

Originalbetriebsanleitung



LaserDiagnosticsSoftware LDS

WICHTIG!

VOR DEM GEBRAUCH SORGFÄLTIG LESEN!

ZUR SPÄTEREN VERWENDUNG AUFBEWAHREN!

Inhaltsverzeichnis

1	Über diese Betriebsanleitung	6
2	Technischer Support	6
3	Symbole und Konventionen	6
4	Die ersten Schritte	7
4.1	Das Programm installieren und starten	7
4.2	Eine Auswahl auf dem Startbildschirm treffen	8
5	Die Benutzeroberfläche	12
5.1	Aufbau und Bedienkonzept der Benutzeroberfläche	12
5.2	Bedien-Elemente aller Bereiche und Fenster im Überblick	14
5.3	Der Reiter „Geräte“	16
5.4	Der Reiter „Projekte“	18
5.4.1	Die Elemente des Projektbaums und ihre Hierarchie.....	18
5.4.2	Informationen zu den Projektbaum-Elementen	20
5.4.3	Bewertung der Messungen im Projektbaum.....	21
5.4.4	Die Symbolleiste über dem Projektbaum.....	22
5.4.5	Verwalten von Projekten.....	22
5.4.6	Die Kontextmenüs	24
5.4.7	Tastenkombinationen im Projektbaum.....	28
5.5	Die Menüleiste.....	29
5.6	Der Hauptbereich.....	36
5.6.1	Aufbau des Hauptbereichs.....	36
5.6.2	Das Kontextmenü im Werkbank-Reiter	38
5.6.3	Werkbänke verwalten und laden	39
5.6.4	Den Hauptbereich strukturieren.....	40
6	Messungen anzeigen und auswerten	43
6.1	Allgemeines zu den Werkzeugen der LDS	43
6.1.1	Die Werkzeuge im Überblick	43
6.1.2	Messungen des Projektbaums in Werkzeugen öffnen.....	48
6.1.3	Laufende Messungen in einem Werkzeug anzeigen	49
6.2	Werkzeuge zum Anzeigen von Strahlgeometriedaten und Leistungsdaten.....	50
6.2.1	Ergebnistabelle	50
6.2.2	Graph	52
6.2.3	Messwertanzeige	58
6.2.4	Histogramm	60
6.2.5	Graphische Datenauswertung.....	64
6.2.6	Evaluierungsampel.....	70
6.2.7	Serienauswertung	72
6.3	Werkzeuge zum Anzeigen von Strahlgeometriedaten	78
6.3.1	Falschfarbenansicht	78
6.3.2	Ebenenanalyse	84
6.3.3	3D-Ebenenarstellung	94
6.3.4	Leistungseinschluss.....	98
6.3.5	Strahlsymmetrieanalyse	104
6.3.6	Kaustikanalyse.....	110
6.3.7	3D-Kaustikdarstellung.....	120
6.3.8	Prozessvolumen	124
6.3.9	Focusshift	128

6.3.10	Rohstrahlanalyse.....	132
6.3.11	Strahllagenstabilität.....	136
6.3.12	Vorbeugende Instandhaltung	140
6.4	Das Werkzeug „Leistungsmessung“ zum Anzeigen von Leistungsdaten.....	144
7	Grundlagen der Strahlgeometrieanalyse in der LDS	148
7.1	Strahlgeometrie rotationssymmetrischer Laserstrahlen.....	148
7.2	Kenngößen für die Fokussierbarkeit von Laserstrahlen	149
7.3	Einfach astigmatische Strahlen.....	151
7.4	Bestimmung der Leistungsdichteverteilung bei einer Ebenenmessung	152
7.5	Methoden der Radiusberechnung bei einer Ebenenmessung	153
7.6	Messung einer Strahlkaustik.....	155
8	Diskussion der Messergebnisse und Fehleranalyse	156
8.1	Messungenauigkeit bei Messung außerhalb der Gerätespezifikation.....	156
8.2	Bewertung von Parametern durch farbige Markierungen	156
8.2.1	Grenz- und Warnwerte.....	156
8.2.2	Werkzeuge mit Bewertungsfunktion im Überblick.....	159
8.3	Geringes Signal-Rausch-Verhältnis.....	161
8.4	Focusshift und zeitliche Stabilität von Messergebnissen	161
8.5	Auswerten einer Messung in unterschiedlichen Versionen der LDS.....	161

1 Über diese Betriebsanleitung

Die LaserDiagnosticsSoftware LDS (LDS 1.3.1) ist die Steuerzentrale zum Betreiben aller PRIMES-Geräte der „+“-Generation sowie verschiedener Leistungsmesssysteme (PowerMonitor, CompactPowerMonitor, EC-PowerMonitor, Cube). Ältere Geräte (FM, LQM, MSM, BM-HQ) arbeiten mit der Vorgängerversion LDS 2.98.

Diese Betriebsanleitung der Basisversion der LDS beschreibt die Softwareinstallation, die Dateiverwaltung sowie die Anzeige und Auswertung von Messdaten.

Eine ausführliche Beschreibung der Installation und Konfiguration der Messgeräte und das Durchführen von Messungen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.



In dieser Betriebsanleitung wird die zum Zeitpunkt der Drucklegung gültige Softwareversion beschrieben. Da die Bediensoftware laufend weiterentwickelt wird, ist es möglich, dass eine höhere Version verfügbar ist.

2 Technischer Support

Bei Fragen zur LDS oder Auswertung von Messergebnissen wenden Sie sich an den Technischen Support:

- E-Mail: support@primes.de
- Telefon: +49 6157 9878 2500

3 Symbole und Konventionen

In dieser Betriebsanleitung gibt es folgende Symbole und Konventionen:



Hier finden Sie nützliche Informationen und hilfreiche Tipps.

- ▶ Kennzeichnet eine einzelne Handlungsanweisung.
Erscheinen mehrere solcher Handlungsanweisungen untereinander, dann ist die Reihenfolge ihrer Ausführung unerheblich oder es handelt sich um alternative Vorgehensweisen.
- 1. Eine nummerierte Liste kennzeichnet eine Folge von Handlungsanweisungen, die in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden müssen.
- 2.
- ...
- ➔ Kennzeichnet ein Handlungsergebnis zur Erläuterung von Vorgängen, die im Hintergrund ablaufen.
- 👁 Kennzeichnet eine Beobachtungsaufforderung, um die Aufmerksamkeit auf sichtbare Rückmeldungen vom Gerät oder der Software zu lenken.
Beobachtungsaufforderungen erleichtern die Kontrolle, ob eine Handlungsanweisung erfolgreich ausgeführt wurde. Häufig leiten sie auch zur nächsten Handlungsanweisung über.
- 👉 Zeigt auf ein Bedienelement, welches gedrückt / angeklickt werden soll.
- ← Zeigt auf ein im Text beschriebenes Element (z. B. ein Eingabefeld).

4 Die ersten Schritte

4.1 Das Programm installieren und starten



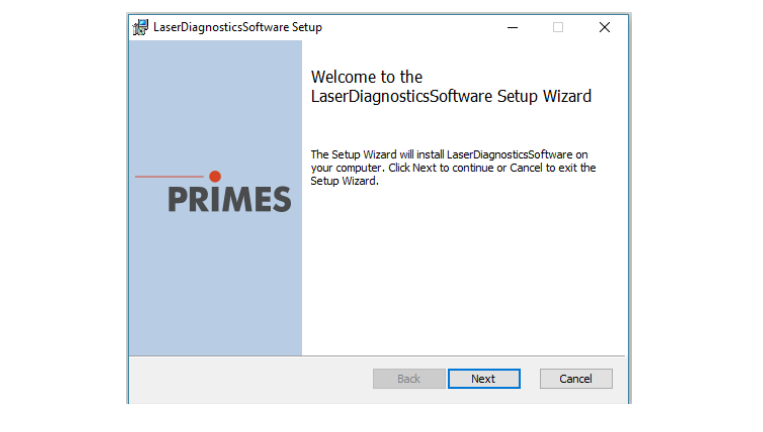
Die LDS in der Basisversion ist im Gerätelieferumfang enthalten. Gerne stellt PRIMES Ihnen auch einen aktuellen Downloadlink zur Verfügung. Kontaktieren Sie dazu Ihren Vertriebspartner oder wenden Sie sich per E-Mail an: support@primes.de

1. Stellen Sie sicher:
 - Die Systemvoraussetzungen sind erfüllt.
 - Sie haben Administratorrechte.
2. Schließen Sie alle Programme auf Ihrem PC.
3. Stecken Sie den PRIMES-USB-Stick in den PC und öffnen Sie das Verzeichnis.
In der Standardkonfiguration öffnet Windows automatisch den Wechseldatenträger.

Systemvoraussetzungen:

- Intel Pentium Core i3 oder besser
- Windows 10 (64-Bit-Version)
- mindestens 4 GB RAM, empfohlen 8 GB RAM
- Bildschirmauflösung: Full HD (1920x1080) bei 100% Skalierung
- Eine USB- oder Ethernetschnittstelle für den Anschluss des Messgeräts

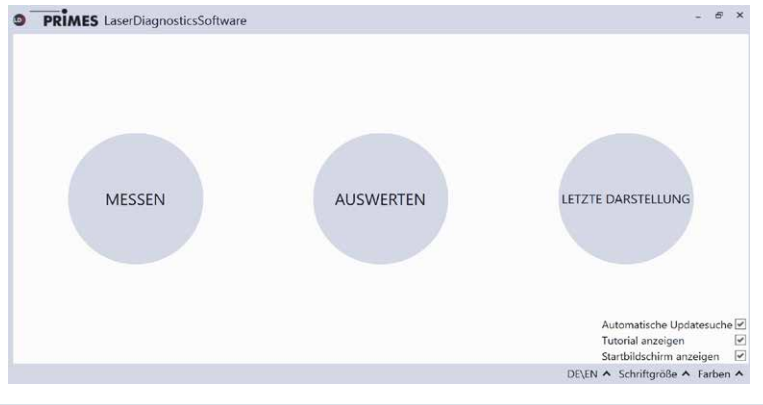
4. Doppelklicken Sie auf die Datei **Setup LDS v.X.X.msi**, um die Installation zu starten.
5. Folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
 - ➔ Wurde kein anderer Speicherort angegeben, dann wird das Hauptprogramm **LaserDiagnostics-Software.exe** ins Verzeichnis **C:\Programme\Primes\Software** kopiert.



6. Die LDS lässt sich auf unterschiedliche Weise starten:
 - ▶ Doppelklicken Sie auf das Programmsymbol in der Startmenügruppe.
 - ▶ Doppelklicken Sie auf die Desktopverknüpfung.
- 👁 Das Startlogo erscheint für kurze Zeit.



- 👁 Der Startbildschirm erscheint.



4.2 Eine Auswahl auf dem Startbildschirm treffen

Beim ersten Programmstart erscheint der Startbildschirm. Hier kann eine Betriebsart ausgewählt werden. Erst danach öffnet sich die eigentliche Benutzeroberfläche.

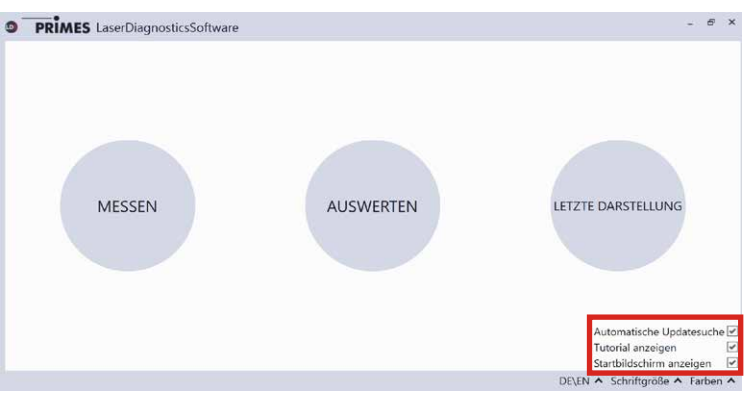
Optionen wählen

Vor dem Auswählen einer Betriebsart können unterschiedliche Optionen eingestellt werden. Diese sind in der unteren rechten Ecke des Startbildschirms zu finden.

▶ Stellen Sie die Optionen nach Ihrem Bedarf ein.

i Diese Optionen können auch jederzeit in der Benutzeroberfläche im Menü **Extras > Optionen** eingestellt werden.

- **Automatische Updatesuche** aktiviert die automatische Benachrichtigung über Softwareupdates.
- **Tutorial anzeigen** aktiviert das Tutorial. Das Tutorial informiert in kurzen Anleitungen auf blauem Hintergrund über die grundlegenden Bedienschritte.
- **Startbildschirm anzeigen** bewirkt, dass der Startbildschirm bei jedem Neustart erscheint.



Automatische Updatesuche

Tutorial anzeigen

Startbildschirm anzeigen

Betriebsart wählen

Beim ersten Programmstart muss auf dem Startbildschirm eine der Betriebsarten **Messen / Auswerten** mit der dazugehörigen Benutzeroberfläche gewählt werden.

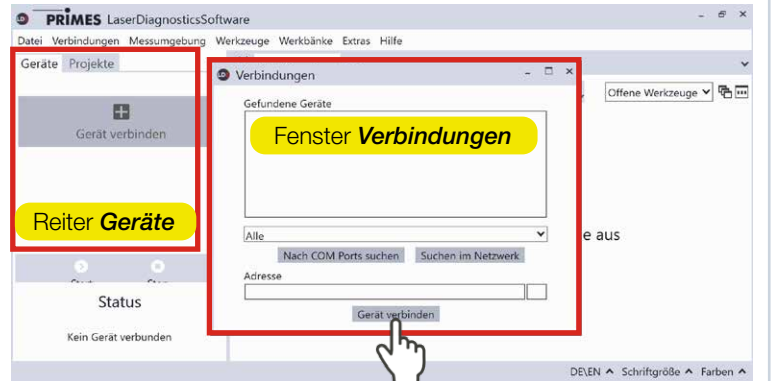
Bei jedem weiteren Programmstart besteht zusätzlich die Möglichkeit, die zuletzt eingestellte Benutzeroberfläche mit **Letzte Darstellung** zu wählen (bei aktivierter Option **Startbildschirm anzeigen**).

Betriebsart Messen

1. Wählen Sie die Betriebsart **Messen**, wenn Sie die Software zur Durchführung einer Messung mit einem Messgerät verbinden möchten.

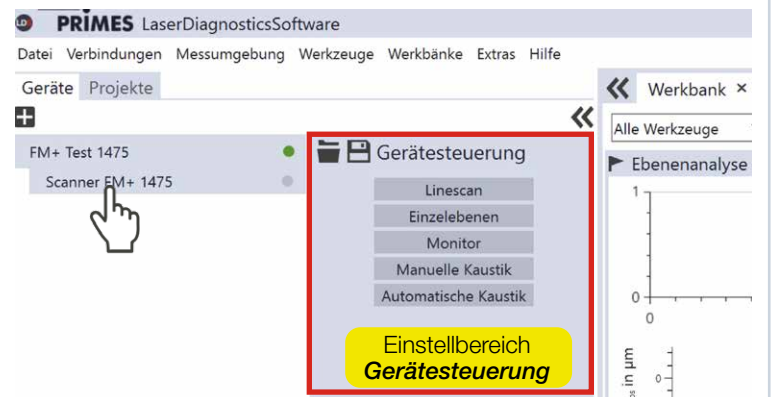


2. Die Benutzeroberfläche wird geladen. Der Reiter **Geräte** befindet sich im Vordergrund und das Fenster **Verbindungen** ist geöffnet.



3. Verbinden Sie ein Messgerät über die Schaltfläche **Gerät verbinden**. Beachten Sie auch die Informationen in der Geräte-Betriebsanleitung.

4. Das verbundene Gerät erscheint im Reiter **Geräte**.



3. Klicken Sie auf die gewünschte Gerätefunktion unter dem Gerätenamen (bei manchen Geräten können es mehrere sein).

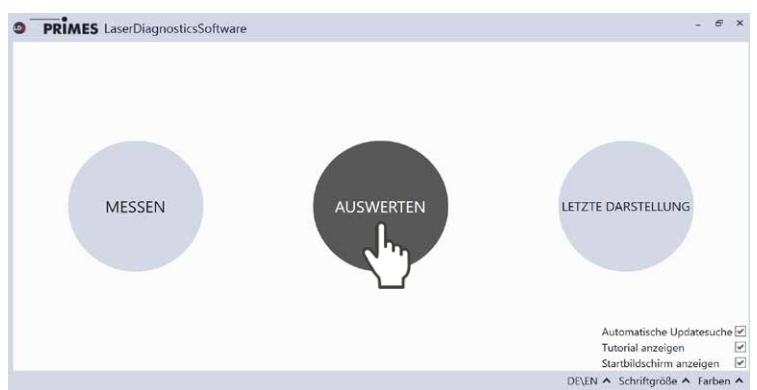
4. Der Einstellbereich **Gerätesteuerung** erscheint.

4. Wählen Sie den Messmodus, der für die Messaufgabe geeignet ist.

5. Pflegen Sie in diesem Messmodus die Geräte- und Messparameter und starten Sie die Messung wie in der Geräte-Betriebsanleitung beschrieben.

Betriebsart *Auswerten*

1. Wählen Sie die Betriebsart **Auswerten**, um gespeicherte Messungen anzuzeigen und auszuwerten.



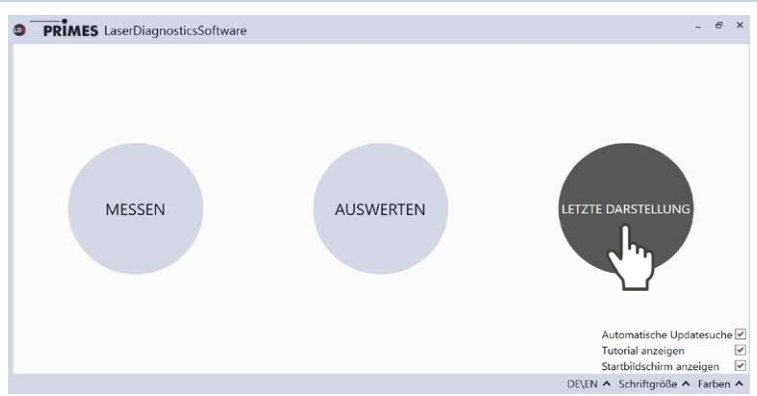
- 👁 Die Benutzeroberfläche wird geladen. Der Reiter **Projekte** befindet sich im Vordergrund. Die Werkbank ist leer.

2. Laden Sie ein Projekt in den Reiter **Projekte** wie im Kapitel 5.4.5 auf Seite 22 beschrieben.
3. Öffnen Sie eine Messung in einem Werkzeug wie im Kapitel 6.1.2 auf Seite 48 beschrieben.



Betriebsart *Letzte Darstellung*

- ▶ Wenn Sie die Benutzeroberfläche in der zuletzt verwendeten Anordnung laden möchten, wählen Sie die Betriebsart **Letzte Darstellung**.



Leerseite

5 Die Benutzeroberfläche

5.1 Aufbau und Bedienkonzept der Benutzeroberfläche

Die Benutzeroberfläche ist in funktionale Bereiche unterteilt. Der Aufbau der Benutzeroberfläche orientiert sich von links nach rechts an den nötigen Bedienschritten:

- **Links:** Gerät verbinden und Messungen durchführen (Betriebsart **Messen**) oder Messungen laden (Betriebsart **Auswerten**).
- **Mitte:** Messmodus wählen und Optionen im Bereich **Gerätesteuerung** pflegen. Dieser Einstellbereich erscheint nur, wenn im Reiter **Geräte** ein Messgerät mit der zugehörigen Messfunktion ausgewählt ist.
- **Rechts:** Messung im Hauptbereich anzeigen und auswerten (sowohl Betriebsart **Messen** als auch **Auswerten**).

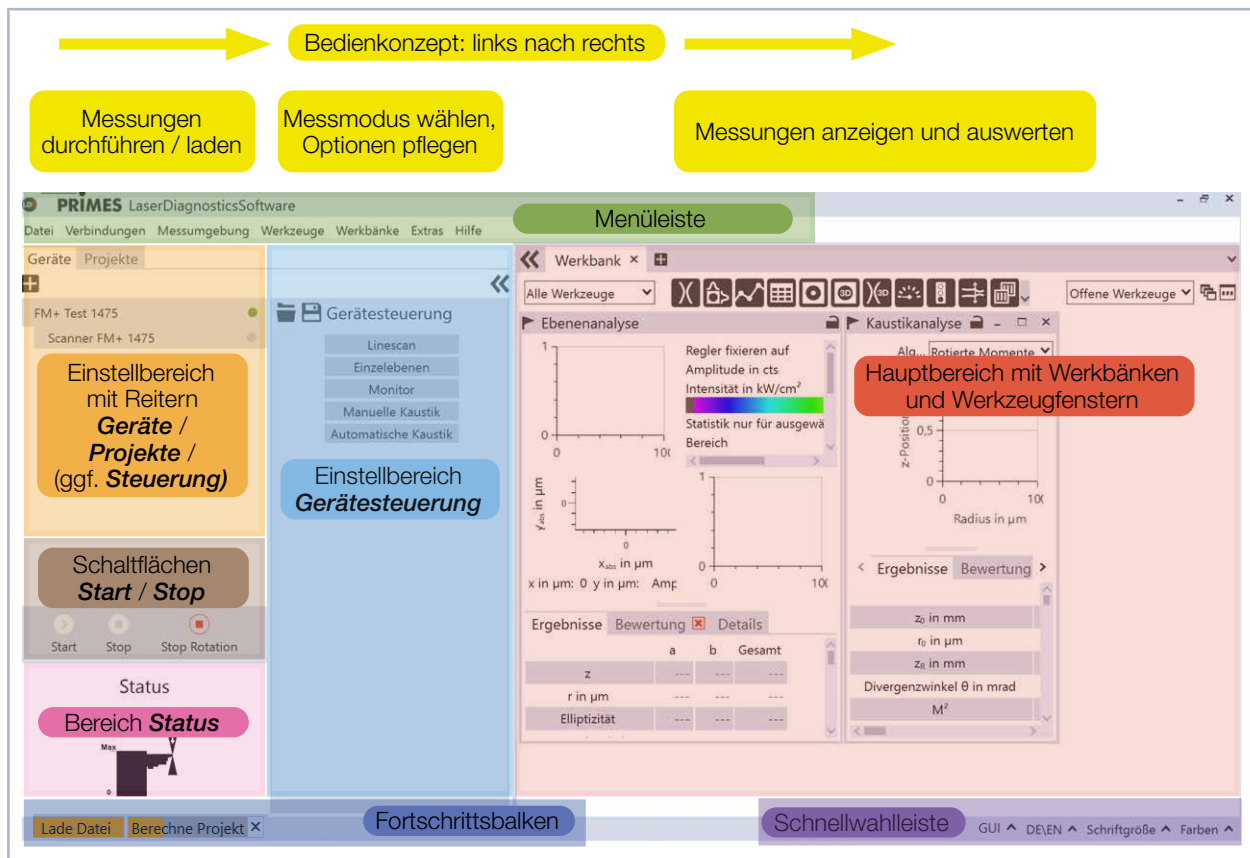












Abb. 5.1: Aufbau und Bedienkonzept der Benutzeroberfläche

Bereiche	Erläuterung
Menüleiste	Die Menüleiste bietet vielfältige Bedien- und Einstelloptionen. Weitere Informationen enthält das Kapitel 5.5 „Die Menüleiste“ auf Seite 29.
Einstellbereich mit Reitern Geräte / Projekte / (ggf. Steuerung)	<p>Klicken auf den Reiter Geräte / Projekte bringt diesen in den Vordergrund. So kann zwischen den Betriebsarten Messen / Auswerten gewechselt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> Im Reiter Geräte können Messgeräte mit der LDS verbunden werden. Verbundene Geräte werden inklusive ihrer Messfunktionen aufgelistet. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Der Reiter „Geräte““ auf Seite 16. Ist ein verbundenes Gerät mit einer zugehörigen Messfunktion ausgewählt, dann erscheint der Einstellbereich Gerätesteuerung (Beschreibung siehe unten). Im Reiter Projekte werden Messprojekte geladen. Die darin enthaltenen Messungen können in den Werkzeugen des Hauptbereichs geöffnet werden. Projekte werden in diesem Reiter in einem hierarchisch strukturierten Projektbaum dargestellt. Weitere Informationen enthalten die Kapitel „Der Reiter „Projekte““ auf Seite 18 und „Messungen anzeigen und auswerten“ auf Seite 43.
Schaltflächen Start / Stop	Über die Schaltflächen in diesem Bereich können Messung gestartet / beendet werden. Bei scannenden Geräten kann außerdem die Rotation der Messspitze gestoppt werden. Weitere Informationen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.
Bereich Status	Der Bereich Status zeigt den Fortschritt einer laufenden Messung. Weitere Informationen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.
Fortschrittsbalken	Die Fortschrittsbalken zeigen den Prozessfortschritt beim Messen sowie beim Speichern, Laden oder Berechnen von Projektbaum-Elementen.
Einstellbereich Gerätesteuerung	<p>Ist im Reiter Geräte ein Gerät verbunden und eine zugehörige Messfunktion ausgewählt, dann erscheint der Einstellbereich Gerätesteuerung.</p> <p>Bei vielen Geräten kann hier auch ein Messmodus gewählt werden. In einem Messmodus sind alle für eine Messaufgabe relevanten Einstelloptionen übersichtlich in einem Menü angeordnet. Weitere Informationen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.</p> <p>Der Einstellbereich kann durch Klicken auf das benachbarte Symbol « zu einem eigenständigen Reiter eingeklappt werden. Er erscheint dann zusammen mit den Reitern Geräte / Projekte. Durch das Klicken auf das Zahnrad-Symbol ⚙ wird die vorige Ansicht wieder dargestellt.</p>
Hauptbereich mit Werkbänken und Werkzeugfenstern	Im Hauptbereich der Benutzeroberfläche können Messdaten angezeigt und ausgewertet werden. Dazu steht eine Vielzahl von Werkzeugen zur Verfügung, die sich in separaten Fenstern flexibel anordnen lassen. Zusätzliche Flexibilität und Übersichtlichkeit ermöglicht die Anzeige der Werkzeugfenster in beliebig vielen Reitern, den Werkbänken.
Schnellwähleiste	<p>In diesem Bereich kann die Darstellung der Benutzeroberfläche angepasst werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sprache: Deutsch / Englisch Farbschema: hell / dunkel Schriftgröße: M / L / XL GUI: Ein- / Ausblenden der Menüleiste und der Skriptkonsole (siehe Werkzeug Skripteditor in Tab. 6.1 auf Seite 43).


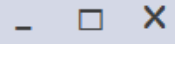
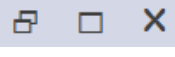
Tab. 5.1: Bereiche der Benutzeroberfläche

5.2 Bedien-Elemente aller Bereiche und Fenster im Überblick

Die Bereiche und Fenster der Benutzeroberfläche enthalten unterschiedliche Bedien-Elemente in Form von Symbolen.

Symbol	Funktion
	In zahlreichen Bereichen und Fenstern: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Aufklappen / Zuklappen eines Aufklapp-Menüs / einer Aufklapp-Liste / der Unterelemente eines Projektbaum-Elements klicken Sie auf den einfachen Pfeil nach rechts / nach unten.
	In der oberen rechten Ecke einer Werkbank: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum kaskadierten / gekachelten Anordnen von Werkzeug-Fenstern klicken Sie auf das Rahmen-Symbol links / rechts.
	Im Hauptbereich: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Hinzufügen einer neuen Werkbank klicken Sie auf das Plus-Symbol. Im Reiter Geräte : <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Verbinden eines Geräts klicken Sie auf das Plus-Symbol. Weitere Informationen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.
	In einigen graphischen Anzeigen: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Hereinzoomen / Herauszoomen in der Grafik klicken Sie auf das Plus- / Minus-Symbol.
	In einigen Bereichen und Werkzeugfenstern: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Öffnen eines Einstellbereichs klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol. In den Werkzeugfenstern erscheint das Zahnrad-Symbol nur, wenn der Mauszeiger im Fenster / im relevanten Bereich des Fensters positioniert ist
	Im Einstellbereich Gerätesteuerung und im Hauptbereich: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Schließen des Einstellbereichs Gerätesteuerung oder der Reiter Geräte / Projekte klicken Sie auf den Doppelpfeil.
	In der oberen linken Ecke der Werkzeugfenster: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Markieren der in einem Werkzeug angezeigten Messdaten im Projektbaum klicken Sie auf das Fähnchen-Symbol. Mit dieser Funktion können die in einem Werkzeug angezeigten Messdaten im Projektbaum eindeutig identifiziert werden. Dies verbessert die Übersichtlichkeit, wenn in einer Werkbank viele Werkzeugfenster zugleich geöffnet sind.
	In der oberen rechten Ecke der Werkzeugfenster: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Aufrufen eines Hilfetextes zum Werkzeug klicken Sie auf das Fragezeichen. <ul style="list-style-type: none"> 👁 Die Betriebsanleitung der LDS wird in einem separaten Fenster geöffnet. Dabei wird das zum Werkzeug passende Kapitel aufgeschlagen.
	In einigen Werkzeugfenstern: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Öffnen eines Informationsfensters positionieren Sie den Mauszeiger über dem Informations-Symbol. Im Informationsfenster erscheinen kontextabhängige Erläuterungen oder Hilfestellungen.
	In der oberen rechten Ecke der Werkzeugfenster: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Sperren / Entsperren des Inhalts eines Werkzeugfensters klicken Sie auf das Schloss-Symbol links / rechts. Diese Funktion erleichtert es, Datensätze in mehreren Werkzeugen miteinander zu vergleichen. Weitere Informationen enthält das Kapitel 6.1.2 „Messungen des Projektbaums in Werkzeugen öffnen“ auf Seite 48.

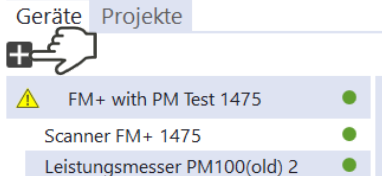
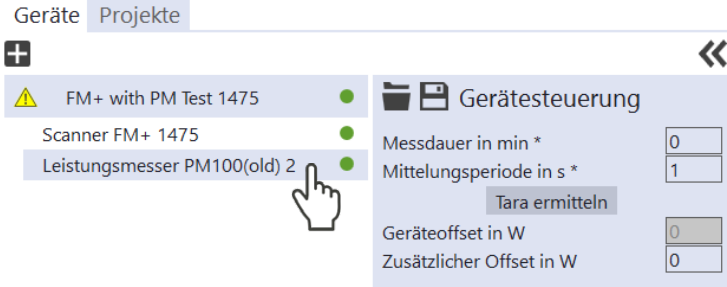

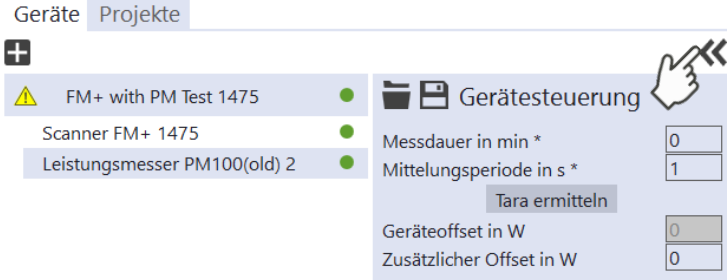
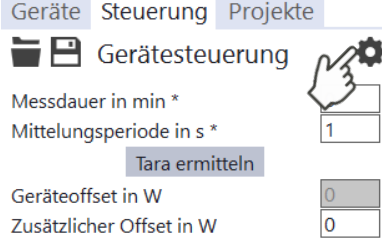
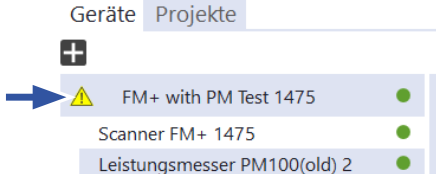
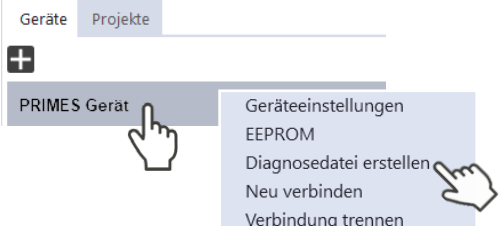
Tab. 5.2: Bediensymbole der Bereiche und Fenster

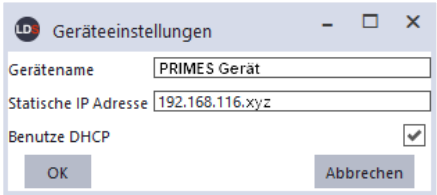
	<p>Viele Fenster der Benutzeroberfläche können durch Klicken und Ziehen an den Rändern skaliert werden.</p> <p>Außerdem haben viele Fenster in der oberen rechten Ecke die Standardsymbole zum Verkleinern, Minimieren und Maximieren. Ggf. muss das Fenster zunächst aktiviert werden, bevor diese Bediensymbole erscheinen.</p> <p>Ist das Fenster maximiert, gibt es folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Minimieren des Fensters klicken Sie auf das Unterstrich-Symbol. ▶ Zum Verkleinern des Fensters klicken Sie auf das Zweifachrahmen-Symbol. ▶ Zum Schließen des Fensters klicken Sie auf das Kreuz-Symbol.
	<p>Ist das Fenster weder maximiert noch minimiert, gibt es folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Minimieren des Fensters klicken Sie auf das Unterstrich-Symbol. ▶ Zum Maximieren des Fensters klicken Sie auf das Rahmen-Symbol. ▶ Zum Schließen des Fensters klicken Sie auf das Kreuz-Symbol.
	<p>Ist das Fenster minimiert, gibt es folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum Vergrößern des Fensters klicken Sie auf das Zweifachrahmen-Symbol. ▶ Zum Maximieren des Fensters klicken Sie auf das Rahmen-Symbol. ▶ Zum Schließen des Fensters klicken Sie auf das Kreuz-Symbol.

Tab. 5.2: Bediensymbole der Bereiche und Fenster

5.3 Der Reiter „Geräte“

Klicken auf den Reiter **Geräte** bringt diesen in den Vordergrund und aktiviert die Betriebsart **Messen**. In diesem Reiter gibt es folgende Bedienmöglichkeiten:

<p>► Zum Verbinden eines Geräts mit der LDS klicken Sie auf das Plus-Symbol.</p> <p>👁 Das Fenster Verbindungen wird eingeblendet.</p> <p>Weitere Informationen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.</p>	
<p>► Zum Öffnen des Einstellbereichs Gerätesteuerung klicken Sie auf die gewünschte Funktion.</p>	
<p>► Zum Umwandeln des Einstellbereichs Gerätesteuerung in einen eigenständigen Reiter klicken Sie auf den Doppelpfeil.</p> <p> So kann nach dem Pflegen von Einstellungen mehr Platz für die Anzeige der Messdaten im Hauptbereich geschaffen werden.</p>	
<p>👁 Der Reiter erscheint zusammen mit den Reitern Geräte / Projekte.</p> <p>► Zum Integrieren des Einstellbereichs Gerätesteuerung in den Reiter Geräte klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol.</p>	
<p>► Zum Anzeigen von Warn-Informationen zum verbundenen Gerät platzieren Sie den Mauszeiger über dem Warndreieck (wenn vorhanden).</p> <p>Das Dreieck erscheint z. B. dann, wenn das Serviceintervall des Geräts abgelaufen ist.</p>	
<p>► Zum Aufrufen eines Geräte-bezogenen Kontextmenüs klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Gerät.</p> <p>Die Optionen des Kontextmenüs sind in Tab. 5.3 auf Seite 17 erläutert.</p>	

Option	Erläuterung
<p>Geräteeinstellungen</p> 	<p>Öffnet das Fenster Geräteeinstellungen.</p> <p>Für die Kommunikation innerhalb eines Netzwerks wird in der LDS im Feld Statische IP-Adresse eine Adresse hinterlegt und die Funktion Benutze DHCP ist aktiviert. Bei einem Verbindungsaufbau wartet das Gerät zunächst darauf, über DHCP eine passende IP-Adresse zugewiesen zu bekommen. Führt dies nicht zum Erfolg, dann greift es auf die hinterlegte statische IP-Adresse zurück.</p> <p>Wird Benutze DHCP deaktiviert, greift das Gerät direkt auf die statische IP-Adresse zurück. Der Verbindungsaufbau kann dadurch schneller erfolgen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geben Sie die gewünschte IP-Adresse ein oder nutzen Sie die Benutze DHCP-Funktion. 2. Bestätigen Sie die Eingabe mit OK. 3. Schalten Sie das Gerät aus und wieder ein.
<p>EEPROM</p>	<p>Hier können Anpassungen von PRIMES vorgenommen werden, z. B. in Servicefällen.</p>
<p>Diagnosedatei erstellen</p>	<p>Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .diagnose.</p> <p>In dieser Datei sind Systemstatus-Daten enthalten, die der Fehleranalyse dienen. Diese können nur von PRIMES ausgewertet werden.</p>
<p>Neu verbinden</p>	<p>Verbindet das Gerät erneut mit der LDS (z. B. nach einer Unterbrechung der Verbindung).</p>
<p>Verbindung trennen</p>	<p>Trennt das Gerät von der LDS.</p> <p>Weitere Informationen enthalten die Geräte-Betriebsanleitungen.</p>

Tab. 5.3: Optionen des Kontextmenüs im Reiter **Geräte**

5.4 Der Reiter „Projekte“

Klicken auf den Reiter **Projekte** bringt diesen in den Vordergrund und aktiviert die Betriebsart **Auswerten**.

5.4.1 Die Elemente des Projektbaums und ihre Hierarchie

In der LDS werden die Messdaten in sachlogischen Einheiten zusammengefasst. Zur einfachen und übersichtlichen Handhabung sind diese Einheiten graphisch als Elemente im Projektbaum des Reiters **Projekte** dargestellt.

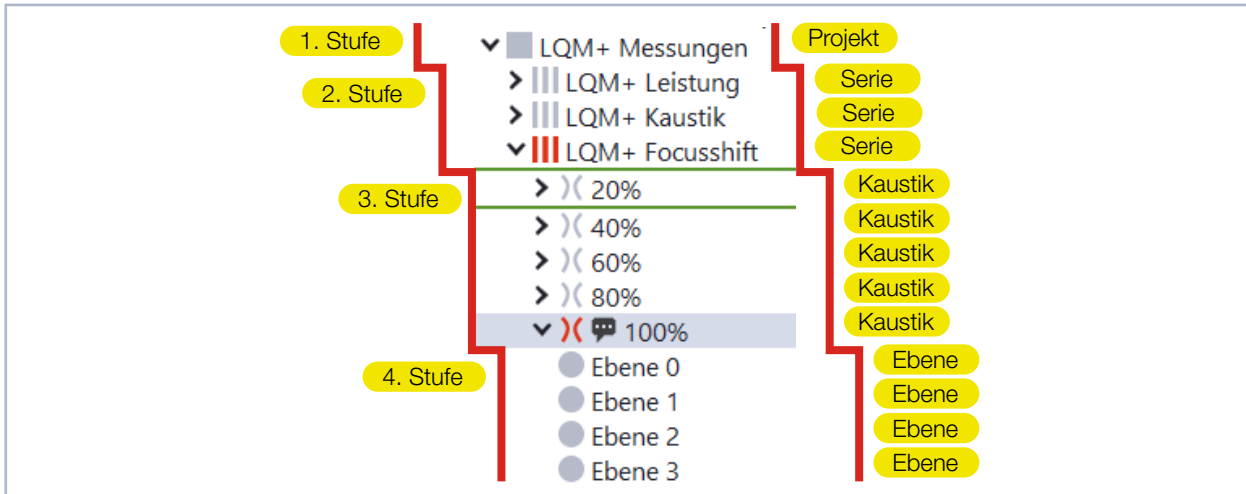


Abb. 5.2: Beispiel eines Projektbaums im Reiter **Projekte**

Im Projektbaum kommen unterschiedliche Elementtypen vor, die den maximal 4 Hierarchiestufen fest zugeordnet sind. Einige dieser Elemente haben selbst Unterelemente. Andere sind Basiselemente, welche die fundamentalen Messergebnisse beinhalten.

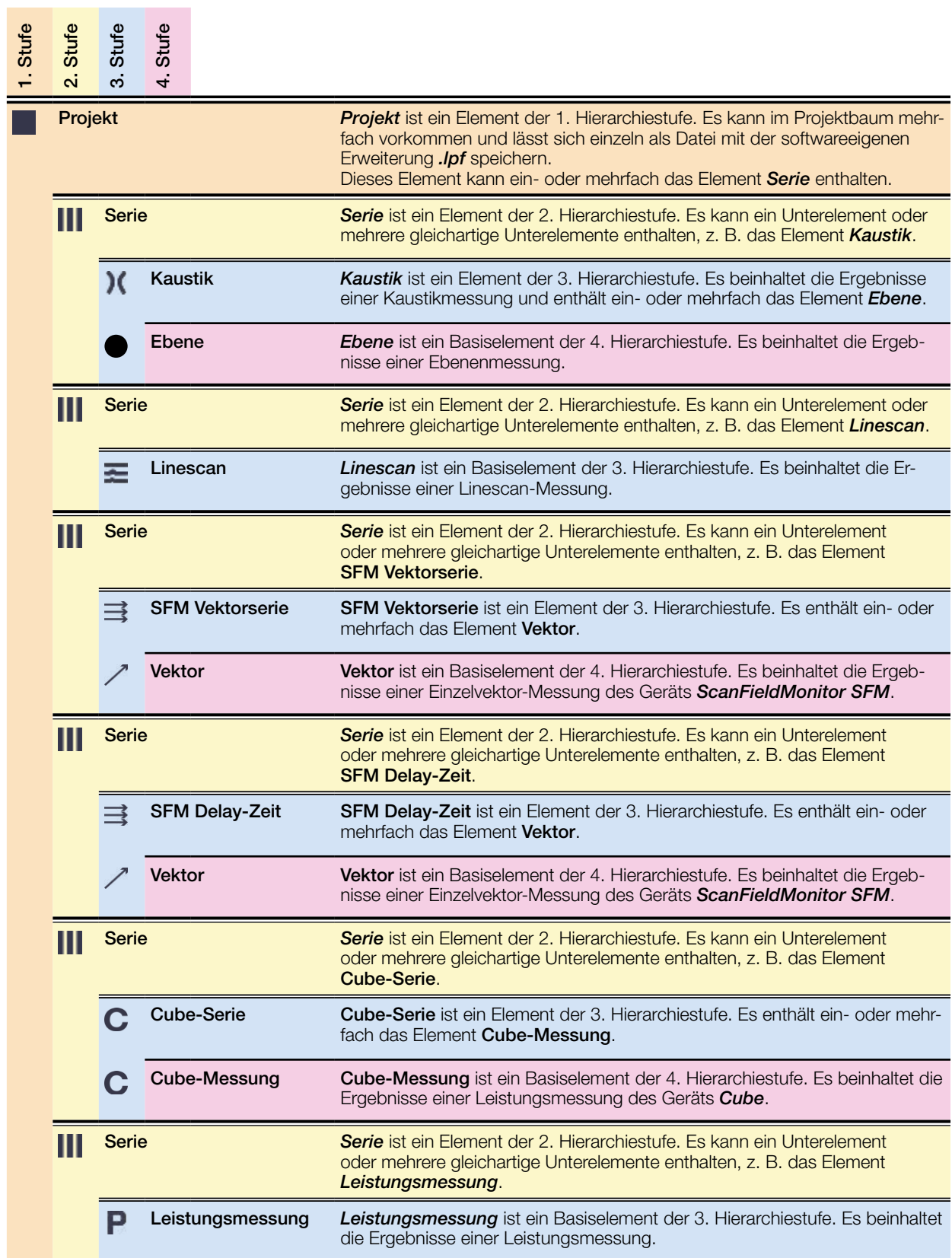


Abb. 5.3: Die Elementtypen des Projektbaums und ihre hierarchische Anordnung

5.4.2 Informationen zu den Projektbaum-Elementen

Nach dem Anlegen eines Projektbaum-Elements erhält dieses automatisch einen Namen. Danach kann dem Element über das zugehörige Kontextmenü ein beliebiger Name zugewiesen werden (siehe Kapitel 5.4.6 „Die Kontextmenüs“ auf Seite 24). Der so zugewiesene Name ist von der werkseitig vorgegebenen Bezeichnung des Elementtyps zu unterscheiden (siehe Kapitel 5.4.1 „Die Elemente des Projektbaums und ihre Hierarchie“ auf Seite 18). PRIMES empfiehlt, den Projektbaum-Elementen einen aussagekräftigen Namen zu geben.

Im Projektbaum werden neben dem Namen weitere Informationen zu einem Element folgendermaßen angezeigt:

- Mit graphischen Darstellungselementen in unmittelbarer Nachbarschaft zum Namen des Projektbaum-Elements (Symbole, Striche, Farben).
- Als Textinformation in dem Fenster, das beim Überfahren des Projektbaum-Elements mit dem Mauszeiger erscheint. Es enthält Informationen wie Elementtyp, Elementname, gespeicherte Messdaten, ggf. Fehlerbeschreibungen und Handlungshinweise zur Fehlerbehebung.

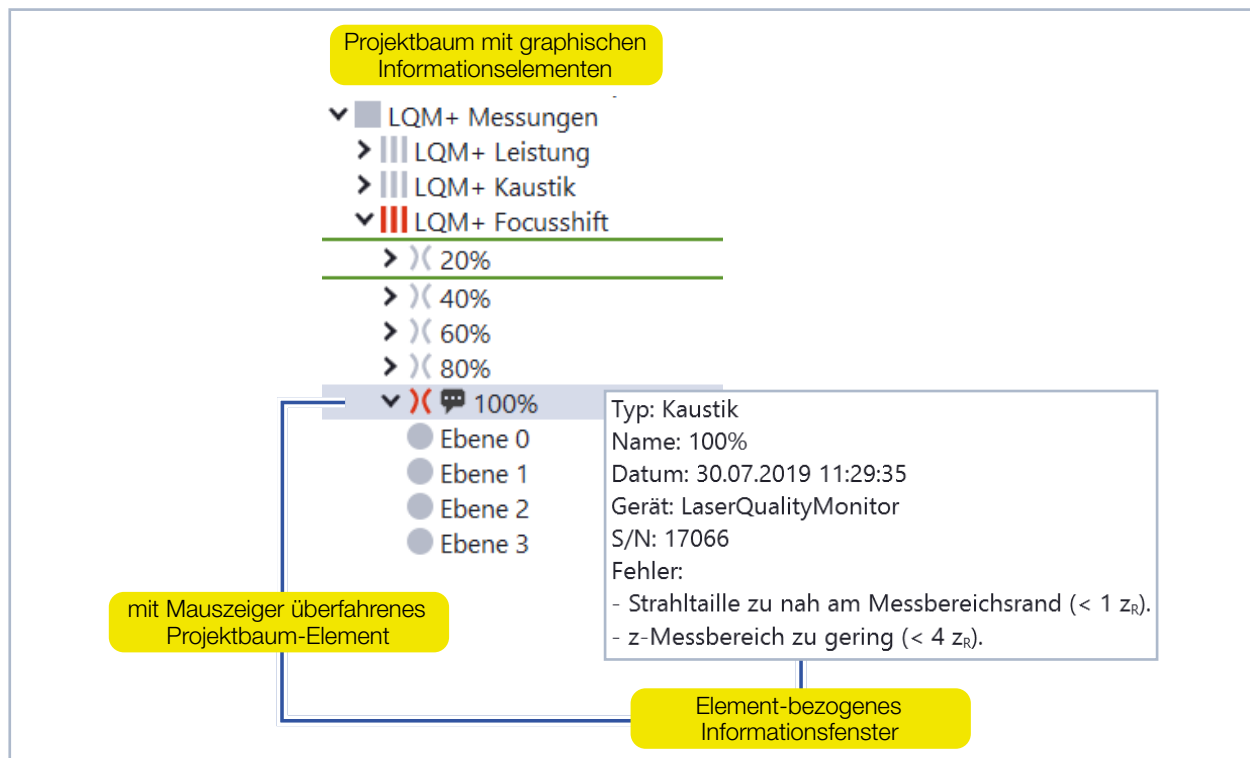









Abb. 5.4: Informationen zu den Elementen im Projektbaum

Graphische Darstellung	Information
> / v	Einfacher Pfeil nach rechts / unten: Das Element hat Unterelemente. Klicken auf das Pfeilsymbol zeigt diese Unterelemente an / blendet sie aus.

Tab. 5.4: Element-bezogene Informationen im Projektbaum mit graphischer Darstellung

Graphische Darstellung	Information
  	<p>Anzeige des Elementtyps. Weitere Informationen zu den Elementtypen enthält das Kapitel 5.4.1 „Die Elemente des Projektbaums und ihre Hierarchie“ auf Seite 18.</p> <p>Die Symbole können grau oder rot gefärbt sein. Weitere Informationen dazu enthält das Kapitel 5.4.3 „Bewertung der Messungen im Projektbaum“ auf Seite 21.</p>
	<p>Sprechblase: Das Element enthält einen Kommentar.</p> <p>Allen Elementen kann kundenseitig ein Kommentar zugeordnet werden. Siehe dazu den Menüpunkt Kommentar hinzufügen in Tab. 5.6 auf Seite 25.</p>
	<p>Stern-Symbol neben dem Namen: Das Element oder mindestens eines seiner Unterelemente enthalten nicht gespeicherte Änderungen.</p>
	<p>Grüne Linien über und unter dem Element Kaustik: Das Element wurde als Referenz ausgewählt.</p> <p>Weitere Informationen enthält das Kapitel „Reiter Referenz“ auf Seite 117</p>
	<p>Grauer Hintergrund: Das Element ist angeklickt oder der Mauszeiger ist über dem Element positioniert.</p>

Tab. 5.4: Element-bezogene Informationen im Projektbaum mit graphischer Darstellung

5.4.3 Bewertung der Messungen im Projektbaum

Die Element-Symbole im Projektbaum können grau oder rot gefärbt sein (siehe Abb. 5.4 auf Seite 20). Rot dient als Warnung in den folgenden Fällen:

- Die entsprechende Messung erfolgte außerhalb von Gerätespezifikationen.
- Mindestens einer der gemessenen Parameter ist invalide.
- Mindestens einer der gemessenen Parameter liegt außerhalb der kundenseitig gesetzten zulässigen Grenzen der Referenzmessung (nur beim Element **Kaustik**, siehe Kapitel „Reiter Referenz“ auf Seite 117).

Das Informationsfenster zu einem rot gefärbten Element enthält eine Fehlerbeschreibung und ggf. Handlungshinweise zur Fehlerbehebung (siehe Abb. 5.4 auf Seite 20).

Ist ein Projektbaum-Element rot markiert, dann sind die ihm übergeordneten Elemente ebenfalls rot markiert. Umgekehrt kann es aber vorkommen, dass ein Element rot markiert ist, aber keines der enthaltenen Elemente. So kann z. B. das Element **Kaustik** rot markiert sein, obwohl alle enthaltenen Elemente die vorgegebenen Kriterien erfüllen. Der Grund dafür ist, dass nur Grenzwerte von Kaustikparametern verletzt wurden (z. B. weil der Mindest-Messbereich entlang der z-Achse unterschritten wurde, siehe Abb. 5.4 auf Seite 20).

Im Projektbaum basiert die Bewertung des Elements **Kaustik** immer auf dem voreingestellten Standard-Algorithmus **Invariante Momente**. Im Reiter **Bewertung** des Werkzeugs **Kaustikanalyse** dagegen erfolgt die Bewertung jeweils auf der Grundlage des Algorithmus, der im Werkzeug aktuell ausgewählt ist.



Daher kann die Bewertung im Reiter **Bewertung** anders ausfallen als im Projektbaum.

Der voreingestellte Standard-Algorithmus kann in der Menüleiste **Extras > Optionen > Software > Standard Algorithmus** ausgewählt werden.

Weitere Bewertungen zu den Parametern eines Elements gibt es in vielen Werkzeugen, in denen sich das jeweilige Element öffnen lässt. Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 8.2 „Bewertung von Parametern durch farbige Markierungen“ auf Seite 156.

5.4.4 Die Symbolleiste über dem Projektbaum

Über dem Projektbaum sind unterschiedliche Befehlssymbole angeordnet. Ein Symbol ist ausgegraut, wenn der Befehl im jeweiligen Kontext nicht zur Verfügung steht. Dieselben Befehle können zum Teil auch über das Menü **Datei** ausgewählt werden.

Symbol	Menü Datei >	Funktion
	Öffnen	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Öffnen einer Datei mit den softwareeigenen Erweiterungen: <ul style="list-style-type: none"> • .lpf (LDS 1.3.1) • .foc (LDS 2.98) In dieser Datei ist ein LDS-Projekt gespeichert. Die Datei wird in den Reiter Projekte geladen.
	Speichern unter	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .lpf . In dieser Datei wird das LDS-Projekt gespeichert, das im Reiter Projekte ausgewählt ist.
	PDF-Export	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit den Erweiterungen: <ul style="list-style-type: none"> • .pdf • .png Diese Datei enthält einen Messreport für die Messung, die im Reiter Projekte ausgewählt ist. Vor dem Speichern eines Messreports kann in einer Auswahlliste die gewünschte Dokumentvorlage (Report-Template) gewählt werden. Abhängig vom Messtyp stehen unterschiedliche Vorlagen zur Verfügung.
	CSV-Export	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der Erweiterung .csv . In dieser Datei sind numerisch die Daten der Messung gespeichert, die im Reiter Projekte ausgewählt ist.
		Öffnet das Projektbaum-Kontextmenü. Weitere Informationen enthält das Kapitel 5.4.6 „Die Kontextmenüs“ auf Seite 24.

Tab. 5.5: Befehlssymbole über dem Projektbaum


5.4.5 Verwalten von Projekten

Projekte werden in der LDS als Projekt-Datei mit der softwareeigenen Erweiterung **.lpf** gespeichert. Beachten Sie, dass der im Projektbaum angezeigte Name nicht zwangsläufig auch der Name der Projekt-Datei ist. Projektname und Dateiname können unterschiedlich sein.

PRIMES empfiehlt, den Projekten im Projektbaum einen aussagekräftigen Namen zu geben. Beim Speichern der Projekt-Datei wird der zugewiesene Projektname mit gespeichert.

Projekte öffnen

Eine Projekt-Datei kann auf unterschiedliche Weisen geöffnet werden:


- ▶ Wählen Sie in der Menüleiste **Datei > Öffnen** oder klicken Sie auf das Symbol  über dem Projektbaum. Wählen Sie im nun erscheinenden Windows-Explorer-Fenster eine Projekt-Datei mit der softwareeigenen Erweiterung **lpf**.
- ▶ Klicken Sie in einem Windows-Verzeichnis auf eine Projekt-Datei mit der softwareeigenen Erweiterung **lpf**. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie die Datei an eine beliebige Stelle der LDS-Benutzeroberfläche.
- 👁 Die Datei wird in den Reiter **Projekte** geladen und die Projektdaten werden berechnet. Zwei Fortschrittsbalken in der unteren linken Ecke der Benutzeroberfläche zeigen den Prozessfortschritt an. Bei Bedarf kann die Berechnung durch Klicken auf das Kreuz-Symbol **x** vorzeitig abgebrochen werden.



Dateien aus der Vorgängerversion der LDS (LDS 2.98) können geöffnet werden. Diese haben die softwareeigene Erweiterung .foc. Es gibt folgende Möglichkeiten:

- Ist kein Projekt im Projektbaum ausgewählt, dann wird im Projektbaum ein Projekt mit dem Namen der geöffneten Datei angelegt. Die Messung wird als Unterelement dieses Projektes abgelegt.
- Ist ein Projekt im Projektbaum ausgewählt, dann wird die Messung als Unterelement dieses Projektes abgelegt.

Projekte anlegen

1. Klicken Sie auf die freie Fläche unter dem Projektbaum. Rufen Sie das Kontextmenü auf, indem Sie rechtsklicken oder auf das Symbol  über dem Projektbaum klicken.
2. Wählen Sie den Menüpunkt **Neues Projekt** (siehe Kapitel 5.4.6 auf Seite 24).
- 👁 Im Projektbaum erscheint ein neues Projekt mit dem Namen **Projekt**.
3. Ändern Sie im Projektbaum den Projektnamen über das Kontextmenü (siehe Kapitel 5.4.6 auf Seite 24). Geben Sie dem Projekt einen für Ihre Zwecke aussagekräftigen Namen.

Bei Bedarf wird das Projekt gespeichert wie im Kapitel „Projekte als neue Datei speichern“ auf Seite 23 beschrieben.



Ist beim Start einer Messung kein Projekt angelegt oder ausgewählt, wird automatisch ein neues Projekt angelegt, in dem die Messung als Unterelement abgelegt wird. Ist ein Projekt im Projektbaum ausgewählt, dann wird die Messung als Unterelement dieses Projektes abgelegt.

Projekte als neue Datei speichern

1. Wählen Sie das betreffende Projekt im Projektbaum aus.
2. Wählen Sie in der Menüleiste **Datei > Speichern unter**.
- 👁 Ein Windows-Explorer-Fenster öffnet sich. Dabei wird der Projektname des ausgewählten Projektes im Feld für den Dateinamen angezeigt.
3. Wählen Sie den Speicherort aus.
4. Ändern Sie bei Bedarf den Dateinamen und speichern Sie die Datei.
- 👁 Ein Fortschrittsbalken in der unteren linken Ecke der Benutzeroberfläche zeigt den Prozessfortschritt an.

Änderungen in Projekten speichern



Das Stern-Symbol * neben dem Namen eines Projektbaum-Elements zeigt an, dass das Element oder mindestens eines seiner Unterelemente nicht gespeicherte Änderungen enthält.

1. Wählen Sie im Projektbaum das Projekt aus, das nicht gespeicherte Änderungen enthält. Sie können ebenfalls ein beliebiges Unterelement des Projektes auswählen – es wird immer das Projekt gespeichert.
2. Wählen Sie in der Menüleiste **Datei > Speichern**.
- 👁 Ein Fortschrittsbalken in der unteren linken Ecke der Benutzeroberfläche zeigt den Prozessfortschritt an. Nach Abschluss des Speichervorgangs verschwinden die Stern-Symbole * vor den Projektbaum-Elementen des Projektes.

Projekte löschen

- ▶ Wählen Sie im Projektbaum ein Projekt und drücken Sie die Entf-Taste oder wählen Sie im Kontextmenü **Löschen** (siehe Kapitel 5.4.6 auf Seite 24).
- ➔ Das Projekt wird aus dem Projektbaum gelöscht. Die Projektdatei (wenn vorhanden) wird nicht aus dem Dateisystem gelöscht.

Projekte zusammenführen

Über das Kontextmenü können mehrere geladene Projekte zu einem Projekt zusammengefasst werden.

1. Laden Sie die gewünschten Projekte ins Projektfenster.
 2. Klicken Sie auf die freie Fläche unter dem Projektbaum. Rufen Sie das Kontextmenü auf, indem Sie rechtsklicken oder auf das Symbol ☰ über dem Projektbaum klicken.
 3. Wählen Sie den Menüpunkt **Projekte zusammenführen** aus (siehe Kapitel 5.4.6 auf Seite 24).
- ➔ Die Projekte werden in einem Projekt mit dem Namen „Zusammengeführtes Projekt“ zusammengeführt. Ein Kommentar wird angelegt, der die Namen der zusammengeführten Projekte auflistet.

5.4.6 Die Kontextmenüs

Im Reiter **Projekte** können viele Funktionen über Kontextmenüs aufgerufen werden:

Öffnen eines Element-bezogenen Kontextmenüs

1. Klicken Sie auf das Projektbaum-Element.
2. Rufen Sie dann das Kontextmenü auf, indem Sie rechtsklicken oder auf das Symbol ☰ über dem Projektbaum klicken.
3. Klicken Sie auf den gewünschten Menüpunkt.

Öffnen eines Reiter-bezogenen Kontextmenüs

1. Klicken Sie auf die freie Fläche unter dem Projektbaum.
2. Rufen Sie dann das Kontextmenü auf, indem Sie rechtsklicken oder auf das Symbol ☰ über dem Projektbaum klicken.
3. Klicken Sie auf den gewünschten Menüpunkt.

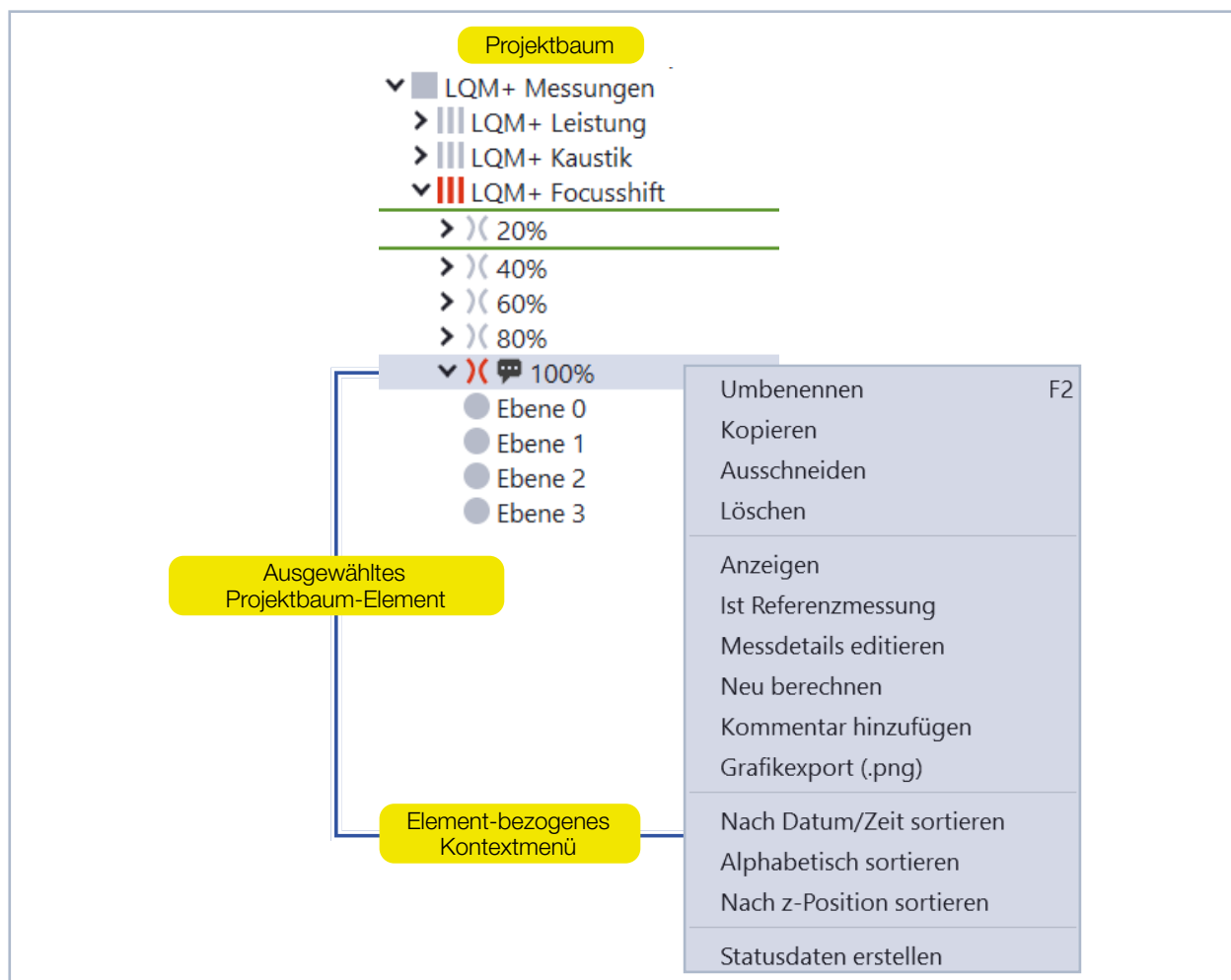








Abb. 5.5: Beispiel für ein Element-bezogenes Kontextmenü

Menüpunkt	Funktion
Anzeigen	Zeigt die im ausgewählten Element gespeicherten Messdaten in einem passenden Werkzeug an.
Ausschneiden	Entfernt das ausgewählte Element und legt es in die Zwischenablage.
Einfügen	Fügt ein Element aus der Zwischenablage als Unterelement des ausgewählten Elements ein.
Grafikexport (.png)	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der Erweiterung .png . In dieser Datei sind die Falschfarben-Bilder einer Ebene oder der Ebenen einer Kaustik gespeichert.
Im Windows-Explorer anzeigen	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster mit dem Ablageort einer gespeicherten Projekt-Datei.
Ist Referenzmessung	Aktiviert / deaktiviert die ausgewählte Kaustik als Referenzmessung. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Reiter Referenz“ auf Seite 117.
Kommentar hinzufügen	<p>Allen Projektbaum-Elementen kann kundenseitig ein Kommentar zugeordnet werden.</p> <p>Zum Hinzufügen eines Kommentars gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rufen Sie im Kontextmenü des betreffenden Elements den Menüpunkt auf. 1.  Das Kommentar-Fenster öffnet sich. 2. Tragen Sie einen Text ein. 3. Zum Bestätigen der Eingabe drücken Sie auf die Schaltfläche Speichern. 1.  Der Kommentar wird im Projektbaum mit dem Sprechblasen-Symbol angezeigt. <p>Zum Lesen / Editieren / Löschen eines Kommentars gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf das betreffende Sprechblasen-Symbol im Projektbaum. 1.  Das Kommentar-Fenster öffnet sich. 2. Lesen oder editieren Sie den Text. Zum Löschen des Kommentars entfernen Sie den Text. 3. Zum Bestätigen der Änderung drücken Sie auf die Schaltfläche Speichern. 1.  Wurde jeglicher Text aus dem Kommentar entfernt, dann verschwindet das Sprechblasen-Symbol aus dem Projektbaum. <p>Ein Kommentar bei den Elementen Ebene / Kaustik wird außerdem in den Werkzeugen Ebenenanalyse / Kaustikanalyse im Reiter Details angezeigt. (Siehe Kapitel 6.3.2 „Ebenenanalyse“ auf Seite 84 / Kapitel 6.3.6 „Kaustikanalyse“ auf Seite 110).</p>
Löschen	<p>Löscht das ausgewählte Element aus dem Projektbaum.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rufen Sie im Kontextmenü des betreffenden Elements den Menüpunkt auf. 1.  Das Element wird gelöscht und das Stern-Symbol * erscheint neben dem Namen des übergeordneten Elements. 2. Speichern Sie bei Bedarf das übergeordnete Projekt, indem Sie darauf klicken und in der Menüleiste Datei > Speichern wählen.
Messdetails editieren	<p>Dieser Menüpunkt erscheint bei den Elementen Ebene / Kaustik / Serie. Ruft eine Werkbank zum Editieren von Messdetails auf.</p> <p>Gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rufen Sie im Kontextmenü des betreffenden Elements den Menüpunkt auf. 1.  Die editierbaren Messdetails werden in einem Reiter angezeigt. 2. Ändern Sie einen Wert. 3. Bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Enter-Taste. 4. Ändern Sie bei Bedarf weitere Werte. 5. Speichern Sie bei Bedarf das übergeordnete Projekt, indem Sie darauf klicken und in der Menüleiste Datei > Speichern wählen.

Tab. 5.6: Menüpunkte des Projektbaum-Kontextmenüs

Nachmessen	Diese Funktion erscheint bei den Elementen Ebene / Kaustik , wenn ein Gerät angeschlossen ist. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Eine Kaustik oder Ebene nachmessen“ auf Seite 27.
Neu berechnen	Berechnet eine Messung erneut. Dies ist relevant, wenn Parameter geändert wurden (z. B. ROI, Wellenlänge).
Neues Projekt	Erstellt ein neues, leeres Projekt, wenn der Mauszeiger über der freien Fläche unter dem Projektbaum positioniert ist.
Neue Serie	Erstellt eine neue, leere Serie in dem Projekt, das im Reiter Projekte ausgewählt ist.
Neue Kaustik	Erstellt eine neue, leere Kaustik in der Serie, die im Reiter Projekte ausgewählt ist. Voraussetzung ist, dass die Serie schon mindestens eine Kaustik enthält.
Projekte zusammenführen	Macht aus den geöffneten Projekten ein einziges Projekt (siehe Kapitel „Optionen wählen“ auf Seite 8).
... sortieren	Sortiert die Unterelemente des ausgewählten Elements im Hinblick auf das genannte Kriterium.
Sortierung umkehren	Kehrt die Sortierung der Unterelemente des ausgewählten Elements um.
Umbenennen	Setzt das Namensfeld des Elements in den Schreibmodus. Gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> 1. Rufen Sie im Kontextmenü des betreffenden Elements den Menüpunkt auf. 👁 Im Schreibmodus erscheint der Elementnamen in einem Rahmen und vor blauem Hintergrund. 2. Überschreiben Sie den bisherigen Namen. 3. Bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Enter-Taste.

Tab. 5.6: Menüpunkte des Projektbaum-Kontextmenüs

Eine Kaustik oder Ebene nachmessen

Bei der erneuten Messung einer Kaustik werden die vorhandenen Messdaten nicht überschrieben. Stattdessen wird eine zusätzliche Kaustikmessung im Projektbaum angelegt. Beim Nachmessen einer Ebene wird vorher gefragt, ob die im Projektbaum ausgewählte Ebene überschrieben werden soll.

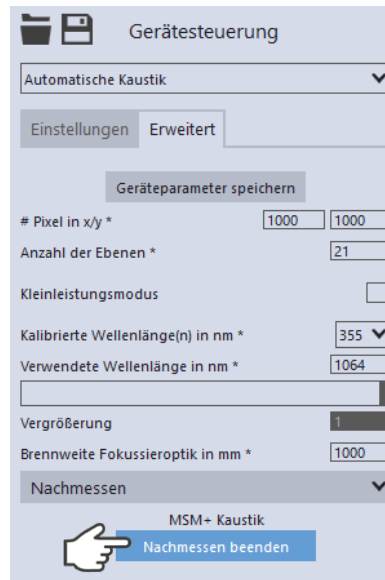
Gehen Sie folgendermaßen vor (Beispiel Kaustik-Messung):

- Klicken Sie auf den Reiter **Projekte**.
- Klicken Sie im Projektbaum auf die Kaustik-Messung, die Sie nachmessen möchten.
- Rufen Sie das Kontextmenü auf und wählen Sie den Menüpunkt **Nachmessen**.
 ⦿ Die Einstellungen der ausgewählten Messung werden übernommen und im Menü **Gerätesteuerung** angezeigt.

- Starten Sie die Messung wie in der Geräte-Betriebsanleitung beschrieben.

- In der Statusanzeige wird der Fortschritt der Nachmessung angezeigt.

5. Klicken Sie nach beendeter Messung im Reiter **Erweitert** auf die Schaltfläche **Nachmessen beenden**.



5.4.7 Tastenkombinationen im Projektbaum

Tastenkombination	Funktion
F1	Öffnet die Betriebsanleitung der LDS in einem separaten Fenster. Dabei wird das passende Kapitel aufgeschlagen.
F2	Setzt das Namensfeld des ausgewählten Elements in den Schreibmodus. Das Element kann anschließend umbenannt werden: 1. Überschreiben Sie den bisherigen Namen. 2. Bestätigen Sie Ihre Eingabe mit der Enter-Taste.
Entf	Löscht das ausgewählte Element aus dem Projektbaum. Das Stern-Symbol * erscheint neben dem Namen des übergeordneten Elements. ► Speichern Sie bei Bedarf das übergeordnete Projekt, indem Sie darauf klicken und in der Menüleiste Datei > Speichern wählen.
Strg + O	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Öffnen einer Datei mit den softwareeigenen Erweiterungen: <ul style="list-style-type: none"> • .lpf (LDS 1.3.1) • .foc (LDS 2.98) In dieser Datei ist ein LDS-Projekt gespeichert. Die Datei wird in den Reiter Projekte geladen.
Strg + S	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .lpf . In dieser Datei wird das LDS-Projekt gespeichert, das im Reiter Projekte ausgewählt ist.
Strg + A	Wählt alle Elemente des Projektbaums aus.
Strg + V	Fügt ein Element aus der Zwischenablage als Unterelement des ausgewählten Elements ein. Voraussetzung ist, dass das einzufügende Element kompatibel mit dem Überelement ist.
Strg + X	Entfernt das ausgewählte Element und legt es in die Zwischenablage.
Strg + Y	Wiederholt die letzte Aktion (Verschieben, Löschen, Umbenennen).
Strg + Z	Setzt die letzte Aktion zurück (Verschieben, Löschen, Umbenennen).

Tab. 5.7: Tastenkombinationen im Projektbaum

5.5 Die Menüleiste

Die Menüleiste befindet sich am oberen Rand der Benutzeroberfläche. Die Menüpunkte ermöglichen eine große Bandbreite an Bedien- und Einstelloptionen.

Zum Aufrufen eines Menüpunkts gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Klicken Sie auf den Menünamen, um sich die Menüpunkte eines Menüs anzeigen zu lassen. Der Name des ausgewählten Menüs erscheint invertiert.
2. Fahren Sie bei Bedarf mit dem Mauszeiger über die anderen Menüs, um sich deren Menüpunkte anzusehen.
3. Klicken Sie auf einen Menüpunkt, um ihn aufzurufen. Der Name des ausgewählten Menüpunkts erscheint invertiert.

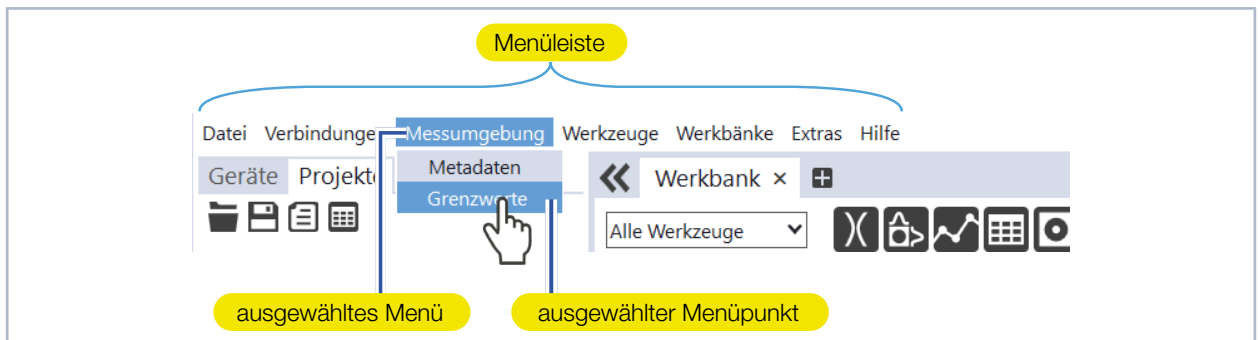


Abb. 5.6: Menüleiste, Menüs und Menüpunkte

Menüpunkte im Menü <i>Datei</i>	
Öffnen	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Öffnen einer Datei mit den softwareeigenen Erweiterungen: <ul style="list-style-type: none"> • .lpf (LDS 1.3.1) • .foc (LDS 2.98) In dieser Datei ist ein LDS-Projekt gespeichert. Die Datei wird in den Reiter Projekte geladen.
Selektiv öffnen	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Öffnen einer Projekt-Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .lpf (LDS 1.3.1). In einem Vorschau-Dialogfenster kann ein Teil-Projekt ausgewählt werden, das im Projektbaum geöffnet wird. Diese Funktion erleichtert die Arbeit mit sehr großen Projekten.
Speichern	Speichert die Änderungen eines im Reiter Projekte ausgewählten Projekts, das schon gespeichert wurde. Wenn das ausgewählte Projekt noch niemals gespeichert wurde: siehe Menüpunkt Speichern unter .
Speichern unter	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .lpf . In dieser Datei wird das LDS-Projekt gespeichert, das im Reiter Projekte ausgewählt ist.
PDF-Export	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit den Erweiterungen: <ul style="list-style-type: none"> • .pdf • .png Diese Datei enthält einen Messreport für die Messung, die im Reiter Projekte ausgewählt ist. Vor dem Speichern eines Messreports kann in einer Auswahlliste die gewünschte Dokumentvorlage (Report-Template) gewählt werden. Abhängig vom Messtyp stehen unterschiedliche Vorlagen zur Verfügung.
CSV-Export	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der Erweiterung csv . In dieser Datei sind numerisch die Daten der Messung gespeichert, die im Reiter Projekte ausgewählt ist.
Zuletzt geladene Dateien >	Öffnet eine Liste mit den zuletzt geladenen Dateien (max. 10 Einträge).
Importiere Einstellungen	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Öffnen einer Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .lof . In dieser Datei sind Einstellungen gespeichert, die ins Menü Extras > Optionen übernommen werden.
Exportiere Einstellungen	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der softwareeigenen Erweiterung .lof . In dieser Datei werden die Einstellungen des Menüs Extras > Optionen gespeichert.
Beenden	Beendet das Programm.
Menüpunkte im Menü <i>Verbindungen</i>	
Verbinden	Öffnet das Fenster Verbindungen mit den gefundenen Geräten.
Verbindung trennen	Trennt das im Reiter Geräte ausgewählte Gerät von der LDS.

Tab. 5.8: Die Menüpunkte der Menüleiste im Überblick

Menüpunkte im Menü <i>Messumgebung</i>	
Metadaten	<p>Öffnet eine gleichnamige Werkbank zum Anzeigen von Metadaten in tabellarischer Form.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das betreffende Projektbaum-Element und ziehen es bei gedrückter linker Maustaste ins Werkbank-Fenster hinein. 👁 Metadaten lassen sich nicht zu allen Projektbaum-Elementen anzeigen. In diesem Fall erscheint ein Verbotssymbol an der Position des Mauszeigers.
Grenzwerte	<p>Öffnet eine gleichnamige Werkbank zum Konfigurieren von globalen Grenz- und Warnwerten.</p> <p>Weitere Informationen enthält das Kapitel 8.2.1 „Grenz- und Warnwerte“ auf Seite 156.</p>
Menüpunkte im Menü <i>Werkzeuge</i>	
<p>Enthält eine Auflistung aller Werkzeuge in alphabetischer Reihenfolge. Klicken auf einen Werkzeugnamen öffnet das entsprechende Werkzeug in einer gleichnamigen Werkbank.</p> <p>Informationen zu allen Werkzeugen enthält das Kapitel 6 „Messungen anzeigen und auswerten“ auf Seite 43.</p>	
Neue Werkbank	Erzeugt in einer Werkbank-Gruppe eine neue, leere Werkbank.
Werkbänke >	<p>Dieser Menüpunkt erscheint nur, wenn Werkbänke gespeichert wurden.</p> <p>Öffnet eine Liste mit den gespeicherten Werkbänken. Klicken auf einen Listeneintrag öffnet die Werkbank.</p>
Werkbänke als Fenster	Erzeugt aus den Werkbänken des Hauptbereichs frei schwebende Werkbank-Gruppen.
Werkbänke als Tabs	Ordnet die frei schwebenden Werkbank-Gruppen registerartig im Hauptbereich an.
Werkbänke verwalten	Öffnet das Menü Werkbankverwaltung (siehe Kapitel 5.6.3 auf Seite 39).
Menüpunkte im Menü <i>Extras</i>	
Optionen	<p>Hier können in den Reitern Software, Gerät, Plugins und Messung globale Einstellungen vorgenommen werden.</p> <p>Weitere Informationen enthält das Kapitel „Globale Einstellungen im Menü Extras > Optionen“ auf Seite 32.</p>
Menüpunkte im Menü <i>Hilfe</i>	
Anleitungen	Öffnet eine Auswahl von Betriebsanleitungen, darunter diese Anleitung und die Anleitungen von PRIMES-Messgeräten. Klicken auf einen Titel öffnet die Anleitung.
Strahlinformationen	<p>Öffnet ein Fenster mit Informationen über die verwendeten Koordinatensysteme, die Strahlparameter und die Auswertelgorithmen.</p> <p>Weitere Informationen enthält das Kapitel 7 „Grundlagen der Strahlgeometrieanalyse in der LDS“ auf Seite 148.</p>
Formelsammlung	Öffnet ein PDF-Dokument, das zentrale Formeln der Strahlvermessung erläutert.
Info	Öffnet ein Fenster, das Lizenztexte und Informationen zu Versionsnummer und Copyright der LDS enthält.

Tab. 5.8: Die Menüpunkte der Menüleiste im Überblick

Globale Einstellungen im Menü **Extras > Optionen**

Im Menü **Extras > Optionen** können in mehreren Reitern globale Einstellungen vorgenommen werden.

Im Reiter **Werkzeuge** sind die Werkzeuge aufgelistet. Ist das Kontrollkästchen eines Werkzeugs deaktiviert, dann erscheint das Werkzeug nicht in der Werkzeug-Symbolleiste **Alle Werkzeuge**. Die Werkzeug-Symbolleiste wird im Hauptbereich der Benutzeroberfläche angezeigt (siehe Kapitel 5.6 auf Seite 36).

Im Reiter **Plugins** sind die installierten Plugins aufgelistet.

Option (Reiter <i>Software</i>)	Funktion
Grundeinstellungen	
Startbildschirm anzeigen	Der Startbildschirm erscheint bei jedem Neustart der Software.
Tutorial anzeigen	Aktiviert das Tutorial. Das Tutorial informiert in kurzen Anleitungen auf blauem Hintergrund über die grundlegenden Bedienschritte.
Automatische Updatesuche	Aktiviert die automatische Benachrichtigung über Softwareupdates.
Farbkontrast	Der Farbkontrast kann über einen Schieberegler oder numerisch eingestellt werden (-1 bis 2).
Kantenglättung	Verhindert Artefakte in 3D-Darstellungen.
Standard Algorithmus	In der Aufklapp-Liste kann eine Vorauswahl des Algorithmus zur Radiusberechnung getroffen werden. Wird ein Werkzeug mit Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl geöffnet, dann ist der Standard-Algorithmus in der Liste voreingestellt (z. B. im Werkzeug Kaustikanalyse , siehe Kapitel 6.3.6 auf Seite 110).
Nur Parameter für selektierten Kaustikalgorithmus anzeigen	Deaktiviert in den betreffenden Werkzeugen die Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl. In diesen Werkzeugen wird dann immer der Standard-Algorithmus zur Radiusberechnung verwendet.
Standard Falschfarben Palette	In der Aufklapp-Liste kann eine Vorauswahl der Falschfarben-Palette getroffen werden. Wird ein Werkzeug mit Aufklapp-Liste zur Auswahl der Falschfarben-Palette geöffnet, dann ist die Standard-Palette in der Liste voreingestellt (z. B. im Werkzeug Falschfarbenansicht , siehe Kapitel 6.3.1 auf Seite 78).
Adaptive Werkzeug-Auswahl	Die Auswahl in der Werkzeug-Symbolleiste Alle Werkzeuge wird automatisch angepasst. Es werden nur die Werkzeuge angezeigt, die zu den angeschlossenen Messgeräten und den geladenen Datentypen passen.
Messwerkbank öffnen	Beim Öffnen eines Messmodus wird automatisch eine angepasste Werkbank geöffnet. Die Werkbank wird im Hauptbereich der Benutzeroberfläche angezeigt und enthält die wichtigsten Werkzeuge zur Darstellung und Auswertung von Messergebnissen.
Zeige Skriptkonsole	Öffnet die Skriptkonsole. Dort können Ausgaben aus dem Skript dargestellt werden.
Aktualisierungsrate der Fenster in ms	Das Intervall für die automatische Aktualisierung der Fenster kann numerisch eingetragen werden.
Kompression für Projektdateien	In der Aufklapp-Liste kann zwischen verschiedenen Kompressionsstufen gewählt werden, mit der Projektdateien gespeichert werden.
Benutze SI Einheiten	Werte werden in SI-Einheiten angezeigt.
Temperaturen in Fahrenheit	Temperatur-Werte werden in Fahrenheit angezeigt.

Tab. 5.9: Globale Einstellungen im Menü **Extras > Optionen > Reiter Software**

Option (Reiter Software)	Funktion
Auswertungseinstellungen	
Füllfaktor der ROI	Der ROI-Füllfaktor kann numerisch eingegeben werden. Voreingestellt ist ein Wert von 0,5. Nach einem Neustart der LDS wird der ROI-Wert wieder auf 0,5 zurückgesetzt. Weitere Informationen zum ROI-Füllfaktor enthält das Kapitel „Füllfaktoren“ auf Seite 152.
ROI anwenden	Der eingetragene ROI-Füllfaktor wird bei der Berechnung der Messdaten angewendet.
Exporteinstellungen Ebenendaten	
Automatischer CSV Export	Bei jedem Speichern eines Projektes wird automatisch auch eine gleichnamige Datei mit der Erweiterung .csv am gewählten Ablageort gespeichert. In dieser Datei sind numerisch die Messdaten aller Ebenen gespeichert, die das Projekt enthält.
Lokalisiertes Dezimaltrennzeichen beim CSV-Export	Das Dezimaltrennzeichen für den CSV-Export wird aus der Ländereinstellung des Betriebssystems übernommen.
Trennzeichen beim CSV-Export	Das Trennzeichen für den CSV-Export kann in der Aufklapp-Liste ausgewählt werden.
Rohdaten als Leistungsdichten exportieren	Die Rohdaten aus dem AD-Wandler (in cts = Counts) werden beim Export in Leistungsdichtewerte (kW/cm ²) umgerechnet. Voraussetzung ist, dass in der Messung eine Leistung eingegeben oder gemessen worden ist.
Farblegende beim Bildexport hinzufügen	Beim Bildexport wird eine Farblegende mit der zugehörigen Farbe-Counts-Zuordnung hinzugefügt.
Kommunikation	
Zeige nur verbundene Geräte	Im Dialog Verbindungen werden nur solche Bluetooth-Geräte angezeigt, die aktuell verbunden sind. Ansonsten werden auch Geräte angezeigt, die aktuell nicht verbunden sind, aber zu einem früheren Zeitpunkt einmal verbunden waren.
Gerätekommunikation aufzeichnen	Die Gerätekommunikation wird in der Datei lds_log protokolliert. Diese Datei wird im Verzeichnis C:\Temp gespeichert.
Gerätestatus aufnehmen	Der Gerätestatus (z. B. der Achsenverfahrweg) wird in der Datei lds_log protokolliert. Diese Datei wird im Verzeichnis C:\Temp gespeichert.
Zusatzeneinstellungen für Remoteverbindung	
Verzeichnis Einstellungsdateien	Verzeichnispfad für die Einstellungsdateien, die für die Datenübertragung nach dem Automatisierungsstandard OPC UA verwendet werden.
Beim Schließen der Geräteverbindung Projektbaum leeren	Der Projektbaum wird geleert, wenn die Verbindung zum Gerät über einen Automatik-Befehl getrennt wird.
OPC Server Adresse	OPC-Adresse, mit der eine Verbindung hergestellt werden soll.
Geräte IP Adresse	IP-Adresse des Geräts für den Verbindungsaufbau.
Geräteinitialisierungszeit in s	Zeit, bis das Gerät betriebsbereit ist. Erst nach Ablauf dieser Zeit kann das Gerät angesteuert werden.

Tab. 5.9: Globale Einstellungen im Menü **Extras > Optionen > Reiter Software**

Option (Reiter <i>Messung</i>)	Funktion
Nachmessen: Messeinstellungen anpassen	Beim Nachmessen einer Ebene werden die Einstellungen der Gerätesteuerung neu vorgenommen (z. B. Strahlsuche, Belichtung, Messfenstergröße). Ansonsten werden die Einstellungen aus der ausgewählten Messung übernommen. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Eine Kaustik oder Ebene nachmessen“ auf Seite 27.
Nur bei installierten Plugin Algorithmen zur Radiusberechnung	
Berechne 1./2. Leistungseinschluss	Der 1. und 2. Leistungseinschluss wird entsprechend den Prozent-Werten in den Feldern darunter berechnet.
1. Leistungseinschluss in %	Der Prozent-Wert für die Berechnung des 1. Leistungseinschlusses kann numerisch eingegeben werden.
2. Leistungseinschluss in %	Der Prozent-Wert für die Berechnung des 2. Leistungseinschlusses kann numerisch eingegeben werden.

 Tab. 5.10: Globale Einstellungen im Menü **Extras > Optionen > Reiter *Messung***

Leerseite

5.6 Der Hauptbereich

Im Hauptbereich der Benutzeroberfläche können Messdaten angezeigt und ausgewertet werden. Dazu steht eine Vielzahl von Werkzeugen zur Verfügung, die sich in separaten Fenstern flexibel anordnen lassen. Zusätzliche Flexibilität und Übersichtlichkeit ermöglicht die Anzeige der Werkzeugfenster in beliebig vielen Werkbänken.

5.6.1 Aufbau des Hauptbereichs

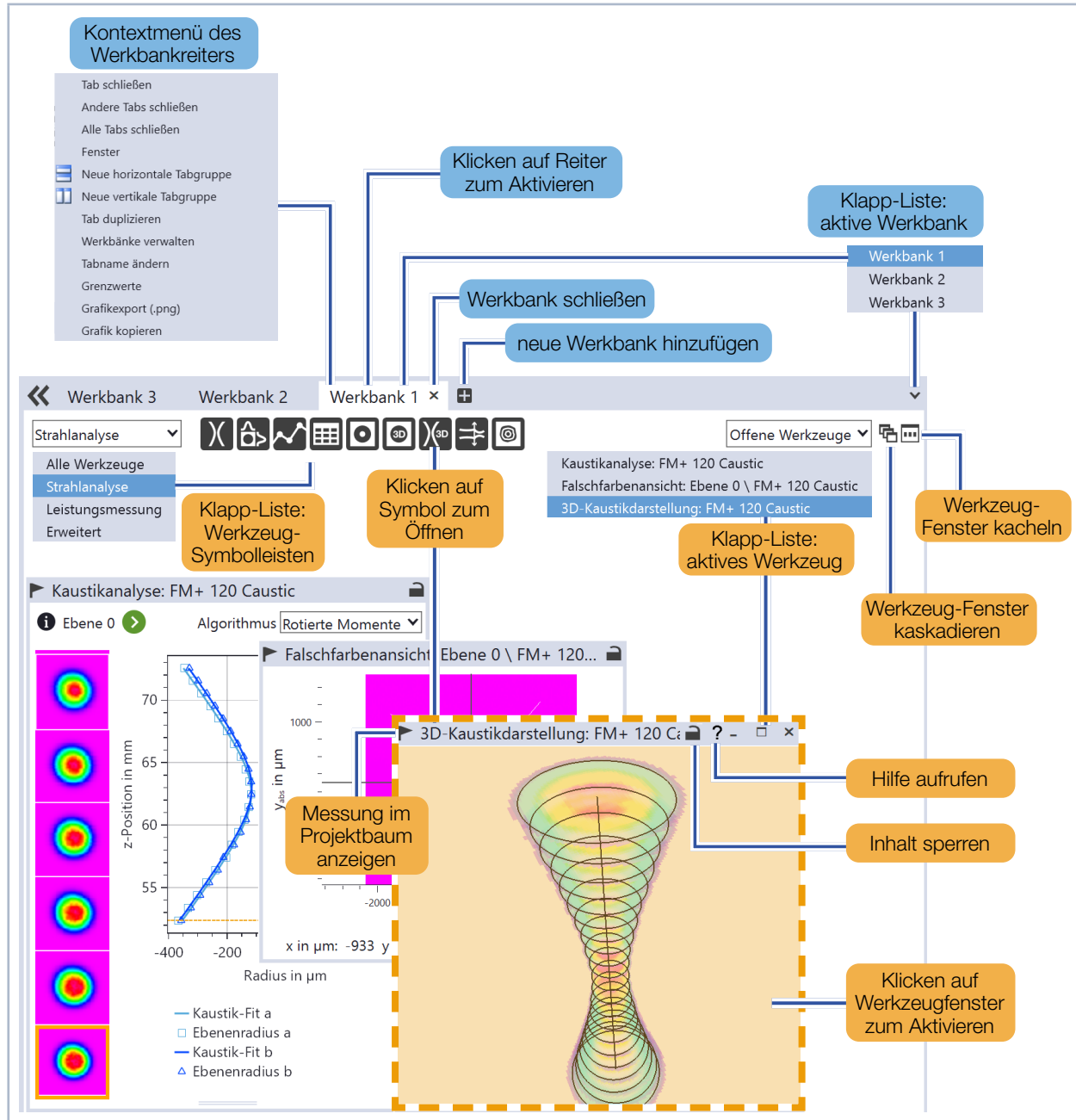


Abb. 5.7: Aufbau des Hauptbereichs

Bedien-Elemente	Erläuterung
<p style="text-align: center; border: 1px solid #0070C0; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block;">Werkbank-bezogen</p>	<p>Nach dem ersten Programmstart befindet sich eine Werkbank im Hauptbereich. Es können beliebig viele Werkbänke hinzugefügt und individuell benannt werden. Die Werkbänke sind im Hauptbereich registerartig angeordnet. Die aktive Werkbank rückt in den Vordergrund.</p> <p>Im Hauptbereich gibt es folgende Bedienmöglichkeiten:</p> <p>Hinzufügen einer neuen Werkbank:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Plus-Symbol neben den Werkbank-Reitern. <p>Schließen einer Werkbank:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Kreuz-Symbol im Werkbank-Reiter. <p>Aktivieren einer Werkbank:</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf den Werkbank-Reiter. ▶ Wählen Sie die Werkbank in der Aufklapp-Liste der geöffneten Werkbänke. ▶ Halten Sie die Strg-Taste gedrückt und drücken Sie wiederholt die Tab-Taste. 👁 Die aktive Werkbank rückt in den Vordergrund. <p>Öffnen des Kontextmenüs einer Werkbank:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Rechtsklicken Sie auf den Werkbank-Reiter. Weitere Informationen enthält das Kapitel 5.6.2 „Das Kontextmenü im Werkbank-Reiter“ auf Seite 38. <p>Beachten Sie außerdem die Optionen im Menü Werkbänke (siehe Kapitel 5.5 „Die Menüleiste“ auf Seite 29).</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid #FFA500; border-radius: 10px; padding: 2px 10px; display: inline-block;">Werkzeug-bezogen</p>	<p>In einer Werkbank gibt es folgende Bedienmöglichkeiten:</p> <p>Auswahl einer Werkzeug-Symboleiste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie eine Gruppe in der Aufklapp-Liste. In einer Werkzeug-Symboleiste sind Werkzeuge nach Themen zusammengefasst. <p>Öffnen eines Werkzeugs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das betreffende Symbol in der Werkzeug-Symboleiste. <p>Kaskadiertes / gekacheltes Anordnen von Werkzeug-Fenstern:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ klicken Sie auf das betreffende Rahmen-Symbol. <p>Aktivieren eines Werkzeugs:</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Werkzeug-Fenster. ▶ Wählen Sie das Werkzeug-Fenster in der Aufklapp-Liste der geöffneten Werkzeuge. 👁 Das aktive Werkzeug rückt in den Vordergrund. <p>Sperrn / Entsperrn des Inhalts eines Werkzeugfensters:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Schloss-Symbol. <p>Aufrufen einer Hilfe zum Werkzeug:</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Fragezeichen. ▶ Platzieren Sie den Mauszeiger über dem Werkzeug-Fenster (jedoch nicht über der Kopfleiste) und drücken Sie die F1-Taste. 👁 Die Betriebsanleitung der LDS wird in einem separaten Fenster geöffnet. Dabei wird das zum Werkzeug passende Kapitel aufgeschlagen. <p>Markieren der in einem Werkzeug angezeigten Messdaten im Projektbaum:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Fähnchen-Symbol. Mit dieser Funktion können die angezeigten Messdaten im Projektbaum eindeutig identifiziert werden. Dies verbessert die Übersichtlichkeit, wenn in einer Werkbank viele Werkzeugfenster zugleich geöffnet sind. <p>Beachten Sie außerdem die alphabetische Auflistung der Werkzeuge im Menü Werkzeuge (siehe Kapitel 5.5 „Die Menüleiste“ auf Seite 29).</p>

Tab. 5.11: Bedienelemente des Hauptbereichs

5.6.2 Das Kontextmenü im Werkbank-Reiter

Option	Erläuterung
Tab schließen	Schließt die betreffende Werkbank.
Andere Tabs schließen	Schließt alle geöffneten Werkbanken außer die betreffende.
Alle Tabs schließen	Schließt alle geöffneten Werkbanken. Im Hauptbereich wird eine neue, leere Werkbank erzeugt.
Fenster	Löst die betreffende Werkbank aus der Registeranordnung und positioniert sie in einem frei schwebenden Fenster.
Neue horizontale Tabgruppe	Erzeugt eine neue horizontale Werkbank-Gruppe
Neue vertikale Tabgruppe	Erzeugt eine neue vertikale Werkbank-Gruppe
Tab duplizieren	Erzeugt eine identische, gleichnamige Werkbank innerhalb der Werkbank-Gruppe. Kopiert wird auch die Anzahl, Anordnung und Größe der Werkzeug-Fenster.
Werkbanken verwalten	Öffnet das Menü Werkbankverwaltung (siehe Kapitel 5.6.3 auf Seite 39).
Tabname ändern	Ruft ein Fenster auf, in dem der Name der betreffenden Werkbank geändert werden kann.
Grenzwerte	Öffnet eine gleichnamige Werkbank zum Konfigurieren von globalen Grenz- und Warnwerten. Weitere Informationen enthält das Kapitel 8.2.1 „Grenz- und Warnwerte“ auf Seite 156.
Grafikexport (.png)	Öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der Erweiterung .png . Die Datei enthält ein Bild der betreffenden Werkbank.
Grafik kopieren	Kopiert ein Bild der betreffenden Werkbank in die Zwischenablage.

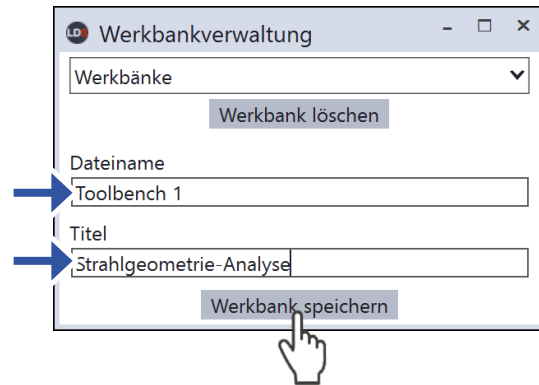
Tab. 5.12: Optionen des Kontextmenüs im Werkbank-Reiter

5.6.3 Werkbänke verwalten und laden

Eine benutzerdefinierte Werkbank-Konfiguration kann als Datei mit der Erweiterung **.xml** unter **C:\ProgramData\Primes\LDS\customcontrols** gespeichert und von dort geladen werden. Dies erleichtert es, wiederkehrende Analyseaufgaben effizient abzuarbeiten.

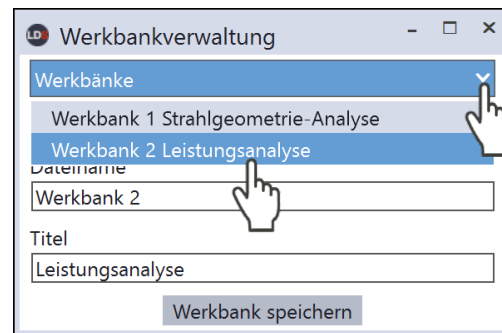
Speichern einer Werkbank

1. Klicken Sie auf den Werkbank-Reiter, um die zu speichernde Werkbank zu aktivieren.
2. Öffnen Sie das Menü **Werkbankverwaltung** über das Kontextmenü des Werkbank-Reiters oder über das Hauptmenü **Werkbänke > Werkbänke verwalten**.
3. Geben Sie einen Dateinamen und einen Titel ein.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Werkbank speichern**.



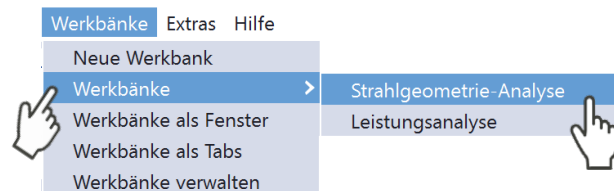
Löschen einer Werkbank

1. Öffnen Sie das Menü **Werkbankverwaltung** über das Kontextmenü des Werkbank-Reiters oder über das Hauptmenü **Werkbänke > Werkbänke verwalten**.
2. Öffnen Sie die Aufklapp-Liste.
3. Klicken Sie auf die zu löschende Werkbank.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Werkbank löschen**.



Laden einer Werkbank

1. Wählen Sie im Hauptmenü **Werkbänke > Werkbänke**.
2. Klicken Sie auf den Namen der Werkbank, die geladen werden soll.



5.6.4 Den Hauptbereich strukturieren

Standardmäßig enthält der Hauptbereich nur eine Werkbank-Gruppe. Zusätzliche Flexibilität und Übersichtlichkeit ermöglicht die Aufteilung in beliebig viele Werkbank-Gruppen. Diese können entweder frei schwebend in einem separaten Fenster oder kachelartig angeordnet werden.

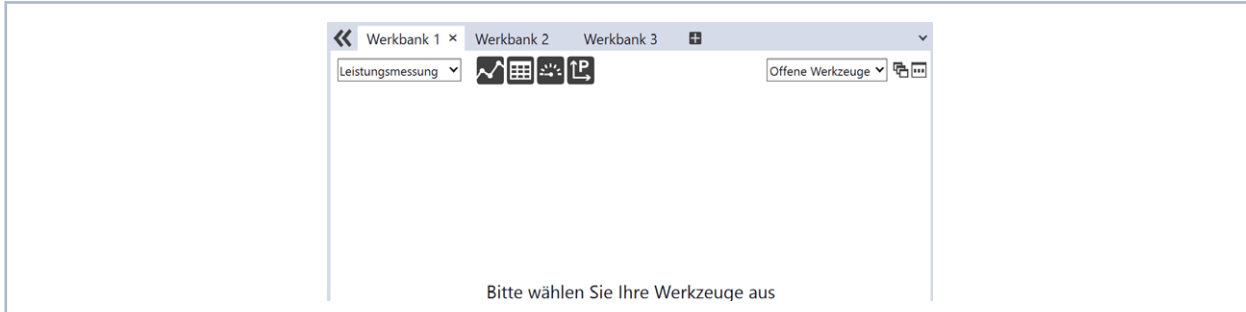


Abb. 5.8: Hauptbereich mit einer Werkbank-Gruppe

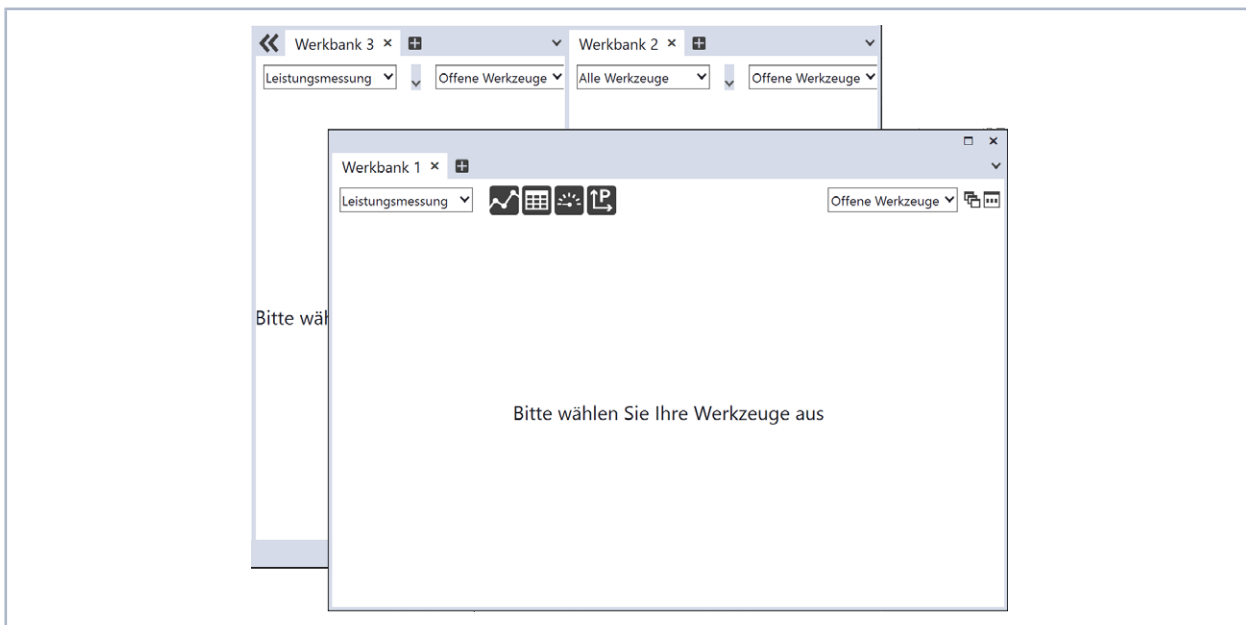


Abb. 5.9: Hauptbereich neben einer frei schwebenden Werkbank-Gruppe

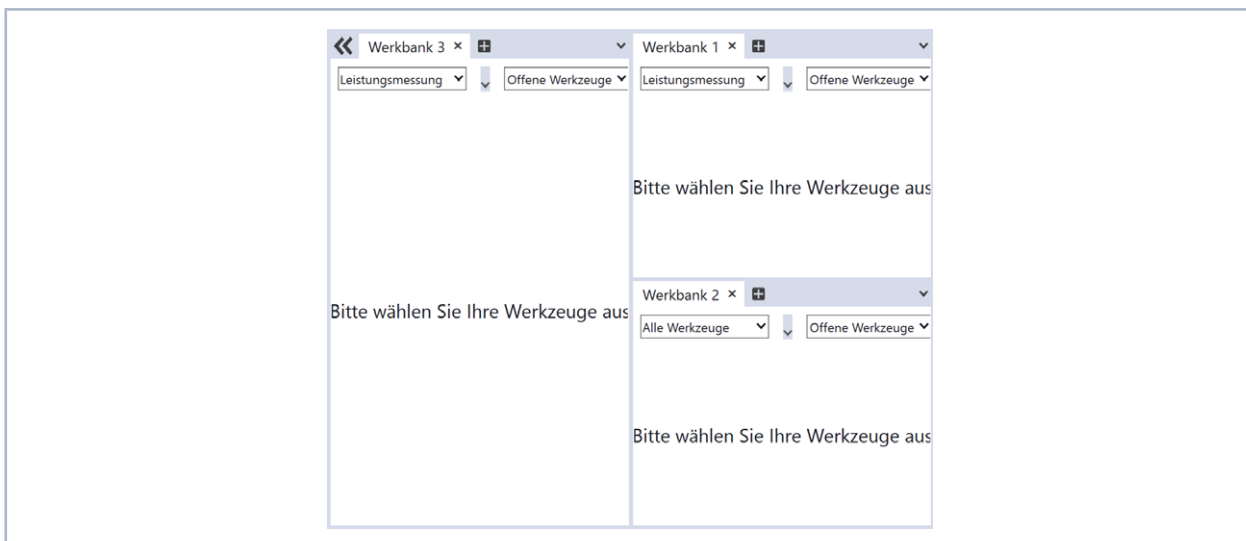
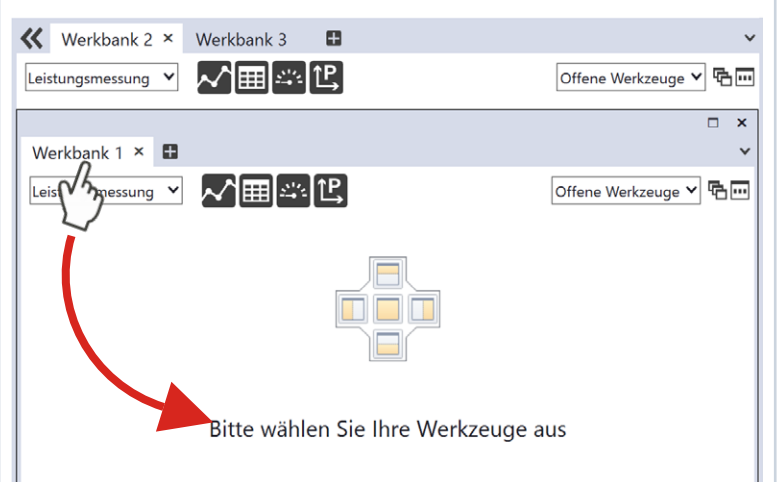


Abb. 5.10: Hauptbereich mit gekachelten Werkbank-Gruppen

Eine frei schwebende Werkbank-Gruppe erzeugen

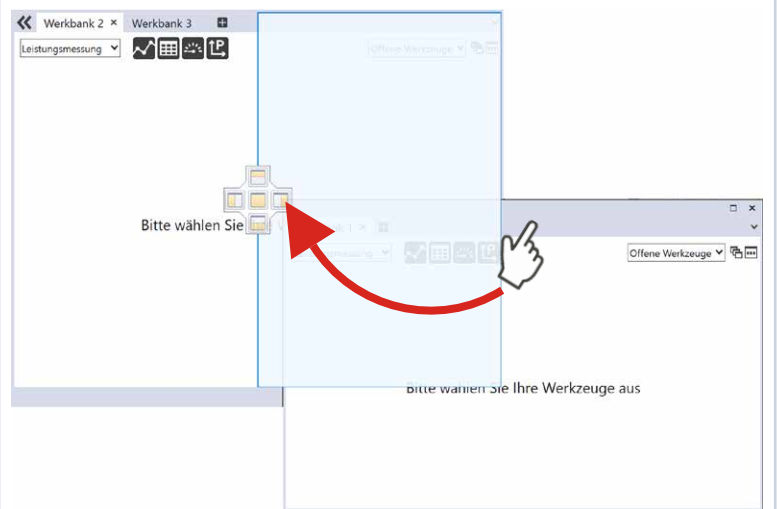
1. Klicken Sie auf einen Werkbank-Reiter.
2. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie, bis ein frei schwebendes Fenster und ggf. ein Positionskreuz erscheint.
3. Positionieren Sie den Mauszeiger beliebig auf dem Bildschirm, jedoch nicht über einem Positionskreuz.
4. Lassen Sie die linke Maustaste los, wenn die Positionierung des Fensters Ihren Vorstellungen entspricht.



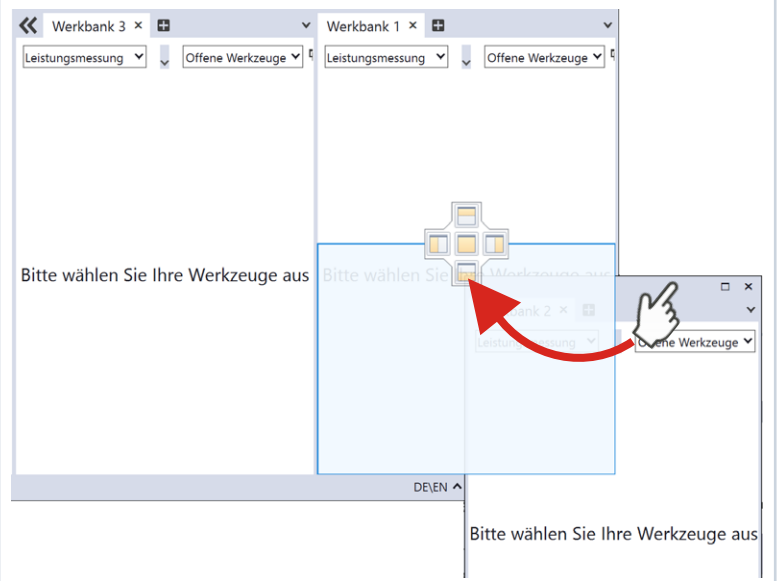
Gekachelte Werkbank-Gruppen erzeugen

1. Erzeugen Sie wie oben dargestellt eine frei schwebende Werkbank-Gruppe.
2. Klicken Sie auf den Kopfbereich der frei schwebenden Werkbank-Gruppe.
3. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie über eine Werkbank-Gruppe, bis ein Positionskreuz erscheint.
4. Positionieren Sie den Mauszeiger bei gedrückter linker Maustaste über dem Positionskreuz, jedoch nicht über der Mitte.
5. Lassen Sie die Maustaste los, wenn die Anordnung Ihren Vorstellungen entspricht.

👁 Die Werkbank-Gruppe wird halbiert. Die zukünftige Position und Größe der neu entstehenden Gruppe ist als weiße Fläche mit blauem Rahmen dargestellt.

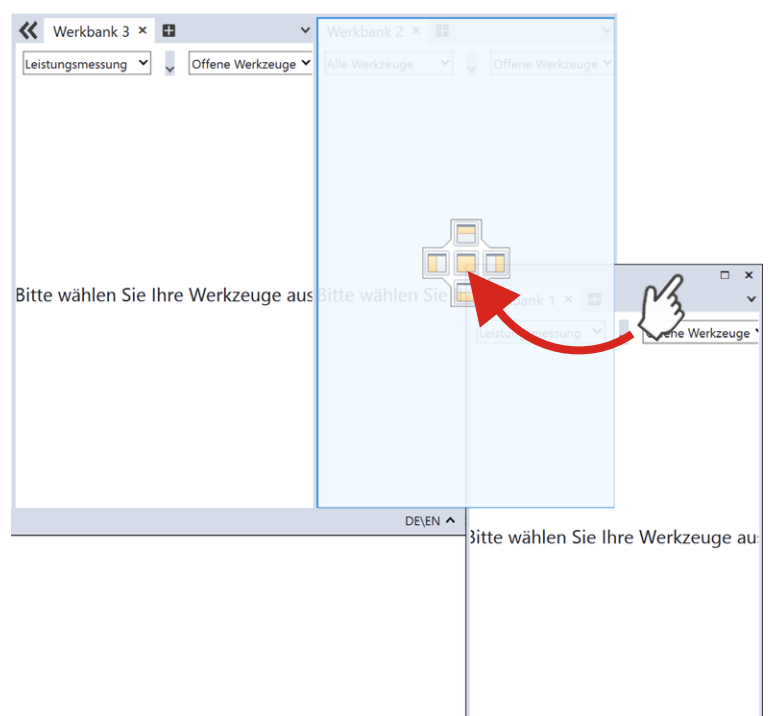


6. Fahren Sie nach Wunsch auf diese Weise fort, um weitere Werkbank-Gruppen zu erzeugen.

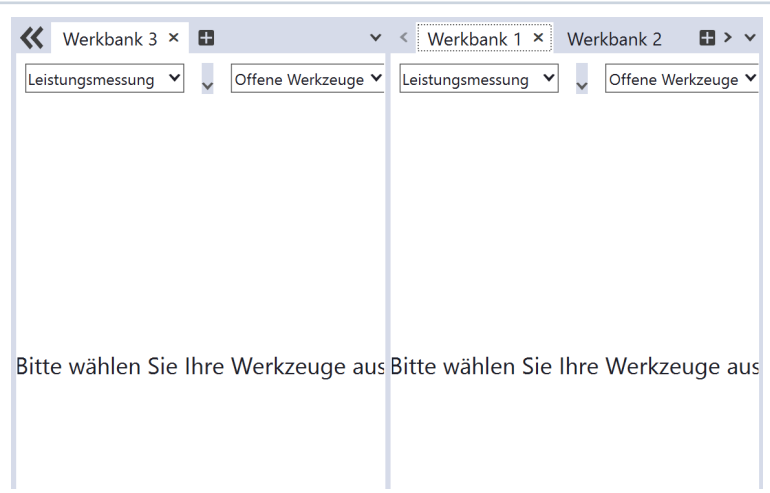


Eine Werkbank ins Register einer Werkbank-Gruppe einfügen

1. Erzeugen Sie wie oben dargestellt eine frei schwebende Werkbank-Gruppe.
 2. Klicken Sie auf den Kopfbereich der frei schwebenden Werkbank-Gruppe.
 3. Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie über eine Werkbank-Gruppe, bis ein Positionskreuz erscheint.
 4. Positionieren Sie den Mauszeiger bei gedrückter linker Maustaste über der Mitte des Positionskreuzes.
- 👁 Die Werkbank-Gruppe ist als weiße Fläche mit blauem Rahmen dargestellt.
5. Lassen Sie die Maustaste los, wenn die Anordnung Ihren Vorstellungen entspricht.
 6. Fahren Sie nach Wunsch auf diese Weise fort, um weitere Werkbänke in der Werkbank-Gruppe zu positionieren.



- 👁 Die betreffende Werkbank ist ins Register der Werkbank-Gruppe integriert.



6 Messungen anzeigen und auswerten





6.1 Allgemeines zu den Werkzeugen der LDS

6.1.1 Die Werkzeuge im Überblick








Zum Anzeigen und Auswerten von Messungen steht in der LDS eine Vielzahl von Werkzeugen zur Verfügung. Tab. 6.1 auf Seite 43 zeigt die Werkzeuge im Überblick.

Die Hintergrundfarben haben folgende Bedeutungen:









Grün	Werkzeuge zur Anzeige von Strahlgeometriedaten und Leistungsdaten
Rot	Werkzeuge zur Anzeige von Strahlgeometriedaten
Blau	Werkzeuge zur Anzeige von Leistungsdaten
Gelb	Andere Werkzeuge

Werkzeug	Funktion
 Ergebnistabelle	Tabellarische Anzeige von Messwerten Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Gleichzeitige Anzeige mehrerer Messungen in einem Werkzeugfenster • Auswahl beliebiger Parameter, Anzeige in Reihen oder Spalten • Anzeige von Grenzwert-Verletzungen durch farbige Markierungen Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.1 auf Seite 50.
 Graph	Anzeige von Messwerten als Graphen im Koordinatensystem Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Gleichzeitige Anzeige mehrerer Messungen in einem Werkzeugfenster • Beliebige Auswahl mehrerer Messparameter für die y-Achse(n) • Auswahl eines x-Parameters (u. a. Index, Messdauer, Zeitstempel) • Achsen teilbar bezüglich Messparameter und Messung • Achsen unabhängig voneinander skalierbar und verschiebbar Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.2 auf Seite 52.
 Messwertanzeige	Anzeige von Messparametern als Einzelwerte in numerischer Form oder auf Kreisbogen-, Linear- oder Thermometer-Skala Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Eignet sich insbesondere zur Anzeige einer laufenden Messung • Anzeige von Grenzwert-Verletzungen durch farbige Markierungen Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.3 auf Seite 58.
 Histogramm	Graphische Anzeige klassierter Daten Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Gleichzeitige Anzeige mehrerer Messungen in einem Werkzeugfenster • x-Achse: gleiche Klassenbreite (pro Messung) • y-Achse: Anzeige der Häufigkeiten Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.4 auf Seite 60.







Tab. 6.1: Die Werkzeuge und ihre Funktion im Überblick

Werkzeug	Funktion
 Graphische Datenauswertung	Anzeige von Messwerten als Graphen im Koordinatensystem Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Gleichzeitige Anzeige mehrerer Messungen in einem Werkzeugfenster • Abhängigkeiten zwischen beliebigen Messparametern betrachten durch Auswahl mehrerer y-Parameter und eines x-Parameters • Achsen teilbar bezüglich Messung • Achsen unabhängig voneinander skalierbar und verschiebbar • Anzeige von Grenzwert- und Warnwerten im Koordinatenfenster Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.5 auf Seite 64.
 Evaluierungsampel	Bewertung von frei wählbaren Parametern durch Ampelfarben im Hinblick auf Grenz- und Warnwerte. Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Ampelansicht oder Tabellenansicht • Eignet sich insbesondere zur Anzeige einer laufenden Messung Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.6 auf Seite 70.
 Serienauswertung	Auswertung großer Datenmengen (mehrere Serien oder Kaustiken) Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Graphische und tabellarische Anzeige • Beliebige Auswahl mehrerer Messparameter für die y-Achse(n) • Auswahl eines x-Parameters (u. a. Index, Zeitstempel) • Achsen unabhängig voneinander skalierbar und verschiebbar Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.2.7 auf Seite 72.
 Falschfarbenansicht	Falschfarbenskalierte Intensität einer Leistungsdichteverteilung Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.1 auf Seite 78.
 Ebenenanalyse	Graphische und tabellarische Anzeige einer Ebene Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Graphische Anzeige der Leistungsdichteverteilung durch Falschfarbenansicht und verschiebbare x-Querschnitte / y-Querschnitte • Tabellarische Anzeige aller Messwerte • Bewertung der Validität einer Messung, visuell unterstützt durch farbige Markierungen Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.2 auf Seite 84.
 3D-Ebenenansicht	Dreidimensionale, um alle Raumachsen drehbare Anzeige der Leistungsdichteverteilung Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.3 auf Seite 94.
 Leistungseinschluss	Berechnung des Radius einer Messebene bei beliebig vorgegebenem Leistungseinschluss (und umgekehrt) Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Graphische und numerische Anzeige der Ergebnisse • Gleichzeitige Anzeige mehrerer Messungen in einem Werkzeugfenster Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.4 auf Seite 98.

Tab. 6.1: Die Werkzeuge und ihre Funktion im Überblick

Werkzeug	Funktion
 Strahlsymmetrieanalyse	Graphische und tabellarische Anzeige unterschiedlicher Leistungseinschluss-Niveaus einer Ebene Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Lineare oder polare graphische Darstellung • Anpassung von Kreiskonturen / Histogrammen zur besseren Beurteilung der Strahlsymmetrie Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.5 auf Seite 104.
 Kaustikanalyse	Graphische und tabellarische Anzeige einer Kaustik Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Graphische Anzeige der gemessenen Ebenen als Kaustik-Querschnitte (Falschfarbenansichten) und Kaustik-Längsschnitt • Tabellarische Anzeige aller Messwerte • Bewertung der Validität einer Messung, visuell unterstützt durch farbige Markierungen • Vergleich der Messwerte mit einer Referenz-Kaustik • Kopplung mit geöffneten Werkzeugen zur Ebenen-Anzeige: automatische Übernahme der ausgewählten Ebene in die Ansicht dieser Werkzeuge Ausführliche Informationen enthält Kapitel 6.3.6 auf Seite 110.
 3D-Kaustikdarstellung	Farbige, dreidimensionale Anzeige einer Kaustik Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung um alle Raumachsen drehbar • Kaustik-Ebenen in Falschfarben Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.7 auf Seite 120.
 Prozessvolumen	Anzeige des z-Abschnitts einer Kaustik bei vorgegebener Mindest-Intensität (Prozessvolumen) Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Tabellarische Ansicht • Umfangreiche graphische Ansicht (Graph, Strahlsymmetrie, 3D-Ansicht) Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.8 auf Seite 124.
 Focusshift	Graphische und numerische Auswertung einer Serie von Kaustiken im Hinblick auf einen Focusshift Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.9 auf Seite 128.
 Rohstrahlanalyse	Graphische und tabellarische Anzeige der Ergebnisse einer Rohstrahlrückrechnung (nur mit dem LaserQualityMonitor LQM+ möglich) Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.10 auf Seite 132.
 Strahlagenstabilität	Anzeige einer Überwachung der Strahlagenstabilität (nur bei kamerabasierten Messgeräten möglich) Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.11 auf Seite 136.
 Vorbeugende Instandhaltung	Vorausschauende Berechnung von Zeitpunkten, an denen Grenzwerte erreicht werden (auf der Basis einer Trend-Analyse bisheriger Messergebnisse) Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Beliebige Parameter auswählbar • Geeignet für große Datenmengen (Serien) Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.3.12 auf Seite 140.

Tab. 6.1: Die Werkzeuge und ihre Funktion im Überblick

Werkzeug	Funktion
 SFM Auswertung	Anzeige von Messungen des Geräts ScanFieldMonitor SFM Weitere Informationen enthält die Geräte-Betriebsanleitung.
 SFM Kaustik	
 SFM Delayzeit	
 SFM Stitching	
 Leistungsmessung	Anzeige von Messdaten des Projektbaum-Elements Leistungsmessung Besonderheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Graphische und numerische Anzeige • Eignet sich auch gut zur Anzeige einer laufenden Messung Ausführliche Informationen enthält das Kapitel 6.4 auf Seite 144.
 Skripteditor	Dieses Werkzeug bietet ein Eingabefeld für Programmcode der Skript-Sprache Python . Mit dem Skript wird das Gerät angesteuert. Alternativ kann Programmcode aus einer Datei mit der Erweiterung .py ins Werkzeug geladen werden. Eine Erläuterung der Skript-Befehle zur Geräteansteuerung ist auf Anfrage erhältlich. Die Ausführung des Skripts erfolgt über eine Start- / Stop-Schaltfläche. Über das Menü Extras > Optionen > Software kann eine Skriptkonsole geöffnet werden. Dort werden Ausgaben aus dem Skript angezeigt.

Tab. 6.1: Die Werkzeuge und ihre Funktion im Überblick

Tab. 6.2 auf Seite 47 zeigt, welche Projektbaum-Elemente in einem Werkzeug angezeigt werden können. Beim Versuch, ein Projektbaum-Element in ein nicht kompatibles Werkzeug zu ziehen, erscheint ein Verbotssymbol an der Position des Mauszeigers.

		Serie	Kaustik	Ebene	Linescan	Cube-Messung	Cube-Serie	Leistungsmessung	Vektor	SFM Vektorserie	SFM Delay-Zeit
Strahlgeometrie- und Leistungsdaten	Ergebnistabelle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Graph	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Messwertanzeige	⊘	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Histogramm	✓	✓	✓	⊘	✓	✓	✓	⊘	✓	✓
	Graphische Datenauswertung	✓	✓	⊘	⊘	✓	✓	✓	⊘	✓	✓
	Evaluierungslampe	⊘	✓	✓	⊘	✓	⊘	✓	⊘	✓	✓
	Serienauswertung	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓
Nur Strahlgeometriedaten	Ebenenanalyse	⊘	✓	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Falschfarbenansicht	⊘	✓	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	3D-Ebenenarstellung	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Leistungseinschluss	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Strahlsymmetrieanalyse	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Kaustikanalyse	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	3D-Kaustikdarstellung	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Prozessvolumen	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Focusshift	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓
	Rohstrahlanalyse	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Strahlagenstabilität	⊘	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	Vorbeugende Instandhaltung	✓	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘
	SFM Auswertung	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓	✓
	SFM Kaustik	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘
	SFM Delayzeit	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	✓
	SFM Stitching	✓	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘
	Leistungsmessung	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	⊘	✓	⊘	⊘	⊘

Tab. 6.2: Kompatibilität von Projektbaum-Elementen zu Werkzeugen

6.1.2 Messungen des Projektbaums in Werkzeugen öffnen

Die im Projektbaum aufgelisteten Messungen können auf unterschiedliche Arten in Werkzeugen geöffnet werden. Einige der dargestellten Möglichkeiten sind ggf. auf bestimmte Projektbaum-Elemente / Werkzeuge beschränkt.

Eine Messung öffnen, ohne dass bereits ein geeignetes Werkzeug geöffnet ist

1. Aktivieren Sie die Werkbank, in der die Messung geöffnet werden soll.
2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten, um die Messung zu öffnen:
 - ▶ Klicken Sie auf die Messung im Projektbaum. Wählen Sie im Kontextmenü dieser Messung den Befehl **Anzeigen**.
 - ▶ Doppelklicken Sie im Projektbaum auf die Messung.
- 👁 In der aktiven Werkbank wird ein geeignetes Werkzeug geöffnet, in dem die Messung angezeigt wird.

Eine Messung in ein geöffnetes Werkzeug hineinziehen

1. Aktivieren Sie die Werkbank, in der die Messung geöffnet werden soll.
2. Öffnen Sie ein geeignetes Werkzeug über die Werkzeug-Symboleiste.
- 👁 War vor dem Öffnen des Werkzeugs eine kompatible Messung im Projektbaum angeklickt, dann wird diese bereits im Werkzeug angezeigt.
3. Klicken Sie im Projektbaum auf die Messung, die geöffnet werden soll.
4. Ziehen Sie die Messung bei gedrückter linker Maustaste ins Werkzeug.
- 👁 Die Messung wird im Werkzeug angezeigt.

Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen

In einigen Werkzeugen können mehrere Messungen gleichzeitig angezeigt werden.



1. Aktivieren Sie die Werkbank, in der die Messungen geöffnet werden sollen.
2. Klicken Sie auf eine der Messungen. Drücken Sie die Strg-Taste und wählen Sie bei gedrückter Strg-Taste weitere Messungen. Oder drücken Sie die Umschalt-Taste und wählen Sie bei gedrückter Umschalt-Taste weitere aufeinanderfolgende Messungen.
3. Öffnen Sie ein geeignetes Werkzeug über die Werkzeug-Symboleiste.
- 👁 Die Messungen werden gleichzeitig im Werkzeug angezeigt.

Sie können weitere Messungen ins geöffnete Werkzeug ziehen:

4. Wählen Sie eine oder mehrere Messungen im Projektbaum wie oben beschrieben.
5. Ziehen Sie die Messung(en) bei gedrückter linker Maustaste ins Werkzeug.
- 👁 Im Werkzeug erscheint ein Plus-Symbol.
6. Ziehen Sie die Messung(en) bei weiterhin gedrückter linker Maustaste ins Plus-Symbol, bis es größer wird.



Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in mehreren Werkzeug-Fenstern öffnen

Ist in einem Werkzeug gleichzeitig nur eine Messung darstellbar, dann können Messungen trotzdem miteinander verglichen werden.

1. Aktivieren Sie die Werkbank, in der die Messungen geöffnet werden sollen.
2. Klicken Sie auf eine der Messungen. Drücken Sie die Strg-Taste und wählen Sie bei gedrückter Strg-Taste weitere Messungen. Oder drücken Sie die Umschalt-Taste und wählen Sie bei gedrückter Umschalt-Taste weitere aufeinanderfolgende Messungen.
3. Öffnen Sie ein geeignetes Werkzeug über die Werkzeug-Symboleiste.
- 👁 Für jede Messung erscheint ein Werkzeug-Fenster.
4. Ordnen Sie die Werkzeug-Fenster so an, dass Sie die Messungen gut miteinander vergleichen können. Sie können dazu die Schaltfläche  zum Kacheln der Werkzeug-Fenster nutzen (in der oberen rechten Ecke der Werkbank).
5. Sperren Sie bei Bedarf den Inhalt von Werkzeug-Fenstern mit der Schaltfläche  (in der oberen rechten Ecke des Fensters). Dadurch verhindern Sie, dass der Inhalt durch Doppelklicken auf eine andere Messung im Projektbaum aktualisiert wird.

Eine Messung zu Vergleichszwecken in mehreren Werkzeug-Fenstern öffnen

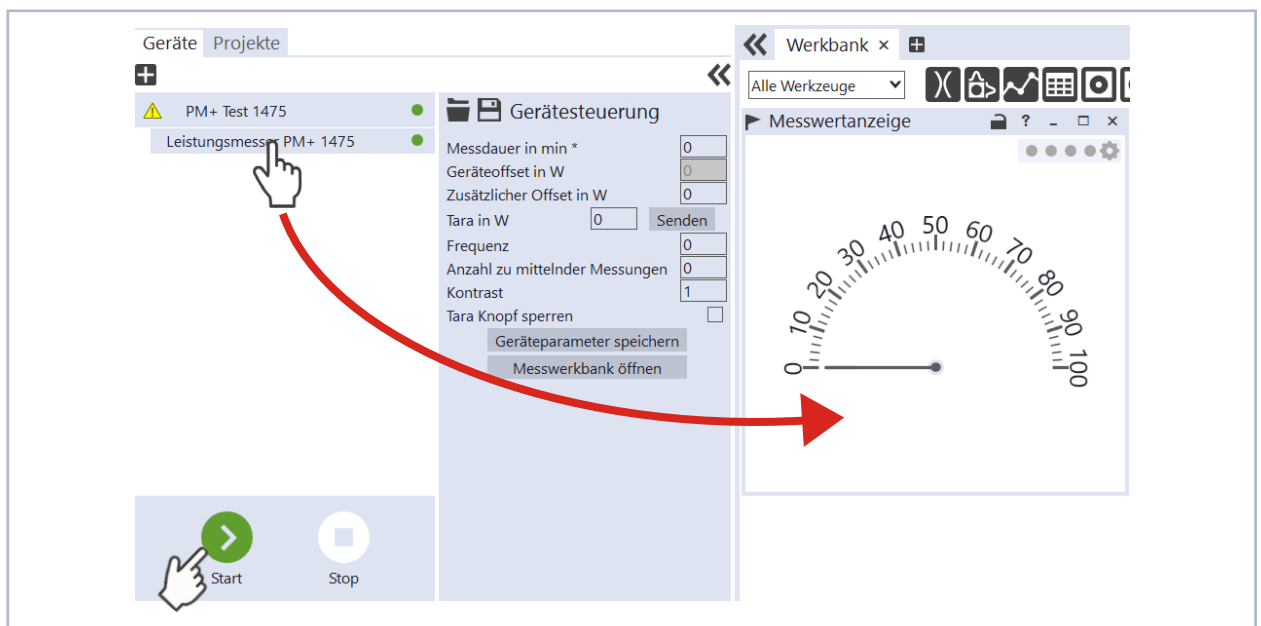
Soll eine Messung zu Vergleichszwecken mehrfach geöffnet werden, ist dies ebenfalls möglich. Gegenstand einer Auswertung kann z. B. sein, eine Kaustik basierend auf unterschiedlichen Algorithmen berechnen zu lassen und die Ergebnisse miteinander zu vergleichen.

1. Aktivieren Sie die Werkbank, in der die Messung geöffnet werden soll.
2. Öffnen Sie mehrfach ein geeignetes Werkzeug über die Werkzeug-Symbolleiste.
- 👁️ War vor dem Öffnen des Werkzeugs eine kompatible Messung im Projektbaum angeklickt, dann wird diese bereits in allen Werkzeugfenstern angezeigt.
3. Klicken Sie im Projektbaum auf die Messung, die geöffnet werden soll.
4. Ziehen Sie die Messung bei gedrückter linker Maustaste auf den Werkbank-Reiter.
- 👁️ Die Messung wird in allen geöffneten Werkzeugen angezeigt.
5. Ordnen Sie die Werkzeug-Fenster so an, dass Sie die Messungen gut miteinander vergleichen können. Sie können dazu die Schaltfläche  zum Kacheln der Werkzeug-Fenster nutzen (in der oberen rechten Ecke der Werkbank).
6. Passen Sie die Darstellung, die Berechnungsmethode u. a. in den einzelnen Werkzeug-Fenstern nach Wunsch an.
7. Sperren Sie bei Bedarf den Inhalt von Werkzeug-Fenstern mit der Schaltfläche  (in der oberen rechten Ecke des Fensters). Dadurch verhindern Sie, dass der Inhalt durch Doppelklicken auf eine andere Messung im Projektbaum aktualisiert wird.

6.1.3 Laufende Messungen in einem Werkzeug anzeigen

Laufende Messungen können in Werkzeugen angezeigt werden. Dabei wird die Anzeige laufend aktualisiert.

1. Schalten Sie das Messgerät ein und verbinden Sie es mit der LDS wie in der Geräte-Betriebsanleitung beschrieben.
2. Aktivieren Sie die Werkbank, in der die Messung geöffnet werden soll.
3. Öffnen Sie ein geeignetes Werkzeug über die Werkzeug-Symbolleiste.
4. Wählen Sie im Reiter **Geräte** eine Gerätefunktion.
5. Ziehen Sie die Funktion bei gedrückter linker Maustaste ins Werkzeug.
6. Starten Sie die Messung wie in der Geräte-Betriebsanleitung beschrieben.
- 👁️ Die Messung wird im Werkzeug angezeigt. Die Anzeige wird laufend aktualisiert.



6.2 Werkzeuge zum Anzeigen von Strahlgeometriedaten und Leistungsdaten

6.2.1 Ergebnistabelle

In diesem Werkzeug werden Messwerte tabellarisch dargestellt. Es eignet sich zur Anzeige aller Projektbaum-Elemente.



In diesem Werkzeugfenster können mehrere Projektbaum-Elemente desselben Typs gleichzeitig dargestellt werden (siehe Kapitel „Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen“ auf Seite 48).

Aufbau des Werkzeugfensters

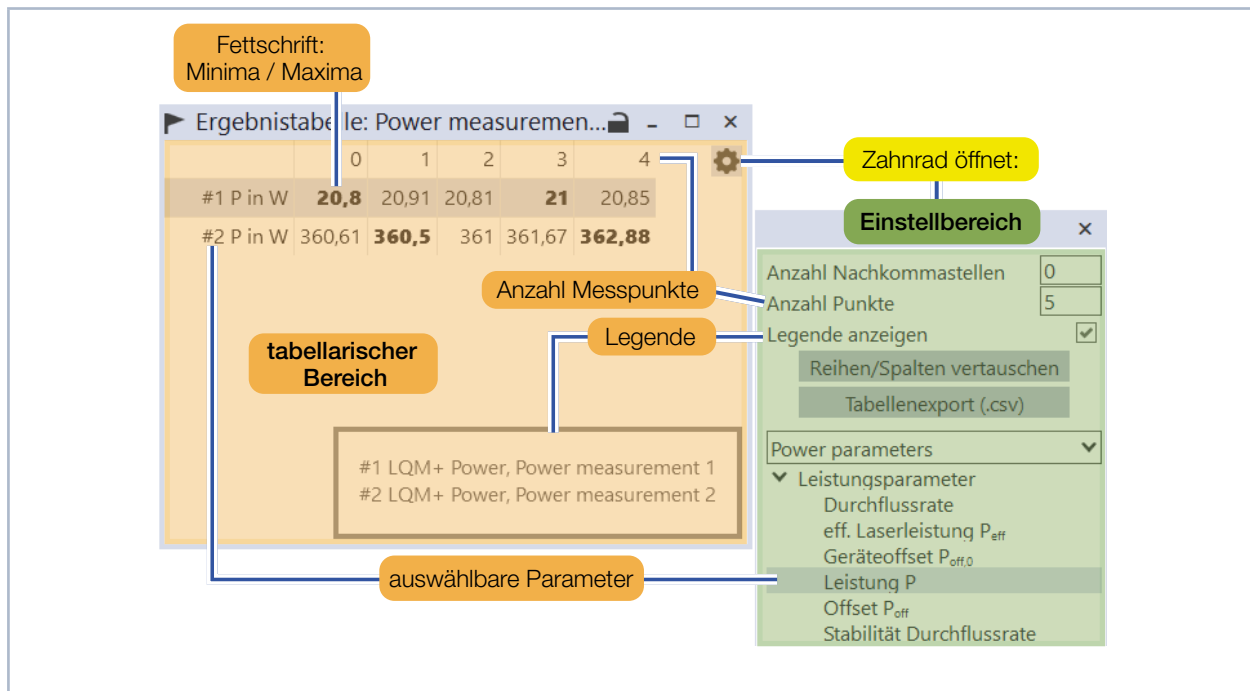


Abb. 6.1: Aufbau des Werkzeugs **Ergebnistabelle**

Bereiche	Beschreibung
<p>tabellarischer Bereich</p>	<p>Hier werden diejenigen Parameter angezeigt, die im Einstellbereich ausgewählt sind. Reihen und Spalten können vertauscht werden.</p> <p>Projektbaum-Elemente desselben Typs können gleichzeitig dargestellt werden. Sind Daten in den Reihen / Spalten mit #1, #2 usw. beschriftet, dann ermöglicht eine einblendbare Legende die Zuordnung zu den Projektbaum-Elementen.</p> <p>Verstößt ein angezeigter Wert gegen einen Grenzwert, dann erscheint er vor einem roten Hintergrund. Weitere Informationen enthält das Kapitel 8.2 „Bewertung von Parametern durch farbige Markierungen“ auf Seite 156.</p> <p>Minima / Maxima der aktuell angezeigten Tabelle werden in Fettschrift angezeigt.</p> <p>In der rechten oberen Ecke des tabellarischen Bereichs erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Bereich positioniert ist.</p>
<p>Einstellbereich</p>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des tabellarischen Bereichs und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.4 auf Seite 51.</p>

Tab. 6.3: Bereiche des Werkzeugs **Ergebnistabelle**

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf.

Option	Erläuterung
Anzahl Nachkommastellen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein, um die Anzahl der Nachkommastellen zu bestimmen. ➔ Die angezeigten Werte werden gerundet.
Anzahl Punkte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein, um die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu bestimmen. <ul style="list-style-type: none"> 👁️ Wenn z. B. der Wert 10 eingegeben wurde, dann werden die letzten 10 Messpunkte der Tabelle angezeigt. 2. Geben Sie bei Bedarf den Wert 0 ein, um wieder alle Messpunkte anzeigen zu lassen.
Legende anzeigen	<p>Werden Daten aus unterschiedlichen Projektbaum-Elementen gleichzeitig dargestellt, dann kann eine Legende eingeblendet werden. Diese ermöglicht die Zuordnung der Daten zu den Projektbaum-Elementen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die Legende einzublenden.
Reihen/Spalten vertauschen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um Reihen und Spalten zu vertauschen.
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Tabelle im aktuellen Zustand als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Parameterlisten	<p>Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <p>Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten. <p>Auswählen aller Parameter einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die Kategorie-Unterliste. <p>Auswählen eines Parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie darauf. <p>Auswählen mehrerer Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf einen davon. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und klicken Sie bei gedrückter Strg-Taste auf weitere Parameter. <p>Auswählen mehrerer aufeinanderfolgender Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf den obersten / untersten. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste auf den untersten / obersten.

Tab. 6.4: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Ergebnistabelle**

6.2.2 Graph

In diesem Werkzeug werden Messwerte als Graphen in einem Koordinatensystem dargestellt. Es eignet sich zur Anzeige aller Projektbaum-Elemente.

Die y-Achse wird über die Liste der Messparameter ausgewählt. Für die x-Achse können in einer gesonderten Liste unterschiedliche Parameter gewählt werden (u. a. Index, Messdauer, Zeitstempel). Darin liegt der wesentliche Unterschied zum Werkzeug **Graphische Datenauswertung**, bei dem auch die x-Achse über die Liste der Messparameter ausgewählt wird (siehe Kapitel 6.2.5 auf Seite 64).



In diesem Werkzeugfenster können mehrere Projektbaum-Elemente desselben Typs gleichzeitig dargestellt werden (siehe Kapitel „Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen“ auf Seite 48).

Aufbau des Werkzeugfensters

Abb. 6.2: Aufbau des Werkzeugs **Graph**

Bereiche	Beschreibung
<div style="background-color: #ffcc00; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">graphischer Bereich</div>	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.6 auf Seite 53.</p> <p>Im Koordinatenfenster wird für jeden ausgewählten Parameter / jede geöffnete Messung ein Graph eingezeichnet. Auf der y-Achse sind die ausgewählten Messparameter aufgetragen. Für die x-Achse können in einer gesonderten Liste unterschiedliche Parameter gewählt werden. Eine einblendbare Legende ermöglicht die Zuordnung der angezeigten Graphen zu den Projektbaum-Elementen / Parametern.</p> <p>Im graphischen Bereich können separate x-Achsen (pro Messung) und y-Achsen (pro Messung / Parameter) eingeblendet werden. Sie können unabhängig voneinander skaliert und verschoben werden. Die Achsen können außerdem logarithmisch dargestellt werden.</p> <p>In der rechten oberen Ecke des graphischen Bereichs erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Bereich positioniert ist.</p>
<div style="background-color: #8bc34a; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">Einstellbereich</div>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.7 auf Seite 54.</p>

Tab. 6.5: Bereiche des Werkzeugs **Graph**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.

Tab. 6.6: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Ziel	Vorgehen
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen oder Fit-Algorithmen auf einzelne Bereiche angewendet werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.

Tab. 6.6: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
x-Achse	▶ Wählen Sie eine x-Achsen-Beschriftung in der Aufklapp-Liste.
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Achsen	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Im graphischen Bereich können separate x-Achsen (pro Messung) und y-Achsen (pro Messung / Parameter) eingeblendet werden. Mehrere Parameter z. B. können nur dann gleichzeitig auf einer y-Achse dargestellt werden, wenn sie dieselbe Maßeinheit haben. Andernfalls sollte die y-Achse geteilt werden. Separate Achsen können auch dann nützlich sein, wenn die Größenordnungen der dargestellten Parameter / Messungen sehr unterschiedlich sind.</p> <p>Die Achsen können logarithmisch dargestellt werden. Der darzustellende y-Achsen-Abschnitt kann eingegrenzt werden.</p>
Zentrieren	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Abbildung zu zentrieren. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Separate x-Achse pro Messung	▶ Setzen Sie das Häkchen, um separate x-Achsen pro Messung einzublenden.

 Tab. 6.7: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graph**

Option	Erläuterung
Separate y-Achse pro Messung	▶ Setzen Sie das Häkchen, um separate y-Achsen pro Messung einzublenden.
Separate y-Achse pro Parameter	▶ Setzen Sie das Häkchen, um separate y-Achsen pro Parameter einzublenden.
y-Bereich anwenden	▶ Setzen Sie das Häkchen, um den in den Feldern y-Bereich definierten y-Achsen-Abschnitt zu aktivieren.
y-Bereich	▶ Geben Sie im linken / rechten Feld den unteren / oberen Grenzwert des darzustellenden y-Achsen-Abschnitts ein.
Logarithmus	Aufklapp-Menü für die logarithmische Darstellung der Achsen. Eine logarithmische Darstellung ist insbesondere nützlich, wenn der Wertebereich viele Größenordnungen umfasst. Zusammenhänge im Bereich der kleinen Werte sind dann leichter zu überblicken.
x-Achse logarithmisch (log10)	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die x-Achsen logarithmisch darzustellen.
y-Achse logarithmisch (log10)	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die y-Achsen logarithmisch darzustellen.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken: ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.
Legende ...	▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	1. Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart global für alle Graphen. 2. Ändern Sie bei Bedarf die Darstellungsart einzelner Graphen über die Graphenliste darunter.
Liniendicke	▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	Die Messpunkte sind als Kreise, Quadrate, Dreiecke u. a. dargestellt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Der Name eines Graphen enthält den betreffenden Parameter, ggf. den Namen des Projektbaum-Elements und des übergeordneten Projektbaum-Elements. Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.7: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graph**

Option	Erläuterung
Fitalgorithmen	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Fit-Algorithmen lassen sich sowohl auf den gesamten x-Bereich eines Graphen als auch auf einzelne Unterbereiche anwenden. Die Ergebnisse werden durch Fit-Graphen im Koordinatenfenster angezeigt.</p> <p>Außerdem erscheint ein tabellarischer Bereich für die numerische Anzeige wichtiger Fit-Parameter. Die Ergebnisse werden pro Parameter / Messung / x-Abschnitt spaltenweise angezeigt.</p> <p>Über eine Griffleiste kann die Größe der Bereiche angepasst werden.</p> <p>Unterbereiche werden eingezeichnet / entfernt wie in Tab. 6.6 auf Seite 53 beschrieben.</p>
Trend	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die Trend-Algorithmen anzuwenden.
Mittelung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Mittelung durchzuführen.
Kaustik-Fit	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Kaustik-Anpassung durchzuführen.
Wellenlänge	<p>Der Parameter M^2 (Fitalgorithmus Kaustik-Fit) wird in Abhängigkeit der Wellenlänge berechnet.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.

Tab. 6.7: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graph**

Option	Erläuterung
Parameterlisten	<p>Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <p>Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten. <p>Auswählen aller Parameter einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Klicken Sie auf die Kategorie-Unterliste. <p>Auswählen eines Parameters:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Klicken Sie darauf. <p>Auswählen mehrerer Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Klicken Sie auf einen davon.2. Drücken Sie die Strg-Taste und klicken Sie bei gedrückter Strg-Taste auf weitere Parameter. <p>Auswählen mehrerer aufeinanderfolgender Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Klicken Sie auf den obersten / untersten.2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste auf den untersten / obersten.

Tab. 6.7: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graph**

6.2.3 Messwertanzeige

In diesem Werkzeug werden Messparameter als Einzelwerte in numerischer Form oder auf Kreisbogen-, Linear- oder Thermometer-Skala dargestellt. Es eignet sich zur Anzeige aller Projektbaum-Elemente (außer Serie).

i Das Werkzeug eignet sich insbesondere zur Anzeige einer laufenden Messung (siehe Kapitel „Laufende Messungen in einem Werkzeug anzeigen“ auf Seite 49).

Aufbau des Werkzeugfensters

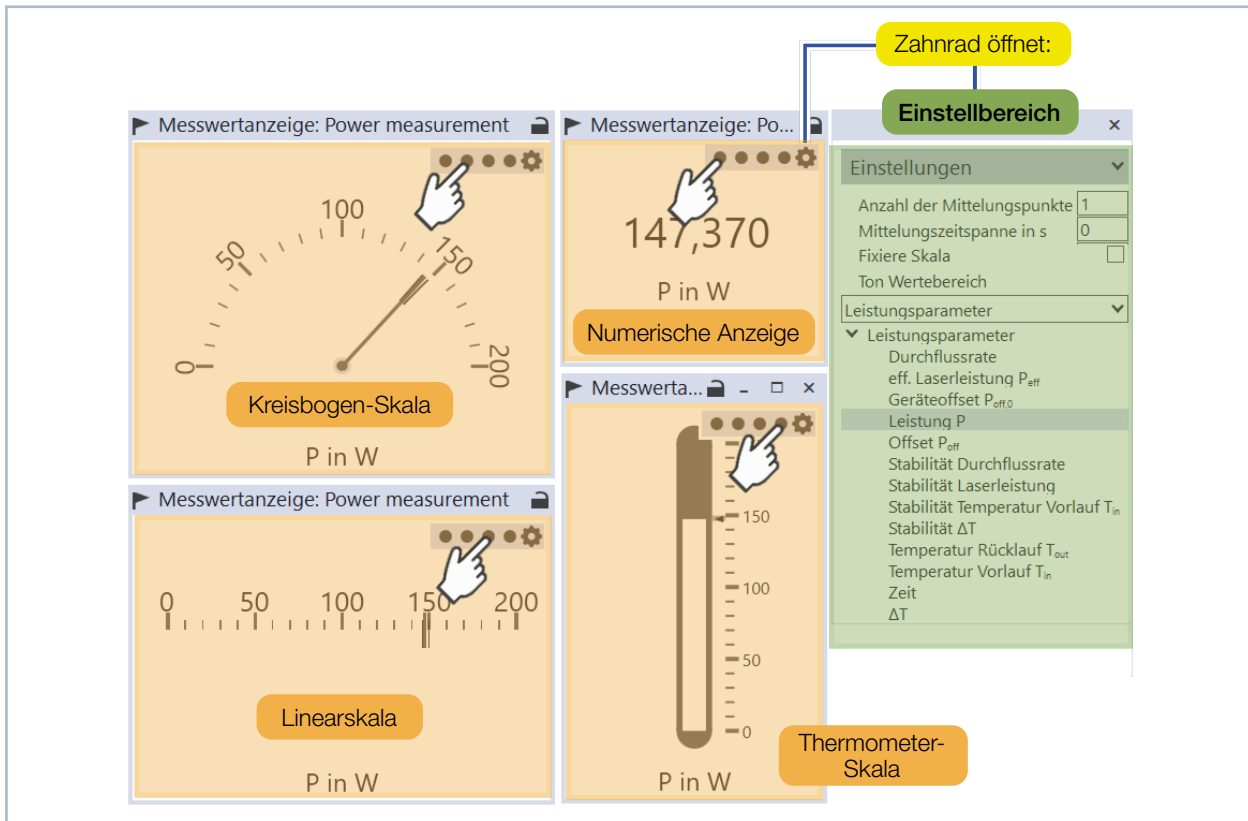


Abb. 6.3: Aufbau des Werkzeugs **Messwertanzeige**

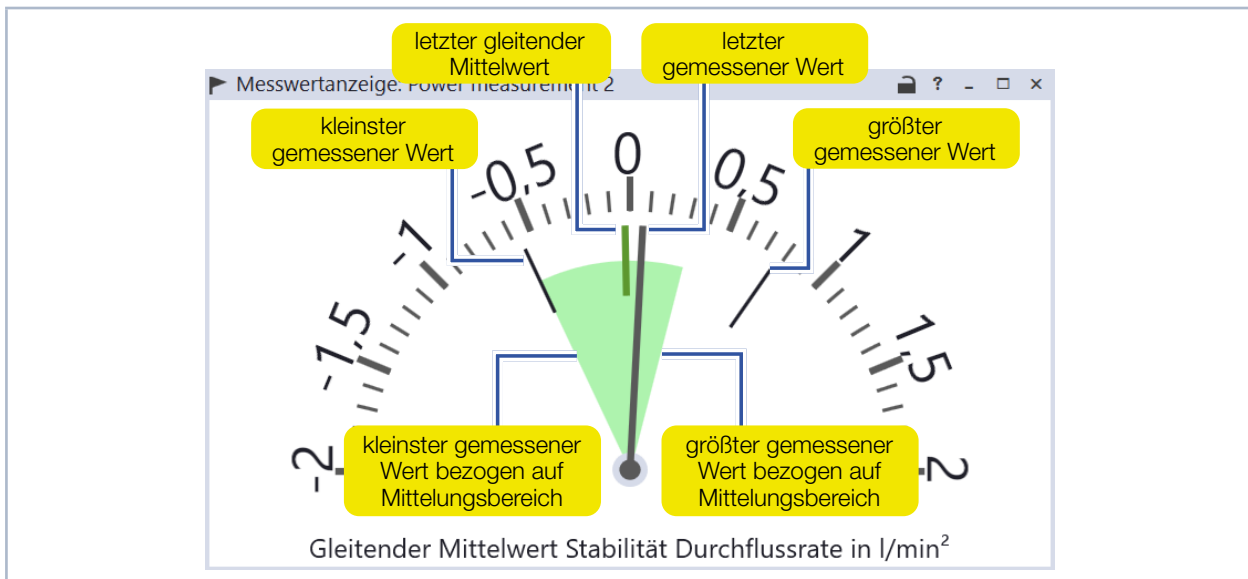


Abb. 6.4: Skalen-Anzeige (Beispiel Kreisbogen)

Bereiche	Beschreibung
graphischer Bereich	Die Ansichten können durch Anklicken der Punkte in der rechten oberen Ecke des Werkzeuges gewechselt werden. Die numerische Ansicht zeigt den letzten gemessenen Wert / den letzten gleitenden Mittelwert einer Reihe. Die Skalen-Ansichten werden am Beispiel des Kreisbogens erläutert, siehe Abb. 6.4 auf Seite 58 (mit Anzeige gleitender Mittelwerte).
Einstellbereich	Der Einstellbereich enthält u. a. Optionen zur Bestimmung eines Mittelungsbereichs und die Listen zur Auswahl des angezeigten Parameters. Weitere Informationen enthält Tab. 6.9 auf Seite 59.

Tab. 6.8: Bereiche des Werkzeuges **Messwertanzeige**

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Einstellungen	Aufklapp-Menü
Anzahl der Mittelungspunkte	Zur Berechnung eines gleitenden Mittelwerts kann das Fenster bestimmt werden, in dem die Mittelung erfolgt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein, um die Anzahl der Mittelungspunkte des Fensters zu bestimmen.
Mittelungszeitspanne in s	Zur Berechnung eines gleitenden Mittelwerts kann das Fenster bestimmt werden, in dem die Mittelung erfolgt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein, um die Mittelungszeitspanne des Fensters zu bestimmen.
Anzahl Nachkommastellen	Diese Option erscheint nur, wenn die numerische Anzeige ausgewählt ist. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein, um die Anzahl der Nachkommastellen zu bestimmen. ➔ Die angezeigten Werte werden gerundet.
Schriftgröße	Diese Option erscheint nur, wenn die numerische Anzeige ausgewählt ist. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein, um die Schriftgröße für die numerische Anzeige zu bestimmen.
Fixiere Skala	Ist diese Option angewählt, wird die Skala der Messwertanzeige fixiert. Die Skala wird dann nicht mehr automatisch angepasst, wenn eine neue Messung ins Werkzeug gezogen wird. Dies erleichtert den Vergleich unterschiedlicher Messungen. ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Aktivieren der Option.
Parameterlisten	Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab. Es gibt folgende Möglichkeiten: Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste: ▶ Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten. Auswählen eines Parameters: ▶ Klicken Sie darauf.

Tab. 6.9: Optionen im Einstellbereich des Werkzeuges **Messwertanzeige**

6.2.4 Histogramm

In diesem Werkzeug werden Messdaten in einem Koordinatenfenster klassiert angezeigt. Das Werkzeug eignet sich zur Anzeige der Projektbaum-Elemente **Serie**, **Kaustik**, **Leistungsmessung**, **Cube-Serie** und **Cube-Messung**.



In diesem Werkzeugfenster können mehrere Projektbaum-Elemente desselben Typs gleichzeitig dargestellt werden (siehe Kapitel „Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen“ auf Seite 48).

Aufbau des Werkzeugfensters

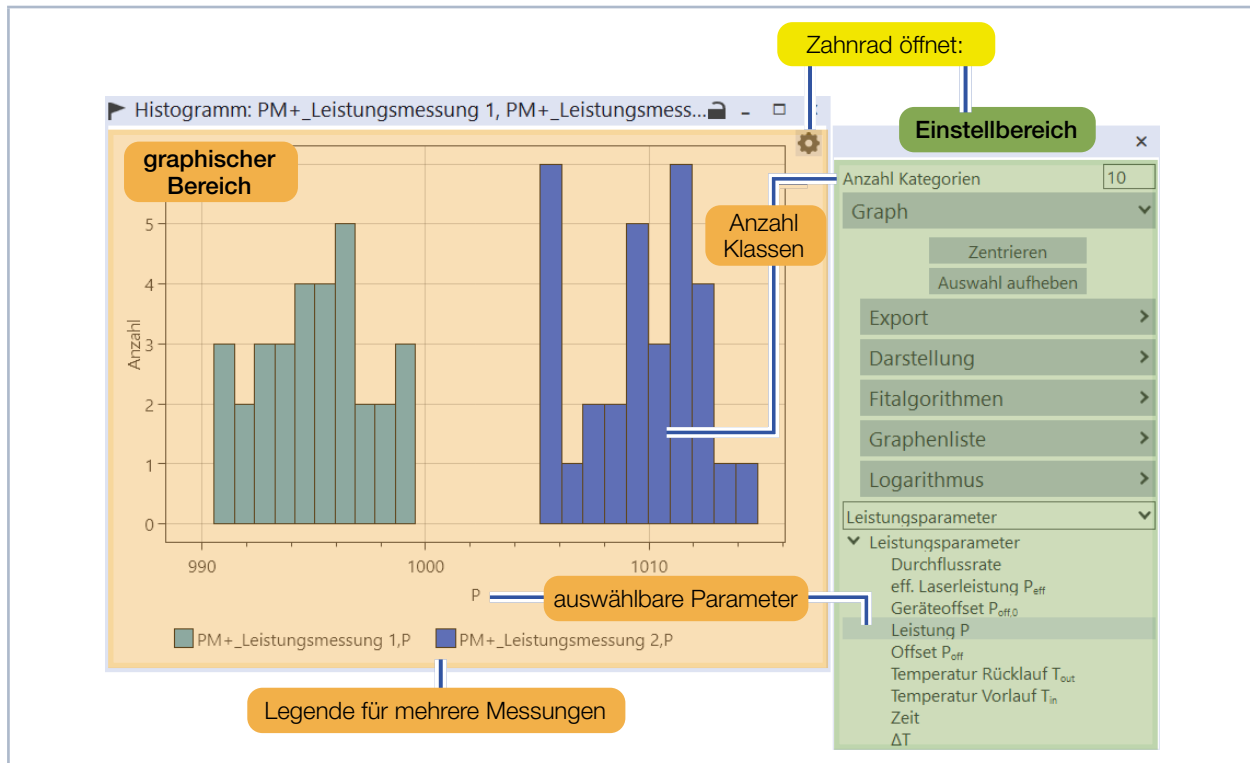


Abb. 6.5: Aufbau des Werkzeugs **Histogramm**

Bereiche	Beschreibung
<p>graphischer Bereich</p>	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.11 auf Seite 61.</p> <p>Werden im Werkzeug mehrere Messungen gleichzeitig dargestellt, dann ermöglicht eine einblendbare Legende die Zuordnung der Rechtecke zu den Messungen.</p> <p>Im Koordinatenfenster sind auf der x-Achse die Klassen dargestellt (mit gleicher Breite pro Messung), auf der y-Achse ihre Häufigkeiten.</p> <p>In der rechten oberen Ecke des graphischen Bereichs erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Bereich positioniert ist.</p>
<p>Einstellbereich</p>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.12 auf Seite 62.</p>

Tab. 6.10: Bereiche des Werkzeugs **Histogramm**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Rechtecke im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Rechtecke das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten eines Rechtecks	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Rechteck und halten Sie geklickt. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen oder Fit-Algorithmen auf einzelne Bereiche angewendet werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.
Alle eingezeichneten Bereiche entfernen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie auf die Schaltfläche Auswahl aufheben im Einstellbereich.

Tab. 6.11: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Anzahl Kategorien	
Graph	Aufklapp-Menü
Zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Abbildung zu zentrieren. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Rechtecke das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Auswahl aufheben	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle im Koordinatenfenster eingezeichneten Abstände zu entfernen.
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁 Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Fitalgorithmen	Aufklapp-Menü
Mittelung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Mittelung durchzuführen.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart global für alle Graphen. 2. Ändern Sie bei Bedarf die Darstellungsart einzelner Graphen über die Graphenliste darunter.
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Messpunkte sind als Kreise, Quadrate, Dreiecke u. a. dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	<p>Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.12: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Histogramm**

Option	Erläuterung
Logarithmus	<p>Aufklapp-Menü für die logarithmische Darstellung der Achsen.</p> <p>Eine logarithmische Darstellung ist insbesondere nützlich, wenn der Wertebereich viele Größenordnungen umfasst. Zusammenhänge im Bereich der kleinen Werte sind dann leichter zu überblicken.</p>
x-Achse logarithmisch (log10)	<p>▶ Setzen Sie das Häkchen, um die x-Achsen logarithmisch darzustellen.</p>
y-Achse logarithmisch (log10)	<p>▶ Setzen Sie das Häkchen, um die y-Achsen logarithmisch darzustellen.</p>
Parameterlisten	<p>Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <p>Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste:</p> <p>▶ Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten.</p> <p>Auswählen eines Parameters:</p> <p>▶ Klicken Sie darauf.</p>

Tab. 6.12: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Histogramm**

6.2.5 Graphische Datenauswertung

In diesem Werkzeug werden Messwerte als Graphen in einem Koordinatensystem dargestellt. Das Werkzeug eignet sich zur Anzeige der Projektbaum-Elemente **Serie**, **Kaustik**, **Leistungsmessung**, **Cube-Serie** und **Cube-Messung**.

In diesem Werkzeug können die auf x-Achse und y-Achse dargestellten Parameter frei aus der Liste der Messparameter gewählt werden. So können Abhängigkeiten zwischen beliebigen Parametern betrachtet werden. Darin liegt der wesentliche Unterschied zum Werkzeug **Graph**, in dem ein oder mehrere Messparameter in Abhängigkeit des Zeitstempels, des Messindexes oder der Leistung dargestellt werden können (siehe Kapitel 6.2.2 auf Seite 52).



In diesem Werkzeugfenster können mehrere Projektbaum-Elemente desselben Typs gleichzeitig dargestellt werden (siehe Kapitel „Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen“ auf Seite 48).

Aufbau des Werkzeugfensters

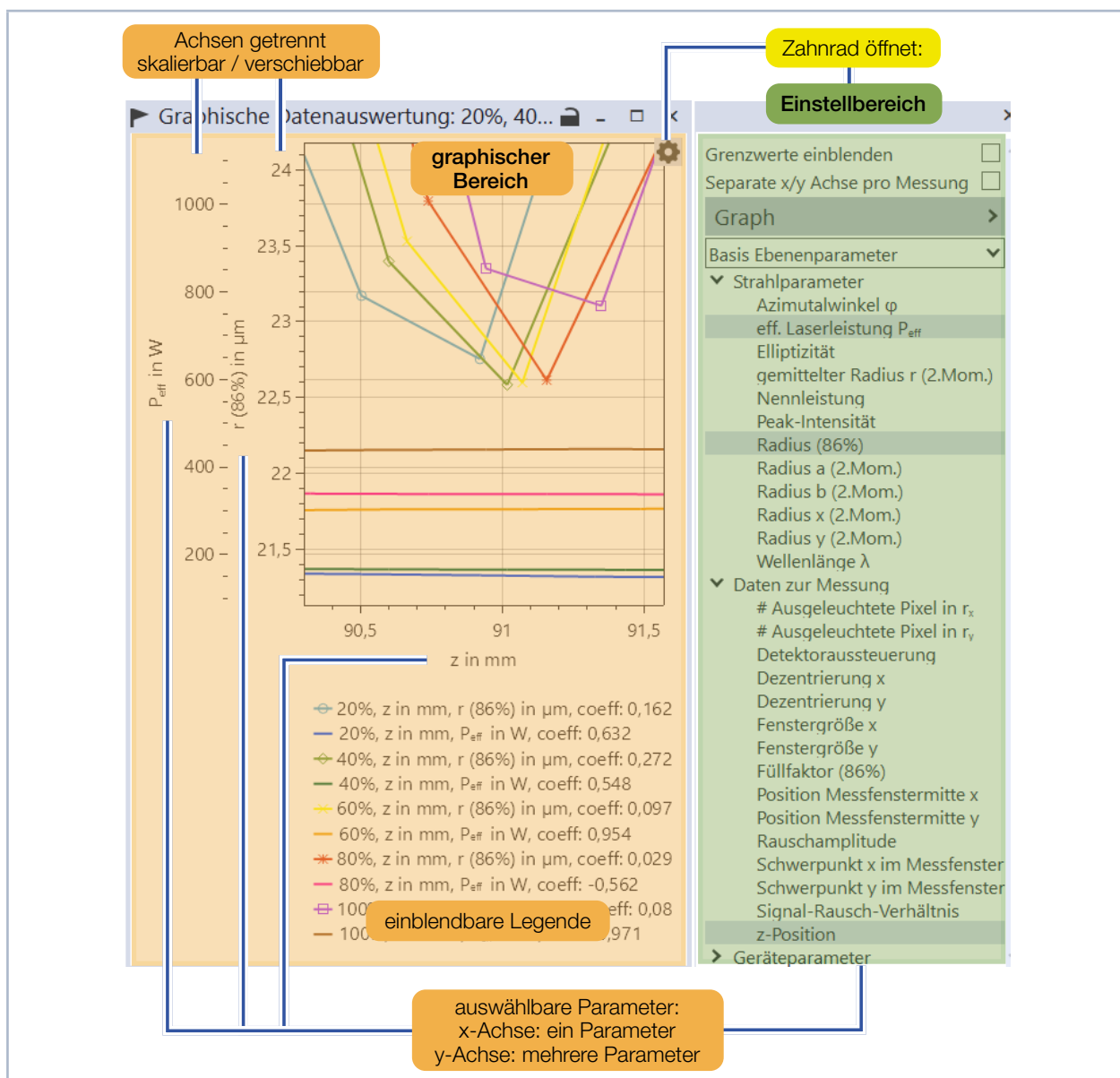


Abb. 6.6: Aufbau des Werkzeugs **Graphische Datenauswertung**

Bereiche	Beschreibung
<div style="background-color: #f9e79f; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">graphischer Bereich</div>	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.14 auf Seite 65.</p> <p>Im Koordinatenfenster wird für jeden ausgewählten Messparameter / jede geöffnete Messung ein Graph eingezeichnet. Auf der x-Achse ist der erste ausgewählte Messparameter, auf der y-Achse sind die weiteren Messparameter aufgetragen (Auswahl mit Strg + linke Maustaste). Eine einblendbare Legende ermöglicht die Zuordnung der angezeigten Graphen zu den Projektbaum-Elementen / Parametern.</p> <p>Im graphischen Bereich können separate Achsen pro Messung eingeblendet werden. Alle Achsen können unabhängig voneinander skaliert und verschoben werden. Die Achsen können außerdem logarithmisch dargestellt werden.</p> <p>In der rechten oberen Ecke des graphischen Bereichs erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Bereich positioniert ist.</p>
<div style="background-color: #c6e0b4; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">Einstellbereich</div>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.15 auf Seite 66.</p>

Tab. 6.13: Bereiche des Werkzeugs **Graphische Datenauswertung**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.

Tab. 6.14: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Ziel	Vorgehen
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen oder Fit-Algorithmen auf einzelne Bereiche angewendet werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.
Alle eingezeichneten Bereiche entfernen	<p>▶ Drücken Sie auf die Schaltfläche Auswahl aufheben im Einstellbereich.</p>

Tab. 6.14: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

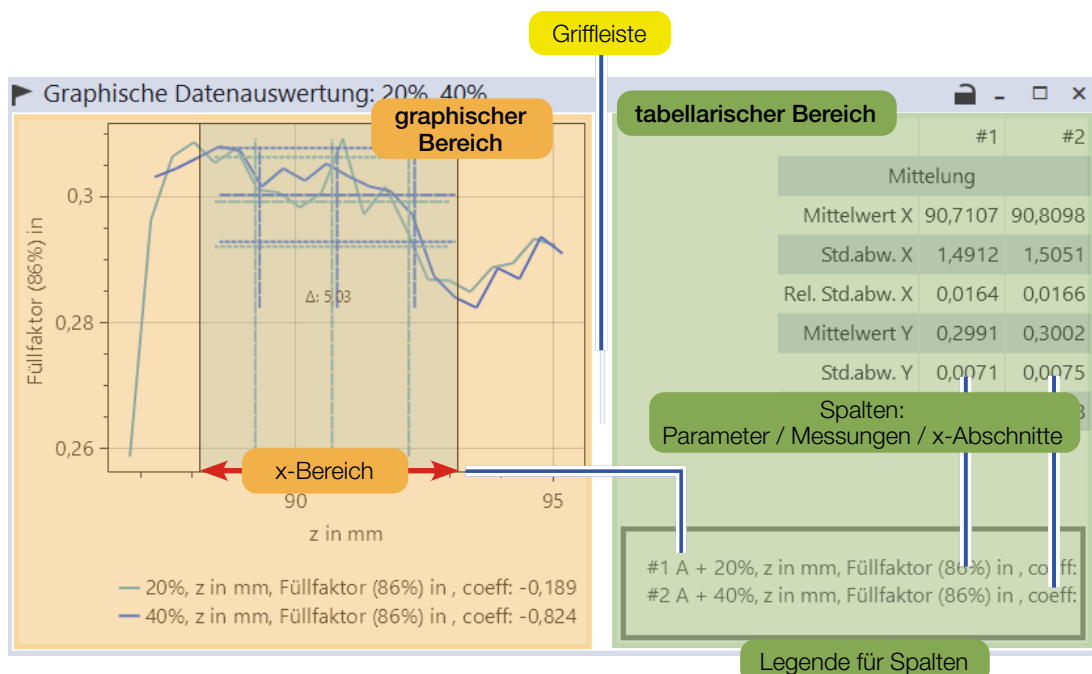
Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Grenzwerte einblenden	<ol style="list-style-type: none"> 1. Setzen Sie das Häkchen, um Grenzwerte / Warnwerte einzublenden. 👁 Sind Grenzwerte / Warnwerte für die ausgewählten Parameter konfiguriert, dann werden diese als rote / gelbe gestrichelte Linien (mit Beschriftung) angezeigt. 2. Zoomen Sie ggf. aus der Darstellung heraus, um die Grenzwerte / Warnwerte zu sehen.
Separate x/y Achse pro Messung	<p>Im graphischen Bereich können separate x-Achsen / y-Achsen pro Messung eingeblendet werden. Separate Achsen können nützlich sein, wenn die Größenordnungen der dargestellten Messungen sehr unterschiedlich sind.</p> <p>▶ Setzen Sie das Häkchen, um separate x-Achsen / y-Achsen pro Messung einzublenden.</p>
Graph	Aufklapp-Menü
Zentrieren	<p>▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Abbildung zu zentrieren.</p> <p>👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.</p>
Auswahl aufheben	<p>▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle im Koordinatenfenster eingezeichneten Abstände zu entfernen.</p>
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<p>▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.</p>

 Tab. 6.15: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graphische Datenauswertung**

Option	Erläuterung
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Fitalgorithmen	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Fit-Algorithmen lassen sich sowohl auf den gesamten x-Bereich eines Graphen als auch auf einzelne Unterbereiche anwenden. Die Ergebnisse werden durch Fit-Graphen im Koordinatenfenster angezeigt.</p> <p>Außerdem erscheint ein tabellarischer Bereich für die numerische Anzeige wichtiger Fit-Parameter. Die Ergebnisse werden pro Parameter / Messung / x-Abschnitt spaltenweise angezeigt.</p> <p>Über eine Griffleiste kann die Größe der Bereiche angepasst werden.</p> <p>Unterbereiche werden eingezeichnet / entfernt wie in Tab. 6.14 auf Seite 65 beschrieben.</p>



Trend	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die Trend-Algorithmen anzuwenden.
Mittelung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Mittelung durchzuführen.

Tab. 6.15: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graphische Datenauswertung**

Option	Erläuterung
Kaustik-Fit	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Kaustik-Anpassung durchzuführen.
Wellenlänge	Der Parameter M^2 (Fitalgorithmus Kaustik-Fit) wird in Abhängigkeit der Wellenlänge berechnet. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart global für alle Graphen. 2. Ändern Sie bei Bedarf die Darstellungsart einzelner Graphen über die Graphenliste darunter.
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	Die Messpunkte sind als Kreise, Quadrate, Dreiecke u. a. dargestellt. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Am Namen eines Graphen kann der betreffende Parameter abgelesen werden. Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.
Logarithmus	Aufklapp-Menü für die logarithmische Darstellung der Achsen. Eine logarithmische Darstellung ist insbesondere nützlich, wenn der Wertebereich viele Größenordnungen umfasst. Zusammenhänge im Bereich der kleinen Werte sind dann leichter zu überblicken.
x-Achse logarithmisch (log10)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die x-Achsen logarithmisch darzustellen.
y-Achse logarithmisch (log10)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die y-Achsen logarithmisch darzustellen.
Parameterlisten	Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab. Gehen Sie folgendermaßen vor: <ol style="list-style-type: none"> 1. Öffnen Sie die gewünschte Kategorie-Unterliste, indem Sie auf den Pfeil links vom Namen klicken. 2. Klicken Sie auf den Parameter der x-Achse. 3. Drücken Sie die Strg-Taste und klicken Sie bei gedrückter Strg-Taste auf einen oder mehrere Parameter für die y-Achse(n).

 Tab. 6.15: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Graphische Datenauswertung**

Leerseite

6.2.6 Evaluierungsampel

Dieses Werkzeug ermöglicht es, frei wählbare Parameter im Hinblick auf Grenz- und Warnwerte zu bewerten. Die gewählten Parameter werden automatisch mit den Grenz- und Warnwerten verglichen und das Ergebnis durch Ampelfarben angezeigt. Es kann zwischen einer Ampelansicht und einer Tabellenansicht gewechselt werden. Das Werkzeug eignet sich zur Anzeige der Projektbaum-Elemente **Kaustik**, **Ebene**, **Cube-Messung** und **Leistungsmessung**.



Das Werkzeug eignet sich insbesondere zur Anzeige einer laufenden Messung (siehe Kapitel „Laufende Messungen in einem Werkzeug anzeigen“ auf Seite 49). Ausführliche Informationen zum Thema Bewertungen enthält das Kapitel 8.2 auf Seite 156.

Aufbau des Werkzeugfensters

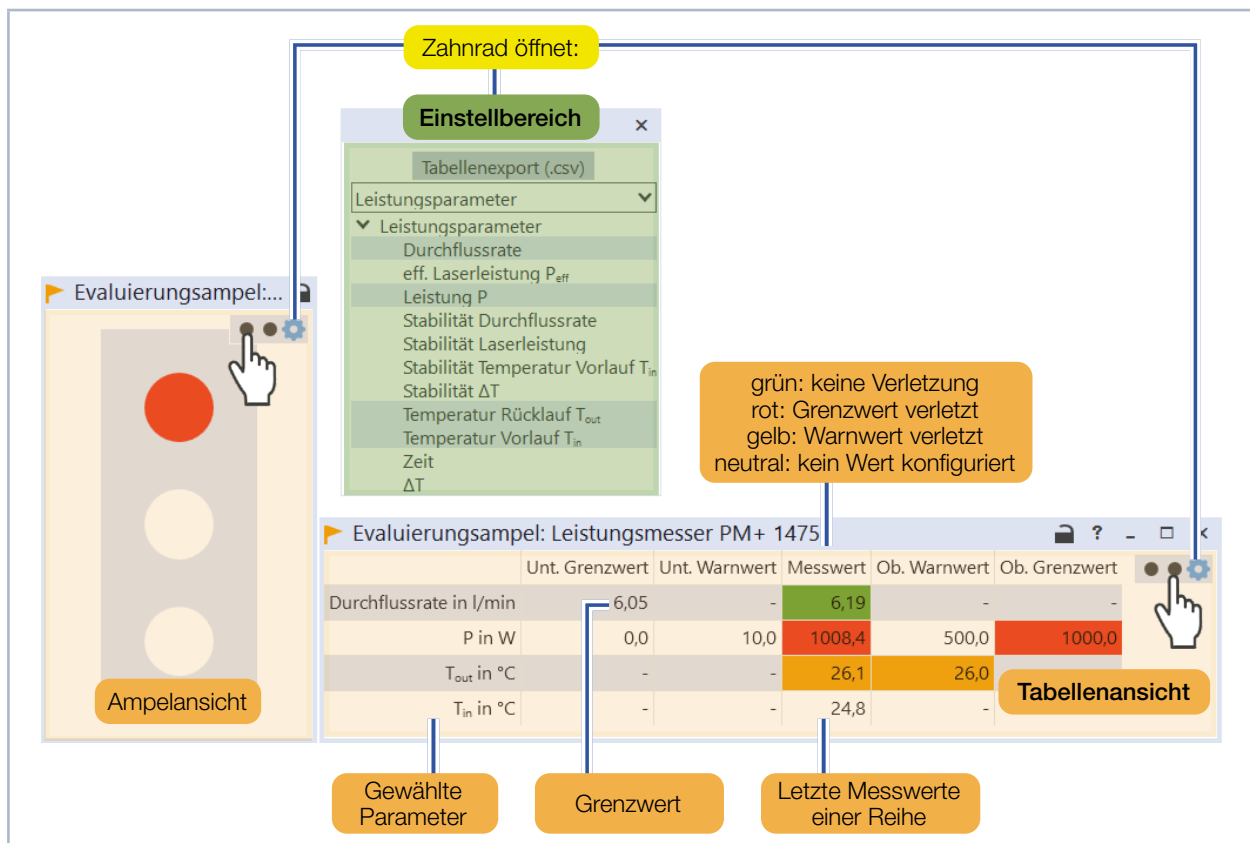


Abb. 6.7: Aufbau des Werkzeuges **Evaluierungsampel**

Bereiche	Beschreibung
<p>graphischer Bereich</p>	<p>Die Ansichten können durch Anklicken der Punkte in der rechten oberen Ecke des Werkzeuges gewechselt werden. Die Tabelle erscheint auch beim Überfahren der Ampelansicht.</p> <p>Die Ampelansicht ermöglicht eine pauschale Bewertung von ausgewählten Parametern:</p> <p>Rot Mindestens ein fest oder frei konfigurierter Grenzwert wurde verletzt.</p> <p>Gelb Ein Grenzwert wurde nicht verletzt, aber mindestens ein fest oder frei konfigurierter Warnwert.</p> <p>Grün Es wurden keine Grenz- oder Warnwerte verletzt / konfiguriert.</p> <p>Die Tabellenansicht zeigt für jeden ausgewählten Parameter den letzten gemessenen Wert einer Reihe. Sie ermöglicht die direkte Bewertung der angezeigten Parameter durch Hintergrundfarben. So kann festgestellt werden, welche Parameter den Farbwechsel der Ampel bedingt haben. Außerdem führt die Tabelle die Grenz- oder Warnwerte der gewählten Parameter auf.</p> <p>Rot Der fest oder frei konfigurierte Grenzwert wurde verletzt.</p> <p>Gelb Der fest oder frei konfigurierte Warnwert wurde verletzt.</p> <p>Grün Der Parameter liegt innerhalb der konfigurierten Grenz- oder Warnwerte.</p> <p>Neutral Es wurden keine Grenz- oder Warnwerte konfiguriert.</p>
<p>Einstellbereich</p>	<p>Der Einstellbereich enthält eine Option für den Tabellenexport und die Parameterlisten.</p>
<p>Tabellenexport (.csv)</p>	<p>► Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Tabelle im aktuellen Zustand als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.</p>
<p>Parameterlisten</p>	<p>Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <p>Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste:</p> <p>► Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten.</p> <p>Auswählen aller Parameter einer Kategorie-Unterliste:</p> <p>► Klicken Sie auf die Kategorie-Unterliste.</p> <p>Auswählen eines Parameters:</p> <p>► Klicken Sie darauf.</p> <p>Auswählen mehrerer Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf einen davon. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und klicken Sie bei gedrückter Strg-Taste auf weitere Parameter. <p>Auswählen mehrerer aufeinanderfolgender Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf den obersten / untersten. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste auf den untersten / obersten.

Tab. 6.16: Bereiche des Werkzeuges *Evaluierungsampel*

6.2.7 Serienauswertung

Dieses Werkzeug ermöglicht es, große Datenmengen auszuwerten. Dazu können mehrere Projektbaum-Elemente des Typs **Kaustik / Serie** gleichzeitig dargestellt werden (siehe Kapitel „Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen“ auf Seite 48).

Die Daten der in den Kaustiken / Serien enthaltenen Einzelmessungen werden rechnerisch zusammengefasst. Dazu stehen unterschiedliche statistische Kennzahlen zur Auswahl. Die Ergebnisse werden graphisch und tabellarisch angezeigt.

Aufbau des Werkzeugfensters

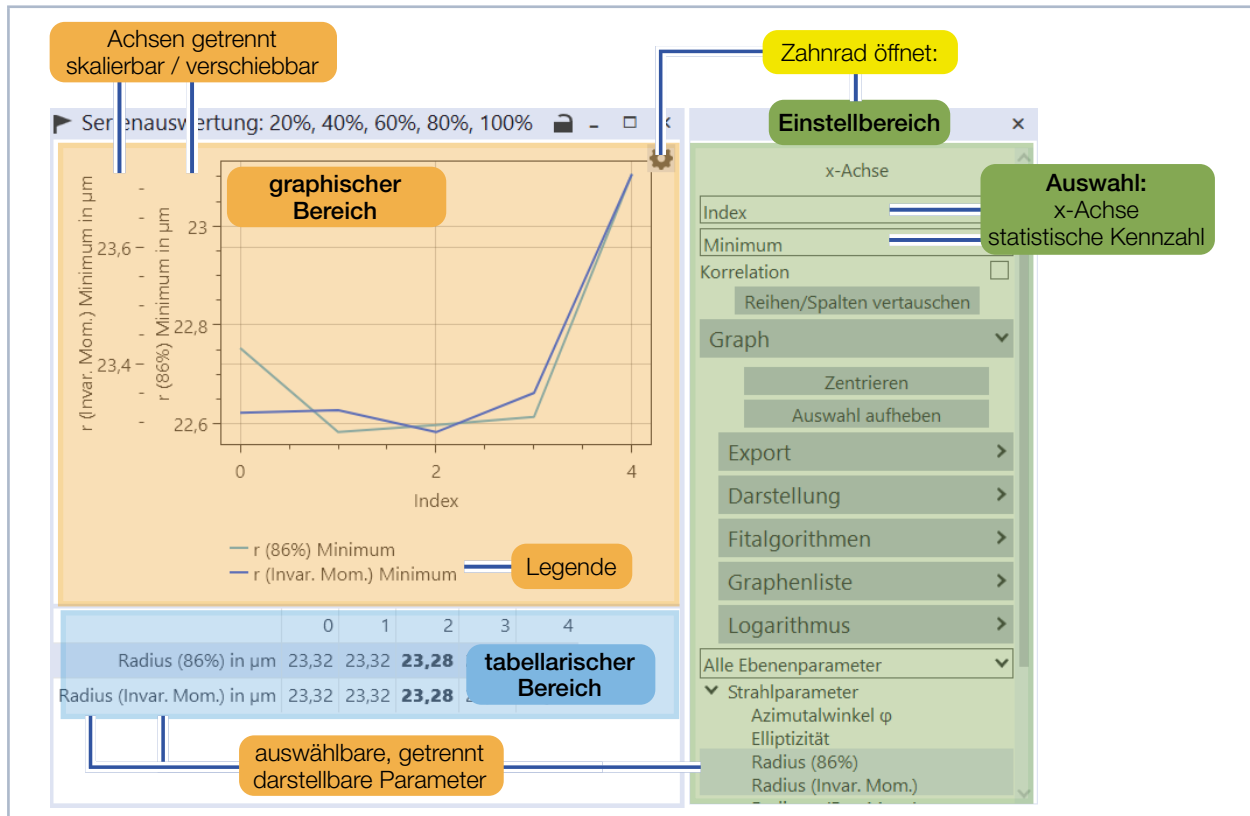


Abb. 6.8: Aufbau des Werkzeugs **Serienauswertung**

Bereiche	Beschreibung
<div style="background-color: #f4a460; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">graphischer Bereich</div>	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.18 auf Seite 73.</p> <p>Im Koordinatenfenster wird für jeden ausgewählten Parameter ein Graph eingezeichnet.</p> <p>Auf den y-Achsen sind die ausgewählten Parameter aufgetragen. Die y-Achsen können unabhängig voneinander skaliert und verschoben werden. Eine einblendbare Legende ermöglicht die Zuordnung der angezeigten Graphen zu den Parametern.</p> <p>Für die x-Achse können in einer gesonderten Liste die Parameter Index und Zeitstempel gewählt werden. Die Index-Nummerierung entspricht der Reihenfolge, in der die Kaustiken / Serien im Werkzeug geöffnet werden.</p> <p>Die Achsen können außerdem logarithmisch dargestellt werden.</p> <p>In der rechten oberen Ecke des graphischen Bereichs erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Bereich positioniert ist.</p>
<div style="background-color: #76b82a; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">Einstellbereich</div>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.19 auf Seite 74.</p>
<div style="background-color: #5dade2; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">tabellarischer Bereich</div>	<p>Hier werden die Parameter numerisch angezeigt, die im Einstellbereich ausgewählt sind. Reihen und Spalten können vertauscht werden.</p>

Tab. 6.17: Bereiche des Werkzeugs **Serienauswertung**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mousrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mousrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.

Tab. 6.18: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Ziel	Vorgehen
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen oder Fit-Algorithmen auf einzelne Bereiche angewendet werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.
Alle eingezeichneten Bereiche entfernen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie auf die Schaltfläche Auswahl aufheben im Einstellbereich.

Tab. 6.18: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

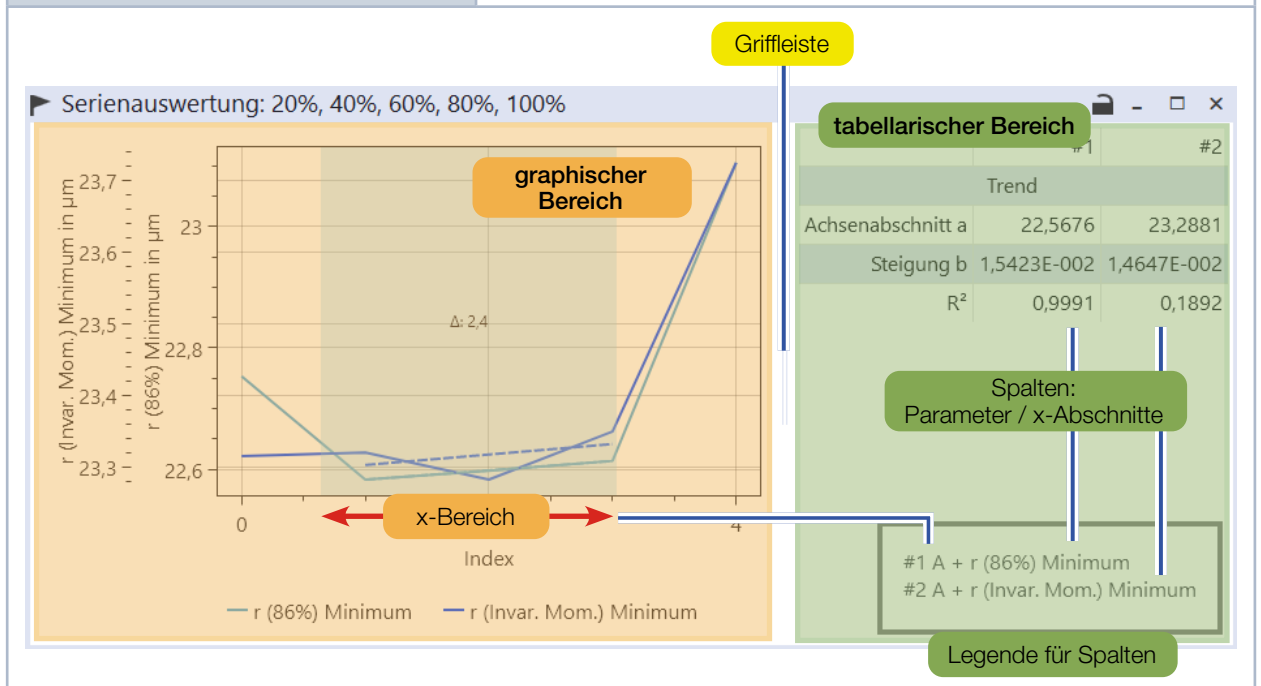
Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
x-Achse	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie eine x-Achsen-Beschriftung in der oberen Aufklapp-Liste aus. ▶ Wählen Sie einen statistischen Kennwert in der unteren Aufklapp-Liste aus.
Korrelation	<p>Sind mindestens zwei Parameter ausgewählt, kann der zuerst gewählte auf der x-Achse dargestellt werden.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Setzen Sie das Häkchen. 2. Wählen Sie unten im Einstellbereich den Parameter für die x-Achse aus. 3. Wählen Sie weitere Parameter für die y-Achse aus.
Reihen/Spalten vertauschen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche, um im tabellarischen Bereich Reihen und Spalten zu vertauschen.
Graph	Aufklapp-Menü
Zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Abbildung zu zentrieren. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Auswahl aufheben	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle im Koordinatenfenster eingezeichneten Abstände zu entfernen.

 Tab. 6.19: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Serienauswertung**

Option	Erläuterung
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Fitalgorithmen	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Fit-Algorithmen lassen sich sowohl auf den gesamten x-Bereich eines Graphen als auch auf einzelne Unterbereiche anwenden. Die Ergebnisse werden durch Fit-Graphen im Koordinatenfenster angezeigt.</p> <p>Außerdem erscheint ein tabellarischer Bereich für die numerische Anzeige wichtiger Fit-Parameter. Die Ergebnisse werden pro Parameter / x-Abschnitt spaltenweise angezeigt.</p> <p>Über eine Griffleiste kann die Größe der Bereiche angepasst werden.</p> <p>Unterbereiche werden eingezeichnet / entfernt wie in Tab. 6.18 auf Seite 73 beschrieben.</p>



Tab. 6.19: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Serienauswertung**

Option	Erläuterung
Trend	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die Trend-Algorithmen anzuwenden.
Mittelung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Mittelung durchzuführen.
Kaustik-Fit	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Kaustik-Anpassung durchzuführen.
Wellenlänge	Der Parameter M^2 (Fitalgorithmus Kaustik-Fit) wird in Abhängigkeit der Wellenlänge berechnet. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart global für alle Graphen. 2. Ändern Sie bei Bedarf die Darstellungsart einzelner Graphen über die Graphenliste darunter.
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	Die Messpunkte sind als Kreise, Quadrate, Dreiecke u. a. dargestellt. <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.
Logarithmus	Aufklapp-Menü für die logarithmische Darstellung der Achsen. Eine logarithmische Darstellung ist insbesondere nützlich, wenn der Wertebereich viele Größenordnungen umfasst. Zusammenhänge im Bereich der kleinen Werte sind dann leichter zu überblicken.
x-Achse logarithmisch (log10)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die x-Achsen logarithmisch darzustellen.
y-Achse logarithmisch (log10)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die y-Achsen logarithmisch darzustellen.
Parameterlisten	Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab. Es gibt folgende Möglichkeiten: <p>Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten. <p>Auswählen aller Parameter einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die Kategorie-Unterliste. <p>Auswählen eines Parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie darauf. <p>Auswählen mehrerer Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf einen davon. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und klicken Sie bei gedrückter Strg-Taste auf weitere Parameter. <p>Auswählen mehrerer aufeinanderfolgender Parameter:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf den obersten / untersten. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste auf den untersten / obersten.

 Tab. 6.19: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Serienauswertung**

Leerseite

6.3 Werkzeuge zum Anzeigen von Strahlgeometriedaten

6.3.1 Falschfarbenansicht

In diesem Werkzeug ist eine falschfarbenskalierte Intensität einer Leistungsdichteverteilung dargestellt.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Ebene**, sondern auch das Element **Kaustik** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Angezeigt wird dann die Ebene, die dem Fokus am nächsten ist. Außerdem kann das Element **Linescan** geöffnet werden. Einige Bereiche / Funktionalitäten des Werkzeugs unterscheiden sich in diesem Fall aber von der Standard-Ansicht. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Darstellung eines Linescan“ auf Seite 83.

Aufbau des Werkzeugfensters

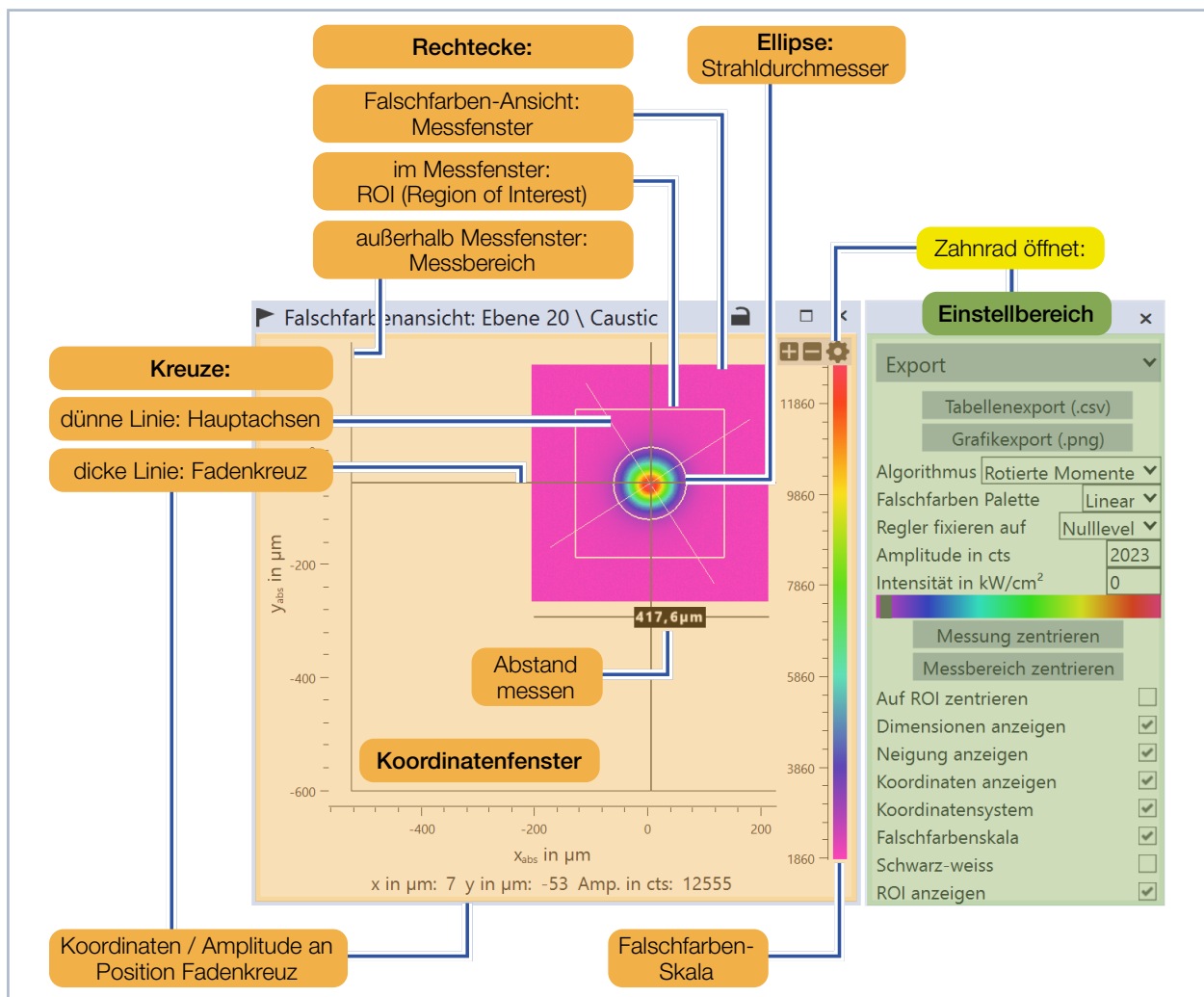


Abb. 6.9: Aufbau des Werkzeugs **Falschfarbenansicht**

Bereiche	Beschreibung
Koordinatenfenster	<p>Im Koordinatenfenster wird die Messebene graphisch dargestellt. Es kann der gesamte messbare Bereich (Messbereich als Rechteck) und der darin aufgenommene Bereich (Messfenster als Falschfarben-Ansicht) angezeigt werden.</p> <p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten enthält Tab. 6.21 auf Seite 79.</p>
Einstellbereich	<p>Die Optionen im Einstellbereich ermöglichen die Anpassung der Darstellung, den Export von Messdaten und die Wahl des Algorithmus für die Berechnung eines Strahlradius. Weitere Informationen enthält Tab. 6.22 auf Seite 80.</p>

Tab. 6.20: Bereiche des Werkzeugs *Falschfarbenansicht*

Bedienmöglichkeiten im Koordinatenfenster

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Mitte des Koordinatenfensters	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis die Plus- / Minus-Schaltflächen erscheinen. 2. Drücken Sie die Schaltflächen zum stufenweisen Zoomen.
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mousrad zum stufenweisen Zoomen.
Einstellen des Zoom-Ausschnitts auf die Größe des Messfensters	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger innerhalb des Messfensters. 2. Doppelklicken Sie. <p>👁️ Der Zoom-Ausschnitt ist auf die Größe des Messfensters eingestellt.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Um den Zoom-Ausschnitt bei Bedarf auf die Größe des Messbereichs einzustellen, doppelklicken Sie erneut innerhalb des Messfensters.
Einstellen des Zoom-Ausschnitts auf die Größe des Messbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger außerhalb des Messfensters. 2. Doppelklicken Sie.
Verschieben der gesamten Darstellung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste.
Positionieren des Fadenkreuzes (z. B. zum Anzeigen von Koordinaten und der Amplitude an einer beliebigen Stelle)	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, das Fadenkreuz zu positionieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters und klicken Sie. ▶ Zum stufenlosen Ändern der Position des Fadenkreuzes ziehen Sie bei gedrückter linker Maustaste. ▶ Zum stufenweisen Ändern der Position des Fadenkreuzes klicken Sie die Pfeiltasten. <p>👁️ Das Fadenkreuz (dicke Linien) wird an dieser Stelle positioniert. Die Koordinaten und Intensitätswerte werden unter dem Koordinatenfenster angezeigt, wenn die Option Koordinaten anzeigen im Einstellbereich aktiviert ist.</p>
Einen Abstand messen	<p>Zum Einzeichnen eines Abstandes gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie die Maus.
Einen eingezeichneten Abstand entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Strg-Taste und halten Sie diese gedrückt. 2. Klicken Sie ins Koordinatenfenster.

Tab. 6.21: Bedienmöglichkeiten im Koordinatenfenster des Werkzeugs *Falschfarbenansicht*

Einstellbereich


Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle Daten der Messebene numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Algorithmus	<p>Die Radien werden basierend auf dem ausgewählten Algorithmus (neu) berechnet. Weitere Informationen zu den Berechnungsmethoden enthält das Kapitel 7.5 auf Seite 153.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie einen Algorithmus in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben werden die Radien in x- / y-Richtung. • Invariante Momente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben wird der Mittelwert aus den Radien in x- / y-Richtung. • Rotierte Momente: Nach einer Transformation der Gerätekoordinaten (x / y) in die Strahlkoordinaten (a / b) erfolgt die Radiusberechnung nach der 2. Momente-Methode. Ausgegeben werden die Radien in a- / b-Richtung. • 86%: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 86 %-Methode. Es wird ein Radius ausgegeben.

Tab. 6.22: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs *Falschfarbenansicht*

Option	Erläuterung
<p>Falschfarben Palette</p>	<p>Zur erweiterten Analyse des Bildes kann zwischen unterschiedlichen Farbpaletten gewählt werden.</p> <p>Farbpaletten analog der Wurzelfunktion ermöglichen es, Signalanteile mit sehr geringer Intensität differenziert darzustellen. Dies kann insbesondere bei der Analyse geringer Variationen in der Nähe des Nullniveaus hilfreich sein (z. B. zur Analyse von Beugungsfiguren).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie eine Farbpalette in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Linear: Lineare Farbpalette. • 2te Wurzel: Farbpalette analog der zweiten Wurzelfunktion (Zuordnung der Farben nach der zweiten Wurzel der Leistungsdichtewerte jedes Pixels). • 4te Wurzel: Farbpalette analog der vierten Wurzelfunktion (Zuordnung der Farben nach der vierten Wurzel der Leistungsdichtewerte jedes Pixels). • Graustufen: Farbpalette in Graustufen.
<p>Regler fixieren auf</p>	<p>Mit dem Farbpaletten-Schieberegler kann ein Schwellenwert zur Definition eines Höhenschnitts gesetzt werden. ADC-Werte / Intensitätswerte unter dem Schwellenwert werden in der Falschfarben-Ansicht ausgeblendet.</p> <p>Der ADC-Wert (ADC = Analog-Digital-Count) ist der Rohdatenwert aus dem AD-Wandler. Er entspricht der Intensität plus dem Nulllevel. Als Einheit ist für den ADC-Wert an einigen Stellen cts (Counts) angegeben.</p> <p>Der Regler kann nach unterschiedlichen Kriterien fixiert werden. Dies ist nützlich, wenn häufig zwischen Ebenen hin und her gewechselt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie ein Kriterium in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Leistungseinschluss 86%: In der Falschfarbenansicht werden ausgehend vom Strahlmittelpunkt nur die Werte angezeigt, die 86 % der eingeschlossenen Leistung repräsentieren. • Nulllevel: Der Nulllevel markiert den Schwellenwert. Nur Pixel mit einem ADC-Wert oberhalb des Nulllevels werden dargestellt. • Min. ADC: Der minimale ADC-Wert markiert den Schwellenwert. • Aktuelle Amplitude: Der aktuell im Eingabefeld Amplitude in cts eingetragene ADC-Wert markiert den Schwellenwert. • Aktuelle Intensität: Der aktuell im Eingabefeld Intensität in kW/cm² eingetragene Intensitätswert markiert den Schwellenwert.

Tab. 6.22: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Falschfarbenansicht**

Option	Erläuterung
Amplitude in cts Intensität in kW/cm²	<p>Zur Definition eines Hörenschnitts kann ein Schwellenwert gesetzt werden. ADC-Werte / Intensitätswerte unter dem Schwellenwert werden in der Falschfarben-Ansicht ausgeblendet. Die Anzeige der Intensität ist nur dann sinnvoll, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p> <p>Der ADC-Wert (ADC = Analog-Digital-Count) ist der Rohdatenwert aus dem AD-Wandler. Er entspricht der Intensität plus dem Nulllevel. Als Einheit ist für den ADC-Wert an einigen Stellen cts (Counts) angegeben.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, einen Schwellenwert zu setzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert in eines der Eingabefelder ein. Drücken Sie zur Bestätigung die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie den Farbpaletten-Schieberegler unter den Eingabefeldern. ▶ Klicken Sie auf den Farbpaletten-Schieberegler. Verschieben Sie ihn durch Drücken der links / rechts-Pfeiltasten.
Messung zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den Zoom-Ausschnitt auf die Größe des Messfensters einzustellen und zu zentrieren. <p>Das Messfenster enthält den aufgenommenen Bereich als Falschfarben-Ansicht.</p>
Messbereich zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den Zoom-Ausschnitt auf die Größe des Messbereichs einzustellen und zu zentrieren. <p>Der Messbereich ist der gesamte messbare Bereich (Apertur).</p>
Auf ROI zentrieren	<p>Die ROI (Region of Interest) ist der Teilbereich des Messfensters, der für die Berechnung des Strahlradius berücksichtigt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um den Zoom-Ausschnitt auf die Größe der ROI einzustellen und zu zentrieren.
Dimensionen anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des berechneten Durchmessers.
Neigung anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen von Linien, welche die Strahl- / Gerätehauptachsen darstellen. <p>Wenn die Linien nicht angezeigt werden: klicken Sie in den Messbereich.</p>
Koordinaten anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der Koordinaten und Intensitätswerte, die das Fadenkreuz markiert. Diese werden unter dem Koordinatenfenster angezeigt.
Koordinatensystem	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der x-Achsen / y-Achsen-Skala.
Falschfarbenskala	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen einer Falschfarbenskala (in Counts). <p> Die Falschfarbenskala wird rechts vom Koordinatenfenster angezeigt.</p>
Schwarz-weiß	<p>Diese Einstellung zeigt eine binäre Darstellung. Liegt der Wert eines Pixel über / unter dem Schwellenwert des Farbpaletten-Schiebereglers, dann wird das Pixel schwarz / weiß angezeigt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zur Anzeige der Grafik in schwarz-weiß.
ROI anzeigen	<p>Die ROI (Region of Interest) ist der Teilbereich des Messfensters, der für die Berechnung des Strahlradius berücksichtigt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die ROI im Messfenster anzeigen zu lassen.

 Tab. 6.22: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Falschfarbenansicht**

Darstellung eines Linescan

In diesem Werkzeug kann auch das Element **Linescan** geöffnet werden. Bei einem Linescan handelt es sich um einen linienförmigen Schnitt durch einen Laserstrahl, der in kurzem zeitlichen Abstand wiederholt abgetastet wird. Solche Linescan-Messungen sind z. B. mit den Messgeräten **FM+** und **BM+** möglich.

Einige Bereiche / Funktionalitäten des Werkzeugs unterscheiden sich in diesem Fall aber von der Standard-Ansicht. Im Folgenden werden nur die für die Linescan-Ansicht spezifischen Aspekte erläutert.

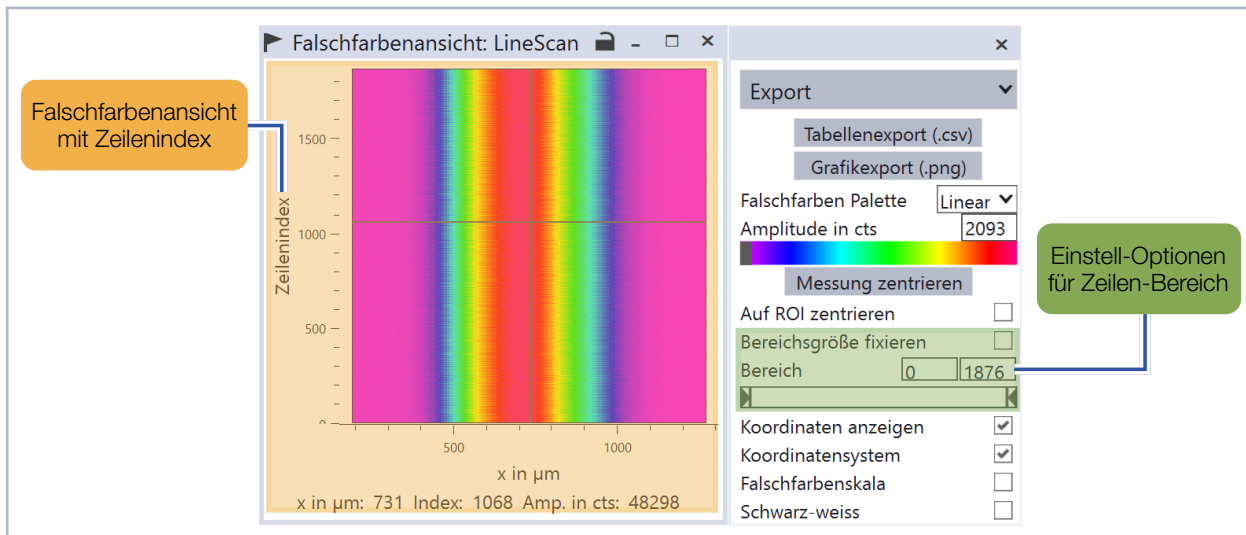


Abb. 6.10: Linescan-Darstellung im Werkzeug **Falschfarbenansicht**

Bereiche	Beschreibung
Falschfarbenansicht mit Zeilenindex	In der Falschfarbenansicht steht statt der y-Achse die Zeilenindex-Achse.
Einstell-Optionen für Zeilen-Bereich	<p>Dieser Einstellbereich enthält spezifische Optionen zur Bestimmung des Zeilenbereichs, der angezeigt werden soll:</p> <p>Bereich Es gibt folgende Möglichkeiten, den Zeilenbereich einzustellen, der angezeigt werden soll. Dazu muss die Option Bereichsgröße fixieren deaktiviert sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie im Eingabefeld links / rechts den unteren / oberen Grenzwert ein. Drücken Sie zur Bestätigung jeweils die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie die Schieberegler unter den Eingabefeldern. <p>Bereichsgröße fixieren ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn die Position der Schieberegler fixiert werden soll. Wenn Sie anschließend an einem der Regler ziehen, wird der andere im eingestellten Abstand mitbewegt.</p>

Tab. 6.23: Bereiche des Werkzeugs **Falschfarbenansicht**

6.3.2 Ebenenanalyse

In diesem Werkzeug sind die Ergebnisse einer Ebenenmessung graphisch und tabellarisch zusammengestellt.

Im unteren Bereich des Werkzeugfensters sind die Tabellen registerartig angeordnet. Der Bereich darüber ist in Quadranten unterteilt und enthält Grafiken und einen Einstellbereich. Das Größenverhältnis der Quadranten kann durch Ziehen an den angrenzenden Rändern verändert werden.

Der graphische Bereich enthält eine Falschfarbenansicht und Graphen des x-Querschnitts / y-Querschnitts. Die Querschnitte können über ein Fadenkreuz in der Falschfarbenansicht verschoben werden.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Ebene**, sondern auch das Element **Kaustik** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Angezeigt wird dann die Ebene, die dem Fokus am nächsten ist. Außerdem kann das Element **Linescan** geöffnet werden. Einige Bereiche / Funktionalitäten des Werkzeugs unterscheiden sich in diesem Fall aber von der Standard-Ebenenanalyse. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Analyse eines Linescan“ auf Seite 92.

Aufbau des Werkzeugfensters

Graph x-Querschnitt

gestrichelte Linie: Position Schieberegler

durchgezogene Linie: Position Schnitt

Falschfarbenansicht

Fadenkreuz zum Verschieben der Querschnitte

Griffleiste Größenverstellung

Graph y-Querschnitt

tabellarischer Bereich mit Reitern:

Ergebnisse
Bewertung **Details**

z-Position in mm	93,350
Radius x in μm	49,27
Radius y in μm	50,11
Elliptizität	0,97
Azimutalwinkel φ in $^\circ$	28,8

Einstellbereich gesamt

Farbpalette mit Schieberegler

Zahnrad öffnet:

Einstellbereich y-Querschnitt

Zentrieren

Auswahl aufheben

Export

Tabellenexport (.csv)

Grafikexport (.png)

Darstellung

Max. Punktzahl 500

Legende ausblenden

Graphenliste

Linie

Liniendicke 2

Punktgröße 4

Querschnitt y

Abb. 6.11: Aufbau des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

Bereiche	Beschreibung
Falschfarbenansicht	Die Falschfarbenansicht bietet dieselben Möglichkeiten wie die des Werkzeugs Falschfarbenansicht . Weitere Informationen enthält das Kapitel 6.3.1 „Falschfarbenansicht“ auf Seite 78. Der Unterschied besteht nur darin, dass im Werkzeug Ebenenanalyse das Fadenkreuz dazu dient, die Schnitte in x-Richtung / y-Richtung zu verschieben.
Graphen x-Querschnitt / y-Querschnitt	In diesen Koordinatenfenstern werden Graphen entsprechend der Position des Fadenkreuzes angezeigt. Die Koordinatenfenster enthalten außerdem folgende Elemente: <ul style="list-style-type: none"> • Die gestrichelte orangene Linie zeigt die Position eines Höhenschnitts. Dies entspricht der Position des Farbpaletten-Schiebereglers im Einstellbereich gesamt. • Die durchgezogene Linie zeigt die Position eines x-Querschnitts / y-Querschnitts. • In der rechten oberen Ecke eines Koordinatenfensters erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Fenster positioniert ist. Informationen zu den Bedienmöglichkeiten enthält Tab. 6.25 auf Seite 86.
Einstellbereich Koordinatenfenster x- / y-Querschnitt	Dieser Einstellbereich enthält Optionen zur graphischen Anpassung des Koordinatenfensters und zum Export der Inhalte des Fensters. Weitere Informationen enthält Tab. 6.27 auf Seite 90.
Einstellbereich gesamt	Dieser Einstellbereich enthält Optionen zur graphischen Anpassung der Falschfarbenansicht und der Querschnitte. Weitere Informationen enthält Tab. 6.26 auf Seite 88.
tabellarischer Bereich	Die Tabellen dieses Bereichs sind in folgenden Reitern enthalten: <ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse: Enthält die berechneten Ebenen-Parameter. • Bewertung: Enthält die Parameter, die eine Bewertung der Ebenen-Messung erlauben. Die Bewertung wird visuell unterstützt durch farbige Markierungen. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Reiter Bewertung in der Ebenenanalyse“ auf Seite 91. • Details: Enthält zusätzliche Informationen zur Messung. Sind Kommentare zur Ebenen-Messung im Projektbaum angelegt, dann werden sie in diesem Reiter ebenfalls angezeigt.

Tab. 6.24: Bereiche des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern der x- / y-Querschnitte

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste.
Graphen zur Falschfarbenansicht zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum zentrierten Ausrichten des Graphen relativ zur Falschfarbenansicht doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe des Graphen. 👁️ Dabei wird die Achse der Intensität / Amplitude verschoben und skaliert.
Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie auf den Graphen. 👁️ Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass der Graph das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllt.
Anzeigen von Koordinaten und Amplitude / Intensität an beliebigen Stellen des Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle des Graphen. 👁️ Die Informationen werden eingeblendet. Die Anzeige der Intensität ist nur dann möglich, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Höhenschnitt positionieren	<ol style="list-style-type: none"> 1. Klicken Sie auf die gestrichelte orangene Linie. 2. Ziehen Sie anschließend bei gedrückter linker Maustaste entlang der Achse der Amplitude / Intensität oder drücken Sie die entsprechenden Pfeiltasten. <ul style="list-style-type: none"> 👁️ Die Position des Farbpaletten-Schiebereglers im Einstellbereich gesamt ändert sich entsprechend. <p>Der Höhenschnitt kann auch positioniert werden, indem ein Zahlenwert ins Eingabefeld Amplitude in cts / Intensität in kW/cm² im Einstellbereich gesamt eingegeben wird.</p>

Tab. 6.25: Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern der x- / y-Querschnitte

Ziel	Vorgehen
Einen Bereich entlang der Achse der Amplitude / Intensität einzeichnen	<p>Entlang der Achse der Amplitude / Intensität können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der Achse der Amplitude / Intensität auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.
Alle eingezeichneten Bereiche entfernen	<p>▶ Drücken Sie auf die Schaltfläche Auswahl aufheben im Einstellbereich.</p>

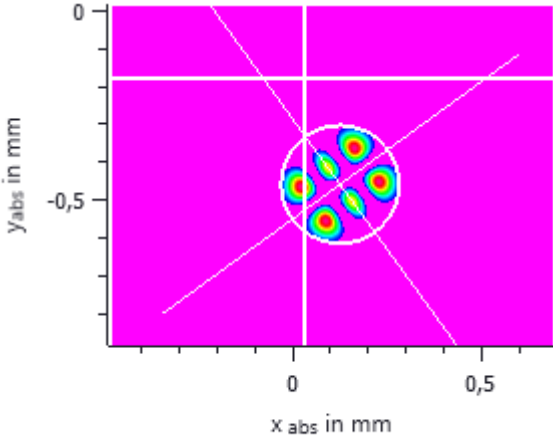
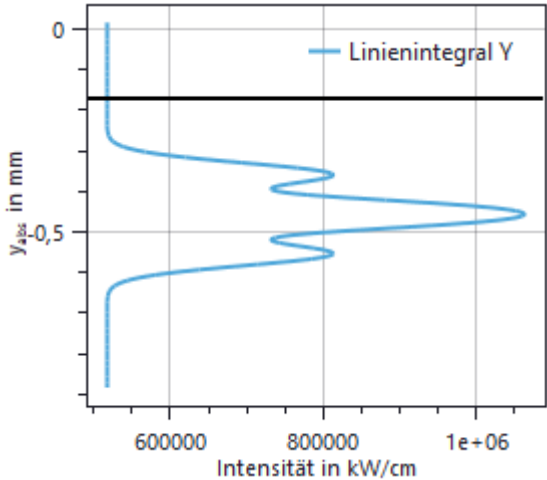
Tab. 6.25: Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern der x- / y-Querschnitte

Einstellbereich gesamt

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf.

Option	Erläuterung
Regler fixieren auf	<p>Mit dem Farbpaletten-Schieberegler kann ein Schwellenwert zur Definition eines Höhenschnitts gesetzt werden. ADC-Werte / Intensitätswerte unter dem Schwellenwert werden in der Falschfarben-Ansicht ausgeblendet.</p> <p>Der ADC-Wert (ADC = Analog-Digital-Count) ist der Rohdatenwert aus dem AD-Wandler. Er entspricht der Intensität plus dem Nulllevel. Als Einheit ist für den ADC-Wert an einigen Stellen cts (Counts) angegeben.</p> <p>Der Regler kann nach unterschiedlichen Kriterien fixiert werden. Dies ist nützlich, wenn häufig zwischen Ebenen hin und her gewechselt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie ein Kriterium in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Leistungseinschluss 86%: In der Falschfarbenansicht werden ausgehend vom Strahlmittelpunkt nur die Werte angezeigt, die 86 % der eingeschlossenen Leistung repräsentieren. • Nulllevel: Der Nulllevel markiert den Schwellenwert. Nur Pixel mit einem ADC-Wert oberhalb des Nulllevels werden dargestellt. • Min. ADC: Der minimale ADC-Wert markiert den Schwellenwert. • Aktuelle Amplitude: Der aktuell im Eingabefeld Amplitude in cts eingetragene ADC-Wert markiert den Schwellenwert. • Aktuelle Intensität: Der aktuell im Eingabefeld Intensität in kW/cm² eingetragene Intensitätswert markiert den Schwellenwert.
Amplitude in cts Intensität in kW/cm²	<p>Zur Definition eines Höhenschnitts kann ein Schwellenwert gesetzt werden. ADC-Werte / Intensitätswerte unter dem Schwellenwert werden in der Falschfarben-Ansicht ausgeblendet. Die Anzeige der Intensität ist nur dann sinnvoll, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p> <p>Der ADC-Wert (ADC = Analog-Digital-Count) ist der Rohdatenwert aus dem AD-Wandler. Er entspricht der Intensität plus dem Nulllevel. Als Einheit ist für den ADC-Wert an einigen Stellen cts (Counts) angegeben.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, einen Schwellenwert zu setzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert in eines der Eingabefelder ein. Drücken Sie zur Bestätigung die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie den Farbpaletten-Schieberegler unter den Eingabefeldern. ▶ Klicken Sie auf den Farbpaletten-Schieberegler. Verschieben Sie ihn durch Drücken der links / rechts-Pfeiltasten.
Auf ROI zentrieren	<p>Die ROI (Region of Interest) ist der Teilbereich des Messfensters, der für die Berechnung des Strahlradius berücksichtigt wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um den Zoom-Ausschnitt der Falschfarbenansicht auf die Größe der ROI einzustellen und zu zentrieren.
autom. Skalierung	<p>In den Koordinatenfenstern der Graphen kann die Achse der Intensität / Amplitude automatisch nach dem höchsten gemessenen Wert skaliert werden. Dabei werden die Achsen beider Koordinatenfenster gleich skaliert, so dass die dargestellten Graphen immer vergleichbar sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Aktivieren der Option.

Tab. 6.26: Optionen im Einstellbereich gesamt des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

Option	Erläuterung
<p>Zeige Amplitude</p>	<p>► Setzen Sie das Häkchen, wenn bei den Graphen statt der Intensität die Amplitude (ADC-Wert in Counts) angezeigt werden soll.</p> <p>Die Anzeige der Intensität ist nur dann möglich, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p>
<p>Zeige Integral</p>	<p>In den Koordinatenfenstern der Querschnitte kann statt der Leistungsdichteverteilung das Linienintegral angezeigt werden. Dies bedeutet, dass für jeden x-Wert / y-Wert die Summe aller zugehörigen y-Werte / x-Werte angezeigt wird.</p> <p>Mit dem Linienintegral lassen sich z. B. Löcher in der Leistungsdichteverteilung deutlich erkennen. Das Beispiel-Bild unten zeigt das y-Linienintegral für einen nicht-Gaußschen Strahl.</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;">   </div>	
<p>Zeige Gauss</p>	<p>► Setzen Sie das Häkchen, wenn zusätzlich zu den Graphen der Leistungsdichteverteilung die Graphen der Gauß-Normalverteilung angezeigt werden sollen. Dazu wird eine Gaußverteilung nach kleinsten Fehlerquadraten an die tatsächliche Leistungsdichteverteilung angenähert (Gauß-Fit).</p> <p>👁️ Graphen der Leistungsdichteverteilung / Linienintegrale werden hellblau, Gauß-Graphen dunkelblau dargestellt.</p>
<p>Algorithmus</p>	<p>Die Radien werden basierend auf dem ausgewählten Algorithmus (neu) berechnet. Weitere Informationen zu den Berechnungsmethoden enthält das Kapitel 7.5 auf Seite 153.</p> <p>► Wählen Sie einen Algorithmus in der Aufklapp-Liste aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben werden die Radien in x- / y-Richtung. • Invariante Momente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben wird der Mittelwert aus den Radien in x- / y-Richtung. • Rotierte Momente: Nach einer Transformation der Gerätekoordinaten (x / y) in die Strahlkoordinaten (a / b) erfolgt die Radiusberechnung nach der 2. Momente-Methode. Ausgegeben werden die Radien in a- / b-Richtung. • 86%: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 86 %-Methode. Es wird ein Radius ausgegeben.

Tab. 6.26: Optionen im Einstellbereich gesamt des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

Einstellbereiche für die Koordinatenfenster der x- / y-Querschnitte

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Zum zentrierten Ausrichten des Graphen relativ zur Falschfarbenansicht klicken Sie auf diese Schaltfläche.
Auswahl aufheben	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle im Koordinatenfenster eingezeichneten Abstände zu entfernen.
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Messdaten der Graphen numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern. Sind Legenden ausgeblendet, dann sind diese auch nicht in der exportierten Grafik enthalten.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Abhängig von den gewählten Einstellungen im Einstellbereich <i>gesamt</i> werden unterschiedliche Graphen angezeigt. Statt der Leistungsdichteverteilung kann das Linienintegral angezeigt werden. Zusätzlich kann der Graph der Gauß-Normalverteilung angezeigt werden.</p>
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart global für alle Graphen. 2. Ändern Sie bei Bedarf die Darstellungsart einzelner Graphen über die Graphenliste darunter.
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Punkte für die Leistungsdichteverteilung / das Linienintegral sind als Kreise, die Punkte für den Gauß-Graphen als Quadrate dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Querschnitt / Linienintegral / Gauss	<p>Bestimmen Sie, ob und ggf. wie die genannten Graphen im Koordinatenfenster angezeigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.27: Optionen im Einstellbereich der x- / y-Querschnitte des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

Reiter *Bewertung* in der Ebenenanalyse

Um den Messalltag zu erleichtern, hat PRIMES in der LDS die Forderungen an eine Messung aus ISO 11146 in einzelne, leicht überprüfbare Parameter übersetzt. Die Güte jedes einzelnen Parameters bewertet die LDS mit einem Ampel-Signal. Ein rotes Signal bedeutet, dass eine Forderung aus ISO 11146 (bzw. eine dazu abgeleitete Anforderung an einen Mess-Parameter) verletzt wurde. Mit der Zahl und Schwere jeder Verletzung eines Parameters steigt die resultierende Messunsicherheit. Sind alle Parameter grün, handelt es sich um eine belastbare Messung mit hoher Genauigkeit.

Die angezeigten Werte sind in der Tabelle rot oder grün markiert:

- rot: ein als Validitätskriterium fest konfigurierter Grenzwert wurde verletzt
- grün: die Grenzwerte des Validitätskriteriums wurden eingehalten

Ist mindestens ein angezeigter Wert rot markiert, dann erscheint neben dem Titel des Reiters ein rotes Kreuz, ansonsten ein grünes Häkchen. Das rote Kreuz signalisiert, dass die Messung mit optimierten Parametern wiederholt werden sollte.

Parameter	Erläuterung
Füllfaktor (86%)	Verhältnis des Strahldurchmessers zur Messfensterbreite. Ist der Füllfaktor zu klein, leidet die Auflösung des aufgenommenen Strahles. Ist der Füllfaktor zu groß, besteht die Gefahr, dass der Strahl beschnitten wird. Die automatische Selektion einer ROI durch die LDS wählt optimale Füllfaktoren (Zielwert 0,33). Unterer Warnwert: 0,30 Oberer Warnwert: 0,60 Oberer Grenzwert: 0,75
SNR	Signal-Rausch-Verhältnis Unterer Warnwert: 35 Unterer Grenzwert: 20
Detektoraussteuerung in %	Aussteuerung bezogen auf die Dynamik des Sensors. Gute Werte liegen im Bereich 40 – 90. Unterer Grenzwert: 10 Oberer Grenzwert: 95
Anteil übersteuerter Pixel in %	Zulässige Anzahl übersteuerter Pixel (Aussteuerung > 95 %). Oberer Grenzwert: 0,2
Dezentrierung x / y in %	Dezentrierung des Strahlschwerpunkts bezogen auf das Messfenster. Oberer Grenzwert: 5
# Ausgeleuchtete Pixel in r_x / r_y	Es ist eine Mindestanzahl Pixel im Strahldurchmesser erforderlich, um einen belastbaren Messwert für den Durchmesser zu erhalten. Unterer Warnwert: 30 Unterer Grenzwert: 10

Tab. 6.28: Bewertungsparameter des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

Eine systematische Einführung in das Thema und eine detaillierte Beschreibung der Werkzeuge mit Bewertungsfunktionalität enthält das Kapitel 8.2 „Bewertung von Parametern durch farbige Markierungen“ auf Seite 156.

Analyse eines Linescan

In diesem Werkzeug kann auch das Element **Linescan** geöffnet werden. Bei einem Linescan handelt es sich um einen linienförmigen Schnitt durch einen Laserstrahl, der in kurzem zeitlichen Abstand wiederholt abgetastet wird. Solche Linescan-Messungen sind z. B. mit den Messgeräten **FM+** und **BM+** möglich.

Einige Bereiche / Funktionalitäten des Werkzeugs unterscheiden sich in diesem Fall aber von der Standard-Ansicht. Im Folgenden werden nur die für die Linescan-Ansicht spezifischen Aspekte erläutert.

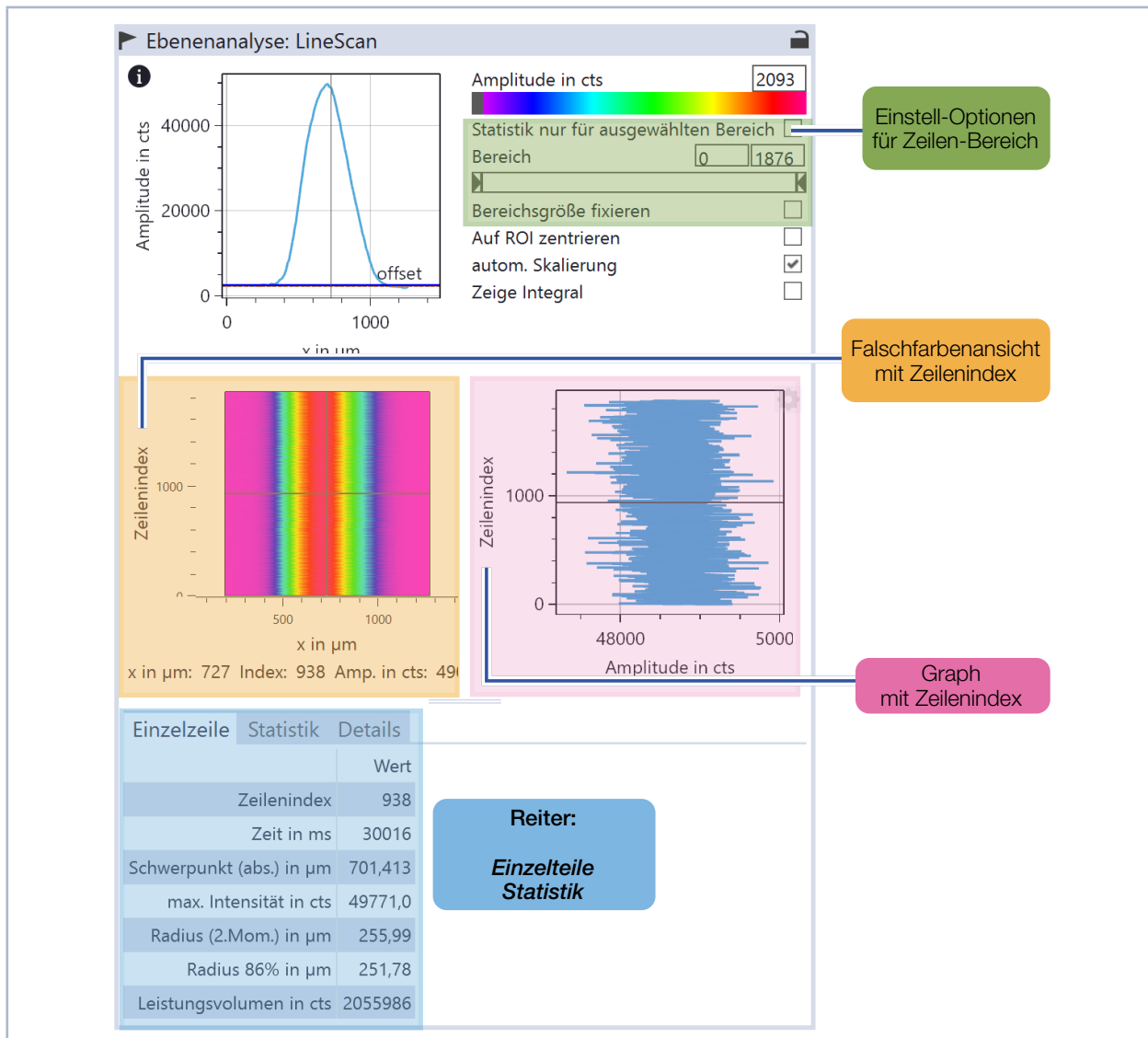


Abb. 6.12: Linescan-Darstellung im Werkzeug **Ebeneanalyse**

Bereiche	Beschreibung
Falschfarbenansicht mit Zeilenindex	In der Falschfarbenansicht steht statt der y-Achse die Zeilenindex-Achse. Das Fadenkreuz markiert die aktive Zeile. Die berechneten Parameter der aktiven Zeile können im Reiter Einzelzeile eingesehen werden.
Graph mit Zeilenindex	Im Koordinatenfenster rechts von der Falschfarbenansicht steht statt der y-Achse die Zeilenindex-Achse.
Einstell-Optionen für Zeilen-Bereich	<p>Dieser Einstellbereich enthält spezifische Optionen zur Bestimmung des Zeilenbereichs, der angezeigt werden soll:</p> <p>Statistik nur für den ausgewählten Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn im Reiter Statistik nur die Werte für den ausgewählten Zeilenbereich berechnet werden sollen. <p>Bereich</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, den Zeilenbereich einzustellen, der angezeigt werden soll. Dazu muss die Option Bereichsgröße fixieren deaktiviert sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie im Eingabefeld links / rechts den unteren / oberen Grenzwert ein. Drücken Sie zur Bestätigung jeweils die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie die Schieberegler unter den Eingabefeldern. <p>Bereichsgröße fixieren</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn die Position der Schieberegler fixiert werden soll. Wenn Sie anschließend an einem der Regler ziehen, wird der andere im eingestellten Abstand mitbewegt.
tabellarischer Bereich	<p>Dieser Bereich enthält zwei spezifische Reiter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einzelzeile enthält die berechneten Parameter der angewählten Zeile. • Statistik enthält eine gemittelte Auswertung über alle Zeilen. Ist im Einstellbereich die Option Statistik nur für den ausgewählten Bereich aktiviert, dann wird über den dort eingestellten Bereich gemittelt.

Tab. 6.29: Bereiche des Werkzeugs **Ebenenanalyse**

6.3.3 3D-Ebenendarstellung

In diesem Werkzeug ist eine falschfarbenskalierte, dreidimensionale Intensität einer Leistungsdichteverteilung dargestellt.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Ebene**, sondern auch das Element **Kaustik** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Angezeigt wird dann die Ebene, die dem Fokus am nächsten ist.

Aufbau des Werkzeugfensters

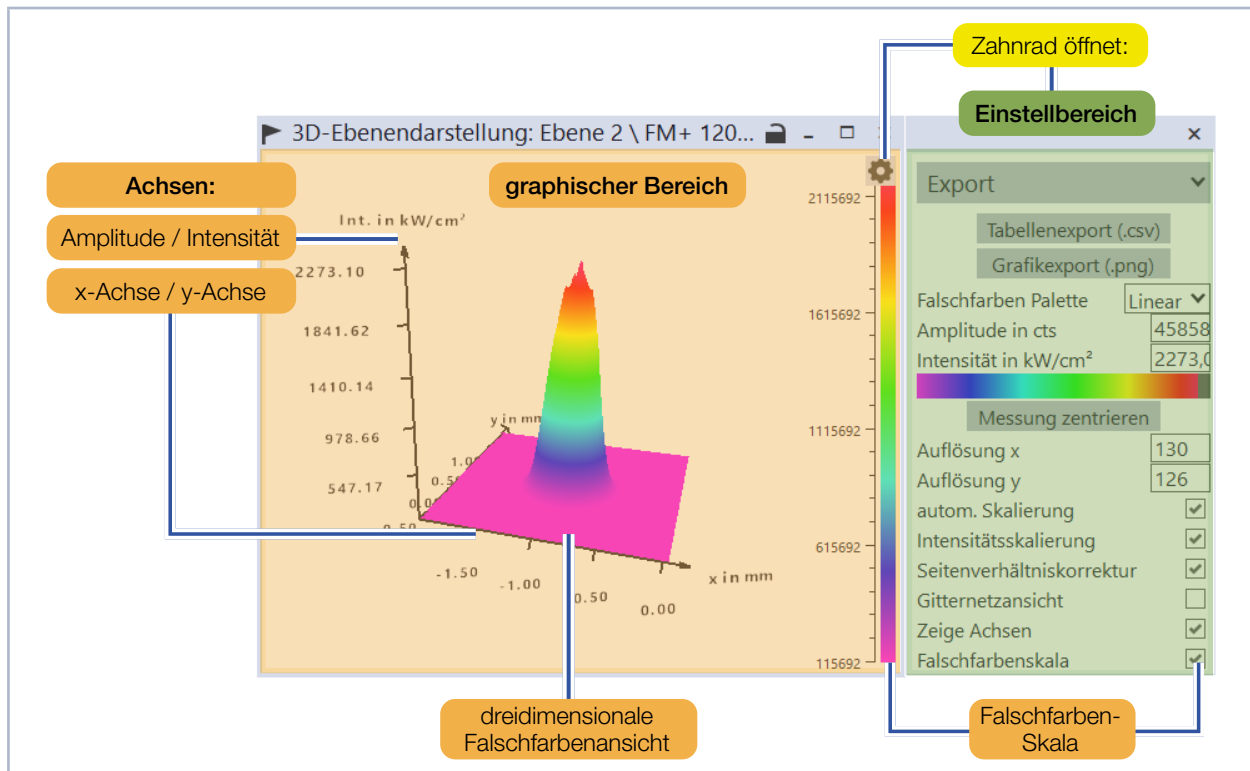


Abb. 6.13: Aufbau des Werkzeugs **3D-Ebenendarstellung**

Bereiche	Beschreibung
<p style="text-align: center;">graphischer Bereich</p>	<p>Die dreidimensionale Darstellung ist um alle Achsen drehbar und beliebig in der Größe skalierbar.</p> <p>Wenn sich der Mauszeiger über dem graphischen Bereich befindet, gibt es folgende Bedienmöglichkeiten:</p> <p>Öffnen des Einstellbereichs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke. <p>Zoomen auf die Mitte des Bereichs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drehen Sie das Mausrad. <p>Drehen der Darstellung um die Achsen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie. <p>Verschieben der Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Halten Sie die rechte Maustaste gedrückt und ziehen Sie. <p>Zentrieren der Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie.
<p style="text-align: center;">Einstellbereich</p>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zum Export der Messdaten. Weitere Informationen enthält Tab. 6.31 auf Seite 96.</p>

Tab. 6.30: Bereiche des Werkzeugs *3D-Ebenendarstellung*

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle Daten der Messebene numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Darstellung im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Falschfarben Palette	<p>Zur erweiterten Analyse des Bildes kann zwischen unterschiedlichen Farbpaletten gewählt werden.</p> <p>Farbpaletten analog der Wurzelfunktion ermöglichen es, Signalanteile mit sehr geringer Intensität differenziert darzustellen. Dies kann insbesondere bei der Analyse geringer Variationen in der Nähe des Nullniveaus hilfreich sein (z. B. zur Analyse von Beugungsfiguren).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie eine Farbpalette in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Linear: Lineare Farbpalette. • 2te Wurzel: Farbpalette analog der zweiten Wurzelfunktion (Zuordnung der Farben nach der zweiten Wurzel der Leistungsdichtewerte jedes Pixels). • 4te Wurzel: Farbpalette analog der vierten Wurzelfunktion (Zuordnung der Farben nach der vierten Wurzel der Leistungsdichtewerte jedes Pixels). • Graustufen: Farbpalette in Graustufen.
Amplitude in cts Intensität in kW/cm²	<p>Zur Definition eines Höhenschnitts kann ein Schwellenwert gesetzt werden. ADC-Werte / Intensitätswerte unter dem Schwellenwert werden in der Falschfarben-Ansicht ausgeblendet. Die Anzeige der Intensität ist nur dann sinnvoll, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p> <p>Der ADC-Wert (ADC = Analog-Digital-Count) ist der Rohdatenwert aus dem AD-Wandler. Er entspricht der Intensität plus dem Nulllevel. Als Einheit ist für den ADC-Wert an einigen Stellen cts (Counts) angegeben.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, einen Schwellenwert zu setzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert in eines der Eingabefelder ein. Drücken Sie zur Bestätigung die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie den Farbpaletten-Schieberegler unter den Eingabefeldern. ▶ Klicken Sie auf den Farbpaletten-Schieberegler. Verschieben Sie ihn durch Drücken der links / rechts-Pfeiltasten.
Messung zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Darstellung zu zentrieren. <ul style="list-style-type: none"> 👁 Die Darstellung wird dabei zugleich skaliert und gedreht.
Auflösung x / y	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie zur Bestimmung der Auflösung der Darstellung beliebige Werte in die Eingabefelder ein. Drücken Sie zur Bestätigung die Enter-Taste. 👁 Übersteigt die eingegebene Auflösung die bei der Messung eingestellte Auflösung, dann wird automatisch die letztere eingetragen.

Tab. 6.31: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **3D-Ebenendarstellung**

Option	Erläuterung
<i>autom. Skalierung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn die Achse der Intensität / Amplitude automatisch nach dem höchsten gemessenen Wert skaliert werden soll.
<i>Intensitätsskalierung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn statt der Amplitude (ADC-Wert in Counts) die Intensität angezeigt werden soll. <p>Die Anzeige der Intensität ist nur dann möglich, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p>
<i>Seitenverhältniskorrektur</i>	<p>Die x-Achse und die y-Achse können so skaliert werden, dass sich eine quadratische Fläche ergibt. Dies erleichtert die Betrachtung von Messungen mit großem Aspektverhältnis.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Aktivieren der Option.
<i>Gitternetzansicht</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Pixelgitters. <p>Die Auflösung des Gitters wird durch die Werte in den Eingabefeldern Auflösung x / y vorgegeben.</p>
<i>Zeige Achsen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der Achsen.
<i>Falschfarbenskala</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen einer Falschfarbenskala. Diese wird rechts der Darstellung angezeigt.

Tab. 6.31: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **3D-Ebenendarstellung**

6.3.4 Leistungseinschluss

In diesem Werkzeug kann bei beliebig vorgegebenem Leistungseinschluss der entsprechende Radius innerhalb einer Messebene berechnet werden (und umgekehrt). Die Ergebnisse werden graphisch und numerisch angezeigt.

Anwendungsbeispiel: Abschätzung der Leistung, die durch eine Blende bekannten Durchmessers abgeschnitten wird bzw. noch hindurchfällt. Damit können z. B. Verluste in einer Strahlführung oder einem Fokussierkopf abgeschätzt werden.



In diesem Werkzeugfenster können mehrere Messebenen gleichzeitig dargestellt werden (siehe Kapitel „Unterschiedliche Messungen zu Vergleichszwecken in einem einzigen Werkzeug-Fenster öffnen“ auf Seite 48).

In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Ebene**, sondern auch das Element **Kaustik** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Angezeigt wird dann die Ebene, die dem Fokus am nächsten ist.

Aufbau des Werkzeugfensters

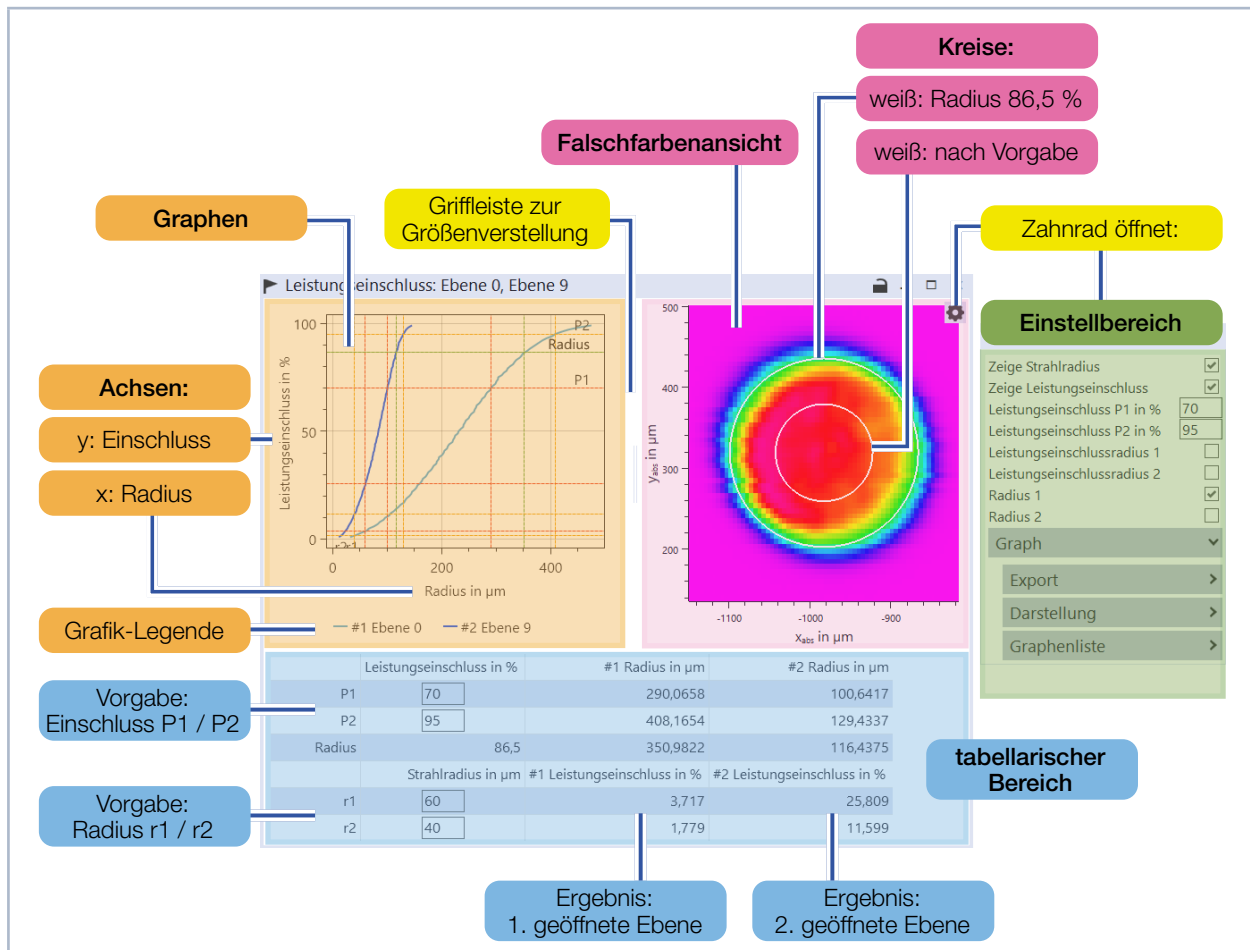


Abb. 6.14: Aufbau des Werkzeugs **Leistungseinschluss**

Bereiche	Beschreibung
Koordinatenfenster für Graphen	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.33 auf Seite 100.</p> <p>Koordinatenfenster Im Koordinatenfenster wird für jede geöffnete Messebene ein Graph eingezeichnet. Auf der x-Achse ist der Radius aufgetragen, auf der y-Achse der Leistungseinschluss. Sind mehrere Messebenen im Werkzeugfenster geöffnet, dann ermöglicht eine einblendbare Legende die Zuordnung der Graphen zu den Projektbaum-Elementen und zu den Ergebnis-Spalten des tabellarischen Bereichs.</p> <p>Das Koordinatenfenster enthält außerdem folgende beschriftete Linien (abhängig von den Einstellungen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grün: Radius bei einem Leistungseinschluss von 86,5 % (siehe Kapitel „Radiusberechnung mit dem Algorithmus der 86 %-Methode“ auf Seite 153) • Rot: Radius / Leistungseinschluss nach Vorgabe P1 / r1 • Orange: Radius / Leistungseinschluss nach Vorgabe P2 / r2
Koordinatenfenster für Falschfarbenansicht	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.34 auf Seite 101.</p> <p>Koordinatenfenster Im Koordinatenfenster wird die Messebene graphisch dargestellt. Sind mehrere Ebenen im Werkzeug geöffnet, dann wird die zuletzt geöffnete dargestellt. Es kann der gesamte messbare Bereich (Messbereich als Rechteck) und der darin aufgenommene Bereich (Messfenster als Falschfarben-Ansicht) angezeigt werden.</p> <p>Das Koordinatenfenster enthält außerdem folgende Elemente (abhängig von den Einstellungen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weißer Kreis: Radius nach Vorgabe P1 / P2 oder r1 / r2 • Weißer Kreis: Radius bei einem Leistungseinschluss von 86,5 % (siehe Kapitel „Radiusberechnung mit dem Algorithmus der 86 %-Methode“ auf Seite 153)
Einstellbereich	Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des tabellarischen Bereichs und der graphischen Bereiche. Weitere Informationen enthält Tab. 6.35 auf Seite 102.
tabellarischer Bereich	<p>In den Zeilen des tabellarischen Bereichs können die Vorgabe-Werte für den Leistungseinschluss P1 / P2 und den Radius r1 / r2 eingegeben werden.</p> <p>Die Ergebnisse werden in den Spalten angezeigt. Sind mehrere Messebenen im Werkzeugfenster geöffnet, dann ermöglicht eine einblendbare Legende die Zuordnung der Spalten zu den Projektbaum-Elementen und den Graphen des Koordinatenfensters.</p> <p>Außerdem kann der Strahlradius bei einem Leistungseinschluss von 86,5 % angezeigt werden (siehe Kapitel „Radiusberechnung mit dem Algorithmus der 86 %-Methode“ auf Seite 153).</p>

Tab. 6.32: Bereiche des Werkzeugs *Leistungseinschluss*

Bedienmöglichkeiten im Koordinatenfenster für Graphen

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mause. rad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mause. rad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.

Tab. 6.33: Bedienmöglichkeiten im Koordinatenfenster für Graphen

Bedienmöglichkeiten im Koordinatenfenster für Falschfarbenansicht

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Mitte des Koordinatenfensters	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis die Plus- / Minus-Schaltflächen erscheinen. 2. Drücken Sie die Schaltflächen zum stufenweisen Zoomen.
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad zum stufenweisen Zoomen.
Einstellen des Zoom-Ausschnitts auf die Größe des Messfensters	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger innerhalb des Messfensters. 2. Doppelklicken Sie.
Einstellen des Zoom-Ausschnitts auf die Größe des Messbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger außerhalb des Messfensters. 2. Doppelklicken Sie.
Verschieben der gesamten Darstellung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste.
Einen Abstand messen	<p>Zum Einzeichnen eines Abstandes gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie die Maus.
Einen eingezeichneten Abstand entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Strg-Taste und halten Sie diese gedrückt. 2. Klicken Sie ins Koordinatenfenster.

Tab. 6.34: Bedienmöglichkeiten im Koordinatenfenster für Falschfarbenansicht

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Zeige Strahlradius	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Radius bei einem Leistungseinschluss von 86,5 % (siehe Kapitel „Radiusberechnung mit dem Algorithmus der 86 %-Methode“ auf Seite 153). 👁 Der Radius wird folgendermaßen angezeigt: <ul style="list-style-type: none"> • Im Koordinatenfenster für Graphen: als gestrichelte grüne Linie • Im Koordinatenfenster für Falschfarbenansicht: als weißer Kreis • Im tabellarischen Bereich
Zeige Leistungseinschluss	<ol style="list-style-type: none"> 1. Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen eines Leistungseinschlusses bei vorgegebenem Radius r_1 / r_2. <ul style="list-style-type: none"> 👁 Der tabellarische Bereich wird um die Zeilen r_1 / r_2 erweitert. 2. Geben Sie einen Wert für den Radius r_1 / r_2 in die Tabelle ein. 3. Bestätigen Sie die Eingabe mit der Enter-Taste. <ul style="list-style-type: none"> 👁 Der Leistungseinschluss bei r_1 / r_2 wird im Koordinatenfenster für Graphen und im tabellarischen Bereich angezeigt.
Leistungseinschluss P1 / P2 in %	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geben Sie einen Wert für den Leistungseinschluss P1 / P2 ein. Oder geben Sie alternativ in der Tabelle einen Wert ein. 2. Bestätigen Sie die Eingabe mit der Enter-Taste. <ul style="list-style-type: none"> 👁 Der Radius bei P1 / P2 wird in der Tabelle und im Koordinatenfenster für Graphen angezeigt.
Leistungseinschlussradius 1 / 2	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Radius bei einem Leistungseinschluss P1 / P2. 👁 Der Radius bei P1 / P2 wird im Koordinatenfenster für Falschfarbenansicht als weißer Kreis angezeigt.
Radius 1 / 2	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Radius r_1 / r_2. 👁 Der Radius r_1 / r_2 wird im Koordinatenfenster für Falschfarbenansicht als weißer Kreis angezeigt.
Graph	Aufklapp-Menü
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁 Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.

 Tab. 6.35: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Leistungseinschluss**

Option	Erläuterung
<i>Graphenliste</i>	Aufklapp-Menü
<i>Liniendicke</i>	▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
<i>Punktgröße</i>	Die Punkte sind als Kreise und Quadrate dargestellt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.35: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Leistungseinschluss**

6.3.5 Strahlsymmetrieanalyse

Dieses Werkzeug ermöglicht eine Strahlsymmetrieanalyse einer gemessenen Ebene. Dazu werden für unterschiedliche Leistungsdichte-Werte Höhenlinien an die gemessenen Intensitätswerte angepasst sowie durch Kreise approximiert. Die Ergebnisse werden graphisch und tabellarisch angezeigt.

Im graphischen Bereich werden die Höhenlinien zusammen mit den angepassten Kreisen angezeigt. Es kann zwischen einer polaren und einer linearen Darstellung gewählt werden. Zur besseren Beurteilung der Strahlsymmetrie werden die statistischen Abweichungen der gemessenen von den angepassten Werten berechnet und im tabellarischen Bereich angezeigt.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Ebene**, sondern auch das Element **Kaustik** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Angezeigt wird dann die Ebene, die dem Fokus am nächsten ist.

Aufbau des Werkzeugfensters

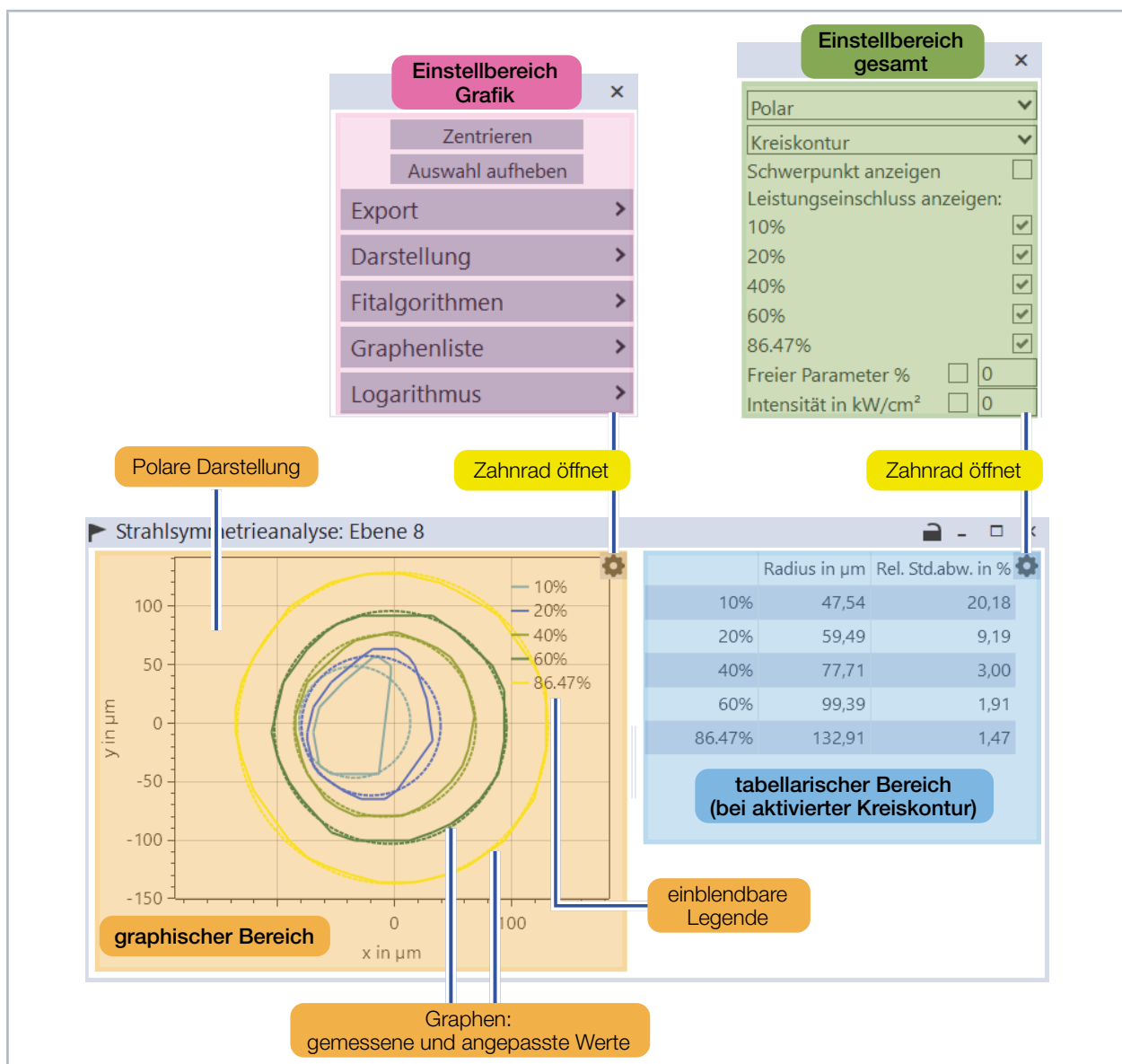


Abb. 6.15: Aufbau des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

Bereiche	Beschreibung
graphischer Bereich	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.37 auf Seite 105.</p> <p>Im Koordinatenfenster ist das Ergebnis der Strahlsymmetrieanalyse polar oder linear dargestellt.</p> <p>Folgende Elemente können im graphischen Bereich eingezeichnet sein (abhängig von den gewählten Einstellungen):</p> <ul style="list-style-type: none"> • In der rechten oberen Ecke des Koordinatenfensters erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs Grafik, wenn der Mauszeiger über dem Fenster positioniert ist. • Durchgezogene Linien zeigen die gemessenen Intensitätswerte. • Gestrichelte Linien zeigen die rechnerisch angepassten Kreise. • Kreuze zeigen die zweidimensionalen Schwerpunkte (in polaren Darstellungen). • Eine Legende ermöglicht die Zuordnung der angezeigten Graphen zu den Leistungseinschluss-Werten / den Mindest-Intensitätswerten.
Einstellbereich gesamt	Der Einstellbereich gesamt enthält grundlegende Optionen. Weitere Informationen enthält Tab. 6.38 auf Seite 106.
Einstellbereich Grafik	Der Einstellbereich Grafik enthält Optionen zur graphischen Anpassung des Koordinatenfensters und zum Export der Inhalte des Fensters. Weitere Informationen enthält Tab. 6.39 auf Seite 107.
tabellarischer Bereich	<p>Im tabellarischen Bereich werden angezeigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bei aktivierter Option Kreiskontur / Histogramme: Die Radien der rechnerisch angepassten Kreise und die relative Standardabweichung der gemessenen Intensitätswerte. • Bei aktivierter Option Kreiskontur / Histogramme und Schwerpunkt anzeigen zusätzlich: Die berechneten zweidimensionalen Schwerpunkte und ihre relative Abweichung bezogen auf den Strahlschwerpunkt (berechnet nach der 1. Momente-Methode, siehe Kapitel „Berechnung der Strahlage“ auf Seite 152).

Tab. 6.36: Bereiche des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.

Tab. 6.37: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Ziel	Vorgehen
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Öffnen des Einstellbereichs Grafik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen oder Fit-Algorithmen auf einzelne Bereiche angewendet werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.
Alle eingezeichneten Bereiche entfernen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie auf die Schaltfläche Auswahl aufheben im Einstellbereich Grafik.

Tab. 6.37: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich gesamt

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf.

Option	Erläuterung
Aufklapp-Liste: Linear Polar	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Art für die graphische Darstellung der Graphen.

 Tab. 6.38: Optionen im Einstellbereich gesamt des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

Option	Erläuterung
Aufklapp-Liste: Kein Kreis Kreiskontur Histogramm	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob Kreise rechnerisch angepasst werden sollen und ggf. nach welcher Methode: <ul style="list-style-type: none"> • Kein Kreis: Es wird kein Kreis angepasst. • Kreiskontur: Es wird ein Kreis angepasst, der eine minimale Abweichung zu den Konturen der gemessenen Werte hat. • Histogramm: Die Kreisberechnung erfolgt analog zur 86 %-Methode (siehe Kapitel „Radiusberechnung mit dem Algorithmus der 86 %-Methode“ auf Seite 153). 👁 Die angepassten Kreise werden im Koordinatenfenster als gestrichelte Kreis-Graphen angezeigt. Im tabellarischen Bereich erscheinen die Radien und die relative Standardabweichung der Kreispunkte von den gemessenen Intensitätswerten.
Schwerpunkt anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn die Schwerpunkte der Kreise berechnet werden sollen. 👁 Die zweidimensionalen Schwerpunkte werden im Koordinatenfenster als Kreuze eingeblendet (nur in der polaren Darstellung). Im tabellarischen Bereich erscheinen deren Koordinaten und die relative Abweichung bezogen auf den Strahlschwerpunkt (berechnet nach der 1. Momente-Methode, siehe Kapitel „Berechnung der Strahlage“ auf Seite 152).
Leistungseinschluss anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der Ergebnisse im graphischen und tabellarischen Bereich.
Freier Parameter	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geben Sie einen beliebigen Wert ins Eingabefeld ein, um einen Leistungseinschluss in Prozent frei zu bestimmen. 2. Setzen Sie bei Bedarf das Häkchen zum Anzeigen der Ergebnisse im graphischen und tabellarischen Bereich.
Intensität in kW/cm²	<ol style="list-style-type: none"> 1. Geben Sie einen beliebigen Wert ins Eingabefeld ein, um einen Mindest-Intensitätswert zu bestimmen. 2. Setzen Sie bei Bedarf das Häkchen zum Anzeigen der Ergebnisse im graphischen und tabellarischen Bereich.

Tab. 6.38: Optionen im Einstellbereich gesamt des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

Einstellbereich Grafik

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Abbildung zu zentrieren. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Auswahl aufheben	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle im Koordinatenfenster eingezeichneten Abstände zu entfernen.
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.

Tab. 6.39: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

Option	Erläuterung
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Diese Option bezieht sich auf die Berechnungspunkte der dargestellten Graphen.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Punkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁 Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Fitalgorithmen	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Fit-Algorithmen lassen sich sowohl auf den gesamten x-Bereich eines Graphen als auch auf einzelne Unterbereiche anwenden. Die Ergebnisse werden durch Fit-Graphen im Koordinatenfenster angezeigt.</p> <p>Außerdem erscheint ein tabellarischer Bereich für die numerische Anzeige wichtiger Fit-Parameter.</p> <p>Über eine Griffleiste kann die Größe der Bereiche angepasst werden.</p> <p>Unterbereiche werden eingezeichnet / entfernt wie in Tab. 6.37 auf Seite 105 beschrieben.</p>
Trend	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, um die Trend-Algorithmen anzuwenden.

Tab. 6.39: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

Option	Erläuterung
Mittelung	▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Mittelung durchzuführen.
Kaustik-Fit	▶ Setzen Sie das Häkchen, um eine Kaustik-Anpassung durchzuführen.
Wellenlänge	Der Parameter M^2 (Fitalgorithmus Kaustik-Fit) wird in Abhängigkeit der Wellenlänge berechnet. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	1. Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart global für alle Graphen. 2. Ändern Sie bei Bedarf die Darstellungsart einzelner Graphen über die Graphenliste darunter.
Linienstärke	▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	Die Punkte sind als Kreuze dargestellt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.
Logarithmus	Aufklapp-Menü für die logarithmische Darstellung der Achsen. Eine logarithmische Darstellung ist insbesondere nützlich, wenn der Wertebereich viele Größenordnungen umfasst. Zusammenhänge im Bereich der kleinen Werte sind dann leichter zu überblicken.
x-Achse logarithmisch (log10)	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die x-Achsen logarithmisch darzustellen.
y-Achse logarithmisch (log10)	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die y-Achsen logarithmisch darzustellen.

Tab. 6.39: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Strahlsymmetrieanalyse**

6.3.6 Kaustikanalyse

In diesem Werkzeug sind die Ergebnisse einer Kaustikmessung graphisch und tabellarisch zusammengestellt.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Kaustik**, sondern auch das Element **Ebene** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Es wird dann die übergeordnete Kaustik angezeigt und die ausgewählte Ebene im Filmstreifen markiert.

Aufbau des Werkzeugfensters

Start- / Stop-Schaltfläche

Klapp-Liste zur Algorithmusauswahl

Zahnrad öffnet:

graphischer Bereich

ausgewählte Ebene

Filmstreifen

Einstellbereich

Radien und Kaustik-Fits im Koordinatenfenster

Grafik-Legende

Griffleiste zur Größenverstellung

tabellarischer Bereich mit Reitern:

Ergebnisse **Bewertung** **Details** **Referenz**

	Gerätetom., x	Gerätetom., y
Strahltaillenposition z_0 in mm	90,67	90,75
Strahltaillenradius r_0 in μm	23,27	23,18
Rayleighlänge z_R in mm		47
Divergenzwinkel θ in mrad		57
Beugungsmaßzahl M^2		08
SPP in mm*mrad		37
Schwerpunkt x bei z_0 in mm		06
Schwerpunkt y bei z_0 in mm		11
Elliptizität bei Δz_0	1,00	1,00

Abb. 6.16: Aufbau des Werkzeugs **Kaustikanalyse**

Bereiche	Beschreibung
<p style="text-align: center;">graphischer Bereich</p>	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.41 auf Seite 112.</p> <p>Links oben: Start- / Stop-Schaltfläche Klicken auf die grüne Start-Schaltfläche bewirkt, dass im Filmstreifen automatisch durch die Ebenen gewechselt wird. Dabei wird mit der untersten Ebene der Kaustik begonnen. Dieser Prozess kann durch Klicken auf die rote Stop-Schaltfläche vorzeitig beendet werden.</p> <p>Linke Seite: Filmstreifen der Einzelebenen Der Filmstreifen zeigt die Leistungsdichteverteilungen der gemessenen Einzelebenen als Falschfarbenansichten. Die aktive Ebene ist durch einen Rahmen markiert. Über dem Filmstreifen wird der Projektbaum-Name der aktiven Ebene angezeigt.</p> <p>Rechte Seite: Koordinatenfenster Das Koordinatenfenster zeigt den Kaustik-Längsschnitt und eine Legende (abhängig von den gewählten Einstellungen). Auf der x-Achse ist der berechnete Radius der Einzelebenen, auf der y-Achse die z-Position aufgetragen.</p> <p>Folgende Elemente können ins Koordinatenfenster eingezeichnet sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In der rechten oberen Ecke des Koordinatenfensters erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Fenster positioniert ist. • Die gestrichelte orangene Linie zeigt die z-Position der aktiven Ebene. • Blaue Elemente markieren die gemessenen Radien und die Kaustik-Fits. Im separaten Einstellbereich kann ausgewählt werden, welche Radien und Graphen angezeigt werden. Außerdem kann eine Darstellungsart bestimmt werden. <p>Rechts oben: Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl Weitere Informationen enthält das Kapitel „Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl“ auf Seite 114.</p>
<p style="text-align: center;">Einstellbereich</p>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur graphischen Anpassung des Koordinatenfensters und zum Export der Inhalte des Fensters. Weitere Informationen enthält Tab. 6.42 auf Seite 113.</p>
<p style="text-align: center;">tabellarischer Bereich</p>	<p>Die Tabellen dieses Bereichs sind in folgenden Reitern enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse: Enthält die berechneten Kaustik-Parameter. • Bewertung: Enthält die Parameter, die eine Bewertung der Kaustik-Messung erlauben. Die Bewertung wird visuell unterstützt durch farbige Markierungen. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Reiter Bewertung in der Kaustikanalyse“ auf Seite 116. • Details: Enthält zusätzliche Informationen zur Messung. Sind Kommentare zur Kaustik-Messung im Projektbaum angelegt, dann werden sie in diesem Reiter ebenfalls angezeigt. • Reiter Referenz: Weitere Informationen enthält das Kapitel „Reiter Referenz“ auf Seite 117.

Tab. 6.40: Bereiche des Werkzeugs *Kaustikanalyse*

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Bereich	Erläuterung
Filmstreifen	<p>Aktivieren einer Ebenendarstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie darauf. 👁 Die gestrichelte orangene Linie im Koordinatenfenster rechts vom Filmstreifen zeigt die z-Position der Ebene. 👁 Werden in derselben Werkbank in weiteren Werkzeugen Ebenendaten angezeigt, dann wird die Anzeige dort aktualisiert. Voraussetzung ist, dass diese Werkzeuge nicht gesperrt sind. <p>Zwischen Ebenen wechseln:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Benutzen Sie die auf / ab-Pfeiltasten. <p>Öffnen einer Ebene im Werkzeug <i>Ebenenanalyse</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie auf diese Ebene. 👁 Ist das Werkzeug <i>Ebenenanalyse</i> in derselben Werkbank noch nicht geöffnet, dann wird es automatisch geöffnet.
Koordinatenfenster	<p>Öffnen des Einstellbereichs:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger über dem Koordinatenfenster. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke. <p>Aktivieren einer Ebene:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Ziehen Sie die gestrichelte orangene Linie mit der Maus an die Position der gewünschten Ebene. 👁 Mit dem Verschieben der gestrichelten Linie wird die dazugehörige Ebene im Filmstreifen angezeigt.

 Tab. 6.41: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich des Werkzeugs *Kaustikanalyse*

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Radien und Kaustik-Fits des Koordinatenfensters numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern. Es ist unerheblich, welche Radien und Kaustik-Fits im Koordinatenfenster aktuell graphisch angezeigt werden. Es werden immer die Werte aller Radien und Kaustik-Fits exportiert.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern. Sind Legenden ausgeblendet, dann sind diese auch nicht in der exportierten Grafik enthalten.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	<p>Aufklapp-Menü für die Optionen zur Darstellung der gemessenen Radien und der Kaustik-Fits.</p> <p>Abhängig vom gewählten Algorithmus werden die Radien und Kaustik-Fits einfach oder nach Hauptachsen getrennt dargestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rotierte Momente: Strahlhauptachsen a / b • Gerätemomente: Gerätehauptachsen x / y
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Punkte für die gemessenen Radien sind als Quadrate, die Punkte für Kaustik-Fits als Kreise dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Kaustik-Fit	<p>Bestimmen Sie, ob und ggf. wie Kaustik-Fits im Koordinatenfenster angezeigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wählen.
Ebenenradius	<p>Bestimmen Sie, ob und ggf. wie berechnete Radien im Koordinatenfenster angezeigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der Radien. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.42: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Kaustikanalyse**

Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl

Rechts oben im Werkzeugfenster befindet sich eine Aufklapp-Liste für die Auswahl des Algorithmus, der für die Radiusberechnung verwendet wird. Sowohl die Elemente im Grafik-Bereich als auch die Werte im tabellarischen Bereich werden dem ausgewählten Algorithmus entsprechend (neu) berechnet und dargestellt (siehe Abb. 6.17 auf Seite 115). Weitere Informationen zu den Berechnungsmethoden enthält das Kapitel 7.5 auf Seite 153.



PRIMES empfiehlt, eine Kaustikanalyse immer mit der bewussten Auswahl eines Algorithmus zu beginnen. Die Ergebnisse können abhängig vom gewählten Algorithmus deutlich voneinander abweichen. Entsprechend unterschiedlich kann auch die Bewertung der Validität im Reiter **Bewertung** ausfallen (siehe Kapitel „Reiter Bewertung in der Kaustikanalyse“ auf Seite 116).

- ▶ Wählen Sie einen Algorithmus in der Aufklapp-Liste aus:
- **Gerätemomente:**
Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben werden die Radien in x - / y -Richtung.
- **Invariante Momente:**
Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben wird der Mittelwert aus den Radien in x - / y -Richtung.
- **Rotierte Momente:**
Nach einer Transformation der Gerätekoordinaten (x / y) in die Strahlkoordinaten (a / b) erfolgt die Radiusberechnung nach der 2. Momente-Methode. Ausgegeben werden die Radien in a - / b -Richtung.
- **86%:**
Die Radiusberechnung erfolgt nach der 86 %-Methode. Es wird ein Radius ausgegeben.

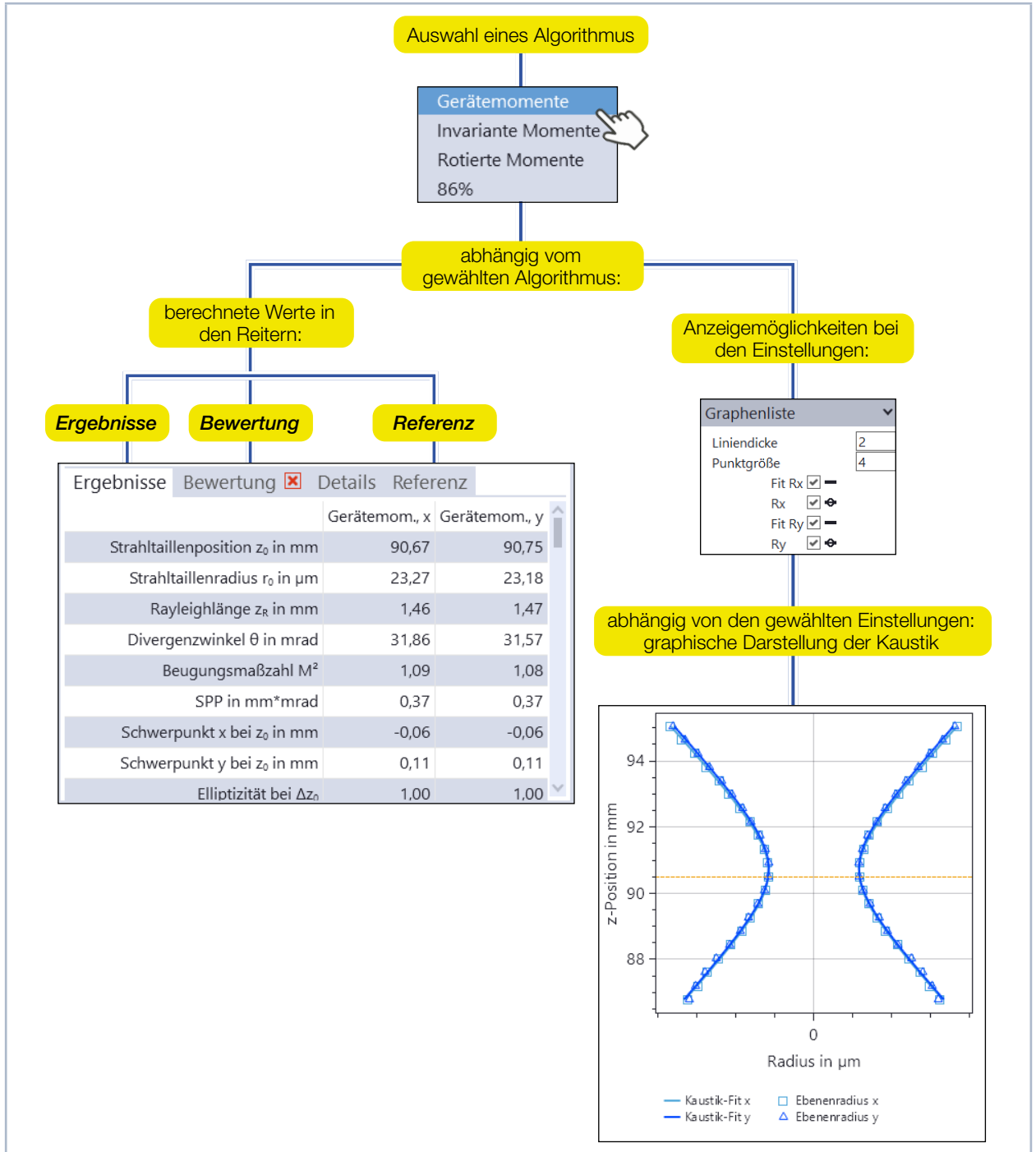


Abb. 6.17: Ausgangspunkt der Kaustikanalyse: Auswahl eines Algorithmus

Reiter *Bewertung* in der Kaustikanalyse

Um den Messalltag zu erleichtern, hat PRIMES in der LDS die Forderungen an eine Messung aus ISO 11146 in einzelne, leicht überprüfbare Parameter übersetzt. Die Güte jedes einzelnen Parameters bewertet die LDS mit einem Ampel-Signal. Ein rotes Signal bedeutet, dass eine Forderung aus ISO 11146 (bzw. eine dazu abgeleitete Anforderung an einen Mess-Parameter) verletzt wurde. Mit der Zahl und Schwere jeder Verletzung eines Parameters steigt die resultierende Messunsicherheit. Sind alle Parameter grün, handelt es sich um eine belastbare Messung mit hoher Genauigkeit.

Die angezeigten Werte sind in der Tabelle rot oder grün markiert:

- rot: ein als Validitätskriterium fest konfigurierter Grenzwert wurde verletzt
- grün: die Grenzwerte des Validitätskriteriums wurden eingehalten

Ist mindestens ein angezeigter Wert rot markiert, dann erscheint neben dem Titel des Reiters ein rotes Kreuz, ansonsten ein grünes Häkchen. Das rote Kreuz signalisiert, dass die Messung mit optimierten Parametern wiederholt werden sollte (siehe Abb. 6.18 auf Seite 116).

Die Bewertung einer Kaustikmessung im Reiter **Bewertung** kann unterschiedlich ausfallen, abhängig davon, welcher Algorithmus zur Radiusberechnung ausgewählt ist (siehe Abb. 6.18 auf Seite 116).

Bitte beachten Sie: Im Projektbaum basiert die Bewertung des Elements **Kaustik** immer auf dem voreingestellten Standard-Algorithmus. Im Reiter **Bewertung** des Werkzeugs **Kaustikanalyse** dagegen erfolgt die Bewertung jeweils auf der Grundlage des Algorithmus, der im Werkzeug aktuell ausgewählt ist. Daher kann die Bewertung im Reiter **Bewertung** anders ausfallen als im Projektbaum. Der voreingestellte Standard-Algorithmus kann in der Menüleiste **Extras > Optionen > Software > Standard Algorithmus** ausgewählt werden.

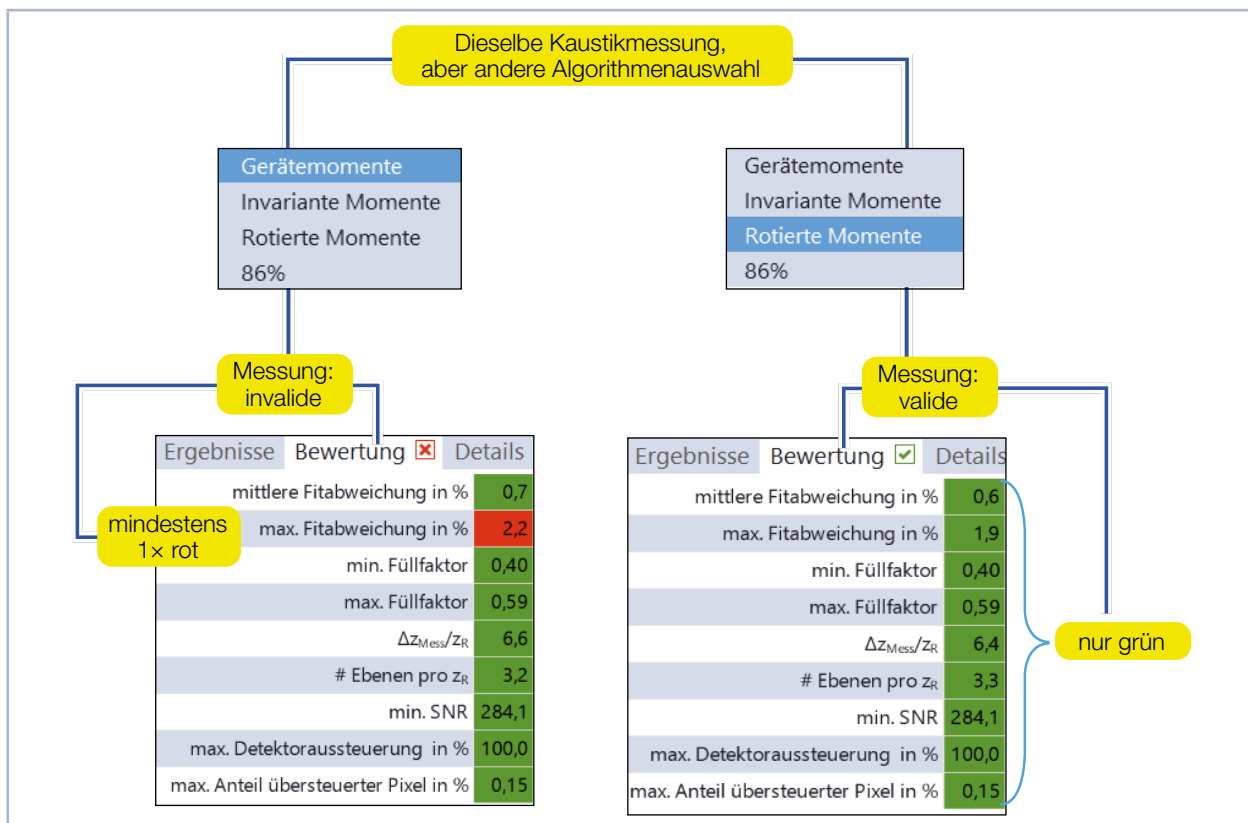


Abb. 6.18: Bewertung einer Kaustikmessung im Reiter **Bewertung**

Parameter	Erläuterung
<i>mittlere Fitabweichung in %</i>	Mittlere prozentuale Abweichung des Fits von den Daten. Oberer Warnwert: 3,0 Oberer Grenzwert: 3,5
<i>Füllfaktor</i>	Verhältnis des Strahldurchmessers zur Messfensterbreite. Ist der Füllfaktor zu klein, leidet die Auflösung des aufgenommenen Strahles. Ist der Füllfaktor zu groß, besteht die Gefahr, dass der Strahl beschnitten wird. Die automatische Selektion einer ROI durch die LDS wählt optimale Füllfaktoren (Zielwert 0,33).
<i>min. Füllfaktor</i>	Ebene mit dem kleinsten Füllfaktor. Unterer Warnwert: 0,30
<i>max. Füllfaktor</i>	Ebene mit dem größten Füllfaktor. Oberer Warnwert: 0,60 Oberer Grenzwert: 0,75
$\Delta z_{\text{Mess}} / z_{\text{R}}$	Verhältnis der aufgenommenen z-Länge zur berechneten Rayleighlänge. Der optimale Wert beträgt 6,0. Unterer Grenzwert: 4
<i># Ebenen pro z_{R}</i>	Anzahl der gemessenen Ebenen pro berechneter Rayleighlänge. Der optimale Wert beträgt 3,5. Unterer Grenzwert: 3
<i>min. SNR</i>	Wert des kleinsten Signal-Rausch-Verhältnisses. Unterer Warnwert: 35 Unterer Grenzwert: 20
<i>max. Detektoraussteuerung in %</i>	Wert der größten Aussteuerung bezogen auf die Dynamik des Sensors. Der optimale Wert beträgt 75. Oberer Grenzwert: 95
<i>max. Anteil übersteuerter Pixel in %</i>	Wert der größten zulässigen Anzahl übersteuerter Pixel (Aussteuerung > 95 %). Oberer Grenzwert: 0,2

Tab. 6.43: Bewertungsparameter des Werkzeugs **Kaustikanalyse**

Eine systematische Einführung in das Thema und eine detaillierte Beschreibung der Werkzeuge mit Bewertungsfunktionalität enthält das Kapitel 8.2 „Bewertung von Parametern durch farbige Markierungen“ auf Seite 156.

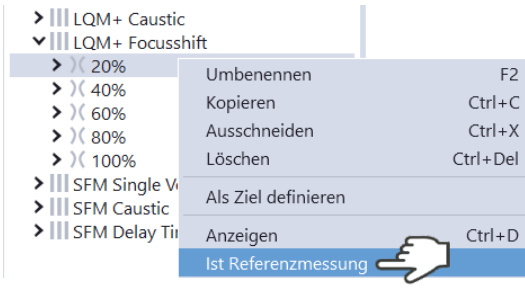
Reiter **Referenz**

Dieser Reiter erscheint nur dann, wenn eine der geladenen Kaustik-Messungen im Projektbaum als Referenzmessung markiert ist.

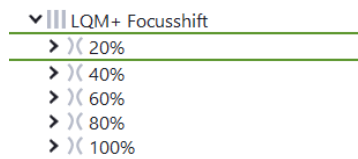
Der Reiter **Referenz** listet dieselben Parameter auf wie der Reiter **Ergebnisse**. Es werden jedoch die Abweichungen der Messergebnisse von denjenigen der Referenzmessung berechnet. Zur Bestimmung eines Referenzbereichs lässt sich für jeden Parameter ein unterer und oberer Schwellenwert konfigurieren. Liegen die Abweichungen eines Parameters jenseits dieses Referenzbereichs, dann wird dies durch rote Markierungen kenntlich gemacht.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um eine Kaustik-Messung als Referenzmessung zu konfigurieren:

1. Rechtsklicken Sie im Projektbaum auf das betreffende Kaustik-Element, um das zugehörige Kontextmenü aufzurufen.
2. Klicken Sie auf den Menüpunkt **Ist Referenzmessung**.



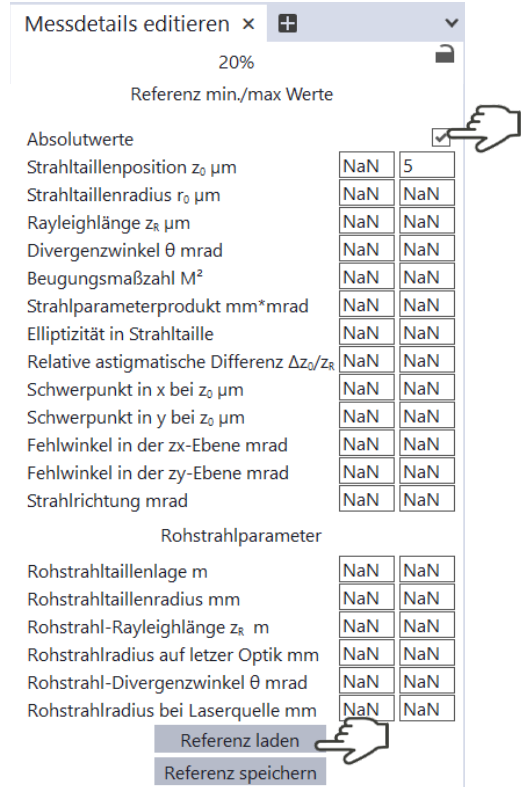
👁 Grüne Linien über und unter dem Element werden eingeblendet. Sie werden ggf. bei dem Element entfernt, das vorher als Referenzmessung markiert war.



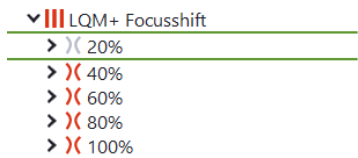
Gehen Sie folgendermaßen vor, um Referenzbereiche zu konfigurieren:

1. Rechtsklicken Sie im Projektbaum auf die Referenzmessung, um das zugehörige Kontextmenü aufzurufen.
2. Klicken Sie auf den Menüpunkt **Messdetails editieren**.
- 👁 Eine gleichnamige, separate Werkzeugbank öffnet sich.
3. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten, um Referenzbereiche zu konfigurieren:
 - ▶ Aktivieren Sie das Kontrollkästchen **Absolutwerte**, wenn statt prozentualer Abweichungen absolute berechnet werden sollen. Pflegen Sie in der linken / rechten Spalte die unteren / oberen Schwellenwerte ein. Bestätigen Sie die Eingaben jeweils mit der Enter-Taste.
 - ▶ Klicken Sie auf die Schaltfläche **Referenz laden**, um die Schwellenwerte aus einer Voreinstellungsdatei mit der Erweiterung **.xml** zu laden.

i Die Voreinstellung **NaN** („Not a Number“) bedeutet, dass kein Wert definiert ist. Der Bereich **Rohstrahlparameter** erscheint nur, wenn die Referenzmessung mit dem Messgerät **LaserQualityMonitor LQM+** durchgeführt wurde.



👁 Nach der Konfiguration von Referenzbereichen werden ggf. andere Kaustik-Elemente im Projektbaum rot markiert. Dies zeigt an, dass sie Abweichungen jenseits eines Referenzbereichs enthalten.

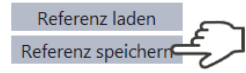


4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Referenz speichern**, wenn Sie Ihre Konfiguration in einer Voreinstellungsdatei mit der Erweiterung **.xml** speichern möchten.
5. Öffnen Sie das Werkzeug **Kaustikanalyse**, um die Vergleichsergebnisse zu analysieren. Zum Betrachten der berechneten Abweichungen in einem bereits geöffneten Werkzeug ziehen Sie die Kaustikmessung erneut ins Werkzeug.



Wurden Referenzbereiche im Bereich **Rohstrahlparameter** eingegeben, dann werden die Vergleichsergebnisse im Werkzeug **Rohstrahlanalyse** angezeigt.

6. Klicken Sie auf den Reiter **Referenz**:
 - In der Referenzmessung selbst enthält der Reiter nur die Werte 0 (links im Bild). Farbige Markierungen zeigen an, dass zum Parameter ein Referenzbereich konfiguriert wurde.
 - Liegen Abweichungen jenseits eines Referenzbereichs vor, dann sind sie rot markiert (rechts im Bild). Andernfalls sind sie grün markiert.
 - Wurde kein Schwellenwert definiert (jeweils Wert **NaN**), dann erfolgt keine farbige Markierung.



< se Bewertung <input checked="" type="checkbox"/> Details Referenz <input checked="" type="checkbox"/> >		< se Bewertung <input checked="" type="checkbox"/> Details Referenz <input checked="" type="checkbox"/> >	
	Inv. Mom.		Inv. Mom.
Strahltaillenposition z_0 Abw. in mm	0,00	Strahltaillenposition z_0 Abw. in mm	0,17
Strahltaillenradius r_0 Abw. in μm	0,00	Strahltaillenradius r_0 Abw. in μm	0,02
Rayleighlänge z_R Abw. in mm	0,00	Rayleighlänge z_R Abw. in mm	0,00
Divergenzwinkel θ Abw. in mrad	0,00	Divergenzwinkel θ Abw. in mrad	-0,07
Beugungsmaßzahl M^2 Abw.	0,00	Beugungsmaßzahl M^2 Abw.	-0,00
SPP Abw. in mm*mrad	0,00	SPP Abw. in mm*mrad	-0,00
Elliptizität bei Δz_0 Abw.	NaN	Elliptizität bei Δz_0 Abw.	NaN
$\Delta z_0/z_R$ Abw.	NaN	$\Delta z_0/z_R$ Abw.	NaN
Fehlwinkel in der zx-Ebene Abw. in mrad	0,00	Fehlwinkel in der zx-Ebene Abw. in mrad	-0,02
Fehlwinkel in der zy-Ebene Abw. in mrad	0,00	Fehlwinkel in der zy-Ebene Abw. in mrad	-0,16
Strahlrichtung Abw. in mrad	0,00	Strahlrichtung Abw. in mrad	0,04

Referenzmessung

Andere Messung

6.3.7 3D-Kaustikdarstellung

In diesem Werkzeug ist eine Kaustik dreidimensional dargestellt. Die Leistungsdichteverteilungen der Ebenen werden als Falschfarbenansichten angezeigt.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Kaustik**, sondern auch das Element **Ebene** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Es wird dann die übergeordnete Kaustik angezeigt.

Aufbau des Werkzeugfensters

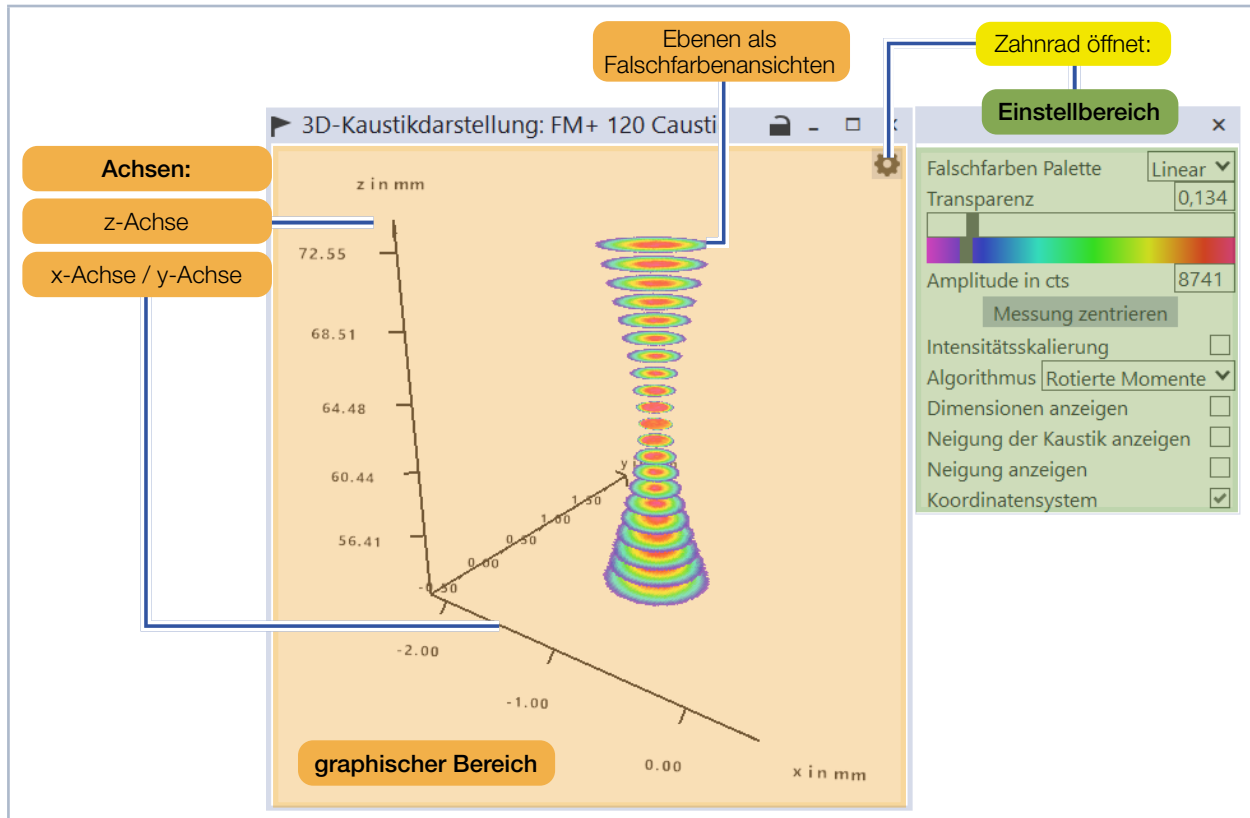


Abb. 6.19: Aufbau des Werkzeugs **3D-Kaustikdarstellung**

Bereiche	Beschreibung
<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #f9e79f; color: white; text-align: center; width: 80px; height: 20px; margin: 10px auto;">graphischer Bereich</div>	<p>Die dreidimensionale Darstellung ist um alle Achsen drehbar und beliebig in der Größe skalierbar.</p> <p>Wenn sich der Mauszeiger über dem graphischen Bereich befindet, gibt es folgende Bedienmöglichkeiten:</p> <p>Öffnen des Einstellbereichs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke. <p>Zoomen auf die Mitte des Bereichs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drehen Sie das Mausrad. <p>Drehen der Darstellung um die Achsen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie. <p>Verschieben der Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Halten Sie die rechte Maustaste gedrückt und ziehen Sie. <p>Zentrieren der Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie.
<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #d9ead3; color: white; text-align: center; width: 80px; height: 20px; margin: 10px auto;">Einstellbereich</div>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und eine Aufklapp-Liste für die Auswahl des Algorithmus zur Radiusberechnung. Weitere Informationen enthält Tab. 6.45 auf Seite 121.</p>


Tab. 6.44: Bereiche des Werkzeugs **3D-Kaustikdarstellung**

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf.

Option	Erläuterung
Falschfarben Palette	<p>Zur erweiterten Analyse des Bildes kann zwischen unterschiedlichen Farbpaletten gewählt werden.</p> <p>Farbpaletten analog der Wurzelfunktion ermöglichen es, Signalanteile mit sehr geringer Intensität differenziert darzustellen. Dies kann insbesondere bei der Analyse geringer Variationen in der Nähe des Nullniveaus hilfreich sein (z. B. zur Analyse von Beugungsfiguren).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie eine Farbpalette in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Linear: Lineare Farbpalette. • 2te Wurzel: Farbpalette analog der zweiten Wurzelfunktion (Zuordnung der Farben nach der zweiten Wurzel der Leistungsdichtewerte jedes Pixels). • 4te Wurzel: Farbpalette analog der vierten Wurzelfunktion (Zuordnung der Farben nach der vierten Wurzel der Leistungsdichtewerte jedes Pixels). • Graustufen: Farbpalette in Graustufen.
Transparenz	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Transparenz der Falschfarbenansichten zu bestimmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert zwischen 0 und 1 ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld.

Tab. 6.45: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **3D-Kaustikdarstellung**

Option	Erläuterung
Amplitude in cts Intensität in kW/cm²	<p>Abhängig davon, ob die Option Intensitätsskalierung aktiviert ist, kann hier ein Wert für die Amplitude (ADC-Wert) oder ein Intensitätswert in kW/cm² eingegeben werden. Die Eingabe der Intensität ist aber nur dann sinnvoll, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p> <p>Der ADC-Wert (ADC = Analog-Digital-Count) ist der Rohdatenwert aus dem AD-Wandler. Er entspricht der Intensität plus dem Nullevel. Als Einheit ist für den ADC-Wert an einigen Stellen cts (Counts) angegeben.</p> <p>Der eingegebene Wert dient als Schwellenwert eines Schnitts. ADC-Werte / Intensitätswerte unter dem Schwellenwert werden in den Falschfarben-Ansichten ausgeblendet.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, einen Schwellenwert zu setzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. Drücken Sie zur Bestätigung die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie den Farbpaletten-Schieberegler über dem Eingabefeld. ▶ Klicken Sie auf den Farbpaletten-Schieberegler. Verschieben Sie ihn durch Drücken der links / rechts-Pfeiltasten.
Messung zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Darstellung zu zentrieren.  Die Darstellung wird dabei zugleich skaliert und gedreht.
Intensitätsskalierung	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen, wenn statt der Amplitude (ADC-Wert in Counts) die Intensität angezeigt werden soll. <p>Die Anzeige der Intensität ist nur dann möglich, wenn bei einer Messung eine Leistung eingetragen oder ermittelt wurde.</p>
Algorithmus	<p>Die Radien werden basierend auf dem ausgewählten Algorithmus (neu) berechnet. Weitere Informationen zu den Berechnungsmethoden enthält das Kapitel 7.5 auf Seite 153.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie einen Algorithmus in der Aufklapp-Liste aus: <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben werden die Radien in x- / y-Richtung. • Invariante Momente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben wird der Mittelwert aus den Radien in x- / y-Richtung. • Rotierte Momente: Nach einer Transformation der Gerätekoordinaten (x / y) in die Strahlkoordinaten (a / b) erfolgt die Radiusberechnung nach der 2. Momente-Methode. Ausgegeben werden die Radien in a- / b-Richtung. • 86%: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 86 %-Methode. Es wird ein Radius ausgegeben.
Dimensionen anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der berechneten Durchmesser.
Neigung der Kaustik anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen einer Linie, welche die berechnete Ausbreitungsrichtung des Strahls darstellt.
Neigung anzeigen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen von Linien, welche die Strahl- / Gerätehauptachsen darstellen.
Koordinatensystem	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen der Achsen.

 Tab. 6.45: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **3D-Kaustikdarstellung**

Leerseite

6.3.8 Prozessvolumen

In diesem Werkzeug kann das Prozessvolumen eines Laserstrahls bei einer beliebig vorgegebenen Mindest-Intensität berechnet werden. Zur Bestimmung des Prozessvolumen und weiterer verknüpfter Parameter werden Ebenen herangezogen die eine Mindest-Intensität überschreiten. Die Ergebnisse werden graphisch und tabellarisch angezeigt.



In diesem Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Kaustik**, sondern auch das Element **Ebene** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Es wird dann das Prozessvolumen für die übergeordnete Kaustik berechnet.

Aufbau des Werkzeugfensters

Einstellbereich

- Tabellenexport (.csv)
- Graph
- Zentrieren
- Auswahl aufheben
- Export
- Darstellung
- Graphenliste

Einstellungen

Koordinatenfenster: Prozessvolumen

Achsen:

- y: Radius
- x: z-Position

Grafik-Legende

Vorgabe: Mindest-Intensität

tabellarischer Bereich

	Wert
Mitte des Prozessvolumens Ebene 10	
eff. Laserleistung P_{eff} in W	3912
Länge des Prozessvolumens in μm	17453,510
Projektion des Prozessvolumens in μm^2	4,79E+06
Gesamtes Prozessvolumen in μm^3	1,08E+09
Maximaler Radius in μm	162,236

3D-Ansicht: Prozessvolumen

Symmetrieanalyse Ebene 10

Mitte Prozessvolumen

Koordinatenfenster: Symmetrieanalyse

Zahnrad öffnet:

Abb. 6.20: Aufbau des Werkzeugs **Prozessvolumen**

Bereiche	Beschreibung
Koordinatenfenster Prozessvolumen	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.47 auf Seite 126.</p> <p>Koordinatenfenster Im Koordinatenfenster ist der Graph des Prozessvolumens bei der vorgegebenen Intensität eingezeichnet. Auf der x-Achse ist die z-Position aufgetragen, auf der y-Achse der Radius. Eine einblendbare Legende zeigt, für welche Intensität der Graph gilt.</p>
Einstellbereich	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des Koordinatenfensters Prozessvolumen und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.48 auf Seite 127.</p> <p>Öffnen des Einstellbereichs:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Werkzeugfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Koordinatenfenster Symmetrieanalyse	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.47 auf Seite 126.</p> <p>Im Koordinatenfenster ist das Ergebnis einer Strahlsymmetrieanalyse dargestellt. Gezeigt ist die Messebene, die ungefähr in der Mitte des Prozessvolumens liegt.</p> <p>Folgende Elemente sind eingezeichnet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchgezogene Linie: zeigt den Umriss der gemessenen Intensitätswerte. • Gestrichelte Linie: zeigt den rechnerisch an die gemessenen Werte angepassten Kreis. Es wird ein Kreis angepasst, der eine minimale Abweichung zu den Konturen der gemessenen Werte hat.
tabellarischer Bereich	<p>Oben im tabellarischen Bereich kann ein Mindest-Intensitätswert eingegeben werden. In der Tabelle darunter werden die dafür berechneten Werte des Prozessvolumens angezeigt.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten, einen Mindest-Intensitätswert zu setzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. Drücken Sie zur Bestätigung die Enter-Taste. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. ▶ Klicken Sie auf den Schieberegler. Verschieben Sie ihn durch Drücken der links / rechts-Pfeiltasten.
3D-Ansicht Prozessvolumen	<p>Die dreidimensionale Darstellung des Prozessvolumens ist um alle Achsen drehbar und beliebig in der Größe skalierbar.</p> <p>Wenn sich der Mauszeiger über der Darstellung befindet, gibt es folgende Bedienmöglichkeiten:</p> <p>Zoomen auf die Mitte des Bereichs:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drehen Sie das Mousrad. <p>Drehen der Darstellung um die Achsen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Halten Sie die linke Maustaste gedrückt und ziehen Sie. <p>Verschieben der Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Halten Sie die rechte Maustaste gedrückt und ziehen Sie. <p>Zentrieren der Darstellung:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie.

Tab. 6.46: Bereiche des Werkzeugs *Prozessvolumen*

Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern




Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausehrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausehrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.
Alle eingezeichneten Bereiche entfernen (nur im Koordinatenfenster Prozessvolumen)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie auf die Schaltfläche Auswahl aufheben im Einstellbereich.

Tab. 6.47: Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Messdaten aller Ebenen der Kaustik numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Graph	<p>Aufklapp-Menü</p> <hr/> <p> Die Optionen dieses Bereichs gelten nur für das Koordinatenfenster Prozessvolumen.</p> <hr/>
Zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Abbildung zu zentrieren.  Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass der Graph das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllt.
Auswahl aufheben	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um alle im Koordinatenfenster eingezeichneten Abstände zu entfernen.
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im Koordinatenfenster angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld.  Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Aufklapp-Liste: Linie Linie+Punkte Punkte	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste eine Darstellungsart für den Graphen.
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Punkte sind als Kreise dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	<p>Bestimmen Sie für den Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.48: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Prozessvolumen**

6.3.9 Focusshift

Dieses Werkzeug ermöglicht die Auswertung einer Serie von Kaustiken im Hinblick auf einen möglichen Focusshift (siehe Kapitel 8.4 „Focusshift und zeitliche Stabilität von Messergebnissen“ auf Seite 161).



Um eine aussagekräftige Bestimmung des Focus Shift zu ermöglichen, empfiehlt es sich Kaustikmessungen bei „stark“ unterschiedlichen Laserleistungen durchzuführen.

Aufbau des Werkzeugfensters

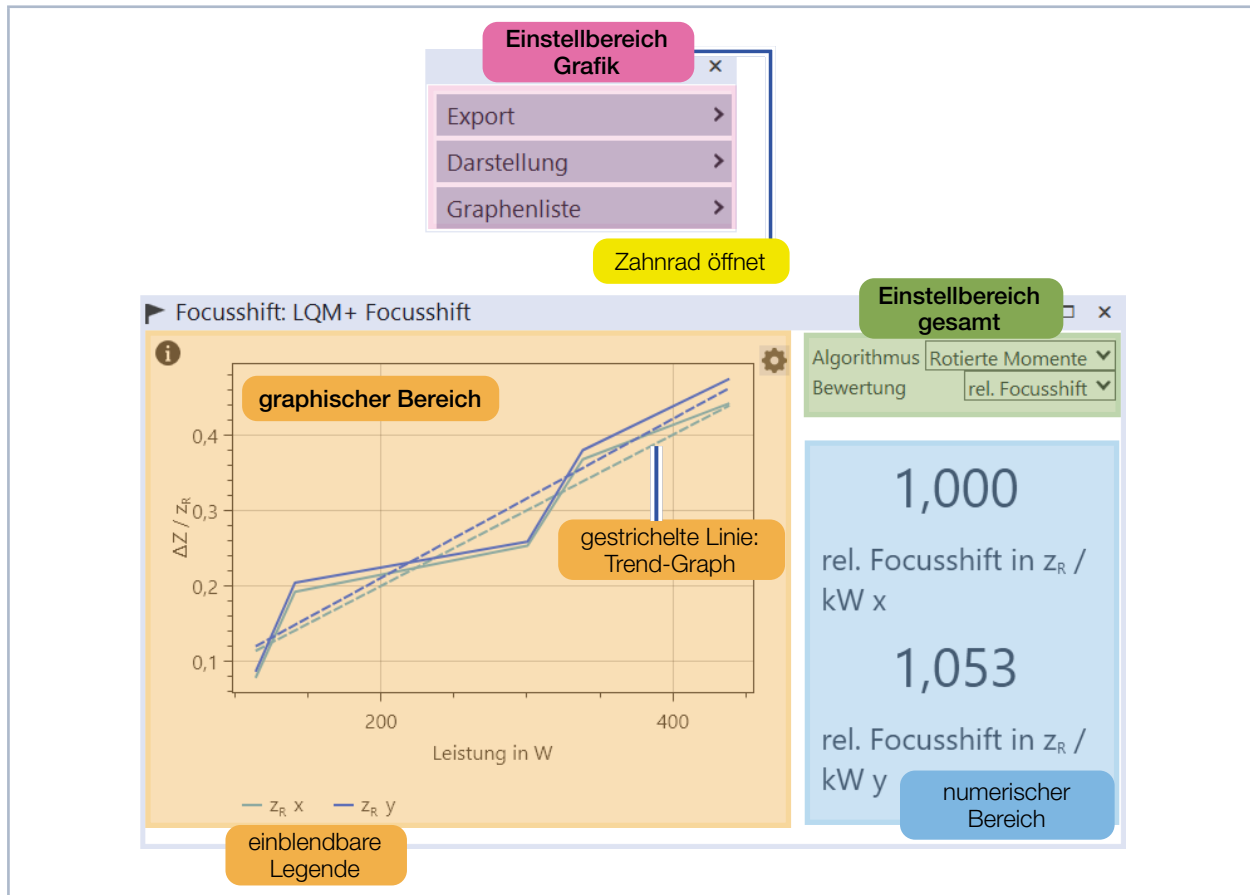


Abb. 6.21: Aufbau des Werkzeuges **Focusshift**

Bereiche	Beschreibung
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #f9c796;">graphischer Bereich</p>	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.50 auf Seite 130.</p> <p>Im Koordinatenfenster sind die Graphen für $\Delta Z/z_R$ in Abhängigkeit der Laserleistung und für den Trend (gestrichelt) eingezeichnet.</p> <p>Abhängig vom gewählten Algorithmus zur Radiusberechnung werden die Graphen einfach oder nach Hauptachsen getrennt dargestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Gerätehauptachsen x / y • Invariante Momente: einfach • Rotierte Momente: Strahlhauptachsen a / b • 86%: einfach <p>Eine einblendbare Legende ermöglicht die Zuordnung der angezeigten Graphen.</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #c7e9c7;">Einstellbereich gesamt</p>	<p>Der Einstellbereich gesamt enthält zwei Aufklapp-Listen für grundlegende Optionen.</p> <p>Aufklapp-Liste Algorithmus Die Radien der Kautstikebenen werden basierend auf dem ausgewählten Algorithmus (neu) berechnet. Weitere Informationen zu den Berechnungsmethoden enthält das Kapitel 7.5 auf Seite 153.</p> <p>► Wählen Sie einen Algorithmus in der Aufklapp-Liste aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben werden die Radien in x- / y-Richtung. • Invariante Momente: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben wird der Mittelwert aus den Radien in x- / y-Richtung. • Rotierte Momente: Nach einer Transformation der Gerätekoordinaten (x / y) in die Strahlkoordinaten (a / b) erfolgt die Radiusberechnung nach der 2. Momente-Methode. Ausgegeben werden die Radien in a- / b-Richtung. • 86%: Die Radiusberechnung erfolgt nach der 86 %-Methode. Es wird ein Radius ausgegeben. <p>Aufklapp-Liste Bewertung ► Wählen Sie einen Algorithmus in der Aufklapp-Liste aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relativer Focusshift: Der relative Focusshift wird in Einheiten der Rayleighlänge z_R pro kW berechnet. • Singlemode: Der relative Focusshift wird in Einheiten der Rayleighlänge z_R pro kW Singlemode, d. h. korrigiert um den M^2-Wert berechnet. Damit kann berücksichtigt werden, dass sich bei einem Focusshift ggf. der M^2-Wert ändert.
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #f9c7e9;">Einstellbereich Grafik</p>	<p>Der Einstellbereich Grafik enthält Optionen zur graphischen Anpassung des Koordinatenfensters und zum Export der Inhalte des Fensters. Weitere Informationen enthält Tab. 6.51 auf Seite 131.</p>
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; background-color: #c7e9f9;">numerischer Bereich</p>	<p>Hier wird der relative Focusshift in Einheiten der Rayleighlänge z_R pro kW angezeigt (abhängig von den Einstellungen).</p> <p>Abhängig vom gewählten Algorithmus zur Radiusberechnung werden Werte einfach oder nach Hauptachsen getrennt angezeigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Gerätehauptachsen x / y • Invariante Momente: einfach • Rotierte Momente: Strahlhauptachsen a / b • 86%: einfach

Tab. 6.49: Bereiche des Werkzeugs **Focusshift**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Öffnen des Einstellbereichs Grafik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.

Tab. 6.50: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich Grafik

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	<p>Aufklapp-Menü</p> <p>Abhängig vom gewählten Algorithmus zur Radiusberechnung werden die Graphen einfach oder nach Hauptachsen getrennt dargestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerätemomente: Gerätehauptachsen x / y • Invariante Momente: einfach • Rotierte Momente: Strahlhauptachsen a / b • 86%: einfach
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Punkte sind als Kreise und Quadrate dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	<p>Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.51: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Focusshift**

6.3.10 Rohstrahlanalyse

In diesem Werkzeug sind die Ergebnisse einer Rohstrahlrückrechnung graphisch und tabellarisch zusammengestellt. Die Berechnung von Rohstrahl-Parametern aus einer gemessenen Kaustik ist nur bei Messungen mit dem Messgerät LaserQualityMonitor LQM+ möglich. Dazu wird der in ISO 11146 beschriebene Formelsatz verwendet.



In diesem Werkzeugfenster kann das Projektbaum-Element **Kaustik** geöffnet werden. Messergebnisse werden jedoch nur angezeigt, wenn die Messung mit einem geeigneten Messgerät durchgeführt wurde. Außerdem kann das Element **Ebene** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Als Basis der Rückrechnung dient dann die übergeordnete Kaustik.

Aufbau des Werkzeugfensters

orange: Strahlaustritt Laser / Strahlentritt Messgerät

blau: Radien und Graphen

Klapp-Liste zur Algorithmusauswahl

Zahnrad öffnet: Einstellbereich

Achsen:
y: Radius
x: z-Position

graphischer Bereich

Griffleiste zur Größenverstellung

Graphik-Legende

tabellarischer Bereich mit Reitern:
Ergebnisse
Bewertung
Details
Referenz

	Rot. Mom., a	Rot. Mom., b
Strahltaillenposition z_0 in m	-9,72	-9,94
Strahltaillenradius r_0 in mm	0,91	0,93
Rayleighlänge z_R in m	2,25	2,33
Divergenzwinkel θ in mrad	0,81	0,79
Beugungsmaßzahl M^2	1,09	1,09
SPP in mm*mrad	0,37	0,37
r Optik (Rohstrahl) in mm	4,04	4,05
r Laser (Rohstrahl) in mm	3,96	3,98
Numerische Apertur der Faser	---	---

Abb. 6.22: Aufbau des Werkzeugs **Rohstrahlanalyse**

Bereiche	Beschreibung
<div style="background-color: #f9e79f; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">graphischer Bereich</div>	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.53 auf Seite 134.</p> <p>Koordinatenfenster Das Koordinatenfenster zeigt den Kaustik-Längsschnitt des Rohstrahls und eine Legende (abhängig von den gewählten Grafikeinstellungen). Auf der x-Achse ist die z-Position, auf der y-Achse der rückgerechnete Radius aufgetragen.</p> <p>Folgende Elemente können ins Koordinatenfenster eingezeichnet sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In der rechten oberen Ecke des Koordinatenfensters erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Fenster positioniert ist. • Die orangenen Linien zeigen die z-Positionen des Strahlaustritts am Laser / Kollimator und des Strahleintritts an der Optik des Messgeräts. Die Position des Strahlaustritts wird nur angezeigt, wenn ein Abstand zwischen Gerät und Laser in den Messdetails eingetragen ist. • Blaue Elemente zeigen den Radius / die Radien in Abhängigkeit der z-Position sowie die Strahlteile(n). Im separaten Einstellbereich kann ausgewählt werden, welche Graphen angezeigt werden. Außerdem kann eine Darstellungsart bestimmt werden. <p>Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl Rechts oben im Werkzeugfenster befindet sich eine Aufklapp-Liste für die Auswahl des Algorithmus, der für die Berechnung der Radien der eigentlichen Kaustik verwendet wird. Die Ergebnisse der Rohstrahlrückrechnung können je nach ausgewähltem Algorithmus zur Kaustikberechnung deutlich voneinander abweichen. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Aufklapp-Liste zur Algorithmusauswahl“ auf Seite 114.</p>
<div style="background-color: #c8e6c9; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">Einstellbereich</div>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur graphischen Anpassung des Koordinatenfensters und zum Export der Inhalte des Fensters. Weitere Informationen enthält Tab. 6.54 auf Seite 135.</p>
<div style="background-color: #bbdefb; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;">tabellarischer Bereich</div>	<p>Die Tabellen dieses Bereichs sind in folgenden Reitern enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse: Enthält die rückgerechneten Rohstrahl-Parameter. Der Radius am Strahlaustritt des Lasers / Kollimators wird nur dann berechnet, wenn ein Abstand zwischen Gerät und Laser in den Messdetails eingetragen ist. Die Numerische Apertur der Faser wird nur dann berechnet, wenn eine Brennweite des Kollimators in den Messdetails eingetragen ist. (Die Messdetails werden über das Kontextmenü im Projektbaum aufgerufen, siehe Kapitel 5.4.6 auf Seite 24). • Bewertung: Enthält die bewertungsrelevanten Parameter der eigentlichen Kaustik-Messung, d. h. dieselben wie im gleichnamigen Reiter des Werkzeugs Kaustikanalyse (siehe Kapitel „Reiter Bewertung in der Kaustikanalyse“ auf Seite 116). • Details: Enthält zusätzliche Informationen zur Messung. Sind Kommentare zur Kaustik-Messung im Projektbaum angelegt, dann werden sie in diesem Reiter ebenfalls angezeigt. • Referenz: Ist eine Kaustik-Messung mit Rohstrahlrückrechnung als Referenzmessung aktiviert, dann werden hier die Abweichungen der rückgerechneten Rohstrahl-Parameter zu den Referenzwerten angezeigt. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Reiter Referenz“ auf Seite 117.

Tab. 6.52: Bereiche des Werkzeugs **Rohstrahlanalyse**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausehrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausehrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Koordinatenfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.

Tab. 6.53: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Zoom-Ansicht	Diese Ansicht zeigt den Bereich der Strahltaile und die an das Messgerät angrenzende Seite des Rohstrahls. ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Aktivieren der Option.
Strahltaile anzeigen	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die Radian an der Strahltaile einzublenden.
LQM anzeigen	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die z-Position des Strahleintritts an der Optik des Messgeräts einzublenden.
Laserquelle anzeigen	▶ Setzen Sie das Häkchen, um die z-Position des Strahlaustritts am Laser / Kollimator einzublenden.
Graph	Aufklapp-Menü
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	Mit Punkten sind hier nicht Messpunkte gemeint, da die Radian des Rohstrahls rückgerechnet, nicht vermessen werden. Es handelt sich um eine gepunktete Darstellung der Graphen. Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Punkte zu beschränken: ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.
Legende ...	▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Liniendicke	▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	Mit Punkten sind hier nicht Messpunkte gemeint, da die Radian des Rohstrahls rückgerechnet, nicht vermessen werden. Es handelt sich um eine gepunktete Darstellung der Graphen. Die Punkte sind als Kreise und Quadrate dargestellt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.54: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Rohstrahlanalyse**

6.3.11 Strahlagenstabilität

Bei kamerabasierten Messgeräten kann die Strahlagenstabilität überwacht werden. Dazu führt das Gerät abwechselnd Ebenenmessungen an zwei z-Positionen eines Stahls durch. Die so ermittelten Messpunkte zeigen die Lage des Strahlschwerpunkts auf der Fokus-Ebene als auch den Winkel des Strahleinfalls zur z-Achse. Die Messpunkte werden in den beiden Koordinatenfenstern des Werkzeugs **Strahlagenstabilität** angezeigt.

Darstellbar sind ausschließlich protokollierte und als Kaustik gespeicherte Messungen. Im Werkzeugfenster kann nicht nur das Projektbaum-Element **Kaustik**, sondern auch das Element **Ebene** durch Klicken und Ziehen geöffnet werden. Es wird dann die übergeordnete Kaustik ausgewertet.

Aufbau des Werkzeugfensters

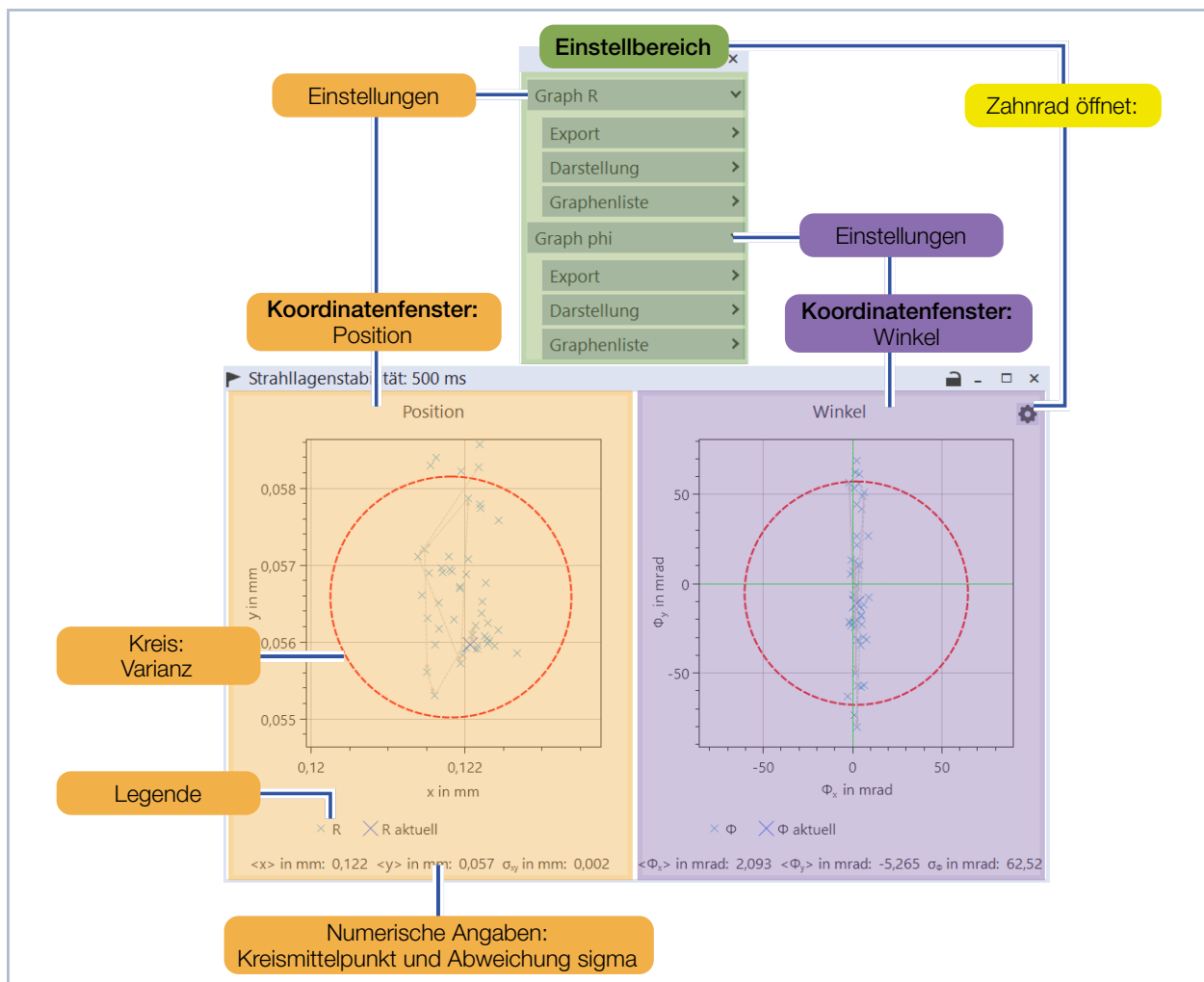


Abb. 6.23: Aufbau des Werkzeugs **Strahlagenstabilität**

Bereiche	Beschreibung
<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #f9e79f;">Koordinatenfenster Position</div>	<p>Bedienmöglichkeiten Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.56 auf Seite 138.</p> <p>Koordinatenfenster Im Koordinatenfenster ist die Lage des Strahlschwerpunkts auf der Fokus-Ebene dargestellt. Die Messpunkte sind als Kreuze dargestellt.</p> <p>Die Verbindungslinien zwischen den Punkten zeigen die zeitliche Abfolge der Messungen. Die letzte Position des Laserstrahls wird durch ein großes Kreuz, vorangegangene Positionen durch ein kleines Kreuz dargestellt.</p> <p>Der gestrichelte Kreis gibt die Varianz (Streuung der Wahrscheinlichkeitsdichte um ihren Schwerpunkt) der Messpunkte an. Unter dem Fenster werden folgende numerische Angaben eingeblendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • x-y-Koordinaten: Kreismittelpunkt • Wert sigma: statistische Abweichung <p>Eine Legende kann eingeblendet werden.</p>
<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #d9d9e7;">Koordinatenfenster Winkel</div>	<p>Im Koordinatenfenster ist der Winkel zwischen Strahl und z-Achse dargestellt. Die Messpunkte sind als Kreuze dargestellt.</p> <p>Alle weiteren Aspekte sind identisch mit dem Koordinatenfenster Position.</p>
<div style="border: 1px solid #ccc; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block; background-color: #d9ead3;">Einstellbereich</div>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung der Koordinatenfenster und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.57 auf Seite 139.</p> <p>Öffnen des Einstellbereichs:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Werkzeugfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.

Tab. 6.55: Bereiche des Werkzeugs **Strahlagenstabilität**

Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausehrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausehrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse können beliebig viele Bereiche eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen werden.</p> <p>Zum Einzeichnen von Abständen gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 4. Ziehen Sie auf diese Weise nach Belieben weitere Bereiche auf.
Einen eingezeichneten Bereich entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den Bereich.

Tab. 6.56: Bedienmöglichkeiten in den Koordinatenfenstern

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Graph R / phi	Aufklapp-Menü für die Koordinatenfenster R / phi
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im Koordinatenfenster angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das Koordinatenfenster im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken: ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁 Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.
Legende ...	▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Liniendicke	▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	Die Punkte sind als Kreise dargestellt. ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	Bestimmen Sie für den Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird: ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.

Tab. 6.57: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Strahlagenstabilität**

6.3.12 Vorbeugende Instandhaltung

Bei diesem Werkzeug können für einen beliebigen Parameter Grenzwerte vorgegeben werden. Mit einer Trend-Analyse der bisherigen Messergebnisse wird der zukünftige Zeitpunkt berechnet, an dem die Grenzwerte voraussichtlich erreicht werden. Das Werkzeug eignet sich zur Anzeige der Projektbaum-Elemente **Serie** und **Kaustik**.

Diese Abschätzung kann als Grundlage einer Instandhaltungsplanung dienen. Werden z. B. wiederholt Leistungsmessungen bei gleichbleibender Laserleistung durchgeführt, dann können sinkende Messwerte auf eine zunehmende Verschmutzung der Optik hindeuten. Es lässt sich dann abschätzen, wann die Optik spätestens gereinigt werden sollte, damit keine Grenzwerte verletzt werden.

Aufbau des Werkzeugfensters

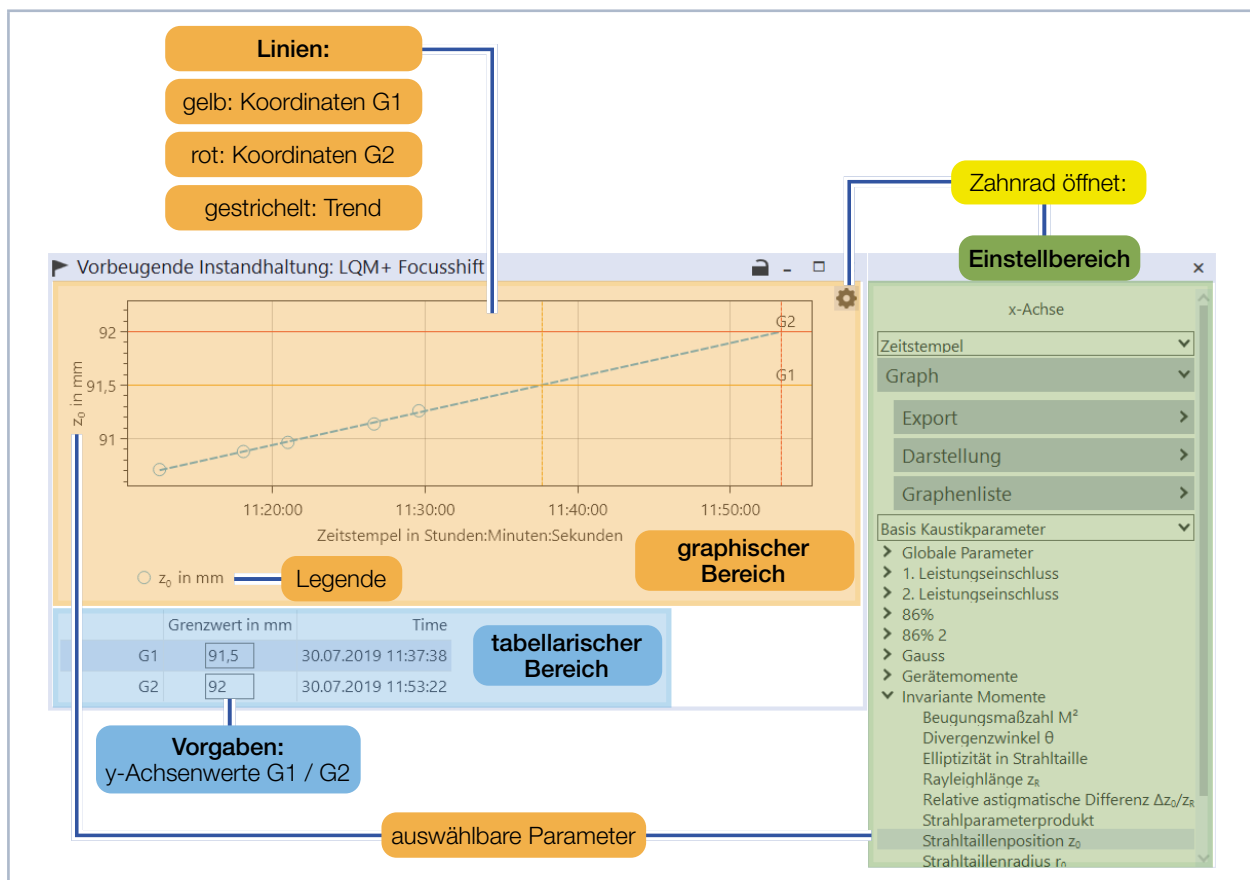


Abb. 6.24: Aufbau des Werkzeugs **Vorbeugende Instandhaltung**

Bereiche	Beschreibung
<p style="text-align: center;">graphischer Bereich</p>	<p>Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.59 auf Seite 142.</p> <p>Auf der y-Achse ist der im Einstellbereich ausgewählte Parameter aufgetragen. Für die x-Achse können im Einstellbereich die Beschriftungen Index und Zeitstempel gewählt werden.</p> <p>Im Koordinatenfenster sind Graphen für die Messpunkte und für den Trend eingezeichnet. Sind die Graphen als Linien dargestellt (abhängig von den Einstellungen), dann erscheint der Graph für die Messpunkte als durchgezogene Linie und der Graph für den Trend als gestrichelte Linie. Ist ein Grenzwert G1 / G2 im tabellarischen Bereich vorgegeben, dann werden die berechneten Koordinaten durch gelbe / rote Linien dargestellt. Diese Koordinaten liegen auf dem Trend-Graphen.</p> <p>In der rechten oberen Ecke des graphischen Bereichs erscheint immer dann ein Zahnrad-Symbol zum Öffnen des Einstellbereichs, wenn der Mauszeiger über dem Werkzeugfenster positioniert ist.</p>
<p style="text-align: center;">tabellarischer Bereich</p>	<p>In den Zeilen des tabellarischen Bereichs können die y-Achsen-Grenzwerte G1 / G2 vorgegeben werden. Berechnet werden dann die entsprechenden x-Achsen-Werte.</p>
<p style="text-align: center;">Einstellbereich</p>	<p>Der Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zum Export. Weitere Informationen enthält Tab. 6.60 auf Seite 143.</p>

Tab. 6.58: Bereiche des Werkzeugs **Vorbeugende Instandhaltung**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Öffnen des Einstellbereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fahren Sie mit dem Mauszeiger über das Werkzeugfenster, bis das Zahnrad-Symbol in der rechten oberen Ecke erscheint. 2. Klicken Sie auf das Zahnrad-Symbol, um den Einstellbereich zu öffnen.
Trend für einen bestimmten x-Achsen-Bereich berechnen lassen	<p>Der Trend-Algorithmus kann selektiv auf einen bestimmten x-Achsen-Bereich angewendet werden.</p> <p>Gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. <ul style="list-style-type: none"> 👁 Messpunkte innerhalb des Bereichs werden markiert. Der Trend wird für diesen Bereich berechnet.
Die Auswahl eines x-Achsen-Bereichs aufheben	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste ins Koordinatenfenster.

Tab. 6.59: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
x-Achse	▶ Wählen Sie eine x-Achsen-Beschriftung in der Aufklapp-Liste.
Graph	Aufklapp-Menü
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die Tabelle im aktuellen Zustand als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Liniendicke	▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Messpunkte sind als Kreise dargestellt, der Trend-Graph als Rechtecke.</p> <p>▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.</p>
Graphenliste	<p>Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.
Parameterlisten	<p>Die darzustellenden Parameter können aus den Kategorie-Unterlisten der angezeigten Parameterliste gewählt werden. Welche Parameterlisten angezeigt werden, hängt vom geöffneten Projektbaum-Element ab.</p> <p>Es gibt folgende Möglichkeiten:</p> <p>Öffnen / Schließen einer Kategorie-Unterliste:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf den Pfeil nach rechts / nach unten. <p>Auswählen eines Parameters:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie darauf.

Tab. 6.60: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Vorbeugende Instandhaltung**

6.4 Das Werkzeug „Leistungsmessung“ zum Anzeigen von Leistungsdaten

Dieses Werkzeug zeigt Messdaten als Einzelwerte in numerischer Form und die gesamte Messreihe als Graph. Es eignet sich nur zur Anzeige des Projektbaum-Elements **Leistungsmessung**.



Das Werkzeug eignet sich auch gut zur Anzeige einer laufenden Leistungsmessung (siehe Kapitel „Laufende Messungen in einem Werkzeug anzeigen“ auf Seite 49).

Aufbau des Werkzeugfensters

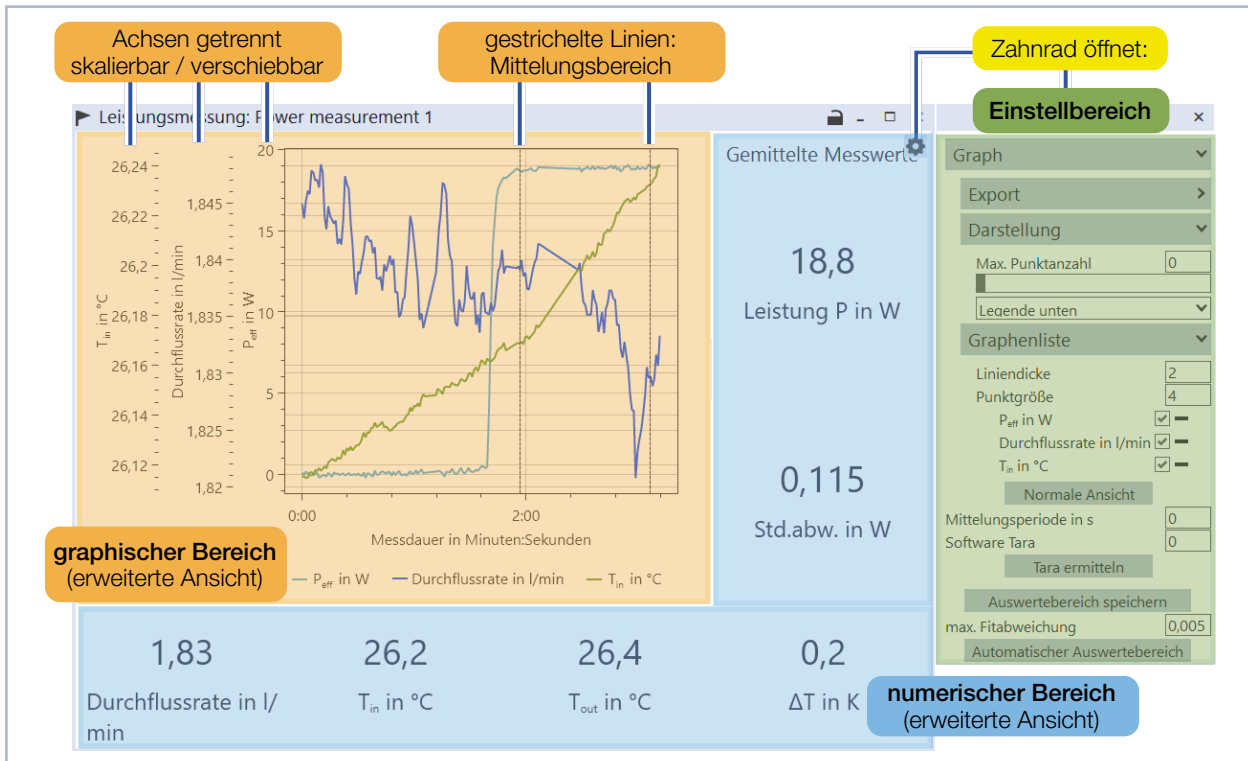


Abb. 6.25: Aufbau des Werkzeugs **Leistungsmessung**

Bereiche	Beschreibung
graphischer Bereich	Informationen zu den Bedienmöglichkeiten in diesem Bereich enthält Tab. 6.62 auf Seite 145. Im Koordinatenfenster ist der Leistungsgraph eingezeichnet. Die erweiterte Ansicht zeigt die Graphen weiterer Parameter. Eine einblendbare Legende ermöglicht die Zuordnung der angezeigten Graphen zu den Parametern. Die y-Achsen können unabhängig voneinander skaliert und verschoben werden.
numerischer Bereich	Hier wird die gemittelte Leistung angezeigt. Die erweiterte Ansicht zeigt die gemittelten Werte bestimmter Messparameter (z. B. Durchflussrate). Der eingestellte Mittelungsbereich kann im Koordinatenfenster abgelesen werden. In den Messgeräten sind zulässige Schwankungsbreiten bestimmter Umgebungsparameter fest konfiguriert (z. B. Durchflussrate). Bewegen sich die Werte eines Umgebungsparameters außerhalb dieser Schwankungsbreite, dann erscheint der Wert vor gelbem Hintergrund. Dies signalisiert ggf. eine nicht sichere Verwendung des Geräts oder eine verminderte Genauigkeit der Messergebnisse.
Einstellbereich	Dieser Einstellbereich enthält Optionen zur Anpassung des graphischen Bereichs und zur Mittelung. Weitere Informationen enthält Tab. 6.63 auf Seite 146.

Tab. 6.61: Bereiche des Werkzeugs **Leistungsmessung**

Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Statt der rechten Maustaste kann auch die linke Maustaste bei gedrückter Alt-Taste verwendet werden.

Ziel	Vorgehen
Zoomen auf die Position des Mauszeigers	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Einstellen eines Zoom-Bereichs	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Strg-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie ein Rechteck auf.
Skalierung einer Achse ändern	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drehen Sie das Mausrad.
Verschieben der Darstellung entlang einer Achse	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle auf der Skala der x-Achse / y-Achse. 2. Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste entlang der Achse.
Verschieben der Darstellung in alle Richtungen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Nutzen Sie eine der folgenden Möglichkeiten: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Drücken Sie die rechte Maustaste und ziehen Sie bei gedrückter rechter Maustaste. ▶ Verwenden Sie die Pfeiltasten zum stufenweisen Verschieben.
Alle Graphen im Koordinatenfenster zentrieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Doppelklicken Sie ins Koordinatenfenster, jedoch nicht in unmittelbarer Nähe eines Graphen. 👁 Die Achsen werden so verschoben und skaliert, dass die Graphen das Koordinatenfenster in allen Richtungen ganz ausfüllen.
Anzeigen von Koordinaten-Werten an beliebigen Stellen eines Graphen	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf die entsprechende Stelle eines Graphen. 👁 Die Informationen werden eingeblendet.
Einen Bereich entlang der x-Achse einzeichnen	<p>Entlang der x-Achse kann ein Bereich eingezeichnet werden. Auf diese Weise können Abstände gemessen oder ein Mittelungsbereich definiert werden.</p> <p>Zum Einzeichnen eines Bereichs gehen Sie folgendermaßen vor:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Positionieren Sie den Mauszeiger an einer beliebigen Stelle innerhalb des Koordinatenfensters. 2. Drücken Sie die Umschalt-Taste und die linke Maustaste und halten Sie beide Tasten gedrückt. 3. Ziehen Sie einen Bereich entlang der x-Achse auf. 👁 Der neu eingezeichnete, nicht gespeicherte Bereich erhält eine Hintergrundfärbung. Der zuvor eingezeichnete Bereich wird nicht mehr angezeigt. 4. Entfernen Sie den Bereich bei Bedarf wieder oder speichern Sie ihn wie unten beschrieben.
Einen eingezeichneten Bereich mit Hintergrundfärbung entfernen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Drücken Sie die Umschalt-Taste. 2. Klicken Sie bei gedrückter Umschalt-Taste in den durch Hintergrundfärbung markierten Bereich. 👁 Der gespeicherte Bereich erscheint wieder.
Einen eingezeichneten Bereich mit Hintergrundfärbung speichern	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie im Einstellbereich auf die Schaltfläche Auswertebereich speichern. 👁 Die Hintergrundfärbung und der eingetragene Abstandswert verschwinden. Der gespeicherte Bereich ist durch vertikale gestrichelte Linien gekennzeichnet.

Tab. 6.62: Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich

Einstellbereich

Die Tabelle listet alle Optionen in der Reihenfolge ihres Erscheinens auf. Einige Optionen / Aufklapp-Menüs sind nur sichtbar, wenn das übergeordnete Aufklapp-Menü geöffnet ist. Ein Aufklapp-Menü lässt sich durch Klicken auf den blauen Balken öffnen / schließen.

Option	Erläuterung
Graph	Aufklapp-Menü
Export	Aufklapp-Menü
Tabellenexport (.csv)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um die im graphischen Bereich angezeigten Daten numerisch als Datei mit der Erweiterung .csv zu speichern.
Grafikexport (.png)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand als Grafik mit der Erweiterung .png zu speichern.
Grafik kopieren	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um den graphischen Bereich im aktuellen Zustand in die Zwischenablage zu kopieren.
Darstellung	Aufklapp-Menü
Max. Punktzahl	<p>Es gibt folgende Möglichkeiten, die Anzahl der maximal angezeigten Messpunkte zu beschränken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein. ▶ Verwenden Sie den Schieberegler unter dem Eingabefeld. 👁️ Ggf. erscheint unter dem Bild ein Schieberegler zum Ändern des Bildausschnitts. <p>Der Wert 0 hebt die Beschränkung wieder auf.</p>
Legende ...	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Wählen Sie in der Aufklapp-Liste, ob eine Legende eingeblendet werden soll und ggf. an welcher Stelle.
Graphenliste	Aufklapp-Menü
Liniendicke	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Punktgröße	<p>Die Punkte sind als Kreise und Quadrate dargestellt.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Geben Sie einen Wert ins Eingabefeld ein.
Graphenliste	<p>Bestimmen Sie für jeden Graphen, ob und ggf. wie dieser im Koordinatenfenster angezeigt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Setzen Sie das Häkchen zum Anzeigen des Graphen. ▶ Klicken Sie mehrfach auf das Symbol rechts vom Kontrollkästchen, um die Darstellungsart zu wechseln.
Normale / Erweiterte Ansicht	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche zum Wechseln der Ansicht.
Auswertebereich speichern	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um einen im Koordinatenfenster eingezeichneten Bereich mit Hintergrundfärbung zu speichern (siehe Kapitel „Bedienmöglichkeiten im graphischen Bereich“ auf Seite 145). 👁️ Die Hintergrundfärbung und der eingetragene Abstandswert verschwinden. Der gespeicherte Bereich ist im Koordinatenfenster durch vertikale gestrichelte Linien gekennzeichnet.
Automatischer Auswertebereich	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um einen Mittelungsbereich automatisch einstellen zu lassen.

Tab. 6.63: Optionen im Einstellbereich des Werkzeugs **Leistungsmessung**

Leerseite

7 Grundlagen der Strahlgeometrieanalyse in der LDS

7.1 Strahlgeometrie rotationssymmetrischer Laserstrahlen

In Abb. 7.1 sind schematische Querschnitte eines rotationssymmetrischen Laserstrahls mit den in der LDS verwendeten Parameterbezeichnungen dargestellt.

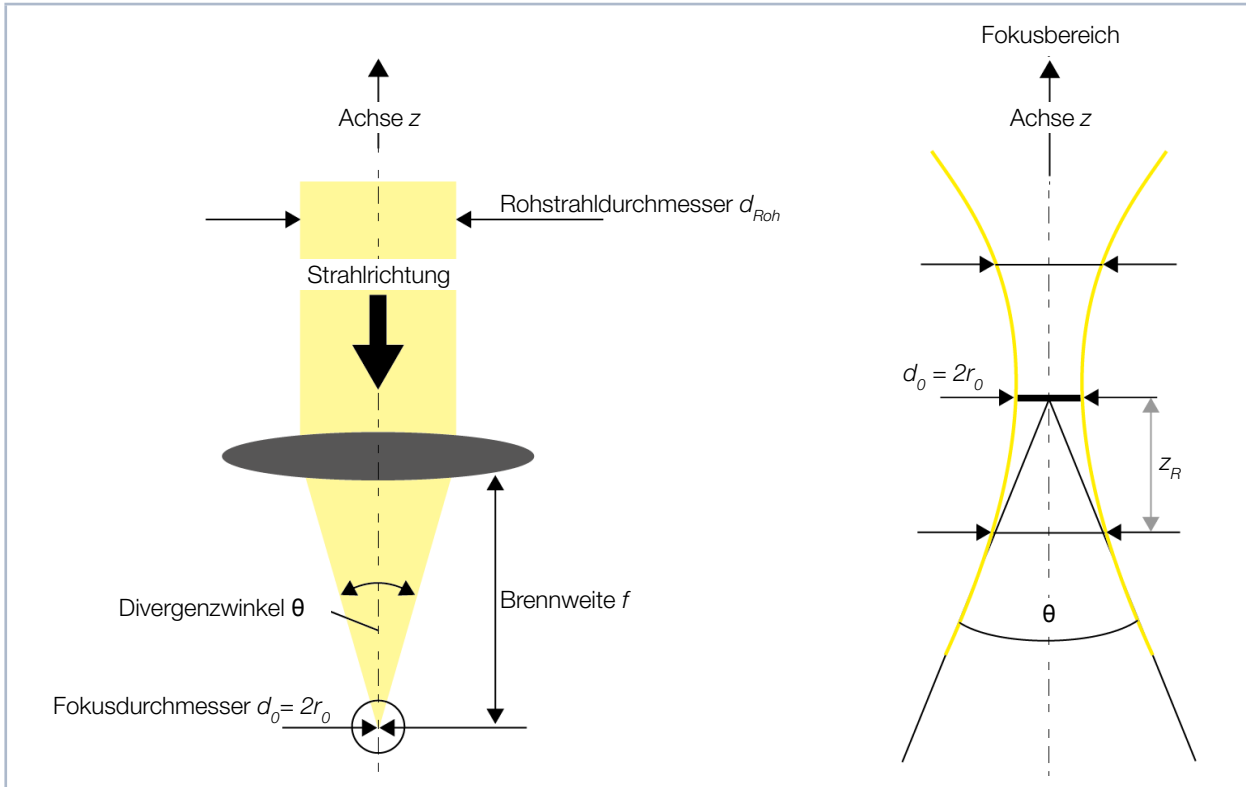


Abb. 7.1: Schematische Strahlquerschnitte entlang der Ausbreitungsachse z

Strahlfokussierung

Die Abbildung links zeigt die Strahltransformation mit einer Fokussieroptik. Die Strahlrichtung ist von oben nach unten. Über der Fokussierlinse verläuft der kollimierte Rohstrahl annähernd parallel. Unter der Fokussierlinse verjüngt sich der Strahl bis zum Erreichen der schmalsten Stelle, dem Strahlfokus. Die Strahlränder beschreiben dabei – vereinfacht betrachtet – den Divergenzwinkel θ (in der LDS wird darunter immer der Divergenzvollwinkel verstanden). Die Brennweite f bestimmt den Abstand des Strahlfokus zur Fokussierlinse. Der Fokus hat die axiale Ursprungsposition $z = 0$ und den Durchmesser $d_0 = 2r_0$ (in der LDS gibt der Index 0 an, dass sich ein Parameter auf den Fokus bezieht). Nach Erreichen der schmalsten Stelle weitet sich der Strahl wieder in derselben Weise auf.

Fokusbereich der Strahlkaustik

Die Abbildung rechts zeigt den Querschnitt eines fokussierten Strahls im Fokusbereich, dem sogenannten Nahfeld. Die Strahlkaustik zeigt das typische Längsprofil eines Gauß-Strahls. Dieser lässt sich als Rotation einer Hyperbel um die Ausbreitungsachse interpretieren. Im Fokus hat der Strahlradius sein Minimum r_0 , mit zunehmender Entfernung zum Fokus nimmt der Radius beidseitig nicht-linear zu. Dabei nähert er sich asymptotisch den Geraden, die der Divergenzwinkel θ aufspannt. In großer Entfernung vom Fokus, dem Fernfeld des Strahls, verläuft der Radius schließlich annähernd linear und es ergibt sich der volle Divergenzwinkel.

Rayleighlänge

Im Querschnitt rechts sind außerdem zwei wichtige Ebenen senkrecht zur Ausbreitungsachse z eingezeichnet. Dort haben – bezogen auf die Fokusebene – die Querschnittsfläche des Laserstrahls um den Faktor 2 und der Radius um den Faktor $\sqrt{2}$ ($\approx 1,41$) zugenommen. Die Rayleighlänge z_R bezeichnet den Abstand dieser Ebenen zum Strahlfokus. Für den idealen TEM₀₀-Laserstrahl ist sie bestimmt als der Quotient aus dem doppelten Fokusradius r_0 und dem Divergenzwinkel θ :

$$z_R = \frac{2r_0}{\theta} \quad (1.1)$$

Elementare Kaustik-Parameter rotationssymmetrischer Strahlen

Entsprechend ISO 11145 und ISO 11146 werden für die Beschreibung eines rotationssymmetrischen Strahls folgende Parameter benötigt:

- z-Position des Strahlfokus z_0
- Fokusradius r_0
- Divergenzwinkel θ

Mit diesen drei Größen ist es möglich, den Strahlradius an jedem Ort entlang der Ausbreitungsrichtung zu bestimmen, wenn der Fokusradius r_0 sowie der Divergenzwinkel θ nach der 2. Momente-Methode berechnet worden sind:

$$r(z) = \sqrt{r_0^2 + \frac{1}{4}(z - z_0)^2 \cdot \theta^2} \quad (1.2)$$

7.2 Kenngrößen für die Fokussierbarkeit von Laserstrahlen

Ein wichtiger Aspekt der Qualität eines Laserstrahls ist dessen Fokussierbarkeit. Für die Beschreibung der Fokussierbarkeit eines Laserstrahls werden drei zusammenhängende Größen verwendet:

- Strahlparameterprodukt SPP
- Beugungsmaßzahl M^2
- Strahlqualität k

Strahlparameterprodukt SPP

Fokusradius r_0 und Divergenzwinkel θ eines Laserstrahls verhalten sich umgekehrt proportional: wird zur Erzielung einer höheren Leistungsdichte ein kleinerer Fokusradius angestrebt, dann muss der Divergenzwinkel entsprechend größer gewählt werden.

Das Produkt aus Fokusradius und halbem Divergenzwinkel, das sogenannte Strahlparameterprodukt (SPP), ergibt daher eine konstante Größe:

$$SPP = \frac{r_0 \cdot \theta}{2} = const. \quad (1.3)$$

Für den idealen TEM₀₀-Laserstrahl ist das Strahlparameterprodukt bestimmt durch den Quotienten aus der Wellenlänge λ des Lasers und der Kreiszahl π :

$$SPP_{Gauss} = \frac{\lambda}{\pi} \quad (1.4)$$

Die Konstanz des Strahlparameterprodukts lässt sich auch bei realen Laserstrahlen beobachten. Allerdings sind gegenüber dem idealen TEM₀₀-Laserstrahl der Fokusradius r_0 als auch der Divergenzwinkel θ um den Faktor M größer:

$$SPP = \frac{r_0 \cdot \theta}{2} = M^2 \cdot \frac{\lambda}{\pi} \quad (1.5)$$

Der ideale TEM₀₀-Laserstrahl ist daher wegen seines minimalen Strahlparameterprodukts der Maßstab für die Fokussierbarkeit realer Laserstrahlen.

Beugungsmaßzahl M^2

Reale Laserstrahlen haben bei gleichem Divergenzwinkel einen größeren Fokusradius als der ideale TEM₀₀-Laserstrahl. Die Beugungsmaßzahl M^2 beschreibt diesen Zusammenhang. Bei gleichem Divergenzwinkel steigt der Fokusradius r_0 proportional zu M^2 . Je größer M^2 ist, desto schlechter lässt sich ein Laserstrahl also fokussieren. Ein idealer TEM₀₀-Laserstrahl hat eine Beugungsmaßzahl von 1. Alle realen Strahlen haben größere Werte.

$$M^2 = \frac{r_0 \cdot \theta \cdot \pi}{2 \cdot \lambda} \quad (1.6)$$

Bei Strahlquellen mit höherer Laserleistung sind die Beugungsmaßzahlen im Allgemeinen kleiner als bei Quellen mit geringer Leistung.

Strahlqualität k

Die Strahlqualitätskennzahl k hingegen beschreibt die Fokussierbarkeit eines Laserstrahls invers zu M^2 : Je größer k ist, desto besser lässt sich ein Laserstrahl fokussieren. Ein idealer TEM₀₀-Laserstrahl hat eine Strahlqualität von 1. Alle realen Strahlen haben kleinere Werte.

$$k = \frac{1}{M^2} \quad (1.7)$$

7.3 Einfach astigmatische Strahlen

Sogenannte einfach astigmatische Laserstrahlen sind nicht rotationssymmetrisch. Es ergeben sich daher richtungsabhängig unterschiedliche Strahlradien.

Koordinatensysteme

Die richtungsabhängige Berechnung der Strahlparameter kann im Laborkoordinatensystem (x, y, z) oder im Strahlkoordinatensystem (a, b, z) geschehen.

Als **Laborkoordinatensystem** bezeichnet man im Allgemeinen ein von der Strahlgeometrie unabhängiges, externes Koordinatensystem, das als festes Bezugssystem verwendet wird. Meistens wird hierfür das Gerätekoordinatensystem, das sich aus der Ausrichtung des Geräts ergibt, verwendet. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte der Geräte-Betriebsanleitung.

Das **Strahlkoordinatensystem** wird durch die Hauptachsen der Ellipse aufgespannt. Dabei wird die Achse, deren Winkel zur x -Achse am kleinsten ist, mit a , die andere mit b bezeichnet. Der Winkel zwischen den Achsen x und a heißt Azimutalwinkel φ . Durch eine Koordinatentransformation können in (x, y) berechnete Parameter auch für (a, b) angegeben werden und umgekehrt.

Strahlelliptizität

Die Strahlelliptizität ϵ ist ein Parameter zur Bestimmung der Kreisförmigkeit eines Strahlquerschnitts an einer bestimmten Stelle der Ausbreitungsachse. Sie ist bestimmt als das Verhältnis aus dem kleineren Durchmesser und dem größeren an dieser Stelle. Entsprechend ISO 11145 und ISO 11146 können elliptische Verteilungen $\epsilon \geq 0,87$ als rund angesehen werden.

Elementare Kaustik-Parameter einfach astigmatischer Strahlen

Da einfach astigmatische Strahlen unterschiedliche Parameter in Richtung der Strahlhauptachsen (a und b) haben, ist im allgemeinen auch kein gemeinsamer Fokus mehr gegeben. Zur Beschreibung eines solchen Strahls werden folgende Parameter benötigt:

- die z -Positionen der Strahlfokusse z_{0a} und z_{0b}
- die Fokusradien r_{0a} und r_{0b}
- die Divergenzwinkel θ_{0a} und θ_{0b}
- der Azimutalwinkel φ

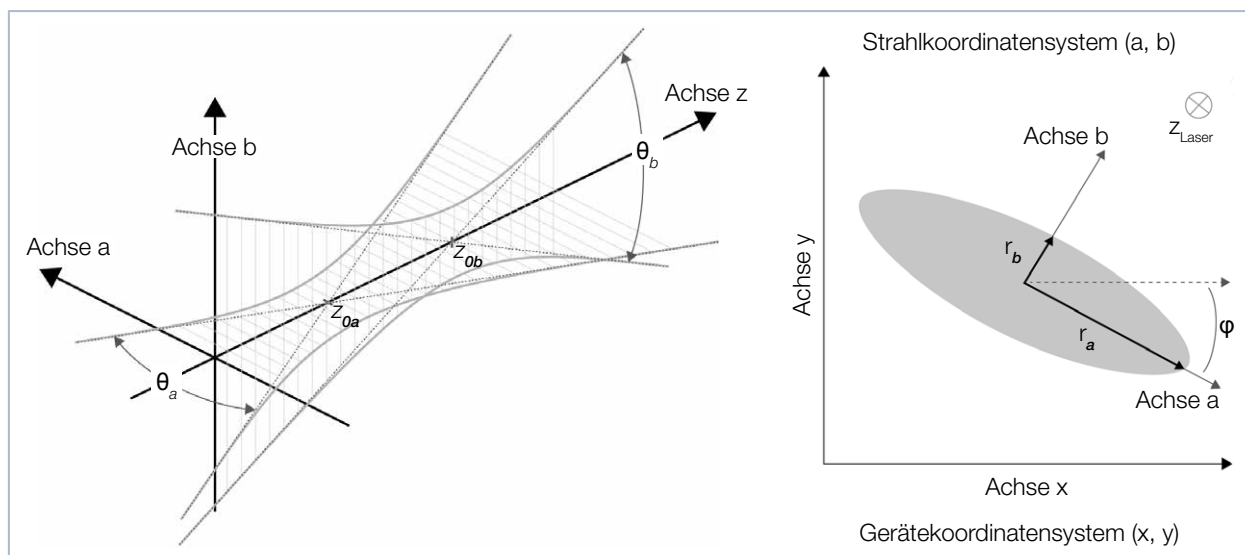


Abb. 7.2: Strahlparameter eines einfach astigmatischen Strahls (links) und Relation zwischen Geräte- und Strahlkoordinatensystem (rechts)

Mit den oben genannten Parameter können alle Strahlen, die sich durch zwei zueinander senkrecht stehende Achsen charakterisieren lassen, beschrieben werden. Die weiteren Strahlparameter werden – ebenfalls richtungsabhängig – mit denselben Gleichungen berechnet wie für rotationssymmetrische Strahlen. Es ergeben sich somit immer zwei Parameter, z. B. k_a und k_b .

7.4 Bestimmung der Leistungsdichteverteilung bei einer Ebenenmessung

Zur Berechnung des Strahlradius an einem beliebigen Ort längs der Ausbreitungsachse muss zunächst die zweidimensionale Leistungsdichteverteilung gemessen werden. PRIMES-Systeme messen die Leistungsdichteverteilung entweder mit einer CCD-Kamera oder scannend mit einer rotierenden Lochblende.

Offset-Bestimmung

Wesentlich für eine korrekte Messung ist die vorangehende Offset-Bestimmung, da schon geringe Fehler zu einer deutlichen Änderung des Berechnungsvolumens führen können. Ein zu hoch angesetzter Offset z. B. verringert die Intensität an den Rändern des Strahles. Die ermittelten Messwerte sind dann zu niedrig.

Dies macht sich insbesondere bei der Radiusbestimmung nach der 2. Momente-Methode bemerkbar. Der Algorithmus dieser Methode beinhaltet das Produkt aus der Leistungsdichte und dem Abstandsquadrat zum Schwerpunkt. Wegen der quadratischen Gewichtung müssen die Randbereiche des zu vermessenden Strahls mit hoher Genauigkeit in die Messung eingehen, ansonsten funktioniert diese Methode nicht zuverlässig. Eine sorgfältige Offset-Bestimmung ist aber auch bei der Radiusbestimmung nach der 86 %-Methode wesentlich. In der LDS wird der Offset standardmäßig über eine Dunkelmessung im Gerät bestimmt (d. h. ohne Laserstrahl).

Füllfaktoren

In der LDS wird zwischen Messbereich, Messfenster und ROI (Region of Interest) unterschieden. Der **Messbereich** ist der gesamte von einem Gerät messbare Bereich. Das **Messfenster** ist der Teilbereich des Messbereichs, für den die Intensitätswerte bei einer Messung erfasst werden. Wichtig für eine korrekte Messung ist die Größe und Positionierung des Messfensters, so dass der gesamte Strahl darin enthalten ist. Die **ROI** wiederum ist der Teilbereich des Messfensters, der für die Berechnung des Strahlradius berücksichtigt wird.

Unter „Füllfaktor“ wird in der LDS der **Messfenster-Füllfaktor** verstanden. Dies ist der Quotient aus dem Strahldurchmesser und der Messfensterbreite. In der LDS muss er einen Wert zwischen 0,25 und 0,75 haben, damit die Messung als valide bewertet werden kann. Der **ROI-Füllfaktor** ist der Quotient aus dem Strahldurchmesser und der ROI-Breite. Zur Minimierung von Fehlern bei der Bestimmung des Offset ist ein ROI-Füllfaktor von 0,5 nach PRIMES-Qualitätskriterien optimal.

Wird bei einer Messung die Messfenstergröße automatisch eingestellt, dann beträgt der Messfenster-Füllfaktor ungefähr 0,3. Damit bleibt genug Puffer für einen ROI-Füllfaktor von 0,5 (voreingestellter Wert). Diese Voreinstellung kann über das Menü **Extras > Optionen** mit einem anderen Wert überschrieben werden. Alternativ kann die Anwendung der ROI deaktiviert werden (siehe Kapitel „Globale Einstellungen im Menü Extras > Optionen“ auf Seite 32).

Berechnung der Strahlage

Die Strahlage wird nach der 1. Momente-Methode, d. h. als Schwerpunkt der Leistungsdichteverteilung $I(x,y,z)$ bestimmt:

$$x(z)_{COG} = \frac{\iint x \cdot I(x, y, z) dx dy}{\iint I(x, y, z) dx dy} \quad y(z)_{COG} = \frac{\iint y \cdot I(x, y, z) dx dy}{\iint I(x, y, z) dx dy} \quad (1.8)$$

Der Index **COG** steht hierbei für „center of gravity“ (Schwerpunkt).

Aus der Strahlage kann nun der Strahlradius mit der 86 %-Methode oder aus den 2. Momenten der Leistungsdichteverteilung berechnet werden.

7.5 Methoden der Radiusberechnung bei einer Ebenenmessung

In der LDS-Basisversion sind zur Radiusbestimmung die Methoden 2. Momente und 86 % implementiert. Diese Methoden sind normgerecht nach ISO 11146. Für den idealen TEM_{00} -Laserstrahl liefern beide Methoden das gleiche Ergebnis, für die meisten realen Laserstrahlen können die Ergebnisse der beiden Methoden jedoch deutlich voneinander abweichen.

Radiusberechnung mit dem Algorithmus der 86 %-Methode

Zur experimentellen Radiusberechnung nach der 86 %-Methode ist der Algorithmus **86%** verfügbar.

Zunächst wird das Volumen der Leistungsdichteverteilung bestimmt. Dieses ist proportional zur Gesamtleistung. Die Addition aller Leistungsdichtewerte und ihre Multiplikation mit den Pixelabmessungen ergibt das Volumen und somit die Gesamtleistung.

Ausgehend von der ermittelten Gesamtleistung wird ein kreisförmiger Bereich betrachtet, der 86 % der Gesamtstrahlleistung einschließt. Die Strahlleistung muss dabei innerhalb des Strahlradius liegen. Die Integration startet im Schwerpunkt, dann wird der Integrationsbereich solange vergrößert, bis er 86 % der Gesamtleistung einschließt. Bei der Integration wird die Zahl der Bildpunkte gezählt und daraus die 86 %-Fläche bestimmt (und somit der Strahldurchmesser). Für zirkulare, grundmodenähnliche Strahlen ist dieses Verfahren sehr zuverlässig.

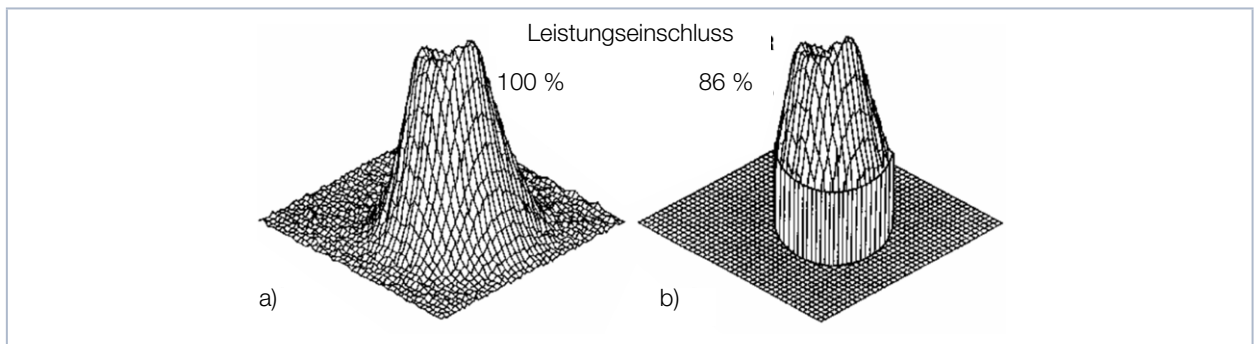


Abb. 7.3: Graphische Darstellung der Berechnung des 86 %-Radius.

Abb. 7.3 zeigt die Leistungsdichteverteilung (a) und die Bildpunkte, die zusammen 86 % der Leistung einschließen (b). Die Bildpunkte mit niedriger Leistung sind zur Verdeutlichung auf Null gesetzt.

Radiusberechnung mit den Algorithmen der 2. Momente-Methode

Zur Radiusbestimmung nach der 2. Momente-Methode sind folgende Algorithmen verfügbar:

- **Gerätemomente:**
Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben werden die Radien in x - / y -Richtung.
- **Invariante Momente:**
Die Radiusberechnung erfolgt nach der 2. Momente-Methode in den Gerätekoordinaten (x / y). Ausgegeben wird der Mittelwert aus den Radien in x - / y -Richtung.
- **Rotierte Momente:**
Nach einer Transformation der Gerätekoordinaten (x / y) in die Strahlkoordinaten (a / b) erfolgt die Radiusberechnung nach der 2. Momente-Methode. Ausgegeben werden die Radien in a - / b -Richtung.

Die 2. Momente werden folgendermaßen bestimmt (in diesem Beispiel für die Gerätekoordinaten x / y):

$$\sigma_x^2(z) = \frac{\iint (x - x_{COG})^2 \cdot I(x, y, z) dx dy}{\iint I(x, y, z) dx dy} \quad \sigma_y^2(z) = \frac{\iint (y - y_{COG})^2 \cdot I(x, y, z) dx dy}{\iint I(x, y, z) dx dy} \quad (1.9)$$

Ausgehend von den 2. Momenten berechnen sich die Strahlradien in x- / y-Richtung:

$$r_x(z) = 2 \cdot \sigma_x(z) \quad r_y(z) = 2 \cdot \sigma_y(z) \quad (1.10)$$

Erweiterte Algorithmen zur Radiusberechnung als Plugin-Option

Nicht alle Messgeräte zur Laserstrahldiagnose zeigen das gleiche Messergebnis, wenn sie zu vergleichenden Messungen an demselben Laserstrahl herangezogen werden. Neben einer unterschiedlichen Validierung der Messgeräte haben auch die Messmethoden und die verwendeten Auswertalgorithmen Einfluss auf die ermittelten Strahlabmessungen.

Nicht alle verwendeten Verfahren sind normkonform, werden aber bevorzugt verwendet (z. B. im wissenschaftlichen Bereich). Aus praktischen Gründen kann es auch hilfreich sein, alternative Strahlradiusdefinitionen zu verwenden (z. B. zur Auslegung von Blenden oder zur Korrelation mit Bearbeitungsergebnissen).

Mit dem Plugin **Kaustik-Algorithmen** werden die in der Basisversion der LDS enthaltenen Methoden zur Radiusbestimmung um folgende erweitert (in Klammern die Bezeichnungen der auswählbaren Algorithmen):

- Schneidenmethode (Knipe) nach ISO 11146-3
- Schlitzmethode (Slit) nach ISO 11146-3
- Gaußfit-Methode (Gauss)
- 86 % 2-Leistungsdichteabfall-Methode (86 % 2)
- Leistungseinschluss-Methode mit frei definierbarem 1. Leistungseinschluss (95 %)
- Leistungseinschluss-Methode mit frei definierbarem 2. Leistungseinschluss (99 %)

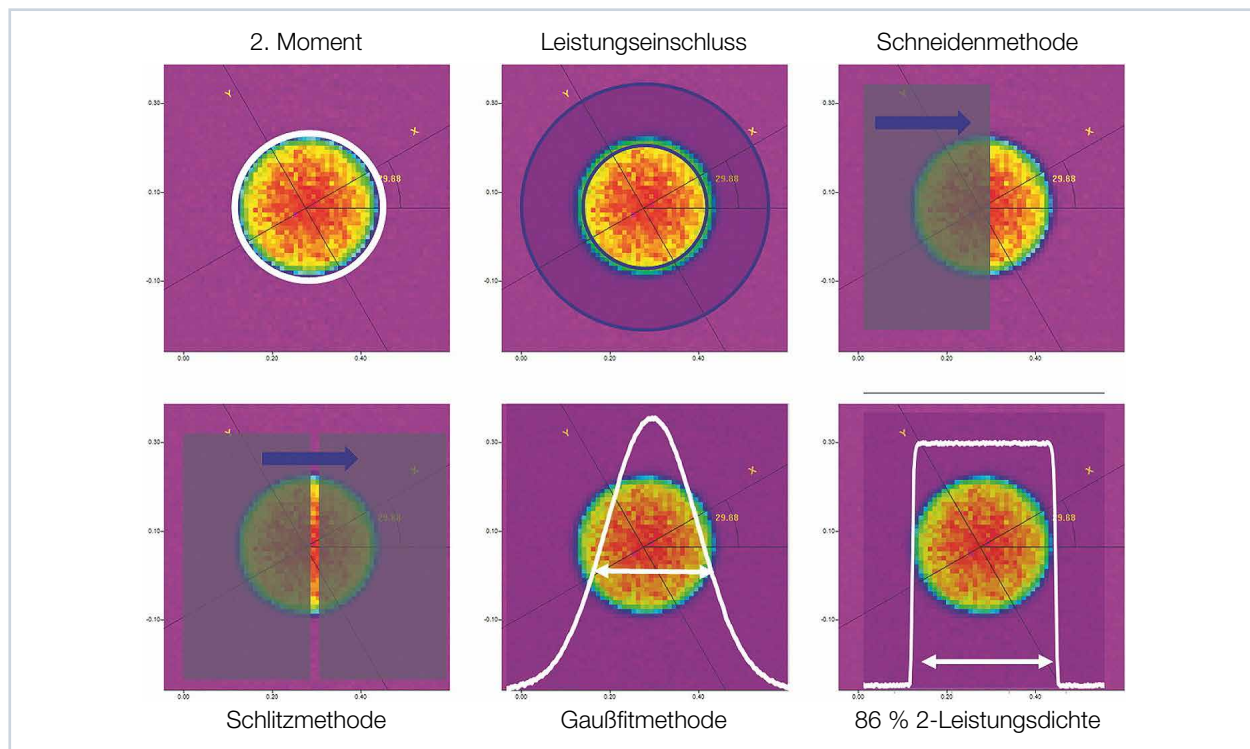


Abb. 7.4: Übersicht über die Methoden des Plugin *Kaustik-Algorithmen*

7.6 Messung einer Strahlkaustik

Anzahl der Ebenenmessungen

Zur Ermittlung der elementaren Kaustik-Parameter eines realen Laserstrahls müssen an unterschiedlichen Orten längs der Ausbreitungsachse die Radien der Querschnittsflächen vermessen werden. ISO 11146 legt hierzu fest, dass Radien an mindestens zehn Stellen innerhalb von mindestens 4 Rayleighlängen zu bestimmen sind – 5 davon innerhalb einer Rayleighlänge um den Fokus und 5 Ebenen außerhalb einer Rayleighlänge. PRIMES empfiehlt, mindestens 21 Ebenen innerhalb von 6 Rayleighlängen zu messen.

PRIMES-Messgeräte mit integrierter z-Achse bieten die Möglichkeit, eine Strahlkaustik vollautomatisch zu vermessen. Ansonsten besteht immer die Möglichkeit einer manuellen Kaustikmessung. Dabei muss vor jeder Ebenenmessung die Lage der Fokussieroptik relativ zum Messgerätekopf manuell angepasst werden.

Berechnung von Kaustik-Parametern durch Anpassung

Die elementaren Kaustik-Parameter des betreffenden Laserstrahls werden nun mathematisch durch Anpassen eines hyperbolischen Graphen an die gemessenen Radien ermittelt (Kaustik-Fit). Aus den so berechneten Parametern lassen sich schließlich die Kenngrößen für die Fokussierbarkeit des zu vermessenden Strahls ableiten.

Da der Kaustik-Fit alle Messpunkte berücksichtigt, liegen die in der LDS ermittelten Strahltaillen nicht zwingend an den Orten entlang der Ausbreitungsachse, wo die kleinsten Radien gemessen wurden. Die berechneten Fokusradien liegen aber in der Regel sehr nah an den kleinsten gemessenen Radien.

8 Diskussion der Messergebnisse und Fehleranalyse

8.1 Messungengenauigkeit bei Messung außerhalb der Gerätespezifikation

Wenn außerhalb der gerätespezifischen Grenzwerte gemessen wird, muss mit verminderter Messgenauigkeit gerechnet werden.

- ▶ Lesen Sie vor dem Messen unbedingt die Geräte-Betriebsanleitung und halten Sie für eine sichere Verwendung und zur Sicherstellung genauer Messergebnisse die dort angegebenen Grenzwerte ein.

Bei einigen Parametern (z. B. Leistung, Strahldurchmesser, Divergenzwinkel) wird der gemessene Wert mit den gerätespezifischen Grenzwerten abgeglichen. Eine Grenzwert-Verletzung wird in der Messung mit gespeichert und im Projektbaum folgendermaßen angezeigt:

- Rot markiertes Projektbaum-Element (siehe Kapitel 5.4.3 „Bewertung der Messungen im Projektbaum“ auf Seite 21).
- Fehlermeldung in Element-bezogenen Informationsfenster (siehe Kapitel 5.4.2 „Informationen zu den Projektbaum-Elementen“ auf Seite 20).

Außerdem wird die Grenzwert-Verletzung in einigen Werkzeugen durch farbige Markierungen angezeigt (siehe Kapitel 8.2 auf Seite 156).

8.2 Bewertung von Parametern durch farbige Markierungen

Die LDS bietet an zahlreichen Stellen die Möglichkeit, Parameter im Hinblick auf dafür konfigurierte Grenz- und Warnwerte zu bewerten. Die Parameter werden automatisch mit den Grenz- und Warnwerten verglichen und das Ergebnis durch farbige Markierungen angezeigt.

Unter dem Begriff Parameter werden hier alle in der LDS angezeigten Parameter verstanden, gleich ob es sich um Daten zur Messung (z. B. Durchflussrate, Signal-Rausch-Verhältnis, Füllfaktor) oder berechnete Messergebnisse (z. B. Laserleistung, M^2 , mittlere Fitabweichung) handelt.

Die Bewertung eines Parameters kann dabei direkt oder indirekt angezeigt werden. In zahlreichen Werkzeugen können numerisch angezeigte Parameter direkt anhand der Hintergrundfarbe beurteilt werden. Im Projektbaum oder dem Werkzeug **Evaluierungsampel** dagegen signalisiert die Farbe pauschal, dass mindestens ein Parameter im Hintergrund Grenz- oder Warnwerte verletzt.

Außerdem bieten einige Werkzeug zur Darstellung von Graphen die Möglichkeit, im Koordinatenfenster Grenz- und Warnwerte einzublenden.

8.2.1 Grenz- und Warnwerte

Die konfigurierten Grenz- und Warnwerte gelten in der LDS global, d. h. für alle geöffneten Projekte einschließlich ihrer Unterelemente. Die Art der Markierung in den unterschiedlichen LDS-Bereichen (Werkzeuge und Projektbaum) kann sich jedoch unterscheiden.

Allgemeines Schema der Werte-Konfiguration

Tab. 8.1 auf Seite 157 zeigt anhand von Beispielen das allgemeine Schema der Werte-Konfiguration in der LDS. Es ist unerheblich, welche und wie viele Werte für einen Parameter konfiguriert sind. Die Werte können werksseitig fest oder kundenseitig frei konfiguriert worden sein. Das <-Zeichen drückt die obligatorische Größen-Relation zwischen den konfigurierten Werten aus. Bei gleichzeitiger Verletzung eines Grenz- und eines Warnwertes erfolgt die Markierung nach dem Warnwert.

Parameter		Untere Werte			Obere Werte			
Bezeichnung	Konfiguration	Grenzwert	<	Warnwert	<	Warnwert	<	Grenzwert
Elliptizität	frei konfigurierbar	0,87		0,90				
Füllfaktor (86%)	fest konfiguriert					0,60		0,75
P in W	fest konfiguriert	0,0		10,0		500,0		1000,0

Tab. 8.1: Allgemeines Schema für die Werte-Konfiguration anhand von Beispielen

Fest konfigurierte Werte

In der LDS sind werksseitig bestimmte Warn- oder Grenzwerte vorkonfiguriert. Diese Einstellungen können kundenseitig nicht verändert werden. Aus den entsprechenden Bewertungen kann abgeleitet werden, inwiefern der Messaufbau oder die Parameter geändert werden müssen, um die Messung zu verbessern. Warum sind **Grenzwerte** werksseitig vorkonfiguriert?

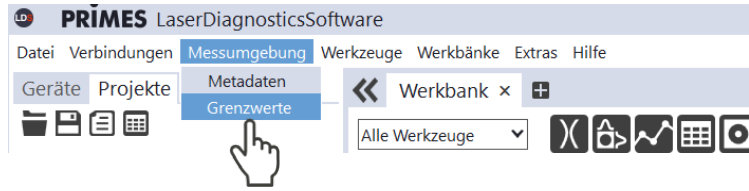
- Fest konfigurierte Grenzwerte dienen als **allgemeine Kriterien** für die Validität einer Messung. Unter **Validität** wird hier die Konformität einer Messung mit ISO 11146 und / oder den Qualitätskriterien von PRIMES verstanden. Wird mindestens ein solcher Wert verletzt, dann gilt die Messung als invalide im Hinblick auf diese Kriterien.
- Fest konfigurierte Grenzwerte dienen als **gerätespezifische Kriterien** für die **Sicherheit und Qualität** einer Messung. Wenn außerhalb gerätespezifischer Grenzwerte gemessen wird, können Geräte beschädigt oder Personen verletzt werden. Bestenfalls muss mit verminderter Messgenauigkeit gerechnet werden. Weitere Informationen enthält das Kapitel 8.1 auf Seite 156.

Die Verletzung von fest konfigurierten **Warnwerten** hingegen gibt einen Anhaltspunkt, dass der Messaufbau oder die Messparameter nicht optimal sind. Solche Warnwerte können allgemein oder gerätespezifisch sein.

Frei konfigurierbare Werte für kundenspezifische Belange

Grenz- oder Warnwerte, die nicht werksseitig konfiguriert sind, können nach Belieben kundenspezifisch konfiguriert werden. Ist für einen Parameter z. B. nur der obere Grenzwert fest konfiguriert, dann können die restlichen Werte innerhalb dieser Grenze frei konfiguriert werden.

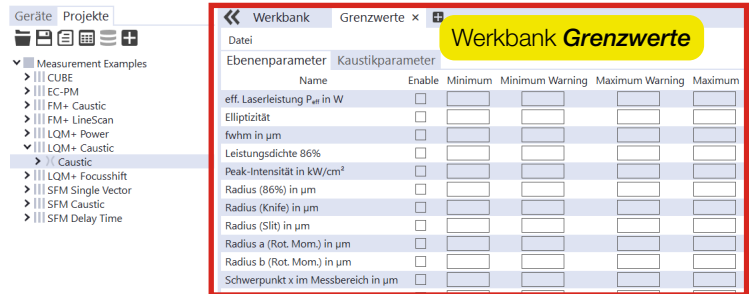
- Wählen Sie in der Menüleiste **Messumgebung > Grenzwerte**.



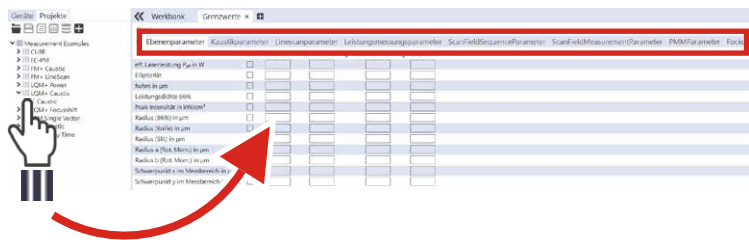
- Eine gleichnamige Werkbank erscheint. Die Auswahl der verfügbaren Reiter richtet sich nach dem aktuell ausgewählten Projektbaum-Element. Ist z. B. das Element **Kaustik** ausgewählt, dann enthält die Werkbank die dazu passenden Reiter **Ebenenparameter** und **Kaustikparameter**.



Die konfigurierten Parameter gelten unabhängig vom ausgewählten Projektbaum-Element in der LDS global, d. h. für alle geöffneten Projekte einschließlich ihrer Unterelemente.



- Öffnen Sie bei Bedarf weitere Reiter, indem Sie ein passendes Projektbaum-Element bei gedrückter linker Maustaste in die Werkbank ziehen. Handelt es sich dabei um das Element **Serie**, dann werden alle verfügbaren Reiter angezeigt.

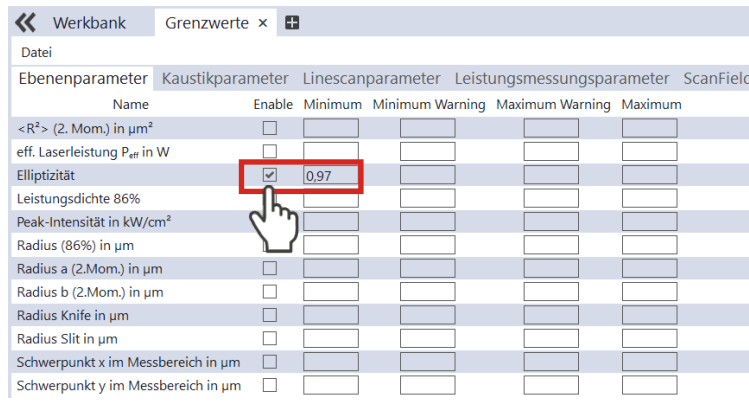


- Konfigurieren Sie nach Belieben Grenz- oder Warnwerte.



Wird in der englischen Benutzeroberfläche ein Komma verwendet, dann wird dieses automatisch durch einen Punkt ersetzt (und umgekehrt).

- Setzen Sie bei Bedarf im Kontrollkästchen eines Parameters das Häkchen zum Aktivieren der konfigurierten Werte.







► Wählen Sie bei Bedarf im Menü **Datei** einen Menüpunkt:

- **Grenzwerte laden** öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Öffnen einer Datei mit der Erweiterung **.xml**. In dieser Datei ist eine Wertekonfiguration gespeichert.
- **Grenzwerte speichern** öffnet ein Windows-Explorer-Fenster zum Speichern einer Datei mit der Erweiterung **.xml**. In dieser Datei ist eine Wertekonfiguration gespeichert.
- **Standardgrenzwerte** löscht alle konfigurierten Werte.

Betroffen sind jeweils die Werte der Parameter aller Reiter! Welcher Reiter beim Ausführen dieses Befehls gerade im Vordergrund ist, spielt keine Rolle.

8.2.2 Werkzeuge mit Bewertungsfunktion im Überblick

LDS-Bereich / Werkzeug	Beschreibung der Bewertungsfunktion
Projektbaum	<p>Bewertung eines Elements durch unterschiedliche Farben des Elementensymbols.</p> <p>Rot Dient als Warnung in folgenden Fällen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die entsprechende Messung erfolgte außerhalb von Gerätespezifikationen. • Mindestens einer der gemessenen Parameter ist invalide. • Mindestens einer der gemessenen Parameter liegt außerhalb der kundenseitig gesetzten zulässigen Grenzen der Referenzmessung (nur beim Element Kaustik). <p>Grau Es liegt keine Warnung vor.</p> <p>Weitere Informationen enthält das Kapitel 5.4.3 „Bewertung der Messungen im Projektbaum“ auf Seite 21.</p>
Kaustikanalyse Ebenenanalyse Rohstrahlanalyse	<p>In der Tabelle des Reiters Bewertung: Bewertung der Validität eines angezeigten Parameters durch unterschiedliche Hintergrundfarben.</p> <p>Rot Der Parameter ist invalide. Ein als Validitätskriterium fest konfigurierter Grenzwert wurde verletzt.</p> <p>Grün Der Parameter ist valide.</p> <p>Weitere Informationen: Ebenenanalyse: Kapitel „Reiter Bewertung in der Ebenenanalyse“ auf Seite 91. Kaustikanalyse / Rohstrahlanalyse: Kapitel „Reiter Bewertung in der Kaustikanalyse“ auf Seite 116).</p>
Ergebnistabelle	<p>Bewertung eines angezeigten Parameters durch unterschiedliche Hintergrundfarben.</p> <p>Rot Ein fest oder frei konfigurierter Grenzwert wurde verletzt.</p> <p>Neutral Es wurde kein Grenzwert verletzt.</p> <p>Weitere Informationen enthält das Kapitel 6.2.1 „Ergebnistabelle“ auf Seite 50.</p>

LDS-Bereich / Werkzeug	Beschreibung der Bewertungsfunktion
 Messwertanzeige	In der numerischen Darstellungsform: Bewertung eines angezeigten Parameters durch unterschiedliche Hintergrundfarben. Rot Ein fest oder frei konfigurierter Grenzwert wurde verletzt. Gelb Ein fest oder frei konfigurierter Warnwert wurde verletzt. Weitere Informationen enthält das Kapitel 6.2.3 „Messwertanzeige“ auf Seite 58.
 Evaluierungsampel	Indirekte Bewertung von ausgewählten Parametern im Hintergrund durch Ampelansicht. Rot Mindestens ein fest oder frei konfigurierter Grenzwert wurde verletzt. Gelb Ein Grenzwert wurde nicht verletzt, aber mindestens ein fest oder frei konfigurierter Warnwert. Grün Es wurden keine Grenz- oder Warnwerte verletzt / konfiguriert. Beim Überfahren der Ampel erscheint eine Tabelle. Direkte Bewertung eines angezeigten Parameters durch unterschiedliche Hintergrundfarben. Rot Ein fest oder frei konfigurierter Grenzwert wurde verletzt. Gelb Ein fest oder frei konfigurierter Warnwert wurde verletzt. Grün Ein Parameter liegt innerhalb der konfigurierten Grenz- oder Warnwerte. Neutral Es wurden keine Grenz- oder Warnwerte konfiguriert. Weitere Informationen enthält das Kapitel 6.2.6 „Evaluierungsampel“ auf Seite 70.
 Graphische Datenauswertung	Bei aktivierter Option Grenzwerte einblenden : Einblendung der Grenz- und Warnwerte eines ausgewählten Parameters ins Koordinatensystem. Rot Anzeige von unteren / oberen Grenzwerten mit der Beschriftung „Minimum“ / „Maximum“ Gelb Anzeige von unteren / oberen Warnwerten mit der Beschriftung „Minimum warning“ / „Maximum warning“ Lesen Sie auch das Kapitel 6.2.5 „Graphische Datenauswertung“ auf Seite 64.
 Leistungsmessung	In den Messgeräten sind zulässige Schwankungsbreiten bestimmter Umgebungsparameter fest konfiguriert (z. B. Durchflussrate). Bewegen sich die Werte eines Umgebungsparameters außerhalb dieser Schwankungsbreite, dann erscheint der Wert vor gelbem Hintergrund. Dies signalisiert ggf. eine nicht sichere Verwendung des Geräts oder eine verminderte Genauigkeit der Messergebnisse.

Tab. 8.2: Werkzeuge mit Bewertungsfunktion im Überblick

8.3 Geringes Signal-Rausch-Verhältnis

Eine geringe Signalthöhe führt oft auch zu einem geringen Signal-Rausch-Verhältnis. Dies führt zu einer erhöhten Unsicherheit in der Bestimmung der Radien und der Fokuslage. Überprüfen Sie in diesem Fall die Messwerte sorgfältig auf Schlüssigkeit oder verbessern Sie das Signal-Rausch-Verhältnis, wenn möglich. Im Allgemeinen kann durch eine Mittelung bei der Messung das Signal-Rausch-Verhältnis verbessert werden.

8.4 Focusshift und zeitliche Stabilität von Messergebnissen

Jenseits der Qualität einzelner Messungen stellt sich häufig die Frage, inwiefern die Ergebnisse unterschiedlicher Messungen miteinander vergleichbar sind. Hier kann es vorkommen, dass Messergebnisse, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten, aber unter sonst (scheinbar) identischen Bedingungen durchgeführt wurden, voneinander abweichen. Die Ursache solcher Diskrepanzen kann ein thermisch induzierter Focusshift sein.

Es gibt verschiedene Faktoren, die einen Focusshift begünstigen. Ein bedeutender Faktor ist die **Laserleistung**. Durchlässige Laseroptiken absorbieren einen bestimmten Teil der thermischen Energie des Laserstrahls. Dies hat Auswirkungen auf deren Ausdehnung und Brechungsindex. Je höher die Leistung des Laserstrahls, desto stärker verändert sich die Brennweite einer optischen Komponente. Der Vergleich von Kaustiken bei niedriger und bei hoher Laserleistung ist für eine Beurteilung des Focusshift daher oft hilfreich.

Erfolgt die Leistungseinstellung des Lasers über eine Pulsweitenmodulation, so kann eine **Modulation der Laserleistung mit der Pulsfrequenz** auftreten. Das bewirkt eine periodische Modulation auf dem Messergebnis. Ggf. treten Schwebungen auf. Transmittive Optiken, wie Auskoppelplatten und Linsen, können einige Zeit benötigen, um nach Einschalten des Lasers in ein thermisches Gleichgewicht zu kommen. Während dieser Zeit verändern sich der Brechungsindex und ggf. die Dicke des Optikmaterials. Ein damit verbundener Focusshift sollte bei einer Beurteilung der Messergebnisse in Betracht gezogen oder die Messung erst nach einer ausreichenden Thermalisierungszeit gestartet werden.

Zur Vermessung der Thermalisierung der Optik muss ein definierter Zeitabstand zwischen dem Einschalten des Lasers und dem Start der Messung gewählt werden.

Es gibt weitere Faktoren, die einen Focusshift begünstigen. Dazu gehören der Aufbau und die Absorptionseigenschaften einer Optik (z. B. das Verhältnis der Brennweiten von Fokussier- und Kollimationsoptik). Auch Verschmutzungen an den optischen Elementen spielen eine tragende Rolle beim Focusshift. Diese sind größtenteils das Ergebnis der Laserprozesse selbst und lassen sich auch durch entsprechende Schutzmaßnahmen in der Regel nicht gänzlich vermeiden.

8.5 Auswerten einer Messung in unterschiedlichen Versionen der LDS

Werden identische Strahlgeometrie-Messungen in unterschiedlichen Versionen der LDS ausgewertet, dann können die Ergebnisse geringfügig voneinander abweichen. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn in der aktuellen LDS (LDS 1.3.1, Dateierweiterung **.lpf**) Messdaten ausgewertet werden, die mit der Vorgängerversion angelegt wurden (LDS 2.98, Dateierweiterung **.foc**).

Für abweichende Ergebnisse kommen grundsätzlich folgende Ursachen in Frage:

- Die Radiusbestimmung nach der 86 %-Methode erfolgt experimentell. Allgemein sind Abweichungen bis zu 3 % möglich und erlaubt.
- In der aktuellen LDS werden gegenüber der Vorgängerversion verbesserte Algorithmen verwendet. Dies wurde durch die allgemeinen Fortschritte bei der PC-Rechenleistung möglich.
- In der aktuellen LDS erfolgt die Radiusberechnung in einem verbesserten iterativen Prozess. Im Unterschied zur Vorgängerversion wird nicht nur das Messfenster, sondern auch die **ROI** definiert (Region of Interest). Dies ist ein Teilbereich des Messfensters, der für die eigentliche Berechnung des Strahlradius berücksichtigt wird. Weitere Informationen enthält das Kapitel „Füllfaktoren“ auf Seite 152.

