (entspricht Polynom(2)). Das Programm berechnet die Koeffizienten a_i der Ausgleichsfunktion $y = f(x) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2$, so daß der quadratische Fehler in Y-Richtung minimal wird.

Polynom(n):. Das Programm berechnet die Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $y = f(x) = \sum_{i=0}^n a_i * x^i$, so daß die quadratische Fehler in Y-Richtung minimal wird. Für n=1 ergibt sich eine Ausgleichsgerade, für n=2 die Ausgleichsparabel.

***Polynom(n):** Dieser Eintrag am Ende der Liste kann vom Benutzer konfiguriert werden. Nach Anwahl des Eintrags schaltet das Programm die Schaltfläche >> frei; Anklicken dieser Fläche öffnet den Eingabedialog für den Polynomgrad. Abgesehen von der Editiermöglichkeit ist das benutzerdefinierte Polynom mit den festen Polynomen der entsprechenden Ordnung identisch.



Dialog zum Ausrichten über Approximationsfunktionen

Vor dem Schließen des Dialogs können Sie über die Schaltflächen **Profil minus Form** bzw. **Form** angeben, ob Sie das Restprofil (das ist das Profil nach Abzug der Approximationsfunktion) und/oder die Approximationsfunktion selbst benötigen.

Hinweise:

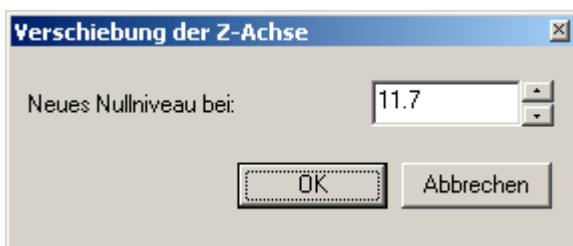
Polynome als Ausgleichsfunktionen weisen folgende charakteristische Eigenschaften auf:

- 1) Polynome niedriger Ordnung haben einen glatten Verlauf. Die Anzahl der ‚Wellen‘ (oder präziser: der Wendepunkte) hängt direkt von der Ordnung ab.
- 2) Polynome sind stetige Funktionen ohne Sprungstellen in Funktionswert, Steigung oder Krümmung.
- 3) Für die Funktionsapproximation stehen Polynomen nur $n+1$ (n ist Ordnung des Polynoms) freie Parameter (die a_i in obiger Gleichung) zur Verfügung. Sie können einen Kurvenverlauf (im intuitiven Sinne) nicht ‚beliebig genau‘ approximieren. Mit zunehmendem Polynomgrad wird die Approximation meist besser, allerdings treten zunehmend Wellen im Kurvenverlauf auf. Außerhalb des Einschlußbereichs (d.h. bei Extrapolation) ist mit großen Abweichungen vom Kurvenverlauf zu rechnen.

6.6.5. Bezugspunktverschiebung

Dieser Menüpunkt ist zur Verschiebung der Meßdaten vorgesehen, von jedem Punkt des dargestellten Kanals wird ein Offset subtrahiert. Die Operation wird einerseits verwendet, um das Profil um den Wert 0.0 herum zu zentrieren, oder einen bekannten Offset zu addieren, beispielsweise um unter Einsatz von Referenzmarken absolute Höhendifferenzen aus Einzelmessungen zusammenzusetzen³.

Das Feld Nullniveau wird bei Erstellung des Dialogs mit dem arithmetischen Mittelwert der Meßdaten vorbelegt.



Nach Anwahl von OK wird der eingegebene Wert punktweise vom Profil subtrahiert. Dies gilt sowohl für Linien- als auch für Flächendaten. Soll eine Kurve um einen Offset verschoben werden (z.B. um absolute Höhendifferenzen aus unabhängigen Messungen zu erzeugen), muß der negative Verschiebungswert eingetragen werden.

Die Operation erzeugt einen neuen Datensatz, die Ausgangsdaten werden nicht verändert.

³ Siehe auch Liniensubtraktion, Abschnitt 6.15.

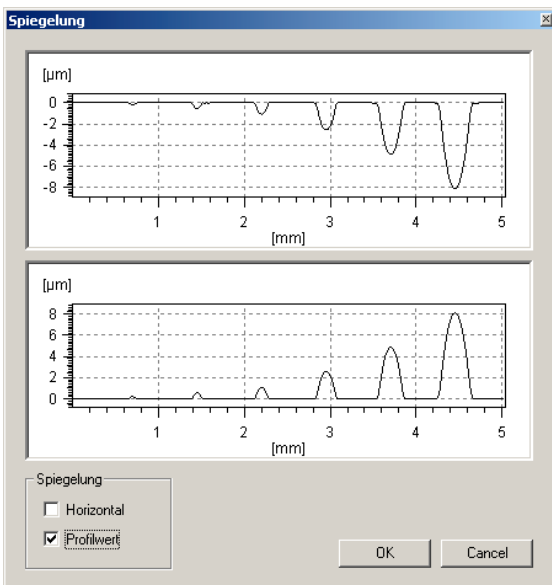
6.7. Spiegeln von Liniendaten

6.7.1. Überblick

Bei der Darstellung ist es mitunter hilfreich, das Profil horizontal oder vertikal zu spiegeln. Ein verbreitetes Beispiel für die Anwendung einer Spiegelung ist die Rekonstruktion von Abzügen (Hautabdruck, Walzenoberfläche)

6.7.2. Spiegeln der Liniendaten

Zum Spiegeln von Liniendaten steht unter dem Menüpunkt **Bearbeiten/Spiegeln** oder aus dem Kontextmenü unter **Spiegeln** folgender Dialog zur Verfügung:



Bei einem Liniendiagramm sind zwei Arten der Spiegelung möglich:

- 1) Spiegelung entlang der horizontalen Achse
- 2) Spiegelung entlang der vertikalen Achse

Bei einer Spiegelung in horizontaler Richtung werden die Datenpunkte vom Anfang und Ende der Meßkurve vertauscht. Bei einer Spiegelung um die vertikale Achse werden die Profilwerte mit dem Faktor -1.0 multipliziert.

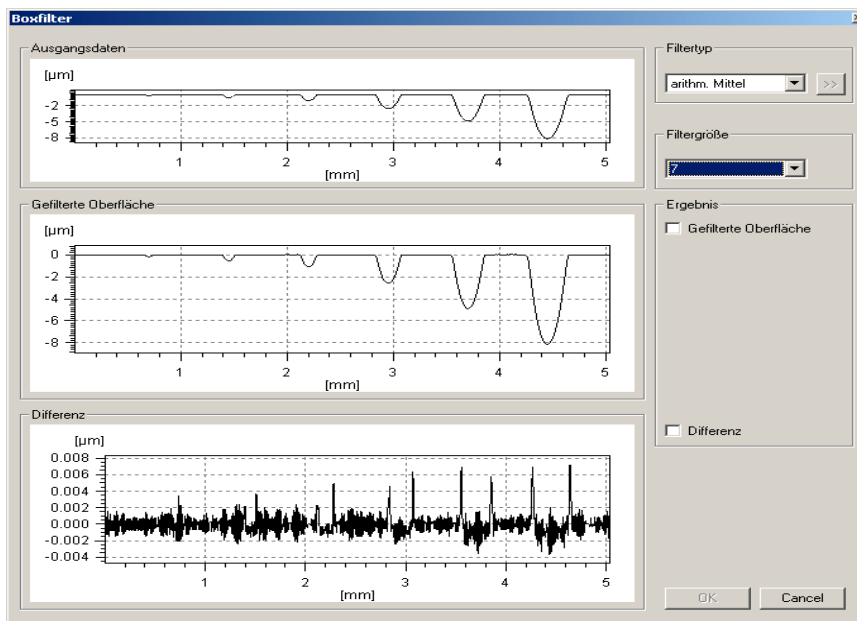
6.8. Filtern von Liniendaten

6.8.1. Überblick

Für die Bearbeitung von Liniendaten ist es mitunter erforderlich, einen Datenpunkt als Funktion durch seiner lokale Umgebung zu modifizieren. Ein einfaches Beispiel ist ein Glättungsfilter, bei dem ein Datenpunkt durch den Mittelwert aller Punkte in seinem Umfeld ersetzt wird. Andere Anwendungen sind Kantenextraktion oder nicht-lineare Datenmanipulation über Rangordnungsoperatoren (Medianfilter, Erosionsfilter, Dilatationsfilter). Filter dieses Typs werden im Programm als Matrixfilter bezeichnet.

6.8.2. Filterung von Liniendaten

Nach Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Matrixfilter** aus dem Hauptmenü (oder **Matrixfilter** aus dem Kontextmenü) öffnet sich folgender Dialog:



Der Filtertyp kann aus dem Kombinationsfeld oben rechts ausgewählt werden, die gewünschte Filterbreite (die Anzahl der Umgebungspunkte, welche in die Filteroperation jeweils eingehen) aus dem darunter liegenden Kombinationsfeld.

Das obere Diagramm zeigt die Ausgangsdaten, das mittlere Profil die Daten nach Anwendung der ausgewählten Filteroperation, und das untere Diagramm zeigt die punktweise Differenz aus Originalprofil minus gefiltertem Profil.

Prinzipiell arbeiten die Matrixfilter Meßpunkt für Meßpunkt auf folgende Weise (die Filterbreite sei mit n bezeichnet)

- 1) Bestimme die Umgebung des Meßpunkts, d.h. nehme die $(n-1)/2$ Datenpunkte links, den aktuellen Datenpunkt, und die $(n-1)/2$ Datenpunkte rechts des aktuellen Datenpunkts. Für $n=3$ gibt das den linken Nachbarn, den aktuellen Punkt, und den rechten Nachbarn

- 2) Wende eine Funktion auf diese n Datenpunkte an.
- 3) Ersetze den aktuellen Datenpunkt (im gefilterten Profil) durch den soeben berechneten Wert der Funktion.

6.8.2.1. Filtertypen

In diesem Kapitel sollen die zur Verfügung stehenden Filterfunktionen kurz erläutert werden und Beispiele für eine sinnvolle Anwendung gegeben werden. Die Filter werden oft in der Bildverarbeitung eingesetzt, ihre Namen im Programm sind an diese Terminologie angepaßt.

6.8.2.1.1. Filter ‚Arithmetisches Mittel‘

Bei diesem Filter wird ein Profilwert durch den Mittelwert seiner Umgebung ersetzt. Dieses Filter ist (im mathematischen Sinn) optimal zur Unterdrückung von weißem Rauschen. Das vorstehende Bild zeigt deutlich diesen Effekt: Das gefilterte Profil (mittleres Profil) wird vom Rauschen befreit, welches sich im Differenzbild (unteres Diagramm wiederfindet). Beachten Sie beim Einsatz, daß dieses Filter ‚Kanten verrundet‘. Bei der Anwendung entstehen Werte, die nicht in den Ausgangsdaten enthalten waren (z.B. $n=3$, $y = \frac{1+1.3+1}{3} = 1.1$). Weiterhin ist dieses Filter weniger geeignet, periodische Störungen (z.B. eine hochfrequentes Signal) aus den Daten zu entfernen. Für diesen Zweck ist das Gaußfilter vorzuziehen.

6.8.2.1.2. Filter ‚Median‘

Unter dem Median einer Menge versteht man denjenigen Wert, für den gilt, daß gleich viele Werte größer als auch kleiner existieren. Ordnet man einen Datensatz nach aufsteigenden Werten, so ist der Median der Wert in der Mitte der Liste.

Der Medianfilter hat die Eigenschaft, effektiv einzelne ‚Ausreißer‘ aus einem Datensatz zu entfernen, ohne dabei die übergeordnete Struktur (z.B. Kanten) stärker zu beeinflussen. Im Vergleich zum arithmetischen Mittel werden Kanten deutlich weniger verrundet. Bei exzessiver Größe führt Medianfilterung zu einer auffälligen makroskopischen, blockartigen Struktur. Wie das Beispielbild zeigt, führt der Medianfilter hauptsächlich auf ‚horizontalen‘ Streckenabschnitten zu einer drastischen Rauschunterdrückung.

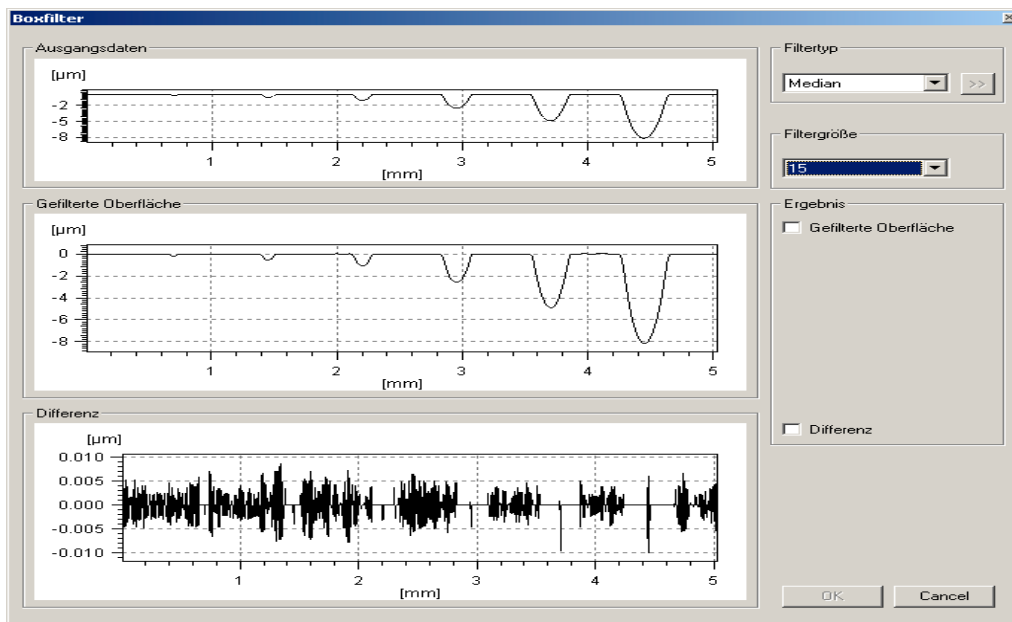


Abbildung Medianfilterung mit selektiver Rauschunterdrückung

6.8.2.1.3. Filter ‚Minimum‘ (oder Erosionsfilter)

Das Minimumfilter ersetzt den zentralen Datenpunkt durch das Minimum seiner Umgebung. Dies kann beispielsweise rund um ein senkrechtes Loch nützlich sein. Die Kanten des Loches sind zur Erfassung zu steil, es treten Datenausfälle auf. Eine maßvolle Anwendung des Minimumfilters entfernt diese Punkte und ergibt ein Profil ohne die Oszillationen um die Kanten herum. Bei exzessiver Anwendung tritt eine charakteristische Blockstruktur auf.

6.8.2.1.4. Filter ‚Maximum‘ (oder Dilatationsfilter)

Das Maximumfilter ersetzt den zentralen Datenpunkt durch den größten Wert seiner Umgebung. Man kann diese Eigenschaft bei Messung auf einer dünnen Schicht nutzen, bei der ein Sensor meist die Oberseite, manchmal aber auch die Unterseite erfaßt. Treten die unerwünschten Punkte nur vereinzelt auf, werden sie durch das Maximumfilter beseitigt. Auch dieses Filter neigt zur Erzeugung blockartiger Strukturen.

6.8.2.1.5. Filter ‚Gauß‘

Das Gaußfilter nimmt eine gewichtete Mittelwertbildung der Datenpunkte der Umgebung vor. Punkte nahe des Zentrums gehen mit hohem Gewicht ein, Punkte am Rande nur gering. Das Gaußfilters ist optimal bezüglich des Produkts Bandbreite und Beeinflussungsbreite. Dies bedeutet, daß das Filter höhere Frequenzen gut unterdrückt, ohne Kanten zu stark zu beeinflussen. Bezüglich der Rauschunterdrückung ist es mit dem Mittelwertfilter nahezu identisch. Verwenden Sie dieses Filter, wenn eine Unterdrückung hoher Frequenzen erforderlich ist. Das Gaußfilter

erzeugt wie das ‚arithmetische Mittel‘-Filter Datenwerte, die in den Ausgangsdaten nicht vorhanden waren. Normalerweise führt das Gaußfilter zu visuell ansprechend ‚glatten‘ Kurven (manchmal zu glatt-Ordnung beachten).

6.8.2.1.6. Filter ‚erste Ableitung‘ (oder Sobel X)

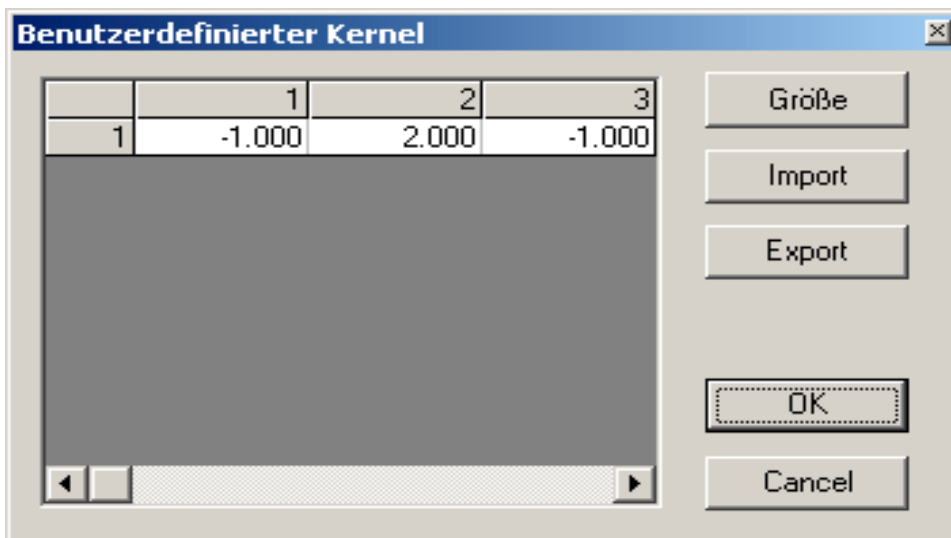
Dieses Filter berechnet den Differenzenquotienten erster Ordnung, $\partial = \frac{y_{-m} - y_m}{x_{-m} - x_m}$ das ist die dis-

krete Form der Ableitung. Über dieses Filter kann man Steigungsverhältnisse berechnen. Das Ergebnis liegt in der Einheit ‚Z-Achsen-Einheit dividiert durch X-Achsen-Einheit‘, z.B. $\mu\text{m}/\text{mm}$ vor. Zur Umrechnung in Winkel (so physikalisch sinnvoll) muß der Arkustangens verwendet werden.

6.8.2.1.7. Benutzerdefiniertes Filter

Für den Fall, daß die vorstehenden Filter nicht den Anforderungen genügen, kann hier ein benutzerdefinierter Kernel eingegeben werden. Damit sind (theoretisch) alle linearen Filteroperationen möglich. Dies ist ein fortgeschrittenes Thema, Sie sollten über Kenntnisse zu Filterung im Orts- und Frequenzbereich, Konvolution etc verfügen, oder aber vorgefertigte Filter verwenden. Durch Eingabe zufälliger Parameter kann die Meßkurve interessant, aber letzten Endes willkürlich verändert werden. Das betrifft auch die Skalierung der Meßwerte.

Zur Eingabe des Kernel wählen Sie in dem Kombinationsfeld den Eintrag ‚benutzerdefiniert‘ aus und klicken auf die Schaltfläche >>. Daraufhin erscheint der Eingabedialog:



Legen Sie zuerst mittels der Schaltfläche **Größe** die Breite des Filters fest. Sie muß zwischen 1 und 32 (bevorzugt eine ungerade Zahl) gewählt werden. Danach können die Felder der Matrix

ausgefüllt werden durch Anklicken einer Zelle und Eingabe einer Ziffer (oder des Minuszeichens) wird die Zelle editierbar. Der Kernel kann auch importiert oder exportiert werden.

Hinweis: Beachten Sie bei der Eingabe, daß der Kernel für die Konvolution von links-nach-rechts gespiegelt wird (wie von der Mathematik vorgesehen).

6.9. Rauheitsparameter

6.9.1. Übersicht

Zur numerischen Erfassung unterschiedlicher Oberflächeneigenschaften anhand von Kennwerten sind verschiedene Verfahren national und international genormt. Inspector bietet eine Auswahl dieser Parameter zur Berechnung an.

Die Parameter werden entweder aus dem Rohprofil, auf dem ausgerichteten Rohprofil, aus dem hochpaßgefilterten Profil (ggf mit Riefenunterdrückung) oder aus dem tiefpaßgefilterten Profil berechnet.

Ausgangspunkt für die Rauheitsparameter ist das Rohprofil. Für eine normgemäße Auswertung sind die Taststrecken 0.175mm, 0.56mm, 1.75mm, 5.6mm oder 17.5mm vorgeschrieben. Die anzuwendende Taststrecke hängt von dem zu erwartenden Rauheitswerten ab (DIN4288):

RzISO	Ra	Taststrecke
<20nm	<4nm	0.175mm
20-100nm	4nm-20nm	0.56mm
0.1-0.5µm	20nm-100nm	1.75mm
0.5-10.0µm	0.1-2.0µm	5.6mm
10.0-50.0µm	2.0-10.0µm	17.5mm

Sie können in Inspector andere Taststrecken verwenden, müssen sich aber über den Verlust des Normanschlusses im klaren sein.

Aufgabe der Filter ist die Aufspaltung des Profils in Komponenten, die der Form zugeordnet werden, und Komponenten, die die Rauheit darstellen. Unterscheidungsmerkmal ist die Wellenlänge der Komponenten. Langwellige Komponenten werden der Form, kurzwellige Komponenten der Rauheit zugeordnet.

Als Filter sind in den DIN-Normen Gaußfilter mit spezifizierter Grenzwellenlänge (50% Dämpfung bei 0.025mm, 0.08mm, 0.25mm, 0.8mm und 2.5mm) vorgeschrieben. Die Grenzwellenlänge l_c beträgt allgemein $1/7$ der (genormten) Taststrecke. Das erste und letzte siebtel der Taststrecke wird für den Ein- und Auslauf der Filter benötigt, und geht nicht in die Berechnungen ein. Übrig bleiben $5/7$ der Taststrecke (genannt Bezugsstrecke), das sind 0.125mm, 0.4mm, 1.25mm, 4mm und 12.5mm. Für die Berechnung einiger Parameter wird die Bezugsstrecke in fünf gleichlange Teile zerlegt, und in jedem Teilstück ein Kennwert ermittelt.

Das Rohprofil wird durch ein Tiefpaßfilter gefiltert, aus der Differenz Rohprofil minus tiefpaßgefiltertes Signal ergibt sich nach Norm das hochpaßgefilterte Signal als Bezugsprofil der Rauheitsparameter.

Hinweis: Rauheitsparameter sind nur für Profilschnitte genormt. Die Ausweitung der Berechnungen auf Flächendaten wird von den verschiedenen Anbietern von Rauheitsmeßgeräten unterschiedlich gehandhabt. In Inspector gelten folgende Regeln:

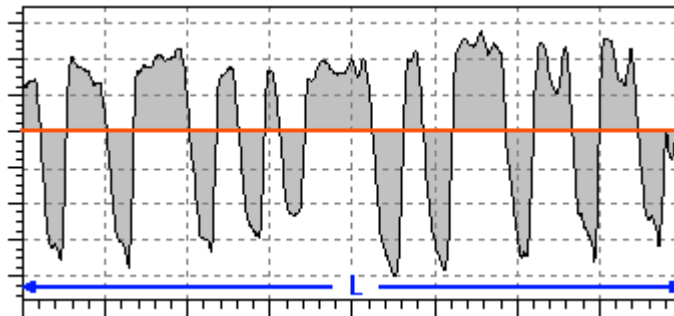
- Das Profil wird in X- und Y- Richtung durch ein (zweidimensionales) Gaußfilter gefiltert. Die Grenzwellenlänge und Filtercharakteristik wird analog dem eindimensionalen Fall gewählt. Bei Profilen mit unterschiedlicher Ausdehnung in X- und Y-Richtung ergibt dies unterschiedliche (absolute) Grenzwellenlänge in beide Richtungen.
- Eindimensionale Integrale werden durch Flächenintegrale ersetzt. Normierungsfaktoren $1/L$ werden durch $1/(L*H)$ ersetzt.
- Parameter, die im eindimensionalen Fall auf der gesamten Bezugsstrecke ausgewertet werden, werden bei Flächendaten auf der gesamten Bezugsfläche ausgewertet.
- Parameter, die im eindimensionalen Fall auf fünf Teilstrecken ausgewertet werden, werden bei Flächendaten auf 25 Teilflächen ausgewertet. Diese Teilflächen sind nicht notwendigerweise quadratisch.

Hinweis: Ungültige Meßwerte werden bei der Filterung und Berechnung von Parametern nicht verwendet.

6.9.2. Rauheitsparameter Ra

Dieser Parameter gibt das arithmetische Betragsmittel aller Profilwerte im hochpaßgefilterten Signal an:

$$Ra = \frac{1}{L} * \int_0^L |z(x)| dx$$



Der arithmetische Mittenrauhwert Ra entspricht der schattierten Fläche, dividiert durch die Auswertelänge. Im Diagramm ist die Mittellinie rot dargestellt. Profilwerte unterhalb der Mittellinie werden zur Berechnung an der Mittellinie gespiegelt. Ra ist der am häufigsten verwendete Rauheitsparameter.

Die Ausweitung auf Flächendaten erfolgt in Inspector nach folgender Gleichung:

$$sRa = \frac{1}{L} * \frac{1}{H} * \int_0^H \int_0^L |z(x,y)| dx dy$$

Aussage:

- + : Vergleichbarkeit von Oberflächen gleichen Charakters.
- + : Relativ stabiler Wert
- : Keine Aussage über Profilform möglich

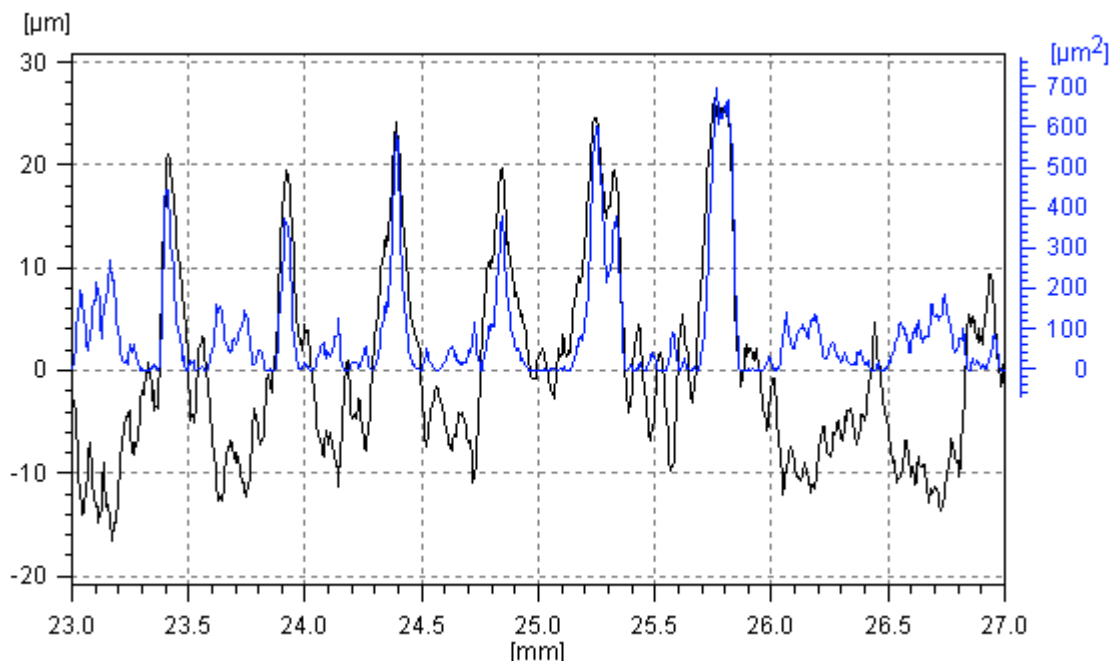
Norm:

DIN 4768, ISO/DIS 4287/1

6.9.3. Rauheitsparameter Rq

Der quadratische Mittenrauhwert Rq ergibt sich aus dem quadratischen Mittelwert des hochpaßgefilterten Profils:

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{L} * \int_0^L z^2(x) dx}$$



Im Bild ergibt sich Rq aus der Quadratwurzel der Fläche der quadrierten Profilwerte (blaue Linie) dividiert durch die Auswertelänge. Der Rq ist nach Definition ein 'Effektivwert', und wird oft als RMS-Wert (root-mean-square) bezeichnet.

Die Ausweitung auf Flächendaten erfolgt in Inspector nach folgender Gleichung:

$$sRq = \sqrt{\frac{1}{L} * \frac{1}{H} * \int_0^H \int_0^L z^2(x, y) dx dy}$$

Aussage:

- + : Kennwert mit höherer statistischer Aussagekraft als Ra
- + : Relativ stabiler Wert
- : Keine Aussage über Profilform möglich

Norm:

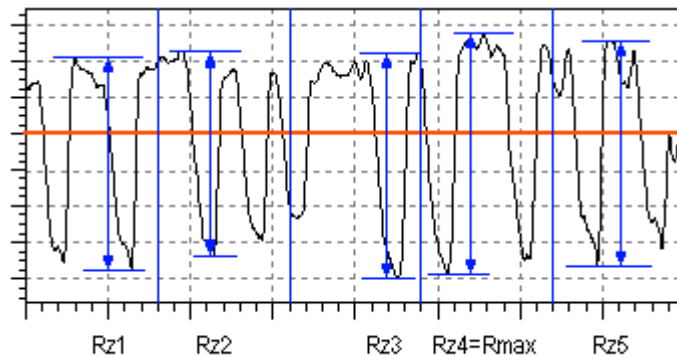
DIN 4768, ISO/DIS 4287/1

6.9.4. Rauheitsparameter RzDIN, Rmax

Zur Bestimmung der beiden Parameter wird die Auswertestrecke im hochpaßgefilterten Profil in fünf gleichlange Teilstrecken zerlegt. In jeder Teilstrecke wird der größte und kleinste Profilwert bestimmt, und die Differenz ergibt R_{zi} . RzDIN ist das arithmetische Mittel, Rmax ist das Maximum der fünf R_{zi} .

$$RzDIN = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_{zi}$$

$$R_{max} = \max_{i=1}^5 R_{zi}$$



Im Bild ergibt sich RzDIN aus dem Mittelwert der fünf Einzelspannen, Rmax aus der maximalen Spanne R_{z4} .

Bei Anwendung auf Flächendaten zerlegt Inspector das hochpaßgefilterte Profil in 5x5 Teilflächen, und bestimmt in jedem Teil den minimalen und maximalen Profilwert. Rz_{ij} ergibt sich aus Maximum minus Minimum der Teilfläche. $sRzDIN$ und $sRmax$ werden dann wie berechnet zu:

$$sRzDIN = \frac{1}{25} \sum_j \sum_{i=1}^5 Rz_{ij}$$

$$sR_{max} = \max_{i,j=1}^5 Rz_{ij}$$

Aussage :

- + : Spitzenbasierter Wert
- : Rmax: Instabiler Wert, da stark durch Einzelereignisse ('Ausreißer') bestimmt.
- : Keine Aussage über Profilform.

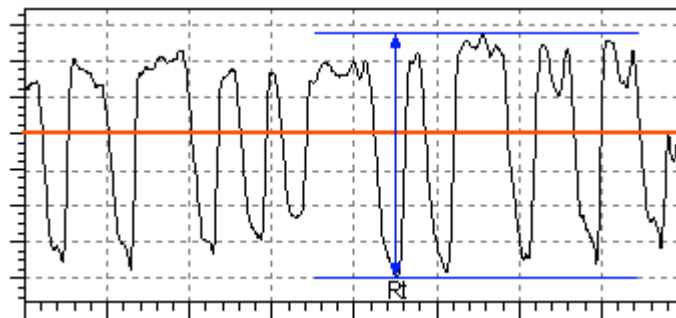
Norm:

DIN 4768/1

6.9.5. Rauheitsparameter Rt (Ry)

Der Parameter Rt (auch bekannt als Ry) bestimmt die Spanne zwischen dem höchsten Profilwert und dem tiefsten Profiltal im hochpaßgefilterten Signal.

$$Rt = \max_i(z_i) - \min_i(z_i)$$



Im Bild ergibt sich Rt aus den beiden horizontalen Begrenzungslinien des Profils.

Analog erfolgt die Berechnung von sRt zu maximalem Profilwert minus minimalem Profilwert:

$$sRt = \max_{i,j}(z_{ij}) - \min_{i,j}(z_{ij})$$

Aussage:

- : Instabiler Wert, da stark durch Einzelereignisse bestimmt.
- : Keine Aussage über Profilform.

Norm:

DIN 4762/1E

6.9.6. Rauheitsparameter Rp und Rpm

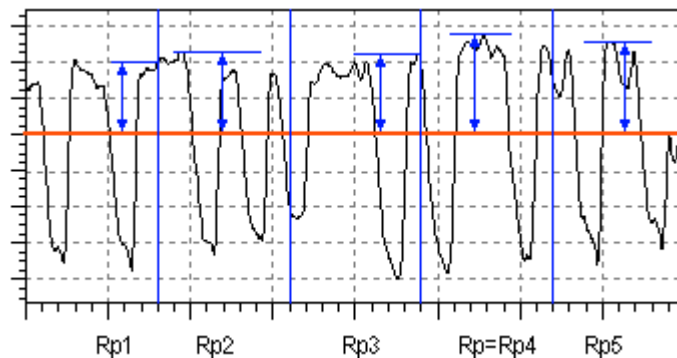
Der Parameter Rp (Rpm) ist auch unter der Bezeichnung (maximale) Profilkuppenhöhe oder als Glättungstiefe bekannt. Rp ist dabei der größte Profilwert des hochpaßgefilterten Signals innerhalb der Bezugsstrecke, Rpm ist das arithmetische Mittel der Rpi in fünf gleichlangen Teilstücken:

$$Rp_i = \max_{Li} (z(x))$$

$$Rp = \max_{i=1}^5 Rp_i$$

$$Rpm = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Rp_i$$

Analog ist der Parameter Rv und Rvm definiert, sie werden selten verwendet, und von Inspector nicht direkt bereitgestellt. Wenn Sie diese Parameter benötigen, invertieren Sie das Profil vor Auswertung.



Im Bild ergibt sich Rp aus dem größten Profilwert, Rpm aus dem Mittelwert der größten Profilwerte in den fünf Teilstrecken.

Die Ausweitung für Flächendaten erfolgt in Inspector durch Bestimmung des maximalen Profilwerts Rpij in jedem der 5x5 Teilflächen, sowie der Berechnung des arithmetischen Mittels bzw. des Maximums der Rpij.

$$sRp = \max_{i,j=1}^5 Rp_{ij}$$

$$sRpm = \frac{1}{25} \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 Rp_{ij}$$

Aussage :

ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

- : Rp: Instabiler Wert, da stark durch Einzelereignisse bestimmt.
- : Keine Aussage über Profilform.

Norm:

DIN 4762/1E

6.9.7. Rauheitsparameter Lo und Lr

Der Parameter Lo gibt die 'gestreckte Länge' des hochpaßgefilterten Signals an. Dabei wird für jedes Paar von benachbarten Profilpunkten die Länge der Verbindungslinie ermittelt, und summiert. Der Parameter Lr ist das Verhältnis aus der gestreckten Profillänge zur Länge der Bezugsstrecke.

$$Lo = \int_L \sqrt{1 + y'^2(x)} dx$$

$$Lr = \frac{Lo}{L}$$

Lo ist die Bogenlänge der Profilkurve.

Bei Flächendaten berechnet Inspector für den Parameter sLo die Gesamtfläche aller Oberflächenfacetten als Summe der Elementardreiecke. sLr ist das Verhältnis von sLo zur Bezugsfläche:

$$sLo = \sum_{i,j} A_{ij}$$

, mit W,H Breite und Länge der Bezugsfläche

$$sLr = \frac{sLo}{W * H}$$

Norm:

DIN 4762/1E, ISO/DIS 4287/1

6.9.8. Rauheitsparameter Sk und K

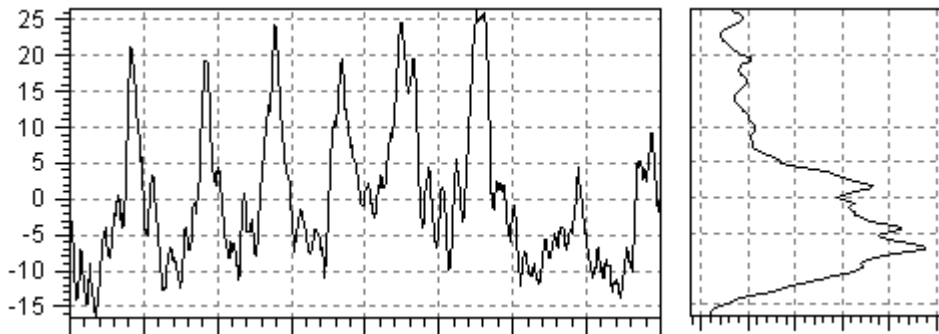
Sk ist unter der Bezeichnung 'Schiefe der Amplitudenverteilung', K als Kurtosis bekannt. Es sind die dritten und vierten Momente der Verteilung der Profilwerte im hochpaßgefilterten Signal.

Sk ist ein Maß für die Asymmetrie in der Verteilung der Profilwerte, ein negativer Wert beschreibt ein Profil mit vorherrschenden Tälern, ein positiver Wert ein Profil mit ausgeprägten Erhebungen. Bei der Oberfläche von Lagern ist man beispielsweise an einem flachen Plateau (Verschleiß) und eingelagerten Tälern (Schmiermittelvolumen) interessiert. Solche Oberflächen weisen ein negatives Sk auf.

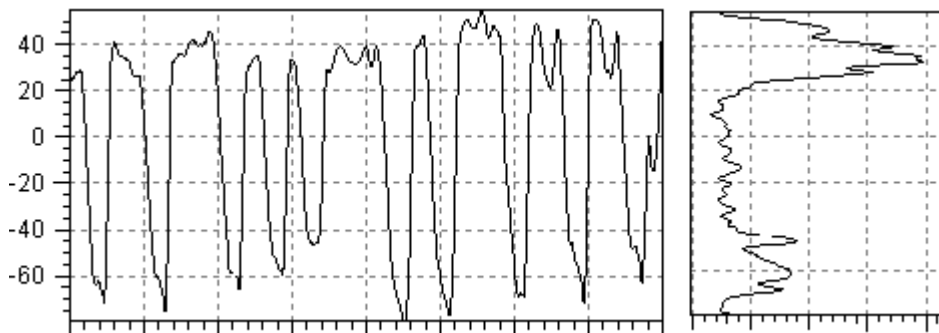
Die Kurtosis ist ein Maß für die Ähnlichkeit der Verteilung der Profilwerte mit einer Gaußverteilung. Eine 'zufällige' Oberfläche hat ein K von 3.0, Abweichungen (in beide Richtungen) weisen auf eine Oberfläche mit identifizierbaren Details hin.

$$Sk = \frac{1}{R_q^3} \int_L z^3(x) dx$$

$$K = \frac{1}{R_q^4} \int_L z^4(x) dx$$



Ein spitzkämmiges Profil, mit $Sk > 0$ (+0.9), $K \sim 2.9$



Ein plateauartiges Profil, mit $Sk < 0$ (-0.33), $K \sim 1.9$

Die Ausweitung auf Flächendaten für sSk und sK erfolgt analog obiger Definitionen zu:

$$sSk = \frac{1}{sR_q^3} \iint_{W,H} z^3(x,y) dx dy$$

mit W,H Breite und Länge der Bezugsfläche

$$sK = \frac{1}{sR_q^4} \iint_{W,H} z^4(x,y) dx dy$$

Aussage:

- + : Aussage über Profilform (negatives Sk kennzeichnet plateauartige Oberfläche)
- : In beide Momente geht der Profilwert mit hoher Ordnung ein, einzelne Profilwerte ('Ausreißer') beeinflussen Sk und K stark.

Norm:

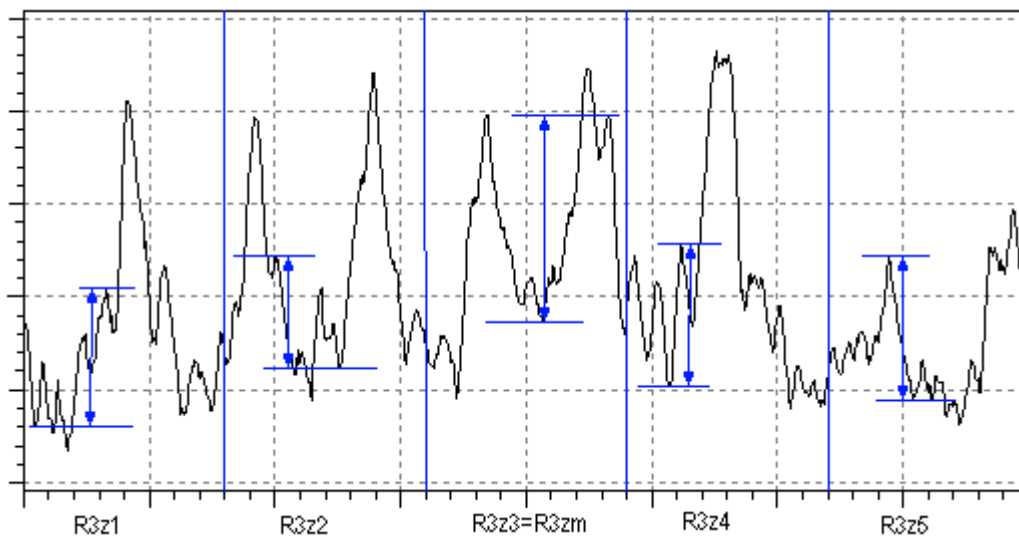
DIN 4762/1E, ISO/DIS 4287/1

6.9.9. Rauheitsparameter R3z und R3zm

Diese Parameter sind unter dem Namen Grundrautiefe bekannt. Ausgangspunkt ist die Austeilung des hochpaßgefilterten Profils in fünf gleichlange Teilstrecken. In jeder Teilstrecke wird die Einzelrautiefe R3zi bestimmt; sie ergibt sich aus der Differenz zwischen dritthöchster Profilspitze und drittiefstem Profiltal. Zwei Profilspitzen bzw. Profiltäler werden als verschieden betrachtet, wenn es zwischen ihnen Werte gibt, die sich von der größeren der Profilspitzen bzw. dem kleineren der Profiltäler um einen Mindestbetrag unterscheiden und die beiden Profilspitzen bzw. Profiltäler zudem einen Mindestabstand zueinander haben. Die Abstände werden als Parameter HC bzw. VC im Auswertedialog angegeben. Profilspitzen oder Profiltäler, die mit den Intervallgrenzen der Einzelmeßstrecken zusammenfallen, werden bei der Bestimmung von R3z ignoriert.

$$R3z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R3z_i$$

$$R3zm = \max_{i=1}^5 (R3z_i)$$



Bestimmung der dritthöchsten Spitze, und des drittiefsten Tals in jeder Teilstrecke

Die Ausweitung auf Flächendaten erfolgt in Inspector über die Bestimmung des drittgrößten und drittkleinsten Profilwerts in den 25 Teilflächen. HC wird dabei als Kreisring interpretiert.

$$sR3z = \frac{1}{25} \sum_{i,j=1}^5 sR3z_{ij}$$

$$sR3zm = \max_{i,j=1}^5 (sR3z_{ij})$$

Aussage:

+ : R3z ist weniger sensitiv auf Einzelereignisse als RzDIN/ISO

- : HC bzw VC beeinflussen das Ergebnis stark (müssen zusätzlich angegeben werden)

Norm:

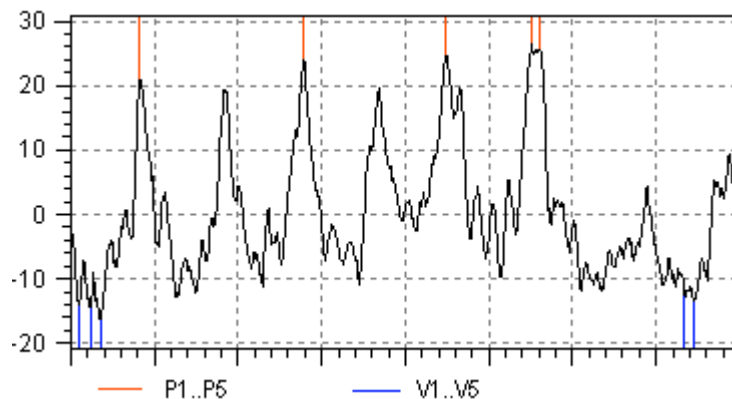
Daimler Benz-Werknorm N31007 (1983)

6.9.10. Rauheitsparameter RzISO

Hinweis: Aufgrund Normenanpassung wird dieser Parameter jetzt als Rz bezeichnet. RzISO ist jetzt mit RzDIN identisch.

Dieser Parameter ist auch unter der Bezeichnung Zehnpunkthöhe bekannt. Im hochpaßgefilterten Signal werden über die gesamte Bezugsstrecke die fünf höchsten Profilspitzen und fünf tiefsten Täler bestimmt. Profilspitzen (bzw. Täler) sind durch fallende (steigende) Profilssegmente voneinander getrennt.

$$RzISO = \frac{(P1 + P2 + P3 + P4 + P5) - (V1 + V2 + V3 + V4 + V5)}{5}$$



Die fünf höchsten Profilspitzen, und fünf tiefsten Täler zur Bestimmung von RzISO

Für die Berechnung von sRzISO bestimmt Inspector die fünf höchsten Spitzen P_i , und die fünf tiefsten Täler V_i . sRzISO ergibt sich daraus wie im eindimensionalen Fall.

Aussage:

- + : weniger von Einzelereignissen bestimmt als R_y , R_{max}
- : keine Aussage über Profilform

Norm:

DIN 4762/1E, ISO/DIS 4287/1

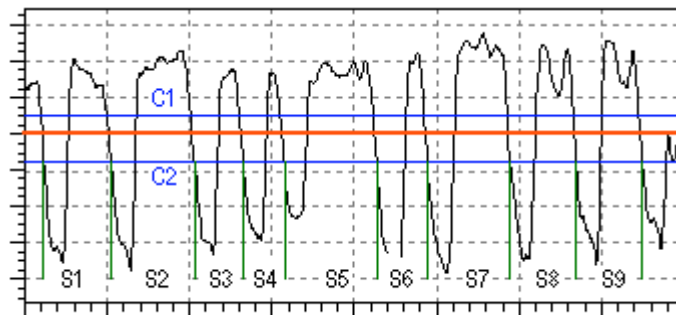
6.9.11. Rauheitsparameter D, NrS, Sm

Diese Parameter charakterisieren die Riefenzahl- und Dichte des hochpaßgefilterten Signals. Eine Riefe wird durch das Passieren eines Toleranzbandes, gegeben durch die Schwellen C1 und C2 im Auswertedialog, erkannt. Gezählt werden, je nach dem ersten Profilwert, entweder steigende oder fallende Flanken. Als Flanke wird ein Profilabschnitt bezeichnet, der bei C1 (C2) beginnt und bei C2 (C1) endet, ohne vorher zu C1 (C2) zurückzukehren.

D wird als Riefenzahl (oder unglücklich als 'Dichte') bezeichnet. D ist gleich der Zahl der Profilspitzen (Riefen), die innerhalb der Auswertelänge die Umkehrspanne C1-C2 abwechselnd über- bzw. unterschreiten.

NrS ist die normierte Riefenzahl. S entspricht der Anzahl der Profilspitzen (Riefen), die innerhalb der Auswertelänge eine einstellbare Umkehrspanne C1-C2 abwechselnd über- bzw. unterschreiten, pro 10mm Profillänge.

Sm bezeichnet den mittleren (durchschnittlichen) Rillenabstand. Sm ergibt sich zu L/D .



Im Bild ergeben sich zehn fallende Flanken ($D=10$), $NrS=25$, $Sm=0.4$.

Diese Parameter sind für Flächendaten nicht verfügbar.

Norm:

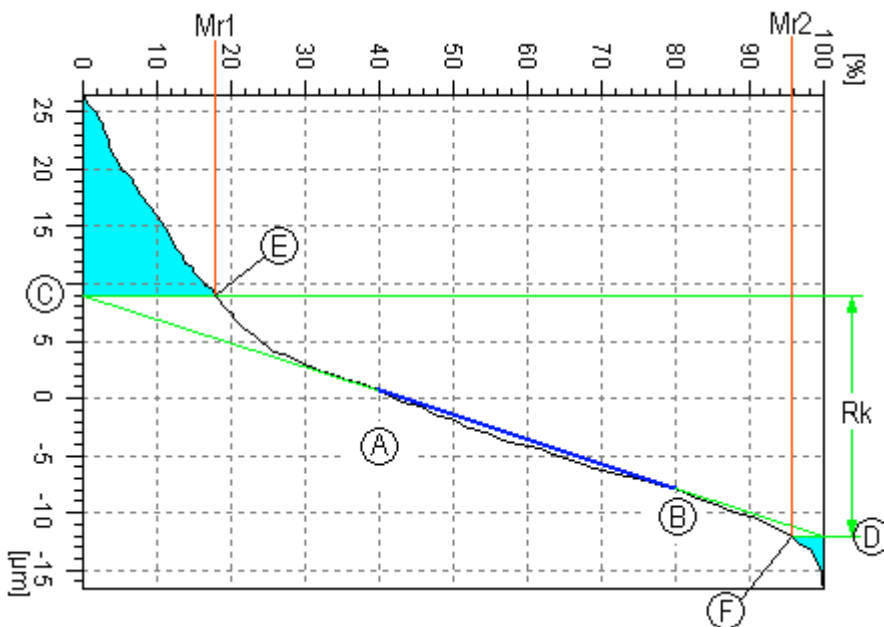
DIN 4762/1E, ISO/DIS 4287/1

6.9.12. Rauheitsparameter R_k , R_{pk} , R_{vk} , Mr_1 , Mr_2

Diese Parameter beziehen sich auf die Tragkurve (Abbottkurve) des hochpaßgefilterten Profils. Als Filter wird ein Gaußfilter mit Riefenunterdrückung verwendet.

R_k wird als Kernrautiefe bezeichnet, R_{pk} als reduzierte Spitzenhöhe, R_{vk} als reduzierte Riefentiefe bezeichnet. Mr_1 bzw. Mr_2 sind der kleinste bzw. größte Materialtraganteil des Rauheitskernprofils.

Ausgangspunkt für die Berechnungen ist die Tragkurve des hochpaßgefilterten Profils. Anhand der Tragkurve wird das Profil in Spitzen, Plateau und Täler segmentiert. Dazu wird folgende Bearbeitungsvorschrift angewendet:



Schiebe eine Sekante der Breite 40% von t_p über die Tragkurve und bestimme die Position, an der die Sekante minimale Steigung aufweist. Da die Sekantenbreite konstant ist, ist diese Bedingung identisch mit 'suche Position mit minimalem H_{tp} '. Im Bild ist der Anfang und das Ende mit A bzw. B bezeichnet.

Verlängere das Sekantenstück auf $t_p=0\%$ (Punkt C) und $t_p=100\%$ (Punkt D). R_k ist die Differenz der Höhe von Punkt C und D.

Der Schnittpunkt der Tragkurve mit der Profilhöhe von Punkt C ergibt mit Punkt E den kleinsten Materialtraganteil des Rauheitskernprofils Mr_1 . Analog ergibt sich der größte Materialtraganteil des Rauheitskernprofils Mr_2 , Punkt F.

Zur Bestimmung der reduzierten Spitzenhöhe R_{pk} bestimmt man die Fläche unter der Tragkurve zwischen $t_p=0\%$ und $t_p=Mr_1$, nach unten begrenzt durch die Schnitthöhe C. Diese Fläche (im Bild: cyan) wird in ein flächengleiches Dreieck umgewandelt, mit Basislinie C-E. Die Höhe des Dreiecks ergibt R_{pk} .

Analog ergibt sich die reduzierte Riefentiefe R_{vk} aus der Höhe des flächengleichen Dreiecks unter der Linie D-F.

Die Parameter sind auf der Tragkurve definiert. Daher ergibt sich für die Berechnung kein Unterschied zwischen Linien- und Flächenparametern.

Norm:

DIN 4776

6.9.13. Welligkeitsparameter Wt

Wt ist die Wellentiefe nach DIN 4774. Entspricht dem senkrechten Abstand zwischen höchstem und tiefstem Punkt des Welligkeitsprofils innerhalb der Bezugsstrecke L .

$$Wt = \max_{x=0}^L(w(x)) - \min_{x=0}^L(w(x))$$

Bei Flächendaten ergibt sich sWt analog aus dem höchsten und tiefsten Punkt des Welligkeitsprofils.

$$sWt = \max_{x,y=0}^{W,H}(w(x,y)) - \min_{x,y=0}^{W,H}(w(x,y))$$

Norm:

DIN 4774

Hinweis: Der Parameter reagiert auf Schiefelage des Profils. Richten Sie vor Auswertung ggf das Profil aus.

6.9.14. Profilparameter Pa

Pa ist der arithmetische Mittelwert des Rohprofils (nicht ausgerichtet, nicht gefiltert) über die Taststrecke.

$$Pa = \frac{1}{L} * \int_L z(x) dx$$

Bei Anwendung auf Flächendaten ergibt sich sPa zu:

$$sPa = \frac{1}{W * H} * \int_{HW} z(x, y) dx dy$$

6.9.15. Profilparameter Pt

Pt ist der Abstand zwischen dem höchsten und tiefsten Profilwert des ausgerichteten, nicht gefilterten Profils über die gesamte Taststrecke.

$$Pt = \max_L(z'(x)) - \min_L(z'(x))$$

$z'(x)$ wird aus den Profilwerten berechnet, indem eine Regressionsgerade nach einem least-square-fit punktweise von den Profilwerten $z(x)$ subtrahiert wird.

Die Berechnung von sPt ergibt sich analog aus der Differenz zwischen größtem und kleinsten Profilwert im ausgerichteten Profil:

$$sPt = \max_{w,H}(z'(x, y)) - \min_{w,H}(z'(x, y))$$

Norm:

DIN 4771

Hinweis: Pt entspricht weder der Ebenheit noch der Koplanarität.

6.10. FFT

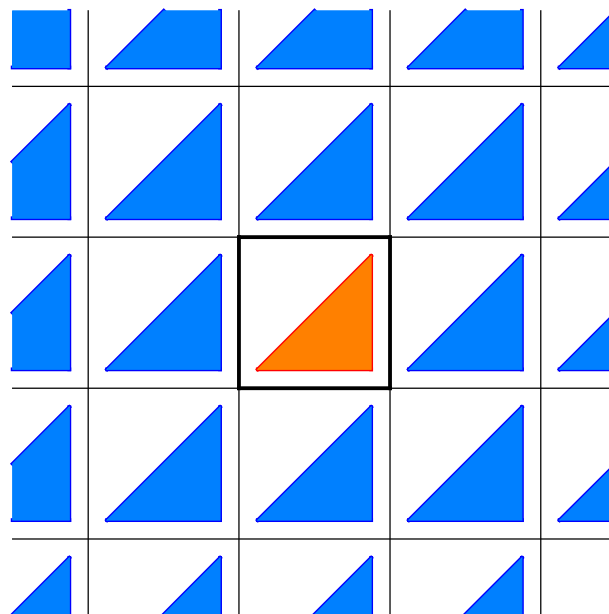
6.10.1. Überblick

Bei der Fouriertransformation handelt es sich um eine mathematische Operation, die den Meßwerten im Ortsbereich eine Darstellung im Frequenzbereich zuordnet. Der Darstellung im Frequenzbereich liegt als Basis ein System orthogonaler trigonometrischer Funktionen $\cos(2\pi \frac{t}{N})$ und $\sin(2\pi \frac{t}{N})$ zu Grunde. Die beiden Darstellungen beschreiben das gleiche Signal aus unterschiedlichem Blickwinkel. Die Darstellung im Frequenzbereich zeigt beispielsweise deutlich periodische Komponenten des Signals.

6.10.2. Hinweise

Hinweis: Es folgt eine technische Erläuterung zur FFT. Sie kann normalerweise übergangen werden.

Bei der Fouriertransformation wird das Signal im Ortsbereich (die Meßwerte) als periodisch **vor-**
ausgesetzt. Das bedeutet, daß die Meßwerte in X- und Y-Richtung ins Unendliche fortgesetzt werden. Unmittelbar an den 'rechten Rand' der Meßwerte schließt sich nahtlos der 'linke Rand' an, analoges gilt für die vertikalen Grenzen. Im Bild sind die Meßwerte in orange, die periodischen Fortsetzungen in blau dargestellt.



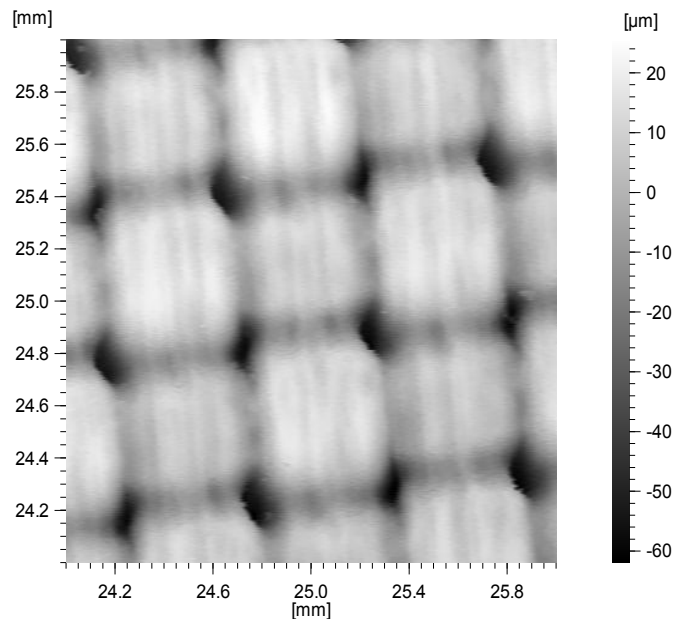
Periodische Fortsetzung der Meßwerte

Normalerweise können die Meßwerte weder als periodisch angesehen werden, noch umfaßt das Meßfeld exakt eine Periode (oder ein Vielfaches hiervon). Dies hat Auswirkungen auf das Signal

im Frequenzbereich (genannt leakage). Zur Reduzierung dieser Fehlsignale sind viele Möglichkeiten bekannt. Es ist dabei ein Kompromiß zwischen den Auswirkungen im Orts- und Frequenzbereich notwendig. Die sogenannten *Fensterfunktionen* reduzieren die Fehlsignale, indem die Meßwerte (im Ortsbereich) mit einer Funktion multipliziert werden, die an den Rändern der Meßwerte einen Wert von Null annimmt, im Zentrum einen Wert von 1.0 aufweist, und dazwischen einen sanften Abfall der Koeffizienten aufweist. Es gibt viele Gewichtungsfunktionen, mit jeweils spezifischem Einfluß auf den Frequenzbereich. Durch den Einsatz einer Fensterfunktion tritt allerdings *immer* eine (meist irreversible) Verfälschung der Daten im Ortsbereich auf⁴. Inspector bietet eine Auswahl gebräuchlicher Fensterfunktionen an.

Eine weit verwendete Möglichkeit zur Reduzierung der Unstetigkeiten bei der periodischen Fortsetzung besteht im Ausrichten der Meßdaten, so daß die Höhenunterschiede zwischen linken und rechtem Rand, bzw. oberem und unteren Rand, minimiert werden. Dieses Vorgehen reduziert meist auch noch die Amplitude des DC-Anteils des Signals⁵. Wir empfehlen, die Daten vor Durchführung einer FFT derart auszurichten.

Nachfolgend ein Beispiel für eine FFT, ohne bzw. mit Verwendung einer Fensterfunktion.



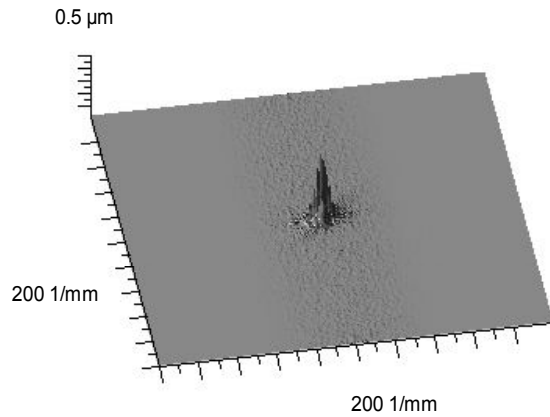
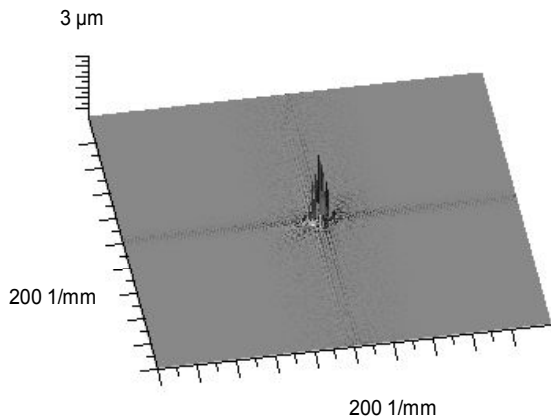
Ausgangsdaten, ausgerichtet und DC-Anteil nach Fußnote 5 entfernt

Ohne Verwendung einer Fensterfunktion

Mit Verwendung des Parzen-Fensters

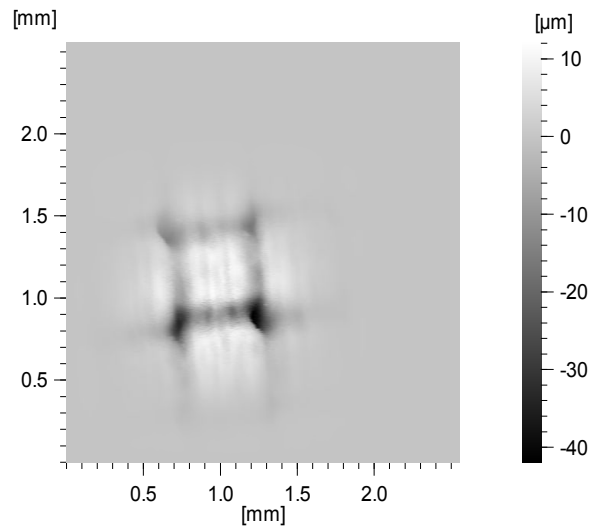
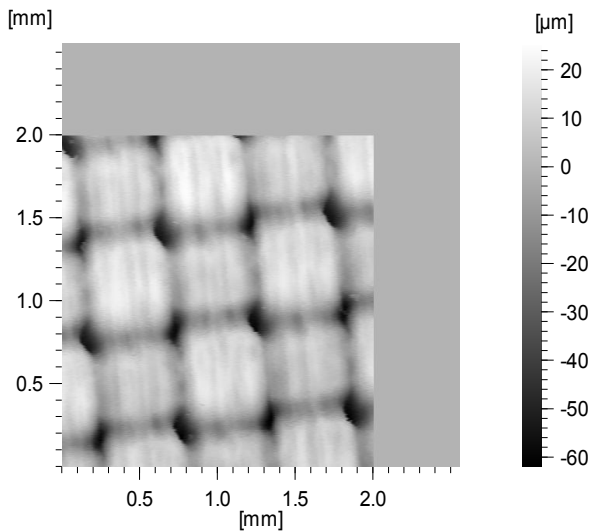
⁴ Einfach nachprüfbar: Führen Sie eine FFT aus, und auf dem Ergebnis eine inverse FFT. Das Ergebnis muß bis auf Rundungsfehler mit den Ausgangsdaten übereinstimmen. Das ist offensichtlich nicht der Fall, wenn die Meßwerte vor Durchführung der FFT mittels Fensterfunktion gewichtet wurden, und ist irreversibel, wenn die Fensterfunktion an den Grenzen der Meßwerte den Wert 0.0 annimmt.

⁵ Um den DC-Einfluß ganz auszuschließen, wäre zunächst eine Ausrichtung linearer Ordnung 'entlang der Randbereiche', und anschließend eine Ausrichtung nullter Ordnung notwendig.



FFT, dann Darstellung als Betrag. Die vertikalen und horizontalen Linien entstehen durch die periodische Fortsetzung

FFT, dann Darstellung als Betrag. Die vertikalen und horizontalen Linien von links fehlen. Das Fenster hat aber auch Einfluß auf die Amplituden (Skala).



Rücktransformation. Die Meßwerte bleiben erhalten. Bezüglich dem Rand siehe nachfolgende Anmerkung

Rücktransformation. Das Fenster hat die Meßwerte stark beeinflußt.

Die Fouriertransformation ist ein mathematisch umfangreicher Prozeß. Normalerweise steigt der Rechenaufwand mit dem Quadrat der Anzahl der Punkte der Meßdaten. Zur Beschleunigung wurden Verfahren mit günstigerem Laufzeitverhalten entwickelt. Diese Verfahren sind unter dem Sammelnamen schnelle Fouriertransformation, kurz FFT, bekannt. Gemeinsam ist diesen Verfahren die Ausnutzung von Symmetrieeigenschaften der Sinus- und Kosinusterme. Zumeist wird der Datensatz geschickt in zwei Teile zerlegt, die beiden Hälften nach gleicher Vorschrift rekursiv behandelt, und anschließend die Hälften wieder vereinigt. Dieser Vorgang funktioniert am besten, wenn die Anzahl der Datenpunkte in Spalten- und Zeilenrichtung jeweils einer Zweierpotenz

entsprechen. Es sind Modifikationen der FFT bekannt, die bei bestimmten Punktzahlen⁶ eine effiziente Zerlegung erlauben. Andere Zahlen, wie z.B. 1009, sind nicht derartig zerlegbar. In solchen Fällen wird die Modifikation der FFT zu einer normalen FFT, mit allen Geschwindigkeits- und Genauigkeitsproblemen. Es gibt mehrere Möglichkeiten, mit Datensätzen beliebiger Größe zu verfahren:

1. Fouriertransformation auf dem Datensatz durchführen.
2. Datensatz auf nächste Zweierpotenz strecken oder komprimieren
3. Datensatz auf nächst kleinere Zweierpotenz verkürzen. Meßpunkte fallen weg.
4. Datensatz auf nächst größere Zweierpotenz auffüllen (aufgefüllte Datenpunkte werden mit 0 besetzt)

Inspector verwendet Alternative 4.

Bei Anwendung des Menüpunkts FFT führt Inspector eine reelle FFT durch⁷. Dabei werden die $n = 2^M$ Punkte im Ortsbereich in $\frac{n}{2} + 1$ Punkte im Frequenzbereich transformiert. Die höchste Frequenz im Spektrum ergibt sich aus der halben Abtastfrequenz⁸, die Auflösung aus dem Kehrwert der Meßstrecke. Zur Vergrößerung der Auflösung ist die Meßstrecke zu verlängern, zur Erhöhung der maximalen Frequenz ist die Punktdichte zu vergrößern. Analoges gilt für die Sekundärachse. Bedingt durch die reelle FFT weist das Spektrum Symmetrieeigenschaften auf.

Die inverse Fouriertransformation überführt ein Spektrum zurück in den Ortsbereich. Für diese Operation ist ein komplexwertiges Eingabespektrum erforderlich (ein fehlender Imaginärteil kann in Inspector durch Null-Daten ersetzt werden, das Ergebnis ist allerdings meistens unbrauchbar). Bei der Rücktransformation gehen die absoluten Koordinaten der X- und Y-Achse verloren.

6.10.3. FFT

Dieser Menüpunkt dient zur Transformation der Meßwerte aus dem Orts- in den Zeitbereich. Der ausgewählte Kanal wird fouriertransformiert, und eine neuer Meßdatensatz erstellt.

6.10.4. inverse FFT

Die inverse Fouriertransformation transformiert das komplexwertige Spektrum (entweder das Paar Realteil+Imaginärteil, oder Betrag+Phase) zurück in den Ortsbereich.

⁶ z.B. Zahlen der Art $n = 2^A * 3^B * 5^C * \dots$ A,B,C nicht-negative, ganze Zahlen (Primfaktorzerlegung!)

⁷ eine komplexe FFT ist von Scriptebene aus verfügbar.

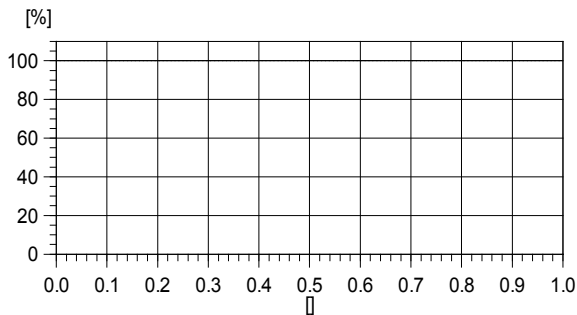
⁸ $1/(2 * \text{Abtastabstand})$

6.10.5. Umwandlung zwischen Betrag/Phase und Realteil/Imaginärteil

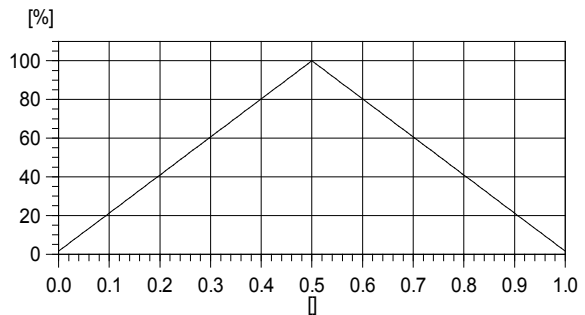
Es gibt zwei gleichwertige Darstellungsarten für ein komplexes Spektrum. Bei der ersten Darstellungsart wird die komplexe Amplitude durch Realteil und Imaginärteil dargestellt, bei der zweiten Darstellungsart durch Betrag und Phase. Die beiden Darstellungsarten sind gleichwertig, allerdings ist die Darstellung Betrag+Phase meist einfacher interpretierbar, da die Phaseninformation sich einer intuitiven Vorstellung verschließt. Die Amplitude ergibt sich zu $ampl = \sqrt{Re^2 + Im^2}$, die Phase zu $phase = \arctan\left(\frac{Im}{Re}\right)$. Inspector kann die Darstellungsarten ineinander umrechnen. Die Berechnung erzeugt einen neuen Meßdatensatz.

6.10.6. Fensterfunktionen

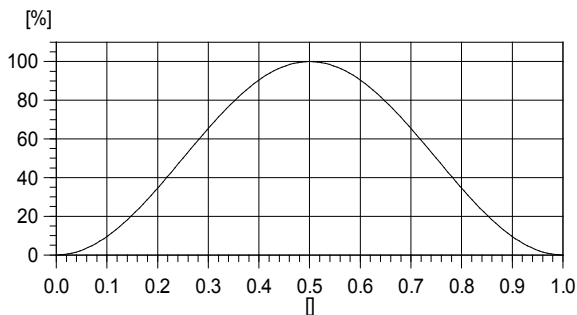
Inspector bietet eine Auswahl gebräuchlicher Fensterfunktionen im Untermenü **Fensterfunktion** an. Wählen Sie die gewünschte Fensterfunktion vor Durchführung der FFT aus. Die folgende Übersicht zeigt die Fensterfunktionen im Vergleich an:



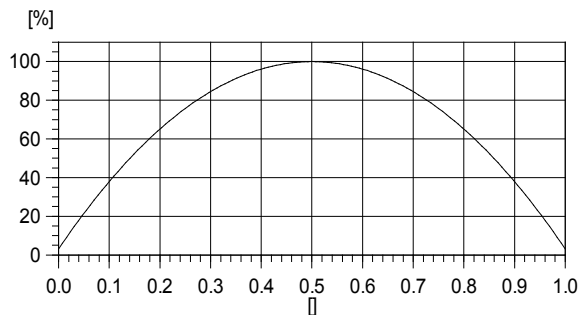
Rechteckfenster



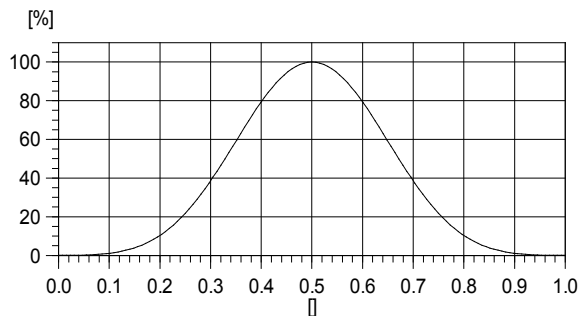
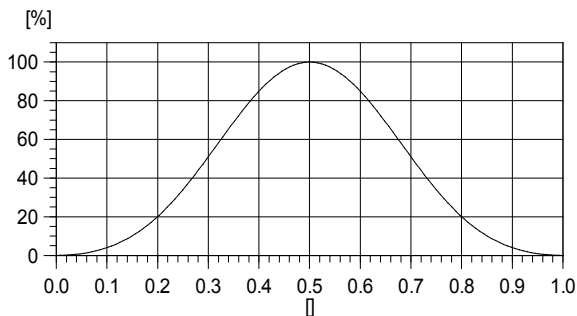
Parzen-Fenster



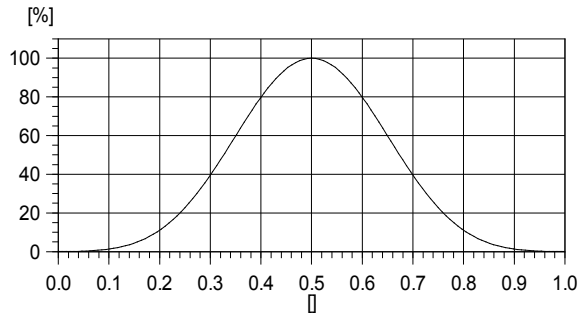
Hanning-Fenster



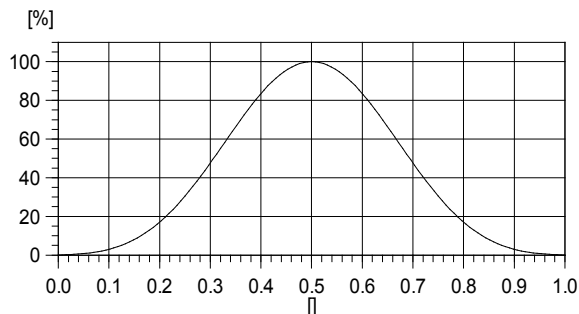
Welch-Fenster



Blackman-Fenster

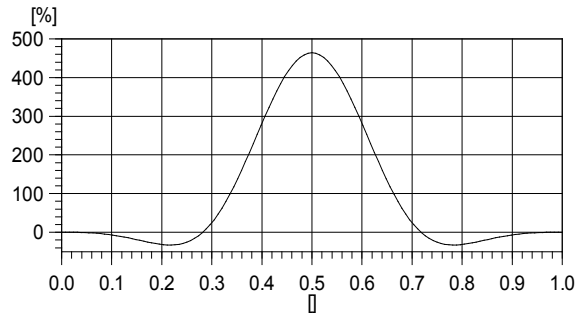


Blackman-Nuttall Fenster



Kaiser-Fenster ($\alpha = 3$)

Blackman-Harris Fenster



Flattop-Fenster

6.10.6.1. Rechteckfenster

Diese 'Fensterfunktion' nimmt keine Veränderung an den Profilwerten vor

6.10.6.2. Parzen-Fenster (Dreieckfenster)

Die Gewichtung der Profilwerte fällt symmetrisch zur Profilmittle linear auf (nahezu) 0 ab:

$$w(i) = 1 - \frac{|i - \frac{1}{2}(N-1)|}{\frac{1}{2}(N+1)}, \quad 0 \leq i \leq N-1$$

6.10.6.3. Welch-Fenster

Das Welch-Fenster weist einen quadratischen Abfall zum Rand hin auf:

$$w(i) = 1 - \left(\frac{i - \frac{1}{2}(N-1)}{\frac{1}{2}(N+1)} \right)^2, \quad 0 \leq i \leq N-1$$

6.10.6.4. Hanning, Blackman, Blackman-Harris, Blackman-Nuttal, Flattop

Diese Gewichtsfunktionen stellen Kosinusreihen unterschiedlicher Ordnung und Koeffizienten dar:

$$w(i) = a_0 + a_1 \cos(2\pi i/N-1) + a_2 \cos(2\pi 2i/N-1) + a_3 \cos(2\pi 3i/N-1) + a_4 \cos(2\pi 4i/N-1), \quad 0 \leq i \leq N-1$$

Fensterfunktion	a₀	a₁	a₂	a₃	a₄
Hanning	0.5	-0.5	0	0	0
Blackman	0.42	-0.5	0.08	0	0
Blackman-Harris	0.35875	-0.48829	0.14128	-0.01168	0
Blackman-Nuttal	0.3635819	-0.4891775	0.1365995	-0.0106411	0
Flat Top	1.0	-1.93	1.29	-0.388	0.032

6.10.6.5. Kaiser-Fenster

Diese Fensterfunktion stellt eine Approximation des DPSS-Fensters dar:

$$w(i) = \frac{i_0(\pi\alpha\sqrt{1 - (\frac{2i}{N-1} - 1)^2})}{i_0(\pi\alpha)} \quad \text{mit } \alpha = 3 \quad \text{und } 0 \leq i \leq N-1. \quad i_0 \text{ ist die modifizierte Bessel-Funktion nullter Ordnung.}$$

6.11. Reflexionsschwelle vorgeben

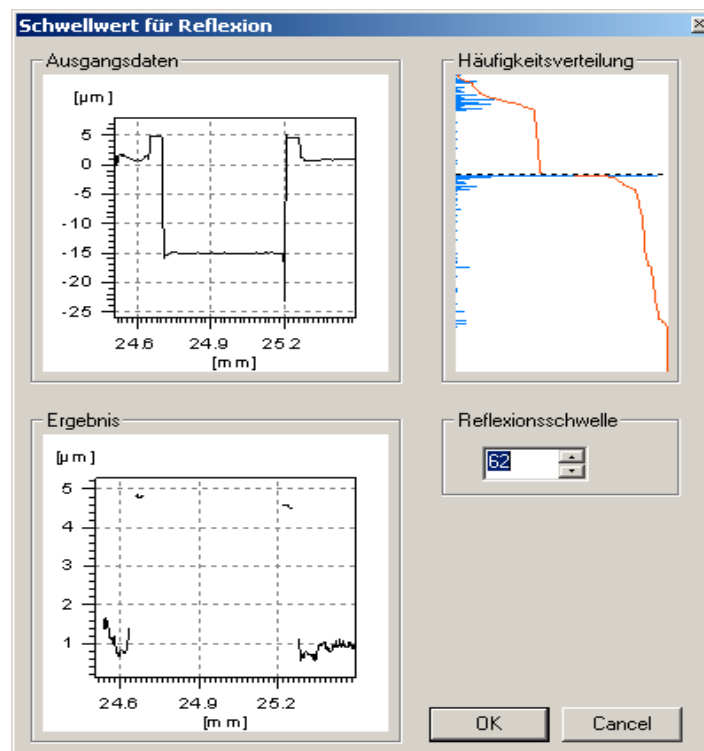
6.11.1. Überblick

Bei optischen Meßverfahren tritt häufig der Fall auf, daß Profilteile nicht erfaßt werden können, beispielsweise aufgrund von Abschattung, Dynamiküberschreitung oder einfach nur durch Abwesenheit einer Oberfläche im Meßbereich. Dabei ist es oftmals hilfreich, zusätzlich zum Profilkanal das Reflexionssignal aufzunehmen. Es erlaubt oftmals eine automatische Klassifikation solcher Bereiche. Inspector bietet die Möglichkeit, Profilmereiche, deren Reflexionswert eine einstellbare Schwelle unterschreitet, als ‚ungültigen Bereich‘ zu klassifizieren.

Hinweis: Für diese Auswertung ist es erforderlich, daß ein Profil- und Reflexionssignal vorliegt.

6.11.2. Auswahl der Reflexionsschwelle

Nach Anwahl von **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Schwellwert für Reflexion** aus dem Hauptmenü (oder **Maskierungsoperationen/Schwellwert für Reflexion** aus dem Kontextmenü) erscheint der Dialog zur Auswahl der Reflexionsschwelle:



Das Diagramm links oben zeigt den Profilverlauf, das Diagramm darunter das Profil nach Maskierung aller Punkte, deren Reflexion unter dem Schwellwert liegt. Rechts oben wird die Häufig-

keitsverteilung der Reflexionswerte angezeigt. Vorstehende Hardcopy zeigt einen Ausschnitt aus einem Scherblatt für einen Rasierer. In der Mitte des Profils befindet sich ein Loch. Zum Ausblenden dieses Bereichs kann man die Reflexionsschwelle solange erhöhen, bis der Untergrund unterdrückt wird. Im Beispiel erfolgt der Übergang unmittelbar über dem Häufigkeits-Peak des Untergrunds bei 62% Reflexion.

Hinweise:

- Die als ungültig markierten Bereiche werden bei Abspeicherung in ausgewählten Datenformaten (FRT, SUR, UB3) berücksichtigt.
- Zur Aufhebung der Maskierung können Sie den Menüpunkt **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Alle Punkte einschließen** verwenden, oder im Dialog Reflexionsschwelle einen Schwellwert von 0% vorgeben.
- Datenpunkte in maskierten Bereichen können durch Interpolationsfunktionen ersetzt werden.
- Bei der Reflexionsschwellenberechnung wird eine bereits existierende Maskierung überschrieben. Dies betrifft auch die Operatoren **Rechteck einschließen** und **Rechteck ausschließen**.

6.12. Manuelle Maskierung

6.12.1. Überblick

Bei manchen Auswertungen ist es erforderlich, gezielt Bereiche der Meßdaten aus einer Berechnung auszuschließen oder hinzuzufügen. Maskierte Bereiche werden standardmäßig nicht dargestellt oder in Berechnungen verwendet, oder können über unterschiedliche Operatoren interpoliert und ersetzt werden.

Jeder Kanal der Meßdaten enthält eine Maske, die punktweise die Gültigkeit des Kanalwerts festlegt. Die Maske kann vom Reflexionsschwellenoperator oder manuell bearbeitet werden.

Für die manuelle Maskierung stehen die Operatoren *Rechteck ausschließen*, *Rechteck einschließen* und *alle Punkte einschließen* zur Verfügung.

Hinweis: Die manuellen Maskierungsoperatoren verwenden die selbe Maske wie der Reflexionsschwellenoperator. Verwenden Sie die Reflexionsschwelle nach einer manuellen Maskierung, geht die manuelle Auswahl verloren.

6.12.2. Rechteck ausschließen

Bei Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Rechteck ausschließen** wird ein Bereich der Profilkurve maskiert. Drücken Sie im Diagrammfenster am Anfangspunkt die linke Maustaste, und ziehen Sie den Mauscursor bei gedrückter linker Maustaste zum Endpunkt. Sobald Sie die Maustaste loslassen, wird der Bereich zwischen dem linken und rechten Rand des Rechtecks maskiert (und damit unsichtbar).

6.12.3. Rechteck einschließen

Bei Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Rechteck einschließen** wird die Maskierung eines Diagrammteils aufgehoben. Drücken Sie im Diagrammfenster am Anfangspunkt die linke Maustaste, und ziehen Sie den Mauscursor bei gedrückter linker Maustaste zum Endpunkt. Sobald Sie die Maustaste loslassen, wird der Bereich zwischen dem linken und rechten Rand des Rechtecks validiert (und damit sichtbar).

6.12.4. Alle Punkte einschließen

Bei Verwendung des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Alle Punkte einschließen** wird die Maskierung aller Punkte aufgehoben. Sie können diesen Menüpunkt zur einfachen Entfernung der Maskierung über die Reflexionsschwelle benutzen.

6.13. Substitution maskierter Meßwerte

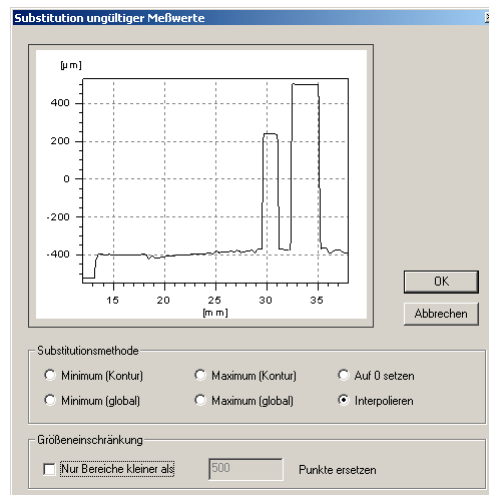
6.13.1. Überblick

Ungültige Meßwerte in einer Profilkurve werden in Inspector nicht dargestellt oder für Berechnungen verwendet⁹. Für die Darstellung oder Weiterverarbeitung ist es oftmals wünschenswert, die ungültigen Bereiche mittels eines Interpolationsverfahrens zu ersetzen. Je nach beabsichtigter Wirkung stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl.

6.13.2. Bereichsfüllung

Nach Anwahl des Menüpunkts **Maskierungsoperationen/Bereichsfüllung** öffnet Inspector den Dialog **Substitution ungültiger Meßwerte**:

⁹ Ausnahme ist FFT, das Verfahren benötigt alle Meßwerte.



Die Grafik zeigt eine Vorschau des Substitutionsergebnisses, die Interpolationsmethode wird in der darunterliegenden Optionsschaltfläche festgelegt. Folgende Methoden stehen zur Auswahl:

- **Minimum (Kontur):** jeder ungültige Profilabschnitt wird durch eine horizontale Linie ersetzt, die den Wert des Minimums des letzten und ersten gültigen Profilwerts links und rechts des Abschnitts annimmt.
- **Maximum (Kontur):** jeder ungültige Profilabschnitt wird durch eine horizontale Linie ersetzt, die den Wert des Maximums des letzten und ersten gültigen Profilwerts links und rechts des Abschnitts annimmt.
- **Auf 0 setzen:** Der ungültige Bereich wird durch eine horizontale Linie mit Profilwert 0 ersetzt.
- **Minimum (global):** jeder ungültige Profilabschnitt wird durch eine horizontale Linie ersetzt, die den Wert des Minimums aller gültigen Profilwerts annimmt. Alle ungültigen Bereiche weisen deshalb den selben Profilwert auf.
- **Maximum (global):** jeder ungültige Profilabschnitt wird durch eine horizontale Linie ersetzt, die den Wert des Maximums aller gültigen Profilwerts annimmt.
- **Interpolieren:** jeder ungültige Bereich wird durch eine Gerade zwischen dem letzten und ersten gültigen Meßwert links und rechts des ungültigen Bereichs ersetzt. Existiert eine Begrenzung nicht, wird eine horizontale Linie mit dem Wert der vorhandenen Begrenzung verwendet. Existieren keine der Begrenzungen, ergibt sich eine horizontale Linie mit Funktionswert 0.

Eine Einschränkung der Abmessungen zu füllender Bereiche ist unten im Dialog angeordnet. Bei aktivierter Füllgrenze werden nur Bereiche ersetzt, die schmäler als die eingetragene Schwelle¹⁰ sind.

Nach Anwahl von OK erstellt Inspector einen neuen Datensatz in einem neuen Fenster, substituierte Bereiche sind darin als gültig markiert.

¹⁰ Angabe in Meßpunkten.

6.14. Auswahl eines Kanals

6.14.1. Überblick

Eine Meßkurve kann mehrere unabhängige Datenquellen aufweisen. Bei einer Messung wird oft neben dem Profil auch die Reflexion mit aufgenommen. Der Profilkanal ist der primär interessante Kanal, aber auch der Reflexionskanal enthält nutzbare Information. So ist es oftmals über den Reflexionskanal recht einfach möglich, Bereiche mit unterschiedlicher Reflexion zu segmentieren. Ein klassisches Beispiel sind Chromstreifen auf Glas. Das Chrom ist hoch reflektierend, Glas reflektiert nur schwach. Im Profilbild zeigen sich die Chromstreifen nur undeutlich, da die Metallstärke nur wenige nm beträgt. Das Reflexionsbild zeigt die Kanten deutlich.

6.14.2. Auswahl eines Kanals

Sämtliche Kanäle eines Datensatzes sind im Menü unter **Darstellung/Kanal** oder im Kontextmenü unter **Kanal** aufgelistet. Der aktuell dargestellte Kanal wird durch einen Haken hervorgehoben. Sie können die anderen Kanäle durch Auswahl im Untermenü darstellen.

Hinweis: Normalerweise können Sie jeden Kanal nur in einem Fenster darstellen. Wählen Sie den Kanal ein weiteres Mal an, wird anstelle eines neuen Fensters das Fenster das den selben Kanal anzeigt, in den Vordergrund gebracht. Möchten Sie einen Kanal mehrfach darstellen, verwenden Sie dazu den Menüeintrag **Fenster/Neues Fenster**.

6.15. Liniensubtraktion

Bei der Liniensubtraktion werden zwei Profile voneinander subtrahiert. Die Differenz ist ein Maß für den Profilunterschied, z.B. eine Schichtdicke, oder für eine Formabweichung. Bei der Bestimmung absoluter Werte (z.B. Schichtdicke) müssen in den Linienprofilen entweder geeignete Referenzmarken vorhanden sein, oder der absolute Profilwert muß auf eine geeignete Art sichergestellt werden.

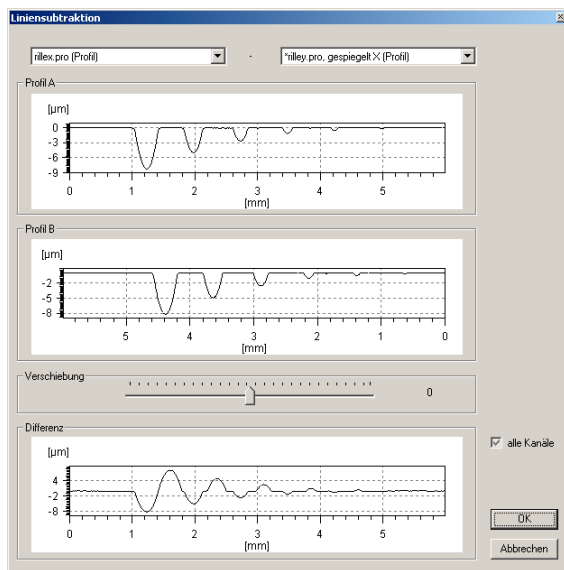
Für eine Liniensubtraktion müssen mindestens zwei Linienprofile in Inspector dargestellt werden¹¹. Die Linienprofile können für die Subtraktion vorbereitet, z.B. ausgerichtet, der gespiegelt, werden.

Selektieren Sie ein Liniendiagramm, und wählen Sie den Menüpunkt **Bearbeiten/Liniensubtraktion...** (oder **Liniensubtraktion...** aus dem Kontextmenü). Ein Dialog erscheint auf dem Bildschirm, in dem Sie die gewünschte zweite Linie sowie die horizontale Verschiebung der Linien gegeneinander einstellen können.

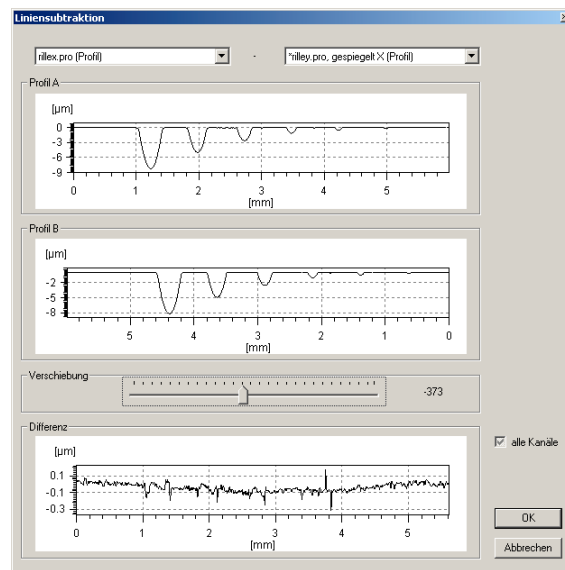
¹¹ Es können auch z.B. zwei Profilschnitte aus einer Flächendatei verwendet werden. Normalerweise kann nur ein Profilschnitt pro Flächendatei ausgewählt und dargestellt werden. Sie erhalten ein zweites Profil, indem Sie bei aktiviertem Profilschnitt den Menüpunkt **Fenster/neues Fenster** anwählen. Wählen Sie im neuen Fenster dann die gewünschte zweite Linie aus.

In den Kombinationsfeldern sind die Titel aller geöffneten Liniendiagramme enthalten. Im linken Kombinationsfeld ist das aktive Profil selektiert, es wird im oberen Diagrammfenster (**Profil A**) angezeigt. Wählen Sie das zweite Profil aus dem rechten Kombinationsfeld aus. Dieses Profil wird im mittleren Fenster (**Profil B**) angezeigt, die Differenz **Profil A** minus **Profil B** unter Berücksichtigung einer benutzerdefinierten horizontalen Verschiebung erscheint als Vor-schau im unteren Fenster.

Die **Verschiebung** wird mit dem Schieberegler eingestellt. Anhand eines Beispiels soll die Vorgehensweise beim Profilvergleich erläutert werden: Die beiden Profile wurden für den Vergleich durch Ausrichten auf die Nulllinie vorbereitet, eines der beiden Profile wurde noch horizontal gespiegelt. Bei Betrachtung von **Profil A** und **Profil B** wird ersichtlich, daß **Profil B** nach links verschoben werden sollte. Ziehen Sie den Schieberegler nach links. Beim Überschreiten der optimalen Verschiebung zeigt das Differenzprofil ein charakteristisches Umklappen. Bestimmen Sie zunächst eine Punkt links und rechts der optimalen Verschiebung. In der Nähe der optimalen Verschiebung reagiert das Differenzprofil sehr empfindlich auf kleinste Verschiebungen. Für den Feinabgleich können Sie die Cursortasten (Pfeil links, rechts) der Tastatur benutzen.



Dialog Liniensubtraktion



Differenzprofil bei optimaler Verschiebung

Übernehmen Sie das Differenzprofil durch Betätigung der OK-Taste. Der Zustand des Kontrollkästchens **alle Kanäle** legt fest, ob als Ergebnis nur die Differenz der beiden ausgewählten Profile, oder eine Differenzbildung für alle gemeinsamen Kanäle der Profile A und B erfolgen soll¹².

Hinweise:

¹² Bei der Differenzbildung ermittelt Inspector alle Kanäle von Profil A und B und subtrahiert gleichnamige Kanäle.

- Die Profile können unterschiedliche Länge und Punktdichte aufweisen. Inspector rechnet die horizontale Auflösung von Kanal B nach der Auflösung von Kanal A um. Die Auflösungen sollten ungeachtet dessen nicht zu unterschiedlich ausfallen.
- Die Profile können verschiedene (kompatible) Einheiten in z-Richtung aufweisen. Inspector rechnet die Einheit von Profil B auf Einheiten von Profil A um.
- Sind die Einheiten in X und/oder Z-Richtung nicht kompatibel, führt Inspector eine punktweise Subtraktion aus. Sinn oder Unsinn hängt in diesem Fall von einer geeigneten Erfassung und Vorbehandlung der Profildaten ab. Dieses Verhalten soll eine Bearbeitung erlauben, auch wenn die Profile (z.B. über einen Import aus verschiedenen Dateiformaten) ihre korrekten Einheiten verloren haben.
- Die Subtraktion von Profilen mit unterschiedlichem Inhalt ergibt keinen Sinn.

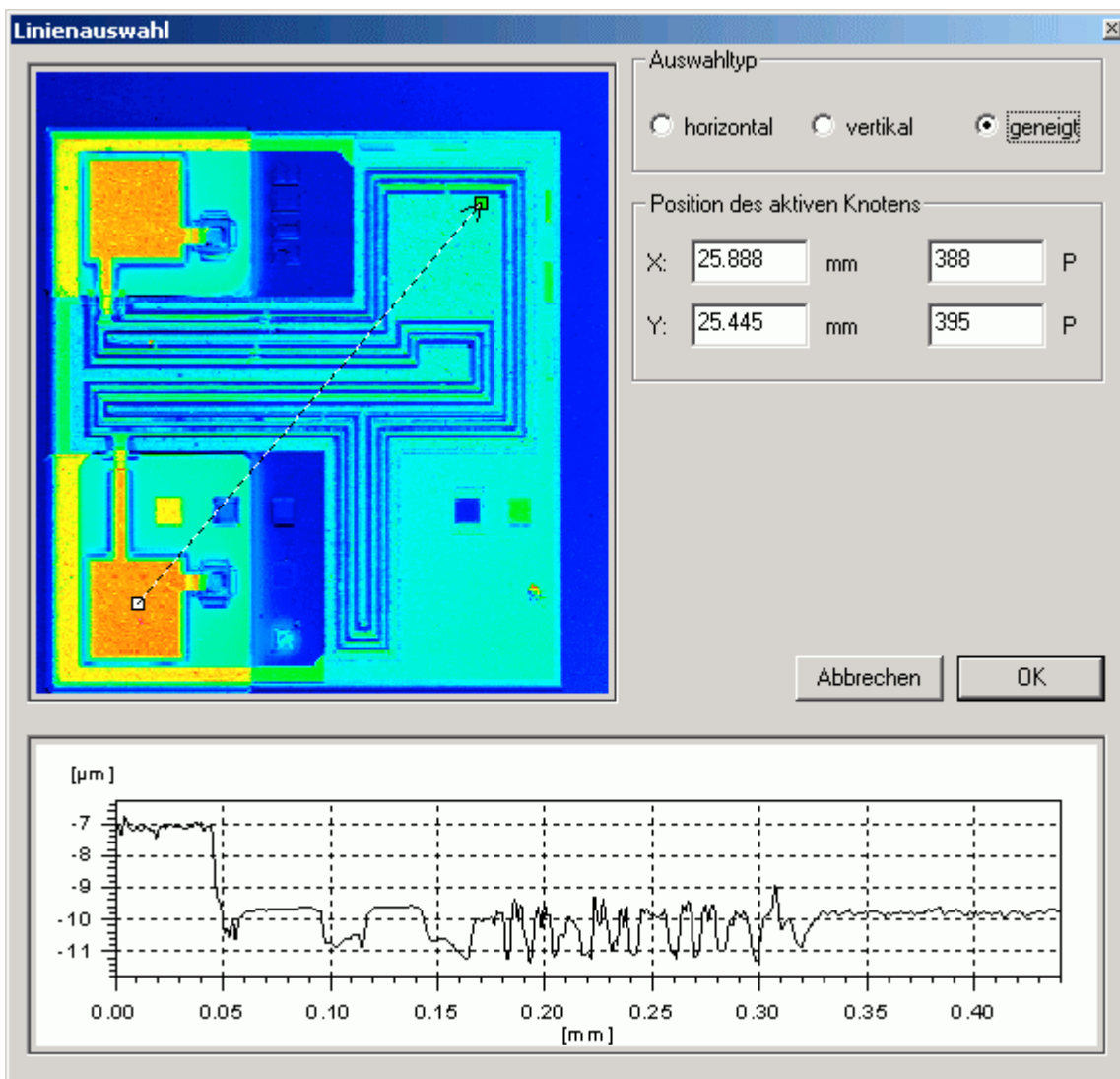
6.16. Auswahl einer Zeile

6.16.1. Überblick

Eine Flächendatei besteht aus mehreren Zeilen. Inspector ermöglicht, sich jede der Zeilen als Liniendaten einzusehen und zu bearbeiten.

6.16.2. Auswahl einer Zeile

Nach Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Zeile...** oder **Zeile...** im lokalen Menü erscheint ein Dialog zur Auswahl der Schnittlinie. Der Dialog zeigt in der Flächendarstellung die Lage der aktuell extrahierten Linie.



Hinweis: Bei Auswahl des Menüpunkts 2D Profil in einer Flächendarstellung erstellt Inspector ein Liniendiagramm, das die unterste Zeile darstellt. Beim ersten Aufruf des Dialogs liegt die Schnittlinie in der Flächendarstellung ganz unten, bitte genau hinsehen.

Es stehen folgende Möglichkeiten zur Profilextraktion zur Verfügung:

- horizontaler Profilschnitt
- vertikaler Profilschnitt
- geneigter Profilschnitt

Bei allen Extraktionen kann die Länge des Profilschnitts, sowie Anfangs- und Endpunkt innerhalb der Grenzen der Flächendaten gewählt werden.

Beim horizontalen Profilschnitt wird der Profilschnitt entlang einer Meßzeile berechnet, Anfang und Ende der Linie können frei gewählt werden (auch gespiegelt). Zur Auswahl einer anderen Zeile können Sie die Linie in der Flächendarstellung per Maus verschieben. Drücken Sie die linke Maustaste über der Linie, und verschieben Sie die Linie an die gewünschte Position. Zum Verändern der Länge des Profilschnitts bewegen Sie den Mauszeiger über einen der Endpunkte der Linie. Drücken Sie die linke Maustaste über dem Endpunkt, und verschieben Sie den Endpunkt an die gewünschte Position.

Beim vertikalen Profilschnitt wird der Profilschnitt senkrecht zu den Meßzeilen berechnet. Auch hier können Anfang und Ende des Profilschnitts, sowie die Position frei gewählt werden.

Beim geneigten Profilschnitt wird die Profillinie aus den Flächendaten interpoliert. Sie können Anfangs- und Endpunkt unabhängig voneinander, oder die gesamte Linie verschieben. Im Profildiagramm unten startet die Ordinate ab 0.0. Der Ordinatenwert gibt den Abstand ab Startpunkt an. Zur Rekonstruktion der Position werden zunächst unsichtbar zwei zusätzliche Meßwertkanäle erzeugt. Wenn Sie später den geneigten Profilschnitt abspeichern, wird aus dem Profilschnitt ein Liniendiagramm erstellt. Bei diesem Schritt werden dann die Ordinaten der Primär- und Sekundärachse generiert und dem Profil zugefügt. Die Kanäle sind als **position (prim)** bzw. **position(sec)** gekennzeichnet.

Die Lage des Profilschnitts kann auch numerisch eingegeben werden, das ist insbesondere für Reihenauswertungen praktisch. Selektieren Sie dazu zuerst in der Flächendarstellung den gewünschten Knoten, indem Sie den Mauszeiger über den Linienendpunkt bewegen. Der Linienendpunkt wird grün eingefärbt, und die Koordinaten in den Feldern **position des aktiven Knotens** angezeigt. Sie können jetzt in den Feldern die gewünschte Position eintragen, entweder in Weltkoordinaten, oder in Zeile/Spalte-Form. In diesem Format hat der linke Endpunkt die X-Koordinate 0, der rechte Endpunkt die Koordinate (Punktanzahl pro Zeile)-1. Analog hat die unterste Zeile die Koordinate 0, die oberste Zeile die Koordinate Zeilenanzahl-1. Beachten Sie bitte, daß in den Extraktionsarten horizontal und vertikal der zweite Knoten mit verschoben wird, so daß der Profilschnitt horizontal bzw. vertikal bleibt.

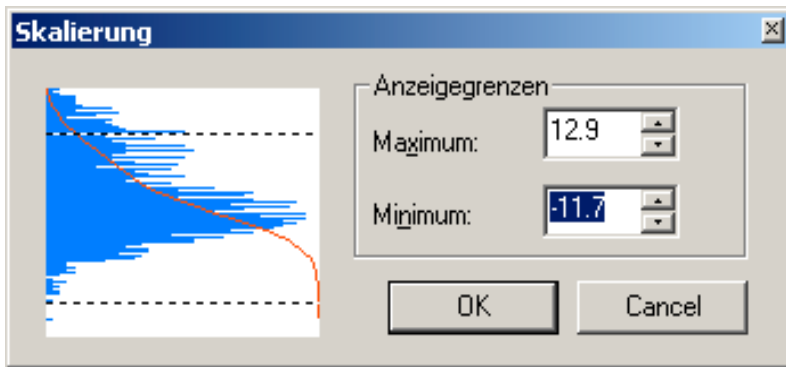
6.17. Skalierung der Liniendaten

6.17.1. Überblick

In vielen Fällen interessieren Teilbereiche eines Profils, oder eine feste Skalierung erscheint wünschenswert. Für solche Fälle kann die Darstellung manuell skaliert werden.

6.17.2. Auswahl der Anzeigegrenzen

Der Dialog für die manuelle Skalierung ist vom Hauptmenü über **Darstellung/Skala** (oder vom Kontextmenü) über **Skala** zugreifbar. Nach Anwahl dieser Menüpunkte wird folgender Dialog aktiviert:



Das Histogramm links stellt die Häufigkeitsverteilung (blau) sowie die kumulierte Häufigkeit (,Tragkurve', rot) dar. Die Häufigkeitsverteilung gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit der angegebene Funktionswert in der Darstellung auftritt.

Zur Veränderung der Anzeigegrenzen sind die Eingabefelder rechts vorgesehen. Sie können die Grenzen entweder durch direkte Zahleneingabe oder über die Rollbalken rechts der Eingabefelder vorsehen. Im Histogramm sind die Skalierungsgrenzen durch zwei Linien repräsentiert.

Im vorliegenden Bild kann man ersehen, daß die Häufigkeitsverteilung am ,unteren' Ende nur kleine Werte annimmt, man kann die untere Anzeigegrenzen ohne signifikante Verluste vergrößern und gewinnt dabei einen besseren Überblick über die Profilkurve.

Hinweis: Die Veränderung der Anzeigegrenzen ist nicht destruktiv. Durch Eingabe von Bereichsgrenzen, welche über Minimum und Maximum eines Kanals liegen, kann die Profilkurve wieder in Gänze dargestellt werden.

7. Anzeige und Bearbeitung von Flächendaten

7.1. Überblick

Flächendaten bestehen aus Meßwerten, die in einem rechteckigen Gitter angeordnet sind. Sie beschreiben eine Funktion von zwei Variablen, $z=f(x,y)$. Flächendaten bieten gegenüber Liniendaten oftmals ein geeigneteres Verfahren zur Qualifizierung von Oberflächeneigenschaften. Die gegenüber Liniendaten wesentlich erhöhte Anzahl an Meßpunkten bietet eine höhere statistische Sicherheit, erfordert aber auch angepaßte Bearbeitungswerkzeuge.

7.2. Laden von Flächendaten

Flächen- und Liniendaten können über den Menüpunkt **Datei/Öffnen** vom Hauptmenü oder über Drag&Drop vom Explorer aus geöffnet werden. Inspector bestimmt den Typ der Daten (Linie oder Fläche) und öffnet ein zugehöriges Dokument. Als Datentypen stehen folgende Datenformate zur Verfügung

Extension	Hersteller	Liniendaten	Flächendaten	Binär/Ascii
FRT	FRT GmbH	+	+	Binär
UA2	UBM GmbH	+	-	Ascii
UA3	UBM GmbH	-	+	Ascii
UB1	UBM GmbH	+	-	Binär
UB2	UBM GmbH	+	-	Binär
UB3	UBM GmbH	-	+	Binär

7.3. Speichern von Flächendaten

Das Speichern der Daten erfolgt über **Datei/Speichern** oder **Datei/Speichern unter**.

Hinweis:

- 1) Wenn eine Flächendatei als Linie dargestellt wird, speichert das Programm nur die aktuell dargestellte Linie.
- 2) Nach Abschluß einer Messung werden die Daten nicht automatisch gespeichert. Vor dem Schließen der letzten Ansicht erfolgt eine Erinnerung zum Speichern.

7.4. Darstellungsarten für Flächendaten

7.4.1. Überblick

Flächendaten können von Inspector in Liniendarstellung (entspricht einer Meßzeile), in Falschfarbendarstellung (Höhenwerte sind durch Farben codiert) sowie in isometrischer Darstellung (auch als 3D-Darstellung bezeichnet) dargestellt werden. Jede der Darstellungsarten hat Vor- und Nachteile, es ist jeweils ein Kompromiß zwischen Ablesbarkeit und Übersichtlichkeit erforderlich. Man kann über die Menüpunkte **Darstellung/Isometrie**, **Darstellung/Farbfläche** bzw. **Darstellung/2D-Profil** zwischen den Darstellungsarten umschalten.

7.4.2. Darstellung als Liniendiagramm

Bei der Liniendarstellung wird jeweils eine Zeile aus den Meßdaten als Profil dargestellt. Bei dieser Darstellung ist der quantitative Profilverlauf unmittelbar ablesbar, der lokale Zusammenhang (z.B. mit dem nächsten Profil) ist nur umständlich herstellbar. Diese Darstellung eignet sich am besten, um Profildetails auszumessen oder zu bearbeiten. Aktiviert wird die Darstellung, indem Sie aus einer Flächendarstellung **Bearbeiten/Profil** (oder aus dem Kontextmenü: **Profil**) auswählen. Daraufhin öffnet sich ein neues Fenster, welches anfänglich die erste Zeile (mit der laufenden Nummer 0) darstellt. Die dargestellte Zeile kann daraufhin innerhalb der Grenzen der Flächendaten verschoben werden, siehe Abschnitt 6.16.2.

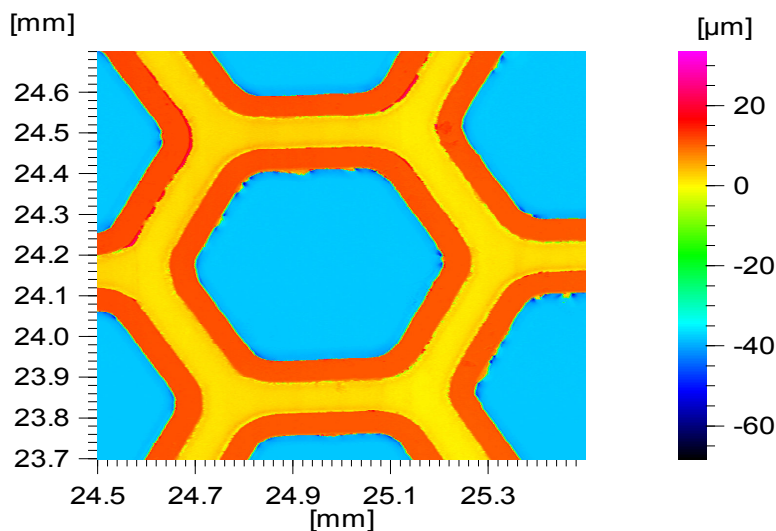
7.4.3. Falschfarbendarstellung

In der Falschfarbendarstellung wird ein Profilwert durch eine Farbe codiert. Die Regenbogen-Palette erlaubt eine näherungsweise quantitative Auswertung, allerdings auf Kosten der räumlichen Vorstellungskraft. Zu diesem Zweck sind die ‚monochromen‘ Paletten wesentlich besser geeignet.

7.4.3.1. Darstellungsoptionen

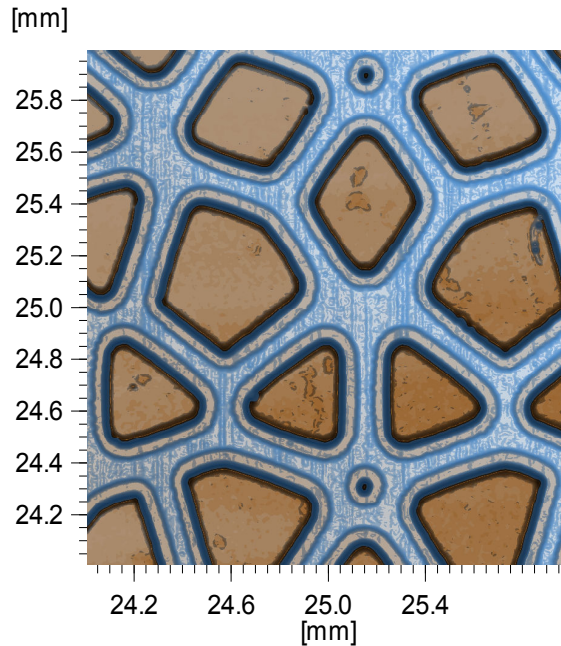
7.4.3.1.1. Palette

Unter diesem Menüpunkt stehen verschiedene Farb-Codierungsschemata zur Verfügung. Die Farben der Paletten stellen die Abbildung von Profilwerten dar. Der Farbbalken rechts zeigt die Zuordnung der Profilwerte



Farbcodierte Flächendarstellung

Für einen visuellen Überblick ist es oftmals wünschenswert, die absoluten Höhenwerte zu unterdrücken, aber lokale Oberflächendetails zu betonen. Diese Darstellung wird oft als ‚photorealistische‘ Darstellung bezeichnet. Sie können in Inspector eine solche Darstellung mittels **Palette/Kontrastdarstellung**. Bei dieser Darstellung wird der Farbbalken ausgeblendet, weil die Farbe und Helligkeit eines Bildpunkts sowohl eine Funktion des Profilwerts als auch der lokalen Steigung des Oberflächenelements ist.



Darstellung mit Kontrastanhebung

7.4.3.1.2. Isotrope Darstellung

Diese Art der Skalierung ist auch als ‚1 zu 1‘ Skalierung bekannt, d.h. die Längen der Meßachsen werden maßstäblich ausgegeben. Sie können diese Darstellung durch Anwahl des Menüpunkts **Darstellung/isotrope Darstellung** an- und ausschalten; der aktuelle Zustand wird durch ein Häkchen markiert.

7.4.3.1.3. Achsenbeschriftung

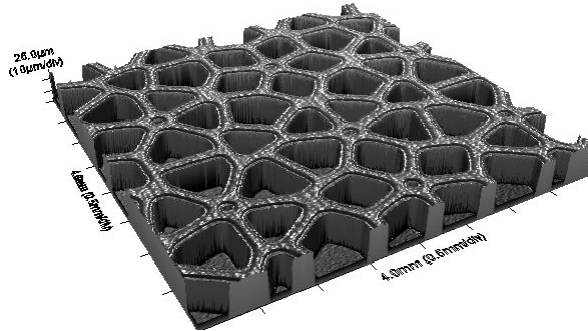
Die Skalentexte an den Achsen sowie des Skalierungsbalkens kann mittels **Darstellung/Achsenbeschriftung** zu- bzw. abgeschaltet werden.

7.4.4. Dreidimensionale Abbildungen

Flächige Objekte können in Inspector in Form von Landschaften visualisiert werden. Dabei stehen unterschiedliche Projektionsarten zur Verfügung.

7.4.4.1. Perspektivische Darstellung

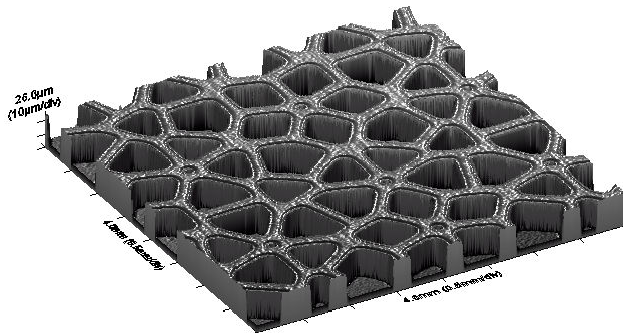
Bei der perspektivischen Darstellung wird die dreidimensionale Struktur des Meßobjekts auf die Projektionsfläche abgebildet. Dabei tritt mit zunehmendem Abstand eine Verjüngung von (im Objekt) paralleler Linien auf. Diese Abbildung entspricht dem gewohnten Seheindruck.



Perspektivische Projektion

7.4.4.2. Parallelprojektion

Bei dieser Abbildung wird ein Objekt auf die Projektionsebene abgebildet, so daß (im Objekt) parallele Linien in der Abbildung parallel erhalten bleiben. Es tritt keine Verjüngung der Darstellung mit zunehmendem Abstand vom Betrachter auf. Bei der Parallelprojektion können Strecken im Objekt unabhängig vom Abstand zum Projektionszentrum miteinander verglichen werden, für den Betrachter entsteht allerdings ein irritierender Seheindruck.



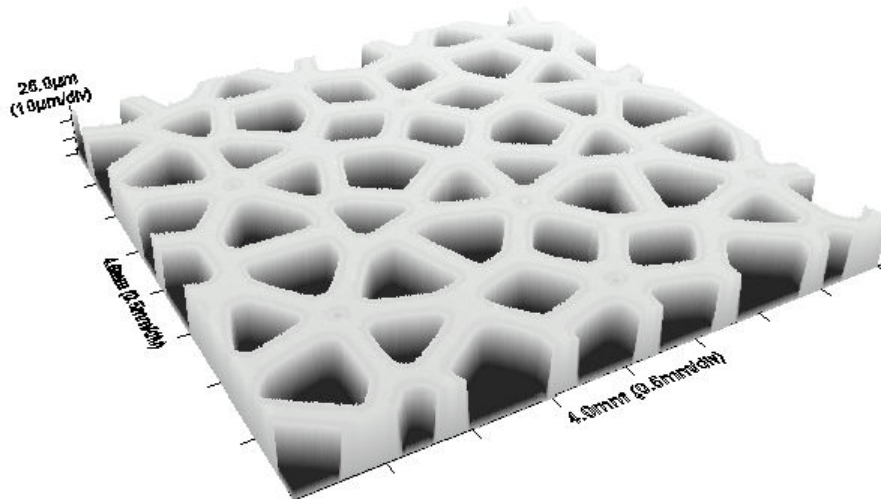
Parallelprojektion

7.4.5. Darstellungsoptionen

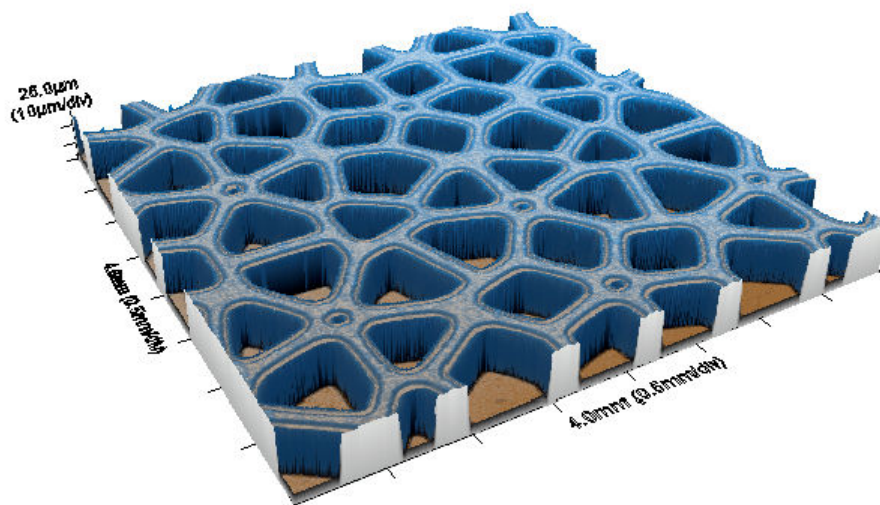
7.4.5.1. Anzeigepalette

Unter diesem Menüpunkt kann die verwendete Palette ausgewählt werden. Für die dreidimensionale Darstellung stehen Falschfarbenpaletten und Strukturpaletten zur Verfügung. Bei den Falschfarbenpaletten besteht eine eindeutige Zuordnung eines Profilwerts zu einer Farbe, d.h. Profilwerte gleicher Höhe weisen die selbe Farbe auf. Im Gegensatz dazu wird bei den Strukturpaletten (bezeichnet mit *Photo (1)*) ein Lichteinfall simuliert. Die Farbe codiert wie bei den

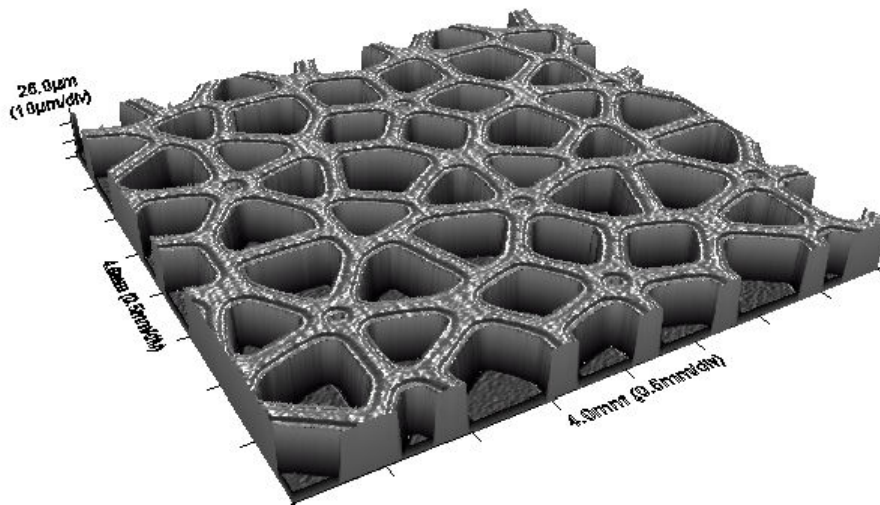
Falschfarbenpaletten die Profilhöhe. Die Helligkeit einer Farbe variiert mit der Lage der Oberflächenfacetten zur angenommenen Lichtquelle. Bei der Strukturpalette, bezeichnet mit *Photo (2)*, bestimmt allein der Lichteinfall die Helligkeit der Facette.



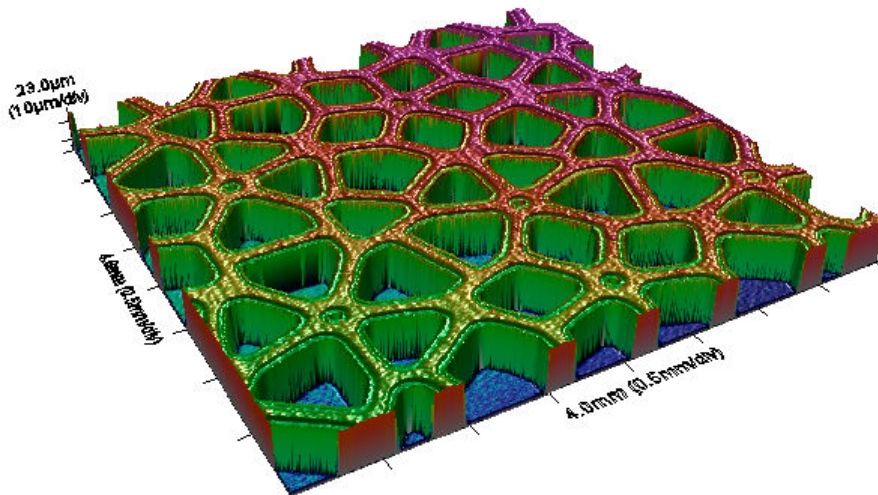
Perspektivische Projektion mit Falschfarbenpalette (Graustufe)



Perspektivische Projektion mit Kontrastpalette



Perspektivische Projektion mit Photo (I) Palette 'Grau'



Perspektivische Projektion mit Photo (I) Palette 'Regenbogen'

Hinweis:

Die Darstellung kann über den Menüpunkt **Darstellung/Anzeigeoptionen** weitergehend konfiguriert werden.

7.4.5.2. Isotrope Darstellung

Dieser Menüpunkt bestimmt die Skalierung der Grundfläche der Isometrie. Bei aktiviertem Schalter wird die Grundfläche entsprechend dem Längenverhältnis skaliert, bei inaktivem Schalter weisen die Achsen standardmäßig gleiche Länge auf. Für eine individuelle Skalierung siehe Ansichtsdialog **Darstellung/Anzeigeoptionen**.

7.4.5.3. Achsenbeschriftung

Über diesen Menüpunkt kann die Einblendung der Maßzahlen der Achsen aktiviert oder deaktiviert werden.

7.4.5.4. Drehung

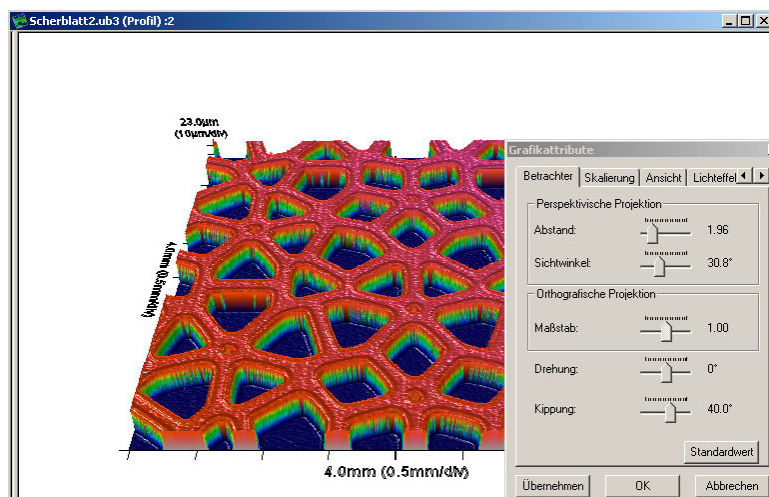
Dieses Untermenü steuert den Rotationwinkel der Isometrie. Bei einem Rotationswinkel von 0° ist die X-Achse parallel zur Querachse des Bildschirms. Zunehmende Rotationswinkel rotieren die Darstellung im mathematisch positiven Sinn (d.h. gegen den Uhrzeigersinn). Dies erlaubt eine Betrachtung der Meßkurve aus allen Richtungen.

7.4.5.5. Kippung

In diesem Menü kann der Ansichtswinkel gewählt werden. Bei kleinen Kippungswinkel erfolgt die Ansicht von der Seite. Mit zunehmendem Winkel wird die Fläche mehr und mehr von oben aus betrachtet. Erfahrungsgemäß geben Kippungswinkel zwischen 30 und 80 Grad den besten visuellen Eindruck.

7.4.5.6. Anzeigeoptionen

Weitergehende Anzeigeoptionen sind im Konfigurationsdialog unter dem Menüpunkt **Darstellung/Anzeigeoptionen...** gebündelt. Zusammengehörige Anspekte sind auf den Seiten Betrachter, Skalierung, Ansicht, Lichteffect, Lichtquelle und Farbe zusammengefasst.

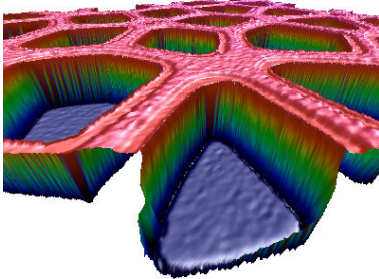


Dialog Grafikattribute

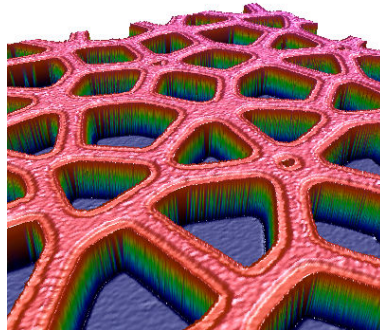
7.4.5.6.1. Seite Betrachter

Auf der Seite Betrachter sind Einstellungen für das Sichtfeld sowie Drehung und Kippung enthalten. Je nach Projektionsart (perspektivisch oder parallel) ist einer der beiden Bedienelementgruppen Abstand+Sichtwinkel oder Maßstab inaktiv.

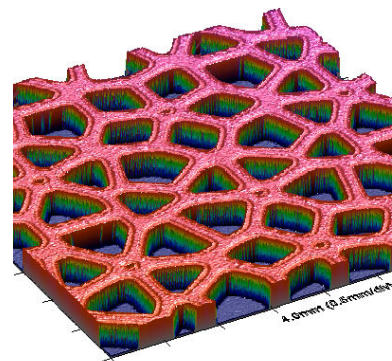
Bei perspektivischer Projektion bestimmen die Elemente **Abstand** und **Sichtwinkel** die Größe der Abbildung. Ein kleiner Abstand entspricht einer Nahaufnahme, ein größerer Abstand einer Betrachtung durch ein Teleskop. Entsprechend ist der Sichtwinkel anzupassen, bei kleinem Abstand ist ein großer Sichtwinkel ('Fischauge') ratsam, bei großem Abstand ein kleiner Sichtwinkel ('Teleobjektiv').



Abstand: 0.2
Sichtwinkel: 90°



Abstand: 0.7
Sichtwinkel: 50°



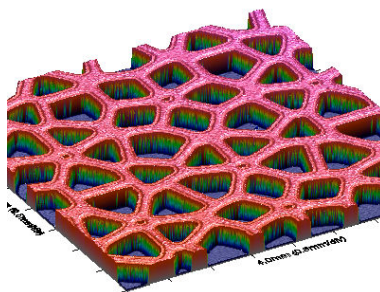
Abstand: 9
Sichtwinkel: 5.5°

Ein Sichtwinkel von 25-45° ergibt einen gewohnten Seheindruck, Winkel größer als 60° einen Makroeffekt, Winkel kleiner 10° einen teleskopischen Eindruck.

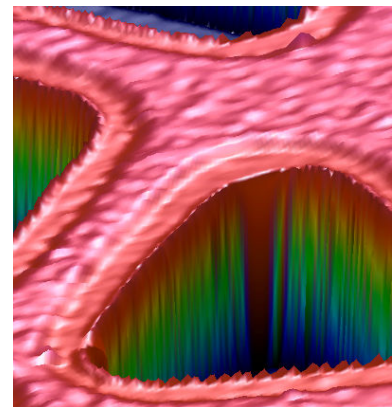
Bei Parallelprojektion geht der Abstand nicht in die Abbildung ein. Statt dessen ist das Steuerelement **Maßstab** vorgesehen. Ein Maßstab kleiner 1.0 entspricht einer Verkleinerung, ein Maßstab größer 1.0 einer Vergrößerung, Bildteile außerhalb des Sichtfensters werden abgeschnitten.



Maßstab: 0.1



Maßstab 1.0



Maßstab 10.0

Die Steuerelemente **Drehung** und **Kippung** haben die selbe Bedeutung wie die zugehörigen Elemente im Menü, bei verfeinerter Auflösung und erweiterten Wertebereich. Ein negativer Kippungswinkel erlaubt die Betrachtung der Unterseite der Fläche.

Die Schaltfläche **Vorgabe** ist zur Wiederherstellung der Standardwerte für die Einstellungen dieser Seite vorgesehen.

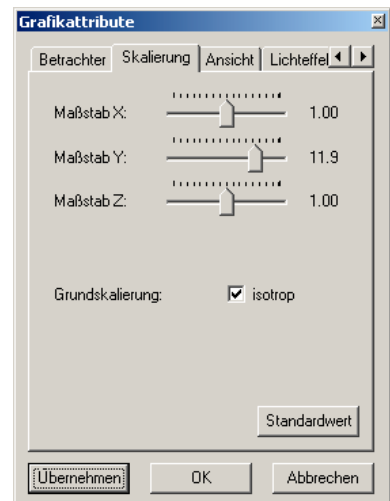
Hinweis: Geänderte Einstellungen werden erst beim nächsten Zeichnen der Oberfläche sichtbar. Zum sofortigen Aktualisieren betätigen Sie die Schaltfläche **Übernehmen** im Dialog.

7.4.5.6.2. Seite Skalierung

Auf dieser Seite wird der Abbildungsmaßstab in X, Y und Z-Richtung der Meßdaten eingestellt. Dabei ist **Maßstab X** der Primärachse (in Farbflächendarstellung: horizontale Achse), **Maßstab Z** der Sekundärachse (in Farbflächendarstellung: horizontale Achse) und **Maßstab Y** den Meßwerten (Höhe) zugeordnet.

Für mikroskopische Objekte wird für eine aussagekräftige Darstellung normalerweise eine kräftige Überhöhung in vertikaler Richtung benötigt, ansonsten erscheint das Objekt zu flach.

Bezugspunkt für die Skalierung ist entweder die physikalische Achsenlänge (Optionsfeld **isotrop** angewählt) oder Gleichskalierung aller Achsen auf den Wert 1.0 (Optionsfeld **isotrop** deaktiviert).

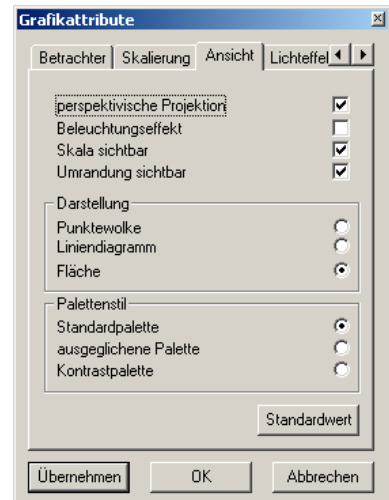


Die Schaltfläche **Vorgabe** ist zur Wiederherstellung der Standardwerte für die Einstellungen dieser Seite vorgesehen.

Hinweis: Geänderte Einstellungen werden erst beim nächsten Zeichnen der Oberfläche sichtbar. Zum sofortigen Aktualisieren betätigen Sie die Schaltfläche **Übernehmen** im Dialog.

7.4.5.6.3. Seite Ansicht

Auf der Seite Ansicht sind Optionsfelder für perspektivische Projektion, Beleuchtung, Skala, Achsenbeschriftung sowie Umrandung enthalten. Weiterhin kann der Darstellungsstil (Punktewolke, Linienskelett, Flächendarstellung) gewählt sowie zwischen Paletteninterpretationen umgeschaltet werden.

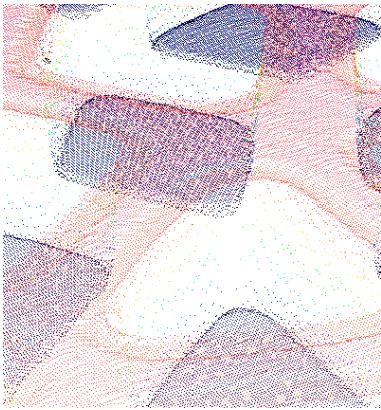


Schaltfläche **perspektivische Projektion** legt die Projektionsart fest. Bei aktivierter Schaltfläche wird eine perspektivische Projektion (parallele Linien im Objekt laufen im Horizont zusammen), bei deaktivierter Schaltfläche eine Parallelprojektion (parallele Linien im Objekt werden parallel abgebildet) durchgeführt.

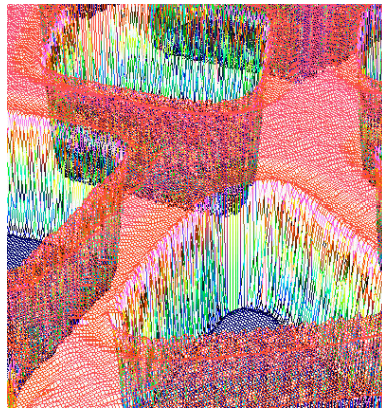
Die Schaltfläche **Beleuchtungseffekt** aktiviert eine Beleuchtungsberechnung, sie entspricht der Auswahl einer der Photo-Paletten im Menü. Bei aktivierter Beleuchtung werden die Oberflächenfacetten entsprechend ihrer Lage zur Lichtquelle eingefärbt. Bei deaktivierter Beleuchtungsberechnung hängt Helligkeit und Farbton vom Profilwert ab (komplexer bei Kontrastpalette, siehe weiter unten).

Die beiden Schaltflächen **Skala sichtbar** und **Umrandung sichtbar** aktivieren oder deaktivieren die Achsenbeschriftung bzw. den seitlichen Abschluß der Oberfläche.

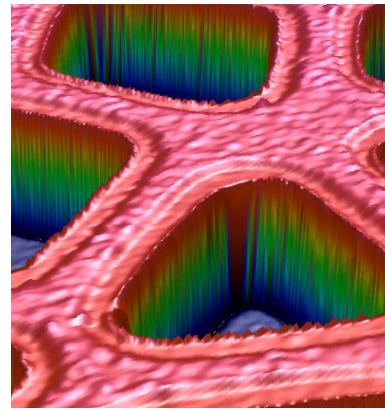
Die Darstellungsart der Oberfläche wird im Segment **Darstellung** ausgewählt. Im Modus **Punktewolke** wird jeder Datenpunkt als Lichtpunkt dargestellt, im Modus **Liniendiagramm** wird die Oberfläche als Linienskelett aufgebaut. Dabei bleibt die Oberfläche transparent, verdeckte Flächenteile bleiben sichtbar. Im Modus **Fläche** wird die Oberfläche in Form von Elementardreiecken dargestellt. Verdeckte Flächen werden unterdrückt.



Darstellung Punktwolke



Darstellung Liniendiagramm



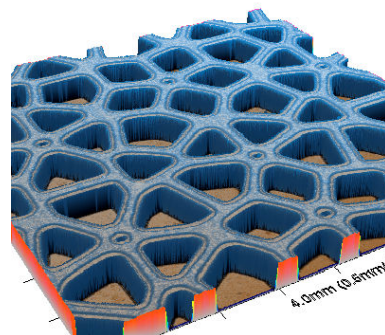
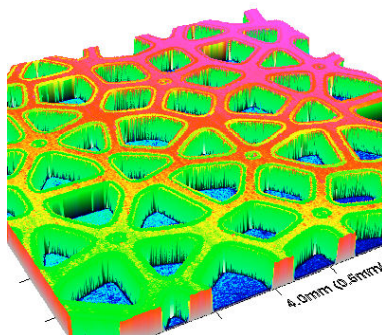
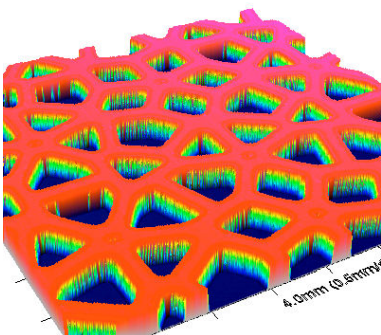
Darstellung Fläche

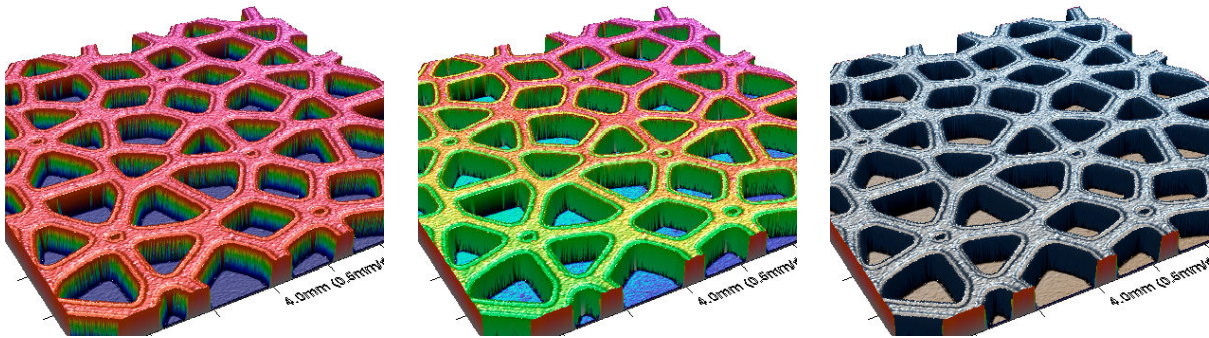
Die Steuerelementgruppe **Palettenstil** legt die Vorbehandlung der ausgewählten Palette fest. Das Ergebnis der Berechnung wird als Farbe der Oberfläche verwendet. Farbtiefe und Helligkeit wird bei aktiviertem Beleuchtungseffekt durch die Lage der Oberflächenfacette zur Lichtquelle moduliert.

Im Modus **Standardpalette** wird die Palette gleichmäßig auf die Profilwerte abgebildet. Gleiche Farben entsprechen (bei deaktiviertem Beleuchtungseffekt) gleichen Höhenwerten. Im Modus **ausgeglichenere Palette** wird die Palette so modifiziert, daß jeder Farbwert mit gleicher Wahrscheinlichkeit im Bild auftritt. Der Effekt wird insbesondere in Plateaubereichen der Oberfläche sichtbar. Auch hier entspricht gleicher Farbe gleicher Höhe, allerdings sind Farbübergänge in Bereichen benachbarter Höhenwerte gedehnt.

Der Modus **Kontrastpalette** verwendet die selbe Farbzuordnung wie die Kontrastpalette der Farbflächenansicht.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Paletteneffekte **Standardpalette**, **ausgeglichenere Palette** und **Kontrastpalette** von links nach rechts, die obere Zeile ohne Beleuchtungseffekte, die untere Zeile mit Beleuchtungseffekt.





Die Schaltfläche **Vorgabe** ist zur Wiederherstellung der Standardwerte für die Einstellungen dieser Seite vorgesehen.

Hinweis: Geänderte Einstellungen werden erst beim nächsten Zeichnen der Oberfläche sichtbar. Zum sofortigen Aktualisieren betätigen Sie die Schaltfläche **Übernehmen** im Dialog.

7.4.5.6.4. Seite Lichteffect

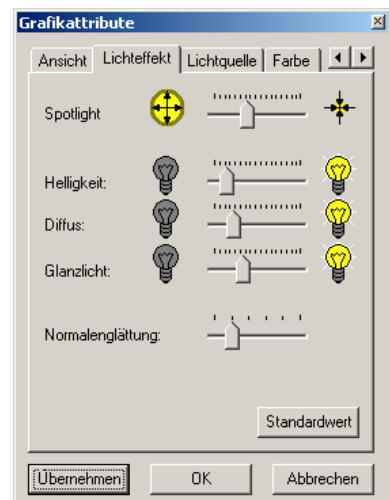
Die Seiten Lichteffect und Lichtquelle bestimmen die Parameter der Beleuchtungsberechnungen.

Der Schieber **Helligkeit** bestimmt die Grundhelligkeit der Oberfläche ohne Einfluß der Lichtquelle. Am linken Ende (dunkle Lampe) bleiben unbeleuchtete Oberflächenteile dunkel, nach links (helle Lampe) erfolgt eine zunehmende Bildaufhellung, dabei nimmt der Farbkontrast ab.

Der Schieber **Diffus** beeinflusst analog die Intensität des diffus gestreuten Lichts der Oberfläche. Die Oberfläche erscheint am hellsten, wenn das Licht senkrecht auf das Oberflächensegment fällt, ansonsten erfolgt ein kosinusförmiger Helligkeitsabfall.

Dem linken Ende des Schiebers entspricht eine nichtreflektierende Oberfläche (wie z.B. schwarzer, matter Gummi), dem rechten Ende eine gut diffus reflektierende Oberfläche (z.B. Schreibpapier).

Der Schieber **Glanzlicht** beeinflusst die Helligkeit des Glanzlichts, d.h. der Reflexion von Oberflächensegmenten, die so orientiert sind, daß die Lichtquelle in das Auge des Betrachters gespiegelt wird. Am linken Bereichsende ist die Glanzreflektion inaktiv, am rechten Ende deutlich sichtbar.



Der Helligkeitsabfall außerhalb des idealen Glanzlichtreflexes wird durch den Schieber **Spotlight** konfiguriert. Am linken Ende reflektieren bereits deutlich außerhalb der idealen Lage befindliche Oberflächenfacetten, am rechten Ende nur Facetten in exakter Lage. Das bedeutet daß

die Abmessungen des Glanzlichts (auf gekrümmter Oberfläche) abnehmen, je weiter der Schieber nach rechts bewegt wird.

Der Schieberegler **Normalenglättung** erlaubt die Anpassung der Reflexionseigenschaften an die Rauheit und vertikale Skalierung der Oberfläche. Je weiter der Schieberegler nach rechts gebracht wird, desto 'glatter' erscheint die Reflexion der Oberfläche. Die eigentlichen Meßdaten werden dabei nicht beeinflußt. Beachten Sie den Einfluß der vertikalen Skalierung auf den visuellen Eindruck. Am linken Ende des Schiebers erfolgt keine, am rechten Ende eine deutliche Normalenglättung.

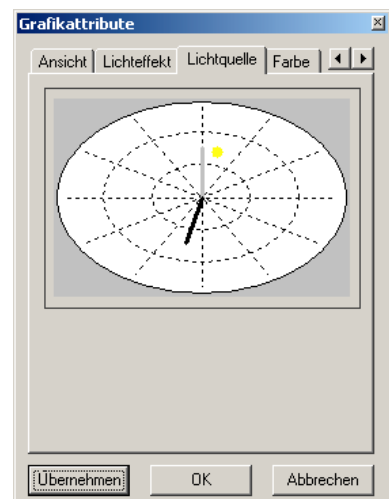
Die Schaltfläche 'Vorgabe' ist zur Wiederherstellung der Standardwerte für die Einstellungen dieser Seite vorgesehen.

Hinweis: Geänderte Einstellungen werden erst beim nächsten Zeichnen der Oberfläche sichtbar. Zum sofortigen Aktualisieren betätigen Sie die Schaltfläche **Übernehmen** im Dialog.

7.4.5.6.5. Seite Lichtquelle

Die Seite ist zur Konfiguration der Position der Lichtquelle vorgesehen. Der gelbe Punkt symbolisiert die Beleuchtungsquelle, der schwarze Strich die Richtung eines Schattenwurfs. Durch Anklicken der elliptischen Grundfläche kann die Position der Lichtquelle verändert werden.

Hinweis: Geänderte Einstellungen werden erst beim nächsten Zeichnen der Oberfläche sichtbar. Zum sofortigen Aktualisieren betätigen Sie die Schaltfläche **Übernehmen** im Dialog.



7.4.5.6.6. Seite Farbe

Diese Seite wird zur Konfiguration der Hintergrund- und Achsenfarbe eingesetzt. Bei einem Doppelklick auf die Farbfläche auf der rechten Seite wird der Windows-Standarddialog zur Farbauswahl aufgebaut. Suchen Sie die gewünschte Farbe aus, und übernehmen Sie mit OK.

Hinweis: Gleiche Farbe für Achsenfarbe und Hintergrund führt zu unlesbarer Beschriftung. Geänderte Einstellungen werden erst beim nächsten Zeichnen der Oberfläche sichtbar. Zum sofortigen Aktualisieren betätigen Sie die Schaltfläche **Übernehmen** im Dialog.

7.5. Bearbeitung von Flächendaten

7.5.1. Datenexport

Die Flächendaten können in verschiedenen Datenformaten gespeichert werden, darunter auch ASCII-Formate. Die aktuelle Grafik kann über den Menüpunkt **in Zwischenablage kopieren** aus dem Kontextmenü in die Zwischenablage übernommen werden. Über die Zwischenablage kann die Graphik von vielen Programmen weiter verwendet werden.

Als weitere Möglichkeiten steht im Kontextmenü unter **Speichern als Grafik** ein Grafikexport im Bitmap- und EMF-Format zur Verfügung.

7.5.2. Ausrichten

7.5.2.1. Überblick

Oftmals ist es wünschenswert, die geometrische Lage der Daten zu verändern. Es kann beispielsweise aufgrund der Geometrie der Probe vorkommen, daß die Oberfläche eines Profils verkippert erfaßt wird, so daß die Feinstruktur der Topographie in der Darstellung nicht befriedigend sichtbar oder auswertbar ist.

Im einfachsten Fall kann die geneigte Ebene durch Berechnung einer Ausgleichsgeraden über alle Datenpunkte entfernt werden. In komplizierteren Fällen wird es erforderlich, die Formabweichung über Funktionen höherer Ordnung zu berechnen oder eine Kontrolle der Lage der Stützstellen vorzunehmen. Die folgenden Abschnitte beschreiben anhand eines Beispiels Möglichkeiten und Grenzen der jeweiligen Verfahren. Alle Verfahren subtrahieren die Ausgleichsfunktion. Es handelt sich nicht um eine Rotation.

7.5.2.2. Ausrichten durch lineare Regression

Bei diesem Verfahren berechnet die Software eine Ausgleichsfläche über den gesamten Datensatz. Die Regressionsfläche hat die Eigenschaft, den kleinsten quadratischen Fehler (das ist die Summe der (quadrierten) punktwweisen Abweichung der Regressionsfläche zum Meßpunkt) aufzuweisen.

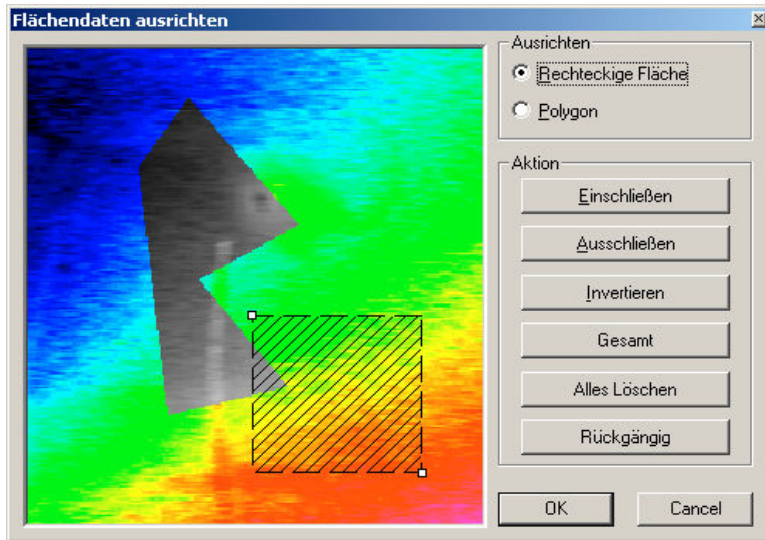
Durch Anwählen von Bearbeiten/Ausrichten/lineare Regression aus dem Menü oder Ausrichten/lineare Regression aus dem Kontextmenü wird die Berechnung aktiviert. Es erscheint ein neues Fenster mit den bearbeiteten Daten. Vom dargestellten Kanal wird die Regressionsfläche subtrahiert, alle anderen Kanäle bleiben unverändert.

Hinweis:

Benötigen Sie die Ausgleichsfläche anstelle der ausgerichteten Profildaten, so können Sie dies unter **Ausrichten/Form entfernen** bewerkstelligen

7.5.2.3. Ausrichten durch lineare Regression über Teilbereiche

Bei diesem Verfahren berechnet die Software eine Ausgleichsgerade, die die quadratische Abweichung auf ausgewählten Bereichen minimiert. Aktivieren Sie die Funktion aus dem Hauptmenü über Bearbeiten/Ausrichten/nach Teilbereichen oder aus dem Kontextmenü. Es wird folgendes Dialogfenster sichtbar:



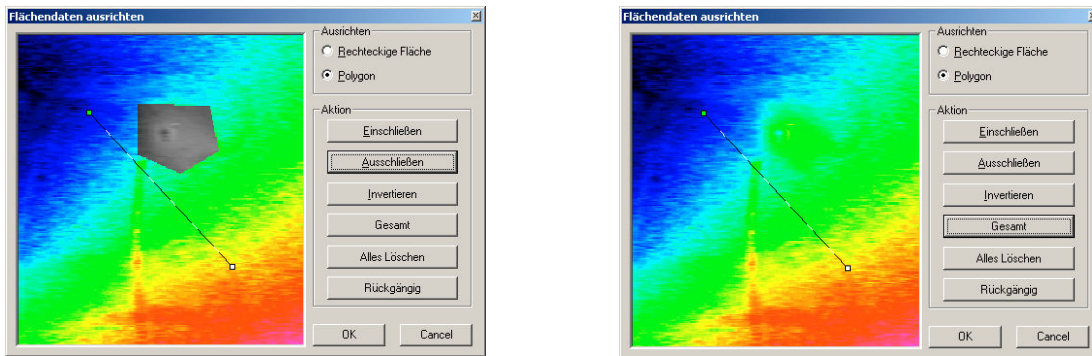
Die Flächendarstellung zeigt das Ausgangsprofil, in dem die Ein- und Ausschlußbereiche farblich markiert sind. ‚Bunte‘ Bereiche werden für die Berechnung der Regressionsfläche herangezogen, ‚graue‘ Bereiche werden ignoriert. Die Auswahl der Ein- und Ausschlußbereiche kann über rechteckige oder polygonal begrenzte Flächensegmente erfolgen. Die Umschaltung zwischen den Auswahlverfahren erfolgt durch Anwahl der Schaltfläche **Rechteckige Fläche** oder **Polygon**.

7.5.2.3.1. Flächenauswahl über Rechteck

Bei einer Flächenauswahl über Rechteck wird im Diagramm eine schraffierte Fläche mit zwei ‚Griffpunkten‘ oben-links und rechts-unten dargestellt. Sie können die Fläche mit der Maus verschieben. Klicken Sie dazu mit der linken Maustaste ins Innere der schraffierten Fläche und verschieben Sie die Fläche bei gedrückter linker Maustaste an eine neue Position. Weiterhin können Sie Breite und Höhe der Fläche verändern. Bringen sie dazu den Mauszeiger über einen der beiden Griffpunkte. Klicken Sie mit der linken Maustaste auf den Griffpunkt und verschieben Sie den Griff bei gedrückter linker Maustaste.

Modifizieren Sie anschließend die Ein/Ausschlußbereiche wie weiter unten beschrieben.

7.5.2.3.2. Flächenauswahl über Polygon



Bei der Flächenauswahl über ein Polygon können Sie eine Fläche in Form eines Vielecks festlegen. Sie beginnen mit zwei Punkten. Neue Knoten werden immer am Endpunkt der Linie hinzugefügt. Der Startpunkt der Linie ist mit grüner Füllung dargestellt. Bewegen Sie den Mauszeiger über einen der Eckpunkte, wechselt die Farbe der Füllung nach rot. Sie können dann den Griffpunkt durch Drücken der linken Maustaste verschieben. Befindet sich der Mauszeiger nicht über einem Griffpunkt, wird ein neuer Eckpunkt zur Linie hinzugefügt. Das Vieleck wird vor Berechnung automatisch geschlossen, indem der Start- mit dem Endpunkt verbunden wird.

Modifizieren Sie anschließend die Ein/Ausschlußbereiche wie weiter unten beschrieben.

7.5.2.3.3. Bearbeitung der Flächenauswahl

Zur Bearbeitung der Flächenauswahl stehen rechts im Dialog folgende Schaltflächen zur Verfügung:

- 1) **Einschließen:** Die ausgewählte Fläche wird zur Flächenauswahl hinzugefügt.
- 2) **Ausschließen:** Die ausgewählte Fläche wird von der Flächenauswahl entfernt.
- 3) **Invertieren:** Die Rollen von eingeschlossenen und ausgeschlossenen Bereichen wird vertauscht.
- 4) **Gesamt:** Alle Daten werden berücksichtigt
- 5) **Alles Löschen:** Die Einschlußbereiche werden geleert. Danach stehen keine Punkte für die Berechnung der Regressionsfläche zur Verfügung.
- 6) **Rückgängig:** Die letzte Flächenauswahl wird wiederhergestellt.

Hinweis: Ein Datenpunkt wird zur Berechnung der Ausgleichsfunktion verwendet, wenn er innerhalb eines Einschlußbereichs liegt. Überlappen sich Einschlußbereiche (z.B. durch mehrmaliges **Einschließen**), wird der Datenpunkt nur ein Mal verwendet.

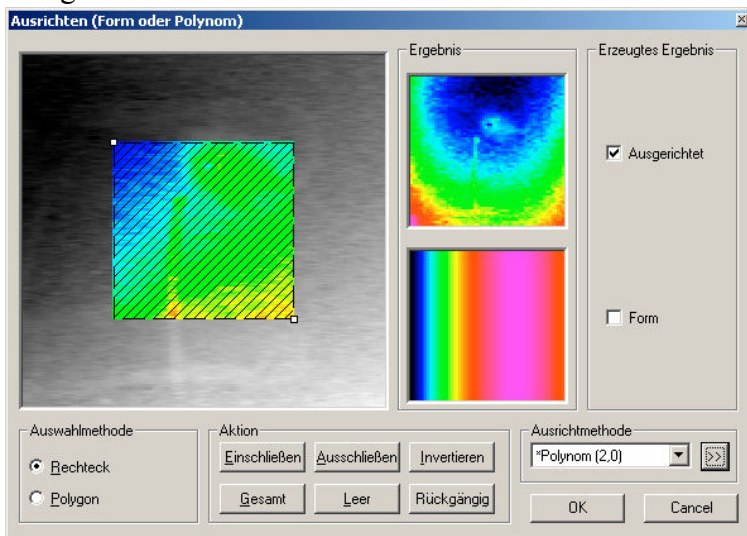
7.5.2.4. Ausrichten durch Approximationsfunktionen über Teilbereiche

In manchen Fällen ist es erforderlich, an die Profildaten eine analytische Funktion anzupassen bzw. zu subtrahieren. Ein typisches Beispiel ist die Formentfernung einer gewölbten Struktur, oder langwellige Geradheitsabweichung einer ‚weichen‘ Meßprobe wie Papier, Folie oder Kunststoff. In derartigen Fällen ist eine Subtraktion der Regressionsfläche oftmals unzureichend.

Durch Anwahl von **Bearbeiten/Ausrichten/Form entfernen** aus dem Hauptmenü (oder **Ausrichten/Form entfernen** aus dem Kontextmenü) erscheint ein ähnlich dem im vorstehenden Abschnitt beschriebenen Dialog. Hinzugekommen ist das Kombinationsfeld **Ausrichtmethode** für den Typ der Approximationsfunktion sowie Auswahlfelder für das gewünschte Ergebnis. Im Diagramm oben rechts wird eine Vorschau des Ergebnisses der Formentfernung, darunter die Ausgleichsfunktion selbst dargestellt.

Als Approximationsfunktionen stehen zur Verfügung:

- 1) **Konstante**: Bei Auswahl dieser Funktion wird das Profil in vertikal so verschoben, daß der ausgewählte Bereich auf der Ordinate 0.0 zu liegen kommt.
- 2) **Ebene**: Das Programm berechnet eine Ausgleichsfläche, wie in den beiden vorstehenden Kapiteln beschrieben.
- 3) **Paraboloid** (entspricht Polynom(2,2)). Das Programm berechnet die Koeffizienten a_i der Ausgleichsfunktion $z = f(x, y) = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 + a_3 * y + a_4 * y^2$, so daß der quadratische Fehler Δz^2 in vertikaler Richtung minimal wird.
- 4) **Polynom(n,m)**: Das Programm berechnet die Koeffizienten der Ausgleichsfunktion $z = f(x, y) = \sum_{i=0}^n a_i * x^i + \sum_{i=1}^m b_i * y^i$, so daß der quadratische Fehler in Z-Richtung minimal wird. Für n=m=1 ergibt sich eine Ausgleichsfläche, für n=m=2 die Ausgleichsparabel, für n=2, m=1 eine Fläche, die in X-Richtung einen quadratischen Verlauf, in y-Richtung einen linearen Verlauf aufweist.
- 5) ***Polynom(n,m)**: Dieser Eintrag am Ende der Liste kann vom Benutzer konfiguriert werden. Nach Anwahl des Eintrags schaltet das Programm die Schaltfläche >> frei; Anklicken dieser Fläche öffnet den Eingabedialog für den Polynomgrad. Abgesehen von der Editiermöglichkeit ist das benutzerdefinierte Polynom mit den festen Polynomen der entsprechenden Ordnung identisch.



Vor dem Schließen des Dialogs können Sie über die Schaltflächen **Profil minus Form** bzw. **Form** angeben, ob Sie das Restprofil (das ist das Profil nach Abzug der Approximationsfunktion) und/oder die Approximationsfunktion selbst benötigen.

Hinweise:

Polynome als Ausgleichsfunktionen weisen folgende charakteristische Eigenschaften auf:

- 1) Polynome niederer Ordnung haben einen glatten Verlauf. Die Anzahl der ‚Wellen‘ (oder präziser: der Wendepunkte) hängt direkt von der Ordnung ab.
- 2) Polynome sind stetige Funktionen ohne Sprungstellen in Funktionswert, Steigung oder Krümmung.
- 3) Für die Funktionsapproximation stehen Polynomen nur $n+m+1$ (n, m ist Ordnung des Polynoms) freie Parameter (die a_i , b_i in obiger Gleichung) zur Verfügung. Sie können einen Kurvenverlauf (im intuitiven Sinne nicht) ‚beliebig genau‘ approximieren. Mit zunehmendem Polynomgrad wird die Approximation meist besser, allerdings treten zunehmend Wellen im Kurvenverlauf auf. Außerhalb des Einschlußbereichs (d.h. bei Extrapolation) ist mit großen Abweichungen vom Kurvenverlauf zu rechnen.

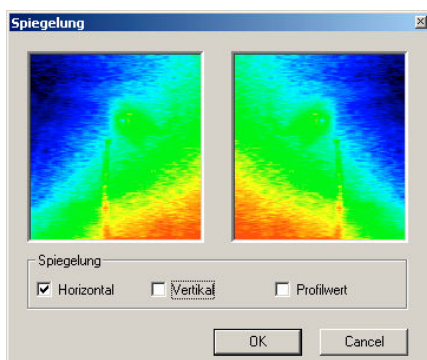
7.5.3. Spiegeln von Flächendaten

7.5.3.1. Überblick

Bei der Darstellung ist es mitunter hilfreich, das Profil in Ost-West-Richtung, Nord-Süd-Richtung oder in vertikaler Richtung zu spiegeln. Ein verbreitetes Beispiel für die Anwendung einer Spiegelung ist die Rekonstruktion von Abzügen (Hautabdruck, Walzenoberfläche). Dabei muß der Profilwert invertiert werden.

Spiegelungsoperation

Zum Spiegeln von Liniendaten steht unter dem Menüpunkt **Bearbeiten/Spiegeln** oder aus dem Kontextmenü unter **Spiegeln** folgender Dialog zur Verfügung:



Die Spiegelungsrichtungen können über die Schalter **Horizontal**, **vertikal** und **Profilwert** angefordert werden. Bei einer horizontalen Spiegelung werden zeilenweise die Daten-

punkte vom Anfang zum Ende jeder Zeile gegeneinander vertauscht. Bei einer vertikalen Spiegelung werden spaltenweise die Datenpunkte von oben nach unten in jeder Spalte gegeneinander vertauscht. Bei einer Spiegelung der Profilwerte werden die Profilwerte mit dem Faktor -1.0 multipliziert.

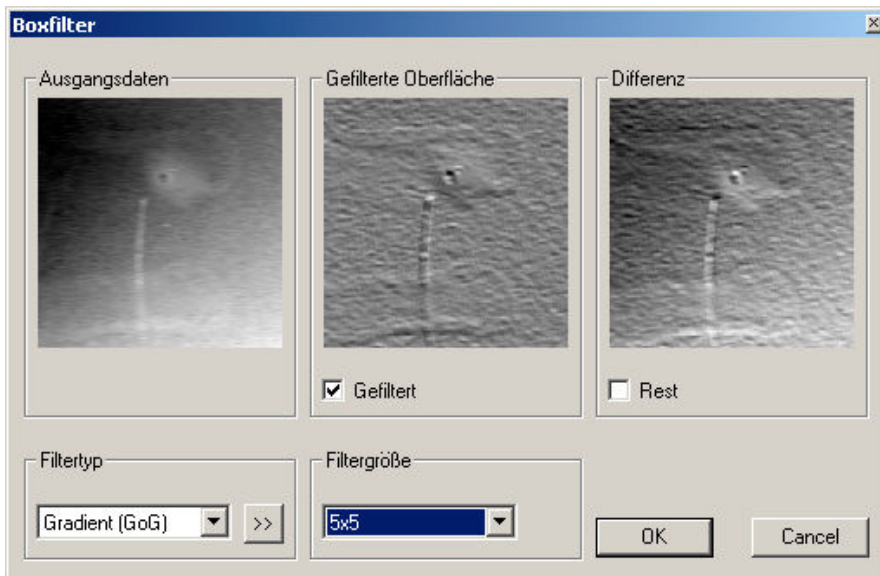
7.5.4. Filtern von Flächendaten

7.5.4.1. Überblick

Für die Bearbeitung von Profildaten ist es mitunter erforderlich, einen Datenpunkt als Funktion seiner lokalen Umgebung zu modifizieren. Ein einfaches Beispiel ist ein Glättungsfilter, bei dem ein Datenpunkt durch den Mittelwert aller Punkte in seinem Umfeld ersetzt wird. Andere Anwendungen sind Kantenextraktion oder nicht-lineare Datenmanipulation über Rangordnungsoperatoren (Medianfilter, Erosionsfilter, Dilatationsfilter). Filter dieses Typs werden im Programm als Matrixfilter bezeichnet. Die Terminologie entstammt zum großen Teil der Bildverarbeitung.

7.5.4.2. Matrixfilter

Nach Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Matrixfilter** aus dem Hauptmenü (oder **Matrixfilter** aus dem Kontextmenü) öffnet sich folgender Dialog:



Das Profil links zeigt die Ausgangsdaten, das mittlere Profil die Daten nach Anwendung des Filters und das rechte Profil die Differenz zwischen Ausgangsdaten und der Anwendung des Filters.

Der Filtertyp kann aus dem Kombinationsfeld links unten ausgewählt werden, die gewünschte Filterbreite (die Anzahl der Umgebungspunkte, welche in die Filteroperation jeweils eingehen) aus dem daneben liegenden Kombinationsfeld.

Prinzipiell arbeiten die Matrixfilter Meßpunkt für Meßpunkt auf folgende Weise (die Filterbreite sei mit n bezeichnet)

- 1) Bestimme die Umgebung des Meßpunkts, d.h. nehme die $(n-1)/2$ Datenpunkte links und oberhalb, den aktuellen Datenpunkt, und die $(n-1)/2$ Datenpunkte rechts und unterhalb des aktuellen Datenpunkts. Für $n=3$ gibt das den zentralen Punkt und die acht unmittelbar angrenzenden Punkte.
- 2) Wende eine Funktion auf diese n^2 Datenpunkte an.
- 3) Ersetze den aktuellen Datenpunkt (im gefilterten Profil) durch den soeben berechneten Wert der Funktion.

7.5.4.3. Filtertypen

In diesem Kapitel sollen die zur Verfügung stehenden Filterfunktionen kurz erläutert werden und Beispiele für eine sinnvolle Anwendung gegeben werden. Die Filter werden oft in der Bildverarbeitung eingesetzt, ihre Namen im Programm sind an diese Terminologie angepaßt.

7.5.4.3.1. Filter ‚Arithmetisches Mittel‘

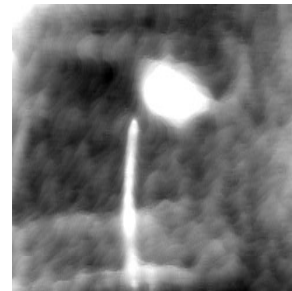
Bei diesem Filter wird ein Profilwert durch den Mittelwert seiner Umgebung ersetzt. Dieses Filter ist (im mathematischen Sinn) optimal zur Unterdrückung von weißem Rauschen. Das gefilterte Profil (mittleres Profil) wird vom Rauschen befreit, welches sich im Differenzbild (rechtes Diagramm) wiederfindet. Beachten Sie beim Einsatz, daß dieses Filter ‚Kanten verrundet‘. Bei der Anwendung entstehen Werte, die nicht in den Ausgangsdaten enthalten. Weiterhin ist dieses Filter weniger geeignet, periodische Störungen (z.B. ein hochfrequentes Signal) aus den Daten zu entfernen. Für diesen Zweck ist das Gaußfilter vorzuziehen.

7.5.4.3.2. Filter ‚Median‘

Unter dem Median einer Menge versteht man denjenigen Wert, für den gilt, daß gleich viele Werte größer als auch kleiner existieren. Ordnet man einen Datensatz nach aufsteigenden Werten, so ist der Median der Wert in der Mitte der Liste.

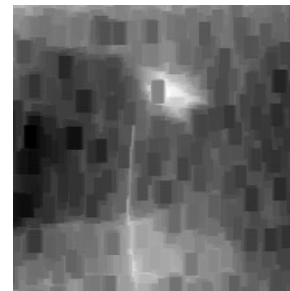
Der Medianfilter hat die Eigenschaft, effektiv einzelne ‚Außreißer‘ aus einem Datensatz zu entfernen, ohne dabei die übergeordnete Struktur (z.B. Kanten) stärker zu beeinflussen. Im Vergleich zum arithmetischen Mittel werden Kanten deutlich weniger verrundet.

Bei exzessiver Größe führt Medianfilterung zu einer auffälligen makroskopischen, blockartigen Struktur (siehe rechts).



7.5.4.3.3. Filter ‚Minimum‘ (oder Erosionsfilter)

Das Minimumfilter ersetzt den zentralen Datenpunkt durch das Minimum seiner Umgebung. Dies kann beispielsweise rund um ein senkrechtes Loch nützlich sein. Die Kanten des Loches sind zur Erfassung zu steil, es treten Datenausfälle auf. Eine maßvolle Anwendung des Minimumfilters entfernt diese Punkte und ergibt ein Profil ohne die Oszillationen um die Kanten herum. Bei exzessiver Anwendung tritt eine charakteristische Blockstruktur auf.



7.5.4.3.4. Filter ‚Maximum‘ (oder Dilatationsfilter)

Das Maximumfilter ersetzt den zentralen Datenpunkt durch den größten Wert seiner Umgebung. Man kann diese Eigenschaft bei Messung auf einer dünnen Schicht nutzen, bei der ein Sensor meist die Oberseite, manchmal aber auch die Unterseite erfaßt. Treten die unerwünschten Punkte

nur vereinzelt auf, werden sie durch das Maximumfilter beseitigt. Auch dieses Filter neigt zur Erzeugung blockartiger Strukturen.

7.5.4.3.5. Filter ‚Gauß‘

Das Gaußfilter nimmt eine gewichtete Mittelwertbildung der Datenpunkte der Umgebung vor. Punkte nahe des Zentrums gehen mit hohem Gewicht ein, Punkte am Rande nur gering. Das Gaußfilters ist optimal bezüglich des Produkts Bandbreite und Beeinflussungsbreite. Dies bedeutet, daß das Filter höhere Frequenzen gut unterdrückt, ohne Kanten zu stark zu beeinflussen. Bezüglich der Rauschunterdrückung ist es mit dem Mittelwertfilter nahezu identisch.

Verwenden Sie dieses Filter, wenn eine Unterdrückung hoher Frequenzen erforderlich ist. Das Gaußfilter erzeugt wie das ‚arithmetische Mittel‘-Filter Datenwerte, die in den Ausgangsdaten nicht vorhanden waren. Normalerweise führt das Gaußfilter zu visuell ansprechend ‚glatten‘ Kurven (manchmal zu glatt- Ordnung beachten).

Hinweis: Zur Darstellung einer Isometrischen Darstellung mit Strukturpalette ist es häufig ratsam, die Mikrostruktur der Oberfläche (welche bei der Darstellung sowieso nicht ‚direkt‘ sichtbar wird), durch ein 3x3 Gaußfilter zu unterdrücken. Der optische Eindruck wird dadurch deutlich verbessert.

7.5.4.3.6. Filter ‚Laplace‘

Das Laplacefilter ist ein rotationssymmetrisches Neigungs- oder Kantenfilter gemäß der Definition $\Delta\omega = \frac{\partial^2\omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\omega}{\partial y^2}$, also die Summe der zweiten Ableitungen in x- und y-Richtung. Differentialoperatoren sind rauschempfindlich, zum Ausgleich verwendet Inspector die in der Literatur bekannte Variante ‚Laplacian of Gauss‘ (LoG). Dabei wird (konzeptionell) zunächst die Oberfläche gauß-gefiltert und anschließend der Differenzenquotient bestimmt.

7.5.4.3.7. Filter ‚Gradient‘

Der Gradientenfilter ist die Ableitung einer zweidimensionalen Funktion in eine konfigurierbare Richtung. Spezialfälle für vertikale und horizontale Richtung sind die bekannten Filter Sobel-X und Sobel-Y. Inspector erlaubt eine freie Auswahl der Ableitungsrichtung. Nach Anwahl des Gradientenfilters wird die Konfigurations-Schaltfläche >> neben dem Kombinationsfeld anwählbar. Bei Anklicken erscheint ein Dialog zur Richtungseingabe.

Wie beim Laplacefilter beschrieben sind Differentialoperatoren rauschempfindlich. Inspector verwendet daher das in der Literatur bekannte Verfahren ‚Gradient of Gauss‘ (GoG). Dabei wird (konzeptionell) die Oberfläche gauß-gefiltert und anschließend der Differenzenquotient berechnet.

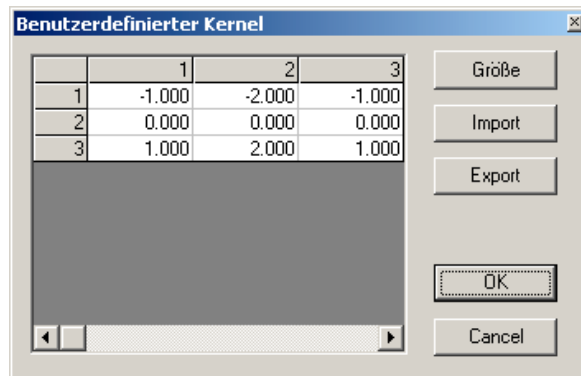
Hinweis: Der Gradientenfilter wird oft zur Extraktion von Kanten verwendet. Angewendet auf eine Falschfarbendarstellung (vorzugsweise Graupalette einstellen) ergibt er einen ‚photorealistischen‘ Effekt.

7.5.4.3.8. Benutzerdefiniertes Filter

Für den Fall, daß die vorstehenden Filter nicht den Anforderungen genügen, kann hier ein benutzerdefinierter Kernel eingegeben werden. Damit sind (theoretisch) alle linearen Filteroperationen möglich. Dies ist ein fortgeschrittenes Thema, Sie sollten über Kenntnisse zu Filterung im Orts- und Frequenzbereich, Konvolution etc verfügen, oder aber vorgefertigte Filter verwenden. Durch

ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

„Juxfilter“ kann die Meßkurve interessant, aber letzten Endes willkürlich, verändert werden. Das betrifft auch die Skalierung der Meßwerte.



Zur Eingabe des Kernel wählen Sie in dem Kombinationsfeld den Eintrag **benutzerdefiniert** aus und klicken auf die Schaltfläche >>. Daraufhin erscheint der Eingabedialog:

Legen Sie zuerst mittels der Schaltfläche **Größe** die Abmessungen des Kernel fest. Sie muß zwischen 1 und 32 (bevorzugt eine ungerade Zahl) gewählt werden. Danach können die Felder der Matrix ausgefüllt werden: Durch Anklicken einer Zelle und Eingabe einer Ziffer (oder des Minuszeichens) wird die Zelle editierbar. Der Kernel kann auch importiert oder exportiert werden.

Hinweis: Beachten Sie bei der Eingabe, daß der Kernel für die Konvolution von links-nach-rechts gespiegelt wird (wie von der Mathematik vorgesehen).

7.5.5. Rauheitsparameter

Sie können in Inspector Rauheitsparameter für Flächendaten berechnen. Die Parameter sind zur Zeit nur für Profilschnitte genormt, so daß die von Inspector angebotenen Flächen-Rauheitsparameter Extrapolationen der Normen für Profillinien darstellen. Informationen zu den Parametern finden Sie in Kapitel 6.9.

7.5.6. Maskierungsoperatoren

7.5.6.1. Schwellwert für Reflexion

7.5.6.1.1. Überblick

Bei optischen Meßverfahren tritt häufig der Fall auf, daß Profilmteile nicht erfaßt werden konnten, beispielsweise aufgrund Abschattung, Dynamiküberschreitung oder einfach nur Abwesenheit einer Oberfläche im Meßbereich. Dabei ist es oftmals hilfreich, zusätzlich zum Profilkanal das Reflexionssignal aufzunehmen. Es erlaubt oftmals eine automatische Klassifikation solcher Be-

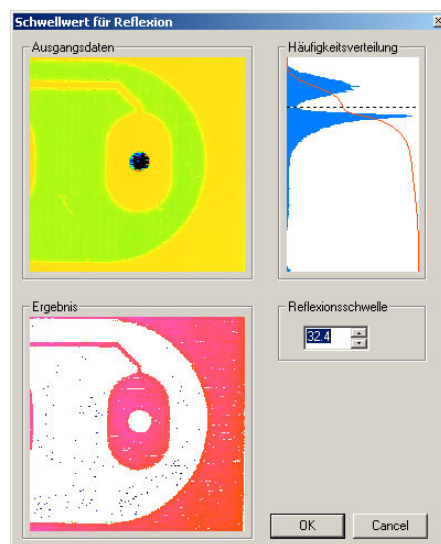
reiche. Inspector bietet die Möglichkeit, Profilbereiche, deren Reflexionswert eine einstellbare Schwelle unterschreitet, als ‚ungültigen Bereich‘ zu klassifizieren.

Hinweis: Für diese Auswertung ist es erforderlich, daß ein Profil- und Reflexionssignal vorliegt.

7.5.6.1.2. Auswahl der Reflexionsschwelle

Nach Anwahl von **Bearbeiten/Schwellwert für Reflexion** aus dem Hauptmenü (oder **Schwellwert für Reflexion** aus dem Kontextmenü) erscheint der Dialog zur Auswahl der Reflexionsschwelle:

Das Diagramm links oben zeigt den unbearbeitete Oberfläche, das Diagramm darunter die Oberfläche nach Maskierung aller Punkte, deren Reflexion unter dem Schwellwert. Rechts oben wird die Häufigkeitsverteilung der Reflexionswerte angezeigt. Vorstehende Hardcopy zeigt einen Ausschnitt aus einer Leiterplatte. In der Mitte des Profils ist das Kupfer entfernt. Zum Ausblenden dieses Bereichs kann man die Reflexionsschwelle solange erhöhen, bis das Isoliermaterial unterdrückt wird. Im Beispiel erfolgt der Übergang zwischen den Häufigkeits-Peak des Isoliermaterials und des (hoch reflektierenden) Kupfers bei 32% Reflexion.



Hinweise:

- Die ungültig markierten Bereiche werden bei Abspeicherung in ausgewählten Datenformaten (FRT, SUR, UB3) berücksichtigt.
- Zur Aufhebung der Maskierung können Sie den Menüpunkt **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Alle Punkte einschließen** verwenden, oder im Dialog Reflexionsschwelle einen Schwellwert von 0% vorgeben.
- Datenpunkte in maskierten Bereichen können durch Interpolationsfunktionen ersetzt werden.
- Bei der Reflexionsschwellenberechnung wird eine bereits existierende Maskierung überschrieben. Dies betrifft auch die Operatoren **Rechteck einschließen** und **Rechteck ausschließen**.

7.5.6.2. Manuelle Maskierung

7.5.6.2.1. Überblick

Bei manchen Auswertungen ist es erforderlich, gezielt Bereiche der Meßdaten aus einer Berechnung auszuschließen oder hinzuzufügen. Maskierte Bereiche werden standardmäßig nicht dargestellt oder in Berechnungen verwendet, oder können über unterschiedliche Operatoren interpoliert und ersetzt werden.

Jeder Kanal der Meßdaten enthält eine Maske, die punktweise die Gültigkeit des Kanalwerts festlegt. Die Maske kann vom Reflexionsschwellenoperator oder manuell bearbeitet werden.

Für die manuelle Maskierung stehen die Operatoren *Rechteck ausschließen*, *Rechteck einschließen* und *alle Punkte einschließen* zur Verfügung.

Hinweis: Die manuellen Maskierungsoperatoren verwenden die selbe Maske wie der Reflexionsschwellenoperator. Verwenden Sie die Reflexionsschwelle nach einer manuellen Maskierung, geht die manuelle Auswahl verloren.

7.5.6.2.2. Rechteck ausschließen

Bei Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Rechteck ausschließen** wird ein Bereich der Profilkurve maskiert. Drücken Sie im Diagrammfenster am Anfangspunkt (z.B. oben/links) die linke Maustaste, und ziehen Sie den Mauscursor bei gedrückter linker Maustaste zum Endpunkt (z.B. unten/rechts). Sobald Sie die Maustaste loslassen, wird der Bereich zwischen dem linken und rechten Rand des Rechtecks maskiert (und damit unsichtbar).

7.5.6.2.3. Rechteck einschließen

Bei Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Rechteck einschließen** wird die Maskierung eines Diagrammteils aufgehoben. Drücken Sie im Diagrammfenster am Anfangspunkt die linke Maustaste, und ziehen Sie den Mauscursor bei gedrückter linker Maustaste zum Endpunkt. Sobald Sie die Maustaste loslassen, wird der Bereich zwischen dem linken und rechten Rand des Rechtecks validiert (und damit sichtbar).

7.5.6.2.4. Kreis ausschließen

Bei Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Kreis ausschließen** wird ein kreisförmiger Bereich der Profilkurve maskiert. Drücken Sie im Diagrammfenster im Kreiszentrum die linke Maustaste, und ziehen Sie den Mauscursor bei gedrückter linker Maustaste bis zum gewünschten Radius. Sobald Sie die Maustaste loslassen, wird der kreisförmige Bereich maskiert (und damit unsichtbar).

7.5.6.2.5. Kreis einschließen

Bei Anwahl des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Kreis einschließen** wird die Maskierung innerhalb eines kreisförmigen Bereichs der Profilkurve aufgehoben. Drücken Sie im Diagrammfenster im Kreiszentrum die linke Maustaste, und ziehen Sie den Mauscursor bei gedrückter linker Maustaste bis zum gewünschten Radius. Sobald Sie die Maustaste loslassen, wird der kreisförmige Bereich validiert (und damit sichtbar).

7.5.6.2.6. Alle Punkte einschließen

Bei Verwendung des Menüpunkts **Bearbeiten/Maskierungsoperationen/Alle Punkte einschließen** wird die Maskierung aller Punkte aufgehoben. Sie können diesen Menüpunkt zur einfachen Entfernung der Maskierung über die Reflexionsschwelle benutzen.

7.5.6.3. Substitution maskierter Meßwerte

7.5.6.3.1. Überblick

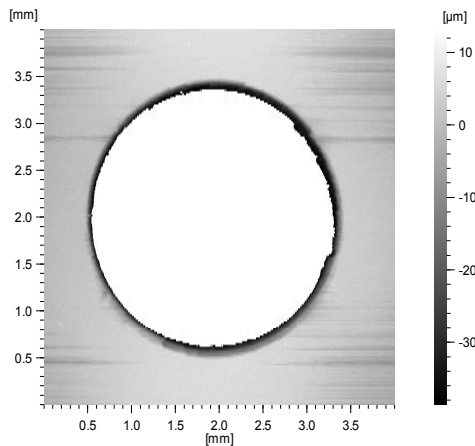
Ungültige Meßwerte in einer Oberfläche werden in Inspector nicht dargestellt oder für Berechnungen verwendet¹³. Für die Darstellung oder Weiterverarbeitung ist es oftmals wünschenswert, die ungültigen Bereiche mittels eines Interpolationsverfahrens zu ersetzen. Je nach beabsichtigter Wirkung stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl.

7.5.6.3.2. Bereichsfüllung

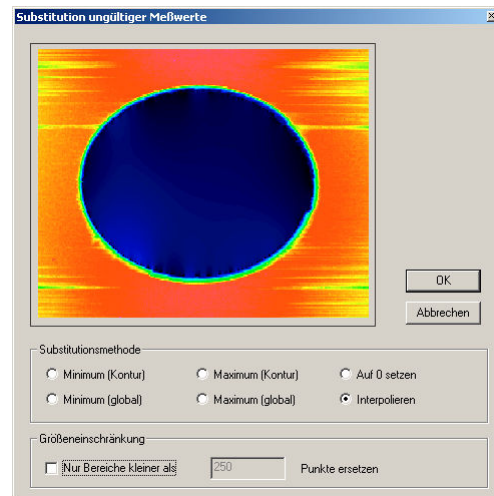
Bei der Bereichsfüllung arbeitet Inspector bereichsbezogen, d.h. die ungültigen Meßwerte werden zunächst in zusammenhängende Bereiche klassifiziert. Für jeden Bereich berechnet Inspector die Fläche und Umrandung. Die Interpolationsoperatoren bearbeiten danach jeden Bereich mit seiner Umrandung getrennt.

Nach Anwahl des Menüpunkts **Maskierungsoperationen/Bereichsfüllung** öffnet Inspector den Dialog **Substitution ungültiger Meßwerte**:

¹³ Ausnahme ist FFT, das Verfahren benötigt alle Meßwerte.



Ausgangsdaten mit ungültigem Bereich



Substitutionsdialog

Die Grafik zeigt eine Vorschau des Substitutionsergebnisses, die Interpolationsmethode wird in der darunterliegenden Optionsschaltfläche festgelegt. Folgende Methoden stehen zur Auswahl:

- **Minimum (Kontur):** Dieser Operator setzt alle Punkte auf den minimalen Wert der zugehörigen Umrandung.
- **Maximum (Kontur):** Dieser Operator setzt alle Punkte auf den maximalen Wert der zugehörigen Umrandung.
- **Auf 0 setzen:** Der ungültige Bereich wird durch Profilwert 0 ersetzt.
- **Minimum (global):** Der Bereich wird durch den kleinsten gültigen Profilwert ersetzt.
- **Maximum (global):** Der Bereich wird durch den größten gültigen Profilwert ersetzt.
- **Interpolieren:** Der Wert eines Punkts im ungültigen Bereich wird durch ein Interpolationsverfahren berechnet, welches an den Rändern den Wert der Umrandung annimmt, und zur Mitte hin in eine Minimalfläche übergeht. Die Interpolation ist konvex, d.h. alle interpolierten Punkte liegen zwischen dem größten und kleinsten Wert der Umrandung. Der ungültige Bereich geht nahtlos in die Umgebung (unter Verlust der Stetigkeit und Textur) über.

Eine Einschränkung der Abmessungen zu füllender Bereiche ist unten im Dialog angeordnet. Bei aktivierter Füllgrenze werden nur Bereiche ersetzt, die kleiner als die eingetragene Schwelle¹⁴ sind.

Nach Anwahl von OK erstellt Inspector einen neuen Datensatz in einem neuen Fenster, substituierte Bereiche sind darin als gültig markiert.

Hinweis: Das Verfahren erfordert je nach Fragmentierung der Meßdaten einen erheblichen Rechenaufwand.

¹⁴ Angabe in Meßpunkten. Bedingt durch den hohen Rechenaufwand wird die Größe des Datensatzes der Vorschau auf maximal 500x500 Pixel begrenzt (und die eingestellte Füllschwelle proportional umgerechnet). Dies kann zu Abweichungen zwischen Vorschau und Ergebnis führen.

7.5.7. Auswahl eines Kanals

7.5.7.1. Überblick

Eine Meßkurve kann mehrere unabhängige Datenquellen aufweisen. Bei einer Messung wird oft neben dem Profil auch die Reflexion mit aufgenommen. Der Profilkanal ist der primär interessante Kanal, aber auch der Reflexionskanal enthält nutzbare Information. So ist es oftmals über den Reflexionskanal recht einfach möglich, Bereiche mit unterschiedlicher Reflexion zu segmentieren. Ein klassisches Beispiel sind Chromstreifen auf Glas. Das Chrom ist hochreflektierend, Glas reflektiert nur schwach. Im Profilbild zeigen sich die Chromstreifen nur undeutlich, da die Metallstärke nur wenige 100nm beträgt. Das Reflexionsbild zeigt die Kanten deutlich.

7.5.7.2. Auswahl eines Kanals

Sämtliche Kanäle eines Datensatzes sind im Menü unter **Darstellung/Kanal** oder im Kontextmenü unter **Kanal** aufgelistet. Der aktuell dargestellte Kanal wird durch einen Haken hervorgehoben. Sie können die anderen Kanäle durch Anwahl im Untermenü darstellen.

Hinweis: Normalerweise können Sie jeden Kanal nur in einem Fenster darstellen. Wählen Sie den Kanal ein weiteres Mal an, wird anstelle eines neuen Fensters das Fenster, das bereits diesen Kanal anzeigt, in den Vordergrund gebracht. Möchten Sie einen Kanal mehrfach darstellen, verwenden Sie dazu den Menüeintrag **Fenster/Neues Fenster**.

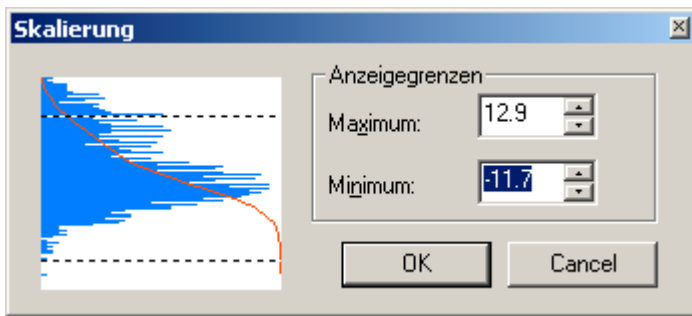
7.5.8. Skalierung der Flächendaten

7.5.8.1. Überblick

In vielen Fällen interessieren Teilbereiche eines Profils, oder eine feste Skalierung erscheint wünschenswert. Für solche Fälle kann die Darstellung manuell skaliert werden.

7.5.8.2. Auswahl der Anzeigegrenzen

Der Dialog für die manuelle Skalierung ist vom Hauptmenü über **Darstellung/Skala . . .** (oder vom Kontextmenü über **Skala . . .** zugreifbar. Nach Anwahl dieser Menüpunkte wird folgender Dialog aktiviert:



Das Histogramm links stellt die Häufigkeitsverteilung (blau) sowie die kummulierte Häufigkeit (,Tragkurve‘, rot) dar. Die Häufigkeitsverteilung gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit der angegebene Funktionswert in der Darstellung auftritt.

Zur Veränderung der Anzeigegrenzen sind die Eingabefelder rechts vorgesehen. Sie können die Grenzen entweder durch direkte Zahleneingabe oder über die Rollbalken rechts der Eingabefelder vorsehen. Im Histogramm sind die Skalierungsgrenzen durch zwei Linien repräsentiert.

Im vorliegenden Bild kann man ersehen, daß die Häufigkeitsverteilung am ,unteren‘ Ende nur kleine Werte annimmt, man kann die untere Anzeigegrenzen ohne signifikante Verluste vergrößern und gewinnt dabei einen besseren Überblick über die Oberfläche.

Hinweis: Die Veränderung der Anzeigegrenzen ist nicht destruktiv. Durch Eingabe von Bereichsgrenzen, welche über Minimum und Maximum eines Kanals liegen, kann die Profilkurve wieder in Gänze dargestellt werden.

7.5.9. Auswahl der Darstellungsart

7.5.9.1. Überblick

Inspector bietet die Möglichkeit, eine Oberfläche als Liniendiagramm, als Falschfarben- und in isometrischer Darstellung anzuzeigen. Jede dieser Darstellungsarten hat gegenüber den anderen Darstellungsarten Vor- und Nachteile. Je nach Auswertung sollten Sie eine geeignete Kombination an Darstellungen verwenden.

7.5.9.2. Darstellung als Liniendiagramm

Bei der Darstellung als Liniendiagramm können Sie sich jede einzelne Meßzeile einzeln ansehen. Die Auswertemöglichkeiten sind im Kapitel ,Liniendarstellung‘ beschrieben. Sie können von einer Falschfarben- oder isometrischen Darstellung über den Menüpunkt **Darstellung/2D-Profil** in die Liniendarstellung übergehen.

7.5.9.3. Falschfarben-Darstellung

Bei der Falschfarbendarstellung wird der Profilwert durch eine Farbe codiert. Sie können von einer Liniendarstellung (nur, wenn dem Liniendiagramm eine Fläche zugrunde liegt) oder isometrischen Darstellung über den Menüpunkt **Darstellung/Farbfläche** in die Falschfarbendarstellung umschalten.

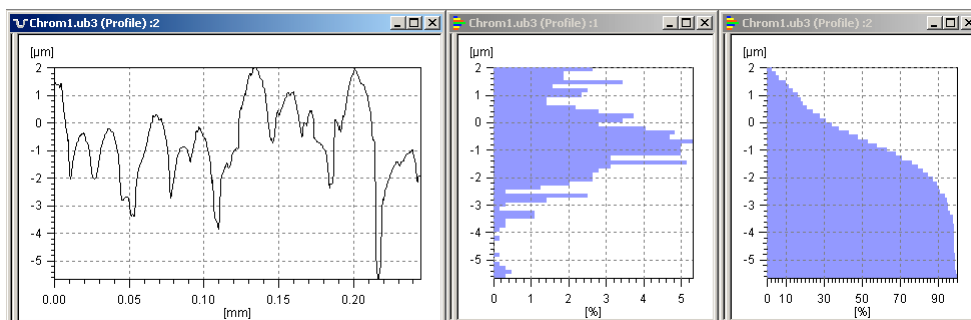
7.5.9.4. Isometrische Darstellung

Bei der isometrischen Darstellung wird der Datensatz dreidimensional dargestellt. Sie können von einer Liniendarstellung (nur, wenn dem Liniendiagramm eine Fläche zugrunde liegt) oder Falschfarbendarstellung über den Menüpunkt **Darstellung/Isometrie** in die Falschfarbendarstellung umschalten.

8. Anzeige und Bearbeitung der Histogrammdarstellung

8.1. Überblick

Bei der Histogrammdarstellung wird die Häufigkeit bzw. Traganteil über die Höhe des Profils dargestellt. Gewohnheitsmäßig wird bei dieser Darstellung der Profilwert in Y-Richtung, und die Häufigkeit bzw. der Traganteil in X-Richtung dargestellt. Diese Anordnung erlaubt die Darstellung eines Profils und der Tragkurve übersichtlich Seite an Seite.



Profil, Häufigkeitsverteilung und Tragkurve

Aus der Häufigkeitsverteilung¹⁵ kann die Position von horizontalen Ebenensegmenten extrahiert werden¹⁶, aus der Tragkurve ergeben sich statistische Informationen über das Trag- und Verschleißverhalten von Oberflächen.

Ausgangspunkt für die Häufigkeits- und Tragkurvendarstellung ist die Aufteilung des Wertebereichs des Profils in Teilintervalle (meist identischer) Breite. Anschließend wird für jeden Profilwert das zugehörige Teilintervall bestimmt, und der Zähler inkrementiert. Bei Abschluß dieses Verfahrens ist der Zählerstand jedes Teilintervalls ein Maß für die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Profilwerts innerhalb der Intervallbreite. Normalerweise normiert man die Wahrscheinlichkeit, entweder durch Division durch die Gesamtanzahl an Profilwerten¹⁷, oder durch eine Division sowohl durch die Anzahl an Profilwerten und der Intervallbreite¹⁸. Aus der Häufigkeitsverteilung gewinnt man die Tragkurve durch Integration.

Bei der Darstellung der Häufigkeitsverteilung ist ein Kompromiß bei der Auswahl der Intervallbreite erforderlich. Wählt man die Intervallbreite deutlich zu klein, bleiben viele Teilintervalle leer, oder enthalten nur sehr wenige Treffer. Dies zeigt sich in der Darstellung durch viele Intervalle mit Auftrittswahrscheinlichkeit 0, sowie deutlicher Sichtbarkeit der Quantisierung. Auf-

¹⁵ auch unter dem Namen Amplitudenverteilung bekannt.

¹⁶ horizontale Geradensegmente ergeben markante Spitzen in der Häufigkeitsverteilung.

¹⁷ die Einheit der Häufigkeit wird dann typischerweise in % angegeben.

¹⁸ die Einheit ist dann meist % pro vertikale Einheit, z.B. %/µm.

grund des integralen Charakters betrifft diese Problematik nicht die Tragkurvendarstellung. Wählt man die Intervallbreite zu groß, geht die Unterscheidbarkeit benachbarter Häufigkeitsspitzen verloren.

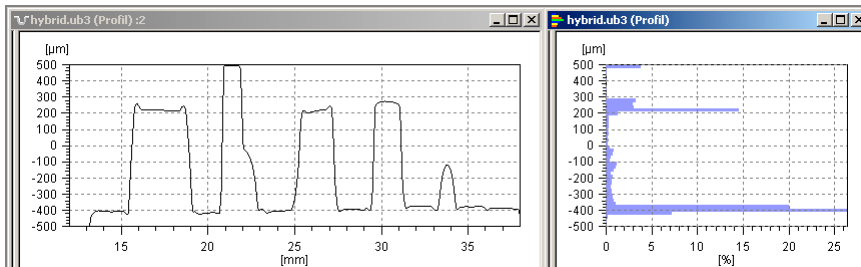
8.2. Darstellung eines Histogramms

Inspector erlaubt die Ansicht der Häufigkeitsverteilung und Tragkurven aller Kanäle eines Meßdatensatzes. Aktivieren Sie die Histogrammdarstellung aus der Profildarstellung mittels des Menüpunkts **Darstellung/Tragkurve**, oder aus dem lokalen Menü mittels des Menüpunkts **Tragkurve**.

Hinweis: Das Histogramm wird aus der im Fenster dargestellten Teilmenge an Daten berechnet. Bei Aufruf eines Histogramms aus einem Liniendiagramm, welches einen Profilschnitt aus einer Flächendatei darstellt, wird das Histogramm aus dem Profilschnitt berechnet. Bei Aufruf des Histogramms aus einer Farbflächen- oder isometrischen Darstellung hingegen werden die Flächen-daten zugrunde gelegt. Im Informationsteil des Fensters ist ein Eintrag Meßdaten aufgenommen, Sie können dort die Organisation der Ausgangsdaten (Linien- oder Flächendaten) erkennen.

8.2.1. Amplitudenverteilung

Bei der Amplitudenverteilung wird die Profilhöhe über der Aufttrittswahrscheinlichkeit dargestellt. Diese Darstellungsart erlaubt Rückschlüsse über dominante Profilhöhen, meist in Folge von horizontalen Ebenen.

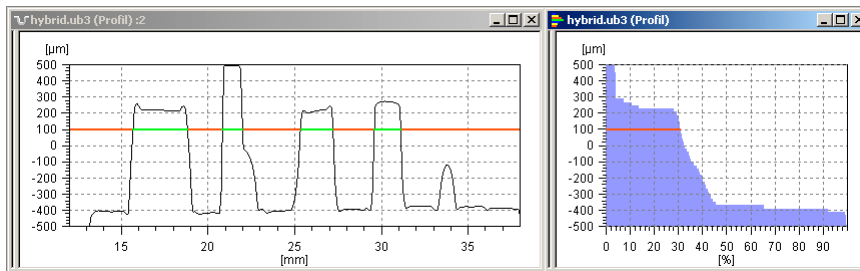


Zur Umschaltung zwischen Amplitudenverteilung und Tragkurve ist der Menüpunkt **Darstellung/Amplitudenverteilung** (bzw. **Darstellung/Tragkurve**) aus dem Hauptmenü, bzw. **Amplitudenverteilung** oder **Tragkurve** aus dem lokalen Menü vorgesehen. Die aktuelle Darstellungsart wird durch die Markierung im Menü angezeigt.

Für die Darstellung einer aussagekräftigen Amplitudenverteilung ist die korrekte Auswahl der Klassifizierungsintervalle erforderlich. Beachten Sie dazu die Hinweise in der Einleitung.

8.2.2. Tragkurve

Die Tragkurve gibt den Anteil der Profilwerte an, die einen vorgegebenen Schwellwert überschreiten¹⁹. Sie läßt sich anschaulich deuten, indem man in der Profildarstellung an der gewünschten Profilhöhe eine horizontale Linie zieht, und die Anteile der Linie, die 'im' Material verlaufen, ins Verhältnis zur Gesamtlänge setzt. Die Tragkurve erlaubt Aussagen beispielsweise über das Verschleißverhalten von Oberflächen oder des Ölrückhaltevolumens.



Grafische Interpretation des Traganteils: Länge der grünen Segmente, dividiert durch Profillänge

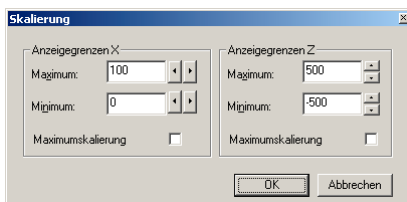
Zur Umschaltung zwischen Tragkurve und Amplitudenverteilung ist der Menüpunkt **Darstellung/ Tragkurve** (bzw. **Darstellung/Amplitudenverteilung**) aus dem Hauptmenü, bzw. **Tragkurve** und **Amplitudenverteilung** aus dem lokalen Menü vorgesehen. Die aktuelle Darstellungsart wird durch die Markierung im Menü angezeigt.

8.2.3. Kanalauswahl

Inspector vermag die Amplitudenverteilung und Traganteil aller Kanäle eines Datensatzes berechnen und anzeigen. Die Umschaltung erfolgt wie bei der Linien-, Flächen- und isometrischen Darstellung über den Menüpunkt **Darstellung/Kanal**.

8.2.4. Skalierung

Zur besseren Darstellung kann die Skalierung des Histogramms für jede Achse eingestellt werden. Öffnen Sie den Dialog über den Menüpunkt **Darstellung/Skala** bzw. **Skala** im lokalen Menü.



Die Schalter **Maximumskalierung** aktivieren die automatische Skalierung der zugehörigen Achse auf Maximum und Minimum der zugrunde liegenden Meßwerte. Beachten Sie, daß aufgrund der gedrehten Darstellung die Skala der horizontalen Achse (X) die Häufigkeiten, die Skala der vertikalen Achse (Y) hingegen die Profilwerte angibt.

Die Skalierungsoperation ist nicht destruktiv, kann also durch **Maximumskalierung** bzw. manueller Eingabe des Bereichs rückgängig gemacht werden. Bei der Skalierung wird das Histogramm nicht neu berechnet (z.B. die Breite der Klassifizierungsintervalle angepasst). Es handelt sich um eine reine Darstellungsoption.

¹⁹ Diese Aussage ist identisch mit der Wahrscheinlichkeit, daß ein Profilwert den Schwellwert überschreitet.

8.3. Bearbeiten der Histogrammdarstellung

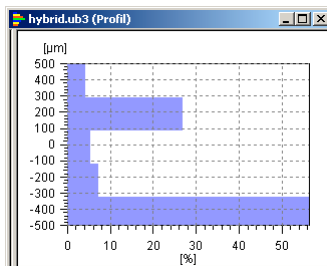
8.3.1. Datenexport

Die aktuelle Grafik kann über den Menüpunkt **Bearbeiten/ Kopieren** aus dem Kontextmenü in die Zwischenablage übernommen werden. Über die Zwischenablage kann die Graphik von vielen Programmen weiter verwendet werden.

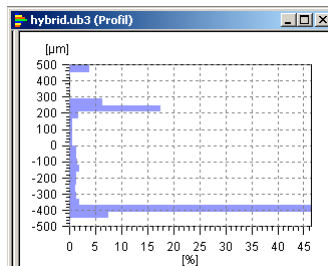
Als weitere Möglichkeiten steht im Menü **Datei** unter **Datenexport** ein Grafikexport im Bitmap- und EMF-Format zur Verfügung.

8.3.2. Klassenzahl

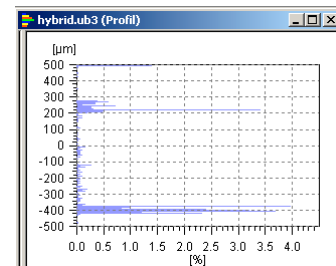
Bei der Darstellung der Häufigkeitsverteilung ist für ein aussagekräftiges Diagramm eine problemorientierte Breite der Klassifizierungsintervalle erforderlich. Wählt man die Intervalle zu schmal, liegen auch in den häufig auftretenden Intervallen nur wenige Treffer, das Diagramm zeigt deutliche Quantisierungseffekte, und ist stark von zufälligen Faktoren beeinflusst. Wählt man die Intervallbreite zu groß, können benachbarte Häufigkeitsmaxima nicht mehr getrennt werden.



Intervallbreite zu groß



Intervallbreite adäquat



Intervallbreite zu klein

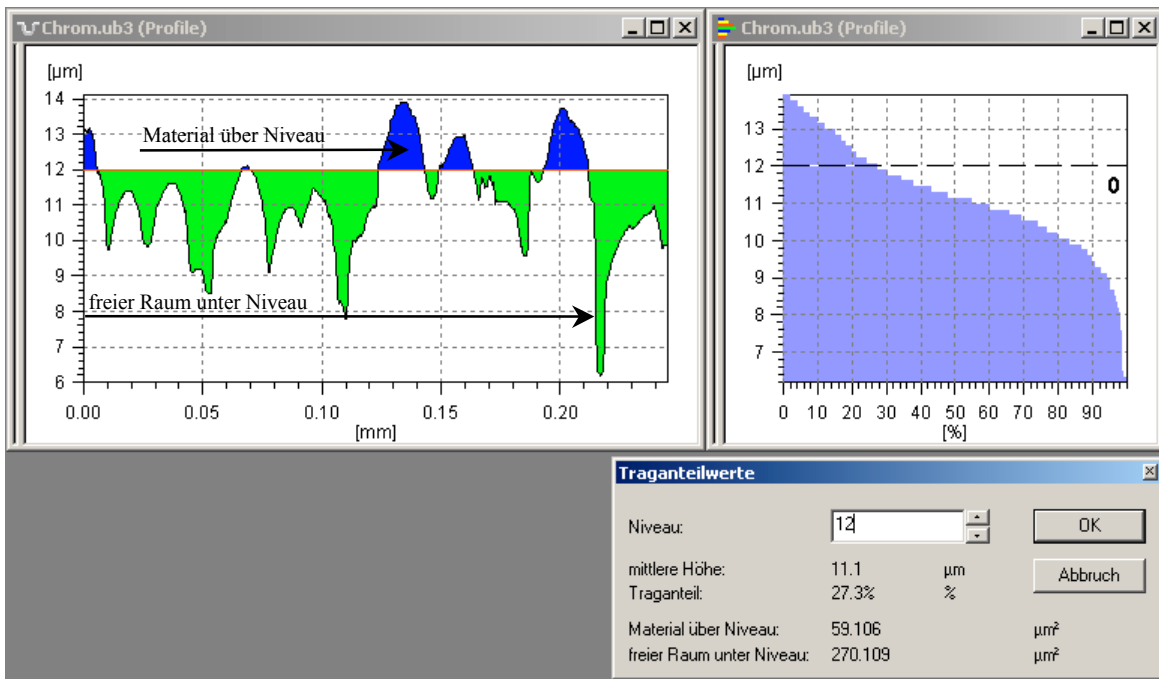
Zur Einstellung der Intervallbreite wählen Sie den Menüpunkt **Bearbeiten/Histogrammklassen** bzw. **Histogrammklassen** aus dem lokalen Menü.

8.3.3. Werte ablesen

Bei der Histogrammdarstellung stehen wie Methoden zum Ablesen von Meßwerten an einem Punkt oder innerhalb eines Bereichs zur Verfügung. Nach Anwahl des Menüpunkts **werte ablesen/an einem Punkt** bzw. **werte ablesen/in einem Bereich** können Sie mittels der linken Maustaste Markierungen im Fenster anbringen. Beim punktuweisen Ablesen erzeugt die Betätigung der linken Maustaste einen Markierungspunkt, beim bereichsweisen Ablesen beginnt die Flächenauswahl mit der Betätigung der linken Maustaste und endet beim Loslassen der Maustaste. Die Koordinaten sowie statistische Daten werden anschließend in einem Dialog ausgegeben und im Informationsteil des Fensters (normalerweise unsichtbar am linken Fensterrand, zur Anzeige müssen Sie den Teiler nach rechts ziehen) wie im Explorer als Baumdarstellung angezeigt. Bei einem Doppelklick auf einen 'Punkt' oder 'Bereich'-Knoten wird ein Dialog zum Ablesen von Meßwerten angezeigt.

8.3.4. Bestimmung des Material- und Luftvolumens

Inspector kann den Material- und Luftanteil oberhalb bzw. unterhalb eines Schwellwerts berechnen. Geometrisch entspricht dies, je nach Art des Ausgangsprofils (Linien- oder Flächendaten), der materialgefüllten Fläche (Volumen) oberhalb bzw. der materialfreien Fläche (Volumen) unterhalb der Schnittlinie.



Öffnen Sie den Dialog 'Traganteilwerte' über den Menüpunkt **Bearbeiten/werte ablesen/Materialanteilberechnung** (bzw. **werte ablesen/Materialanteilberechnung** aus dem lokalen Menü).

Das Eingabefeld **Niveau** ist zur numerischen Eingabe der gewünschten Schnitthöhe vorgesehen. Sie können den Niveauwert auch über den Rollbalken verändern.

Die Zeile **mittlere Höhe** gibt den arithmetischen Mittelwert aller Profilwerte an. Das Feld **Traganteil** zeigt den Traganteil beim ausgewählten Niveau.

Der Materialanteil und das Luftvolumen beim ausgewählten Niveau sind in den zugehörigen Feldern aufgelistet²⁰.

Nach OK wird ein Eintrag über Niveau, Traganteil, Material- und Luftanteil im Informationsteil des Histogrammfensters angelegt.

Sie können die Einträge und Markierungen über den Menüpunkt **Bearbeiten/werte ablesen/Markierungen löschen** (bzw. **Bearbeiten/werte ablesen/Markierungen löschen** im lokalen Menü) wieder aus dem Diagramm entfernen. Bei einer Veränderung der Klassifizierungsintervalle werden die Einträge ungültig (aktualisierter Traganteil) und gelöscht.

²⁰ Bei der Berechnung der Kennzahlen greift Inspector auf die Profildaten zurück, so daß die Stufung des Histogramms nicht in das Ergebnis eingeht.

9. HTML-Druck

9.1. Überblick

Beim HTML-Druck erstellt Inspector ein HTML-Dokument. Dieses Dokument kann von einem Standard-Browser weiterverarbeitet werden. Die Ausgabe wird (für jeden Anzeigentyp, z.B. 3D, Topographie, Linie) durch eine Vorlage gesteuert. Sie können eine solche Vorlage selbst erstellen oder eine existierende Vorlage modifizieren.

Inspector arbeitet ansichtsbasiert, die Daten für einen Ausdruck sind aber möglicherweise über mehrere Fenster verteilt. Für den Ausdruck wird eine seitenorientierte Beschreibung benötigt. Die Druckvorlage bildet das Bindeglied zwischen den beiden Konzepten.

Technischer Hinweis: Zur Zeit gehören zum Lieferumfang Inspector drei Klassen von Druckvorlagen.

- **Statische Vorlagen.** Der Druckprozessor erhält mit dem Druckkommando einen Verweis auf den aktuell aktiven Datensatz. Die Vorlage erzwingt eine feste Anordnung von Informationen und Grafiken. Es ist z.B. nicht (ohne Eingriff in die Vorlage) möglich, an Stelle einer Topografie eine 3D-Ansicht zu setzen, auch können keine zwei unterschiedlichen Datensätze auf einem Ausdruck erscheinen. **Vorteil:** Der Ausdruck wird ohne weitere Benutzereingabe erledigt. Ansichten, die von der Vorlage angefordert werden, können sich im Arbeitsfenster befinden (und werden mit allen Einstellungen, z.B. Farbe) berücksichtigt, oder werden vom Druckprozessor automatisch generiert. Verlangt die Vorlage z.B. eine Topografie, eine 3D-Darstellung, und einen Profilschnitt, ist aber nur eine Topografie der Daten geöffnet, generiert der Druckprozessor die 3D-Ansicht und den Profilschnitt anhand von Regeln selbst. Ansichten 'fremder' Daten werden nicht berücksichtigt.
- **Beschränkt interaktive Vorlagen:** Diese Vorlagen erzwingen ebenfalls eine feste Anordnung der Informationen und Grafiken. Zum Druckzeitpunkt wird ein Dialog angezeigt, um die auszudruckenden Daten auszuwählen. Ziehen Sie dazu das Fadenkreuz in das gewünschte Fenster. Dabei muß der Fensterstil (Topografie, 3D, Profil) mit dem Typ in der Vorlage übereinstimmen. Die Fenster können unterschiedliche Daten darstellen. **Vorteil:** Die Belegung der Positionen im Ausdruck kann vom Bediener im Rahmen der Forderungen der Vorlage zusammengestellt werden. Fehlende Elemente werden vom Druckprozessor anhand von Regeln generiert.
- **Interaktive Vorlagen mit fester Plazierung:** Diese Vorlagen erlauben eine freie Zusammenstellung des Druckbilds. Zum Druckzeitpunkt wird ein Dialog angezeigt, um die auszudruckenden Daten auszuwählen. Ziehen Sie dazu das Fadenkreuz in das gewünschte Fenster, dabei ist der Ansichtsstil (Topografie, 3D, Profil) beliebig. **Vorteil:** Die Zusammenstellung der Druckgrafik kann vom Anwender bestimmt werden. Öffnen Sie vor dem Ausdruck die Ansichtsfenster und konfigurieren Sie die Eigenschaften (z.B. Palette, Skalierung, Rotationswinkel). Die Ansichten erscheinen wie dargestellt im Ausdruck.

Zur Verwendung der Vorlagen folgender Vorschlag:

- Verwenden Sie statische Vorlagen, um einen Ausdruck ohne weitere Rückfragen zu erhalten. Der Druckprozessor berücksichtigt 'passende' Darstellungen, die Sie in Inspector geöffnet haben. Die Konsistenz der Ausgabe (im Sinne des Autors der Druckvorlage) wird erzwungen.
- Verwenden Sie interaktive Vorlagen mit fester Platzierung, um die Grafiken der Seite selbst zusammenzustellen. Beim Druckstil **Vordefiniert/Eine Seite pro Blatt** werden dabei Markierungen und Rauheitsparameter des ausgewählten Fensters mit ausgegeben.
- Verwenden Sie beschränkt interaktive Vorlagen, um einen standardisierten Ausdruck zu gewährleisten. Oben links ist z.B. immer eine 3D-Ansicht, daneben eine Farbfläche. Der Inhalt, das ist die dargestellte Grafik, wird am Bildschirm ausgewählt.

<i>Vorlage</i>	<i>Typ</i>	<i>Bemerkungen</i>
Profile.htm	statisch	Zeigt Protokoll, Profil, Reflexion
Topo.htm	statisch	zeigt Protokoll, Falschfarbendarstellung und Profilschnitt
Isometric.htm	statisch	zeigt Protokoll, zwei mal 3D-Ansicht und Profilschnitt
Isometric2.htm	statisch	zeigt Protokoll, 3D-Ansicht
Topo+Profile+Roughness.htm	beschränkt interaktiv	zeigt Protokoll, Falschfarbendarstellung, Profilschnitt und Rauheitsparameter des Profilschnitts.
Profile+Roughness+Marker.htm	beschränkt interaktiv	zeigt Protokoll, Profilschnitt, Rauheitsparameter des Profilschnitts, Profilwert von Fadenkreuzen.
Topo+3D+Profile+Roughness.htm	beschränkt interaktiv	zeigt Protokoll, 3D, Profilschnitt, Rauheitsparameter des Profilschnitts
Drucken/Vordefiniert/Ein Diagramm pro Blatt	interaktiv	zeigt Protokoll und ausgewähltes Diagramm (als Falschfarbendarstellung, 3D oder Profilschnitt). Profilwert an Fadenkreuzen (wenn vorhanden), Rauheitsparameter des Diagramms (wenn berechnet)
Drucken/Vordefiniert/Zwei Diagramme pro Blatt	interaktiv	zeigt zwei Diagramme übereinander, jeweils mit Protokoll
Drucken/Vordefiniert/Zwei Diagramme pro Blatt	interaktiv	zeigt zwei mal zwei Diagramme übereinander, jeweils mit Protokoll

9.2. Ablauf des Ausdrucks

9.2.1. Übersicht über den Druckprozeß


Bei Anwahl des Menüpunkts Datei/Drucken/HTML-Druck liest Inspector die zum aktiven Fenster zugehörige Druckvorlage ein. In der Druckvorlage sind Platzhalter für Grafiken und Texte eingebettet. Inspector untersucht die Schlüsselworte und erzeugt die benötigten Daten. Im Falle von Grafiken generiert Inspector die geforderte Bitmap. Wird die angeforderte Grafik bereits auf dem Bildschirm dargestellt, übernimmt Inspector deren Einstellungen (beispielsweise Palette, Skalierung oder Beleuchtungseinstellung). Explizit in der Druckvorlage angegebene Attribute haben Vorrang vor den Attributen der angezeigten Grafik. Wird die Grafik nicht angezeigt, generiert Inspector eine neue Grafik mit Standardeinstellungen oder Attributen der Druckvorlage.

Anschließend kopiert Inspector die modifizierte Vorlage sowie alle generierten Bitmaps in das Windows-Temporärverzeichnis und startet den Systembrowser (zur Anzeige der Daten, oder auch direkt zum Ausdruck).

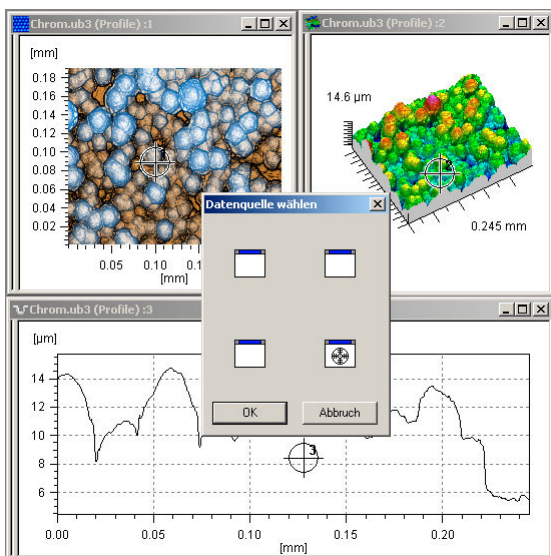
Die Vorlagen sind im Unterverzeichnis Templates von Inspector abgespeichert. Für jede unterstützte Landessprache existiert ein Verzeichnis (identifiziert durch eine Codenummer, z.B. 1031 für Deutsch).

9.2.2. Interaktive Druckvorlagen

Zum Zugriff auf diese Druckvorlagen verwenden Sie den Menüpunkt **Datei/Drucken/Vordefiniert/Ein Diagramm pro Blatt bis Vier Diagramme pro Blatt**.

Konfigurieren Sie die gewünschten Diagramme (z.B. Palette, Skalierung), ordnen Sie die Fenster nebeneinander an, und rufen Sie einen der Menüpunkte **Datei/Drucken/Vordefiniert/Ein Diagramm pro Blatt bis Vier Diagramme pro Blatt** oder in der Werkzeugleiste eines der Symbole  auf.

Inspector zeigt den Dialog **Datenquelle wählen** an. Je nach Druckauftrag enthält der Dialog eins bis vier Fadenkreuze. Drücken Sie die linke Maustaste über einem Fadenkreuz und ziehen Sie die Maus bei gedrückter Maustaste ins gewünschte Fenster. Lassen Sie im Zielfenster die Maustaste los. Wiederholen Sie den Vorgang für alle gewünschten Fenster. Bestätigen Sie den Dialog mit OK. In der Hardcopy ist das letzte Fadenkreuz nicht zugeordnet, die entsprechende Position im Ausdruck bleibt leer.



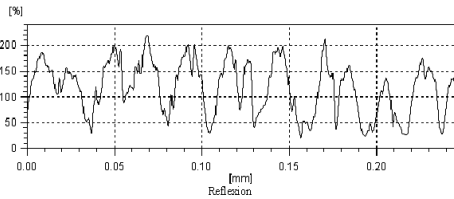
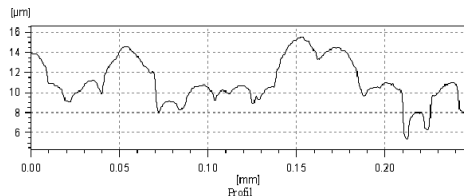
9.2.3. Statische Druckvorlagen

Zum Installationsumfang von Inspector gehören die Vorlagen Profile.htm, Topo.htm, Isometric.htm und Isometric2.htm. Diese Vorlagen bilden eine passive Vorlage, d.h. Vorlagen ohne Codeeinbettung. Die Generierung von Grafiken und Texten erfolgt ausschließlich über Schlüsselwortexpansion. Die Vorlagen können einfach an kundenspezifische Anforderungen (z.B. eigenes Firmenlogo: ersetzen Sie logo.gif) angepasst werden. Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist die Vorlage Profile.htm für die Ausgabe von Liniendiagrammen, Topo.htm für Farbflächendarstellungen zusammen mit einem Profilschnitt, und Isometric.htm bzw. Isometric2.htm für 3D-Darstellungen geeignet.

Meßprotokoll



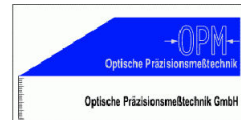
Beschreibung: (Chrom ub3) 0.245mm x 0.19mm, 640 x 480 p
 Datum: 11.12.2006
 Abmessungen: 640P 0.245mm



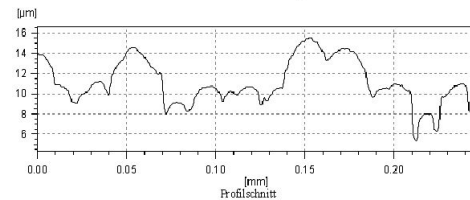
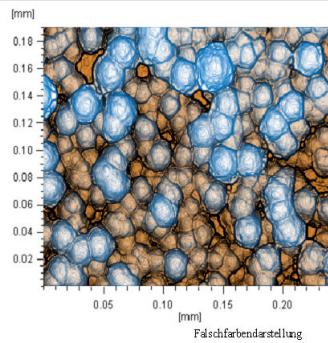
Bemerkung:
 Bearbeiter:

Profile.htm

Meßprotokoll



Beschreibung: (Chrom ub3) 0.245mm x 0.19mm, 640 x 480 p
 Datum: 11.12.2006
 Abmessungen: 640P x 480Z=307200Pkt 0.245mmx0.19mm



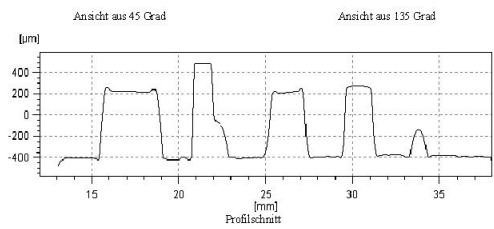
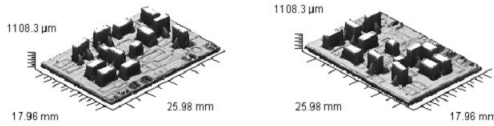
Bemerkung:
 Bearbeiter:

Topo.htm

Meßprotokoll



Beschreibung: (hybrid_ub3); 26mm x 18mm, 2599 x 899 p
 Datum: 11.12.2006
 Abmessungen: 2599P x 899 Z=2336501Pkt 26mmx18mm



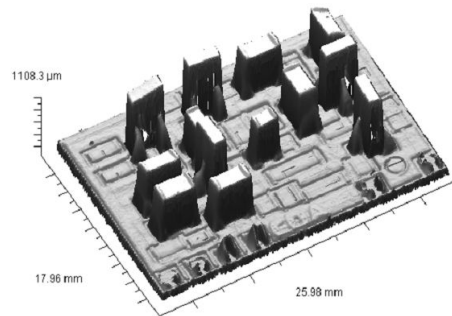
Bemerkung:
 Bearbeiter:

Isometric.htm

Meßprotokoll



Beschreibung: (hybrid_ub3); 26mm x 18mm, 2599 x 899 p
 Datum: 11.12.2006
 Abmessungen: 2599P x 899 Z=2336501Pkt 26mmx18mm



Bemerkung:
 Bearbeiter:

Isometric2.htm

Standard-Druckvorlagen

Jedem Ansichtsstil (Profil, Topografie, 3D) ist eine Druckvorlage zugewiesen, die Standardzuordnung ist dabei wie folgt:

<i>Ansichtsstil</i>	<i>Vorlage</i>
Liniendiagramm	Profile.htm
Topografie	Topo.htm
Isometrische Ansicht	Isometric.htm

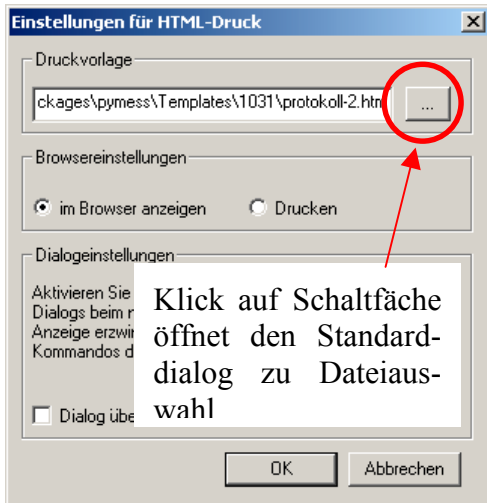
Zum Ausdruck wählen Sie den Menüpunkt Datei/Drucken/HTML-Druck. Inspector zeigt den Dialog Einstellungen für HTML-Druck an. Betätigen Sie OK, um den Druck mit den Einstellungen des Dialogs durchzuführen.

Im Dialog HTML-Druck können Sie folgende Einstellungen auswählen:

- Sie können festlegen, ob der Ausdruck direkt gestartet werden soll (Schalter **Drucken**), oder ob das Ergebnis im Browser dargestellt werden soll (Schalter **im Browser anzeigen**).
- Die Standard-Druckvorlage für diesen Ansichtstyp festlegen. Klicken Sie auf die Schaltfläche . . . , und wählen Sie im *Datei Öffnen* Dialog die gewünschte Vorlage aus. Die Vorlage sollte zum gewünschten Ausdruck 'passen', aus einer Liniendatei läßt sich keine Flächendarstellung rekonstruieren.

- Sie können festlegen, ob der Dialog beim nächsten Druckvorgang erneut angezeigt oder übergangen werden soll (Schalter **Dialog überspringen**). Wie aus der Beschreibung ersichtlich, kann die Anzeige des Dialogs durch Betätigung der linken Shift-Taste während der Auswahl des Druckkommandos erzwungen werden.

Hinweis: Die Druckvorlage kann getrennt für Liniendiagramme, Topografiedarstellungen und 3D-Ansichten gewählt werden. Die Einstellung wird abgespeichert. Die ausgewählte Vorlage sollte mit dem Diagrammtyp kompatibel sein:



<i>Ansichtstyp</i>	<i>Profile.htm</i>	<i>Topo.htm</i>	<i>Isometric.htm</i>	<i>Isometric2.htm</i>
Profildarstellung	☑			
Topografie	☑	☑	☑	☑
3D-Darstellung	☑	☑	☑	☑

Kompatibilitätsdiagramm

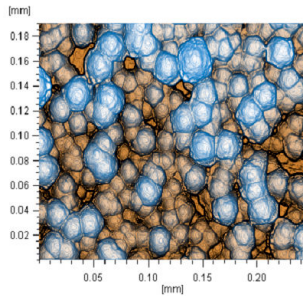
9.2.4. Beschränkt interaktive Vorlagen

Die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Druckvorlagen benutzen nur einen kleinen Teil der Flexibilität der Druckausgabe von Inspector. Für spezielle Anforderungen kann die (HTML-) Druckausgabe in beliebiger Weise gestaltet werden (z.B. Generierung eines Excel-Sheets, Generierung von EMail, Regelkarten, Import in Datenbanken etc.). Dazu wird ein (Python-) Script in die Vorlage eingebettet, das das Ausgabeformat generiert. Die Druckvorlagen *Profile+Roughness+Marker.htm*, *Topo+3D+Profile+Roughness.htm*, sowie *Topo+Profile+Roughness.htm* verwenden diese Technik.

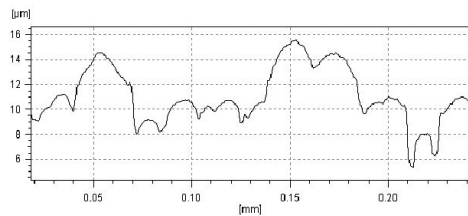


Protokoll
 Material: Datum: 11.12.2006
 Bezeichnung: Bearbeiter:
 Meßobjekt: Bezeichnung:
 Messbedingungen: 0.25mm x 0.19mm, 640 x 480 = 307200 Punkte

Farbfläche



2-D-Profil



Rauheitsparameter

Ra 1.09µm Rk 3.12µm Rmax 5.63µm
 Rp 2.66µm Rq 1.32µm Rt 5.63µm
 RzDin 3.66µm Sk -0.17

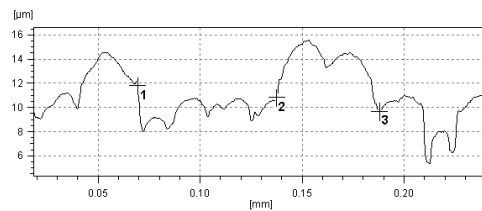
Topo+Profile+Roughness.htm



Protokoll
 Material: Datum: 11.12.2006
 Bezeichnung: Bearbeiter:
 Meßobjekt: Bezeichnung:
 Messbedingungen: 0.22mm, 2608.16 Punkte/mm, 583 Punkte

Bild:

2D-Profil:



Rauheitsparameter:

Ra 0.567µm Fk 1.31µm Fmax 3.31µm
 Rp 1.34µm Rq 0.676µm Rt 3.51µm
 RzDin 2.35µm Sk -0.766

Tabelle der Messwerte:

	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3
X	0.07mm	0.14mm	0.19mm
Z	11.79µm	10.82µm	9.66µm
ΔX		-0.07mm	
ΔZ		0.97µm	

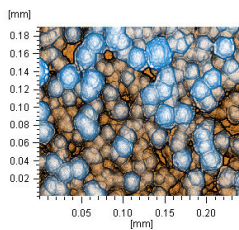
Profile+Roughness+Marker.htm



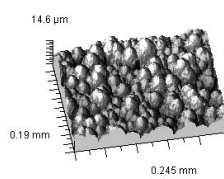
Protokoll
 Material: Datum: 11.12.2006
 Bezeichnung: Bearbeiter:
 Meßobjekt: Bezeichnung:
 Messbedingungen: 0.25mm x 0.19mm, 640 x 480 = 307200 Punkte

Bild

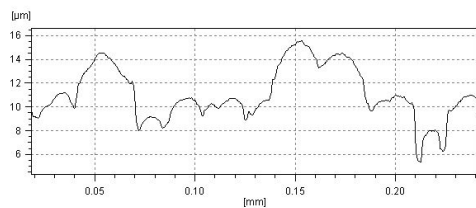
Farbfläche



Oberflächenprofil



2-D-Profil



Rauheitsparameter

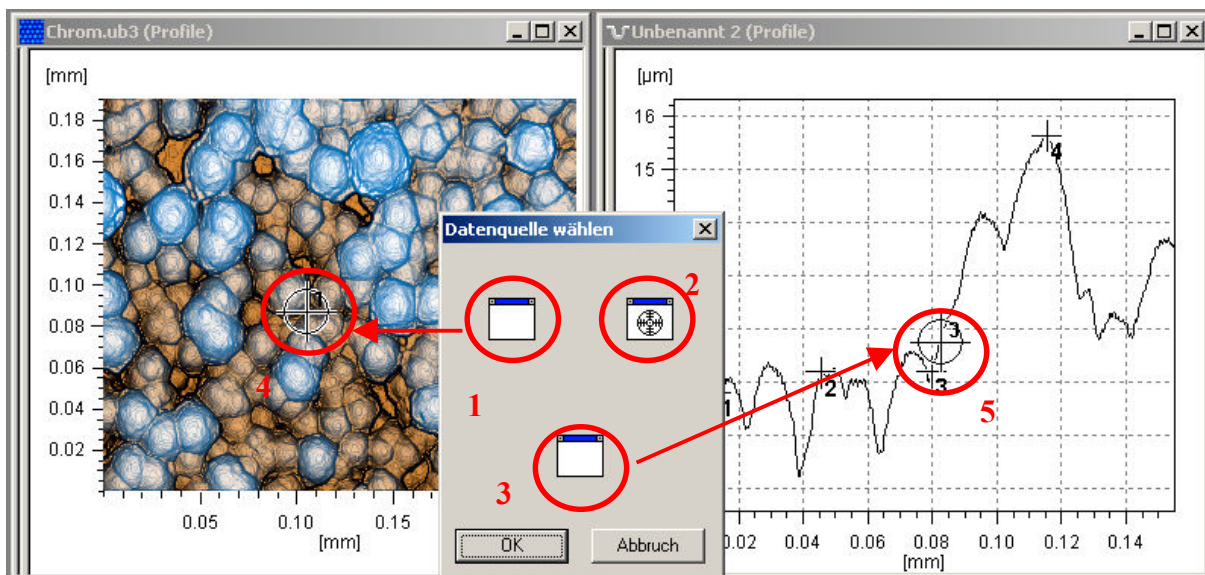
Topo+3D+Profile+Roughness.htm

Die Druckvorlagen sind im Verzeichnis\Templates\1031 unter den angegebenen Namen abgelegt, der Code zur Ausgabe ist unter den Dateinamen tpr.py, prm.py und t3dpr.py abgelegt. Weiterhin wird noch das Firmenlogo *logo2.gif* benötigt.

Sie können mittels des Dialogs Einstellungen für HTML-Druck eine Vorlage auswählen, siehe Kapitel Statische Druckvorlagen.

Der Druckgenerator ist bei diesen Vorlagen in der Lage, anhand des Ausgangsdiagramms alle weiteren Diagramme und Ausgaben zu berechnen. Zunächst versucht der Generator, die 'zum Ausdruckstil passenden' Diagramme im Arbeitsfenster von Inspector aufzufinden, und übernimmt die Attribute wie Markierungen, Palette, Skalierung etc. Dies wird nachfolgend als 'automatische Auswahl' bezeichnet.

Nach der automatischen Auswahl besteht die Möglichkeit, die Zuordnungen manuell zu verändern:



Dabei stehen 1, 2, 3 stellvertretend für die drei Diagramme in der Vorlage. Die 'Fenster' in 1 und 3 sind 'leer' dargestellt, dies bedeutet, daß der Druckgenerator passende Diagramme im Arbeitsfenster von Inspector aufgefunden und zugeordnet hat. Die Zuordnungen sind unter 4 und 5 sichtbar. Fenster 2 zeigt ein Fadenkreuz als Zeichen, daß keine automatische Zuordnung möglich war. Dieses Diagramm (hier isometrische Darstellung) wird automatisch generiert.

Sie können jetzt die automatische Zuordnung verändern. Klicken Sie mit der linken Maustaste (beispielsweise) in Fenster 1, halten Sie die Maustaste gedrückt, 'ziehen' Sie das Fadenkreuz in das gewünschte Diagramm, und lassen dort die linke Maustaste los. Zur Vereinfachung empfiehlt es sich, vor dem Ausdruck die gewünschten Fenster nebeneinander anzuordnen. Bestätigen Sie die Auswahl mit OK.

Anschließend berechnet der Protokollgenerator Grafiken und Daten, und erstellt die HTML-Seite zur Ansicht und Ausdruck.

Bei der Protokollgenerierung gelten folgende Randbedingungen:

- Das Protokoll wird dem ersten Datensatz entnommen. Die Vorgaben (in den Grafiken z.B. Bearbeiter, Bezeichnung, Projekt, Proben-Nr. Firma) sind neben der Benutzereingaben in der Datei abgespeichert. Die Vorgabestrings können bei der Eingabe der Meßbedingungen, vor dem Start der Messung, verändert werden (siehe Abschnitt 4.11). Nach Abschluß der Messung sind die Strings nicht mehr modifizierbar.
- Der Text für Meßbedingungen wird aus Breite und Höhe des Diagramms berechnet.
- Das Datum wird den Messdaten entnommen.
- Rauheitsparameter und Markierungspunkte werden dem letzten Diagramm entnommen.
- Rauheitsparameter können automatisch berechnet werden. Dabei wird die letzte Auswahl an Parametern verwendet (incl. Taststrecke). Das kann zu Überraschungen führen (wenn sich der zuletzt gewählte Filtercutoff vom 'passenden' Cutoff für das vorliegende Diagramm unterscheidet). Wir empfehlen, vor dem Ausdruck die Rauheitsparameter explizit berechnen zu lassen. Der Druckgenerator entnimmt soweit möglich die Angaben aus dem Diagramm.
- Markierungspunkte werden nicht automatisch berechnet. Sind dem letzten Diagramm keine Markierungen zugewiesen, bleibt die Liste leer²¹.

9.2.5. Erstellen eigener Druckvorlagen

Hinweis: Dieser Absatz beschreibt den Aufbau von statischen Druckvorlagen, sie kommen ohne Einbettung signifikanter Codemengen aus. Sie sollten sich ebenfalls die mitgelieferten Vorlagen ansehen. Sie sind manuell erstellt, und strukturiert formatiert.

Zum Lieferumfang von Inspector gehören einige Druckvorlagen. Sie können sich eine Vorlage auch selbst erstellen. Verwenden Sie dazu einen HTML-Editor (z.B. Frontpage, Composer, MS Word), oder einen beliebigen Texteditor²².

Feste Texte und Grafiken (z.B. Firmenlogo) werden einfach über die Funktionen des HTML-Editors eingegeben und positioniert. Schlüsselworte müssen in der Form [?? *Schlüsselwort* ??] , außerhalb eines Kommentarblocks, eingegeben werden.

Zur Einbindung von Grafiken benötigen Sie (bei den meisten HTML-Editoren) eine Grafikdatei. Erstellen Sie sich beispielsweise unter MS Paint eine leere Grafik (Größe z.B. 100x100 Pixel, mit grauer Füllung) und legen Sie diese unter den Namen *~3d.bmp*, *~profile.bmp*, *~topo.bmp* im gleichen Verzeichnis wie die neue Druckvorlage ab. Sie können diese Grafiken im HTML-Editor an Stelle der beabsichtigten Grafik aus Inspector verwenden, gegebenenfalls auch mehrfach.

Durch das Einbinden der Grafiken fordern Sie später beim Ausdruck folgende Darstellungen an:

<i>Vorlage</i>	<i>Darstellungsstil</i>
----------------	-------------------------

²¹ Das betrifft die Vorlage Profile+Roughness+Marker.htm

²² Eine ausgezeichnete Referenz zu HTML finden Sie unter <http://de.selfhtml.org/>

~3d.bmp	isometrische Ansicht
~profile.bmp	Profilschnitt
~topo.bmp	Topografie (Falschfarbdarstellung)

Läßt der HTML-Editor eine Größenveränderung der eingebetteten Grafiken zu, können Sie die Grafiken interaktiv auf die gewünschte Größe bringen. Andernfalls ist ein manueller Eingriff in die HTML-Datei erforderlich, mehr dazu im Abschnitt 9.2.5.11.

Die Schlüsselwörterersetzung erfolgt über Ausdrücke, die in der Vorlage als Textblock, eingegrenzt durch die Markierungen [?? und ??] eingegeben werden. Zur Vermeidung von Komplikationen ist es ratsam, den Ausdruck ohne Zeilenumbruch einzugeben²³. Vermeiden Sie Formatierungen (wie Fontwechsel, Fettdruck, Farbe), der Ausdruck wird dadurch uninterpretierbar.

Bei der Ersetzung wird der Ausdruck ausgewertet, und das Ergebnis der Auswertung in das Dokument eingebettet. Dabei sind arithmetische Operationen, Funktionsaufrufe usw. möglich. Die Syntax und Semantik entspricht Python-expressions. Für einfache Anwendungen benötigen Sie neben nachfolgenden Tabellen keine weiteren Kenntnisse. Beachten Sie, daß viele Zugriffe ein Objekt zurückgeben, welches wiederum Eigenschaften aufweist (die wiederum möglicherweise Objekte darstellen). Viele der Objekte können sich selbst als Text ausgeben. Der Zugriff auf Felder und Methoden erfolgt durch den Punkt-Operator (siehe Beispiele).

9.2.5.1. Globaler namespace

Auf globaler Ebene stehen folgende Namen zur Verfügung:

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
data	Objekt <Data>	Datensatz des auszudruckenden Fensters
channel	Objekt <Channel>	Dargestellter Kanal des auszudruckenden Fensters
prot	Objekt <Protokoll>	Messprotokoll des Datensatzes des auszudruckenden Fensters ²⁴
math	Modul	Inhalt des Moduls math (siehe Python-Dokumentation), z.B. Quadratwurzel, Arcustangens etc.
width	String	Breite der Daten in channel, mit Einheit ²⁵ .
height	String	Höhe der Daten in channel, mit Einheit ²⁶
pts	Integer	Anzahl der Punkte pro Zeile in channel ²⁷ .

²³ Die Aussage bezieht sich auf den Text in der HTML-Datei, nicht notwendigerweise am Bildschirm. Gegebenenfalls bitte nachprüfen.

²⁴ Identisch mit dem Feld protocol im Objekt <Data>

²⁵ Identisch mit dem Feld width im Objekt <Channel>

²⁶ Identisch mit dem Feld height im Objekt <Channel>

²⁷ Identisch mit dem Feld points im Objekt <Channel>

Ins	Integer	Anzahl der Zeilen in channel ²⁸ .
date	Objekt <Datum> ²⁹	Datumsangabe aus dem Meßprotokoll ³⁰
description	String	Beschreibung der Kanaldaten in channel ³¹ .
ranges	Liste aus Objekt <Range>	Liste aller markierten Bereiche aller Fenster, die denselben Datensatz darstellen.
Ranges	Liste von Listen von Objekt <Range>	wie ranges, aber Bereiche sind nach darstellendem Fenster aufgeteilt (d.h. Ranges[i] enthält ausschließlich Bereiche eines Fensters).
points	Liste aus Objekt <Point>	Liste aller markierten Bereiche aller Fenster, die denselben Datensatz darstellen.
Points	Liste von Listen aus Objekt <Point>	wie points, aber Markierungen sind nach darstellendem Fenster zusammengefasst (d.h. Points[i] enthält ausschließlich Markierungen eines Fensters).
rough	Objekt <RoughAll>	Vereinigung aller berechneten Rauheitsparameter aller Fenster, die denselben Datensatz darstellen.
Rough	Liste von Objekt <Rough>	Rauheitsparameter, jeweils zusammengefasst nach Fenster (d.h. Rough[i] enthält ausschließlich Parameter eines Fensters).
sourcedir	String	Ordnername, in dem die Druckvorlage abgelegt ist ³² .

Zum Zugriff auf die globalen Namen verwenden Sie den Ausdruck [?? NAME ??] mit Name wie in der Tabelle angegeben, z.B. [?? pts ??] oder [?? pts * Ins ??] oder [?? points[0].z ??].

9.2.5.2. Objekt <Data>

Dieses Objekt enthält die Meßdaten. Die Meßdaten selbst bestehen aus mehreren Kanälen (z.B. Profil und Reflexion). Sie finden hier weiterhin das Meßprotokoll.

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
protocol	Objekt <Protokoll>	Messprotokoll des Datensatzes.
channels	Liste von Objekt <Channel>	Liste aller Kanäle des Datensatzes. Die Liste wird durch ganzzahlige Nummern indiziert.

²⁸ Identisch mit dem Feld lines im Objekt <Channel>

²⁹ Dieses Objekt wird bei Ausgabe implizit in eine Datumsangabe der Form tt.mm.yyyy expandiert.

³⁰ Identisch mit dem Feld date im Objekt <Protokoll>

³¹ Identisch mit dem Feld description im Objekt <Channel>

³² Nützlich nur für Codeeinbettung.

Weiterhin steht die Methode `channel` zur Verfügung. Die Methode verlangt als Argument einen Kanalcode (eine Ganzzahl oder einen String). Der Kanalcode wird beim Erzeugen der Daten angegeben³³. Als Ergebnis wird ein Objekt `<Channel>` zurückgegeben.

Der Zugriff auf Eigenschaften und Methode(n) erfolgt wie üblich über die Punktnotation. Ist `x` ein Objekt vom Typ `<Data>`, ergibt `x.protocol` das Protokoll (vom Typ `<Protokoll>`), und `x.channel('Profil')` ein Objekt `<Channel>`.

9.2.5.3. Objekt `<Channel>`

Dieses Objekt enthält die Meßdaten eines Kanals. Bei Bedarf können Sie auf jeden einzelnen Meßpunkt zugreifen.

Hinweis: Das Objekt unterstützt zwei unterschiedliche Sichtweisen. Sie können Informationen in bearbeiteter Weise (das Ergebnis sind Strings, normalerweise Wert plus Einheit), oder in Rohform (d.h. nur Wert, oder nur Einheit) abrufen. Zugriffe der ersten Art sind normalerweise für eine einfache Ausgabe im Ausdruck bestimmt, die zweite Form ist für Weiterverarbeitung geeigneter (z.B. wenn Sie die Koordinaten des Zentrums der Meßfläche ausrechnen wollen). Beginnt ein Bezeichner mit einem Kleinbuchstaben, handelt es sich um ein Rohinterface, bei einem Großbuchstaben um das vorverarbeitende Interface.

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
<code>width</code>	String	Breite des Kanals, mit Einheit.
<code>Width</code>	double	Breite des Kanals, die zugehörige Einheit finden Sie unter <code>xunit</code> .
<code>height</code>	String	Höhe des Kanals, mit Einheit.
<code>Height</code>	double	Höhe des Kanals, die zugehörige Einheit finden Sie unter <code>yunit</code> .
<code>points</code>	integer	Anzahl der Meßpunkte pro Zeile.
<code>lines</code>	integer	Anzahl der Zeilen
<code>total</code>	integer	Anzahl der Meßpunkte gesamt, <code>points*lines</code>
<code>minimum</code>	String	minimaler Wert des Kanals, mit Einheit
<code>Minimum</code>	double	minimaler Wert des Kanals, die zugehörige Einheit finden Sie unter <code>unit</code>
<code>maximum</code>	String	maximaler Wert des Kanals, mit Einheit
<code>Maximum</code>	double	maximaler Wert des Kanals, die zugehörige Einheit finden Sie unter <code>unit</code>
<code>datatype</code>	String	Kanalbezeichnung, wie sie sich aus dem Kanalcode ergibt.
<code>Datatype</code>	integer	Kanalcode
<code>name</code>	String	Kanalbezeichnung, wie sie beim Import/Erzeugung generiert wurde.
<code>xunit</code>	String	Einheit der Primärachse (horizontal)
<code>yunit</code>	String	Einheit der Sekundärachse bei Flächenmessungen (vertikale Achse).

³³ Eine Liste der Kanalcodes erhalten Sie, indem Sie den Menüpunkt Darstellung/Kanal anwählen. Diese Liste wird dynamisch generiert.

unit	String	Einheit der Meßwerte (Z-Achse)
description	String	Informationsstring der Kanaldaten, bei Erzeugung/Import gesetzt soweit verfügbar.
average	String	Mittelwert der Kanaldaten, mit Einheit
Average	double	Mittelwert der Kanaldaten, Einheit siehe unit.
sigma	String	Standardabweichung der Kanaldaten, mit Einheit
Sigma	double	Standardabweichung der Kanaldaten, Einheit siehe unit.
linestep	String	Abstand zweier Meßzeilen bei Flächenmessungen, mit Einheit
Linestep	double	Abstand zweier Meßzeilen bei Flächenmessungen, Einheit siehe yunit.
pointstep	String	Abstand zwischen zwei benachbarten Meßpunkten einer Zeile, mit Einheit.
Pointstep	double	Abstand zwischen zwei benachbarten Meßpunkten einer Zeile, Einheit siehe xunit.

Weiterhin stehen folgende Methoden zum Zugriff auf die Daten zur Verfügung:

<i>Name</i>	<i>Argumente</i>	<i>Ergebnistyp</i>	<i>Bedeutung</i>
at(x,y) oder at(x) oder at((x,y))	integer x,y x und y sind Zeilen / Spaltenindizes. Die linke untere Ecke hat Koordinate (0,0). Der Wertebereich von x beträgt 0..points-1, der Wertebereich von y 0..lines-1	String	Wert am Punkt x,y mit Einheit. Bei Liniendateien kann y weggelassen werden. Zur Koordinatenumrechnung siehe Idx2pos und Pos2idx.
At(x,y) oder At(x) oder At((x,y))	integer x,y Bedeutung und Wertebereich wie oben.	double	Wert am Punkt x,y, Einheit siehe unit. Bei Liniendateien kann y weggelassen werden.
idx2pos(x,y) oder idx2pos(x)	integer x,y Umrechnung von Indexwerten (x,y) nach Weltkoordinaten.	String: (x xunit, y yunit)	Dient zur Umrechnung des Index eines Meßpunkts nach Weltkoordinaten, mit Einheit. Bei Liniendateien kann y weggelassen werden.
Idx2pos(x,y) oder idx2pos(x)	integer x,y Umrechnung von Indexwerten (x,y) nach Weltkoordinaten.	Tupel (x',y')	Dient zur Umrechnung des Index eines Meßpunkts nach Weltkoordinaten, Einheit von x siehe xunit, Einheit von y siehe yunit. Bei Liniendateien kann y weggelassen werden.
pos2idx(x,y) oder pos2idx(x)	double x,y Umrechnung von Weltkoordinaten in Indexwerte.	String: (idx, idy)	Dient zur Umrechnung von Weltkoordinaten nach Pixelpositionen.

Pos2idx(x,y) oder Pos2idx(x)	double x,y Umrechnung von Weltkoordinaten in Indexwerte.	Tupel (idx, idy)	Dient zur Umrechnung von Weltkoordinaten nach Pixelpositionen. Das Ergebnis-Tupel kann zum Zugriff auf die Messwerte mittels at oder At verwendet werden.
------------------------------------	---	------------------	---

Der Zugriff auf Felder und Methoden erfolgt mittels der Punkt-Notation, ist x ein Objekt <Channel>, ergibt [?? x.total ??] die Anzahl der Meßpunkte.

9.2.5.4. Objekt <Datum>

Dieses Objekt enthält die Datumsangabe aus dem Meßprotokoll.

Hinweis: Bei der Ausgabe wird dieses Objekt zu einer Datumsangabe dd.mm.yyyy³⁴ expandiert. Die Expansion kann auch explizit gesteuert werden (z.B. mittels der Methode strftime). Für eine detaillierte Beschreibung siehe Python-Hilfe, Abschnitt 6.9 `datetime -- basic date and time types`.

Hier sollen nur die gebräuchlichsten Felder aufgezählt werden (Rest siehe Python-Hilfe):

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
year	integer	Jahresangabe
month	integer	Monatsangabe, 1=Januar
day	integer	Tagesangabe, 1..31
hour	integer	Stundenangabe, 0..23
minute	integer	Minutenangabe, 0..59
second	integer	Sekundenangabe, 0..59

Für die Formatierung steht noch die Funktion `strftime(fmt)` zur Verfügung, die Konvertierung wird durch einen Argumentstring gesteuert. Nähere Informationen siehe Python-Hilfe, 6.10 `time -- Time access and conversions`.

Der Zugriff auf Felder und Methoden erfolgt mittels der Punkt-Notation, ist x ein Objekt <Datum>, ergibt [?? x.month ??] den Monat (als Ganzzahl)

9.2.5.5. Objekt <Protokoll>

Dieses Objekt enthält die Felder des Messprotokolls. Das Protokoll besteht aus neun Paaren von Strings, jedes Paar besteht aus dem Titel und der Benutzereingabe. Sie können in Inspector vor einer Messung Titel und Eingabe bearbeiten.

³⁴ Präziser: auf das Standardformat, die zu der locale des aktuellen Benutzers gehört. Wenn Sie das Format unabhängig von der locale formatieren wollen, benutzen Sie dazu die Methode `strftime`.

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
Key0	String	Titel für erste Benutzereingabe
Txt0	String	Erste Benutzereingabe
...		
Key7	String	Titel für achte Benutzereingabe
Txt7	String	Achte Benutzereingabe
Key8	String	Titel 'Kommentar'
Txt8	String	Kommentar
date	Objekt <Datum>	Zeitpunkt der Messung, oder des Imports

Die Felder Key0 bis Key8, und Txt0 bis Txt7 sind maximal 80 Zeichen lang, Txt8 maximal 2000 Zeichen.

Der Zugriff auf Felder und Methoden erfolgt mittels der Punkt-Notation, ist x ein Objekt <Protokoll>, ergibt [?? x.Txt2 ??] die dritte Benutzereingabe

9.2.5.6. Objekt <Rough>

Dieses Objekt enthält alle Rauheitsparameter einer Berechnung³⁵. Die Parameter sind im Informationsteil aufgelistet.

Die Felder dieses Objekts werden dynamisch angelegt, es sind z.Zt. maximal folgende Bezeichner möglich:

Linienauswertung	Rt, Rp, Rq, Pt, Lo, Mr1, Mr2, R3zm, Lr, Ra, NrS, Rk, Pavg, Wt, RzIso, D, Rmax, K, Sk, SM, Rvk, SST, RzDin, R3z, Rpk, Rpm
Flächenauswertung	sR3zm, sRzIso, sMr2, sWt, sMr1, sRvk, sRmax, sSk, sRa, sR3z, sRk, sLr, sK, sRp, sLo, sRt, sRpm, sRpk, sPt, sRq, sPavg, sRzDin

Bei einem Zugriff auf die Objektfelder wird jeweils ein Objekt <RoughItem> (oder der String '####', wenn das Feld nicht existiert) zurückgegeben. Beachten Sie, daß sich ein Objekt <RoughItem> selbst darstellen kann, d.h. bei einer Ausgabe wird ein String "Parameter=Wert Einheit" (z.B. sRa=3.45 µm) generiert. Im Normalfall können Sie somit den Wert eines Parameters einfach so ausgeben: [?? rough[0].Ra ??], ergibt Ra=xx µm.

Weiterhin stehen folgende Methoden zur Verfügung:

<i>Name</i>	<i>Argumente</i>	<i>Ergebnistyp</i>	<i>Bedeutung</i>
keys()	keine	Liste von Strings	Name aller verfügbaren Parameter
values()	keine	Liste von Objekt <RoughItem>	(Werte) aller verfügbaren Rauheitspa-

³⁵ eines Fensters, siehe auch Objekt <RoughAll>

			parameter
--	--	--	-----------

Der Zugriff auf Felder erfolgt entweder mittels der Punkt-Notation (ist x ein Objekt <Protokoll>, z.B. [?? x.Ra ??]) oder mittels Index-Notation (z.B. x['Ra']). Die Methoden müssen mittels Punkt-Notation ausgegeben werden.

9.2.5.7. Objekt <RoughAll>

Dieses Objekt hat die gleichen Methoden und Felder wie Objekt <Rough>. In <RoughAll> sind alle berechneten Rauheitsparameter für den dargestellten Datensatz zusammengefasst. Es ist möglich, in verschiedenen Fenstern unterschiedliche Rauheitsparameter zu berechnen³⁶. Wird ein bestimmter Parameter mehrfach berechnet, wird der Wert des Parameters mit '++++' angegeben.

Dieses Objekt existiert vorrangig für eine bequeme Ausgabe der Parameter, ausreichend für den Normalfall.

Vorsicht: Die zusammengefassten Parameter entstammen nicht notwendigerweise derselben Berechnung.

9.2.5.8. Objekt <RoughItem>

Dieses Objekt enthält Name, Wert, Einheit und Beschreibung eines Rauheitsparameters.

Folgende Felder stehen zur Verfügung:

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
name	String	Name des Rauheitsparameters, z.B. sRa
value	String	Wert des Rauheitsparameters, oder '#####' wenn ungültig, '++++' wenn doppelt berechnet (siehe Objekt <RoughAll>).
unit	String	Einheit des Parameters, z.B. µm
description	String	Beschreibungstext des Parameters, wie in der Ergebnistabelle der Rauheitsberechnung angezeigt.
Value	double	numerischer Wert des Parameters, 0.0 wenn ungültig.
Valid	bool	False, wenn Wert ungültig, True wenn gültig.

Das Objekt kann sich selbst ausgeben, d.h. bei einer Ausgabe wird ein String "Parameter=Wert Einheit" (z.B. sRa=3.45 µm) generiert.

³⁶ Man kann in verschiedenen Fenstern verschiedene cutoffs eingeben, oder man kann in unterschiedlichen Profilschnitten Parameter berechnen.

9.2.5.9. Objekt <Point>

Dieses Objekt repräsentiert eine Koordinatenangabe eines Fadenkreuzes, wie im Informationsteil eines Fensters angezeigt. Das Objekt hat folgende Felder:

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
No	integer	Nummer des Markers. Die Numerierung erfolgt für jedes Fenster getrennt.
no	String	Bezeichner des Markers, z.B. Punkt 1. In diesem Fall ist No=1
X	double	X-Koordinate des Markers, in Weltkoordinaten. Die zugehörige Einheit ist XUnit.
x	String	X-Koordinate samt Einheit des Markers in Weltkoordinaten.
Y	double	nur bei Markern in Topografie: Y-Koordinate des Markers, in Weltkoordinaten. Die zugehörige Einheit ist YUnit
y	String	nur bei Markern in Topografie: Y-Koordinate samt Einheit des Markers in Weltkoordinaten.
Z	double	Z-Koordinate des Markers, in Weltkoordinaten. Die zugehörige Einheit ist Unit.
z	String	Z-Koordinate des Markers samt Einheit, in Weltkoordinaten.
XUnit	String	Einheit der Primärachse (horizontal)
YUnit	String	nur bei Markern in Topografie: Einheit der Sekundärachse (vertikal, nicht Profilwert)
Unit	String	Einheit der Profilwerte

Der Zugriff auf Felder erfolgt mittels der Punkt-Notation, ist x ein Objekt <Point>, ergibt [?? x.no ??] die Nummer der Markierung.

Das Objekt kann sich selbst ausgeben, d.h. bei einer Ausgabe wird ein String "Name=(x, y, z)" ausgegeben.

9.2.5.10. Objekt <Range>

Dieses Objekt repräsentiert die Koordinatenangabe eines Bereichs, wie im Informationsteil eines Fensters angezeigt. Das Objekt hat folgende Felder:

<i>Name</i>	<i>Typ</i>	<i>Bedeutung</i>
No	integer	Nummer des Bereichs. Die Numerierung erfolgt für jedes Fenster getrennt.
no	String	Bezeichner des Bereichs, z.B. Bereich 1. In diesem Fall ist No=1
X1	double	linker Rand des Bereichs, Einheit ist XUnit
x1	String	linker Rand des Bereichs, mit Einheit.
X2	double	rechter Rand des Bereichs, Einheit ist XUnit
x2	String	rechter Rand des Bereichs, mit Einheit.

Y1	double	<i>nur in Topografie</i> : unterer Rand des Bereichs, zugehörige Einheit ist YUnit
y1	String	<i>nur in Topografie</i> : unterer Rand des Bereichs mit Einheit
Y2	double	<i>nur in Topografie</i> : oberer Rand des Bereichs, zugehörige Einheit ist YUnit
y2	String	<i>nur in Topografie</i> : oberer Rand des Bereichs mit Einheit
Avg	double	mittlerer Funktionswert im Bereich, Einheit ist Unit
avg	String	mittlerer Funktionswert im Bereich mit Einheit
Min	double	kleinster Funktionswert im Bereich, Einheit ist Unit
min	String	kleinster Funktionswert im Bereich mit Einheit
Max	double	größter Funktionswert im Bereich, Einheit ist Unit
max	String	größter Funktionswert im Bereich mit Einheit
Sigma	double	Standardabweichung der Funktionswerte im Bereich, Einheit ist Unit
sigma	String	Standardabweichung der Funktionswerte im Bereich mit Einheit
Width	double	Breite des Bereichs, d.h. X2-X1 , Einheit ist XUnit
width	String	Breite des Bereichs, d.h. X2-X1 , mit Einheit
Height	double	<i>nur in Topografie</i> : Höhe des Bereichs, d.h. Y2-Y1 , Einheit ist YUnit
height	String	<i>in Topografie</i> : Höhe des Bereichs, d.h. Y2-Y1 , mit Einheit, <i>im Profil</i> : '#####'
pos	String	Positionsangabe. <i>in Topografie</i> : (X1-X2, Y1-Y2) <i>im Profil</i> : (X1-X2) jeweils mit Einheit

Der Zugriff auf Felder erfolgt mittels der Punkt-Notation, ist x ein Objekt <Range>, ergibt [?? x.width ??] die Breite des Bereichs, [?? x.Width * x.Height ??] die Fläche des Bereichs (in XUnit*YUnit). Konvertierungen sind möglich, sollten aber im <script>-Bereich vorgenommen werden³⁷.

9.2.5.11. Konfiguration der Ausgabe

Für eine weitergehende Konfiguration speichern Sie die Vorlage in Ihrem HTML-Designer ab, und öffnen Sie die Datei in einem normalen Texteditor³⁸.

Die Konfiguration der Grafiken erfolgt im -tag. Der Stil der Grafik wird durch den Dateinamen festgelegt, hier nochmals die Zuordnung:

³⁷ Es sind einige Umstände erforderlich, die Konvertierung in eine *expression* zu quetschen.

³⁸ Beispielsweise Notepad, oder auch den internen Editor von Inspector (nur verfügbar, Inspector im Entwicklungsmodus startet)

<i>Vorlage</i>	<i>Darstellungsstil</i>
~3d.bmp	isometrische Ansicht
~profile.bmp	Profilschnitt
~topo.bmp	Topografie (Falschfarbdarstellung)

Suchen Sie im Texteditor nach einem der angegebenen Dateinamen³⁹. Er sollte in einem -tag auftauchen, das folgenden Aufbau aufweist (Reihenfolge der Attribute ist beliebig):

```
<IMG SRC="~topo.bmp" WIDTH=579 HEIGHT=363 alt="">
```

Die Attribute width und height geben die Abmessungen der Grafik in Pixel an. Der Druckprozessor von Inspector generiert eine Grafik exakt dieser Größe⁴⁰, daher sind diese Attribute **zwingend** erforderlich. Wenn Ihr HTML-Designer keine Größenänderung importierter Grafiken erlaubt, können Sie die Größe hier manuell eingeben.

Neben den erforderlichen Attributen src, width, height und alt⁴¹ können für den Druckprozessor von Inspector weitere Attribute angegeben werden. Diese Attribute haben Vorrang über Einstellungen am Bildschirm dargestellter Grafiken. Verwenden Sie diese Möglichkeit bitte sorgsam.

Folgende Attribute werden neben width und height unterstützt:

9.2.5.11.1. Attribute für Liniendiagramme

<i>Attribut</i>	<i>Argumenttyp</i>	<i>Bedeutung</i>
m_bGridTicks	integer 0 oder 1	Aktiviert (1) oder deaktiviert (0) die Skala und Hintergrundgitter.
m_bBackGrid	integer 0 oder 1	aktiviert oder deaktiviert das Hintergrundgitter.
m_cGridColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe des Hintergrundgitters
m_cLineColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe der Profillinie
m_dZmin	double	unterer Grenzwert der Skala
m_dZmax	double	oberer Grenzwert der Skala

³⁹ Wahrscheinlich hat der HTML-Designer einen absoluten oder relativen Pfadnamen eingesetzt. Entfernen Sie in diesem Fall den Pfad.

⁴⁰ 'Technische' Bitmaps mit Text und Linien verlieren bei Umskalierung durch gängige Browser deutlich an Qualität.

⁴¹ Das Attribut alt wird vom HTML-Standard gefordert.

9.2.5.11.2. Attribute für Topografie

<i>Attribut</i>	<i>Argumenttyp</i>	<i>Bedeutung</i>
m_cMinColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe für Profilwerte, die kleiner sind als m_dZmin
m_cMaxColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe für Profilwerte, die kleiner sind als m_dZmax
m_iPaletteNum	integer 0..5 <ul style="list-style-type: none"> • 0: Grautreppe • 1: inverse Grautreppe • 2: Rotpalette • 3: Grünpalette • 4: Blaupalette • 5: Regenbogenpalette 	Farbpalette für Diagramme. Siehe auch m_bPhoto
m_bGridTicks	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: XY-Skala nicht darstellen • 1: XY-Skala darstellen
m_bScaleBar	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: Z-Skalierungsbalken nicht darstellen • 1: Z-Skalierungsbalken darstellen <p>Hinweis: Bei der Photodarstellung ist keine Zuordnung von Farbe zu Höhe möglich, der Balken sollte deaktiviert werden.</p>
m_bIsotropic	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: XY-Achsen unabhängig skalieren • 1: XY-Achsen gleich skalieren
m_bPhoto	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: 'normale' Palette verwenden. Farbe ist Funktion der Höhe. • 1: Photopalette verwenden. Die Farbe ist nichtlineare Funktion der Höhe und Oberflächenneigung.
m_dZmin	double	unterer Grenzwert der Skala.
m_dZmax	double	oberer Grenzwert der Skala

9.2.5.11.3. Attribute für isometrische Ansicht

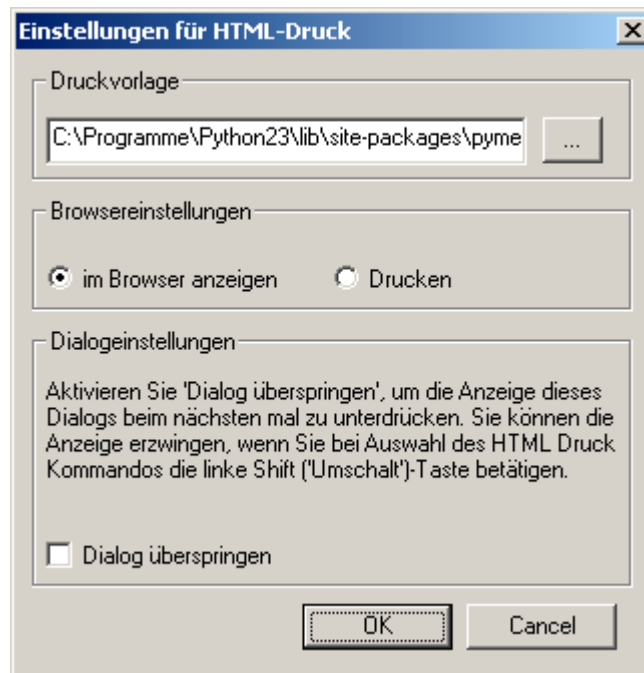
<i>Attribut</i>	<i>Argumenttyp</i>	<i>Bedeutung</i>
m_cMinColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe für Profilwerte, die kleiner sind als m_dZmin
m_cMaxColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe für Profilwerte, die kleiner sind als m_dZmax
m_cAxColor	String rrggbb, rr,gg,bb ist	Farbe der Achsenlineale

	eine Hexadezimalzahl	
m_cBackGnd	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Hintergrundfarbe der gesamten Grafik (incl. Randbereich)
m_cBorder	String rrggbb, rr,gg,bb ist eine Hexadezimalzahl	Farbe der 'Vorhänge', die das Diagramm nach vorne abschließen.
m_iPaletteNum	integer 0..6 <ul style="list-style-type: none"> • 0: Grautreppe • 1: inverse Grautreppe • 2: Rotpalette • 3: Grünpalette • 4: Blaupalette • 5: Regenbogenpalette • 6: Photo-Grau-Palette⁴² 	Farbpalette für Diagramme. Zur Orientierung: <ul style="list-style-type: none"> • Falschfarben: m_iPaletteNum=0..5, m_bPhoto=0 • Photo (I): m:iPaletteNum= 0..5, m_bPhoto=1 • Photo (II): m_iPaletteNum=6, m_bPhoto=1
m_bGridTicks	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: XYZ-Skala nicht darstellen • 1: XYZ-Skala darstellen
m_bIsotropic	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: XY-Achse gleich lang skalieren. • 1: XY-Achse entsprechend realem Verhältnis skalieren
m_bPhoto	integer 0 oder 1	<ul style="list-style-type: none"> • 0: Farbe ist Funktion des Profilwerts • 1: Farbe ist Funktion des Profilwerts und der Ausrichtung der Oberflächenfacette zum Beobachter.
m_dAlpha	double	Rotationswinkel um die Hochachse, in Grad.
m_dTheta	double	Kippungswinkel, genauer Skalierung der Profilwerte in Z-Richtung: 0=flache Darstellung, 90=seitlicher Anblick. Siehe Menüpunkt Ansicht/Kippung.
m_dAmbient	double 0..1	Umgebungshelligkeit bei Photodarstellung
m_dZmin	double	unterer Grenzwert der Skala
m_dZmax	double	oberer Grenzwert der Skala

9.2.6. Verwendung eigener Druckvorlagen

Nach der Erstellung der Vorlage können Sie die Vorlage in den Druckvorgang einbinden. Inspector speichert den Namen der Vorlage getrennt für jeden Diagrammtyp (Profil, Topografie, Isometrie) ab. Wählen Sie ein Fenster, das zum Druckstil Ihrer Vorlage gehört, und selektieren Sie den Menüpunkt Datei/Drucken/HTML-Druck. Inspector öffnet den Dialog zur Konfiguration des HTML-Drucks:

⁴² Gegenüber (0) eingeschränkter Graubereich, sinnvoll in Verbindung mit m_bPhoto=1



Betätigen Sie die Schaltfläche ..., suchen Sie im Dateibrowser Ihre Vorlage, und bestätigen Sie die Auswahl mit OK.

10. Optionale Module

Die im folgenden beschriebenen Module sind optionaler Bestandteil von Inspector.

10.1. Kameramodul

Das Kameramodul besteht aus einer (max. vier) Kamera(s), einer Framegrabber-Einsteckkarte, sowie der Softwareeinbindung in Inspector.

10.1.1. Hardware

Die Hardware besteht aus der Kamera sowie einer Framegrabbereinsteckkarte. Wir verwenden den Falcon framegrabber der Firma IDS. Zur Installation schalten Sie den PC aus und stecken die Karte in einen freien PCI-slot. Schließen Sie die Kamera an den unterste BNC-Buchse des framegrabber (Port 1) an. Abschließend muß die Kamera mit dem beiliegenden Netzteil verbunden werden.

10.1.2. Software

Anschließend ist die Installation des Treibers erforderlich. Eine Installations-CD für den framegrabber liegt bei, möglicherweise finden Sie aktualisierte Treiber auf der Internetseite von IDS (www.ids-imaging.com). Normalerweise ist Inspector für den Zugriff auf den Framegrabber vor-konfiguriert. Bei nachträglichem Erwerb erhalten Sie ein Installationsmedium mit den erforderlichen Dateien.

10.1.3. Bedienung



Öffnen Sie das Video-Fenster über das Symbol 'Live Video' in der Werkzeugleiste. Das Fenster zeigt das Kamerabild, zusammen mit einem Fadenkreuz (abschaltbar). Sie können das Fenster verschieben und in der Größe ändern. Beim Schließen wird die Position gespeichert.

Weitergehende Bedienung erfolgt über das Kontextmenü des Fensters, zugreifbar nach Betätigung des rechten Mausknopfs über dem Fenster. Die bei Offsetkameras wichtigsten Menüpunkte stellen **Camera->Sensor** und **Sensor->Camera** dar.

Der Menüpunkt **Camera->Sensor** ist vorgesehen, um den Sensor an die Position des Fadenkreuzes zu verfahren. Der Bereich im Zentrum des Fadenkreuzes liegt jetzt im Meßfleck des Sensors. Sie können anschließend an dieser Position eine Messung vornehmen.

Umgekehrt verfährt der Menüpunkt **Sensor->Camera** die Probe unter die Kamera, so daß der Bereich um den Meßfleck im Zentrum des Fadenkreuzes abgebildet wird.

Wenn mehrere Videoquellen konfiguriert sind, können Sie diese über das Kontextmenü umschalten.

10.1.4. Konfiguration

Normalerweise erhalten Sie das Kameramodul vorkonfiguriert. Wenn Sie die Konfiguration ändern wollen, müssen Sie den Inhalt der Textdatei cam.ini im Verzeichnis Grabber bearbeiten. Der Aufbau der Konfigurationsdatei wird anhand folgenden Beispiels beschrieben:

```
[CAMERA 0]
```

```
IDENTIFIER="Offsetkamera"
```

```
WIDTH =7.0
```

```
HEIGHT=5.2
```

```
CENTERX=0.5
```

```
CENTERY=0.5
```

```
OFFSETX=17.15
```

```
OFFSETY=40.87
```

```
PORT =1
```

Entsprechend der Hardware des verwendeten framegrabber können maximal vier Kameras gleichzeitig angeschlossen werden. Die Konfiguration einer Videoquelle wird durch den Abschnittsbezeichner [CAMERA X] eingeleitet. X kann dabei Werte zwischen 0 und 3 annehmen. Das Feld **BEZEICHNER** enthält eine Zeichenkette, die im Kontextmenü als Bezeichner für die Videoquelle angezeigt wird. **WIDTH** und **HEIGHT** sind die Breite und Höhe des Kamerabildfeldes, in Einheiten der X- und Y-Achse der Verfahrachsen. Diese Angabe wird für Sonderanwendungen benötigt. **CENTERX** und **CENTERY** gibt die Position des Fadenkreuzes an. Ein Wert von 0.0 entspricht der linken (unteren) Ecke, ein Wert von 1.0 der rechten (oberen) Ecke im Kamerabild. Die beiden Werte legen die Position des Fadenkreuzes im Overlay fest. Die Werte **OFFSETX** und **OFFSETY** geben den Abstand (in Einheiten der X- und Y-Achse) zwischen dem Fadenkreuz und dem Meßfleck des Sensors an. Zur Bestimmung des Offsets siehe unten. **PORT** schließlich gibt die Nummer des Framegrabbereingangs (1 bis 4) an.

10.1.4.1. Bestimmung des Kameraoffsets

Zur Bestimmung des Abstands zwischen Kamera und Sensor benötigen Sie eine Meßprobe mit identifizierbarer Oberflächenstruktur; je nach Bildfeld der Kamera beispielsweise eine Platine mit Passermarke oder kleiner Bohrung, ein Fadenkreuz aus einem Mikroskopokular⁴³, einen Halbleiterchip o.ä.

1. Bringen Sie die Marke mittels der Verfahrtscheibe ins Zentrum des Fadenkreuzes im Videobild.
2. Betätigen Sie die **Null**-Schaltfläche im Tischeinstelldialog. Ab jetzt die Probe bitte nicht mehr manuell bewegen, nur über die Tischsteuerung.

⁴³ Bei Verwendung eines Reticles empfiehlt sich die Auswertung des Reflexionskanals des Sensors. Beachten sie, daß die Marke an der Oberfläche (nicht Rückseite) zu liegen kommt.

3. Positionieren Sie die Tische, so daß die Marke ungefähr unter dem Meßfleck des Sensors liegt.
4. Führen Sie eine Flächenmessung durch, Abmessung je nach Kamerabildfeld und Positionierungsunsicherheit, z.B. 2x2mm. Die Messung sollte den Bezugspunkt **Mitte** haben, Primärachse sollte **X**, Sekundärachse **Y** gewählt werden.
5. Bestimmen Sie in der Falschfarbdarstellung die Position der Marke im Meßfeld. Sie können dazu die Funktion Werte ablesen oder die Anzeige in der Statuszeile benutzen.
6. Tragen Sie die ermittelten Werte als **OFFSETX** und **OFFSETY** mittels eines beliebigen Editors (z.B. Notepad) in die Konfigurationsdatei ein.
7. Schließen Sie das Videofenster. Der Kameraversatz wird beim nächsten Öffnen des Videofensters eingelesen. Sie brauchen Inspector also nicht zu beenden.
8. Überprüfen Sie die Eingaben: Wählen Sie **Sensor->Camera** aus dem Kontextmenü. Die Tische verfahren das Referenzteil zur Kamera. Korrigieren Sie die Tischposition, um den Referenzpunkt ins Fadenkreuz zu bewegen. Drücken Sie die **Null**-Schaltfläche im Tischeinstelldialog. Wählen Sie **Camera->Sensor**, um den Sensor an den Referenzpunkt zu verfahren. Führen Sie nochmals eine Flächenmessung wie in (4) beschrieben aus (das geht am einfachsten durch Betätigung der Flagge in der Werkzeugleiste). Nach Abschluß der Messung muß der Referenzpunkt genau im Zentrum der Messung liegen. Sie können geringfügige Abweichungen in der Konfigurationsdatei korrigieren, bei größeren Abweichungen liegt ein systematischer Fehler vor (z.B. Verwendung unterschiedlicher Referenzpunkte im Kamerabild und bei der Referenzpunktbestimmung in der Messung).
9. Schalten Sie die Tischkoordinaten zurück auf Weltkoordinaten. Betätigen Sie dazu die **Restore**-Schaltfläche im Tischeinstelldialog.

10.2. Autoscan-Tabelle

Die Autoscan-Tabelle erlaubt die Automatisierung wiederkehrender Aufgaben. In der Tabelle sind Positionen und Einstellungen für Messungen enthalten. Die Messungen können optional sofort ausgewertet werden; die Ergebnisse der Auswertung werden dann in eine Ergebnistabelle übernommen. Die Einzelmessungen stehen nach Abarbeitung der Tabelle für eine manuelle Inspektion oder weitergehende Bearbeitung zur Verfügung.

Die nachfolgende Abbildung zeigt den Aufbau der Autoscantabelle. Die Spalten bedeuten:


1. Zeilennumerierung. Diese Spalte wird automatisch generiert.
2. Aktivierungsschalter. Die ganze Zeile wird bei der Tabellenmessung bearbeitet, oder übergangen.
3. Position des Startpunkts der Messung für die X-Achse.
4. Position des Startpunkts der Messung für die Y-Achse.
5. Art der Messung. Zur Verfügung stehen Punktmessung (Profilwert über die Zeit), Linie (Datenerfassung entlang einer Linie) sowie Fläche (Datenerfassung innerhalb eines rechteckigen Bereichs).
6. Konfiguration von Bearbeitungsmakros. In einfachen Fällen bleibt diese Spalte leer. Weitergehende Auswertungen sind über zusätzliche Auswertefunktionen möglich. Diese Funktionen können, so vorhanden, in Spalte (5) konfiguriert werden. Die Konfiguration hängt in Form und Umfang vollständig von der Bearbeitungsfunktion ab.

Für eine sinnvolle Durchführung einer Tabellenmessung benötigen Sie einen Probenanschlag, um die Probe an ungefähr gleicher Position, unter Beibehaltung gleicher Ausrichtung, festzulegen.⁴⁴ Beim Umgang mit der Tabellenmessung müssen zwei Phasen unterschieden werden:

- Erstellung der Tabelle
- Benutzung der Tabelle

10.2.1. Erstellung der Tabelle

Es existieren zwei Möglichkeiten, eine Tabelle zu erstellen:

- Erzeugen einer neuen Tabelle. Dies erfolgt entweder durch Anklicken des Symbols  in der Werkzeugleiste oder durch Anwählen von **Datei/Neu/Autoscan-Tabelle**⁴⁵.

⁴⁴ Die Tabellenmessung ist translationsinvariant, nicht aber rotationsinvariant. Probendrehungen gehen in das Messergebnis ein.

⁴⁵ Sind keine weiteren Dokumentenformate für Erzeugung registriert, reduziert sich dieser Schritt auf Datei/Neu. Im Produktionsmodus sind standardmäßig keine weiteren Dokumentenformate registriert, im Editiermodus zusätzlich Script und Grep.

- Modifizieren einer existierenden Tabelle. Zum Laden einer Tabelle kann der Menüpunkt Datei/Öffnen (Dateifilter auf *.ast einstellen) verwendet werden, oder über den Drag&Drop Dateitransfer vom Explorer aus (bestehende Autoscan-Tabelle im Explorer einmal anklicken und bei gedrückter linker Maustaste in das Inspektor-Hauptfenster ziehen, Maustaste loslassen) erfolgen. Speichern Sie bei diesem Vorgehen die Tabelle sicherheitshalber sofort unter einem neuen Dateinamen ab. Damit vermeiden Sie, irrtümlich die Mustertabelle zu modifizieren. **Hinweis:** Die importierte Tabelle darf nicht schreibgeschützt sein, ansonsten können Sie die Tabelle nicht bearbeiten⁴⁶.

Sie können die Meßpositionen in der Tabelle numerisch⁴⁷ oder interaktiv⁴⁸ vergeben. Bei numerischer Definition tragen Sie die Koordinaten direkt in die Tabelle ein, bei interaktiver Vergabe fahren Sie die Positionen manuell an, und übernehmen die Koordinaten aus der Tischsteuerung. Als erster Schritt steht immer die Auswahl eines Bezugspunkts.

10.2.1.1. Bezugspunkt definieren

Bei der Erstellung der Tabelle bestehen zwei Möglichkeiten zur Koordinatenvergabe:

10.2.1.1.1. Absolutkoordinaten

Bei der Verwendung von absoluten Koordinaten beziehen sich alle Positionsangaben in der Tabelle auf den Nullpunkt der X/Y-Tische. Es gibt keine Möglichkeit, eine Positionsverschiebung der Meßprobe festzustellen und zu korrigieren. Verwenden Sie Absolutkoordinaten bei geringen Anforderungen an die Positioniergenauigkeit, und bei Verwendung einer akkuraten Probenaufnahme.

10.2.1.1.2. Relativkoordinaten

Bei Verwendung von Relativkoordinaten verstehen sich die Positionsangaben in der Tabelle relativ zu einem Bezugspunkt. Dieser Bezugspunkt muß beim Start der Tabellenmessung angefahren werden. Alle Messungen werden danach relativ zum spezifizierten Bezugspunkt durchgeführt. Als Bezugspunkt eignen sich z.B. Markierungen auf der Probe oder Probenaufnahme.

Der erste Schritt bei Verwendung von Relativkoordinaten besteht in der Definition des Bezugspunkts. Öffnen Sie zunächst die Tischsteuerung.

10.2.1.1.2.1. Bezugspunktvergabe ohne Verwendung des Kameramoduls

Bei dieser Methode ist es erforderlich, visuell den Meßfleck des Sensors über dem Referenzpunkt zu positionieren. Orientieren Sie sich dabei am Laserpunkt bzw. an der Pilotbeleuchtung des Sen-

⁴⁶ Sie können die Tabelle unter einem neuen Pfadnamen speichern, das Tabellenfenster schließen, und die gerade gespeicherte Tabelle wieder einlesen. Das geht am einfachsten mittels der Dateiliste unter dem Menüpunkt **Datei**.

⁴⁷ vorteilhaft, wenn die Sollkoordinaten der Meßprobe vorliegen

⁴⁸ vorteilhaft, wenn die Positionen anhand eines Referenzteils vergeben werden sollen

sors. Betätigen Sie anschließend die Null-Schaltfläche der Tischsteuerung. Dadurch wird der Referenzpunkt als Nullpunkt des nachfolgend verwendeten Koordinatensystems definiert.

10.2.1.1.2.2. Bezugspunktvergabe mit in-line-Kamera

Bei einer in-line Kamera ist der Meßfleck des Sensors direkt sichtbar. Öffnen Sie das Videofenster (oder beobachten Sie den externen Monitor). Positionieren Sie den Meßfleck des Sensors auf den Bezugspunkt des Referenzteils. Betätigen Sie anschließend die Null-Schaltfläche der Tischsteuerung. Dadurch wird der Referenzpunkt als Nullpunkt des nachfolgend verwendeten Koordinatensystems definiert.

10.2.1.1.2.3. Bezugspunktvergabe mit Kameramodul und Seitenkamera

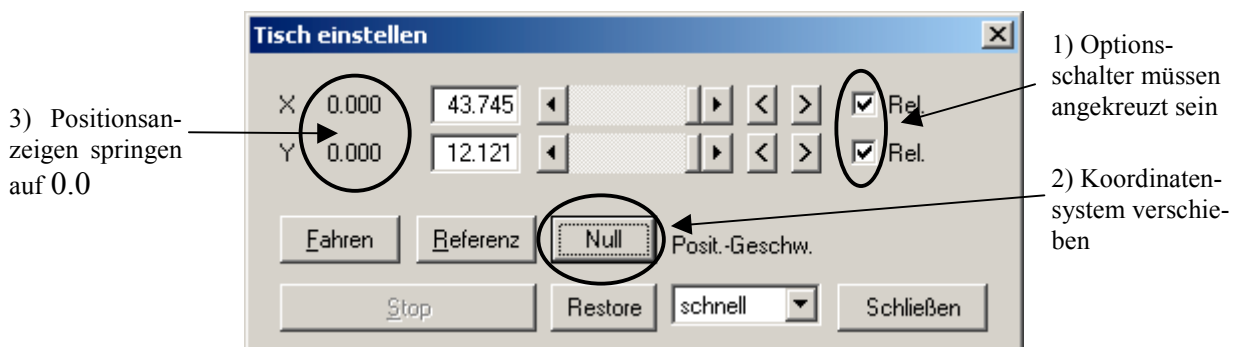
Bei Verwendung einer Seitenkamera besteht zwischen dem Bildfeld der Kamera und dem Meßfleck ein Versatz, so daß der Meßfleck des Sensors nicht direkt beobachtet werden kann. Diesem Nachteil der Seitenkamera steht das größere Bildfeld gegenüber. Der Versatz zwischen Seitenkamera und Meßposition wird nachfolgend berücksichtigt.

Öffnen Sie das Videofenster und positionieren Sie das Referenzteil mittels der Tischsteuerung in das Zentrum des Fadenkreuzes. Betätigen Sie die Null-Schaltfläche der Tischsteuerung. Dadurch wird der Referenzpunkt als Nullpunkt des nachfolgend verwendeten Koordinatensystems definiert. Der Meßfleck des Sensors befindet sich jetzt **nicht** über dem Bezugspunkt.

10.2.1.2. Bezugspunkt übernehmen

Nachdem Sie den Bezugspunkt mittels eines der Verfahren 10.2.1.1.2.1 bis 10.2.1.1.2.3 angefahren haben, muß diese Position als Nullpunkt definiert werden. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Stellen Sie sicher, daß die Rel. Schalter der X- und Y-Achse aktiviert (Häkchen) sind.
2. Betätigen Sie die Null-Schaltfläche.
3. Überprüfen Sie, daß die Positionsanzeige der X- und Y-Achse auf 0.0 springt.



10.2.1.3. Meßpositionen definieren

Die einzelnen Messungen sind im Tabellenteil des Fensters aufgelistet. Zeilen in der Tabelle können über die **Entf**-Taste gelöscht oder über die **Einf**-Taste dupliziert bzw. (bei leerer Tabelle) erstellt werden.

Zur Konfiguration jeder Messung sind die Position⁴⁹, die Meßbedingungen (wie Typ, Länge der Meßstrecke, Punktdichte etc.) sowie gegebenenfalls Parameter für die Auswertescripte anzugeben.

Einzelne Felder in der Tabelle (z.B. die Meßbedingungen) können mittels der Zwischenablage kopiert werden. Selektieren Sie das gewünschte Feld, und geben Sie die Tastenkombination **Strg-C** ein. Selektieren Sie das Zielfeld, und übernehmen den Inhalt der Zwischenablage mittels **Strg-V**. Dieses Verfahren erlaubt nur Kopieroperationen innerhalb einer Spalte. Möchten Sie eine ganze Zeile der Tabelle in die Zwischenablage kopieren, selektieren Sie in der Quellzeile die Spalte **No.** und drücken **Strg-C**. Selektieren Sie in der Zielzeile die Spalte **No.** und drücken Sie **Strg-V**.

Zum Einfügen einer neuen Zeile drücken Sie die Taste **Einf**. Dabei werden alle Einstellungen der aktuell selektierten Zeile kopiert. Zum Löschen der selektierten Zeile drücken Sie die Taste **Entf**.

Die Meßpositionen können numerisch vergeben, oder interaktiv eingelernt werden.

10.2.1.3.1. Numerische Positionsvergabe

Bei einer numerischen Positionsvergabe tragen Sie die Koordinaten der Messung in die Spalten X und Y ein. Die Koordinaten können entweder absolut im Tischkoordinatensystem eingegeben werden, oder relativ zu einem Bezugspunkt. Im zweiten Fall muß der Anwender der Tabelle vor dem Start der Messung den Referenzpunkt anfahren.

10.2.1.3.2. Interaktive Positionsvergabe

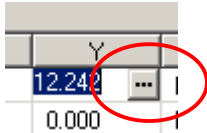
Die interaktive Positionsvergabe erfolgt, indem die Positionen auf einem Referenzteil angefahren, und die Koordinaten in die Tabelle übernommen werden. Die Koordinatenübernahme kann über eine Hilfsfunktion von Inspector erfolgen. Koordinatenangaben können entweder absolut im Tischkoordinatensystem oder relativ zu einem Bezugspunkt erfolgen.

Im zweiten Fall muß zum zunächst der Bezugspunkt der gesamten Tabelle festgelegt werden, siehe Abschnitt 10.2.1.1.2. **Überprüfen Sie unbedingt vor der Eingabe der ersten Koordinaten, daß in der Tischsteuerung am Bezugspunkt der Tabelle die Koordinaten 0,0,0,0 angezeigt werden, siehe 10.2.1.2. Ansonsten werden nachfolgend alle Koordinaten fehlerhaft übernommen.**

Positionieren Sie die Tische an die gewünschte Meßposition. Erfahrungsgemäß ist es am einfachsten, das Zentrum der Meßlinie (-fläche) anzugeben. Wenn Sie das Kameramodul zur Positionie-

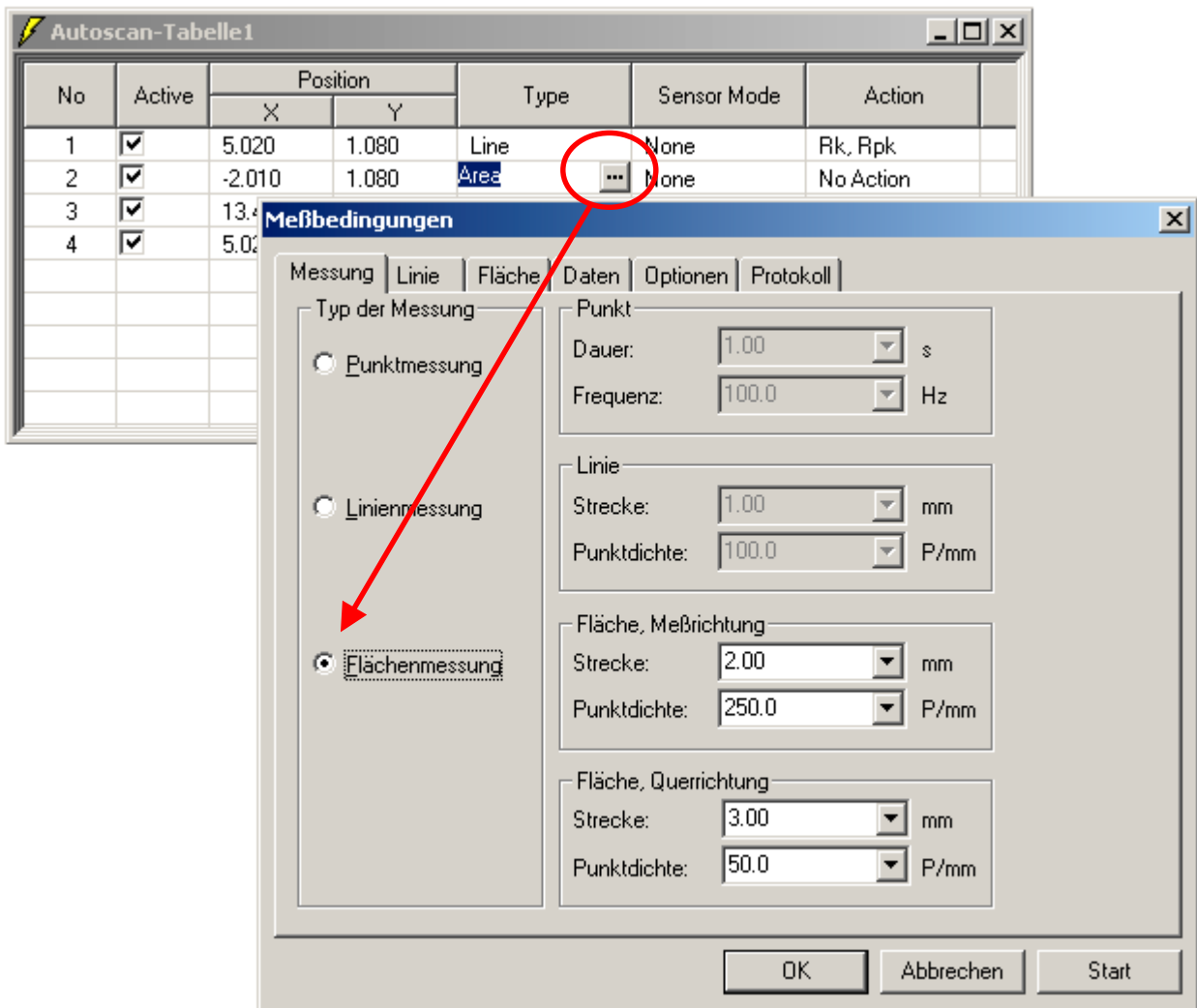
⁴⁹ des Bezugspunkts der Messung

ung einsetzen, orientieren Sie sich am Fadenkreuz. Dies gilt auch bei Verwendung einer Seitenkamera. Führen Sie keinen Wechsel zwischen Kamera- und Sensorposition aus.



Übernehmen Sie die Position durch einen Doppelklick in die rechte Ecke des Eingabefeldes für die X- oder Y-Position. Dabei wird die X- und Y-Koordinate übernommen, unabhängig davon, welches Feld angeklickt wurde.

Anschließend sollten Sie die Messung an der angegebenen Position konfigurieren. Doppelklicken Sie in die Spalte Typ. Wählen Sie im Konfigurationsdialog den Typ der Messung aus (meist Linie oder Fläche), konfigurieren Sie die Abmessungen der Messung, sowie auf den Eigenschaftenseiten den Startpunkt. **Wichtig:** Während der Tabellenmessung fährt die Tischsteuerung die Position in der Tabelle an und startet eine Messung. Die Lage des Meßfelds relativ zum Startpunkt ergibt sich aus der Konfiguration der Messung, Details siehe Kapitel 4.5. Wählen Sie im Zweifelsfall den Startpunkt Mitte bzw. Zentrum. Sie können Meßbedingungen innerhalb der Tabelle kopieren (Strg-C, Strg-V).



Bearbeitung der Meßbedingungen

Die Spalte **Sensor Mode** ist momentan nur für den Autofokussensor relevant. Bei diesem Sensor können im Sensoreinstelldialog Parametersätze zusammengestellt und unter einem Namen abgespeichert werden. Diese Namen sind in einer Liste aufgenommen. Der ausgewählte Parametersatz wird vor dem Start der Einzelmessung zur Konfiguration des Sensors verwendet.

Die letzte Spalte **Action** erlaubt die Einbettung von Bearbeitungsschritten unmittelbar im Anschluß an die Einzelmessung. Die Rückgabe dieser Auswertemakros wird in die Ergebnistabelle übernommen und angezeigt. In einfachen Anwendungsfällen der Autoscantabelle sind keine Auswertemakros erforderlich, und die Spalte **Action** zeigt den Text **No Action**.

Zur Auswahl eines Makros drücken Sie den rechten Mausknopf über der Spalte **Action**. Wählen Sie die Positionen **Select Macro** aus dem Kontextmenü. Wählen Sie das gewünschte Makro⁵⁰ aus dem nachfolgenden Dialog aus, und bestätigen Sie mit OK. Sie können Makros auch über die Zwischenablage kopieren (Strg-C, Strg-V).



Zur Konfiguration des Bearbeitungsmakros klicken Sie die Schaltfläche, oder wählen **Edit Attributes** aus dem Kontextmenü. Die Konfigurationsoberfläche, Umfang und Inhalt hängt vollständig vom Bearbeitungsmakro ab. Bei Erwerb von Auswertemakros finden Sie eine Beschreibung in der Dokumentation der Sondersoftware.

Fügen Sie eine Zeile in die Tabelle ein (Taste **Einfüg**), und wiederholen Sie vorstehende Schritte für alle Positionen.


10.2.1.4. Tabelle speichern

Nach Abschluß der Tabellendefinition sollte die Tabelle für einen späteren Zugriff abgespeichert werden. Verwenden Sie den Menüpunkt **Datei/Datei speichern unter...**

Hinweis: Wird die Tabelle **schreibgeschützt** (z.B. über den Explorer), wird die Tabelle auch in Inspector gegen Veränderungen durch den Anwender geschützt.

10.2.2. Verwendung der Tabelle

Zur Verwendung muß die Tabelle geöffnet werden. Dazu stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Auswahl von Datei/Öffnen (alternativ über die Schaltfläche  der Werkzeugleiste)
2. Drag & Drop vom Explorer.
3. Auswahl aus der Liste der zuletzt bearbeiteten Dateien.

⁵⁰ Eine Erweiterung der Liste um selbstdefinierte Makros ist möglich. Normalerweise wird die Codierung von Auswertemakros durch OPM vorgenommen und ist Teil des Kaufpreises der Autoscantabelle. Wenn Sie Makros selbst entwickeln wollen, können Sie die nötigen Informationen zum Protokoll und Interface von OPM erfragen.

10.2.2.1. Einlesen über Datei/Öffnen

Wählen Sie die Dateierweiterung *.ast*, und suchen die gewünschte Tabelle aus. Bei erfolgreichem Import erscheint ein neues Tabellenfenster im Arbeitsbereich von Inspector.


10.2.2.2. Drag & Drop vom Explorer

Selektieren Sie die Tabelle (sie trägt den Dateinamen **.ast*) im Explorer durch einen einzelnen Klick mit der linken Maustaste und 'verschieben' Sie die Datei in den Arbeitsbereich von Inspector.

10.2.2.3. Start über die Liste der zuletzt benutzten Dateien

Inspector führt eine Liste der zuletzt geöffneten Dateien. Selektieren Sie unter dem Menüpunkt **Datei** den Dateinamen aus der Liste am Ende des Menüs.

Einmalig nach jedem Start der Steuersoftware Inspector muß eine Referenzfahrt der Tische durchgeführt werden. Dabei werden die Verfahrachsen in eine Endstellung gefahren und der Positionszähler zurückgesetzt. Ohne Referenzfahrt ist die absolute Tischposition nicht bekannt.

Wählen Sie Einstellungen/Tisch einstellen vom Hauptmenü (alternativ das Symbol  aus der Werkzeugleiste). Stellen Sie sicher, daß der Sensor nicht mit der Probenaufnahme oder vorstehenden Teilen kollidieren kann und betätigen Sie die Schaltfläche Referenz. Innerhalb kurzer Zeit positionieren die Tische in eine Endstellung, und die Schriftfarbe in den Zielpositionsfeldern wechselt von rot auf schwarz. Damit ist die Referenzfahrt beendet.



Dialog der Tischsteuerung

10.2.3. Messung starten

1. Legen Sie das Meßobjekt an die vorgesehene Position auf den Verfahrtisch. Ein Probenanschlag ist hierfür hilfreich. Vergewissern Sie sich, daß der Sensor nicht mit der Probe, Probenaufnahme oder anderen herausragenden Teilen kollidiert.
2. Wenn Ihre Anlage mit dem Kameramodul ausgestattet ist, öffnen Sie jetzt das Videofenster.

3. Selektieren Sie den Menüpunkt **Messen/Tabellenmessung**⁵¹.

Der Dialog der Tischsteuerung wird aufgeklappt. Wenn die Tabelle mittels Absolutkoordinaten (siehe Abschnitt 10.2.1.1.1) erstellt wurde, betätigen Sie einfach die **Schließen**-Schaltfläche. Bei Verwendung von Relativkoordinaten (siehe Abschnitt 10.2.1.1.2) erwartet Inspector die Angabe des Referenzpunkts. Je nach Hardwareausstattung der Anlage wählen Sie eine der nachfolgend beschriebenen Verfahren:

10.2.3.1. Referenzpunktangabe ohne Kamera, bzw. mit in-line-Kamera

- Bei dieser Variante muß der Sensor zum Bezugspunkt verfahren werden, so daß der Meßfleck exakt auf dem Bezugspunkt zu liegen kommt. Verwenden Sie die Verfahrenschaltflächen > und < der Tischsteuerung, oder, so vorhanden, die Joystickschalter am Stein. Zur Feinpositionierung kann die Verfahrensgeschwindigkeit über die Liste **Posit.-Geschw.** reduziert werden. Kontrollieren Sie die Ausrichtung visuell mittels der Kamera, dem Laserpunkt des Sensors oder der Pilotleuchte.
- Kontrollieren Sie, daß die **Rel.** Schalter der X- und Y-Achse aktiviert sind (Häkchen).
- Betätigen Sie die **Null**-Schaltfläche. Die Positionsangaben der X- und Y-Achse springen auf 0.0.
- Betätigen Sie die **Schließen**-Schaltfläche. Die Messung beginnt.
- Alternativ können Sie die Tabellenmessung an diesem Punkt durch Drücken der **ESC**-Taste **abbrechen**.

10.2.3.2. Referenzpunktangabe mit Kameramodul und Seitenkamera

- Bei dieser Variante muß der Bezugspunkt zur Kamera verfahren werden, so daß das Fadenkreuz im Videofenster exakt auf dem Bezugspunkt zu liegen kommt. Verwenden Sie die Verfahrenschaltflächen > und < der Tischsteuerung, oder, so vorhanden, die Joystickschalter am Stein. Zur Feinpositionierung kann die Verfahrensgeschwindigkeit über die Liste **Posit.-Geschw.** reduziert werden.
- Sobald die Referenzposition im Zentrum des Fadenkreuzes zu liegen kommt, wählen Sie den Menüpunkt **Camera->Sensor** aus dem Kontextmenü des Videofensters (rechten Mausknopf innerhalb des Videofensters betätigen). Der Sensor wird an die Referenzposition verfahren, so daß der Meßfleck auf dem Bezugspunkt zu liegen kommt.
- Kontrollieren Sie, daß die **Rel.** Schalter der X- und Y-Achse aktiviert sind (Häkchen).
- Betätigen Sie die **Null**-Schaltfläche. Die Positionsangaben der X- und Y-Achse springen auf 0.0.
- Betätigen Sie die **Schließen**-Schaltfläche. Die Messung beginnt.
- Alternativ können Sie die Tabellenmessung an diesem Punkt durch Drücken der **ESC**-Taste **abbrechen**.

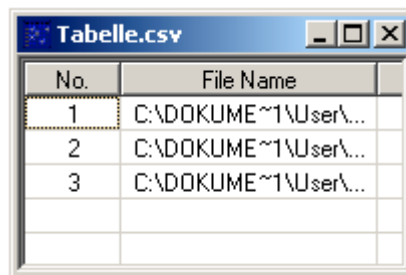
⁵¹ Der Menüpunkt ist nur verfügbar, wenn das Fenster der Tabelle als oberstes Fenster selektiert (*fokussiert*) ist. Bringen Sie das Tabellenfenster ggf. in den Vordergrund (Titelzeile der Tabelle anklicken).

Nach Betätigung der Schließen-Schaltfläche startet die Tabellenmessung. Die in der Tabelle abgelegten Positionen werden nacheinander angefahren, und die vorkonfigurierte Messung durchgeführt.

Am Ende aller Messungen erscheint eine Ergebnistabelle, die Verweise auf die Meßwertdateien, sowie ggf. die Ergebnisse eingebetteter Auswertemakros anzeigt. Die Meßwertdateien können mittels Doppelklick geöffnet werden.

Wichtig: Beachten Sie, daß die Ergebnisdateien in einem Temporärverzeichnis abgelegt werden. Sie werden bei der nächsten Tabellenmessung **überschrieben**. Wenn Sie die Dateien über mehr als eine Tabellenmessung benötigen, können sie die Dateien entweder manuell aus dem Temporärverzeichnis kopieren⁵², oder mittels eines Bearbeitungsmakros die Daten umkopieren.

Die Ergebnistabelle kann im CSV-Format, z.B. zum Import nach E*cel oder OpenOffice, abgespeichert werden. Selektieren Sie dazu die Ergebnistabelle, und wählen Sie den Menüpunkt **Datei/speichern unter...** aus dem Menü.



No.	File Name
1	C:\DOKUME~1\User\...
2	C:\DOKUME~1\User\...
3	C:\DOKUME~1\User\...

Ergebnistabelle

10.3. Messbereichserweiterung

Die Messbereichserweiterung vergrößert den maximalen Meßbereich eines Sensors unter Verwendung einer zusätzlichen Z-Achse. Je nach Sensor ist die Messbereichserweiterung unterschiedlich implementiert. Prinzipiell wird dabei das Messobjekt schichtweise gemessen, und die Einzelmessungen zu einer Gesamtmessung zusammengesetzt.

Zur Aktivierung der Messbereichserweiterung muß die Sensorachse mit dem Flag BIT_ZAXIS markiert werden.

in Motors.ini:

```
[MOTOR Z]  
FLAGS=65
```

⁵² Der Dateiname und Pfad ist unter der Spalte File Name angegeben. Vergrößern Sie das Fenster sowie die Spalte, um den gesamten Pfadnamen einzusehen. Markieren des Pfadnamens mit der Maus, und Kopieren in die Zwischenablage sind möglich.

10.3.1. Messbereichserweiterung für AF16

10.3.1.1. Übersicht

Beim AF16 wird aufgrund des geringen Arbeitsabstands ein besonderes Messverfahren benötigt. Beim ersten Durchgang wird die oberste Schicht Linie für Linie ganz normal gemessen. Anschließend bestimmt die Software Bereiche, die vom Sensor nicht erfasst wurden. Für jeden dieser Bereiche wird eine neue Linienmessung auf der nächst-tieferen Schicht durchgeführt und das Ergebnis in erfasste und nicht-erfasste Bereiche aufgespalten. Die nicht-erfassten Bereiche werden nach gleichem Verfahren bearbeitet, bis entweder die gesamte Linie komplett erfasst, oder die maximale Zustelltiefe erreicht ist. Zwischen den einzelnen nicht-erfassten Segmenten wird die Z-Achse soweit verfahren, daß der Sensor nicht mit der Probenoberfläche kollidiert.

Hinweise:

- Für die Meßbereichserweiterung wird eine motorisierte Z-Achse benötigt.
- Die Messbereichserweiterung erfordert, daß die Probenoberfläche hinreichend kontinuierlich gestaltet ist, und der Sensor prinzipiell an jeder Position fokussieren kann. Besondere Vorsicht ist dabei an Kanten vonnöten. Gegebenenfalls muß die maximale Zustelltiefe begrenzt werden, um eine Kollision mit der Probe zu vermeiden.
- Die erste Messung auf oberster Schicht muß ohne Kollision gelingen. Alle Oberflächenteile müssen in diesem Durchgang entweder erfasst werden, oder in einer tieferen Schicht liegen. Der Sensor wird nicht höher verfahren.
- Die Meßbereichserweiterung vergrößert die Meßzeit deutlich.

Die folgende Grafik soll den Meßvorgang verdeutlichen:

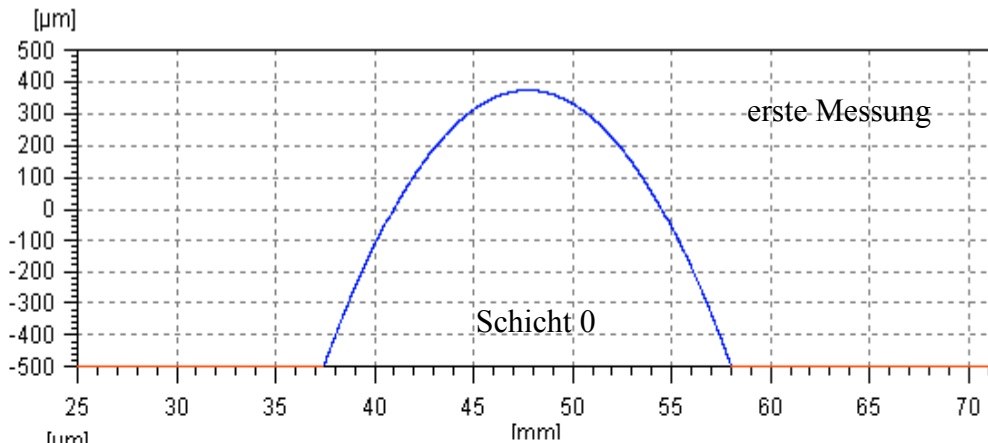
- Die erste Messung (Schicht 0) erfasst nur den Scheitel des Messobjekts. Die Meßlinie zerfällt in drei Teile (nicht erfasst, erfasst, nicht erfasst).
- Die zweite Messung (Schicht 1) beginnt am Anfang der Meßlinie bis zum Beginn des erfassten Bereichs (25-37.5mm). Der Teil von 25-32.7mm wurde nicht erfasst.
- Die dritte Messung (Schicht 2) geht von 25 bis 32.7mm. Von dieser Linie wurde der Bereich von 25 bis 29.2mm nicht erfasst.
- Die vierte Messung (Schicht 3) geht von 25 bis 29.2mm.
- Der Bereich links des Scheitels ist komplett erfasst, die Einzelmessungen werden zusammengesetzt. Der Sensor verfährt an die höchste Position, und beginnt die Messung des Bereichs rechts des Scheitels.
- Die fünfte Messung (Schicht 1) geht von 58-71.5mm. Der Bereich 62.8 bis 71.5mm wurde nicht erfasst.
- Die sechste Messung (Schicht 2) geht von 62.8mm bis 71.5mm. Der Bereich 66.2 bis 71.5mm wurde nicht erfasst.

- Die siebte Messung (Schicht 3) geht von 66.2mm bis 71.5mm. Der Bereich ist komplett erfasst.
- Der Bereich rechts des Scheitels ist komplett erfasst, die Einzelmessungen werden zusammengesetzt.
- Die drei Bereiche der ersten Messung sind komplett bearbeitet, und werden zum Gesamtergebnis zusammengesetzt. Die Messung ist komplett.

Abbruchkriterium für die Schichtmessung ist

- das Erreichen der maximalen Zustelltiefe
- die komplette Erfassung des Segments.

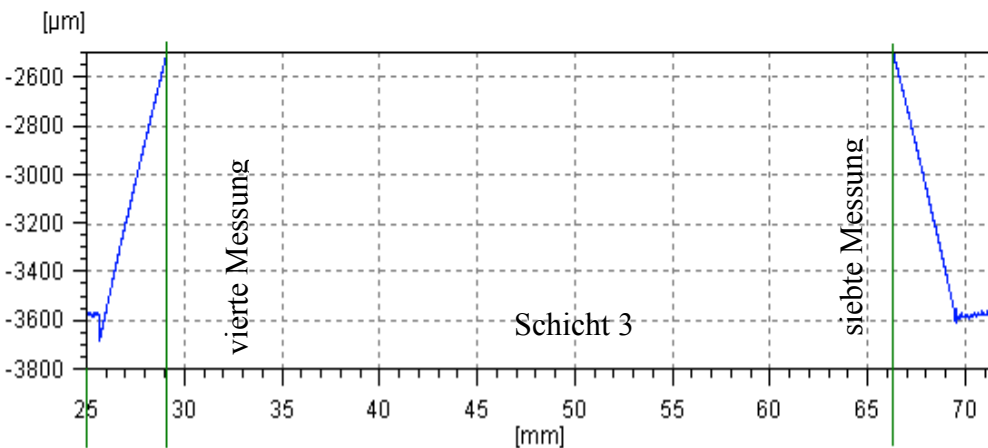
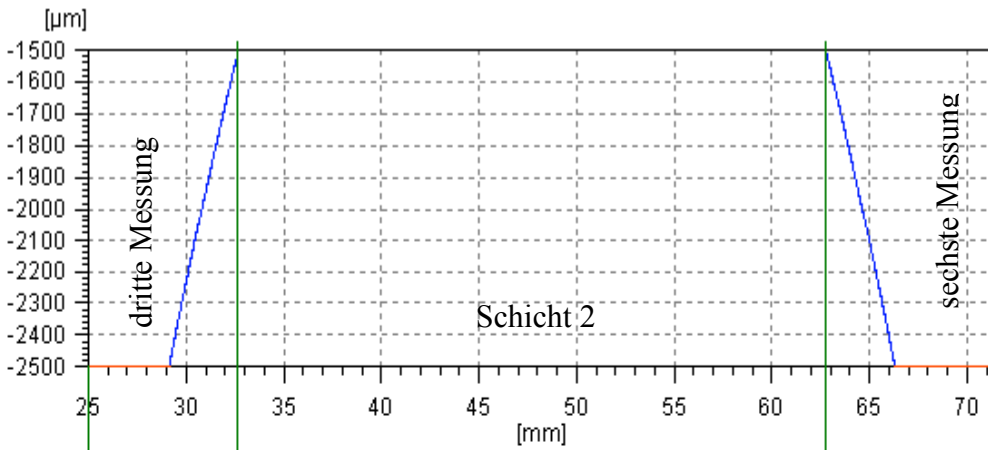
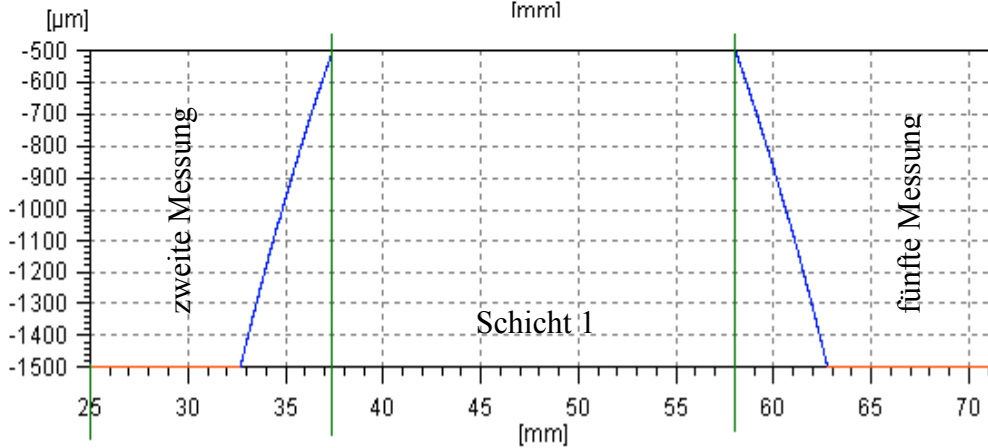
ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

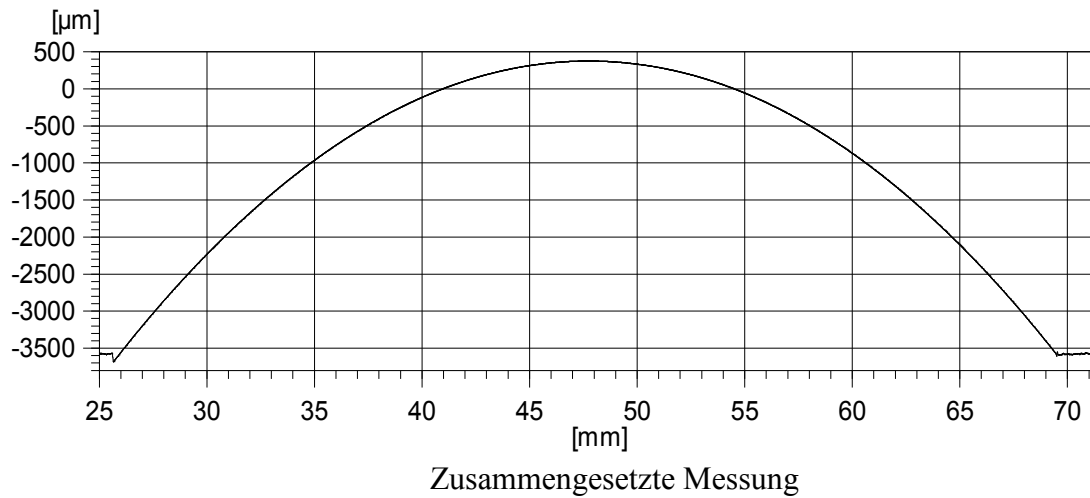


nicht erfasst

erfasst

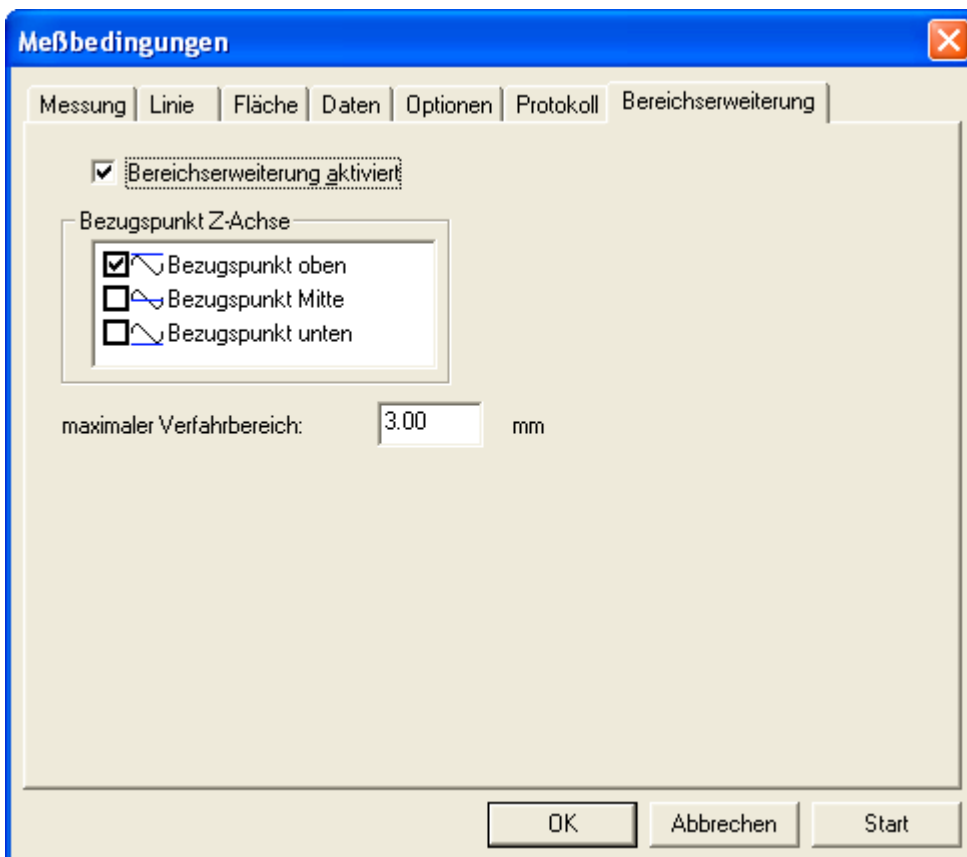
Segment





10.3.1.2. Einstellungen und Aktivierung der Messbereichserweiterung

Die Messbereichserweiterung ist nur bei installiertem AF16 Sensor und Z-Achse verfügbar. Unter diesen Voraussetzungen wird folgende Seite dem Eigenschaftendialog für die **Messung** (Messen/Bedingungen) hinzugefügt:



Der Schalter 'Bereichserweiterung aktiviert' aktiviert oder deaktiviert die Meßbereichserweiterung. Bei deaktivierter Erweiterung wird eine 'normale' Messung ohne Verwendung der Z-Achse ausgeführt. Bei aktivierter Erweiterung werden die Konfigurationsmöglichkeiten 'Bezugspunkt Z-Achse' und 'maximaler Verfahrbereich' bearbeitbar.

Die Liste 'Bezugspunkt Z-Achse' bestimmt die Position der Z-Achse vor Beginn der Messung.

- Bei Anwahl von 'Bezugspunkt oben' beginnt die oberste Schicht an der aktuellen Z-Position. Diese Einstellung ist für Messungen an konvexen Objekten geeignet, wenn der Sensor auf den Scheitel fokussiert ist.
- Der Punkt 'Bezugspunkt Mitte' legt fest, daß die Z-Achse vor Beginn der Messung der obersten Schicht um die Hälfte des maximalen Verfahrbereichs nach oben verfahren wird. Diese Einstellung ist für Messungen an Ebenen geeignet, wenn der Sensor vor Beginn der Messung auf das Zentrum der Ebene fokussiert ist. Beachten Sie, daß der angegebene 'maximale Verfahrbereich' groß genug (in Bezug auf die Messstrecke und Objekt) gewählt wird.
- Der Punkt 'Bezugspunkt unten' bestimmt, daß die Z-Achse vor Beginn der Messung um den 'maximalen Verfahrbereich' nach oben verfährt. Diese Einstellung ist für Messungen von konkaven Objekten geeignet, wenn der Sensor vor Beginn der Messung auf den tiefsten Punkt fokussiert ist.

Das Eingabefeld 'maximaler Verfahrbereich' legt den maximalen Meß- und Verfahrbereich fest. In Verbindung mit der Liste 'Bezugspunkt Z-Achse' ergibt sich die unterste Position der Z-Achse.

10.3.2. Meßbereichserweiterung für Konfokalsensoren

10.3.2.1. Übersicht

Die Konfokalsensoren eignen sich aufgrund ihrer Arbeitsweise für eine vom Autofokussensor abweichende Technik zur Bereichserweiterung. Dabei werden komplette Höhenschichten gemessen und gemeinsame Profilanteile mit der darunter- oder darüberliegenden Schicht zusammengeführt. Der Vorgang erfolgt nach Eingabe des gewünschten Verfahrbereichs und Startposition für die Z-Achse automatisch.

Hinweise:

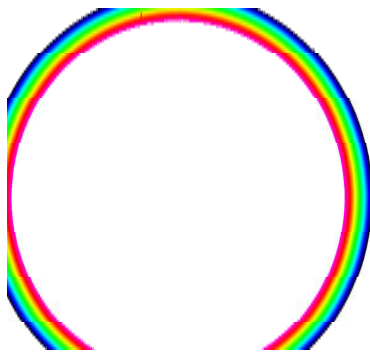
- Für die Meßbereichserweiterung wird eine motorisierte Z-Achse benötigt. Die Verfahrrichtung der Achse muß so konfiguriert werden, daß zunehmenden Koordinatenwerte zunehmendem Abstand vom Sensor zur Probenoberfläche entsprechen.
- Die Meßbereichserweiterung kann für Linien- und Flächendateien verwendet werden. Punktmessungen sind nicht für die Bereichserweiterung geeignet.
- Bei Messungen mit Meßbereichserweiterung ergibt sich ein erhöhtes Risiko für Sensorbeschädigungen. Beachten Sie vor Messung bitte die Anmerkungen in Abschnitt 10.3.2.2. Sen-

sorbeschädigung aufgrund fehlerhafter Verwendung der Meßbereichserweiterung **unterliegen nicht der Gewährleistung**.

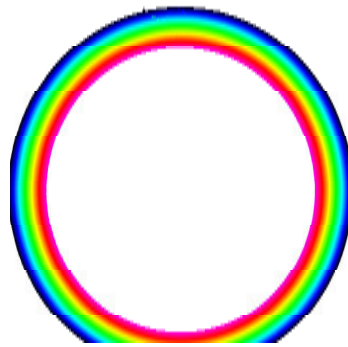
- Die Messung beginnt bei der tiefsten Schicht, alle weiteren Schichten werden dann mit aufsteigenden Positionswerten der Z-Achse gemessen.
- Die Meßbereichserweiterung vergrößert die Meßzeit linear entsprechend der Anzahl der geforderten Ebenen. Wählen Sie daher den Wert für dem maximalen Verfahrensbereich nicht sinnlos größer wie erforderlich. Sie können die Messung via ESC- bzw. Stoptaste vorzeitig beenden sobald die Probe komplett erfasst ist. Alle komplett erfassten Ebenen werden dabei zusammengeführt.
- Der freie Arbeitsabstand des Sensors begrenzt den nutzbaren Bereich der Meßbereichserweiterung. Der Sensor wird **nicht** der Oberfläche kontinuierlich nachgeführt, die Messung erfolgt auf der gesamten Meßfläche (bzw. Linie) in übereinanderliegenden Ebenen.
- Die Meßprobe darf sich während der Messung nicht bewegen, ansonsten werden die Ebenen fehlerhaft zusammengeführt.
- Die angezeigte Meß- und Restzeit im Vorschauenfenster der Messung bezieht sich auf die aktuelle Einzelmessung, nicht die Gesamtzeit. Die Grafik im Vorschauenfenster zeigt ausschließlich die Daten der Einzelmessung. Ebenenausgleich und Zusammenführung erfolgt in einem separaten Schritt.

Die folgende Grafik soll den Vorgang anhand eines Beispiels visualisieren:

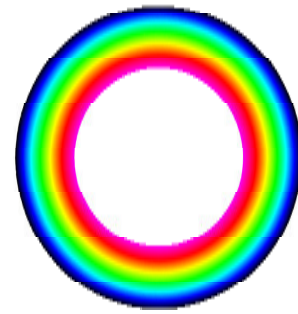
- Die tiefste Schicht wird entsprechend den eingestellten Meßbedingungen gemessen. An dieser Stelle wird nicht zwischen erfassten und nicht-erfassten Profilanteilen unterschieden.
- Die Z-Achse wird um 80% des Sensormeßbereichs nach oben verfahren und die nächste Schicht gemessen. Auch hierbei erfolgt keine Klassifizierung der Profilwerte.
- Der vorstehend beschriebene Schritt wird solange wiederholt, bis der vom Anwender vorgegebene Verstellbereich erfasst ist
- Sobald alle Höhenschichten vorliegen, wird die exakte Verschiebung in Profilrichtung zwischen je zwei benachbarten Layern berechnet. Entsprechend der nominalen Positionierung entstehen in benachbarten Layern (potentielle) Überlappungsbereiche. Im 'oberen' Layer liegt dieses Band im negativen Profilwertebereich (beim KF3: -200..-500µm), im unteren Layer im positiven Profilwertebereich (beim KF3: 200..500µm). Aus allen Profilwerten, die sowohl im Überlappungsbereich des oberen und unteren Layer liegen und deren Höhendifferenz unten-oben in unmittelbarer Nähe der nominalen Schrittweite liegt, wird ein gewichteter Mittelwert berechnet. Dieser Wert entspricht der tatsächlichen Verschiebung zwischen dem Layerpaar. Existiert keine beobachtbare Überlappung, wird ersatzweise die nominale Verschiebung verwendet.
- Anschließend bestimmt der Algorithmus pixelweise die Ebene mit maximaler Reflexion. Der Profilwert wird entsprechend der vorstehend berechneten Verschiebung bezüglich dem untersten Layer positioniert. Aus dem Paar 'Positionswert+Verschiebung' und maximalen Reflexionswert ergibt sich die Topografie der Oberfläche. Die Einzelmessungen sind zusammengeführt.



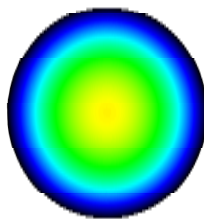
Tiefste Ebene



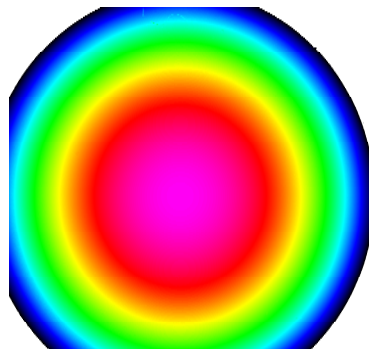
Mittlere Ebene



zweithöchste Ebene



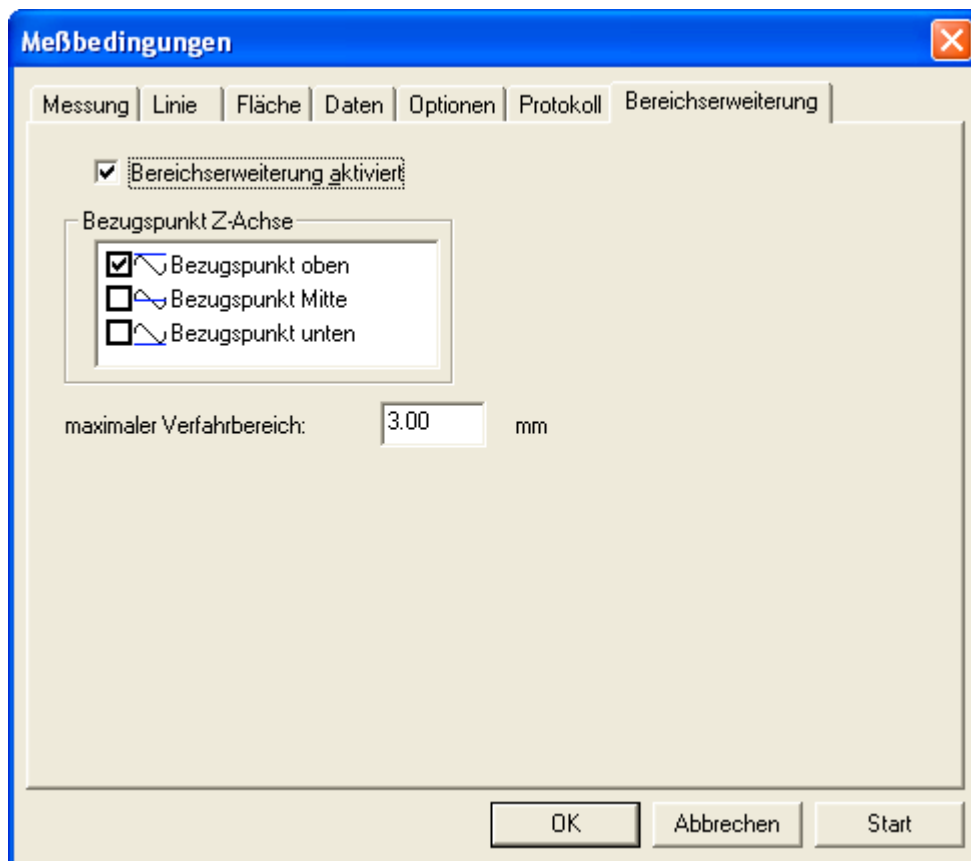
Höchste Ebene



Zusammengesetzte Messung

10.3.2.2. Einstellungen und Aktivierung der Messbereichserweiterung

Die Messbereichserweiterung ist nur bei installiertem Konfokalsensor (KF3, KF3-Tele, C1) und motorisierter Z-Achse verfügbar. Unter diesen Voraussetzungen wird folgende Seite dem Eigenschaftendialog für die Messung (Messen/Bedingungen) hinzugefügt:



Der Schalter 'Bereichserweiterung aktiviert' aktiviert oder deaktiviert die Meßbereichserweiterung. Bei deaktivierter Erweiterung wird eine 'normale' Messung ohne Verwendung der Z-Achse ausgeführt. Bei aktivierter Erweiterung werden die Konfigurationsmöglichkeiten 'maximaler Verfahrbereich' und (je nach Sensor⁵³) 'Bezugspunkt Z-Achse' bearbeitbar.

Die Liste 'Bezugspunkt Z-Achse' bestimmt die Position der Z-Achse vor Beginn der Messung.

- Bei Anwahl von 'Bezugspunkt oben' endet die oberste Schicht an der aktuellen Z-Position. Diese Einstellung ist für Messungen an konvexen Objekten geeignet, wenn der Sensor auf den Scheitel fokussiert wird. Beachten Sie, daß die Z-Achse zu Beginn der Messung um den eingegebenen maximalen Verfahrbereich nach unten positioniert. Prüfen Sie unbedingt den eingegebenen Wert um Kollisionen zu verhindern.
- Der Punkt 'Bezugspunkt Mitte' legt fest, daß die Z-Achse vor Beginn der Messung in der Mitte des erweiterten Messbereichs steht. Die Z-Achse wird zu Beginn der Messung um die Hälfte des maximalen Verfahrbereichs nach unten verfahren. Diese Einstellung ist für Messungen an Objekten geeignet, bei denen der Sensor vor Beginn der Messung auf das Zentrum der Ebene fokussiert werden kann. Beachten Sie, daß die Z-Achse zu Beginn der Messung um

⁵³ Bezugspunkt wird nur bei Sensoren mit großem Arbeitsabstand (KF3-Tele, C1-600) freigeschaltet, ansonsten ist die Gefahr einer Kollision zwischen Sensor und Probe durch unbeabsichtigtes Absenken zu groß. Bei Sensoren mit 'kleinem' Arbeitsabstand (KF3, C1 (alle bis auf C1-600)) ist **immer** Bezugspunkt unten angewählt, es erfolgt **keine** automatische Absenkung. Sie müssen manuell auf die tiefste Ebene positionieren.

die Hälfte des eingegebenen maximalen Verfahrbereichs nach unten positioniert. Prüfen Sie unbedingt den eingegebenen Wert um Kollisionen zu verhindern.

- Der Punkt 'Bezugspunkt unten' bestimmt, daß die Z-Achse zu Beginn der Messung auf der untersten Ebene positioniert ist. Alle weiteren Ebenen werden mit zunehmendem Abstand des Sensors zur Probe hin gemessen. Diese Einstellung ist für Messungen von konkaven Objekten geeignet, wenn der Sensor vor Beginn der Messung auf den tiefsten Punkt fokussiert ist. Bezugspunkt unten wird bei Sensoren mit 'kleinem' Arbeitsabstand automatisch eingestellt und kann nicht verändert werden.

Das Eingabefeld 'maximaler Verfahrbereich' legt den maximalen Mess- und Verfahrbereich fest. In Verbindung mit der Liste 'Bezugspunkt Z-Achse' ergibt sich die tiefste und höchste Position der Z-Achse.

Beachten Sie bei der Eingabe des maximalen Verfahrbereichs, daß je nach Bezugspunkt die Z-Achse beim Start der Messung um den halben oder ganzen Verfahrbereichswert nach unten verfährt. Der Sensor darf dabei nicht mit der Oberfläche kollidieren. Bei Unsicherheit bezüglich der Auswirkungen wählen Sie bitte Bezugspunkt unten und positionieren manuell auf die tiefste Ebene.

Der maximal sinnvolle Wert für Verfahrbereich ist durch den Arbeitsabstand des Sensors vorgegeben (4mm für KF3 und C1-300, 1.6mm für C1-120, 13.5mm für KF3-Tele).

11. Wichtige Hinweise

Dieses Handbuch und die darin aufgeführte Software werden unter Lizenz zur Verfügung gestellt und dürfen nur gemäß den Bedingungen einer solchen Lizenz benutzt oder kopiert werden. Die in diesem Handbuch bereitgestellten Informationen dienen ausschließlich Informationszwecken und können sich ohne vorherige Ankündigung ändern. Sie stellen keinerlei Verpflichtung der OPM GmbH dar.

OPM übernimmt keinerlei Verantwortung oder Haftung für in diesem Handbuch eventuell enthaltene Fehler oder Ungenauigkeiten. Außerhalb des Rahmens der in einer solchen Lizenz enthaltenen Bestimmungen darf kein Teil dieser Veröffentlichung ohne vorherige schriftliche Genehmigung der OPM GmbH reproduziert oder auf einem Speichersystem gespeichert werden, sowie in irgendeiner Form oder irgendwelchen Mitteln, sei es auf elektronischem oder mechanischem Wege, bzw. über ein Speichermedium oder auf sonstige Art übertragen werden.

Die OPM GmbH übernimmt für die Software keinerlei Haftung, weder explizit noch implizit, wobei auch implizite Haftung für die Marktfähigkeit und die Eignung für einen bestimmten Zweck keine Ausnahme darstellt. OPM übernimmt keinerlei Haftung, gewährt keine Garantie und erhebt auch keinerlei Anspruch, was die Verwendung der OPM Software und eine damit verbundene Richtigkeit, Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Aktualität oder anderes angeht, betrifft.

Jegliches Risiko in Bezug auf mit der OPM Software erzielten Ergebnisse und die Leistungsfähigkeit der Software tragen Sie selbst. Unter keinen Umständen übernehmen OPM, die Firmenleitung, leitende Angestellte oder Vertreter Ihnen gegenüber eine Haftung für Folgeschäden, zufällig auftretende oder indirekte Schäden (einschließlich entgangenem Gewinn, Betriebsunterbrechung, Verlust von Firmendaten und ähnlichem), die aus der Verwendung oder dadurch daß eine Verwendung der OPM Software nicht möglich ist, entstehen, selbst wenn OPM die Möglichkeit dieser Schäden bekannt ist.

12. Konformitätserklärung

Hersteller	OPM GmbH Nobelstraße 7 76275 Ettlingen Tel: 07243 529942 Fax: 07243 524480 EMail: info@opm-messtechnik.de WWW: www.opm-messtechnik.de
Gegenstand der Erklärung	Meßmaschine Hyperion
Gültigkeit	ab Baujahr 2013

EU-Konformitätserklärung

Im Sinne der **Maschinenrichtlinie** 2006/42/EG
und der **EMV-Richtlinie** 2014/30/EU
und **RoHS Richtlinie** 2011/65/EU

Hiermit erklären wir, daß die Maschine **Hyperion**, bestehend aus

- Granitportal mit XY DC-Motorachse, Säule
- Sensor AF16 oder KF3 oder KF3/Tele oder C1 oder WLI moB
- Vertikale Achse, manuell oder Schrittmotorantrieb
- Motor- und Sensorsteuerelektronik

optional

- Steuerrechner (Standard-PC) mit Mess- und Auswertesoftware Inspector

den vorgenannten einschlägigen Bestimmungen entspricht.

Folgende harmonisierte Normen wurden angewendet:

- EN 61010 Teil 1 (2010) Sicherheitsbestimmungen für elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- EN 61326 Teil 1 (2006) elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte EMV-Anforderungen Teil 1: Allgemeine Anforderungen.
- EN ISO 12100 (2011) Sicherheit von Maschinen

Dokumentationsbeauftragter ist Herr Frank Werner, erreichbar über obige Firmenadresse.

ANWENDERHANDBUCH INSPECTOR

Das Gerät darf nur durch fachkundige Personen benutzt werden. Eine deutschsprachige Bedienungsanleitung liegt vor.

Ettlingen, den 17.7.2017

Wolfgang Zint, Geschäftsführer

A

Absolutkoordinaten 161
Abtastfrequenz 31, 34
Achsenbeschriftung 42, 98, 102
Anzeigegrenzen 95
arithmetische Mittenrauhwert 59
Arithmetischer Mittelwert 40
Arithmetisches Mittel 54, 117
Auflösung 82
Aufstellungsort 24
Ausgleichsgerade 47, 48, 50, 110
Ausrichten 39, 47, 48, 49, 50, 80, 109, 110, 111, 112
Außen nach Innen 34
Auswahl einer Zeile 92
Automatisierung 160
Autoscan-Tabelle 160

B

Beleuchtung 43, 102
Beschleunigungsstrecke 30
Betrag 83
Bezugspunkt 161
Bezugsstrecke 57
Bidirektional 34

C

C1 73
C2 73
Camera->Sensor 157

D

D 73
Datenaufnahme 36
Datenexport 44
Datenformate 96
Datenkanal Siehe Sensorkanal
Datenquelle 36
Datenquellen 90, 127
Differenzenquotient 56
Drehung 43, 102
Druck 44

E

Endschalter 27

F

Falschfarbendarstellung 97, 129
Fensterfunktion 80
FFT 79
Filter 53, 57, 114
Flächendaten 95
Flächenmessung 32
Form entfernen 39, 48, 50, 109, 112

Formabweichung 47
Framegrabber 157
Frequenz 34
FRT 96

G

Gauß 41, 55, 118
Gaußfilter 41, 54, 55, 57, 58, 74, 117, 118, 119
Gerätefüße 23
Gewährleistung 25
Gradient 41, 119
Grenzwellenlänge 57

H

Histogramm 95
Höhenversteller 23
Horizontalspiegelung 40
HTML-Druck 135

I

Imaginärteil 83
Innen nach Außen 34
Installation 8
inverse Fouriertransformation 82
Isometrie 43
isometrische Darstellung 99, 129
isotrope Darstellung 42, 98, 101

K

K 68
Kameramodul 157, 161
Kameraoffset 158
Kanal 42
Kanten 90
Kernel 41, 56, 57, 119, 121
Kernrauhentiefe 74
Kippung 43, 102
komplexe Amplitude 83
Kontrastdarstellung 98

L

Lagerung 25
Laplace 41, 119
Lichteinfall 100
Lichteinfallsrichtung 43
Lichteinfallswinkel 43
Lichtquelle
 Position 108
Liniendiagramm 97, 128
Linienmessung 29, 31, 32, 33, 34
Liniensubtraktion 90
Lizenz 178
Lo 67
Lr 67

M

Materialtraganteil 74
Matrixfilter 40, 53, 114, 115
maximale Frequenz 82
Maximum 32, 41, 47, 55, 62, 95, 117, 128
Median 40, 54, 117
Meßachse 33
Meßbedingungen 28
Messbereichserweiterung 168
Meßfrequenz 32
Meßposition 163
Meßprotokoll 38
Meßraum 22
Meßrichtung 34
Minimum 32, 40, 47, 55, 62, 95, 117, 128
Mitte 34
Mr1 74
Mr2 74

N

Netzschalter 23
normierte Riefenzahl 73
NrS 73
nutzbare Punktdichte 29

Ö

Öffnen 44
Ortsbereich 79

P

Pa 77
Palette 42, 97, 99
Parabel 50
periodischen Fortsetzung 79
Phase 83
photorealistische Darstellung 43, 98
Plateau 74
Polynom 50, 112
Profilextraktion 93
Profilkanal 36, 86, 90, 121, 127
Profilschnitt
 geneigt 94
 horizontal 94
 vertikal 94
Profilwertspiegelung 40
Pt 78
Punktabstand 29
Punktdichte 28, 29, 31, 32, 34
Punktmessung 29

Q

Querachse 33
Querrichtung 36

R

R3z 70

R3zm 70

Ra 59

Rauheitsparameter 57

Realteil 83

reduzierte Riefentiefe 74

reduzierte Spitzenhöhe 74

Referenzfahrt 27

Reflexionseigenschaft 108

Reflexionskanal 36, 90, 127

Reflexionsschwelle 86

Regression 39, 48, 49, 109, 110

Reinigung 25

Relativkoordinaten 161

Riefenzahl 73

Rillenabstand 73

Rk 74

Rmax 62

RMS-Wert 60

Rp 65

Rpk 74

Rpm 65

Rq 60

Rt 64

Rückkehr nach Messung 37

Rückwärts 34

Rvk 74

Ry 64

Rz 72

RzDIN 62

RzISO 72

S

Schwellwert für Reflexion 86, 121

Seitenansicht 45

Seitenkamera 162

Sensor 24

Sensor einstellen 28

Sensor->Camera 157

Sensorkanal 36

Service 25

Sk 68

Skala 43

Skalierung 94, 127

Sm 73

Sobel 56, 119

Speichern unter 44

Spiegeln 39, 52, 113

Spitzen 74

Startpunkt 34

Strukturpalette 99

T

Tal 74

Taststrecke 57

Teilbereich 39, 48, 49, 110

Tiefpaßfilter 58

Tisch einstellen 27

U

UA2 96

UA3 96
UB1 96
UB2 96
UB3 96
Umgebungsbedingungen 24
ungültige Bereiche 87

V

Verfahrgeschwindigkeit 30, 31, 34
Vertikalspiegelung 40
Verzögerungsstrecke 30
Video-Fenster 157
Vorwärts 34

W

Wartung 25
Werte ablesen 41, 42, 46, 47, 133
Wt 76

Z

Zehnpunkthöhe 72
Zwischenablage 38, 47, 109, 133